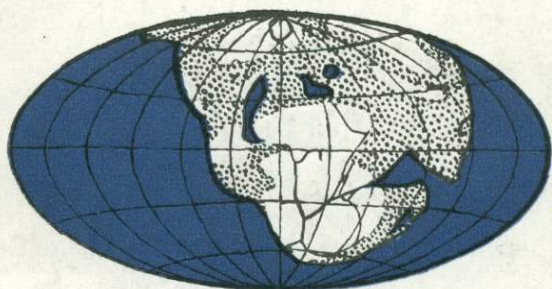


И. В. БАТЮШКОВА

ИСТОРИЯ ПРОБЛЕМЫ ПРОИСХОЖДЕНИЯ МАТЕРИКОВ И ОКЕАНОВ



АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

И. В. БАТЮШКОВА

ИСТОРИЯ ПРОБЛЕМЫ
ПРОИСХОЖДЕНИЯ
МАТЕРИКОВ И ОКЕАНОВ

8591
1658



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

МОСКВА

1975



История проблемы происхождения материков и океанов.
Б а т ю ш к о в а И. В. М., «Наука», 1975 г.

Происхождение материков и океанов является одной из наиболее актуальных проблем современной геологии. В работе в историческом плане освещено развитие этой проблемы с древнейших времен до 70-х годов нашего столетия. Показано развитие взглядов о первичном и вторичном происхождении океанов, борьба идей о роли вертикальных и горизонтальных сил в образовании основных форм, усложнение взглядов в связи с изменением представлений об общем строении Земли.

В заключительной части работы освещены основные тенденции развития проблемы (рассмотрение Земли в общем плане на ранних этапах истории науки, позднее — детализация исследований, накопление конкретного материала, затем, на современном этапе, — вновь рассмотрение проблемы в глобальном масштабе). Показано также, что многие современные гипотезы имеют длительную историю. Намечены перспективы дальнейших исследований.

Книга рассчитана как на геологов-тектонистов, так и на широкий круг читателей, интересующихся данной проблемой.

Илл. 12. Табл. 3. Библ. 299 назв.

Ответственный редактор
член-корреспондент АН СССР

В. Е. ХАИН

ВВЕДЕНИЕ

Материки и океанические впадины являются основными элементами земной поверхности. Изображение этих элементов на географической карте или глобусе показывает прежде всего значительно бóльшие размеры площади океанов по сравнению с сушей, расположение материков преимущественно в северном полушарии, остроконечную, вытянутую форму южных окончаний материков. Все эти положения известны и элементарны. Однако более пристальное рассмотрение показывает, что в причудливом расположении материков и океанов можно заметить и некоторые другие закономерности. Так, например, протяженные пояса материков располагаются как в широтном (Северная Америка, Европа и Азия — Южная Америка, Африка и Австралия), так и в меридиональном направлениях (Северная и Южная Америка, Европа и Африка, Азия и Австралия). Если же мысленно разделить земной шар не по экватору, а по меридиональной плоскости 105° — 75° , называемой эпифрогеническим меридианом, то и здесь оказывается, что в одном полушарии, которое можно назвать восточным, расположены преимущественно материки, а в другом находится впадина Тихого океана. Вместе с тем морфологические элементы имеют и своих антиподов. Так, Северному Ледовитому океану можно противопоставить материк Антарктиду, Северной Атлантике — Австралию, Тихому океану — Европу и Африку, Северной Америке — Индийский океан. К «антисимметрии» элементов земной поверхности, по В. Е. Хаину (1964а), можно отнести также и указанные выше различия северного и южного, восточного и западного полушарий.

Обращает на себя внимание также сходство очертаний берегов некоторых континентов, как, например, давно замеченное совпадение контуров восточного берега Южной Америки и западного — Африки.

Даже подобное рассмотрение чисто внешних признаков поверхности Земли позволяет сделать выводы об общих, по-видимому, глобальных причинах, создавших эти различные структуры. Расположение материков и океанических впадин отвечает также, вероятно, некоторой, пока еще не вполне осознанной закономерности.

Современной наукой достигнуты значительные успехи в изучении общего строения Земли. В последнее время получены новые данные о строении дна океанов. Достаточно хорошо и полно изучена геологическая история материков. Однако невозможность непосредственно проникнуть на большие глубины Земли, трудности исследований океанического дна и, наконец, тот факт, что историю развития земной коры мы можем проследить лишь с архея, со времени отложения наиболее древних пород, т. е. в геологическую стадию, — все это ставит проблему происхождения материков и океанических впадин лишь в области гипотетических предположений, нередко противоречивых, даже исключаящих друг друга.

В настоящее время основными в проблеме образования различных типов земной коры и тенденций ее развития являются следующие предположения: 1) гипотеза первичной океанической коры и дальнейшего постепенного превращения ее в кору континентального типа и 2) гипотеза первичной континентальной коры и последующего образования участков океанического типа. В первом случае происходит разрастание материковых платформ за счет океанического пространства, во втором случае возрастает общая площадь океанических впадин.

Механизм образования океанических впадин также рассматривается с различных точек зрения: погружение части материковой коры и замещение ее корой океанического типа вследствие сложных геохимических процессов (фиксизм) или горизонтального движения материков (мобилизм). Причины горизонтального дрейфа материков, в свою очередь, принимаются различными: разрыв континентальной коры вследствие общего расширения Земли, влияние подкорковых конвекционных токов и расширение океанического дна, образование планетарных зон сжатия и расширения.

Таким образом, вопросы происхождения и развития материков и океанических впадин рассматриваются с самых различных точек зрения. Сложность этих вопросов и противоречивость связанных с их разрешением многочисленных гипотез заставляет обращаться к истории проблемы, уходящей в далекое прошлое.

Исследования в области истории науки показывают, что обычно научные идеи развиваются постепенно, сменяя друг друга, но нередко через различные промежутки времени наука возвращается к аналогичным, бывшим уже ранее представлениям, но основанным на новом уровне знаний. Это — иллюстрация диалектического закона отрицания отрицания. По определению Ф. Энгельса, это — «весьма общий, и именно потому весьма широко действующий и важный закон развития природы, истории и мышления». (Маркс, Энгельс. Соч. т. 20, стр. 145). Различные предположения возникают на основе накопленных фактов и открытий в данной области и в области смежных наук. Для современного исследователя оказывается важным проследить на

протяжении длительного времени представления, аналогичные современным взглядам, а также установить, в какой мере эти представления соответствовали имевшейся в то время совокупности фактов. Такой анализ даст возможность более правильно оценить гипотезы настоящего времени и соответствие их имеющейся совокупности фактических данных, а также поможет определить направление дальнейшего развития научной мысли.

Автору не встретилось работ, полностью освещающих историю данного вопроса. Лишь в некоторых трудах, посвященных специальным темам, имеются краткие исторические справки, посвященные тем или иным аспектам проблемы.

Сведения о ранних представлениях о происхождении материков и океанов в преданиях Вавилонии, Индии, Японии, в мифологии Древней Греции и в трудах античных мыслителей имеются в сборнике «Вселенная и человечество» (1904), в работах К. П. Менона (Menon, 1932), Т. Гомперца (1911), И. А. Федосеева (1967). Краткий обзор всей истории проблемы происхождения материков и океанов дан в книге Д. Г. Панова (1961). В более поздней работе того же автора (Панов, 1963) во введении сообщаются некоторые сведения по истории изучения морского дна с древних времен до современности.

В книгах В. Е. Хаина (1961, 1973) предложена классификация современных концепций о происхождении океанов. Краткие сведения по истории интересующей нас проблемы имеются в докторской диссертации Б. П. Высоцкого (1969) и в работе И. В. Крутя (1973). В книге В. В. Белоусова (1962) и упомянутой выше работе В. Е. Хаина (1973) показаны основные этапы развития геотектоники, с которыми тесно взаимосвязано развитие рассматриваемой нами проблемы.

В настоящей работе прослежены различные, все усложнявшиеся представления о происхождении материков и океанов с древнейших времен до современности на фоне общих представлений о происхождении и строении Земли. В основу периодизации положен принцип выделения господствующей идеи, характерной для данного периода, так как именно такие идеи влияли на общий ход развития проблемы, несмотря на имевшиеся для каждого периода уходящие воззрения прошлого, и новые взгляды, которые становились господствующими в дальнейшем. Такими периодами (до современности) и соответствующими главами работы оказались следующие: 1) ранние представления о расположении и соотношении суши и моря, отражающие предысторию проблемы; 2) представления о первичности суши и вторичном образовании океанов; 3) представления о первичности океана и реликтовом происхождении современных океанов; 4) воздымание материков над уровнем первичного океана под действием расплавленной массы на земную кору; 5) представления о материках и океанических впадинах как разных типах земной коры. В главе VI рассмотрены современные гипо-

тезы. Следует отметить, что проблема рассматривается нами лишь в тектоническом аспекте.

В заключительной части работы на основании проведенного исторического исследования намечены основные тенденции развития проблемы, выявлены господствующие идеи, характерные для данного периода, и намечены возможные направления для исследования проблемы и создания наиболее удовлетворительных гипотез, которые все более будут приближаться к истине по мере накопления фактов и данных как о строении материков и океанического дна, так и об общем строении Земли и сравнении его со строением других планет.

Глава I

РАННИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О РАСПОЛОЖЕНИИ И СООТНОШЕНИИ СУШИ И МОРЯ

ОТОЖДЕСТВЛЕНИЕ ЗЕМЛИ С СУШЕЙ, ОКРУЖЕННОЙ МОРЕМ

С древних времен человек стремился постичь окружающую его природу. Во время охоты, сражений с врагами, кочевья с целью поисков пищи и удобных мест для жилища люди знакомились со строением обитаемого ими участка суши. Из этих наблюдений выводились наивные и фантастические представления об общем строении Земли. Границей суши и Земли в целом считалось море. Безбрежные дали его казались бесконечными — отсюда возникли представления о величии и могуществе океана и о небольших размерах Земли, которая отождествлялась с сушей.

Наиболее древняя культура человека существовала в Вавилонии, в области Двуречья, в нижнем течении рек Тигра и Евфрата, а также в Египте и Индии в IV—I тысячелетиях до нашей эры.

По преданиям вавилонян, Земля представляет собой высокую гору, окруженную морем. Это предание, видимо, возникло вследствие того, что, путешествуя в трех разных направлениях — южном, западном и северном, — жители этой страны доходили до берега моря (Персидский залив, Средиземное, Черное и Каспийское моря). Но как образовалась эта гора — Земля, внутри которой тоже находится морская вода? Вавилоняне считали, что суша поднялась из вод океана — возможно, это было

первое представление о первичности всемогущего океана и о поднятии Земли, или суши, из его вод.

О первичности моря сообщается и в древней индийской космологии — по этим сказаниям, из первоначально существовавшего водного пространства поднялся золотой цветок лотоса, лепестки которого образовали различные части света. Другое предание древней Индии (Менон, 1932) повествует о том, что Вселенная плоская и на ней по концентрическим кругам расположены суша и море, причем центральным островом является Земля. Следовательно, и здесь Земля со всех сторон окружена морем.

Таким образом, основой наиболее древних воззрений является представление о первоначальном существовании безграничного Океана и о поднятии суши, или об отделении суши от воды. Эта же идея в разных вариантах проникла в легенды многих народностей значительно более позднего времени. Согласно японской космологии, тина осела на первоначально существовавшую воду и образовала сушу; по преданиям народов Северной Америки крыса, жившая на дне моря, выплевывала ил, из которого образовался материк, и т. п. (Панов, 1961).

Культура стран древнего Востока оказала большое влияние на развитие народов, населявших средиземноморское побережье, и была в дальнейшем воспринята античным миром.

Мифические предания Древней Греции относятся к периоду II—I тысячелетий до н. э. В этих мифах рассказывается о строении Земли и о подземном царстве, населенном чудовищами, и не раз упоминается о том, что Земля, т. е. суша, окружена со всех сторон рекой, которая носит название Океан.

Родоначальником греческой стихийно-материалистической философии считается Фалес (начало VII — конец VI вв. до н. э.), живший в г. Милете на берегу моря. Близость моря, находки раковин в горах и влияние древних преданий, по-видимому, определили основной принцип его философии — вода является первоосновой всего. По-прежнему отождествляя Землю и сушу, Фалес считал, что Земля в виде плоского диска плавает на волнах безграничного моря. Подтверждением этого служит тот факт, что, когда колеблется поверхность моря, на Земле ощущается землетрясение.

ПЕРВЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О РАЗГРАНИЧЕНИИ ПОНЯТИЯ ЗЕМЛИ И СУШИ

Суша, окруженная морем

Сложную картину строения Вселенной создал другой греческий философ Анаксимандр (610—546 гг. до н. э.). Земля, имеющая форму сплюсненного шара или цилиндра, находится в центре. Ее окружают три огненных кольца: солнечное, лунное и

звездное. Первоначально Землю целиком покрывала вода, затем под влиянием солнечного тепла она постепенно испарялась, и из-под воды начала показываться суша. Часть воды осталась в виде морей, которые продолжают уменьшаться в размерах и когда-нибудь совсем высохнут.

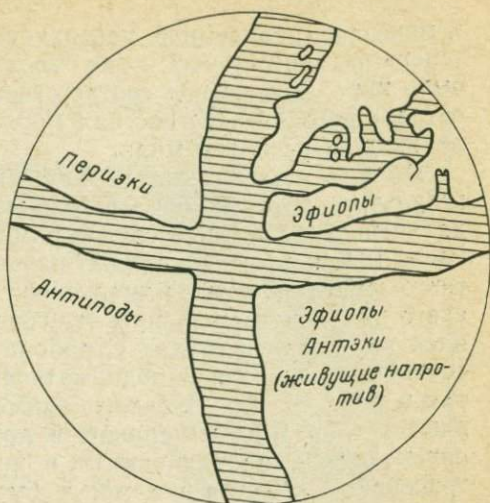
В этом положении заключается принципиальное отличие учения Анаксимандра от предыдущих воззрений. Понятия Земли и суши впервые разграничиваются: не Земля находится в море, а море покрывает поверхность Земли, и суша, т. е. часть Земли, постепенно выступает из него в виде островов. Впервые появляется и понятие морского дна — в прежних представлениях океан, окружавший Землю, т. е. сушу, был бездонным. Естественно, что в воззрениях Анаксимандра поверхность Земли всюду принималась однородной — разница была лишь в том, что некоторые участки ее были покрыты водой. Характерен для Анаксимандра и намек на идею развития — вода испаряется, площадь морей уменьшается, суша увеличивается. На основании этих представлений Анаксимандр впервые начертил карту Земли, на которой изобразил морской бассейн, окруженный сушей, которую, в свою очередь, окружает море.

Представление о том, что вода покрывала поверхность Земли и суша является лишь частью этой твердой поверхности, не покрытой морем, укрепилось в античной философии. Имеется это представление и в учении Гераклита (570—470 гг. до н. э.). По его мнению, при образовании мира из первоначального огня образуется его противоположность — вода, из которой затем образуется Земля. Конкретизируя свои наблюдения, Гераклит отмечал, что раньше в Средиземном море воды было больше, так как суша постоянно увеличивается (Гомперц, 1911, стр. 59).

Море, окруженное сушей

Наряду с этой идеей в античную натурфилософию проникли представления и о количественно ином соотношении площади суши и моря. Если раньше казалось неоспоримым преобладание моря, окружавшего сушу, то уже во II в. до н. э. на глобусе Кратеса (рис. 1), океаны изображались в виде двух каналов, расположенных крестообразно, в меридиональном и широтном направлениях, а между ними соответственно находились четыре континента (Федосеев, 1962). Еще меньшая роль отводилась океану в географическом труде Марина из Тиры (II в. до н. э.), в котором моря представляются замкнутыми бассейнами, окруженными сушей. Позднее этот взгляд был поддержан Птоломеем (90—168 гг. н. э.), что нашло отражение на его карте. Роль идеи об опускании участков суши и о доминирующей роли суши, внутри которой находятся замкнутые моря, чрезвычайно важна. Возможно, эти взгляды являются первыми «аналогами»

Рис. 1. Изображение океанов и суши на глобусе Кратеса Малосского



современных воззрений о первичности континентальной коры и вторичном происхождении океанов при опускании участков земной коры.

КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ДВИЖЕНИЯ МОРЯ И СУШИ. ИДЕЯ ИЗМЕНЧИВОСТИ

Исключительный интерес для рассматриваемой проблемы имеет предание об Атлантиде, впервые высказанное Платоном (427—347 гг. до н. э.). По этому преданию, в море, за Гибралтарским проливом, т. е. в Атлантическом океане, некогда существовал огромный остров, населенный могущественным народом. Однако этот остров и его жителей постигла катастрофа: после разрушительных войн и землетрясений остров погрузился в море и исчез навсегда. Не вдаваясь в подробности о возможности существования легендарной Атлантиды, по поводу которой имеется огромное количество литературы (Жиров, 1964), отметим только, что эта легенда является, по-видимому, первым указанием на возможное опускание суши, так как предшественники Платона предполагали лишь поднятие материков или обнажение их из-под вод убывающего моря. В дальнейшем эта мысль — о том, что могут существовать как поднятия, так и опускания суши, была развита величайшим философом древности Аристотелем (384—322 гг. до н. э.). Наблюдения природных явлений — вынос ила реками в море и испарения морской воды — привели Аристотеля к заключению, что площадь суши увеличивается, но вместе с тем и море может наступать на сушу, если оно запружено наносами и переполняется впадающими в него реками. Отсюда Аристотель сделал важнейший вывод о постоянном

изменении лика земной поверхности — где раньше было море, теперь находится суша, а на месте суши впоследствии может быть море. Этот вывод соответствовал более позднему понятию о трансгрессиях и регрессиях моря, а также о медленном, эволюционном развитии мира.

Идея о колебательных движениях поверхности Земли, в результате которых образуются материки и океаны, получила дальнейшее развитие в трудах римских ученых. Ко времени расцвета Римской империи было накоплено достаточно много фактов о землетрясениях, извержениях вулканов и колебаниях морского дна, подтверждавших эту гипотезу. Очень определенно эта идея выражена в трудах Страбона (65 г. до н. э.—20 г. н. э.), считавшего, что могут подниматься и опускаться как материки, так и морское дно. Иногда поднимаются новые острова и изменяются очертания материков, в других случаях участки земли опускаются и проваливаются в пропасть в результате землетрясений. Поднятия же могут быть вызваны вулканическими силами — так, например, Страбон считал, что о. Сицилия поднялся из глубин моря вследствие извержения вулкана Этны или, возможно, оказался отделенным от материка в результате опускания участка морского дна. Таким образом, Страбон впервые не только констатировал факт возможного поднятия и опускания суши и морского дна, но высказал предположение и о причине этих явлений, связав их с проявлением внутренней энергии Земли — вулканизмом и землетрясениями. Рассмотренные представления Страбона были значительным шагом вперед в развитии проблемы происхождения материков и океанов.

Следует отметить, что начиная с античного периода в течение огромного промежутка времени в представлениях о строении Земли господствовала идея о каналах и пустотах внутри Земли, по которым циркулируют воздух, вода и пламя, вызывающие землетрясения и извержения вулканов, а также поднятия и опускания земной поверхности. Именно так понимал действие землетрясений философ и естествоиспытатель Сенека (3 г. до н. э.—65 г. н. э.), считавший, что внутри Земли находятся пары и газы, не имеющие отношения к наружному воздуху. Напор этих газов вызывает и поднятие островов.

Более подробно ту же мысль развивал Плиний Старший (23—79 гг. н. э.). Он подчеркивал обширность моря, опоясывающего весь земной шар, следовательно, поддерживал первую из рассмотренных нами точек зрения о расположении суши и моря, т. е. о преобладании моря. Суша, по его мнению, может образоваться двояким путем: либо благодаря речным наносам, как например, большая часть Египта, образованная наносами Нила, либо при отступании моря вследствие землетрясений, когда сила внутреннего напора может поднять поверхность, но недостаточна, чтобы сломать свод подземной пустоты. Свои предположения Плиний подкрепляет множеством примеров поднятий островов

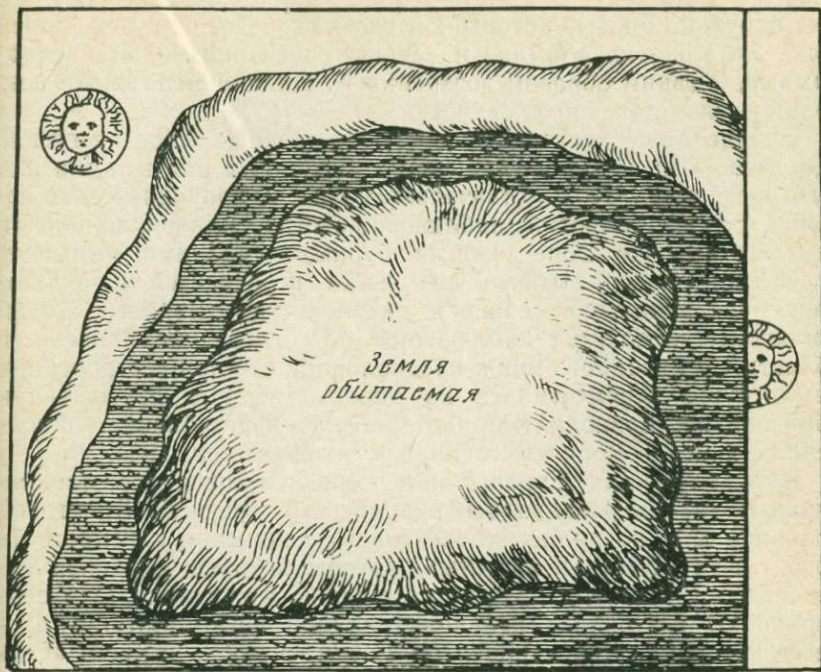


Рис. 2. Море и суша, по Косме Индикоплову

и поднятий и опусканий моря близ берегов Греции и Италии. Он снова возвращается к легенде об исчезновении Атлантиды, а также к вопросу об опускании участка земли между Сицилией и Италией и приводит предположение о существовании ранее суши на месте Мраморного и Черного морей, которая опустилась и покрылась водой. Плиний считал, что природа как бы вознаграждает себя — если суша опускается в одном месте, то поднимается в другом. Таким образом, в воззрениях Плиния особенно ясно была выражена идея о колебательных движениях земной поверхности.

В период средневековья, после падения Римской империи, все учение античных мыслителей было отброшено, картину мира было принято объяснять лишь в соответствии с догмами священного писания. Религиозные схоласты полностью отвергли шарообразность Земли, вращение ее вокруг Солнца, и ее развитие. Проблема образования материков и океанов «решалась» исключительно просто: и то и другое появилось по повелению бога. Характерным является учение Космы Индикоплова, византийского географа VI в. Земля, по его мнению, имеет форму прямоугольника, причем соотношение ширины и длины — 2 : 1 — было определено по тексту священного писания. Землю со всех сто-

рон окружает океан, который, в свою очередь, окружен сушей (рис. 2). Понятия «Земля» и «суша» снова оказываются синонимами, и таким образом воззрения К. Индикоплова опять возвращаются к далекой древности.

Однако даже христианских ученых средних веков не всегда удовлетворяли догматы священного писания, и в эти рамки они пытались втиснуть действительные факты природных наблюдений. Некий Амвросий, наблюдая действие прибоя, пришел к заключению, что море своими бурными волнами вырывает углубления, а поднятый со дна песок переносится и отлагается — так образуется суша и океанические впадины. Иоанн Филапонес, используя наблюдения об отложении наносов в области Средиземного моря, предположил, что при «сотворении» Земли суша переместилась из одного места в другое — так образовались приподнятые части — суша и углубления, заполненные водой, — моря (Вселенная и человечество, 1904).

В тяжелую для Европы эпоху средневековья естественнонаучные знания развивались в арабском халифате. Во второй половине X в. появились коллективные сочинения конспиративного союза «Братьев чистоты», авторы которых остались неизвестными. В их трудах заметно влияние Аристотеля. Они подчеркивают постоянное изменение земной поверхности, в процессе которого суша становится морем, а море — сушей. «Горные области превращаются в пустыни, водоемы в реки; области морей становятся горами, холмами, болотами и песками» (Избранные произведения мыслителей..., 1961, стр. 153). Причиной этого авторы считали перемещение звезд и планет, выдвинув, таким образом, астрологическую гипотезу изменения поверхности Земли.

Видный среднеазиатский ученый Ибн-Сина (980—1037 гг.) считал, что обитаемая часть моря была раньше морским дном. Это был рыхлый глинозем, который затвердел либо еще под водой под действием сильного жара, либо на воздухе при постепенном поднятии морского дна. Поэтому здесь находят остатки окаменевших морских животных (Избранные произведения мыслителей..., 1961). Эти глубокие мысли, как мы увидим далее, весьма сходны с представлениями Д. Геттона, относящимися к концу XVIII в.

В позднем средневековье и в Европе наряду с фантастическими взглядами церковников появились некоторые естественнонаучные произведения, в которых было заметно влияние как античной натурфилософии, так и учения арабов. Немецкий ученый Альберт Больштедт (1193—1280 гг.) считал, подобно Аристотелю, что Земля пронизана каналами и пустотами; циркулирующий по ним воздух поднимает участки суши над поверхностью моря, которое раньше целиком ее покрывало. Морской ил затвердел, но в нем сохранились остатки морских животных. Как видим, это положение — почти повторение взглядов

Ибн-Сины. Можно предполагать, что А. Больштедт был знаком с произведениями этого ученого.

Возможное влияние арабских ученых заметно также и в дальнейшем развитии астрологической (космической) гипотезы образования материков. А. Больштедт предполагал, что суша обнажалась не только вследствие поднятия, но и за счет того, что море высыхало под влиянием созвездий. Итальянский ученый Ристоро из Арещо (XIII в.) высказал оригинальные взгляды. Он считал, что суша выдвинулась из моря под влиянием притяжения звезд, но, так как сами звезды расположены на разной высоте, на поверхности Земли соответственно получаются горы и долины (Саппер, 1904). Данте Алигьери в трактате о воде и Земле (1320 г.) принимает двоякую причину образования материков, поднявшихся по повелению бога: или притяжения силой, источник которой находится вне Земли, или под давлением паров, находящихся внутри Земли (Высоцкий, докторская диссертация, 1969 г.).

НАКОПЛЕНИЕ КОНКРЕТНЫХ СВЕДЕНИЙ О РАСПОЛОЖЕНИИ И СООТНОШЕНИИ СУШИ И МОРЯ

Эпоха Возрождения, эпоха расцвета науки и культуры и великих научных открытий, характеризуется революцией в науках о Земле (появление в 1543 г. труда Николая Коперника, установление гелиоцентрической системы мира, великие географические открытия и др.). С этого времени, по словам Энгельса, «...пошло гигантскими шагами также и развитие наук, которое усилилось, если можно так выразиться, пропорционально квадрату расстояния (во времени) от своего исходного пункта» (Маркс, Энгельс. Соч., т. 20, стр. 347).

Расширялись также представления о поверхности Земли, о расположении материков и океанов. Этому способствовало развитие торговых отношений и связанные с этим плавания торгового флота. Необходимо было найти морской путь в Индию, тем более, что путешествиями Марко Поло (XIII в.) было доказано, что восточные берега Азии омываются океаном. В 1474 г. флорентийский ученый Тосканелли составил карту, на который показал Европу и Азию, причем западные берега Европы и восточные Азии разделялись лишь сравнительно узким океаном. Знакомство с этой картой утвердило Христофора Колумба в мысли достигнуть берегов Азии, направляясь через океан на запад. Результатом его путешествия было открытие нового материка — Америки (1492—1498 гг.). В 1497 г. Васко де Гама обогнул Африку, направляясь в Индию. В 1513 г. испанец Бальбоа, находясь на Панамском перешейке, открыл Тихий океан, назвав его Южным. В 1519—1522 гг. Ф. Магеллан впервые совершил кругосветное путешествие, доказав шарообразность Земли. Впрочем, этот факт в XVI в. не оспаривала даже церковь.

Ф. Магеллан уточнил также соотношение суши и моря, показав, что площадь морей значительно больше.

Таким образом, к началу XVI в. были известны материки и океаны (кроме Австралии и Антарктиды) и установлено приблизительно правильное соотношение их площадей. Однако в этот период неудержимо страстного познания окружающего мира и накопления огромного фактического материала о поверхности Земли, о минералах, горных породах и полезных ископаемых не было возможности сделать какие-либо обобщающие выводы по геологии и географии — необходимо было сначала осмыслить и проанализировать накопленный материал.

Вместе с тем полученные знания о расположении и соотношении суши и моря, о морских глубинах, географические и начальные геологические сведения о материках явились тем необходимым материалом, на основании которого в дальнейшем строились различные гипотезы о происхождении материков и океанов.

Данные о промерах глубин уже в конце XVI в. начали наноситься на карты (Г. Меркатор, 1585 г.; Ваганауэр, 1586 г.). Эти данные были основой для первых представлений о рельефе морского дна. Кругосветное путешествие вторым, после Ф. Магеллана, совершил в 1577—1580 гг. англичанин Френсис Дрейк. Выйдя из Портсмута, он пересек Атлантический океан, обогнул Южную Америку, пересек Тихий океан, миновав Молуккские острова, взял курс через Индийский океан на мыс Доброй Надежды, и обогнув Африку, вернулся на родину. Далеко не научное путешествие пирата Ф. Дрейка имело, однако, некоторую научную ценность, так как он пересек три океана и обогнул два континента. В конце XVI — начале XVII в. в поисках северо-западного прохода из Атлантического в Тихий океан был открыт Канадский архипелаг. В 1616 г. англичанами Р. Байлотом и В. Баффинном было открыто западное побережье Гренландии.

Представления об общем строении Земли ограничивались идеей о каналах и пустотах внутри Земли, хотя новые астрономические, географические и геологические данные подготавливали переход к новым воззрениям. Также чрезвычайно мало в этот период времени высказывалось представлений о происхождении материков и океанов. Можно указать лишь на оригинальные высказывания Леонардо да Винчи, относящиеся к началу эпохи Возрождения, о происхождении материков. Принимая, по-видимому, идею о каналах и пустотах, он писал, что вода постоянно кружится по земным проходам. Однако может случиться, что иногда от трения земля, находящаяся выше таких водяных жил, становится рыхлой и данный участок обрушивается. Но та часть земли, от которой отделился обвалившийся участок, станет легче и поднимется над уровнем моря. Освободившись от веса покрывавшей ее воды, суша станет еще легче и поднимется еще выше.

Таким образом, принимая процесс образования материков как поднятие из вод океана, Леонардо да Винчи подошел к этому вопросу совершенно иначе, чем его предшественники, считавшие давление воздуха, циркулирующего по земным проходам, достаточной силой для поднятия материков. Представления Леонардо да Винчи очень близки к разработанной в XIX в. гипотезе изостазии. Леонардо да Винчи исследовал также вопрос о том, как на плоской поверхности поднявшейся суши образовались горы и долины. Когда земля поднялась над морем, отвечает он на этот вопрос, с нее стекла вода, и образовались ручьи, которые все увеличивались и вздувались, пока не стекла вся вода. Потоки прорыли долины, а берега их стали крутыми горами (Леонардо да Винчи, 1953).

Итак, в ранний период представлений о суше и море были уже заложены основные идеи об образовании материков, поднятии их из вод мирового океана (вавилоняне, индийская космология, Ибн-Сина, А. Больштедт, Леонардо да Винчи) и опускании их (миф об Атлантиде — Платон, Плиний), а также представления о колебательных движениях и смене суши и моря (Аристотель, Страбон, Плиний).

Глава II

ПЕРВИЧНОСТЬ СУШИ И ВТОРИЧНОЕ ПРОИСХОЖДЕНИЕ ОКЕАНОВ. ТЕОРИЯ ОБРУШЕНИЯ (СЕРЕДИНА XVII — НАЧАЛО XVIII В.)

ОБРАЗОВАНИЕ ОКЕАНОВ ПРИ ОБРУШЕНИИ КОРЫ В ГЛУБИННЫЕ ВОДЫ

После эпохи Возрождения и расцвета естествознания его развитие пошло по несколько иному пути. Усилившееся в связи с плаваниями торгового флота и исследованием морей кораблестроение, а также постепенное внедрение машин в различные отрасли производства определили преимущественное развитие механики. Но это привело, в свою очередь к механистической ограниченности естествознания, к представлениям о неизменности природы, раз навсегда созданной и с тех пор оставшейся в таком же виде. Эта, господствующая для всего естествознания идея оказала влияние и на развитие отдельных его отраслей. Общая картина мира оказалась статичной. Земля представлялась в виде шара с центральным сгнетным ядром внутри — эта

идея была связана с достижениями астрономии и смутной еще догадкой о том, что Земля по своей природе не отличается от Солнца. Центральный огонь рассматривался как остаток ее ранее расплавленного вещества. Но этот огонь считался пассивным, не оказывавшим влияния на геологические процессы на поверхности Земли — в этом сказался консервативный взгляд на природу.

Картина мира и общая направленность естествознания определили и представление об образовании основных морфологических элементов. Все явления природы принято было объяснять законами механики. Вероятно, поэтому образование океанических впадин казалось проще всего объяснить падением, обрушением отдельных участков первичной поверхностной оболочки Земли в находящуюся под ней воду или пустоты. Этой господствующей идеей определяется новый период в изучении рассматриваемой проблемы, начало которого, так же как и в истории проблемы внутреннего строения Земли, условно можно датировать работой Р. Декарта (1644 г.).

По мнению Р. Декарта, Земля прошла ранее раскаленную стадию и в настоящее время является потухшим светилом. Ядро Земли состоит из огненного вещества, подобного Солнцу. Ядро покрывает оболочка, состоящая из плотного вещества, соответствующего солнечным пятнам. Выше находится оболочка, которая состоит из мелких осколков, образовавшихся вследствие распада пятен. В этой оболочке имеются большие пустоты, в которых может скапливаться соленая и пресная вода. Еще выше расположена водная оболочка, а над ней — поверхностная оболочка, состоящая из камня, глины, песка и грязи (Descartes, 1870). Выше находится воздух. Оболочка, которая раньше покрывала Землю, местами обрушилась в находящуюся под ней водную оболочку. Вода затопила обломки — так образовалось море. Оставшиеся приподнятыми части верхней оболочки — в нашем понимании, земной коры, — сохранились в виде материков, причем лишь слегка приподнятые ее участки образуют равнины, нагромождения обломков — горы, а маленькие обломки, отлетевшие при обрушении, представляют собой одиночные скалы в море или на берегу моря или высокие горы. Внутренние части Земли — ядро и оболочка — никакого влияния на поверхностные процессы на Земле не оказывают. В пустотах Земли, по мнению Р. Декарта, находится дым, который иногда воспламеняется и сотрясает Землю — так происходят землетрясения. Они чаще бывают в гористых местностях, так как горы образованы крупными обломками и под ними имеются большие пещеры. Сквозь трещины в горах иногда прорывается пламя от возгорания дыма. Эти представления Р. Декарта очень похожи на идею о каналах и пустотах, высказанную в предыдущем периоде. Однако, по прежним представлениям, давление воздуха и пламени в этих пустотах поднимает участки Земли, Р. Декарт

же ни словом не упоминает о таком поднятии, считая главным не поднятие, а опускание, обрушение участков коры.

Поверхностную оболочку в понимании Р. Декарта можно условно сопоставить с континентальной земной корой, покрывавшей первоначально всю Землю, а процесс обрушения ее участков и образование океанов — с вторичным образованием океанов.

Идеи Р. Декарта имели, по-видимому, большое распространение и в разных вариантах повторялись в работах других исследователей. Н. Стенон в работе, относящейся к 1669 г., так же как и Р. Декарт, считал, что внутри Земли находится огненное ядро, а под тонкой верхней оболочкой — вода. В один из периодов в развитии Земли вследствие перемещения центра тяжести вода вылилась на поверхность, но обратно не стекла, так как обломки коры закупорили расселины. Под обломками образовались пустоты, в которые обрушивались и оседали слои — так образовался рельеф Земли. Затем снова произошел всемирный потоп, из вод которого отложились слои с окаменелостями; при высыхании слои еще раз обрушились, и наконец, образовался современный рельеф Земли (Стенон, 1957).

859
1658

Еще более ясно об обрушении наружной твердой коры Земли говорил английский ученый Т. Бернет (Burnet, 1689). Как и Р. Декарт, он нарисовал картину начального развития Земли. Земля возникла из жидкой массы и вначале представляла собой однородный шар. Затем вследствие дифференциации частиц вещество Земли разделилось на четыре сферы: огненное ядро, внутреннюю массу Земли, оболочку глубинных вод и наружную кору. Эта кора была совершенно гладкой, но под влиянием солнечного тепла она высохла и растрескалась. Под действием землетрясений отдельные ее части обрушились, а вода из ниже лежащей водной оболочки хлынула на поверхность. Так как обломки коры были расположены беспорядочно, то между ними оставались воздушные пространства и туда проникла вода. Уровень ее все более понижался, и, наконец, вода осталась лишь в наиболее пониженных частях, представляющих собой современные моря. Материки и острова не что иное, как остатки бывшего ранее «земельного черепа», т. е. первоначальной коры.

Основой рассмотренных гипотез служили представления, согласно которым под тонкой земной корой находится оболочка глубинных вод. Эта вода отделяется промежуточной толстой оболочкой от глубоко расположенного огненного ядра, не влияющего ни в какой степени на геологические процессы, происходящие на поверхности Земли.

Наиболее последовательным приверженцем доминирующей роли воды в строении Земли и в геологических процессах можно считать английского ученого Д. Вудворда, считавшего, что Земля огненного ядра не имеет, но, напротив, вся целиком наполнена водой. Когда оболочка, т. е. кора, обломилась, вода хлынула на поверхность Земли и в ней растворились горные породы.

Затем взвешенные частицы стали постепенно осаждаться и образовали горизонтальные слои осадочных пород. Это заключение Д. Вудворда, изложенное в 1696 г., связано, по-видимому, с наблюдениями им горизонтально залегающих пород Англии. Опущенные части коры Д. Вудворд, как и его прещественники, считал морским дном, приподнятые — материками.

ОБРАЗОВАНИЕ ОКЕАНОВ ПРИ ОБРУШЕНИИ КОРЫ В ПОДЗЕМНЫЕ ПУСТОТЫ И ПОСЛЕДУЮЩЕМ ЗАПОЛНЕНИИ ВПАДИН ВОДОЙ

Идея обрушения могла быть связана и с другими взглядами на строение Земли — с представлениями о наличии пустот под земной корой, но без глубинных вод. Эта идея была ясно выражена в трудах крупнейшего немецкого философа Г. В. Лейбница (сочинение «Теодицея» было опубликовано впервые в 1710 г. «Протогеа» — в 1749 г.). Так же как Р. Декарт, Г. В. Лейбниц считал, что земной шар был раскаленным, затем при охлаждении покрылся корой, которая представляет собой шлаки некогда жидкого вещества. Эта скорлупа, т. е. тонкая земная кора, местами вздувалась в виде пузырей, под которыми образовались пустоты, затем, при страшных переворотах, обрушилась в эти пустоты. Опущенные части образовали океанические впадины, остатки коры — материки. Водяные пары, находившиеся над поверхностью Земли, сгустились, вода омыла Землю и заполнила океанические впадины. Она впитала в себя соли, находившиеся в пепле, и океан стал соленым. Многие потоки и наводнения оставили свои следы в виде осадков, которые сейчас встречаются там, где раньше было море. Наконец, перевороты прекратились и поверхность Земли предстала в том виде, в каком мы наблюдаем ее в настоящее время.

Г. В. Лейбниц иначе, чем Р. Декарт, рассматривает происхождение воды в океане, которая не вытекала из подкоровой оболочки, а сгустилась в виде пара, — этот взгляд приближается к более поздним воззрениям. Основная же идея — обрушение первичной земной коры — у Г. В. Лейбница, так же как и у других авторов, сохраняется.

НАЧАЛО РАЗВИТИЯ ИДЕИ ОБ ОБНАЖЕНИИ МАТЕРИКОВ ПРИ ПОНИЖЕНИИ УРОВНЯ ОКЕАНА

Наряду с представлениями о вторичном образовании океанических впадин путем обрушения части коры были распространены взгляды о первичности океана и обнажении материков при понижении его уровня. Известный голландский географ Бернхард Варениус (Варений) в 1650 г. опубликовал в Амстердаме сводный труд по общей географии. Эта книга выдержала ряд

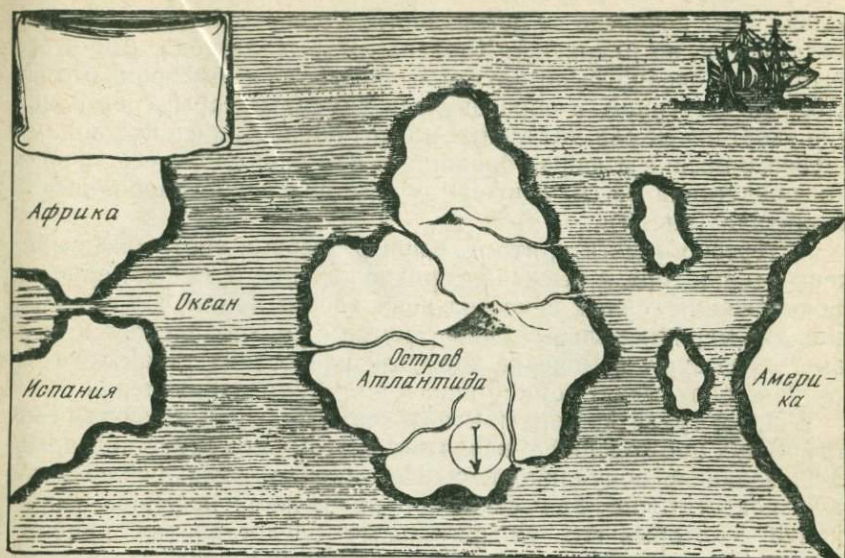


Рис. 3. Остров Атлантида (по А. Кирхеру)

изданий и была переведена также на русский язык (Варений, 1790). В работе Б. Варениуса наряду с мыслями о существовании внутри Земли проходов, пещер и пропастей (Варений, 1790, стр. 131) высказываются представления о том, что раньше океан покрывал всю Землю, затем вода отступила, и открылась суша (там же, стр. 134). Следует также отметить очень важное суждение Б. Варениуса о продолжительности существования Земли — многие тысячи лет — и о ее изменчивости, так как, по его мнению, там, где был океан, когда-нибудь будет суша (там же, стр. 281). Приводятся конкретные примеры и обратного процесса — наступания океана на сушу — так образовались моря между Сицилией и Италией, Цейлоном и Индией и т. п. Повторяет Б. Варениус и миф об Атлантиде: раньше между Европой и Америкой существовал огромный остров, по размерам больше Азии и Африки, под названием Атлантида. Затем от наводнения и землетрясения он опустился в одну ночь (там же, стр. 280). Вместе с тем Б. Варениус допускал и возможность поднятия суши под действием землетрясения (там же, стр. 277). Таким образом, в представлениях этого ученого можно заметить смесь различных воззрений о существовании мирового океана, поднятии и опускании суши.

Представления немецкого ученого иезуита Афанасия Кирхера о строении Земли изложены им в капитальном труде «Подземный мир» (Kircher, 1664). Представления эти были не новы — пассивный центральный огонь внутри Земли и каналы и пустоты, рас-

положенные недалеко от поверхности. Но первоначально поверхность Земли, по мнению А. Кирхера, покрывала вода. Дно этого первичного океана было илистым, затем, при быстром отливе воды, ил затвердел, и образовались каменные горы, составляющие «костяк» Земли. Материки и горы образовались под водами мирового океана и лишь обнажились при понижении его уровня. Так представлялся А. Кирхеру существовавший ранее остров Атлантида (рис. 3).

Интересно отметить, что А. Кирхер впервые употребил выражение «цепь гор» и высказал предположение о закономерности расположения горных цепей на поверхности Земли. По его мнению, две меридиональные цепи тянутся от одного полюса к другому через сушу и морское дно. Для равновесия такая же горная цепь опоясывает земной шар в широтном направлении.

В своем труде А. Кирхер использовал большой материал геологических наблюдений — вероятно, поэтому его книга пользовалась большой популярностью. Несомненно, этих наблюдений было недостаточно для создания правильной картины мира, однако некоторые его умозрительные представления приближаются к истине. Так, например, А. Кирхер считал, что рельеф дна океанов такой же, как и у суши, — здесь также имеются подводные горы и долины, причем область наибольших глубин должна находиться посередине океана, но значительная глубина может наблюдаться и у берегов, если они обрывисты и круты. Мысли о подводном рельефе, т. е. о морфологическом сходстве суши и океанического дна, очень глубоки, если принять во внимание, что даже много позднее морское дно представлялось исследователям совершенно ровным, наподобие однообразной котловины.

Следует отметить также зарождение идеи об ином расположении материков и океанов в прошлом — идеи, получившей впоследствии исключительно широкое развитие. Мы имеем в виду высказывание аббата Ф. Пласе, утверждавшего в 1668 г., что «до потопа» Америка была соединена со «Старым светом», хотя и без объяснения причин дальнейшего разъединения материков.

Таким образом, при наличии господствующей идеи о вторичном происхождении океанов путем обрушения участков коры сохранялась и идея о появлении материков при понижении уровня первичного мирового океана. Эта гипотеза высказывалась еще в античной древности, однако господствующее значение она получила лишь в следующем периоде, в XVIII в. Важными были также новые мысли о морфологическом сходстве суши и дна океанов и о возможном прежнем соединении материков.

ПЕРВИЧНОСТЬ МИРОВОГО ОКЕАНА,
ПОКРЫВАВШЕГО ЗЕМЛЮ.
СОВРЕМЕННЫЕ ОКЕАНЫ
КАК ЕГО РЕЛИКТЫ (XVIII В.)

ОБНАЖЕНИЕ МАТЕРИКОВ
ПРИ ПОНИЖЕНИИ УРОВНЯ МИРОВОГО ОКЕАНА

**Образование материков с современным рельефом,
без дальнейшего развития**

С начала XVIII в. доминирующей в представлениях о происхождении материков и океанов становится идея о первичности мирового океана. Считалось, что материки обнажались при понижении уровня воды, а современные океаны остались как реликты этого океана. Переход от взглядов предыдущего этапа был постепенный, поэтому трудно выделить какую-либо определенную работу или «веху», отграничивающую начало этого периода. Условно мы принимаем весь XVIII в. за время господства идеи о первичности мирового океана.

Представление о мировом океане, покрывавшем поверхность Земли, имеет корни в самой глубокой древности — как было сказано выше, такие взгляды были распространены в Вавилонии, в индийской и японской космологии, среди ученых античного мира, средневековья и Возрождения. Однако появление материков объяснялось по-разному: поднятием суши из воды или понижением уровня океана и обнажением суши. В последнем случае можно предполагать первичное образование основных форм — возвышенностей в виде материков и углублений в виде океанических впадин, в которых осталась вода первоначального океана, а также морфологическое сходство материков и океанического дна. Такие взгляды, как было сказано выше, развивали Анаксимандр, Платон, позднее — Б. Варениус, А. Кирхер и др. Значительно полнее эта гипотеза была развита в XVIII в., поэтому мы выделяем XVIII в. как период ее господства. Вместе с тем вполне условно можно сопоставить эту гипотезу с близкой к современности идеей об образовании геоструктур как неотъемлемой принадлежности общей структуры Земли и сходства материков и океанического дна.

В общем развитии естествознания XVIII в. не представляет собой единого периода. Для первой половины характерна еще прежняя механистическая ограниченность, представления о консервативности природы. Позднее противоречие между представлениями о неизменяемости природы и ее действительным постоянным развитием побуждало искать новые пути для объяснения

картины мира. Уже с середины XVIII в. в науках о Земле и Вселенной утверждалась идея о развитии мира, выраженная в трудах Ж. Бюффона, М. В. Ломоносова и И. Канта. Космогонические гипотезы Ж. Бюффона и И. Канта были основаны на законе всемирного тяготения, но мир представлялся постоянно изменяющимся в прошлом, настоящем и будущем. В развитии геологии середина XVIII в. также является знаменательной вехой. Теоретической основой этой науки наряду с общими представлениями о строении Земли стала идея развития, а исследовательским методом — региональные геологические исследования крупных областей. Геология оформляется как самостоятельная наука.

Однако, как это часто бывает в истории науки, периоды, определяющиеся господствующей идеей в каком-либо частном вопросе или в одной из отраслей какой-либо науки, могут не совпадать с периодами этой науки или всего естествознания в целом, опаздывая или опережая ее. В рассматриваемом нами вопросе происхождения материков и океанов идея о мировом океане, покрывавшем Землю, и последующей убыли воды и обнажении материков вполне согласовывалась с законами механики, а также с неизменяемостью мира, так как рельеф Земли не образовывался, а лишь появлялся из под вод океана. Вместе с тем, эта идея согласовывалась с представлениями о «всемирном потопе», т. е. с библией.

Таким образом, господствующая идея соответствовала характерным чертам развития естествознания в первой половине XVIII в. Но и во второй половине XVIII в. при изменении взглядов в естествознании, та же идея продолжала существовать, лишь постепенно вытесняемая новыми взглядами. Разница заключалась лишь в том, что образование основных морфологических форм рассматривалось в плане общего развития Земли — от ее происхождения до настоящего состояния и будущих изменений. Материки и океанические впадины возникли при формировании Земли как планеты, сплошной мировой океан считался необходимой принадлежностью ранней стадии развития Земли.

В представлениях об общем строении Земли в первой половине XVIII в. еще доминировала идея о пассивном центральном огне внутри Земли. Однако в ряде случаев сохранялись и представления о существовании подземных пустот, в которые стекала вода первичного мирового океана.

Французский консул в Египте В. Мелле в 1715 или 1716 гг. написал труд, в котором изложил свою систему мира. Его взгляды противоречили учению церкви, поэтому автор построил работу в виде диалога индийского философа и французского миссионера. Однако, несмотря на эти предосторожности, В. Мелле не хотел публиковать свой труд — и действительно, он был опубликован в Амстердаме лишь в 1748 г., через десять лет после смерти автора (Maillet, 1748).

В. Мелле рассматривал каждую планету как потухшее Солнце, поэтому внутри Земли, как и всех планет, находится огненное ядро. Земля, как и другие планеты, получает много испарений от других небесных тел. Но при приближении Земли к Солнцу количество воды все уменьшается, и уровень моря постоянно понижается. Горы, которые мы видим на поверхности Земли, образовались под водой как неровности морского дна, возникшие от подводных потоков.

Взгляды швейцарского ученого И. Шейхцера (Scheuchzer, 1732) вполне согласовывались с догматами Священного писания. История Земли рассматривалась им в виде шести дней творения. Перед третьим днем всю поверхность Земли покрывала сплошная водная оболочка. Затем, в «третий» день, вода стекла в подземные пустоты, обнажив возвышенности и образовав моря. Ископаемые окаменелости И. Шейхцер рассматривал как следы этого всемирного потопа.

На представлении о «всемирном потопе», образовавшем мировой океан, были основаны и взгляды английского ученого В. Уайстона, работы которого относятся к первой половине XVIII в. По его мнению, Земля образовалась из кометы. При остывании она затвердела, но сохранила внутренний жар, поэтому в центре находится твердое, но горячее ядро. Выше лежит слой тяжелой и плотной жидкости, затем оболочка воды, которая служит основанием для оболочки из земли, т. е. земной коры. Кора имеет различную плотность, поэтому более тяжелые ее части в момент образования опустились глубже в подземную жидкость и оказались ниже по отношению к более легким частям — так образовались неровности рельефа, т. е. горы и долины.

Интересные мысли В. Уайстона можно сопоставить — также весьма условно — с гипотезой изостазии. Мирового океана на первой стадии развития Земли, как считал В. Уайстон, еще не было — были лишь небольшие углубления, заполненные водой. После образования первоначального рельефа, Земля встретилась с другой кометой, вода из водяного хвоста кометы хлынула на поверхность Земли и в течение нескольких часов затопила ее — произошел всемирный потоп. Когда же комета удалась, излишек воды вылился обратно в бездну, но воды стало значительно больше, чем раньше, и образовался мировой океан. Таков современный вид Земли. Однако по поводу дальнейшего ее развития взгляды В. Уайстона совершенно фантастичны: по его мнению, впоследствии будут происходить страшные землетрясения, померкнут Солнце, Луна и звезды и Земля сгорит от внутреннего огня.

Более реальные взгляды на понижение уровня океана и обнажение континентов были высказаны К. Линнеем, производившим в 30-х годах XVIII в. замеры уровня Балтийского моря. Как отмечено Б. П. Высоцким, из этих наблюдений К. Линней сде-

лал вывод о понижении уровня моря. При «сотворении мира», как думал К. Линней, суша состояла всего лишь из нескольких островов. С тех пор вода постоянно убывает, а размеры суши увеличиваются. Сам К. Линней указал на то, что «он был первым и значительнейшим, кто установил убыль воды и рост континентов» (цитировано по докторской диссертации Б. П. Высоцкого, 1969 г.).

К середине XVIII в. относится развитие идей (высказанных ранее А. Кирхером) об образовании подводного рельефа дна океана. О закономерностях расположения подводных хребтов писал Л. Бурже. В 1756 г. М. Бюаш составил карту горных цепей, проходящих через континент и дно океана (Buache, 1756).

Образование материков и океанов и их дальнейшее развитие

Чрезвычайно важные мысли были высказаны в трудах крупнейшего французского естествоиспытателя Ж. Бюффона. В первые годы своей научной деятельности Ж. Бюффон занимался физикой и математикой и лишь позднее начал интересоваться общими вопросами естествознания, создав колоссальный много томный труд по всеобщей естественной истории (1749—1778 гг.). Первые 36 томов были написаны самим Ж. Бюффеном, а остальные, с 37-го по 46-й, были написаны и опубликованы уже после его смерти Б. Ж. Ласепедом. Ж. Бюффон вполне понимал всю сложность поставленной перед собой задачи, считая, что естественная история, т. е. описание природы, почти беспредельна. Но правильно подходя к решению столь сложного вопроса, он начал описание природы с описания земного шара, в пределах которого происходят все природные процессы. Так появилась геологическая работа «История и теория Земли» (Buffon, 1749) и многочисленные добавления и поправки к ней, занимающие еще два тома.

Ж. Бюффон рассматривал Землю в постоянном развитии, неоднократно подчеркивая мысль о постоянных переменах на поверхности Земли, когда море становится сушей, а суша — морем. Вместе с тем он пользовался и методом актуализма: «Ибо, чтоб угадать, что прежде всего было и что со временем может последовать, не остается нам иного способа, как исследовать то, что делается ныне» (Бюффон, 1801, стр. 103). Несколько далее повторяется та же мысль: «Чтоб шар земной показался достойным нашего внимания, надобно взять его в таком виде, в каком он есть в самой вещи, наблюдать все его части и по выводам заключать из настоящего о прошедшем» (там же, стр. 105).

Представления Ж. Бюффона о развитии поверхности Земли были тесно связаны с его космогоническими взглядами, изложенными в дополнении к «Теории Земли» (Buffon, 1778). По мнению Ж. Бюффона, главной силой, управляющей Вселенной,

и основой ее стройности является сила тяжести. Подчиняясь закону всемирного тяготения, по эллиптическим орбитам вокруг Солнца движутся кометы, но иногда некоторые из них падают на Солнце. Однажды одна из комет косо упала на Солнце, оторвала от него несколько кусков и этим ударом сообщила им общее движение. Так образовались планеты, в том числе и наша Земля. Сначала она была раскаленной и жидкой, затем постепенно остыла и стала твердой и стекловатой. Вследствие вращения Земля приняла вид сфероида, сжатого у полюсов и возвышенного на экваторе, причем разница между продольной и поперечной осью составляет 6 миль. Вещество Земли однородно и плотность его всюду одинакова. Пары, окружавшие горячую Землю, при ее остывании сгустились и составили воду и воздух, причем вода покрывала полностью всю поверхность Земли. Это доказывается многочисленными находками раковин, встречающихся даже на вершинах высочайших гор. Глубина океана в то время колебалась от 5 до 600 футов.

С самого начала образования Мирового океана в нем возникли приливы и отливы, вызванные притяжением Луны. Эти приливо-отливные движения разрушали поверхностную оболочку Земли, переносили и отлагали взвешенный материал, прокладывали борозды на дне океана. Так постепенно под водой образовался рельеф Земли. Эти мысли не были вполне оригинальными — вспомним изложенные выше взгляды В. Мелле, по-видимому известные Ж. Бюффону, — но они были значительно развиты последним. Расположение крупных горных цепей, по Ж. Бюффону, связано с общей причиной — действием приливов — в Старом свете они расположены в широтном, а в Новом свете — в меридиональном направлении. Но кроме того, морское дно беспрестанно бороздят другие, беспорядочные морские течения, вызываемые ветрами, колеблющими море, — так образуется бесчисленное разнообразие гор и островов. Вследствие того, что вещество Земли раньше было менее плотным, и уплотнялось лишь под действием силы тяжести, все процессы, воздействующие на поверхность Земли, в том числе и колебания моря, на ранней стадии развития Земли производили гораздо более значительные изменения, чем теперь.

Итак, морское дно совершенно подобно суше — на нем также имеются долины, равнины, горы и т. п. Острова представляют собой не что иное как вершины гор, основание которых находится под водой. Вместе с тем, расположение холмов и гор на поверхности даже небольшого участка Земли подчиняется некоторой закономерности, как если бы между ними протекал когда-то подводный поток — когда берег на левой стороне образует излучину, то берег на правой стороне образует выдавшийся угол. Однако этого обстоятельства, по мнению Ж. Бюффона, достаточно, чтобы доказать, что материки находились раньше под морскими водами (Бюффон, 1801, стр. 107). Но каким же

образом обнажились части суши из-под вод первичного океана и появились современные материки? Этот вопрос Ж. Бюффон решает, прибегая к представлениям о подземных пустотах и провалах, однако не совсем в том плане, как это рассматривали его предшественники. Основной причиной, вызывавшей понижение уровня мирового океана, ученый считал опускание части суши между современными Европой и Америкой, возобновив таким образом миф об Атлантиде. В образовавшееся углубление хлынула вода, и уровень мирового океана понизился. В дальнейшем и другие участки поверхности Земли оседали, и уровень океана все более понижался. Но и в настоящее время продолжается перемена суши на море и моря на сушу — и именно из современных наблюдений Ж. Бюффон делает выводы об изменениях, происходивших ранее.

И эти представления не новы — вопросы о взаимной перемене суши и моря, об опускании Атлантиды и даже о размывании берегов и наступании моря были ранее довольно подробно рассмотрены Б. Варениусом. Однако Ж. Бюффон обосновал эти взгляды и подкрепил их многочисленными примерами. По его наблюдениям, в ряде случаев моря мелеют и морское дно возвышается, постепенно превращаясь в сушу, например, Адриатическое море близ Венеции. Вместе с тем в современных океанах преобладает постоянное течение с востока на запад вследствие вращения Земли. Поэтому океан постоянно наступает на восточные берега, а отступает от западных. Так, Тихий океан устремляется на берега Китая и Индии, Индийский — на восточный берег Африки, Атлантический — на восточный берег Америки (там же, стр. 103). Развивая дальше эту мысль, Ж. Бюффон предположил, что Камчатка, Япония, Филиппинские острова, Новая Гвинея и находящиеся между ними моря и заливы — это бывший ранее кряж Земли, протягивающийся на расстояние 2200 миль, а в настоящее время — залив океана, который, наступая на сушу, залил все низменные места, а возвышенные остались в виде островов (Бюффон, 1811). Исследуя соотношение суши и моря, Ж. Бюффон описал берега Европы, Азии и Америки, констатируя, что части Старого и Нового света поглощены океаном, острова Цейлон и Мадагаскар некогда были соединены с материками, а Средиземное и Красное моря образовались в результате сильного напора океана.

Следовательно, при понижении уровня мирового океана материки обнажились как части морского дна с уже образованным рельефом. Но и в дальнейшем поверхность материков продолжает изменяться под воздействием внешних и внутренних факторов — землетрясений, вызывающих опускание отдельных участков с образованием ущелий, а также ветра, дождей, рек, текучих вод и т. д. В этих воззрениях Ж. Бюффона очень ясно звучит идея развития — Земля развивается со времени ее отделения от Солнца, а образование материков и океанов, дальней-

шая их взаимная смена и изменения поверхности материков являются лишь частью этого процесса.

Ж. Бюффон пытался также установить некоторые закономерности в расположении материков и океанов. Он утверждал, что поверхность Земли разделена в меридиональном направлении на четыре части — две полосы суши (Европа, Азия, Африка — Северная и Южная Америка) и две полосы моря. Ж. Бюффон провел условные линии по наибольшей протяженности этих материковых «полос» и нашел, что северные и южные окончания этих линий находятся на одинаковых широтах. Он обратил внимание также на сходство берегов Африки и Южной Америки — обстоятельство, послужившее впоследствии одним из основных аргументов гипотезы дрейфа материков. И та и другая группа материков разделена узкими перешейками — Суэцким и Панамским.

Из этих лишь смутно намеченных закономерностей Ж. Бюффон сделал очень важный вывод о том, что эти соотношения могут зависеть от какой-либо общей причины, которая нам еще неизвестна, но которая, может быть, будет открыта в дальнейшем (Бюффон, 1811, стр. 203).

Оставалась еще необходимость согласовать гипотезу Ж. Бюффона о мировом океане и обнажении материков с легендой о «всемирном потопе». Ж. Бюффон подходит к этому вопросу очень осторожно, критикуя своих предшественников — Т. Бернета, И. Шейхцера, Д. Вудворда и других, утверждавших, что до потопа гор не было и они возникли позднее лишь по повелению бога. Сам Ж. Бюффон ни в коем случае не смешивает свой мировой океан с «потопом», считая последний лишь чудом и таким образом совершенно уклоняясь от объяснения физических причин этого явления.

Преувеличенная роль, которая отводилась Ж. Бюффоном воде в образовании рельефа Земли и его основных форм, позволяет считать его работу «История и теория Земли» одним из источников непутизма. Несколько иначе подошел Ж. Бюффон к этому вопросу в следующей геологической работе, опубликованной почти через 30 лет после первой, — «Эпохи природы» (Buffon, 1778). Основой воззрений Ж. Бюффона, как и в первой работе, является, во-первых, его гипотеза об образовании Земли как части солнечной материи и, во-вторых, идея развития Земли. По мере своего развития природа проходит различные состояния — эти состояния и названы Ж. Бюффоном эпохами. Они имеют достаточно большую длительность, и в соответствии с этим общий возраст Земли оказался чрезвычайно велик — 75 000 лет. Эта цифра может нам показаться очень малой, но в то время она считалась чудовищно громадной.

Первая эпоха, по Ж. Бюффону, соответствует расплавленному состоянию Земли и образованию ее внешней формы. Продолжительность ее определена с категорической точностью —

2936 лет. Вторая эпоха — время затвердевания Земли, когда материя образовала твердую массу внутри земного шара и стеклообразные массы на ее поверхности. Именно к этому времени, в отличие от своих предыдущих работ, Ж. Бюффон относит формирование рельефа Земли и образование главнейших горных систем. Лишь позднее, в третью эпоху, при последующем остывании Земли, пары воды, окружавшие Землю, ступились, и безбрежный океан покрыл поверхность Земли. Однако выпадение воды происходило постепенно: сначала на полюсах, где Земля остыла раньше; затем вода разлилась и в наиболее горячей экваториальной области. В это время окончательно сформировались континенты. Ж. Бюффон обращает внимание на две особенности внешней формы континентов, которых он не коснулся в первой работе: их заостренную к югу форму и крутые береговые склоны с западной стороны. Первое обстоятельство он объяснил тем, что воды с юга поступали в большем количестве, второе — давлением воды с запада вследствие вращения Земли. Следует напомнить, что и в наше время эти вопросы еще не вполне решены.

Во время четвертой эпохи воды стекли в подземные пустоты, уровень мирового океана понизился и обнажились континенты. Это было время грандиозных вулканических извержений, вызванных горением отложившихся ранее пластов каменного угля, а также землетрясений, наводнений и потоков — Земля сотрясалась и раздиралась постоянными столкновениями двух стихий — огня и воды. Затем наступила более спокойная, пятая эпоха, когда на еще не остывшей Земле был теплый климат, и слоны и другие южные животные жили в северных землях. И опять из этого факта, несмотря на неверное допущение¹, Ж. Бюффон сделал интересные с точки зрения нашей проблемы выводы: если эти животные обитали одновременно в северных областях Европы, Азии и Америки, то значит эти материки ранее сообщались между собой. Наиболее возможным он считал соединение Америки с Азией в области Камчатки. Разделение континентов произошло в следующую, шестую эпоху, когда эта область и лежащие от нее к югу земли были затоплены морем и образовали архипелаг островов.

Седьмая эпоха, которая продолжается и ныне, характеризуется деятельностью человека и его влиянием на природу.

Таким образом, в обсуждение проблемы происхождения материков и океанов Ж. Бюффон внес ряд существенно новых моментов. Основываясь на господствующей для того времени гипотезе об образовании этих морфологических форм, как структуры Земли, Ж. Бюффон ставил вопрос о закономерности расположения материков, о причинах их внешней формы, о возможном

¹ Ж. Бюффон принимал кости мамонтов за останки гигантских слонов.

их прежнем соединении, об этапах развития Земли и формирования ее поверхности и т. п. Большой заслугой Ж. Бюффона является сам факт постановки подобных проблем.

Моря как остатки «всемирного потопа»

Идея о постоянных изменениях на земной поверхности все более доминировала во второй половине XVIII в. в соответствии с общим развитием естествознания. Однако и эти изменения рассматривались по-разному — с большим или меньшим привлечением догматов «священного писания», хотя основные мысли об образовании поверхности Земли сохранялись: первоначальный рельеф образовался на первой стадии развития планеты, или под водами мирового океана. После убыли воды обнажились континенты, внешний вид которых продолжал изменяться под влиянием различных факторов.

Именно таких взглядов придерживался член Петербургской Академии наук И. Г. Леман (Lehmann, 1756; Леман, 1763). По его мнению, Земля образовалась из соединения твердых и жидких частиц. Когда Земля высохла, на поверхности ее появились горы, а оставшаяся вода частью скопилась в углублениях в виде морей, частью ушла внутрь Земли. Очевидно, так образовались первичные континенты и морские впадины. Затем произошел «всемирный потоп». Автор указал даже точную дату этого явления, не сомневаясь в его правдоподобности, — 1656 г. после сотворения мира.

Причину потопа И. Г. Леман определить затруднялся, однако предположил, что наиболее правильной является гипотеза В. Уайстона о наводнении из хвоста кометы. Потоп вызвал наибольшие изменения в первоначальном рельефе. Вещество Земли частично растворилось в огромной массе воды, причем растворение шло особенно интенсивно там, где вода встречала препятствия в виде гор. Когда же даже самые высокие горные вершины скрылись под водой, между ними образовались сильные течения, прорывавшие глубокие долины. Вода размывала плодородную землю, покрывавшую ранее горы, унесла остатки растений и животных, а также взвешенные частицы легко растворимых пород — глины, известняков и др. При убыли воды эти взвешенные частицы осаждались и образовали новые слоистые горы, содержащие окаменелости. Так сформировался новый вид земной поверхности, вернее континентов, так как в понижениях сохранились моря — остатки мирового океана. В дальнейшем менее значительные изменения происходили от действия других причин — дождей и бурь, наступания и отступления моря и извержений огнедышащих гор, хотя последнюю причину И. Г. Леман считал не очень существенной.

Взгляды И. Г. Лемана не оригинальны — в них заметно влияние Ж. Бюффона, В. Уайстона и других, однако его представления отражали господствующую идею рассматриваемого периода.

Понижение уровня мирового океана вследствие вулканических извержений

Несколько иначе решалась интересующая нас проблема П. С. Палласом, также исходившим из представлений о мировом океане, покрывавшем Землю. П. С. Паллас, в отличие от Ж. Бюффона и других своих предшественников, не занимался вопросами происхождения Земли. Историю Земли он начинает с того периода, когда ее поверхность была покрыта морем. Эта мысль, как пишет сам П. С. Паллас, не нова — отличие от прежних взглядов состояло в том, что, по его мнению, море никогда не покрывало высоких гранитных гор, которые возвышались над водой в виде островов. Гипотеза П. С. Палласа была основана на материале его собственных наблюдений во время путешествия по России (1768—1773 гг.), а также на изучении литературных источников о строении ряда горных систем (Pallas, 1777).

П. С. Паллас пришел к заключению, что срединная часть большинства крупных горных систем состоит из гранита. По обе стороны выходов гранита залегают обычно кристаллические и глинистые сланцы, затем «вторичные» образования — известняки и глины с остатками ископаемых организмов и, наконец, «третичные» рыхлые осадочные породы, продукты более поздних земных катастроф, содержащие остатки растений, стволы деревьев, костей животных и т. п. Отсюда П. С. Паллас сделал вывод, что гранит является наиболее древней «первозданной» породой, из которой состоит значительная толща Земли. Гранитные острова, возвышавшиеся над морем, были населены животными и растениями. Морские волны приносили к берегам островов взвешенный в воде тонкий и легкий материал, вокруг гранитных скал отлагались слои известняков и глин, суша постепенно расширялась, а море отступало — так образовалась основа будущих материков. Органические остатки размывались и отлагались в виде гнезд колчедана в известковых слоях. Затем произошли сильнейшие землетрясения, возгорание колчедана, вызвавшее вулканические извержения, огромные волны хлынули и затопили большую часть уже образованной ранее суши. Во время этих извержений открылись подземные пещеры, куда стекла вода, понизив уровень мирового океана, и снова обнажились материки. Особенно сильными были извержения в южных областях. Воды южных морей во время таких извержений хлынули на север, на территорию Европы и Азии, перенося с собой кости погибших животных — так объяснял П. С. Паллас находки костей мамонтов на Алтае, которые он принимал за кости гигантских слонов. Однако гранитные горы по-прежнему не покрывались морем. Особенно возвышенными были некие узловые стыки горных систем, в которых горы сходятся в наиболее высокой точке — такому расположению соответствовал массив древних кристаллических пород в Забайкалье (названный впоследствии Э. Зюссом «древ-

ним теменем Азии»), к которому примыкают длинные горные цепи.

Воззрения П. С. Палласа о первичных неровностях на земной поверхности и обнажении материков при понижении уровня мирового океана вполне соответствовали господствующей идее рассматриваемого периода. Однако они дополнились и новыми идеями о поднятии островов во время вулканических извержений — так, по мнению П. С. Палласа, образовались Молуккские, Филиппинские и другие острова. В этом вопросе П. С. Паллас резко оспаривал предположение Ж. Бюффона об образовании окраинных морей за счет наступания моря вследствие вращения Земли. Как сказано выше, Ж. Бюффон считал восточные архипелаги островов остатками суши, заполненной морем. П. С. Паллас, отстаивая противоположное мнение, указывал, что гораздо вероятнее предположить поднятие новых земель вследствие вулканических извержений на дне моря. Аргументом против гипотезы Ж. Бюффона П. С. Паллас считал также тот факт, что на восточном побережье Африки нет заливов, в то время как этот материк расположен в области экватора, где течения из-за вращения Земли должны быть наиболее сильными.

Идеи П. С. Палласа вызвали огромный интерес и сразу приобрели большую популярность. Следует отметить, что его представления о преувеличенной роли наводнений были восприняты представителями нептунизма, а взгляды о громадных катастрофах в истории Земли оказали влияние на катастрофистов более позднего периода.

Мировой океан как раствор. Образование первозданного рельефа материков путем химического осаждения

Признанный глава нептунистов, профессор Фрейбергской горной академии А. Г. Вернер так же, как и его предшественники, исходил из представлений о первичном мировом океане, покрывавшем поверхность Земли. Существенное отличие его взглядов заключалось в том, что А. Г. Вернер считал океан наполненным не водой, а раствором. Он совершенно отрицал гипотезу Ж. Бюффона об образовании Земли из расплавленной и затем застывшей массы. По мнению А. Г. Вернера, твердая Земля образовалась осаждением из раствора. Это обусловило ее сфероидальную форму и слоистую структуру. Так как горные породы имеют различный химический состав, можно предположить, что и состав воды мирового океана время от времени изменялся¹.

¹ Фрагменты рукописной работы А. Г. Вернера «Rekapitulazion und systematische Zusammenstellung, der mit dem festen Erdkörper vorgegangen, uns bekannt geworden, Veränderungen, von welchen seine damaligen innern und äussern Verhältnisse herrühren» опубликованы в статье М. Гунтау (Guntau, 1967), по которой цитируются приведенные положения А. Г. Вернера.

В отношении образования рельефа воззрения Ж. Бюффона и А. Г. Вернера были сходны. Оба ученых были убеждены в том, что первоначальный рельеф Земли образовался под водами мирового океана. Вернер считал, что на дне океана, там, где вода была спокойная, путем химического осаждения и кристаллизации отложились кристаллические породы — гранит, гнейс, базальт, порфир и т. п. Так образовались высочайшие первозданные горы, вершины которых, однако, не возвышались над уровнем моря. Углубления между горами образовались там, где из-за стремительных подводных течений кристаллические осадки не накапливались. Затем уровень воды понизился за счет разложения ее на «водотворное» и «кислотворное» вещества, причем, как допускал А. Г. Вернер, вода могла быть перенесена на другие планеты. Над поверхностью океана начали появляться отдельные участки суши — зародыши будущих континентов. Одновременно образовались «вторичные» породы, являвшиеся продуктами разрушения первозданных гор — серые вакки, глины, известняки, песчаники и др. В этих отложениях встречаются остатки первых представителей органической жизни — кораллы и раковины.

Первозданный рельеф разрушался и изменялся под действием воды, воздуха и колебаний температуры. Наиболее молодыми отложениями, по мнению А. Г. Вернера, являются наносы, образовавшиеся уже после обнажения суши, — суглинок, песок, гравий, торф и др. Существуют также и вулканические породы, имеющие вид шлака, которые обязаны своим происхождением действию огня (Werner, 1787). Этот огонь вызывается горением каменного угля и горючих веществ, однако сами эти вещества образовались после того, как отложились первозданные породы и был создан первоначальный рельеф Земли.

Таким образом, вулканические явления играют очень незначительную роль в жизни Земли — и в этом состоит коренное различие взглядов П. С. Палласа и А. Г. Вернера, — вспомним катастрофы П. С. Палласа, вызванные вулканическими извержениями. Однако А. Г. Вернер, как указывал А. В. Севастьянов, излагавший записи его лекций, так же как и П. С. Паллас, обращал внимание на то, что в северных странах находятся остатки растений и животных, свойственных теплому климату, но объяснял это не катастрофами, а переменной наклона эклиптики Земли (Севастьянов, 1810).

В нашей работе нет необходимости разбирать достоинства и недостатки гипотезы непутизма. Следует лишь отметить общую для всех приведенных выше высказываний идею о первичности мирового океана и обнажении континентов при понижении его уровня. Можно отметить сходство этой идеи с современной гипотезой постоянства океанических впадин. Вместе с тем нетрудно видеть, что эта идея заключала в себе и основную мысль о первенствующей роли воды в образовании рельефа Земли, т. е. явилась, как сказано выше, основой гипотезы непутизма.

ВОЗДЫМАНИЕ МАТЕРИКОВ
НАД УРОВНЕМ МИРОВОГО ОКЕАНА

**Поднятие материков
под действием землетрясений и вулканизма**

При сохранении идеи о первичности мирового океана, наряду с представлениями о понижении его уровня и обнажении континентов, постепенно появилась и другая идея — о воздымании материков под действием внутренних сил Земли, а именно подземного огня — идея, ставшая господствующей в следующем периоде. Таким образом, борьба взглядов до некоторой степени отражала основное противоречие в геологической науке, характерное для XVIII в., — борьбу непутизма и плутонизма.

Взгляды о поднятии материков и островов из-под вод мирового океана появились уже в конце XVII — начале XVIII в. Английский естествоиспытатель Р. Гук занимался различными вопросами истории Земли. Его работы по теории планетных движений (1674 г.) способствовали тому, что Землю он рассматривал в широком плане, как планету. Наибольшее внимание Р. Гука привлекали землетрясения и находки окаменелых ископаемых в различных слоях Земли. На эту тему им было написано много трактатов и лекций, которые были изданы в виде сборника после смерти автора (Нooke, 1705).

По мнению Р. Гука, находки ископаемых раковин свидетельствуют о том, что поверхность Земли постоянно испытывала изменения: морское дно становилось сушей, а суша — морем, горы были долинами и т. п. Следовательно, те участки Земли, где встречаются окаменелости, например, острова Великобритании, были когда-то под водой. Затем эти участки обнажились над уровнем моря. Причиной этого могло быть или перемещение центра тяжести всей массы Земли и вследствие этого перемещение воды в другую ее область, или поднятие участков земной коры под действием подземных огненных взрывов, приходящих с большой глубины и вызывающих землетрясения. Землетрясениям Р. Гук придавал особенно большое значение в жизни Земли: они вызывают как поднятие, так и опускание участков Земли, окаменение остатков ископаемых организмов и т. п. На Земле нет места, где бы не было когда-нибудь землетрясения. Если кто-нибудь из историков сообщает нам, писал Р. Гук, что в данном месте не было подобных кризисов природы, то нельзя быть уверенным, в том, что их не было раньше, или не будет впоследствии. Таким образом, Р. Гук придавал большое значение поднятиям участков Земли, вызванным действием внутренней энергии Земли.

Еще более определенно поднятия материков связывались с подземным огнем в работах итальянского аббата Антонио Лаццаро Моро (Моро, 1751). Большое значение, которое придавал А. Л. Моро вулканическим явлениям, было связано с постоянны-

ми наблюдениями этих явлений на его родине, в Италии. Вместе с тем, священный сан обязывал А. Л. Моро уложить всю историю Земли в прокрустово ложе шести дней творения. По воззрениям А. Л. Моро, земной шар был окружен водной оболочкой. Затем, на третий день «творения», по повелению бога, внутри Земли зажегся огонь. Таким образом, Земля оказалась состоящей из огненного ядра и каменной оболочки, которую облегают вода и воздух. Внутренний огонь оказывал активное воздействие на поверхность Земли, вызывая поднятие и опускание отдельных участков. Таким образом, над поверхностью вод мирового океана поднялись континенты, в других местах океаническое дно углубилось и опустилось. Эти взгляды А. Л. Моро, как и его представления о существовании активного огненного ядра, позволяют считать его предшественником идей Л. Буха и А. Гумбольдта, разработанных ими в первой половине XIX в.

Поднятие материков как результат общего развития Земли

Идея развития и изменчивости Земли, утверждение которой в середине XVIII в. явилось переломным моментом в развитии естествознания, была очень ярко выражена в трудах М. В. Ломоносова. «И во первых твердо помнить должно,— писал М. В. Ломоносов,— что видимые телесные на земле вещи и весь мир не в таком состоянии были с начала от создания, но великие происходили в нем перемены, что показывает история и древняя география, с нынешней снесенная, и случающиеся в наши века перемены земной поверхности» (Ломоносов, 1954, стр. 574).

Это передовое направление и глубокая научная интуиция ученого позволили М. В. Ломоносову и в более частном вопросе — об общем строении Земли и происхождении материков и океанов — высказывать идеи, близкие к господствующим представлениям последующего периода. Основные идеи М. В. Ломоносова в этих вопросах следующие: залегание на большой глубине участков раскаленной материи («подземной хляби»), активное, снизу вверх направленное воздействие этой материи на земную поверхность, и как следствие этого — поднятие участков морского дна над поверхностью воды. Каждая из идей М. В. Ломоносова — развитие Земли, ее внутреннее строение и образование материков путем поднятия — логически связаны и вытекают одна из другой.

Описание Земли М. В. Ломоносов начинает с ее формы и поверхности. Он отмечает, что фигура Земли «кругла и плосковата к полюсам». На поверхности ее имеются «горы» и «долины». Под общим названием «горы» М. В. Ломоносов подразумевает возвышения разного рода. Самые большие «горы» — это целые части света, т. е. материки. По сравнению с обширностью материков даже наиболее высокие горные кряжи, как, например, Кавказ,

Альпы, Кордильеры и др., так малы, что кажутся холмами или пригорками. «Долинами», соответствующими материкам, являются морские впадины, которые также следует причислять к земной поверхности. Пять главных «гор» или континентов следующие: Азия, Африка, Европа, Северная и Южная Америка. Обе Америки, а также Азия и Африка разделены лишь узкими перешейками. Европа и Азия отделены друг от друга низкой долиной, которая протягивается от устья Дона до Северного океана и является бассейном многих крупных рек. Таким образом, если в других случаях «долины» между материками заполнены морской водой, то область, разделяющая Европу и Азию, — это просто пониженная часть земной поверхности. Это мнение М. В. Ломоносова еще более подтверждает то, что, по его представлениям, морское дно по существу не отличается от поверхности суши, и следовательно, углубления и возвышенности соответствуют общей фигуре Земли.

После подробного описания горных цепей всех материков и пород и почв, составляющих верхние слои Земли, М. В. Ломоносов переходит к описанию ее более глубоких слоев. Толща Земли, залегающая над участками раскаленной «подземной хляби», должна быть очень мощной, чтобы не произошло обрушения. Толщу материков укрепляют своды, которыми служат горные цепи, — так, например, для Азии таким сводом служит Тибет. Рассматривая строение Земли, М. В. Ломоносов касается и наиболее интересующего нас вопроса — о происхождении материков и океанических впадин. Так как Земля постоянно развивается и изменяется, то и части света, т. е. материки, «с начала не были, но из под воды возникли, когда явилась суша и вода собралась в сонмы, сиречь в великие моря, окружающие сушу» (Ломоносов, 1954, стр. 576). Как же образовались возвышения и углубления земной поверхности — «чем возвышены великие хребты Кавказские, Таврийские, Кордильерские, Пиринейские и другие, и самые главные горы, т. е. части света?» — спрашивает М. В. Ломоносов. Конечно не ветрами, не дождями и потопами, т. е. не экзогенными процессами. «Чем вырыты ужасной и недосягаемой глубины пучины морские?» (там же, стр. 568—569). Дожди, бури и сила рек, вливающих в море, также недостаточны для создания таких крупных форм — они могут быть созданы лишь «неизмеримым могуществом», заключенным в недрах Земли, т. е. силой подземного огня. Проявление этих сил М. В. Ломоносов называет общим термином «землетрясения». Огнедышащие горы являются «проломами» в теле Земли, через которые выходит излишняя расплавленная материя. При этом, стремясь вверх, материя «надувает» области, расположенные близ вулканов — так происходит поднятие участков Земли. О существовании мирового океана — основная идея XVIII в. — М. В. Ломоносов не говорит прямо, но неоднократно подчеркивает, что материки «из под воды возникли», образовались как поднятия морского дна. О том, что

было именно поднятие, свидетельствуют, по М. В. Ломоносову, следующие факты. Ранее поверхность Земли была огненно-жидкой, а следовательно, горизонтальной. Заметим, что это единственное указание М. В. Ломоносова на возможность прежнего огненно-жидкого состояния Земли. Современное же наклонное положение слоев в горных местностях свидетельствует о том, что в процессе поднятия слои Земли трескались, вспучивались, образовывались пропасти и расселины. От неравномерного наклона слоев произошло разнообразное положение материков, островов и мелей. «Главные горы», т. е. материки, стоят на «опровергнутом ребром» внутренних слоях, между которыми имеются полости, наполненные водой или подземным огнем. При поднятии крупных участков Земли раздробленные части слоев на их поверхности нагромождаются в беспорядке — так образуются горы, которые оказываются выше поверхности материка. Разница в высоте гор и поднятой поверхности происходит от различной глубины залегания «горючей материи».

Поднятие материков со дна морского доказывалось также находками морских раковин на вершинах гор — М. В. Ломоносов, в противоположность своим предшественникам, резко возражает против идеи о «всемирном потопе», следами которого якобы являются раковины. И, наконец, очень существенным является его замечание о том, что материки окружены морем, и земная поверхность «щероховата» не впадинами, а возвышениями. В противном случае морской путь был бы пересечен участками суши, т. е. моря находились бы внутри площади суши, но процесс образования подобных форм был бы совсем иной, — а именно, опускание, обрушение участков: «такова была бы поверхность нашего земного шара, если бы моря произошли от обрушения оной, а не как ныне видим, от возвышения дна морского» (там же, стр. 584). В некоторых случаях, однако, могут быть и моря, окруженные сушей, например, Каспийское и Аральское.

И еще раз подчеркивается та же мысль: хотя образование возвышенностей и впадин происходит одновременно, этот процесс может иметь двоякую направленность — в одном случае доминирует поднятие — образуются горы, и между ними остаются долины, в другом, наоборот, при опускании образуются долины, и среди них остаются горы. М. В. Ломоносов подчеркивает, что поднятие «преимуществом на Земле» (там же, стр. 584). Однако поднятие и опускание поверхности Земли имеют общую причину — действие подземного огня. Материки поднимаются его воздымающей силой, впадины образуются при обрушении участков поверхности в том случае, когда под ними выгорело много материи и образовались пустые полости.

В работе М. В. Ломоносова «О слоях земных» есть некоторый намек на идею перемещения материков. Отмечая находки остатков теплолюбивых растений и животных в северных странах, М. В. Ломоносов писал, что по поводу причин этого явления

существуют две точки зрения: о катастрофическом перемещении «великих оных частей» с места на место силой подземного действия, т. е. внутренней энергией Земли, и о наклонении земной оси, вызвавшем изменение климата. М. В. Ломоносов не соединяется ни к одной из указанных точек зрения, лишь констатирует факт существования различных мнений. Весьма условно можно провести аналогию между взглядами о перемещении «великих частей» и гипотезой дрейфа материков.

Идея о существовании мирового океана, не совсем ясно выраженная в трудах М. В. Ломоносова, тесно связывалась с гипотезой непутизма, но вместе с тем вполне согласовывалась также с противоположной ей гипотезой плутонизма. Взгляды наиболее видного основоположника этой гипотезы Джемса Геттона имеют прямую связь с проблемой происхождения материков. Как известно, его работа «Теория Земли» была опубликована в 1788 г. в Эдинбурге, затем, значительно дополненная, была издана в 1795 г. (Hutton, 1795), а в 1802 г., после смерти Д. Геттона, по материалам его исследований Дж. Плэйфером была опубликована книга (Playfair, 1802), благодаря которой теория Д. Геттона получила широкую известность. Таким образом, формирование гипотезы плутонизма относится к рубежу XVIII и XIX вв.

Основой взглядов Д. Геттона является идея о непрерывном развитии Земли, которое он представлял как повторяющийся циклический процесс. Развитие Земли на протяжении ее длительной истории происходило медленным, эволюционным путем. Преобразования, происходящие внутри каждого цикла, не отличаются от изменений, происходивших в предыдущие и последующие циклы, — неизменными остаются лишь закономерности этих процессов.

Эти представления Д. Геттона явились основой гипотезы униформизма, развитой позднее Ч. Ляйелем.

Представления Д. Геттона о внутреннем строении Земли также весьма характерны. По его мнению, Земля имеет твердое ядро и оболочку, пронизанную пустотами. Между ядром и оболочкой находится расплавленная масса (или магма, по его терминологии). Действие именно этой расплавленной массы и является основной причиной, изменяющей поверхность Земли. По представлениям Д. Геттона, раньше поверхность Земли была покрыта водой. Под действием воздымающей силы внутреннего расплава участки морского дна начали подниматься. Слои пород, залегавшие ранее горизонтально, при этом изгибались и разламывались. Участки, поднявшиеся выше поверхности океана, образовали острова и континенты. Это был созидательный процесс. Под действием разрушающих экзогенных процессов поверхность суши разрушается, обломки пород сносятся в море, образуя там снова горизонтальные слои, затвердевающие под влиянием внутреннего жара. Затем весь цикл повторяется снова.

В работах Д. Геттона нет подробного описания материков и их конфигурации, как сделано в трудах Ж. Бюффона, или описания горных систем и попытки представить толщину и строение земной коры в области материков, как сделано М. В. Ломоносовым. Д. Геттон не останавливается также на вопросе образования океанических впадин, считая их как бы остатком той первоначальной поверхности, которая сохранилась после поднятия континентов. В его суждениях для нас наиболее важной является идея о воздымании, поднятии материков, не соответствующая господствующей идее рассматриваемого периода, при сохранении, однако, представлений о первоначальном мировом океане.

Представление об образовании материков путем поднятия, которое все более определенно проявляется в рассмотренных нами работах Р. Гука, А. Л. Моро, Ж. Бюффона, М. В. Ломоносова, Д. Геттона, является переходным к следующему периоду, когда эти идеи становятся господствующими.

Глава IV

ОБРАЗОВАНИЕ МАТЕРИКОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ВЕРТИКАЛЬНО НАПРАВЛЕННЫХ СИЛ. ИДЕЯ О СУЩЕСТВОВАНИИ ПОДКОРОВОЙ РАСПЛАВЛЕННОЙ ИЛИ ВЯЗКОЙ МАССЫ (XIX В.)

НОВЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПРОИСХОЖДЕНИИ И СТРОЕНИИ ЗЕМЛИ В СВЯЗИ С КОСМОГОНИЧЕСКОЙ ГИПОТЕЗОЙ КАНТА — ЛАПЛАСА

Идея об образовании материков путем поднятия, начавшая развиваться в предыдущем периоде, стала господствующей в XIX в. Этому способствовало утверждение в науке космогонической гипотезы Канта — Лапласа, новых представлений о внутреннем строении Земли, и, в свою очередь, связанных с этими воззрениями геотектонических гипотез.

Согласно гипотезе Канта — Лапласа, Земля образовалась из газовой туманности, при уплотнении газа и охлаждении прошла стадию раскаленно-жидкого состояния и затем покрылась тонкой корой, которая все более утолщалась. В самой сущности этой гипотезы была заложена идея развития Земли, утвердившаяся в середине XVIII в. Из гипотезы Канта — Лапласа вытекало также очень ясное и простое представление о внутреннем

строении Земли, как о расплавленной шарообразной массе с тонкой земной корой. На этих взглядах, хотя и несколько усложнившихся к концу периода, были основаны и геотектонические гипотезы, и представления об активном воздействии недр Земли на образование на ее поверхности различных форм рельефа.

Проблема происхождения таких крупных, основных форм рельефа, как материки и океаны, связана с рядом вопросов. Вопрос о происхождении и общем строении Земли оказывался для XIX в. наиболее важным, так как, как будет показано ниже, в большинстве случаев предполагалось, что материки и океанические впадины образовались в первоначальный период формирования Земли как планеты, и с того времени их конфигурация изменилась лишь незначительно. В связи с господствующей гипотезой флюидизма, т. е. огненно-жидкого состояния недр Земли, вполне правомерно было предположить, что крупнейшие положительные и отрицательные формы рельефа являются выпуклостями и вогнутостями тонкой земной коры. Вместе с тем для решения проблемы происхождения этих форм также очень важным было непосредственное их изучение.

НАКОПЛЕНИЕ ФАКТИЧЕСКИХ ДАННЫХ О СТРОЕНИИ ДНА ОКЕАНОВ И ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ МАТЕРИКОВ

Некоторые сведения о дне океанов были получены во время кругосветных путешествий. Характерной чертой плаваний в XIX в. было проведение научных наблюдений, главным образом промеров океанических глубин. Эти промеры кроме научных целей преследовали также и практические задачи и были необходимы для прокладки трансатлантических кабелей. Во время плавания О. Е. Коцебу (1823—1826 гг.) Э. Х. Ленц сконструировал прибор, посредством которого оказалось возможным промерять глубины до 2000 м. В 1840 г. английский ученый Дж. Росс измерил глубины у берегов Антарктики, в 1854 г. на основании глубинных промеров американский ученый Мори составил карту рельефа дна Атлантического океана. Изучалось строение континентального шельфа у берегов Северной Америки и Западной Европы. Однако количество глубоководных промеров было все же крайне незначительным, и недостаточность данных приводила к неправильному выводу об однообразном, мало расчлененном рельефе дна океанов. Новые данные о рельефе дна Атлантического, Тихого и Индийского океанов были получены в результате экспедиции английского исследовательского судна «Челленджер» (1872—1876 гг.), в которой принимал участие океанолог Дж. Меррей (Murray, 1888). Батиметрические карты этих областей были составлены на основании нескольких тысяч глубинных промеров. Океанографические экспедиции после «Челленджера» — С. О. Макарова в Тихом океане (1886—

1889 г.), Ф. Нансена в Северном Ледовитом океане (1893—1896 гг.) и других уточняли рельеф дна океанов. Были подсчитаны средние глубины мирового океана, из которых наиболее приближаются к современным данным подсчеты Дж. Меррея и А. А. Тилло — 3800 м (Панов, 1963).

Однако, несмотря на новые промеры и батиметрические карты, представления о ровном, почти горизонтальном дне или «ложе» океанов не только не поколебались, но, наоборот, укрепились благодаря изучению абиссальных осадков, добытых экспедицией Дж. Меррея. Казалось, что эти осадки устилают гладкое, почти лишенное неровностей дно океанов. Так возникла и все более утверждалась идея о резком противопоставлении материков и океанических впадин. Эта идея, возникшая вследствие недостаточности данных, имела вместе с тем и рациональное зерно, так как в дальнейшем эти представления укрепились вследствие установления различного строения континентальной и океанической коры.

Значительно больше сведений было накоплено в XIX в. о строении материков. Конфигурация их уточнялась во время кругосветных плаваний И. Ф. Крузенштерна и Ю. Ф. Лисянского (1803—1806 гг.), Ф. П. Литке (1826—1829 гг.), французской экспедиции Ж. Дюмон-Дюрвиля (1826—1829 гг. и 1834—1840 гг.), английской экспедиции на корабле «Бигль» (1831—1836 гг.) и др. Изучались также расположение горных систем, гидрографическая сеть и другие элементы рельефа материков, явившиеся предметом географических исследований. Однако наиболее важными для проблемы происхождения материков были геологические данные. Следует отметить, что на основании общей идеи о строении Земли геологические представления как бы сузились и сосредоточились на земной коре и особенно на ее участках в области материков. Основой теоретической геологии было, как и раньше, представление о строении Земли. Однако развитие геологии в XIX в. имело некоторые характерные черты, несколько различные для первой и второй половины века, о которых будет сказано ниже. Эта направленность геологии оказывала существенное влияние на решение проблемы происхождения материков.

ПЕРВИЧНОЕ ПРОИСХОЖДЕНИЕ ОКЕАНОВ. ПОДНЯТИЕ МАТЕРИКОВ

В начале XIX в. изучение геологических явлений и структур привело к детализации знаний и к выделению в геологической науке ряда ее отраслей, из которых ведущими оказались стратиграфия и тектоника. Характерной является также борьба различных течений и направлений в геологии, а именно непутизма и вулканизма, катастрофизма и эволюционного учения, развитие гипотезы униформизма и актуалистического метода. Большое

значение имело внедрение в геологические исследования палеонтологического метода, давшего возможность определить стратиграфическую последовательность слоев и тем самым установить геологическую историю данного участка земной коры — в общем случае материка.

Все эти гипотезы и методы в большей или меньшей степени нашли отражение в представлениях о происхождении материков и океанических впадин. С гипотезой непутизма связаны некоторые представления о формировании определенной конфигурации материков под влиянием морских течений. Однако представления о поднятии материков под действием подкорового расплава были господствующими, что определялось доминирующим положением вулканистических воззрений. Были представления и о быстром, внезапном, поднятии материков, а также о длительном, эволюционном, развитии земной коры — в этих взглядах выражалась борьба катастрофизма и эволюционного учения. Актуалистический метод давал возможность на основании изучения современных процессов, формирующих материка, сделать заключение о начальных стадиях их образования.

Идея о поднятии материков из вод океана и о смене суши и моря при постепенном сокращении площади океана доминировала в воззрениях такого виднейшего представителя катастрофизма, как Ж. Кювье (Cuvier, 1812). «Таким образом, — писал он, — не только различные катастрофы... выдвинули постепенно из недр моря различные части наших континентов и уменьшили бассейн морей, но и сам этот бассейн перемещался во многих направлениях. Случалось много раз, что участки, покинутые морем, снова им покрывались, потому ли что они опускались, или только воды надвинулись на них» (Кювье, 1937, стр. 81). Окончательным результатом отступления и наступания моря явилось, по мнению Ж. Кювье, общее понижение уровня моря.

Та же идея поднятия материков оказалась доминирующей и в представлениях основоположника противоположного катастрофизму униформистского учения Ч. Ляйеля. Его книга «Основы геологии» была опубликована в 1830—1833 гг. На основании анализа большого фактического материала Ч. Ляйелю удалось убедительно показать, что все изменения, которые произошли в течение геологической истории, происходили постепенно, под влиянием тех факторов, которые действуют и в настоящее время. С такой же тщательностью и с тех же позиций был рассмотрен и вопрос о происхождении материков. Ч. Ляйель отметил, что, как установлено наблюдениями, западный берег Южной Америки, Скандинавия и некоторые архипелаги в Тихом океане поднимаются; вместе с тем, Гренландия и часть Тихого и Индийского океанов опускаются. Отсюда он сделал вывод, что все материка и океанические впадины произошли вследствие подобных вертикальных движений, продолжавшихся бесконечно долго. Суша

была поднята из вод океана постепенно, рядом движений, направленных вверх (Ляйель, 1866, стр. 196).

О причине таких поднятий Ч. Ляйель не говорит, и их действительно трудно объяснить в свете его общих представлений о строении Земли. Как известно, Ч. Ляйель не разделял общепринятую точку зрения об огненно-жидком состоянии недр Земли, считая всю Землю твердой. Следует еще отметить как интересный факт представления Ч. Ляйеля об образовании рельефа материков. По его мнению, глубокие долины произошли от действия морских течений на сушу, которая медленно выступала из глубины. Можно сравнить эти взгляды с подобными представлениями Леонардо да Винчи, а также Ж. Бюффона, но вместе с тем, в преувеличенной роли, которую отводил Ляйель воде в образовании рельефа Земли, можно заметить также влияние непутизма.

Стратиграфия и тектоника давали большой материал для изучения проблемы образования и истории развития материков. Примером может служить большая статья неизвестного автора, напечатанная в трех номерах «Горного журнала» за 1833 г. под названием «Общие рассуждения о географическом распределении, природе и начале Европейских материков». С большой подробностью и тщательностью автор статьи описывает характер, распространение и литологический состав отложений всех возрастов на территории Европы. На основании этого материала он высказывает соображения о геологической истории этой области.

Уровень океана, как думает автор, постоянно понижался, материки воздымались и все более обнажались из-под морских вод. Этот процесс, по мнению автора, обусловлен мощными вулканическими извержениями, которые как в древние, так и в новейшие времена сопровождалось растрескиванием, воздыманием и обрушением земной коры. Таким образом, если в юрский период еще существовал Европейский океан, то уже после образования меловых отложений Европа представляла единый материк с множеством средиземных морей и пресноводных озер, а в третичный и в «потопный», т. е. четвертичный, период Европейский материк принял современный нам вид, хотя понижение уровня моря и повышение материка частично продолжались под влиянием тех же причин, что и в древности.

Ведущей геотектонической гипотезой первой половины XIX в. была гипотеза поднятия, или в более частном случае гипотеза кратеров поднятия, связанная с именами Л. Буха и А. Гумбольдта. В основе ее лежала идея об образовании рельефа Земли под действием воздымающих, вертикально направленных сил. Как сказано выше, эта идея начала постепенно развиваться уже в течение XVIII в., однако лишь новые представления о происхождении и строении Земли обусловили ее доминирующее значение.



Рис. 4. Пик Tenerиф. Кратер поднятия

В своих наблюдениях над строением Канарских островов Л. Бух пришел к заключению, что каждый из них имеет в середине кратер поднятия, вокруг которого располагаются наклонные от центра к периферии слои базальта (рис. 4). Из этого факта он вывел заключение, что острова подняты со дна моря силой подземного расплава, которая постепенно накапливалась в недрах, пока не преодолела сопротивление вышележащих масс (Buch, 1825). Бух отметил также, что, кроме центральных, имеются также линейные вулканы, располагающиеся вдоль трещин в земной коре. Вследствие внезапного, катастрофического внедрения по этим трещинам изверженных масс образовались горные цепи. Таким образом, острова и горные цепи возникли в результате поднятия при активном воздействии подземного расплава. Оставалось сделать лишь обобщающий вывод о подобном же образовании материков. Однако такое заключение на основании гипотезы поднятия было сделано лишь последующими исследователями.

Несколько более определенные выводы, первоначально основанные только на наблюдениях вулканов, были сделаны А. Гумбольдтом. Его представления об общем строении Земли соответствовали гипотезе Канта — Лапласа, вулканизм же, как он считал, является формой связи между внутренними и внешними частями планеты (Humboldt, 1823). В широком смысле слова вулканизм, по мнению А. Гумбольдта, охватывает все явления, связанные с воздействием внутренней, огненно-жидкой части планеты на затвердевшую земную кору (Humboldt, 1853). Раньше кора была тоньше, и поверхность Земли сотрясали значительно более мощные, чем сейчас, вулканические извержения и землетрясения. В настоящее время, вследствие охлаждения планеты, действие этих внутренних сил очень ослабело. В результате подъемного действия упругой расплавленной массы поднимаются материк, горные цепи и отдельные горы (Гумбольдт, 1915).

Интересно мнение А. Гумбольдта об образовании депрессии на западе Азии. Он считает ее «страной-кратером», образо-

вавшимися в результате поднятия соседних участков земной поверхности — Кавказа, Гиндукуша и Персидского плоскогорья. Таким образом, даже отрицательные формы рельефа он рассматривал как следствие соседних поднятий. Этим еще раз подчеркивалась ведущая роль вертикально направленных подземных сил земных недр. А. Гумбольдт проводил также сравнение между глубиной океана и высотой суши, считая, что средняя глубина океана может превышать высоту суши в пять раз: если средняя высота Азии, по подсчетам А. Гумбольдта, составляет 351 м, то средняя глубина океана должна быть приблизительно 1755—2112 м (Панов, 1963).

Гипотеза кратеров поднятия лишь подкрепляла идею о поднятии материков. Эта идея считалась настолько общепринятой, что нашла отражение в учебнике Д. И. Соколова «Курс геогнозии» (1839 г.), который являлся сводкой наиболее распространенных для того времени знаний. Основой взглядов Д. И. Соколова были представления об огненно-жидкой Земле и тонкой земной коре. По его мнению, материки, или «великие земные бугры», как он их называет, произошли «вследствие общего действия подземных сил на земную кору, чем и положено разделение между сушей и водой» (Соколов, 1839, стр. 271).

По мнению С. С. Куторги (1858), при остывании расплавленной массы земного шара на его поверхности образовалась первая «плутоническая» кора. Сверху ее облегал единый непрерывный океан. Затем под действием внутреннего расплава, или «зерна», по выражению С. С. Куторги, кора местами была поднята и как первая суша была выдвинута из глубин моря. При дальнейшем остывании кора становилась все более толстой и твердой, противилась действию подземных сил, и участки морского дна поднимались и опускались менее интенсивно. Образовавшиеся материки разрушались при денудации, и частицы горных пород осаждались на дне моря, образуя нептуническую кору. Континентальные острова образовались так же, как материки, и являются их «обрывами».

Мысли С. С. Куторги отражают существовавшие в то время взгляды. В то же время в них заметно и влияние Д. Геттона (денудация суши) и Ж. Бюффона (происхождение континентальных островов).

В работе Б. Котта (Cotta, 1858) отражаются те же общепринятые взгляды: после образования земной коры вокруг огненно-жидкого земного шара происходили медленные поднятия значительной части коры над уровнем покрывавшего Землю океана. Так образовались материки.

Обрушение участков коры

Как обычно наблюдается в истории науки, наряду с основной, господствующей идеей — в данном случае идеей поднятия материков, — всегда имеются и другие представления, отражающие либо уходящие воззрения прошлого, либо какие-то другие идеи, из которых одни в дальнейшем господствуют, а другие предаются забвению, но спустя какое-то время возрождаются в виде «новых» теорий. Такова была распространенная еще в конце XVIII — в первой половине XIX в. идея об опускании участков коры, очень напоминавшая развитую еще раньше «гипотезу обрушения». Подобные взгляды, высказанные французским ученым Ж. А. Делюком (Deluc, 1788), были основаны на довольно фантастическом представлении о происхождении Земли, напоминавшем, в свою очередь, представления Т. Бернета.

По мнению Ж. А. Делюка, «первобытное вещество», из которого образовалась Земля, состояло из тяжелых стихий. Вследствие вращения и смещения стихий масса Земли получила сферический вид. На ее поверхности образовалась гранитная оболочка, покрытая водой, ниже гранита оказался слой грязи, а еще ниже — ядро, состоящее из пыли. Постепенно вода проникла внутрь Земли, в результате чего часть коры обрушилась и образовались углубления, в которые стекла вода. Приподнятые участки обнажились — так образовались материки и океаны.

Может показаться странным, но подобного мнения придерживался даже И. Кант, автор небулярной гипотезы. Он считал, что после отвердевания шарообразной Земли с поверхности вода и воздух из-за своей легкости устремились из глубин Земли под кору, кора опустилась, и вся поверхность Земли покрылась водой. Это доказывается повсеместными находками морских раковин, даже на вершинах самых высоких гор. Внутри Земли осталась раскаленная масса, но под корой образовались пустоты. В них происходили обрушения, туда устремлялась вода и обнажалась суша — так образовались материки и океаны (Kant, 1802).

Соотечественник и современник Ж. А. Делюка, француз К. Прево резко возражал против гипотезы поднятия, высказанной в первых работах Л. Эли де Бомона. По мнению К. Прево, поднятия являются лишь следствием опускания соседних участков коры.

**Вторичное образование поднятий (материков)
и опусканий (океанических впадин)
под влиянием вертикальной результирующей
горизонтальных сил (контракция Земли)**

Наряду с гипотезой поднятия начала развиваться другая, сменившая ее тектоническая гипотеза — контракционная. Основная идея ее, развитая в работах Л. Эли де Бомона (1829, 1830, 1852 гг.) и его последователей, заключалась в представлении о сжатии Земли от охлаждения и образовании складок на ее поверхности. Следовательно, горообразование, по этой гипотезе, происходило не простым путем, под действием вертикально направленных сил, а более сложным — при действии тангенциальных сил, вызывающих выдавливание кверху расплавленных масс и относительное поднятие изогнутых частей земных слоев. Однако следует отметить, что идея тангенциального сжатия преобладала лишь в объяснении процесса горообразования, а в представлениях об образовании основных форм рельефа Земли продолжала доминировать идея о вертикальных поднятиях и опусканиях крупных участков земной коры.

Л. Эли де Бомон в начале своей деятельности находился под влиянием Л. Буха и его гипотезы поднятия и был убежденным катастрофистом. Л. Эли де Бомон изучал вулканы вместе с Л. Бухом. Наблюдения линейно расположенных вулканов послужили материалом для создания гипотезы поднятия гор. Выявленные Л. Эли де Бомоном тектонические несогласия служили, по его мнению, доказательством катастрофического поднятия горных цепей. Однако характерно, что Л. Эли де Бомон, как и многие другие исследователи того времени, тщательно изучал проблему строения и образования гор, не задаваясь вопросом о происхождении материков, на которых эти горы расположены. Лишь в более поздней работе (Elie de Beaumont, 1852) он отмечал, что при охлаждении Земли и сокращении земной коры на ее поверхности сначала образуются вздутия, а затем вследствие напряжений при сжатии образуются складки. Можно предположить, что эти «вздутия» и являются крупными положительными формами рельефа, т. е. материками.

Последователем контракционной гипотезы был также русский ученый Э. И. Эйхвальд. Его работа, в которой он ссылался на Л. Эли де Бомона, была опубликована в 1846 г., т. е. несколько раньше приведенной выше основной работы Л. Эли де Бомона (Elie de Beaumont, 1852), поэтому интересные взгляды Э. И. Эйхвальда можно считать самостоятельными. Э. И. Эйхвальд исходил из представлений об огненно-жидком состоянии Земли. После образования коры поверхность Земли сначала была ровной, а земной шар был покрыт водой и окружен атмосферой. Затем при сжатии коры от давления жидкого ядра происходили поднятия отдельных участков коры, которые

сливались между собой, образуя материки. От повторных поднятий на поверхности материков образовались горы. Когда кора сделалась толще, процесс развития Земли пошел несколько иначе: сжатие коры прекратилось, но продолжалось сжатие ядра, и вместо поднятия от действия жидкого ядра начинается опускание коры на сжимающееся ядро.

Анализируя мысли Э. И. Эйхвальда, можно считать, что, по его представлениям, процесс геологического развития Земли проходил в две стадии: сначала, при сжатии коры и поднятии ее участков образовались материки и горы, затем, при дальнейшем охлаждении и сжатии ядра, происходило углубление и расширение океанов.

Контракционную гипотезу обычно рассматривают как гипотезу общего развития Земли и горообразования. Однако, по-видимому, представления Э. И. Эйхвальда хорошо отражают ее влияние на проблему образования материков и океанических впадин: как материки и океаны, так и горные цепи возникают вследствие сжатия Земли, но первые образуются под действием вертикальной результирующей этого сжатия, вторые — под действием горизонтальных сил.

Расцвет контракционной гипотезы относится ко второй половине XIX в. В это время в развитии геологии при сохранении прежних представлений о происхождении Земли появились некоторые новые черты: резко усилившаяся дифференциация на отдельные самостоятельные отрасли, из которых важнейшим, в силу экономических причин, стало учение о рудных месторождениях, а также вследствие открытия микроскопического метода — петрография; накопление детальных знаний об отдельных элементах и свойствах геологических объектов, в том числе открытие глубоководных отложений в области материков, свидетельствующих об их былом погружении; наконец, начало применения точных методов в геологии.

Проблема общего строения Земли, с которой тесно связана интересующая нас проблема, к концу XIX в. также несколько усложнилась — все более утверждались представления о вязком состоянии земных недр или о вязком подкоровом слое.

Усиливавшаяся дифференциация геологической науки нашла некоторое косвенное отражение в проблеме происхождения материков и океанов. Рассмотрение этой проблемы с различных точек зрения и привлечение новых данных теоретической геологии привело к возникновению многочисленных гипотез в этой области.

Несмотря на господствующее значение контракционной гипотезы, новые геологические данные и углубленный анализ геологического материала показали, что складчатые горные цепи располагаются неравномерно на поверхности Земли, в то время как по упрощенным представлениям первых авторов контракционной гипотезы они должны были бы располагаться повсе-

местно и равномерно. Поэтому в идею сжатия Земли и сморщивания ее коры необходимо было внести некоторые дополнительные условия. Такими условиями были представления Д. Дэна о неравномерности сжимания Земли и представление Э. Зюсса о неоднородности земной коры и боковом одностороннем давлении.

Идеи Д. Дэна были высказаны им в 1846, 1847 и 1856 гг. и более полно сформулированы в 1873 г. (Дэна, 1875). По мнению Д. Дэна, при образовании Земли процесс ее охлаждения шел двояким образом: от центра к периферии, благодаря чему образовалось твердое ядро, и от поверхности к центру, вследствие чего образовалась земная кора. Таким образом, Земля состоит из твердого ядра, вязкого подкорового слоя и земной коры, состоящей, в свою очередь, из двух слоев — собственно коры и надкоровой части, образовавшейся в результате переработки материала на поверхности. Фигура ядра имеет несколько иную форму, чем вся Земля, поэтому различные его участки находятся на разном расстоянии от поверхности Земли. Там, где это расстояние меньше, слой первоначального расплавленного вещества оказывается тоньше, и охлаждение и образование коры в этом месте проходило быстрее. Таким образом на поверхности Земли начали образовываться отдельные затвердевшие участки, т. е. континентальные площади, давшие начало современным материкам. Затем, при дальнейшем охлаждении, отвердевали и сжимались промежуточные области, причем радиальное сжатие в них было больше, чем на континентах. Эти области оказались пониженными — так образовались океанические впадины.

Таким образом, по мнению Д. Дэна, континентальные и океанические площади определились при первоначальном отвердевании коры, а материки и океанические впадины возникли вследствие неодинакового радиального сжимания. Понижение дна океана и поднятие континентальных площадей происходили во все времена. Континент испытывал боковое давление со стороны океана, поэтому на окраинах материков на расстоянии 300—1000 миль были самые сильные колебания, здесь образовались мощные отложения осадочных пород, происходил метаморфизм, излияние магмы и горообразование. Как известно, с представлениями об этих подвижных поясах между материками и океанами связана разработка учения о геосинклиналях. Важно отметить, что Д. Дэна не дал ответа на вопрос, почему большая часть суши расположена у северного полюса, а воды — у южного, считая, что при настоящем состоянии науки это невозможно объяснить. Однако он указывал, что континенты и океаны не могли перемениться местами — могли измениться лишь их очертания.

По мнению Э. Зюсса (Suess, 1875), при охлаждении Земли из первоначально расплавленного состояния на ее поверхности

образовались твердые глыбы, расположение которых не соответствовало никаким геометрическим законам. Эти древние глыбы, которые он назвал архиболами, можно сравнить с древними ядрами материков в современных представлениях. При дальнейшем охлаждении Земли, по мнению Э. Зюсса, участки, располагавшиеся между такими глыбами, опускались и вследствие контракции глубинных зон здесь возникали крупные складчатые системы. Продолжая аналогию, можно сравнить эти представления о складчатых зонах с более поздними воззрениями о геосинклиналях, окаймляющих и нарастающих древние ядра материковых платформ.

В капитальном труде Э. Зюсса «Лик Земли» (1885—1909 гг.) был собран огромный, накопленный к концу XIX в. фактический материал о геологическом строении различных участков земной коры почти всех континентов. Этот материал, проанализированный в глобальном масштабе, был использован автором для доказательства и развития гипотезы контракции. Э. Зюсс подчеркивал, что все видимые дислокации земной коры являются результатом движений, вызванных сокращением объема нашей планеты (Suess, 1885). Из наблюдений «лика Земли», по мнению Э. Зюсса, возникает много сложнейших вопросов, в том числе и вопрос о происхождении морских глубин. Он подчеркивал, что существовало мнение о постоянстве континентов и океанических бассейнов, однако образование огромной толщи морских отложений на континентах продолжает оставаться загадкой. Клиновидная форма материков не является чем-то неизменным со времени образования земного шара. Э. Зюсс указывал, что следует связывать формирование земной коры с крупными характерными чертами поверхности планет. Выделив тихоокеанский и атлантический типы соотношения береговой линии континентов и расположения горных цепей, он подчеркнул, что в настоящее время водные массы сосредоточены главным образом в Тихоокеанской области и очертания их совпадают с общими чертами структуры земного шара. Несмотря на то, что Э. Зюсс лишь намечил решение вопроса о происхождении материков и океанических впадин, указывая, что в этой проблеме много загадочного, очень важными являются его взгляды о неоднородности земной коры и первоначальном образовании древних ядер материков и вследствие этого — неравномерности сжатия Земли.

Более определенно о происхождении материков и океанов говорил последователь контракционной гипотезы И. В. Мушкетов. В записи курса лекций, читанных им в 1866/67 гг. в Горном институте, высказывались мысли, основанные на данных мировой литературы по этому вопросу (Мушкетов, 1888). И. В. Мушкетов предполагал, согласно современным ему воззрениям, трехслойное строение Земли — твердое ядро, кора и оливиновый пояс между ними. Земля охлаждается, объем ее сокращается, и

вследствие этого проявляются движения земной коры двоякого рода — вертикальные и горизонтальные. Материки являются первозданными плоскогорьями, в их строении различаются центральные, древние, и периферические, более молодые части. В этих воззрениях, вероятно, сказывается влияние Э. Зюсса, а в представлениях о «парности» материков (две Америки, Азия и Австралия, Европа и Африка) и о происхождении континентальных островов, которые являются «обрывами» материков, можно найти отзвук работ Ж. Бюффона.

В труде «Физическая геология» И. В. Мушкетов (1891) намечает историю образования основных морфологических элементов рельефа Земли. По его мнению, материковые возвышенности и океанические впадины, являясь первоначальными элементами дифференциации земной поверхности, образовались в начале формирования Земли и с этого времени оставались постоянными. Земля раньше была расплавленным телом, затем остывала и сокращалась. Покрывавшая ее кора была хрупкой и тонкой. В результате сокращения Земли и притяжении Луны и Солнца в ней происходили разрывы, по которым изливалась магма. Более тяжелые части коры опускались, в образовавшиеся углубления стекала вода, которая конденсировалась из водяных паров, находившихся в атмосфере. Так появились поднятые участки — материки, и опущенные — океанические впадины. Однако охлаждение Земли стало неравномерным. Морское дно охлаждалось быстрее — здесь появлялись трещины и происходили вулканические извержения. На материках эти процессы шли значительно менее интенсивно. Все это еще более увеличивало разницу уровней крупных участков коры. Затем при дальнейшем охлаждении Земли и утолщении коры нарушения становились менее резкими, и уже с докембрия вместо разрывов начали образовываться складки.

Следовательно, главная причина образования основных форм — сокращение Земли за счет охлаждения. И. В. Мушкетов производит такой расчет: коэффициент линейного сжатия, по С. Клер-Девиллю, он принимает за 0,0015. Следовательно, охлаждение ядра на 500° уменьшает радиус Земли на 50 км. Эта величина достаточна для объяснения происхождения всех крупных неровностей поверхности Земли.

Можно отметить две особенности воззрений И. В. Мушкетова: во-первых, его представления о вертикальных движениях, но вызывающих не поднятие, а опускание участков коры при сжатии Земли; во-вторых, взгляды о постоянстве навсегда образовавшихся материков и океанов. Эти воззрения тесно связаны друг с другом, и в современном понимании И. В. Мушкетова можно было бы считать сторонником фиксизма.

**Поднятия и опускания участков коры
вследствие их различной плотности
и образование материков
и океанов (гипотеза изостазии)**

Во второй половине XIX в., наряду с господствовавшей контракционной гипотезой, были сделаны попытки дополнить или развить некоторые ее положения, в частности высказывались различные предположения о возникновении основных крупных форм земной поверхности.

Гипотеза изостазии возникла на основании данных об условиях равновесия земной коры и о колебательных движениях ее крупных участков. Поводом для постановки этой проблемы были результаты геодезических измерений в долине Инда и Ганга, когда было обнаружено аномальное отклонение отвеса. Для объяснения этого явления Д. Пратт и Г. Эри почти одновременно предложили различные гипотезы о строении земной коры.

По мнению Г. Эри (Airy, 1855), каждой возвышенности на поверхности Земли соответствует выступ, погружающийся в нижележащий субстрат. Анализируя эти представления, можно сделать вывод, что, согласно его гипотезе, земная кора в области материков должна быть толще, а в области океанов — тоньше. Таким образом, взгляды Г. Эри приближались к понятию о количественной неоднородности земной коры под материками и океанами.

Д. Пратт, в противоположность Г. Эри, предполагал, что земная кора имеет гладкую нижнюю поверхность, однако блоки земной коры имеют различную плотность, обратно пропорциональную их высоте от основания (Pratt, 1855, 1860, 1871). И эта гипотеза свидетельствовала о неоднородности земной коры, но неоднородности не мощности, а плотности. Естественно, что в области материков она оказывалась менее плотной, в области океанических впадин — более плотной. Поднятия и углубления образовались из масс, сжимавшихся неравномерно при отвердевании Земли, находившейся в жидком или полужидком состоянии (Люстих, 1957).

Близко к воззрениям Г. Эри и Д. Пратта находится гипотеза Г. Пиляра, согласно которой земная кора состоит из отдельных частей, погруженных в некогда расплавленную массу, имевшую больший удельный вес, чем эти погруженные глыбы (т. е. материка); благодаря этому сохраняется гидростатическое равновесие (Pilar, 1881).

В дальнейшем в связи с новыми данными о колебательных движениях крупных участков земной коры и представлениях о ее вертикальной неоднородности гипотеза изостазии, т. е. стремления земной коры к равновесию, была сформулирована американским геологом К. Деттоном (Dutton, 1892). Им же был введен сам термин «изостазия».

По мнению К. Деттона, когда вследствие денудации с какого-либо участка земной поверхности происходит снос материала, этот участок становится легче, и как бы всплывает на подстилающей его вязкой подкоровой массе. В другом же месте, где отлагается сносимый материал, земная кора прогибается. Эти вертикальные движения земной коры вызывают перетекание вязкого подкорового вещества из-под погружающегося участка к поднимающемуся. Поднятию крупных участков земной коры способствуют также изменения плотности подкорового вещества.

Взгляды К. Деттона можно применить и к образованию материков и океанических впадин, считая, что материка — это поднятые, а океанические впадины — опущенные участки земной коры. Ошибочным во взглядах К. Деттона было представление о необратимости этих вертикальных движений. По его мнению, поднятые участки никогда не могут опуститься, а опущенные — подняться, и, когда будет достигнуто равновесие, колебательные движения вообще прекратятся. Это положение противоречило геологическим данным о неоднократных трансгрессиях на материках, т. е. неоднократном их поднятии и опускании. Предположение об установившихся, как бы «закрепленных» поднятиях связывает К. Деттона, как и И. В. Мушкетова, с современными взглядами фиксистов. Вместе с тем, возвращаясь к прошлому, можно заметить поразительное сходство взглядов К. Деттона о «всплывании» облегченных участков коры — материков — с взглядами Леонардо да Винчи.

ОБРАЗОВАНИЕ МАТЕРИКОВ И ОКЕАНОВ ВСЛЕДСТВИЕ ВРАЩЕНИЯ ЗЕМЛИ. НАЧАЛО РАЗВИТИЯ ИДЕИ МОБИЛИЗМА

В XIX в. имела также распространение гипотеза об образовании континентов под влиянием вращения Земли. Этой идее, как будет показано ниже, суждено было возродиться значительно позднее — она явилась основой гипотезы дрейфа континентов, а также некоторых современных взглядов.

В 1805 г. было опубликовано первое издание книги «Мысли о происхождении и образовании миров» русского ученого-любителя И. Ертова. Затем книга была переиздана с дополнениями в 1811 и 1820 гг. Сам автор пишет, что еще в 1796 г. ему пришли в голову первые мысли о движении миров и о происхождении неровностей на поверхности планет.

По мнению И. Ертова, Миры (под этим термином, видимо, подразумеваются все тела планетной системы) произошли из тончайшей первобытной жидкости, разложившейся на простые и сложные тела. Вероятно, от планет не отличается и Солнце, так как И. Ертов описывает его как темное тело, на поверхности которого находятся материка и ямы, наполненные водой.

Вначале Земля была круглой и покрытой водой в несколько сажен толщиной. Как же образовался современный вид земной поверхности? И. Ертов не согласен ни с предположением о действии подземного огня и «огнедышащих извержений», ни с гипотезой «всемирного потопа», ни с кристаллизацией и осаждением из мирового океана и выдвигает следующую гипотезу. Он совершенно правильно обращает внимание на основное свойство Земли — существование двух различных полюсов. На положительный полюс настигались одни вещества, на отрицательный — другие, отсюда возникла первая неоднородность Земли. Когда Земля начала вращаться (о причине, вызвавшей это вращение, И. Ертов не говорит), во время первого суточного обращения от внезапного движения вследствие наклона земной оси материки «выкатились» из-под вод океана в северное полушарие. Это первое обращение произошло, очевидно, в декабре, так как Земля в зимние месяцы находилась не напротив солнечного экватора, поэтому сила солнечного обращения пришлось неравномерно на оба полушария. Северное полушарие уклонилось от Солнца, поэтому именно здесь появились материки. И. Ертов отмечает, что если бы действовала только одна причина — вращение Земли, то материки должны были бы выдвинуться по экватору, а вследствие наклона оси они должны были бы располагаться по меридиану. В действительности же материки расположились диагонально, «косо» — значит, действовали обе причины. В момент первого обращения верхние слои сдвинулись в сторону, противоположную вращению, поэтому в западной части материков образовались высокие горы, которые к востоку сменяются все более низкими, затем холмами и, наконец, равнинами.

Тщательно и подробно описывая современные материки и острова, И. Ертов останавливается на вопросах морфологии земной поверхности. Он отмечает сходство восточного и западного берегов Европейско-Азиатского материка: на востоке находится Камчатка, на западе — Скандинавский полуостров; на востоке — Япония, на западе — Великобритания. Пенжинский залив соответствует Ботническому. Африка и Южная Америка также имеют сходные черты, однако некоторые различия происходят вследствие того, что Африка расположена несколько севернее Южной Америки. Вместе с тем, отмечает И. Ертов, материки и оставшиеся от них углубления (т. е. океаны) не имеют полной симметрии, так как сила обращения и наклона оси действовали различно на каждое место поверхности Земли.

И. Ертов отмечает также, что мировой океан занимает две трети земной поверхности. Количество воды в океане по сравнению с первоначальным состоянием, т. е. до образования материков, не уменьшилось. Он также отрицает существование подземных пустот, в которые могла бы стечь вода.

Глубокие мысли И. Ертова можно сформулировать следующим образом: Земля имела первичную неоднородность из-за существования полюсов. Материки образовались в результате вращения Земли и расположены в северном полушарии вследствие наклона земной оси.

Гипотеза вращения, или ротационная гипотеза, как называются в современной науке эти взгляды, в возрожденном виде развивалась также немецким ученым К. Клоден (Klöden, 1823, 1829). По его мнению, первоначально жидкий земной шар не имел вращательного движения, и вследствие притяжения Луны и Солнца имел яйцевидную форму. После затвердевания Земля была покрыта водной оболочкой. Затем началось вращение Земли вокруг оси, скорость которого была значительно меньше, чем в настоящее время. О причинах начала вращения К. Клоден также ничего не говорит. Вследствие вращения водная оболочка должна была перемещаться по поверхности яйцевидной формы Земли, и части ее выступали из под поверхности воды. Так образовались два больших континента в восточной и западной гемисферах. Постепенно скорость вращения возросла до современной величины, изменялось также положение земной оси, поэтому появилось современное расположение материков и океанов. Совокупностью всех этих причин К. Клоден объяснял и форму континентов, расширение их к северу и сужение к югу.

Немецкий ученый А. Валькер в 1833 г. объяснял вращением Земли не только форму континентов, но и направление горных цепей. Его соотечественник Штрефлер в 1847 г. рассматривал эту гипотезу еще шире, считая, что форма, направление и распределение континентов объясняются действием вращения Земли и воздействием воды. По мнению Штрефлера, когда первобытное море под влиянием вращения пришло в движение, образовались течения, которые сносили и отлагали твердый материал. Так образовались материки, конфигурация которых объясняется направлением течений. В этих взглядах Штрефлера заметно влияние Ж. Бюффона.

В 1856 г. австрийский астроном Карл Шредер высказал мысль о том, что вследствие физического различия между земной корой и подстилающим ее пластическим веществом внутри Земли угловые скорости их различны, поэтому возможно движение коры по отношению к ядру.

Немецкий ученый Ноак связывал образование материков с приливами, возникающими в жидкой массе внутри Земли. По его мнению, первоначально тонкая земная кора имела большое количество трещин, затем, по мере остывания, число трещин уменьшалось и, наконец, осталась одна крупная, опоясывающая весь земной шар. Через трещины расплавленная масса выступала наружу — так образовались горы с продольным ядром изверженных пород. В расплавленном веществе Земли, утверждает

Ноак, есть приливы, направленные с востока на запад. Гребень приливной волны поднимает земную кору, но, дойдя до трещины, часть вещества выливается наружу, поэтому дальше сила прилива ослабевает. Таким образом, вдоль трещины с одной стороны образуются все более увеличивающиеся поднятия, давшие начало материкам, а с другой стороны трещины образуются океанические впадины (Noak, 1875).

В 1877 г. Е. В. Быханов предложил собственный вариант гипотезы мобилизма. По его мнению, первобытная Земля, образовавшаяся из туманности, была значительно меньше, чем современная. Поверхность ее состояла из сплошной массы суши. Затем вследствие падения на Землю большого количества метеоритов она становилась тяжелее и, уравниваясь в пространстве, все более отдалялась от Солнца. Это, в свою очередь, вызвало охлаждение Земли. Пары воды, находившиеся в атмосфере, сгустились и вылились на ее поверхность в виде страшного ливня («всемирный потоп»).

Вместе с тем вследствие выпадения воды изменилось направление земной оси и увеличилась скорость осевого вращения. Земной шар начал увеличиваться в размерах. Твердая поверхность его разъединилась, и отдельные его части начали раздвигаться в стороны, давая начало материкам, а нижние слои твердой земной поверхности образовали морское дно. Тот факт, что материки представляли собой обломки некогда единой поверхности, доказывается, по мнению Е. В. Быханова, совпадением очертаний берегов: берега Европы и Азии параллельны восточным берегам Америки, юго-восточный берег Гренландии параллелен северо-западному берегу Скандинавского полуострова, восточная часть Лабрадора соответствует Бискайскому заливу, залив Святого Лаврентия — Пиренейскому полуострову, Новая Шотландия — Гибралтарскому проливу, юго-восточный берег Южной Америки параллелен юго-западному берегу Африки, восточная часть Австралии соответствует западному берегу Южной Америки. Е. В. Быханов предположил также, что легендарный, якобы опустившийся материк Атлантида вовсе не опустился, а просто отодвинулся и Атлантида — это не что иное, как Южная Америка. Если бы и в наше время, заключает он, увеличилась скорость суточного вращения Земли, то современные материки раздвинулись бы еще дальше.

Несмотря на некоторую, впрочем, вполне естественную навязность гипотезы Е. В. Быханова, очень важно тщательное сопоставление очертаний берегов различных континентов. Сходство берегов послужило основой высказываний Ж. Бюффона и развитой значительно позднее гипотезы А. Вегенера. Вместе с тем в работе Е. В. Быханова сделано предположение, отсутствующее у А. Вегенера, о причине движения материков. Эту причину Е. В. Быханов видит в изменении осевого вращения Земли, что, в свою очередь, сближает его со сторонниками вра-

щательной гипотезы (И. Ертов, Валькер, Штрефлер, К. Клоден и др.).

Согласно гипотезе Дж. Дарвина, вращательная скорость Земли со временем уменьшается, однако изменение угловой скорости в жидкой массе происходит неравномерно. Даже небольшие отступления от средней угловой скорости могут привести к образованию широких морщин, давших начало материкам и направленных в северном полушарии с юго-запада на северо-восток, а в южном полушарии с северо-запада на юго-восток (Darvin, 1879a).

В 1880 г. немецкий ученый Г. Веттштейн сделал предположение о возможности перемещения материков под действием волн, возникающих вследствие солнечного притяжения в вязкожидком веществе Земли (Wettstein, 1880). О вращении Земли и перемещении континентальных частей при сохранении их взаимного расположения говорил К. Ф. Лöffенхольц Кольберг (Löffenholz von Colberg, 1886). М. Неймайр в своей «Истории Земли», первое издание которой было опубликовано в 1887 г., отмечал, что в течение третичного и четвертичного периодов Северная Америка соединялась с северо-восточной Азией, но вместе с тем в короткий срок была соединена и с Европой (Неймайр, 1899).

УСТАНОВЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ В РАСПОЛОЖЕНИИ МАТЕРИКОВ И ОКЕАНОВ. ВЛИЯНИЕ ЛУНЫ НА ИЗМЕНЕНИЕ ЛИКА ЗЕМЛИ

Попытки установить симметрию и закономерности в расположении и очертаниях материков и выявить связь этих закономерностей с происхождением и развитием Земли делались многими учеными. Кроме названных работ Ж. Бюффона, И. Ертова, Е. В. Быханова, отметим еще гипотезу английского ученого В. Грина, доказывавшего, что лик Земли имеет прямую связь с ее происхождением и последующим расплавленным состоянием ее недр.

По его мнению, земной сфероид при охлаждении стремился приблизиться к форме тетраэдра — это доказывает вытянутая остроконечная форма континентов южного полушария. Возникшая при этом деформация сопровождалась тетрагональными разломами, соответствующими горным системам. Ребра образованного тетраэдра соответствуют материкам, а вдавленные плоскости — океанам (Green, 1875, 1887).

На закономерности очертаний и расположения материков обратил также внимание А. П. Карпинский (1888). Однако, если Е. В. Быханов из подобных наблюдений сделал вывод о возможном расширении Земли и передвижении материков, т. е. оказался сторонником примитивной идеи мобилизма, то А. П. Карпинский на основании тех же наблюдений пришел к прямо

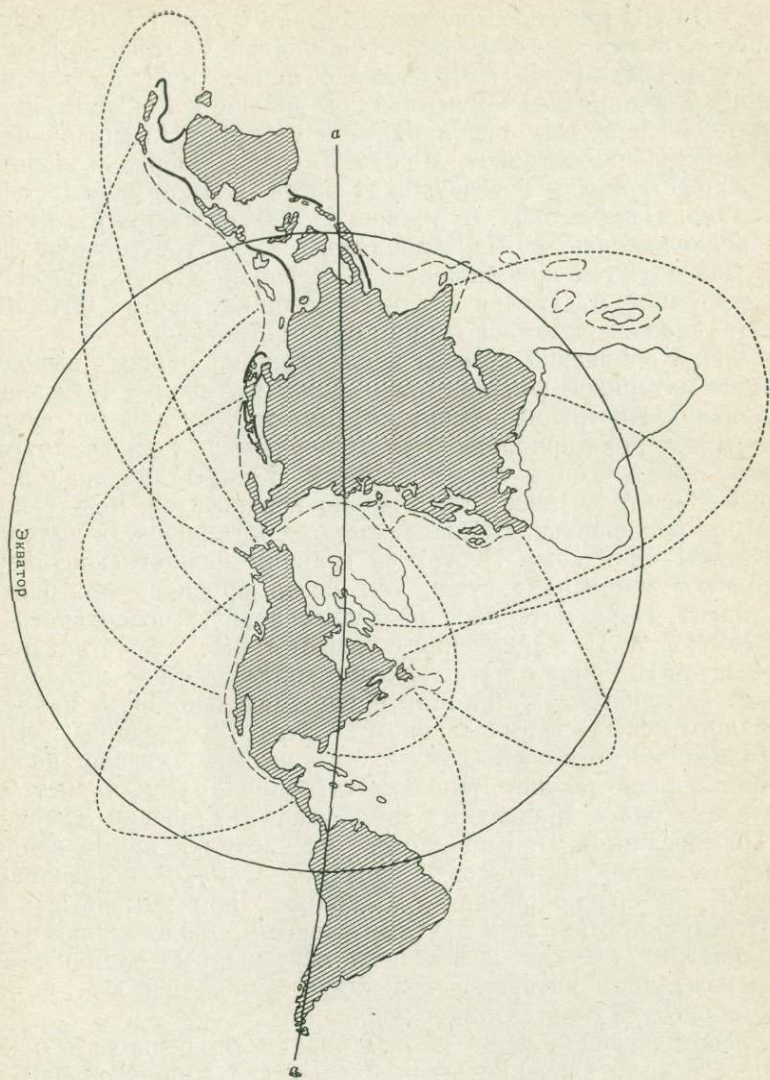


Рис. 5. Расположение материков в полярной проекции по А. П. Карпинскому

противоположному выводу — о несомненном постоянстве материков (Карпинский, 1888, стр. 252).

А. П. Карпинский считал, что сходство в очертаниях материков не случайно, но проявлялось больше в начальной стадии развития Земли. Однако, несмотря на изменения, закономерности их расположения можно заметить и теперь. А. П. Карпинский показал (рис. 5) расположение материков в полярной про-

екции. По его мнению, Бразилии соответствуют Ньюфаундленд и Аравия, Аляске — Новая Зеландия. Между Северной и Южной Америками находятся Антильские острова, между Северной Америкой и Евразией — Гренландия, дальше к Евразии примыкает Африка. Между Гренландией и Северной Америкой находится архипелаг островов. Между Индией и Африкой, возможно, существовали исчезнувшие части Индо-Африканского материка. Неизвестный (в то время) Южнополярный материк, по предположению А. П. Карпинского, имеет треугольную форму, один его угол приближается к Огненной Земле, другой — к юго-восточной Австралии. Соответствующие части материков имеют также сходство и в геологическом строении.

А. П. Карпинский пришел к следующим общим выводам. Группы материков (Антарктика — Южная Америка — Северная Америка и Австралия — Евразия) имеют треугольную форму, причем материки приближаются или примыкают один к другому углами — нижними и левым верхним. Каждый материк представляет нечто среднее относительно континентов, между которыми он расположен. Направление всех материков (в полярной проекции) одинаково. У верхней границы каждого континента находится «побочная» суша, тем более крупная, чем больше континент. Пояс материков разделяет водную поверхность на два океана. А. П. Карпинский отмечает также, что тетраэдрический закон В. Грина о расположении континентов не согласуется с распределением суши на Марсе, следовательно, он не является всеобщим физическим законом. Этот последний вывод А. П. Карпинского очень важен, так как он показывает необходимость сравнительного анализа строения других планет для получения более правильных заключений о строении Земли.

Построения А. П. Карпинского не касаются прямо вопроса происхождения материков и океанов. Однако исследования формы и расположения материков, произведенные как А. П. Карпинским, так и другими учеными, представляют большой интерес, так как, несомненно, между этими элементами и происхождением материков существует какая-то связь, не выявленная еще и современной наукой.

Господствующая идея рассматриваемого периода — о преимущественном значении вертикальных сил в образовании материков и океанических впадин естественно вызывала представление об их неизменном положении. Лишь в некоторых случаях могло допускаться частичное погружение материков.

Идею о постоянстве, перманентности, океанов мы находим у ряда авторов. На основании изучения морских глубоководных отложений экспедицией на судне «Челленджер», Дж. Меррей пришел к заключению о постоянстве океанов. В упомянутой выше работе Д. Дэна утверждал, что едва ли можно допустить, чтобы континенты и океаны могли перемениться местами — могли лишь изменяться их очертания (Дэна, 1875, т. II, стр. 212).

А. П. Карпинский (1888) утверждал, что большинство ученых пришло к убеждению об относительном постоянстве материков. К. Деттон не только утверждал постоянство материков, но даже считал создавшие их вертикальные движения необратимыми (Dutton, 1892). О постоянстве созданных при образовании Земли материков писал И. В. Мушкетов (1891). Однако, несмотря на установившиеся взгляды о постоянстве и неизменном положении материков, были попытки выдвинуть другую идею — о горизонтальных перемещениях континентов, — идею, приобретающую большое значение в последующем периоде и широко разрабатываемую в настоящее время.

Укажем еще на некоторые гипотезы конца XIX в. Начала развиваться идея об отрыве Луны от Земли и влияния Луны на изменения лика Земли. Дж. Дарвин предположил, что если Земля и Луна были ранее расплавленной жидкой массой, то они должны были составлять одно общее тело. В дальнейшем Луна оказывала особенно сильное влияние на экваториальные районы, вызывая передвижение поверхностных частей Земли по отношению к глубинным. Это изменение конфигурации, в свою очередь, вызывает перемещение земной оси и смещение полюсов. Вследствие всех этих причин крупные континенты располагаются к северу и к югу от экватора (Darvin, 1879a, б).

М. П. Рудский пришел к заключению о том, что силы действующие на Землю, — сжатие от охлаждения, вращение и др., — являются силами однообразными и равномерными, рельеф же Земли несимметричен. Но если предположить первичную неоднородность Земли, то те же однообразные силы будут производить несимметричные изменения в лике Земли. М. П. Рудский, как и Дж. Дарвин, предполагает громадную катастрофу на первых этапах развития Земли — отрыв Луны и образование на месте отрыва впадины Тихого океана. Эта катастрофа создала несимметричность в строении Земли. Вследствие стремления к установлению равновесия при новой форме Земли произошли деформации, вызвавшие образование материков и океанических впадин (Рудский, 1892).

Можно отметить также возникновение ядерной гипотезы развития материков. О «кристаллизации», или возникновении материков из отдельных центров, писал М. Бертран (Bertrand, 1887). К этому же времени относятся работы И. Д. Черского в Восточной Сибири. Исследуя массив архейских пород между Саянами, Байкальскими и Олекминскими горами, Яблоновым хребтом, Хентеем и Хангаем, И. Д. Черский пришел к заключению, что к этому массиву тангенциальным давлением прижались, нарастая на него, складки более молодых пород (Черский, 1886).

Подведем краткие итоги сказанному выше.

В XIX в. господствующие мнения об образовании материков и океанических впадин под действием вертикальных сил — глав-

ным образом поднятия, но в некоторых случаях и опускания — были связаны с тектоническими гипотезами (поднятия, контракции, изостазии) и с соответствующими представлениями о внутреннем строении Земли. Взгляды эти порождали идеи о постоянстве созданных раз и навсегда материков и заполненных водой океанических впадин — так развивалась идея фиксизма (Д. Дэна, Дж. Меррей, А. П. Карпинский, К. Деттон, И. В. Мушкетов). Однако в то же время была намечена и идея мобилизма (Е. В. Быханов).

Постепенно развивались также взгляды о происхождении материков и океанов под действием космических, глобальных, причин, а именно вращения Земли (И. Ертов, К. Клоден, Валькер, Штрефлер, Ноак, Дж. Дарвин, М. П. Рудский). В связи с гипотезой вращения, а иногда и независимо от нее проводилось изучение формы и расположения материков с целью найти закономерности, указывающие на их происхождение (И. Ертов, Е. В. Быханов, В. Грин, А. П. Карпинский, Э. Зюсс).

Глава V

БОРЬБА ИДЕЙ О ВЕДУЩЕЙ РОЛИ ГОРИЗОНТАЛЬНО ИЛИ ВЕРТИКАЛЬНО НАПРАВЛЕННЫХ СИЛ В ОБРАЗОВАНИИ ОСНОВНЫХ ФОРМ (НАЧАЛО XX В.—60-е ГОДЫ)

Переход от XIX к XX в. характеризуется важными изменениями в развитии социально-экономических отношений. Капитализм вступил в высшую стадию — стадию империализма. «Империализм вырос как развитие и прямое продолжение основного свойства капитализма вообще. Но капитализм стал капиталистическим империализмом лишь на определенной, очень важной ступени своего развития, когда некоторые основные свойства капитализма стали превращаться в свою противоположность, когда по всей линии сложились и обнаружались черты переходной эпохи от капитализма к более высокому общественно-экономическому укладу» (В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 27, стр. 385). Бурный рост промышленности стимулировал новые научные открытия. Однако вместе с тем накопление новых научных данных привело к ломке старых научных понятий. Реакция в области идеологии, распространение идеализма оказали влияние на развитие естествознания, особенно физики. «Суть кризиса современной физики, — писал В. И. Ленин, — состоит в ломке старых законов и основных принципов, в отбрасывании

объективной реальности вне сознания, т. е. в замене материализма идеализмом и агностицизмом» (В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 272—273).

В науках о Земле этот период характеризуется отказом от некоторых установившихся понятий и появлением новых, часто противоречивых представлений.

НОВЫЕ ИДЕИ О СТРОЕНИИ ЗЕМЛИ

На рубеже XIX и XX вв. произошла резкая смена общих представлений о происхождении, строении и развитии Земли. Гипотеза Канта — Лапласа, сыгравшая огромную роль в науке, оказалась слишком примитивной для объяснения новых научных данных и была оставлена.

В 1901 г. американские астрономы Ф. Мультион и Т. Чемберлин предложили гипотезу об образовании Земли из мелких твердых частиц — планетозималей. В 1916 г. английский астроном Д. Джинс высказал гипотезу об образовании планет из вещества Солнца. Эта гипотеза была охотно принята в науке и характерна для первой половины XX в. Во всяком случае, было принято считать, что если Земля и проходила когда-то раскаленно-жидкую стадию, то в настоящее время она полностью затвердела, но разделилась при затвердевании на ряд оболочек.

На основании исследования метеоритов, а также данных сейсмологии в 1897 г. Э. Вихерт высказал мысль о «двухслойной» Земле, состоящей, кроме коры, из железного ядра и каменной оболочки — мантии. В дальнейшем сейсмическая модель Земли уточнялась и совершенствовалась. В 1910 г. А. Мохоровичич на основании изучения волн землетрясения в Аграме (Загребе) установил поверхность раздела между земной корой и нижележащей оболочкой, находящуюся на глубине 50 км. В 1914 г. Б. Гутенберг установил границу ядра на глубине 2900 км. В 1925 г. В. Конрад открыл поверхность раздела между гранитным и базальтовым слоями в земной коре, в 1936 г. Инге Леман установила наличие внутреннего ядра Земли радиусом 1500 км.

Для проблемы происхождения материков и океанов особенно важны исследования земной коры и залегающего ниже пластичного слоя. Предположение об этом слое было высказано Э. Вихертом в 1910—1911 гг. и уточнено в 1912 г. Б. Б. Голицыным, установившим его границы между критическими поверхностями 106 и 232 км. В 1926 г. Б. Гутенберг сделал вывод, что слой пониженных скоростей сейсмических волн находится на глубине от 80 до 200 км. Сам Б. Гутенберг вернулся к этим исследованиям лишь в 40-х годах. В настоящее время исследованию этого слоя, как будет показано ниже, придается очень большое значение.

Такова была та сейсмическая модель строения Земли, на которую опирались представления как о ее внутреннем строении, так и о происхождении материков и океанов. Эта последняя проблема, в свою очередь, была тесно связана с тектоническими гипотезами и изучением вещественного состава земной коры и нижележащего слоя.

Предположения о различии материковой и океанической коры было подготовлено гипотезой изостазии и подтверждалось в дальнейшем в различных областях науки о Земле. В 1891 г. Г. Уайльд на основании исследования земного магнетизма высказал предположение о том, что под океанами располагается главная масса железа. Так как считалось, что ядро Земли состоит из железа, то, следовательно, дно океана соответствует более глубоким, нежели материки, зонам Земли. В 1909 г. Э. Зюсс установил наличие оболочек *Sal* и *Sima*, соответствующих земной коре и нижележащему слою. Сделанное сейсмологами предположение о наличии слоя с особыми свойствами ниже земной коры было подкреплено исследованиями американского геолога Дж. Баррела (*Barrel*, 1914), считавшего, что для сохранения изостатического равновесия Земли под твердой земной корой должен находиться мягкий, пластичный слой, который был назван им «астеносферой». Исследованиям состава земной коры и подкорового слоя были посвящены работы американского петрографа Р. Дели. Основой его взглядов была планетозимальная гипотеза Т. Чемберлина, при принятии первоначально расплавленного состояния наружного слоя Земли. Земная кора, по его мнению, состоит из трех слоев: осадочного, гранитного и базальтового. Гранитный и базальтовый слои выделились в жидком состоянии путем ликвации, причем гранитный слой прерывистый и покрывает лишь одну треть земной поверхности (*Daly*, 1914). В более поздней работе (*Daly*, 1933, Дели, 1935), развивая свои взгляды, он составил схему строения земных оболочек под континентами и океанами, показав их резкое различие. Континенты сложены гранитным сиалем, подстилаемым кристаллической симой, ниже которой находится базальт, а разрез океанического дна ниже толщи воды и толстого слоя ила начинается прямо с кристаллической симы и стекловатого базальта. По этому вязкому базальтовому субстрату может происходить горизонтальная миграция континентов, но может происходить и опускание больших участков коры в пластичный горячий базальт, что сопровождается излиянием больших масс базальта на поверхность.

Новые представления о строении земной коры подготовили развитие новых взглядов об образовании материков и океанов. Наряду с представлениями о первичном или вторичном происхождении океанов вступают в борьбу идеи о преимущественном значении горизонтально или вертикально направленных сил в образовании этих форм.

ПЕРВИЧНОСТЬ ОКЕАНОВ.
ГИПОТЕЗА ПЕРМАНЕНТНОСТИ

Первичное происхождение всех океанов

Гипотеза перманентности и первичного происхождения океанов развивалась в XX в. наряду с гипотезой их вторичного происхождения. Представления о перманентности материков и океанов в их крайнем выражении сводятся к тому, что эти формы после своего образования не менялись местами, т. е. суша никогда не становилась дном океана и наоборот. Корни этих взглядов можно проследить в древности. Действительно, в первых наивных легендах Вавилона, Индии и Египта не допускалось никакого сомнения в незыблемости созданных суши и моря. В античной науке та же идея заметна у Анаксимандра, в эпоху Возрождения — у Леонардо да Винчи. В период господства идеи первичности материковой коры и теории обрушения на перманентности материков и океанов основаны взгляды Р. Декарта, Н. Стенона, Т. Бёрнета, Д. Вудворда, Г. В. Лейбница, А. Кирхера, В. Мелле. Неподвижными считались материки, обнажившиеся при понижении уровня мирового океана (Ж. Бюффон, И. Г. Леман, П. С. Паллас). Не «двигались» материки и в представлениях сторонников гипотезы поднятия и контракционной гипотезы, объединенных общей идеей образования материков и океанических впадин под влиянием вертикально направленных сил (Л. Бух, А. Гумбольдт, Э. Зюсс, Ж. Делюк, И. В. Мушкетов). В работах Д. Дэна (Dana, 1847) совершенно четко было выдвинуто положение — «океан есть всегда океан».

Следует отметить, что параллельно с гипотезой постоянства развивались и взгляды о чередовании поднятий и опусканий материков и океанического дна, об изменении вида земной поверхности. Такие взгляды были у Платона, изложившего предание об Атлантиде, а также у Аристотеля, Страбона, Плиния, в работах «Братьев чистоты», Ибн-Сины, позднее Б. Варениуса. О наступании моря на сушу при неподвижности материков говорил Ж. Бюффон, о смене суши и моря — Р. Гук, М. В. Ломоносов, Д. Геттон, Ж. Кювье. Идея изменчивости была прогрессивной, однако слишком упрощенное представление о простой смене поднятий и опусканий отдельных участков земной коры уже с конца XIX в. оказалось несовместимым с новыми понятиями о более сложном строении Земли и земной коры.

Наиболее ярким выражением гипотезы перманентности можно считать работу американского геолога Б. Виллиса (Willis, 1910). Основной его принцип заключается в следующем: большие океанические бассейны являются постоянными элементами земной поверхности и существовали там же, где они находятся теперь. Контур их медленно изменялся после заполнения водой.

Это заключение, по мнению Б. Виллиса, может быть доказано следующими фактами.

1. Континенты никогда не были затоплены до глубин океанов и, следовательно, никогда не могли быть океаническими впадинами.

2. Океанические бассейны всегда были такого же объема, как и в настоящее время, так как они содержат большую часть воды на земном шаре. Если морская вода иногда заливала континенты, то образовывались лишь сравнительно мелкие эпиконтинентальные моря. Следовательно, лишь незначительная часть существующих бассейнов могла быть занята сушей.

3. Уровень океанического дна зависит от плотности слагающего его материала. Превращение континентов в океанические впадины и обратно обусловило бы изменение плотности огромного количества материала. Однако в истории Земли нет таких фактов, и объяснить причину подобного изменения материалов невозможно.

Несколько иначе подходил к данной проблеме И. Д. Лукашевич. Принимая первичность океанов, он допускал возможность поднятия и опускания ранее образованных материков. Его взгляды были основаны на сочетании контракционной и изостатической гипотез и вместе с тем на оригинальных представлениях о внутреннем строении Земли. Доказательство сжатия Земли И. Д. Лукашевич видел в том, что в процессе денудации все горные системы на Земле должны были быть смыты до основания. Но горы существуют, так как этому противодействует процесс горообразования, причиной которого является сжатие Земли. Сопоставление сжатия Земли, необходимого для образования горных систем, и коэффициента сжатия твердых тел показывает, по мнению И. Д. Лукашевича, что Земля не может быть абсолютно твердой, внутри нее находится газовое ядро. Согласно его расчетам, для того, чтобы смыть Альпы до среднего уровня современных материков, понадобилось бы 20 млн. лет, а для образования Альпийской системы радиус Земли должен был бы уменьшиться на 0,65 км, и при коэффициенте сжатия Земли, равном коэффициенту сжатия твердых тел, температура Земли должна была бы понизиться на $6,7^\circ$, на что потребовалось бы 26 млн. лет. Две приведенные цифры — длительность размыва и длительность горообразования не соответствуют одна другой¹. Следовательно, для Земли в целом нельзя принимать коэффициент сжатия твердых тел. Наличие газового ядра может обусловить более быстрое сокращение земного шара, и следовательно, поднятие гор будет происходить быстрее, чем их денудация. Эти выводы И. Д. Лукашевича могут считаться спорными, однако чрезвычайно важна сама постановка проблемы.

¹ При неточности принятого метода расчета эти две цифры можно считать тождественными, на что И. Д. Лукашевич не обратил должного внимания.

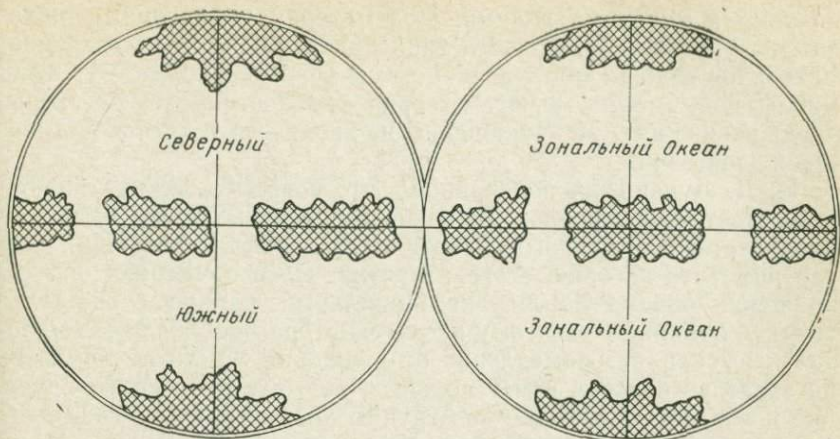


Рис. 6. Схема первоначального распределения континентов и морей на нашей планете по И. Д. Лукашевичу

Образование материков И. Д. Лукашевич представлял себе следующим образом. После формирования первоначальной коры скорость охлаждения раскаленного ядра стала превосходить скорость охлаждения земной коры. На ней начали появляться узловатости — горные цепи, которые возвышались над покрывавшим поверхность Земли океаном. Эти воззрения вполне соответствовали контракционной гипотезе. Горы, т. е. складки, вызванные боковым давлением, дали начало материкам. При размывании гор отлагались осадки, которые выдвигали сушу в сторону моря. Следовательно, современные материки образовались вследствие сокращения и частичного утолщения океанической коры. Для образования всех континентов и островов достаточно сокращения земного радиуса на 261 км, а такое сокращение также может быть только при наличии газового ядра Земли. Таким образом, в работах И. Д. Лукашевича тесно связываются проблемы внутреннего строения Земли и образования материков.

Дальнейшее развитие материков оказывается, вместе с тем, связанным с существованием промежуточного магматического слоя. Вертикальные движения суши вызываются, по мнению И. Д. Лукашевича, как сжатием ядра и оседанием поверхности Земли, так и разгрузкой участков суши при размывании. Осадки переносятся с повышенных участков суши в море. Кора внедряется в расплавленный магматический слой и погружается в него до тех пор, пока гидростатическое давление не приподнимет всей толщи осадков. Тогда этот участок всплывет, давая начало новой суши. Одновременно из-под размытых участков суши произойдет отток магмы для заполнения пространства под поднявшимися участками. Размытые участки снова опустятся и

покроются морскими водами. Под материками и горами находится фундамент из более легких пород. Поэтому основания материков глубже сидят в магме, чем кора океанов, где уровень магмы поднимается выше. Теория равновесия земной коры, предложенная И. Д. Лукашевичем, вполне согласуется с гипотезой изостазии.

И. Д. Лукашевич подчеркивал, что современные континенты не соответствуют первозданным формам рельефа, но являются продуктами длительного развития. Он попытался в общих чертах наметить историю этого развития. По его мнению, при сокращении объема Земли экваториальный радиус сокращался быстрее полярного, поэтому вдоль экватора возникали меридиональные складки. Замедление от вращения Земли от приливов на экваторе больше, чем у полюсов, поэтому происходит кручение и образование у полюсов группы косых складок. Таким образом, у полюсов и у экватора образуется первичная суша. Первоначальное распределение ее было зональное (рис. 6). В дальнейшем суша увеличивалась в размерах, в некоторых местах ее области смыкались, части ее исчезали или нарастали, поэтому симметрия нарушалась.

Особое внимание И. Д. Лукашевич уделил строению современных континентов. По его мнению, Европа образовалась из Скандинавско-Русского выступа полярной архейской суши. К этому выступу в палеозое, мезозое и кайнозое примыкали складчатые хребты, а сама суша была затоплена морем. Ядро Азии составляет Ангарский выступ архейской полярной суши, к нему примыкали складки того же возраста. Африка является частью экваториального кольца и образовалась из двух архейских массивов — Африканского и обломка Южной Атлантиды (Западный Судан). Центральную и северную части Северной Америки составляет треугольный архейский массив, к нему прилегают складки более молодого возраста. Часть Южной Америки составляют архейские складки, которые в области экватора образовали Гвиано-Бразильский массив. Австралия представляет собой обломок экваториального кольца.

В заключение И. Д. Лукашевич отметил, что наряду с разрушением старых частей суши шло нарастание новых, в виде венцов складчатых хребтов. Самые древние архейские складки уже погибли, Азия, Европа и Северная Америка увеличились в размерах, а Южный полярный континент уменьшился. Часть древних континентов погибла, как, например, Северный полярный континент, северная и южная Атлантида, Гондвана, Пацифик. Этим И. Д. Лукашевич подчеркивал, что жизнь континентов ограничена во времени (Лукашевич, 1911).

К начальной стадии развития Земли относил образование материков и океанических впадин А. П. Павлов (1922). По его мнению, моделью такой начальной стадии без воды, атмосферы и покрова осадочных пород является Луна. Ее рельеф образовал-

ся при охлаждении. Вследствие выделения газов из находившейся под лунной корой магмы отдельные участки коры расплавились и такие лавовые моря оказывались ниже более устойчивых участков. При дальнейшем охлаждении эти лавовые области застывали — так образовался современный рельеф Луны, и таким же был рельеф Земли в доархейское время. Лишь позднее впадины заполнились водой, образовав океаны.

Л. Кобер считал, что первозданные океаны и континенты образовались в догеологическое время. Земля ранее проходила стадию белого и желто-красного каления, стадию изменчивой звезды, затем она стала темной, затвердела, образовалась кора, континенты и океаны, выделилась атмосфера и гидросфера. Позднее образовались вторичные геосинклинальные океанические бассейны. Таким образом, суша и море соответствуют стабильным и лабильным зонам (Кобер, 1921, 1925).

С. Н. Бубнов (Bubnoff, 1931; Бубнов, 1934) указывал, что гипотеза перманентности океанов, особенно для Тихого океана, является вполне вероятной. Океанические бассейны, по его мнению, — это перманентно-глубокие области с тенденцией непрерывного погружения. Материки никогда не были океаническим дном, но покрывались лишь мелким морем, так как глубоководные отложения на материках и шельфах отсутствуют. Первичное основание континентов — глыба или ядро, к которому впоследствии припаиваются другие элементы. Так, например, к архейскому ядру пра-Европы были последовательно припаяны геосинклинали, впоследствии консолидировавшиеся. Нарастание ядер континентов, консолидация и рост материков, и перманентная направленность этого развития является, по С. Н. Бубнову, основным законом формирования Земли.

Образование ядер и первичную расчлененность земной коры С. Н. Бубнов связывал с догеологической стадией развития Земли, исходя из дифференциации ее вещества в жидкорасплавленном состоянии. Если сравнивать сиалическую кору континентов со слоем шлака, то здесь возможны два варианта. Во-первых, этот слой при своем образовании мог быть прерывистым, и древние архейские массивы — участки первичной коры — составляют древние ядра материков. Во-вторых, слой шлака покрывал всю поверхность Земли и впоследствии был разорван. В последнем случае, как считал С. Н. Бубнов, необходимо предположить отделение Луны от Земли.

Первичное расчленение коры сильно отличалось от современного, к настоящему времени ядра континентов значительно увеличились в размерах. С. Н. Бубнов подчеркивал принципиальную противоположность океанических бассейнов и континентов. Наружная часть земной коры, по его мнению, неоднородна и является мозаикой отдельных глыб. Более легкий слой земной коры, составляющий материк, отсутствует под океанами. Океаническое дно по своему строению близко подходит к геосинклинали.

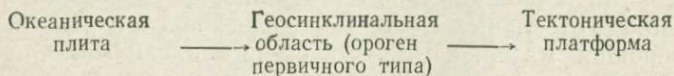
Утверждая перманентность основных форм, С. Н. Бубнов вместе с тем допускал и некоторую подвижность континентов. Он считал, что в направлении движения континентальных глыб преобладает сжатие, перпендикулярно к этому движению — расширение и разрывы. Раскрывание и смыкание геосинклиналей являются следствием сжатия и расширения при движении континентальных глыб.

С. Н. Бубнов связывал происхождение и развитие материков и океанов с ранней историей Земли и неоднородностью земной коры. Его гипотеза хорошо согласовывалась также с учением о геосинклиналях и представлением о перманентности основных форм при допущении подвижек континентальных глыб.

Представления С. Н. Бубнова об архейских ядрах континентов можно связать также с ядерной, или нуклеарной, гипотезой. Эта идея, как уже указывалось, была высказана в конце XIX в. М. Бертраном и И. Д. Черским. Позднее, в 1919 г., Т. Арльдт выделял архейские ядра — Канадское, Скандинавское, Балтийское и Манчжуро-Сибирское, которые, по его мнению, являются основой современных материков (Arltdt, 1919).

Эта гипотеза пользовалась популярностью среди американских геологов, так как находила как будто бы подтверждение в геологическом строении Североамериканского материка с древней платформой в центре и окружающими эту платформу геосинклиналями. В 50-х годах эту гипотезу поддерживали М. Кэй и Д. Вильсон (1959) — в то время сторонник предположения о перманентности океанов, а впоследствии, уже с 1961 г. — горячий и убежденный мобилист. Д. Вильсон считал, что Североамериканский материк увеличивался за счет магматогенного разрастания из нескольких ядер. М. Кэй поддерживал это мнение, подчеркивая, что континентальное ядро должно было иметь линейную форму (Кэй, 1955).

В некоторых ранних работах П. Н. Кропоткин (1948, 1956) доказывал, что материковые массивы разрастались за счет геосинклиналей при поступлении снизу гранитного, андезитового и базальтового материала. По этой концепции, океанические плиты являются остатками первичной земной коры, не подвергавшимися складчатости; с древнейшего геологического времени они были покрыты водой. Образование материков проходит стадии островных дуг и подводных хребтов, возникающих вследствие поднятия легкого силикатного материала по расколам в земной коре и последовательного превращения архипелагов островов в складчатую область и платформу. Иными словами, первично однородная океаническая кора превращается в континентальную по следующей схеме (Кропоткин, 1956):



Приблизительно в те же годы Е. В. Павловский подчеркивал, что прерывистая гранитная сиалическая оболочка начала развиваться с начала архея в области крупных поднятий первичной базальтовой коры. В этих областях формировались геосинклинали, переходившие во вторичные континентальные платформы. Основное направление геотектонического процесса — разрастание континентальных платформ за счет сокращения площадей первичных симатических платформ, т. е. зон оседания, или талассогенеза (Павловский, 1953).

Первичное происхождение Тихого океана при отрыве Луны от Земли

Предположение об отделении Луны от Земли на ранней стадии развития было весьма распространенным в первой половине XX в. После работ Д. Дарвина, О. Фишера, М. Рудского та же идея высказывалась в работах В. Пикеринга, считавшего, что из сорванного с Земли сиала образовалась Луна, а на месте ее отрыва возник Тихий океан (Pickering, 1907). По мнению В. Бови, возникновение материков и океанов может быть вызвано приливовообразующими силами под действием Солнца на Землю в то время, когда Земля состояла из очень слабого материала, возможно жидкого, с тонкой корой. Луна оторвалась от Земли, при этом была оторвана большая часть корового материала. Континенты состоят из той части коры, которая не была сорвана (Bowie, 1930, 1935).

На неоднородность строения Земли и разрыв сплошности ее оболочек указывал В. И. Вернадский. Он считал, что гранитная оболочка образуется из существовавших раньше биосфер суши, которые он называл «былыми биосферами». Под Тихим океаном нет гранитной оболочки, так как здесь не было суши. В. И. Вернадский (1942) допускал возможность происхождения Тихого океана при отрыве Луны от Земли.

Возникновение материков на ранней стадии развития Земли предполагал также В. А. Обручев (1946). Он являлся сторонником «горячей» космогонической гипотезы и считал, что Земля образовалась из клубка раскаленных газов, превратившегося при остывании в огненно-жидкий шар. Вследствие вращения от жидкого шара оторвался сгусток — так образовалась Луна. При дальнейшем охлаждении поверхность Земли покрылась корой, на которой наметились выпуклости и впадины, т. е. материки и океаны, причем самая крупная впадина образовалась там, откуда оторвалась Луна.

Более четко гипотеза отрыва Луны от Земли была разработана Г. Квиригом. Он предположил, что Луна была оторвана от Земли встречным небольшим небесным телом. При глубокой эруптивной конвекции из Земли была выброшена огненно-жидкая магма в виде капель и обломков, которые постепенно соеди-

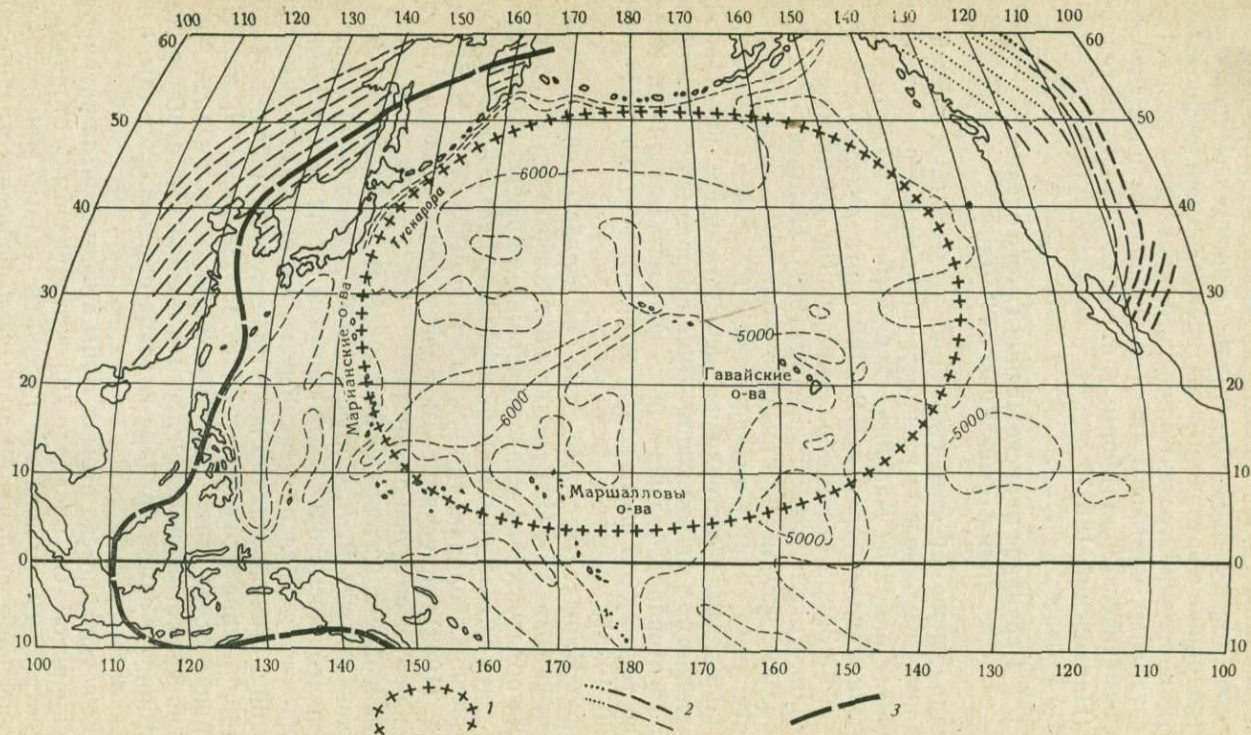


Рис. 7. Депрессия в северной части Тихого океана, как след отрыва Луны (по Г. Квингунгу)

1 — лунный шрам; 2 — линии тихоокеанских складок лаврентьевской революции; 3 — западный край очагов глубоководных землетрясений

нились, образовав Луну. Отрыв от Земли произошел, вероятно, в области Тихого океана. Место отрыва — между экватором и 50° с. ш. и 130° в. д. и 130° з. д. (рис. 7). Отрывом Луны, по мнению Г. Квинринга, можно объяснить отсутствие сиалической коры в Тихом океане. При взрыве был вырван не только верхний слой коры, но и жидкая симатическая пироксенитовая и оливиновая магма. Глубокое отверстие было затянуто поднявшимися токами базальтовой, пироксенитовой и оливиновой магмы, при этом образовалась плоская депрессия глубиной 5,2 км (Quiring, 1953).

Большую роль вращению Земли в формировании ее структурных элементов придавал Н. И. Леонов. По его мнению, материки являются обломками дискретной сиалической оболочки. Анализируя закономерности строения земной поверхности, Н. И. Леонов отмечает наличие двух групп материков — северной и южной, причем суммы площадей каждой из этих групп, по расчетам Н. И. Леонова, равны между собой. Такое симметричное деление на два полушария согласуется с вращением Земли. Границей между этими двумя группами является линия широтного разлома. Образование материков рисуется Н. И. Леонову следующим образом.

При вращении Земли (вращавшейся, до отрыва части сиала, быстрее) под воздействием центробежных сил образовалось экваториальное вздутие, которое в дальнейшем оторвалось в виде широтного пояса шириною от 45° с. ш. до 45° ю. ш. Толщина оторванного сиала — 50 км. На месте оторвавшегося пояса площадью в 360 млн км² образовался широтный пан-океан. Отрыв сиала произошел именно там, где «отрывающие» центробежные силы наиболее эффективны.

После отрыва широкой полосы сиала, покрывавшего планету до отрыва сплошь, уцелели два праматерика вокруг полюсов — Арктогея и Антарктогея, равные по площади (по 75 млн км²). Оторвавшийся от Земли пояс сиала, равный $1/82$ массы всей Земли, образовал новое небесное тело — спутник Земли (Луну).

Под влиянием тех же сил праматерики — северный и южный — сдвигались к экватору. При этом Арктогея, сползая всей массой, разорвалась на несколько материковых блоков и островов. Что же касается Антарктогеи, то ее срединная часть осталась в околополярных широтах, а оторвавшиеся от нее части — Африка и глыбы Аравийского и Деканского полуостровов, Австралия и Южная Америка — расползлись, продвигаясь на север до встречи с двигавшимися к экватору частями Арктогеи. В результате столкновения материков возникали геосинклинальные области, на месте которых в процессе дальнейшего надвигания возникали складчатые горы и окраинные моря. Итак, материки подвижны, площадь их увеличивается, океанические впадины постоянны, развитие земной коры необратимо (Леонов, 1949, 1961).

ИСТОРИЧЕСКОЕ ПРОИСХОЖДЕНИЕ ОКЕАНОВ ПО ГИПОТЕЗЕ МОБИЛИЗМА

Дрейф ранее образованных континентов

Утверждение в науке новых представлений об общем строении Земли и особенно о наличии подкорового магматического слоя послужило основой для развития гипотезы дрейфа континентов.

Выше нами были отмечены отдельные высказывания, которые можно рассматривать как истоки гипотезы мобилизма (Пласе, М. В. Ломоносов, К. Шредер, Е. В. Быханов, Г. Веттштейн, Лoffенхольц фон Кольберг, М. Неймайр). В начале XX в. эта идея получила значительное развитие.

Ф. Б. Тейлор (Taylor, 1910) придавал большое значение существованию крупного мирового пояса третичных складчатых гор, протягивающихся вдоль берегов обеих Америк и Азии, и считал, что этот пояс образовали горизонтальные движения от океана к суше. Отсюда был сделан вывод о том, что континенты в третичный период также были подвержены действию тангенциальных сил. Прежнюю общность континентов доказывает их сходство в структурном отношении. Например, Евразия с Аляской и частью Северной Африки в структурном отношении являются единым целым, Северная Америка — единое целое с Гренландией. Евразия и Северная Америка в третичное время двигались с севера на юг. Ф. Б. Тейлор подробно описывает третичные горные сооружения Евразии, Америки и южных материков. Однако в его гипотезе о движении материков не освещается вопрос о их происхождении.

П. Н. Чирвинский (1913) исходил из предположения о перемещении полюсов, рассматривая это перемещение с геологической точки зрения. Ввиду того, что земная кора, сохраняя равновесие, плавает на жидкой или вязкой магме, угловые скорости коры и подстилающего ее вещества, по мнению П. Н. Чирвинского, должны быть различны. Поэтому возможна подвижность земной коры по отношению к оболочкам Земли. Вместе с тем при опускании крупных материковых масс, как, например, Атлантиды или части Гондваны, новое распределение материков и океанов вызовет и иное воздействие центробежной силы, стремление переместить более тяжелые континентальные массы к экватору. Материки и их корни, опущенные в магму, окажутся рычагами, на которые надавливают вращающиеся магматические массы, и, таким образом, поворачивается земная кора. Ось вращения земной коры будет перемещаться до тех пор, пока не совпадет с земной осью. При смещении полюсов могут возникнуть разломы земной коры и произойти смещение некоторых частей континентов.

П. Н. Чирвинский высказал также интересную мысль о том, что подкоровый магматический пояс, возможно, является не реликтовым, т. е. оставшимся от прежнего раскаленного состояния

Земли, а образованным вследствие трения при движениях земной коры.

Период первых лет XX в. можно считать подготовительным, переходным к новым воззрениям. Постепенно развиваясь, идея перемещения материков получила подкрепление в новых представлениях о строении Земли, об изостазии, о существовании подкорового высокопластичного слоя. На основе новых данных господствующее значение получила идея об образовании материков при горизонтальных движениях земной коры и принципиально различном строении материковой и океанической коры. Наиболее ярко эта мысль была развита в работах А. Вегенера и его последователей.

Разрыв сиалической коры

Идея о дрейфе материков была высказана А. Вегенером в ряде докладов и в статье 1912 г., а затем в книге, опубликованной в 1915 г. (Wegener, 1915) и выдержавшей ряд изданий.

Исходным моментом взглядов А. Вегенера, как и ряда других авторов, является сходство очертаний береговых линий Южной Америки и Африки. Совпадение это, по мнению А. Вегенера, не является случайным. Учитывая новые данные геологии, он подчеркивает, что контракционная гипотеза, сыгравшая большую роль в науке, к настоящему времени утратила свое значение и особенно полную несостоятельность обнаруживает в вопросе происхождения материков и океанов. В самом деле, по новым данным геофизики, столь сильное охлаждение и сжатие Земли, которое предполагалось по классической контракционной гипотезе, невозможно ввиду радиоактивного распада. Кроме того, при равномерном сжатии вся поверхность Земли была бы покрыта морщинами, т. е. горами, что не соответствует действительности. Тем более невозможно объяснить с точки зрения контракционной гипотезы происхождение более крупных форм Земли. Гипотезе сжатия А. Вегенер противопоставил гипотезу перемещения материков, в основу которой положена гипотеза изостазии, представления о вязко-жидком состоянии всей Земли или ее подкорового слоя, учение о постоянстве материков и, что самое важное, представление о резком различии природы материковых глыб и океанических впадин.

По мнению А. Вегенера, материки плавают, сохраняя равновесие, в подстилающей земную кору вязкой массе, подобно айсбергам в море. Материки существовали всегда, никогда в истории Земли не были дном океанов, покрываясь лишь иногда водами мелкого моря. Следует отметить, что гипотезе постоянства материков и океанических впадин, крайним выражением которой являлись взгляды американца Б. Виллиса (Willis, 1910), противопоставлялась гипотеза опустившихся промежуточных материков. А. Вегенер подчеркивал, что эти две точки зрения примиря-

ет его гипотеза, согласно которой связь материков происходила не через опустившиеся промежуточные части, а путем их непосредственного соприкосновения: постоянны не отдельные океаны и материки, а постоянны площади океанических впадин и материков. Материковые глыбы мощностью около 100 км плавают в массе иного состава, которая остается не покрытой на дне океана, и выступают из этой массы приблизительно на 5 км.

Образование этих крупных форм, по А. Вегенеру, происходило таким образом. В догеологические времена сиалическая кора, возможно, покрывала всю Землю. Мощность ее была около 30 км. Затем кора разрывалась, отдельные ее куски сдвигались и сминались. Вначале разрывы были похожи на те, которые образуют современные восточноазиатские грабены. Позднее эти разрывы расширялись, образуя океаны. Первым от сиалического покрова освободилось дно Тихого океана. А. Вегенер отмечал, что современные океаны различны по глубине и по возрасту: более древние океанические впадины более глубоки, так как дно их охлаждено сильнее и имеет больший удельный вес. Таким образом, глубина Тихого океана подтверждает его древность.

Участки сиалической коры, разделенные разрывами, все более утолщались и поднимались над уровнем мелкого моря, покрывавшего ранее всю сиалическую кору, — так образовались материки. Этот процесс продолжался и дальше — сиалический покров в истории Земли делается все меньше по площади, но больше по толщине. Окончательное разделение материков океаническими впадинами и формирование современного вида земной поверхности произошло в четвертичный период. В настоящее время материки занимают $\frac{1}{3}$ поверхности Земли, но если расправить все складки, то такая растянутая оболочка могла бы снова покрыть всю Землю. При разрыве коры оставались ее обломки, которые теперь выступают со дна океана в виде островов. Иногда цепи островов обнаруживают замечательный параллелизм — так, например, острова Тихого океана имеют простирание 63° з. д., что указывает на направление перемещения материков.

— Таковы основы классических идей А. Вегенера по вопросу об образовании материков и океанов. Для обоснования прежнего соединения материков А. Вегенер привел ряд доказательств из различных областей знаний о Земле.

Доказательства из области геофизики связаны с установлением двух типов коры — океанической и материковой. При сравнении двух групп высот и глубин, материкового плато и океанических впадин, по закону К. Ф. Гаусса на гипсографической кривой должен был быть один максимум, но их два, следовательно, материки и океаны — это различные оболочки земной коры. Это различие доказывается и другими данными геофизики. Согласно измерениям силы тяжести, оболочка дна океана имеет меньшую толщину, более плотна, и состоит из пород более магнитных, чем материки. Сейсмические волны распространяются через ма-

терики и океаническое дно различным образом — это также доказывает различие этих форм.

Для доказательства бывшей ранее общности материков приводится сравнение геологического строения противоположных берегов Атлантического океана (сходство гнейсового плато Африки и Бразилии, сходство осадочных пород, простирая древних складок и т. д.).

Используя палеонтологические и биологические доказательства, А. Вегенер пришел к заключению, что связь Австралии и Индостана с Южной Африкой существовала до юрского периода, связь между Южной Америкой и Африкой прекратилась между средним и верхним мелом. Связь между Северной Америкой и Европой существовала с древних времен, но прерывалась в кембрийский, пермский, юрский и меловой периоды. Изменения климатов, основанные на палеоклиматических данных, также доказывают перемещение материков. Перемещения продолжаются и в настоящее время — это подтверждается геодезическими измерениями, констатирующими изменения во взаимном расположении Гренландии и Европы.

Перемещение материков происходит, по А. Вегенеру, в двух направлениях — экваториальном и западном. Направление экваториальное, названное им «бегством от полюсов», показано на примере Австралии и Южной Америки. Перемещение в западном направлении доказывается существованием складчатых гор на западе Америки и обломков материка — островов у берегов Восточной Азии. Какие же силы вызывают эти перемещения? В этом главном вопросе после ярких и убедительных доказательств своей гипотезы А. Вегенер неожиданно становится в тупик, констатируя, что этот вопрос еще находится в стадии разрешения и на него не может быть дан удовлетворительный ответ.

Доказательства А. Вегенером его гипотезы происхождения и дальнейшего развития материков и океанических впадин казались убедительными, а факты, приведенные им, в некоторых случаях — неоспоримыми. Все это обеспечило большую популярность гипотезы. В дальнейшем, однако, новые научные данные показали несостоятельность некоторых положений Вегенера, в частности, невозможность скольжения крупных материковых глыб по вязкой симе. Однако идея Вегенера о способе образования основных форм рельефа Земли содержала зерно истины, поэтому эта идея (но не гипотеза) возрождалась впоследствии (вплоть до современности) в трудах различных ученых.

Книга А. Вегенера на протяжении короткого времени выдержала три издания и была переведена на иностранные языки, в том числе и на русский (Вегенер, 1925). Сторонниками Вегенера были такие крупные ученые, как Э. Арган, А. Холмс, Р. Штауб, А. А. Борисьяк, Б. Л. Личков и др.

Э. Арган (Argand, 1922; Арган, 1935) использовал гипотезу горизонтального перемещения материков для объяснения горообразовательных процессов. Он предположил надвигание Африки на Европу, вызвавшее образование альпийских горных цепей и в их тылу впадины Средиземного моря.

Весьма тщательно анализировал гипотезу А. Вегенера А. А. Борисьяк (1922). Он совершенно справедливо предостерегал от увлечения этой смелой и красивой идеей, предлагая начать ее систематическую фактическую проверку. А. А. Борисьяк считал, что гипотеза А. Вегенера является развитием учения об изостазии. Действительно, если имеется вязкая основа, в которой возможны вертикальные движения твердой земной коры, то возможны и горизонтальные движения отдельных ее частей. Происхождение материков, в соответствии с гипотезой А. Вегенера рисуется А. А. Борисьяку следующим образом. Сначала литосфера покрывала равномерно весь земной шар и была покрыта ровной водяной оболочкой — всемирным морем. Затем произошел разрыв, возможно по меридиану. Края внешней оболочки стали расходиться, собираться в складки и утолщаться — так образовались материки, а между разорванными краями литосферы — океаны. Таким образом, оказалось, что после разрывов отдельные куски литосферы, или материки, плавают на подстилающей вязкой массе, подобно айсбергам, и испытывают движение как от полюсов к экватору, так и с востока на запад. Вследствие этого движения образуются складчатые области, или геосинклинали; но они свойственны только материкам, в океане же их быть не может.

А. А. Борисьяк подчеркивает еще один важный вывод из гипотезы А. Вегенера — постоянство материков и океанов. Это предположение, имевшее много сторонников, доказывалось отсутствием на континентах глубоководных отложений, но не противоречило и гипотезе перемещения материков — континенты не опускались, но передвигались в горизонтальном направлении. Вместе с тем постоянство континентов служило аргументом и против развенчанной уже контракционной гипотезы, согласно которой возможно образование континентов на месте океанических глубин и обратно.

А. А. Борисьяк указывал, что гипотеза дрейфа материков хорошо объясняет ряд явлений: горообразование, смену физико-биогеографических условий, образование островов и мелей как обломков литосферы при ее раздвигании, меридиональное поднятие на дне Атлантического океана. Отрывом и отскакиванием краевых частей литосферы можно объяснить и образование гирлянд островов вдоль береговых линий. Однако А. А. Борисьяк считал необходимым пересмотр фактического геологического материала в свете гипотезы дрейфа континентов, что должно привести, по его мнению, либо к совершенствованию этой гипотезы, либо к ее быстрому крушению. Как мы

увидим дальше, слова эти оказались пророческими: после бурного расцвета произошло крушение и забвение этой гипотезы, и лишь через десятки лет она возродилась уже на новой научной основе.

Наиболее слабым в гипотезе А. Вегенера было объяснение, вернее, отсутствие объяснения причин дрейфа материков. Этот пробел пытались восполнить другие авторы. Р. Штауб (Staub, 1928; Штауб, 1938) считал, что в истории Земли сближение и раздвигание материков Лавразии и Гондваны происходило попеременно и вызывалось вращением Земли и подкорковыми течениями. Горизонтальные (преобладающие) движения сочетались с вертикальными, так как Атлантический океан, по его мнению, образовался вследствие обрушения земной коры.

Расширение Земли вследствие циклического радиоактивного разогрева

Свое обоснование идея дрейфа материков получила в гипотезе радиоактивных циклов, предложенной ирландским ученым Д. Джоли (Joly, 1924). Взгляды Д. Джоли были основаны на более ранних представлениях (Котта, 1859 г.; Грин, 1887 г., Дели, 1914 г.; и др.) о единой базальтовой магме, подстилающей земную кору.

По мнению Д. Джоли, все черты поверхности Земли и все события ее истории объясняются двумя основными свойствами земной коры — радиоактивностью горных пород и изостазией. Материки — это продукт расщепления базальтовой магмы, обогащенной силикатами и поднявшейся на поверхность. Гранитная «пена» этой магмы образовала скопления в виде пятен, которые и представляют собой материки. Таким образом, материковая кора мощностью около 30 км плавает в базальтовом субстрате и погружена в него на глубину 26 км. Океаническое дно состоит из базальта. Радиоактивное тепло постоянно накапливается в субстрате, периодически расплавляющемся. При этом объем его увеличивается, следовательно, увеличивается и объем всей Земли. Появляются растягивающие усилия. Вдоль края материков возникают трещины, из них выступает лава — так образуются острова. Под влиянием приливных сил материки вместе с океанами должны передвигаться на запад и встать на место, занятое раньше океанами. Затем через дно океанов начинается утечка тепла. При охлаждении и восстановлении плотности магмы материки, погружившиеся ранее в магму, снова всплывают, радиус Земли уменьшается и кора приходит в состояние сжатия. Процесс этот циклический (Джоли, 1929).

В гипотезе Д. Джоли важны следующие моменты: объяснение первоначального возникновения материков в виде гранитной «пены», движение всей верхней оболочки Земли, материков вместе с океанами, по нижележащему субстрату, и циклическость всего процесса.

Перемещение материков вследствие вращения Земли

Идеи мобилизма развивались, и работы, посвященные этому вопросу, содержали не только критический разбор или изложение гипотезы А. Вегенера (как было в период ее появления — Бельский, 1913; Васильев, 1925; и др.), но и собственные взгляды авторов.

Интересна гипотеза Ли Сы-гуана (1929 г.) о перемещении земной коры вследствие сжатия и уплотнения Земли и увеличения скорости ее вращения (Боголепов, 1931). Сжатие Земли и дрейф материков (следовательно, сочетание контракционной гипотезы и мобилизма), т. е. именно то, что полностью, как мы видели, отрицал А. А. Борисяк!

Сторонником гипотезы мобилизма был также Б. Л. Личков (1931а, б). К обоснованию этой идеи он совершенно правильно подходил с точки зрения общего строения Земли и считал необходимым изостазическую компенсацию масс. В соответствии с общепринятыми представлениями того времени Б. Л. Личков полагал, что строение Земли концентрическое, и выделял оболочки (сиаль и сима) и железо-никелевое ядро. Согласно гипотезе изостазии, каждая вышележащая оболочка плавает на нижележащей, как более легкая на более тяжелой, поэтому гранитная оболочка может плавать и скользить по базальтовой оболочке.

Вторым неперенным условием движения материков является, по Б. Л. Личкову, их «устойчивость», т. е. тот факт, что материки никогда не были дном глубокого океана, а значит, устойчивы и океанические впадины. На основании гипотезы изостазии можно предположить как вертикальные, так и горизонтальные движения материков, и действительно, в истории Земли сочетаются оба типа движений. При горизонтальном перемещении материки движутся в направлении от полюсов, но материки северного полушария сильнее, чем южного, отстают при вращении Земли (западное отставание). Сложное сочетание направлений движения приводит к сложному, иногда даже вращательному движению материков. Вместе с тем, горизонтальные и вертикальные движения материков тесно связаны. При поднятии материка — например, Гренландии (при уменьшении ледниковой нагрузки) — происходит увеличение ее западного отставания и, следовательно, более быстрое перемещение к западу. В прямой зависимости от перемещения материков находится и изменение климатов. Материки, при сохранении их общих очертаний, ранее находились в тесной связи. Это доказывается сходством фауны и флоры. И общий, наиболее важный вывод Б. Л. Личкова — движение материков находит объяснение в строении земного шара и его вращении вокруг Солнца.

Влияние подкорových конвекционных течений

Наряду с классическим вариантом гипотезы мобилизма начала развиваться гипотеза, согласно которой образование материков и океанов и передвижение континентов связывалось с подкоровыми конвекционными течениями.

Возникновение подобных течений объяснялось по-разному. Ф. Нансен связывал развитие конвекционных течений с охлаждением Земли. Эти течения выносят на поверхность более легкие минералы, которые слагают кислые породы; так образуются первичные возвышения — материки, т. е. элементы гранитной оболочки. Первоначальное различие в высоте между материками и океанами составляло 3270 м. Под дном океанов содержание радиоактивных веществ меньше, охлаждение идет быстрее, что способствует еще большему их углублению (Nansen, 1927).

А. Холмс (Holmes, 1933, 1946) обратил внимание на разность температур у экватора и полюсов и связывал с этим возникновение планетарной системы подкорových конвекционных течений (рис. 8). Он исходил из представлений о первоначально расплавленном состоянии Земли и последующем ее охлаждении с сокращением коры, т. е. из основных положений контракционной гипотезы. Охлаждение происходило посредством конвекционных токов, но эти токи продолжают циркулировать и в настоящее время, так как внутреннее тепло Земли сохраняется вследствие радиоактивного распада. Движение токов происходит циклично: нагретый материал переместится в верхнюю часть коры, холодный опустится, скорость движения уменьшится и цикл завершится. Течения, проходящие в горизонтальном направлении, увлекают с собой континенты, и происходит их дрейф по базальтовому слою в виде бесконечной транспортной ленты. Излияния базальтов на поверхность происходят в тех местах, где встречаются кольцевые конвекционные токи противоположного направления, поворачивающие книзу. На эту систему общепланетарной циркуляции накладывается система местных течений, связанных с разностью температур под материками и океанами.

Разработкой идеи горизонтального движения материков занимался также южноафриканский геолог А. Дю Тойт (Du Toit, 1937). По его мнению, первоначально существовали два континента — Лавразия и Гондвана, разделявшиеся мелководным океаном Тетис (рис. 9). Форма этих материков была грубо овальная, и межматериковая впадина участвовала в их перемещении. Этот комплексный сложный материк находился в южном полушарии и с позднего палеозоя начал перемещаться к северу. Под давлением конвекционных токов в перегретом базальтовом субстрате в континентальных массивах возникали вздутия, затем они разламывались, и обломки их раздвигались. Движение происходило по изогнутой траектории при одновремен-

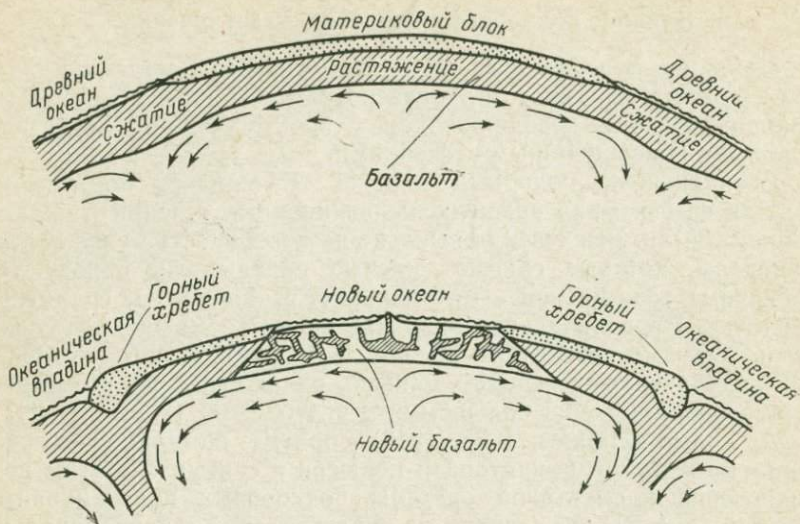


Рис. 8. Конвекция, как возможный механизм дрейфа континентов (по А. Холмсу)

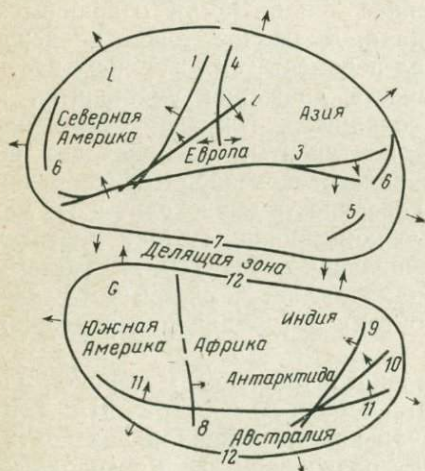


Рис. 9. Лавразия и Гондвана (по А. Дю Тойту)

Главные складчатые системы:

- 1 — таконская;
- 2 — каледонская;
- 3 — герцинская;
- 4 — уральская;
- 5 — триасовая;
- 6 — юрская;
- 7 — альпийская;
- 8 — посленамская;
- 9 — раннепалеозойская;
- 10 — каменноугольная;
- 11 — гондванская;
- 12 — альпийская.

Стрелки указывают направление главного давления

ном вращении по часовой стрелке. Причиной дрейфа А. Дю Тойт считал конвекционные течения, а также полюсобежные силы, вызванные вращением Земли.

В работах А. Холмса и А. Дю Тойта не показано, каким образом возникают континенты и почему столь неравномерно их распределение на земном шаре. Эту сторону гипотезы пытались восполнить другие авторы. Обращалось внимание на разную

степень охлаждения Земли на экваторе и полюсах, вследствие чего возникают конвекционные токи (В. Пикеринг, Б. Хиллс). При переносе сиалического материала в полярных областях образовались материки — Лавразия и Гондвана, между ними располагался океан, дно которого образовалось при кристаллизации основных пород. Затем под действием тех же конвекционных течений происходило перемещение материков до их современного расположения (Hills, 1947). По мнению Д. Умбгрове, мощность первоначальной сиалической коры была всюду одинаковой. Затем, в эпохи сжатия, происходили горизонтальные движения коры, причем дно Тихого океана освобождалось от сиалической оболочки, и за счет этого увеличивалась мощность участков коры, соответствующих материкам (Umbgrove, 1947).

На принципе существования восходящих и нисходящих конвекционных течений на ранней стадии развития Земли была основана гипотеза одного из наиболее ярких представителей этого направления, голландского ученого Ф. Венинг-Мейнеса. Восходящие потоки, выносившие сиалический материал, образовали поднятия, нисходящие — океанические впадины. В дальнейшем течения проходили лишь в верхних слоях, с периодическими усилениями (Vening-Meinesz, 1952).

Ф. Венинг-Мейнес выдвинул предположение, что конвекционные течения возникают в мантии вследствие неустойчивости ее переходного слоя, в котором происходят фазовые изменения от оливина к шпинели. Эпохи тектонической активности соответствуют половине оборота конвекционных течений. На этой стадии низкотемпературное вещество оказывается в нижнем слое мантии, высокотемпературное — в верхнем. Конвекционное течение прекращается, но тепловой баланс остается нарушенным, в результате чего возникают конвекционные течения меньшего масштаба. Затем вторичные явления, о природе которых автор не говорит, дадут толчок для возобновления второй половины оборота «больших» конвекционных течений, и весь цикл начнется снова. Ф. Венинг-Мейнес подчеркивает, что в результате течений в мантии одновременно возникают структуры сжатия — геосинклинали, и структуры растяжения — грабены и горсты. С этими течениями связаны и перемещения континентов. По его мнению, в океанической коре горизонтальное сокращение больше, чем в континентальной, и течения в кристаллической мантии легче увлекают за собой океаническую кору, чем континентальную (Венинг-Мейнес, 1966).

Гипотезу подкорových конвекционных токов как причину дрейфа континентов поддерживал также Э. Краус (рис. 10). Он пытался связать историю континентов с этапами их возникновения, подчеркивая, что этот начальный период для нас остается совершенно неизвестным, и для «геологических фантазий относительно характера первичной коры и о прочем — открыты все двери» (Краус, 1963, стр. 70). Э. Краус исходил из пред-

ставлений об отрыве Луны от Земли в архее, перед началом развития континентов. Вследствие этого образовался Тихий океан, а также швы Земли, пересекающие земную кору. Континенты представляют собой древнейшие стяжения пород. Они образовались в архейское время и затем разрастались. В конце палеозоя, в результате растягивающего действия конвекционных токов и повышенной теплоотдачи, усиленной радиоактивным рас-

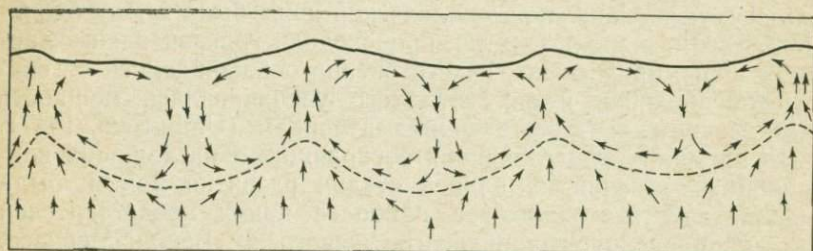


Рис. 10. Движение конвекционных токов (по Э. Краусу)

Стрелками показано направление движения токов. Пунктир — изотерма

падом, раскрылись древние швы — атлантический, арктический и индийский. Поднимающиеся массы геоплазмы растащили расколотые континентальные глыбы в стороны. Континентальные плиты вторглись в область праокеанов, поэтому как древнейшие, так и молодые океаны приобрели свой современный облик только в послепалеозойское время (Краус, 1959; Краус, 1963).

ВТОРИЧНОЕ ПРОИСХОЖДЕНИЕ ОКЕАНОВ ПРИ ПОГРУЖЕНИИ УЧАСТКОВ КОРЫ

Океаны как геосинклинали

Учение о геосинклиналиях является основным содержанием геологии XX в. Естественно, что с этим учением были связаны и представления о происхождении материков и океанов. Э. Ог, наиболее полно разработавший это учение, рисовал схематическое строение геосинклинали в виде овальной впадины. Следовательно, само понятие геосинклинали включает представление об углублении земной коры. Заполнившие геосинклинали осадки считались глубоководными, однако ввиду недостаточности знаний о действительных глубинах океанов сравнивать их с отложениями океанического дна не представлялось возможным.

Описание развития земной коры Э. Ог (Naug, 1907) начал с архея, не затрагивая вопрос о первоначальном развитии Земли. К архею, по его мнению, относятся первые известные нам движения, вследствие которых образовались массивы, составляющие ядра древних континентальных площадей. Между яд-

рами существовали обширные геосинклинали, на месте которых последовательно возникали складчатые зоны, постепенно окружавшие архейские ядра. Континентальные площади, по мнению Э. Ога, можно считать областями воздымания, а океанические впадины — областями погружения. Индийский океан является впадиной, образовавшейся в результате провала на месте Австрало-Индо-Малгашского континента. Тихий океан является областью литосферы, затопленной морем. Рельеф его является не вогнутым, а выпуклым, как рельеф континента, поэтому можно предположить, что здесь тоже находился обширный погружившийся континент. Атлантический океан представляет собой громадную геосинклиналь, ось симметрии ее намечена в виде срединной складки. Наиболее древним является Арктический океан — он существовал всегда. Возможно также существование древней глубокой впадины между Мадагаскаром, Австралией и Антарктическим континентом. Остальные океаны образовались после архея, причем время и механизм их образования был различен.

И. Вальтер на основании изучения современной глубинной морской фауны сделал заключение, что глубокое море не всегда являлось областью жизни на Земле. Первое «заложение» глубокого моря, по его мнению, происходило в то время, когда на континентах возникли тектонические складкообразовательные движения (Walter, 1904).

Геосинклинали в одних случаях рассматривались как океанические образования (океаны — геосинклинали, континенты — платформы), в других — как континентальные. К первому направлению относятся взгляды Э. Ога, ко второму — представления А. А. Борисяка (1924). А. А. Борисяк отметил, что отложения геосинклиналей обычно квалифицируются как глубоководные, однако они ничего общего не имеют с отложениями современных океанов. Существуют три элемента земной коры: платформы и геосинклинали на континентах и океанические впадины, «забытые» Огом. Развитие земной коры рисуется А. А. Борисяку в следующем виде. В докембрийское время не было щитов и пластических областей, и вся толща континентального слоя собиралась в складки. Затем образовались жесткие щиты, и складчатость проявилась лишь в промежуточных пластических зонах. В настоящее время таких геосинклинальных областей нет, геосинклинальная стадия Земли миновала.

Очень оригинальны взгляды А. Д. Архангельского (1938, 1941), показавшего вторичное происхождение океанов на основе данных о неоднородности земной коры. По его мнению, земная поверхность разделяется на океаническую и континентальную области. К океанической относится Тихий океан, где имеется очень тонкая сиалическая оболочка (5 км), поэтому на тихоокеанских островах встречаются породы только базальтового типа. К континентальной области А. Д. Архангельский относил

Евразию, Австралию, Африку, а также Индийский и Атлантический океаны. Эти океаны возникли сравнительно поздно — в палеозое и начале мезозоя, на месте погрузившихся участков Гондваны (в северной части Атлантики — погрузившихся геосинклиналей). Атлантический океан до сих пор сохранил черты того состояния, когда эта область была континентальной частью земной коры. Толщина сиалической оболочки здесь около 25 км, т. е. в пять раз больше, чем в Тихом океане, и лишь в два раза меньше сиалической оболочки континентов. Погружение произошло в эпоху, когда земная кора испытывала растяжение.

Развивалось также выдвинутое ранее положение о том, что древние платформы разрастаются путем присоединения к ним геосинклинальных областей, а площадь геосинклиналей последовательно уменьшается (Борисяк, 1922; Schuchert, 1923; Stille, 1934; Архангельский, 1941). По мнению указанных исследователей, направленность развития земной коры состоит в превращении геосинклиналей в платформы, причем процесс этот необратимый.

Н. С. Шатский в 1939 г. подчеркивал, что начиная с кембрия на земном шаре существовали геосинклинальные зоны и платформенные области, причем в некоторые моменты отдельные части геосинклиналей превращаются в платформы (Шатский, 1964). Следует отметить, что Н. С. Шатский с позиций геосинклинальной теории резко критиковал гипотезу А. Вегенера, считая, что геосинклинали и платформы тесно связаны с глубинными частями мантии, и, следовательно, невозможно плавание сиалических материков по симатическому слою (Шатский, 1946).

В 30—40-х годах в общем развитии геотектоники произошли значительные изменения. Если при расцвете гипотезы мобилизма явное предпочтение отдавалось роли горизонтальных движений, то после обнаружения недостатков первоначальных вариантов этой гипотезы на длительное время установилось господство концепции вертикальных движений как решающего фактора в формировании рельефа Земли, и в частности — опусканий — в формировании океанов.

Г. Штилле выделял ассинтскую складчатость в докембрии, знаменующую собой альгомский перелом и замену первобытных океанов современными. Отдельные участки земной коры могли опуститься в результате тектонических процессов (Stille, 1945—1946, 1948; Штилле, 1964).

В 40—50-х годах произошел значительный поворот и в космогонических воззрениях в связи с появлением гипотезы об образовании Земли из холодных пылеватых частиц и последующем ее разогревании и о первичной неоднородности Земли (О. Ю. Шмидт). Эта гипотеза в дальнейшем разрабатывалась и видоизменялась, но основные ее положения — формирование общей структуры Земли в результате гравитационной дифференциации и образование земной коры при эволюции первичного вещества — были важны для рассматриваемой нами проблемы.

Начало развития гипотезы океанизации

В 50-х годах некоторые исследователи стали разрабатывать гипотезу океанизации, основанную на представлении о решающей роли вертикальных движений земной коры и опускании крупных ее участков с переработкой континентальной коры в океаническую. Прогрессирующая дифференциация земной коры при выделении двух ее типов приводит к образованию основных структур — материков и океанов. Причинами опускания могут быть остывание и сжатие Земли за счет уплотнения ее глубинного вещества (Тихомиров, 1958, 1959).

Сторонники гипотезы океанизации считают основным аргументом тот факт, что в пределах материков отсутствуют глубоководные отложения, соответствующие глубинам современных океанов. Следовательно, материки никогда не были океаническим дном, и общая направленность развития земной коры — углубление океанов и расширение их за счет материков, причем процесс этот необратимый. Индийский и Атлантический океаны образовались недавно вследствие крупных опусканий земной коры — об этом свидетельствуют структуры материков, резко обрезанные океанами. Впадина Тихого океана в недавнее геологическое время также испытывала опускание. Прогибание земной коры сопровождается излиянием базальтов (Белоусов, 1955; Шейнмани, 1958).

Развитие земной коры предполагается в виде двух этапов, противоположных по значению: 1) формирование гранитной коры в результате дифференциации глубинного вещества; 2) подъем основной магмы и разрушение гранитного слоя или образование вторичных океанических впадин на месте участков континентальной коры. Эти две стадии предусматриваются почти всеми сторонниками гипотезы океанизации. Две противоположные по направленности стадии можно сопоставить с инверсией развития коры при некотором переломном пункте («обновление», по В. В. Белоусову, «великие обновления», по Ю. М. Шейнманну, «Umbbruch», по Г. Штилле). Временем перелома большинство исследователей считают мезозой.

НАКОПЛЕНИЕ ДАННЫХ

О ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ МАТЕРИКОВ.

НАЧАЛО ДЕТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ДНА ОКЕАНОВ

Наряду с теоретическими работами о происхождении материков и океанов продолжались во все более возрастающем темпе региональные исследования на материках, давшие материал для развития таких наук, как тектоника, литология, стратиграфия и др., развитие геофизических исследований, позволившие выяснить структуру земной коры, и начавшиеся в 40-х—50-х годах и необычайно быстро развивавшиеся исследования дна

океанов. Все это вместе взятое давало, в свою очередь, материал для новых решений интересующей нас проблемы. Необходимо отметить, что детализация знаний как условие перехода к более широким обобщениям является обязательным законом истории науки.

Если в начале XX в. преобладала резкая дифференциация науки, с выделением ряда самостоятельных областей, то переход ко второй половине века характеризуется интеграцией, взаимопроникновением наук, при продолжающейся их дифференциации.

Для познания общей структуры земной коры и ее связи с глубокими недрами Земли большое значение имела концепция глубинных разломов (Пейве, 1945, 1956, 1967). Первоначальный вывод А. В. Пейве о возникновении разломов в зонах растяжения при прогибании геосинклинальных областей был основан на изучении тектонических структур Урала и Тянь-Шаня. В дальнейшем А. В. Пейве пришел к заключению о глыбовом строении земной коры. Был сделан вывод о том, что разломы метаморфической сиалической оболочки Земли образуют планетарную систему. Этот вывод в дальнейшем был использован сторонниками гипотезы фиксизма.

Для исследований интересующей нас проблемы очень важно было изучение термики Земли, также весьма продвинувшееся в 50—60-е годы нашего века¹. Работы по исследованию теплового потока для различных структурных элементов — континентов и океанов, платформ, древних щитов и складчатых зон проводились в Европе (для Венгрии — Т. Болиджаром в 1956, 1958 гг.), в СССР (ряд работ Е. А. Любимовой), в Японии, в Северной Америке. Для Великобритании и Южной Африки подобные исследования были начаты еще в 1939 г. А. Бенфильдом и Э. Буллардом и были продолжены в дальнейшем. В 60-х годах такие исследования были выполнены для Австралии.

В 50—60-х годах были проведены исследования теплового потока для Атлантического, Индийского и Тихого океанов. Совокупность всех полученных данных показала, что, несмотря на разницу мощностей континентальной и океанической коры, средняя величина теплового потока равна для континентов и океанов. Этот факт можно объяснить или большим количеством источников тепла в океанической мантии, или, согласно другой точке зрения, наличием под океанами восходящих конвективных токов. Аномально высокое значение теплового потока наблюдается для срединно-океанических хребтов; вместе с тем на расстоянии 300—400 км от оси хребтов величина теплового потока минимальна — это также говорит в пользу конвекционной гипотезы (восходящие токи в области срединных хребтов, нисходящие — в области минимума теплового потока).

¹ Данные по исследованию термики Земли приведены нами по работе Е. А. Любимовой (1968).

Для материков также удалось установить некоторую закономерность в распределении теплового потока: величина его больше в областях молодой складчатости, и меньше в областях докембрийских кристаллических щитов. В области рифтовых зон на континентах (Байкал) обнаруживается резкий максимум теплового потока.

Все эти данные могут служить в пользу предположения о некотором растяжении земной коры, как бы высвобождающем мантийный тепловой поток в области растяжения, а также в области подвижных зон молодой складчатости.

В середине XX в. начала также быстро развиваться новая отрасль науки — учение о палеомагнетизме. По данным палеомагнетизма было установлено перемещение во времени магнитного полюса по поверхности Земли, причем чем древнее геологическая эпоха, тем дальше находился магнитный полюс от современного географического полюса. Кроме того, оказалось, что в пределах одного континента все образцы пород показывают в среднем одинаковое положение полюса для данного геологического времени, но для разных континентов положение полюса не совпадает. По мнению Э. Эрвинга, Д. Коллинсона, С. Ранкорна, П. Дю Бойса и других, для совпадения данных можно предположить иное, чем теперь, положение материков — следовательно, эти факты говорят в пользу гипотезы дрейфа континентов (Палеомагнетизм, 1962).

Рассматриваемый нами период имеет очень важную особенность — начало интенсивного изучения строения океанического дна. Действительно, на протяжении всей истории проблемы детально изучались лишь геологические структуры материков, а дно океанов считалось ровным и однородным. При таком положении не только проблема происхождения океанических впадин, но и многие другие общепланетарные проблемы не могли быть правильно поняты. Новые технические методы позволили перейти к непосредственному изучению дна океанов.

В 40—50-х годах проведены научные кругосветные плавания: «Альбатрос» — 1947—1948 гг. (Швеция), «Галатея» — 1950—1952 гг. (Дания), «Челленджер» — 1950—1952 гг. (Англия), «Витязь» — 1949—1958 гг. (СССР) и др. В 1961 г. в соответствии с программой Международного геофизического года по американскому проекту «Мохол» было начато бурение на дне океана. В Тихом океане была пробурена скважина около о. Гваделупа. Пройдя 180 м осадочных пород, скважина вошла в слой переслаивания базальта с осадочными породами. В 1965 г. по проекту «Джойдес» на материковом склоне близ Флориды было пробурено 25 скважин и изучено строение осадочной толщи на глубине 120—320 м. В 1968 г. работы проводились с помощью исследовательского судна «Гломар-Челленджер». Бурение было начато по следующим трем маршрутам: 1) Мексиканский залив — Багамские и Бермудские острова — Нью-Йорк; 2) Нью-Йорк — Да-

кар — Рио де Жанейро. Всего было пробурено более 200 скважин с проникновением в осадочную толщу на несколько сотен метров (до 900 м). В ряде скважин были вскрыты базальты. Эти работы продолжаются до настоящего времени.

В результате исследований оказалось возможным установить основную особенность строения всех океанов — наличие мировой системы мощных срединно-океанических хребтов, проходящих примерно по середине каждого из океанов и охватывающих как бы кольцом материка. Их общая протяженность — 60 тыс. км, площадь около 50 млн км². Однако каждый из океанов имеет и некоторые специфические черты.

В рельефе дна Атлантического океана основным является Срединно-Атлантический хребет, протягивающийся от Шпицбергена на севере до о. Тристан-да-Кунья на юге. Рельеф хребта весьма сложен. Выделяется наиболее высокая центральная зона с расположенным по ее оси продольным грабеном (рифтом), промежуточная зона на самом хребте и зона предгорий хребта. От срединного хребта отходят боковые отроги. Строение северной и южной частей Атлантики различно — для северной части характерно обрамление палеозойскими складчатыми структурами, в южной части расположены допалеозойские платформы. Острова Атлантического океана расположены на срединном хребте или его отрогах и имеют вулканический характер (Хейзен, Торп, Юинг, 1962).

Строение дна Атлантического океана показывает его сложную геологическую историю, при рассмотрении которой многие авторы считали возможным подчеркнуть геосинклинальную природу этого океана, возвращаясь, таким образом, к оставленной ранее гипотезе Э. Ога (Мазарович, 1952; Мещеряков, 1957; Шейнманн, 1958).

Строение берегов Атлантического океана имеет характерные черты, а именно, пересечение береговой линией складчатых структур и платформ. Палеозойские складчатые зоны как восточного, так и западного берега погружаются в сторону океана и покрываются мезо-кайнозойскими отложениями. Этот факт, а также сходство палеозойской фауны могут свидетельствовать о существовании океана с палеозоя. Вместе с тем, отмечено сходство геологического строения атлантических берегов Южной Америки и Южной Африки, Северной Америки и Гренландии. Возможно существование в мезозое «мостов суши» между Бразилией и Сенегалом, или между Гренландией, Исландией и Шотландией.

В Индийском океане, в западной его части расположен Аравийско-Индийский хребет. К югу он разделяется на Западно-Индийский, соединяющийся с Срединно-Атлантическим через Африканско-Антарктический хребет, и Центрально-Индийский, переходящий к востоку последовательно в Австрало-Антарктический, Южно-Тихоокеанский и Восточно-Тихоокеанский. По

берегам Индийский океан окружен древними платформами. Образование Индийского океана многими авторами связывалось с погружением в мезозое гипотетического материка Гондваны (Г. Штилле, А. Н. Мазарович, Н. М. Страхов). Это погружение сопровождалось излияниями базальтов по линиям разломов (базальты Индии). Возможно также раздробление и частичное погружение дна уже существовавшего океана в четвертичном периоде, сопровождавшееся интенсивной вулканической деятельностью.

Согласно другой точки зрения (Хаин, 1961) возраст этого океана более древний. Наличие морских палеозойских осадков на северном и западном побережье Австралии и морских пермских отложений по берегам Мозамбикского пролива свидетельствуют об образовании Индийского океана в палеозое.

В западной части Тихого океана расположены островные дуги — Алеутская, Камчатско-Курильская, Японские острова, Новая Гвинея, Новая Зеландия и окраинные моря — Берингово, Охотское, Японское, Восточно-Китайское, Южно-Китайское, Коралловое и море Фиджи. С востока Тихий океан окаймляют материковые структуры Северной и Южной Америки. В центральной части океана расположены острова, большинство из которых имеет вулканическое происхождение и сложено базальтами (Гавайские острова), что дало основание для предположения о базальтовой природе дна Тихого океана. Это, в свою очередь, как бы подтверждало идею об относительной древности и первичном происхождении Тихого океана. Сторонники противоположной гипотезы утверждают, что Тихий океан образовался при последовательном погружении и раздроблении докембрийской платформы, имевшем место вплоть до четвертичного времени. Продолжающееся развитие Тихого океана доказывается исключительно высокой сейсмичностью его окраин (Тихоокеанский сейсмический пояс). Впрочем, высокая сейсмическая активность и в других океанах приурочена, как правило, к подводному рельефу и в особенности к срединно-океаническим хребтам.

Интересно отметить особенность Восточно-Тихоокеанского хребта, который не является срединным, но расположен в юго-восточной части океана и продолжается на материке Северной Америки (Леонтьев, 1968).

Исследование кольца геосинклинальных сооружений, окаймляющих Тихий океан, показало, что в их строении принимают участие не только молодые — кайнозойские и мезозойские, — но и палеозойские и даже протерозойские отложения. Это свидетельствует о древнем, вероятно, докембрийском возрасте океана. Доказательством служит также сложность структурного строения дна океана, тектоническое развитие которого продолжалось, вероятно, длительное время (Пушаровский, 1970).

Северный Ледовитый океан тесно связан с Северной Атлантикой и имеет с ней много общего в геологическом строении. Он

разделяется на два океанических бассейна — бассейн Скандик, объединяющий моря Норвежское и Гренландское, и Арктический бассейн, с котловинами Нансена, Амундсена, Макарова и Бофорта. Как продолжение Срединно-Атлантического хребта, через Арктический бассейн протягивается хребет Гаккеля. Кроме того, Арктический бассейн пересекает хребет Ломоносова (от Новосибирских островов до Земли Гранта) и хребет Менделеева (проходящий от о. Врангеля до Земли Пири). Между хребтами Ломоносова и Гаккеля находится глубокая котловина Амундсена (4485 м), в пределах которой находится Северный полюс. Характерной чертой Северного Ледовитого океана является большая ширина материкового шельфа, а также широкое развитие кайнозойского вулканизма, сопровождавшегося излияниями базальтовых лав (Шпицберген, Гренландия, острова Де Лонга, Земля Франца Иосифа, о. Ян-Майен, Аляска и др.). Значительные излияния базальтов, возможно, имеют место и на дне Арктического бассейна. Вулканическая деятельность продолжается здесь и в настоящее время.

Морские палеозойские отложения распространены вдоль береговой линии материков и островов, окружающих Северный Ледовитый океан, — это дает повод предполагать образование и этого океана не позднее палеозоя (Хаин, 1961).

Таким образом, исследования дна океанов и сопредельных с ними материковых структур показали относительно древний, палеозойский, возраст Атлантического, Индийского и Северного Ледовитого океанов, и значительно более древний, возможно, протерозойский возраст Тихого океана, имеющего к тому же, резко отличную от остальных океанов структуру.

Следует отметить и еще один факт, основанный на геологических наблюдениях: опускание океанических впадин в конце мезозоя. Об этом свидетельствуют плоские, срезанные волнами вершины гайотов — конических вулканических образований, находящихся в настоящее время на большой глубине (2—3 км). На вершине таких образований близ Гавайских островов были найдены раковины верхнемеловых моллюсков, живших в сравнительно мелком море. К тому же заключению приводит значительная мощность коралловых рифов и продолжение некоторых речных долин на дне моря, свидетельствующие о наступании моря на сушу.

Таковы сведения о строении дна океанов и их геологической истории. Эти данные, полученные в основном лишь за последние 10—15 лет, коренным образом изменили наши представления об океанах. Законы классической «наземной» геологии оказались неприложимы к океаническому дну. Вопросы наук о Земле, которые раньше рассматривались на геологическом материале материков, оказалось возможным разрешать в глобальном масштабе в полном смысле этого слова. При этом с особой остротой встала проблема происхождения материков и океанов.

Основными структурными элементами земной коры следует считать континентальные и океанические сегменты, причем граница их проходит под водой на глубинах моря между 2000 и 3500 м при соотношении по площади 2:3. Различие между континентальным и океаническим типом коры было установлено ранее и подтверждено сейсмическими методами в 50-х годах. Большое значение для исследования строения земной коры имеет разработанный в 1949 г. в Геофизическом институте Академии наук СССР метод ГСЗ (глубинное сейсмическое зондирование), предложенный Г. А. Гамбурцевым и его сотрудниками. Исследования по этому методу проводились на Русской платформе, в области Балтийского щита, в районе Казахстана и Каспийского моря, в районе перехода от Азиатского континента к Тихому океану.

Некоторые ученые, как в СССР, так и за рубежом, проводили сопоставление строения и мощности земной коры для различных ее структурных элементов. В результате этих исследований оказалось возможным установить, что наименьшая мощность коры часто соответствует наиболее древним элементам — докембрийским платформам и кристаллическим щитам. Существует связь между новейшими вертикальными тектоническими движениями и мощностью коры — в области восходящих движений кора значительно более мощна, чем в области нисходящих движений. Кроме того, сейсмическими исследованиями подтвердился и ранее известный факт увеличения мощности коры в геосинклинальных областях по сравнению с платформенными. Есть зависимость также и между мощностью базальтового и гранитного слоев и возрастом складчатости: в области более древней складчатости мощность базальтового слоя больше, чем гранитного, но чем моложе складчатое сооружение, тем более мощным становится гранитный слой по сравнению с базальтовым.

При исследованиях океанического дна оказалось возможным заметить некоторые закономерности в соотношении структурных элементов и мощности коры: наименьшую мощность имеют абиссальные котловины. В области поднятия — океанических плато и срединных хребтах — кора значительно более мощная. В некоторых районах (хребет Ломоносова) отмечается даже появление гранитного слоя (Деменицкая, 1967).

Накопление фактических данных послужило основой для создания современных гипотез.

ГИПОТЕЗЫ, ОСНОВАННЫЕ НА ПРИВЛЕЧЕНИИ НОВЫХ ДАННЫХ О СТРОЕНИИ ДНА ОКЕАНОВ (60—70-е ГОДЫ XX В.)

Современная научно-техническая революция оказала глубокое влияние на развитие геологии. Внедрение в геологию методов и данных точных наук обусловило накопление ранее неизвестных сведений, что позволило по-новому подойти к решению ее животрепещущих проблем, в том числе и к проблеме происхождения материков и океанов.

Совокупность полученных в последние десятилетия данных о строении океанического дна, геологической истории океанов и сопоставление ее с историей развития материков, установление планетарной системы срединно-океанических хребтов, а также новые данные о строении и составе мантии, фактические доказательства предположения о существовании астеносферы, о термике Земли, палеомагнитные исследования и т. п. позволили современным ученым выдвинуть ряд новых гипотез. Однако накопление данных не только не облегчило, но даже усложнило поставленную задачу, так как и в настоящее время, как и раньше, существуют гипотезы, принципиально противоположные и даже исключающие одна другую.

Предположение о том, что материки и океаны принадлежат к разным типам земной коры и, следовательно, проблема происхождения материков и океанов в общем виде соответствует проблеме происхождения двух типов земной коры, ранее не вызывало сомнения, но в настоящее время это мнение не является вполне единодушным. Достаточно определенным является положение об образовании земной коры при выплавлении ее из мантии. Однако при этом должен быть решен вопрос — явилась ли первичная земная кора однородной, или неоднородность, соответствуя в дальнейшем развитии разным типам коры, возникла при ее образовании? При допущении предположения о первичной однородной коре необходимо решить вопрос о ее строении, составе и направленности дальнейшего развития.

В дальнейшем изложении мы попытаемся в самых общих чертах охарактеризовать направления исследования проблемы, развитые в 60—70-е годы.

КОСМИЧЕСКИЕ И ПЛАНЕТАРНЫЕ ФАКТОРЫ В ОБРАЗОВАНИИ МАТЕРИКОВ И ОКЕАНОВ

Новейшие исследования космического пространства, Луны и планет дали возможность изучать процессы, происходящие на Земле, не только в глобальном, но и в космическом масштабе. С точки зрения космогеологии проблема происхождения материков и океанов может рассматриваться с двух точек зрения: 1) изучения непосредственного влияния внешних космических сил — падения метеоритов, притяжения Луны и Солнца и др.; 2) рассмотрения свойств Земли в целом, как космического тела, — изменение скорости осевого и орбитального вращения, полярного сжатия, земного тяготения, наклона земной оси и т. д. Разберем последовательно некоторые примеры этих гипотез.

Космические факторы

К группе взглядов о влиянии космических факторов можно отнести гипотезу образования материков и океанических впадин в результате падения на Землю метеоритных тел. В 1959 г. на международном коллоквиуме в Ницце американский ученый Р. Дитц выдвинул гипотезу образования океанических впадин при падении астероидов. Автор решает основной вопрос — почему сиалическая часть земной коры расположена в виде отдельных участков, а не покрывает Землю непрерывным слоем? Если Дж. Дарвин считал, что Тихий океан образовался в результате отрыва от Земли части сиалической оболочки, т. е. Луны, то Р. Дитц выдвинул противоположную гипотезу — раздробление сиалической оболочки метеоритами в ранний период истории Земли. Доказательство этого предположения он видит в рельефе Луны, который вследствие отсутствия эрозии должен быть очень древним. По его мнению, возможно метеоритное образование лунных кратеров. Крупная впадина «Море дождей», возможно, образовалась при столкновении с космическим телом. Такое столкновение возможно и для Земли — свидетельством тому округлый характер океанических впадин. Р. Дитц предполагает распад планеты между орбитами Марса и Юпитера, в результате чего образовался пояс астероидов. Внешняя оболочка Земли на ранней стадии ее существования была тонкая и непрочная. При ударе астероида в сиалической оболочке образовались «окна», т. е. океаны, причем взрывная воронка была больше астероида, взрыв сопровождался вулканическими явлениями (Дитц, 1964).

Противоположную, а именно «ударную» гипотезу образования не океанов, а континентов выдвинули американские авторы У. Д. Донн, Б. Д. Донн и У. Б. Г. Валентайн в совместной статье, опубликованной в 1965 г. Они указывали, что образование первичных континентов произошло в результате падения на

Землю крупных силикатических метеоритных тел. При слиянии этих тел образовались огромные континенты, значительно больших размеров, чем существующие. Затем процессы в земной коре и мантии изменили их первоначальные формы. Гипотеза эта достаточно фантастична и необоснованна, однако авторы справедливо подчеркивают, что для познания строения Земли и возникновения ее основных форм необходимо проследить развитие планеты со времени ее возникновения (Донн и др., 1966).

К. П. Флоренский считает необходимым рассматривать историю Земли начиная с ее астрономического этапа. По его мнению, планета растет за счет падения метеоритных тел. Седиментационный процесс является первичным. Осадки погребены последующими выпадениями, образуется зона метаморфизма, возникает неоднородность земной коры. При дегазации метеоритных тел происходит образование атмосферы и гидросферы, и они растут вместе с Землей (Флоренский, 1965).

Планетарные факторы

Многие исследователи подчеркивают большую роль вращения Земли в создании ее основных форм, отмечают закономерность в их расположении, площади и структуре (Берсенев, 1964; и др.).

В течение нескольких лет М. В. Стюарт развивает идею о связи тектонических процессов с неравномерностью вращения Земли и возникновением критических параллелей ($\pm 35^\circ$), в которых деформирующие силы проявляются особенно интенсивно. В области экваториального пояса, по мнению М. В. Стюарта, происходит повсеместное опускание (Стюарт, 1959).

Н. М. Страхов отметил асимметричное расположение масс земной коры относительно оси вращения Земли, связанное с глубинными изменениями вещества Земли. Эта асимметрия, в свою очередь, вызывала смещение экваториальной плоскости и оси вращения Земли. В соответствии с общепринятыми взглядами Н. М. Страхов подчеркнул, что в конце докембрия в южном полушарии существовал огромный материк Гондвана. В северном полушарии, по его мнению, существовали лишь отдельные массивы. Затем произошла стабилизация северного материка и распад южного (Страхов, 1960).

По мнению А. В. Пейве (1961), тектонические перемещения блоков земной коры связаны с скачкообразным изменением угловой скорости вращения Земли, а геологические процессы вызываются космическими причинами — эволюцией гравитационного поля солнечной системы.

Весьма важные выводы из рассмотрения общего плана Земли сделал Г. Н. Каттерфельд. Он указал на основные черты этого плана: антиподальность северного и южного полушарий, кардинальная форма Земли, клиновидная форма материков, их

попарное расположение и меньшая площадь южного полушария по сравнению с северным. Заложение этого структурного плана связано с ранней стадией развития Земли, которая рисуется в следующем виде. Возможно совместное образование Земли и Луны и вращение этой системы вокруг общего центра. Вследствие притяжения Луны к Земле возникла приливная деформация в виде двух приливных горбов неравной высоты. Это и вызвало глубокую неоднородность масс внутри трехосного земного эллипсоида. После отдаления Луны, вследствие увеличения угловой скорости и уменьшения периода вращения Земли, началось выравнивание асимметрии полюсей эллипсоида. Следствием явилось заложение Тихого океана, поднятие меридионального пояса и возникновение материков Европы, Австралии, Антарктиды, Северной и Южной Америки, отставание Африканского сегмента и появление Африки как антипода Тихого океана, компенсационное образование Индийского и Атлантического океанов.

Антиподальность северного и южного полушарий возникла вследствие того, что полярное сжатие в северном полушарии уменьшается больше, чем в южном. Материковый характер северного полушария объясняется восходящими движениями и меньшим давлением в умеренных широтах. Океанический характер южного полушария объясняется нисходящими движениями и большим давлением в умеренных широтах. В результате происходит сопряженное поднятие литосферы в северном и опускание в южном полушарии. Клиновидная форма материков объясняется вращением планеты и опусканием литосферы экваториального пояса вследствие векового уменьшения полярного сжатия Земли. В этой зоне экваториального погружения расположены Южная Америка и Австралия, поэтому общая площадь материков южного полушария меньше, чем северного.

Образование материков на заре геологической истории представляется Г. Н. Каттерфельду в виде появления отдельных гранитных «пятен» в районе эпейрогенических центров и разрастания их за счет притока сиалического материала из мантии. Доказательством этого процесса является совпадение расположения первичных ядер роста материков с районом влияния эпейрогенических центров. В этом вопросе Г. Н. Каттерфельд стоит на точке зрения континентализации коры. Однако им не отрицается и возможность горизонтальных смещений материковых масс: в северном полушарии — к западу вследствие поднятия литосферы, в южном полушарии — к востоку в результате опускания литосферы. Как думает Г. Н. Каттерфельд, разломы земной коры и параллельность берегов возникли вследствие кручения земной поверхности вокруг оси вращения (Каттерфельд, 1962).

Б. Л. Личков в одной из своих последних работ высказал предположение об образовании Земли из некоего бесформенного угловатого тела, постепенно принявшего сферическую форму в результате вращения Земли. Этот угловатый астероид при пере-

ходе к сфероидальной форме должен был приобрести какую-то симметрию. Земля сохранила эту симметрию, сходную с кристаллической, что выражается в распределении материков и океанов. Планета теряла угловатость путем перемещения внешних частей от полюса к экватору. Таким образом, перемещение материков является первичной производной перестройки Земли. Тектонические движения проявляются тогда, когда силы тяготения начинают преобладать (Личков, 1965).

Большое значение вращения Земли в создании ее общего структурного плана подчеркивает П. С. Воронов (1964, 1966). В основе его гипотезы лежит абсолютно простая истина, что «Земля кругла и что она вертится» (Воронов, 1968, стр. 63). Эту истину, по его словам, геологи нередко игнорируют в своих тектонических построениях. Несмотря на то, что работа П. С. Воронова не касается прямо проблемы происхождения материков и океанов, остановимся кратко на сделанных им выводах.

Выделяя на Земле семь материков (Азия, Африка, Северная Америка, Южная Америка, Антарктида, Европа и Австралия), П. С. Воронов отмечает, что на Земле нет материков, равных по площади, но площадь каждого материка равна среднему арифметическому площадей предыдущего и последующего. Между площадями континентов и их средними высотами существует прямая зависимость, между площадями океанов и их глубинами — обратная зависимость. Мощность земной коры находится в прямой связи с местной аккумуляцией глубинного тепла в зависимости от площади блоков коры континентов и океанов. Средние высоты континентов и океанов и мощность коры не могут быть больше определенной величины, так как эти величины отражают изостатическую уравновешенность. В плане Земли имеется ясно выраженная биполярность. Значение ротационных сил в жизни Земли заключается в том, что несмотря на их незначительную величину, они постоянно действующие. Линеаменты, т. е. элементы рельефа с линейной протяженностью, связаны с планетарной трещиноватостью, охватывающей весь земной шар. Линеаменты соответствуют трещинам скалывания, которые развиваются при тангенциальном напряжении меридионального направления, вызванном ротационными и приливными силами. Вдоль линеаментов в зависимости от их азимута проявляются сдвиговые деформации: для азимутов 325 и 55° — правые сдвиги, для азимутов 305 и 35° — левые сдвиги. Эта закономерность, иллюстрированная автором рядом примеров, подтверждает роль полюсобежных сил в развитии земной коры — сил, которые вызывают сползание континентальной коры в сторону экватора. Таким образом, до некоторой степени подтверждается идея А. Вегенера.

П. С. Воронов предложил также возможную реконструкцию Гондваны и рассмотрел механизм ее распада вследствие начавшегося с середины палеозоя разогрева восходящими мантийными токами, образования сводового вздутия, развития сети глу-

бинных разломов и разрыва материка. В заключение П. С. Воронов пришел к совершенно правильному выводу о том, что для дальнейшего развития наук о Земле необходимо комплексное рассмотрение ее проблем в общепланетарном масштабе.

П. Н. Кропоткин (1970) подчеркивает, что неравномерность тектонических процессов в истории Земли, неравномерность осевого вращения Земли, значительная величина тангенциальных напряжений и др. заставляют предполагать, что явления связаны как с планетарными факторами (выделение тепла при распаде радиоактивных веществ, гравитационной дифференциацией), так и с космическими, а именно нерегулярными изменениями гравитационной постоянной или изменениями массы Земли. Анализируя новейшие данные исследования Луны, П. Н. Кропоткин (1971) совершенно справедливо подчеркивает сходство между рельефом Земли и Луны.

Можно сделать общее заключение о большой важности космогеологических факторов, влияние которых необходимо учитывать при рассмотрении проблемы.

ПЕРВИЧНОЕ ПРОИСХОЖДЕНИЕ ОКЕАНОВ. РАЗРАСТАНИЕ КОНТИНЕНТОВ

Основное содержание воззрений, которые можно объединить под общим названием континентализации, или необратимого роста континентов — первичность океанической коры и вторичность континентальных образований. Другими словами, развитие земной коры происходит путем разрастания материковой силикатической коры по мощности и по площади. Таким образом, океаны соответствуют ранним этапам развития коры. Направленность этого развития — от океанов через геосинклинали к платформам. Океанические территории сокращаются, континенты разрастаются. Эта идея подкрепляется также данными абсолютного возраста о постепенном росте континентов. Процесс этот необратимый — континенты никогда не превращаются в океаны. Различные структуры континентов рассматриваются, согласно этой гипотезе, как генетические типы, причем древнейшими являются ядра материков.

Рассматривая вопросы структуры земной коры и тектоорогении, В. Г. Бондарчук пришел к выводу о том, что формирование первичной коры относится к ранней истории Земли. В завершающем этапе космического развития, вследствие нараставшего планетарного сжатия и радиоактивного разогрева были мощные вулканические извержения — фаза панвулканизма. После ее завершения образовалось первичное планетарное вещество, по составу близкое к базальту. Далее следовал геологический этап, во время которого происходило преобразование первичного вещества и образование литосферы. Глубоководные области дна океанов представляют собой реликты первичной земной коры.

Сиалические возвышенности материков являются более поздними образованиями (Бондарчук, 1961, 1962).

По мнению В. Е. Хаина, в архее образовались ядра материков, затем их наращивали островные дуги, поднявшиеся из-под вод океана (Хаин, 1961). Таким образом, направленность развития — от океанических платформ к материковым, при постепенном сужении океанического пространства.

Однако, в отличие от рассмотренных выше взглядов о необратимости развития земной коры, В. Е. Хаин подчеркивает цикличность этого процесса при появлении на материковых платформах геосинклинальных поясов, впадин морей субокеанического типа и даже вторичных океанов (Хаин, 1964а). В развитии земной коры В. Е. Хаин выделяет следующие этапы. В архее началось повсеместное формирование коры. Кора в области древнейших платформ была, вероятно, континентальной, так как древнейшие породы представлены гранитами и гранито-гнейсами. Катархейские породы внутри архейских массивов, возможно, являются ядрами кристаллизации континентальной коры. В начале протерозоя эта кора оказалась разорванной, образовались глыбы и подвижные пояса. Остается неясным, существовали ли в архее и протерозое участки с океанической корой.

В позднем протерозое сформировалась впадина Тихого океана. В фанерозое в результате диастрофизма образовался континент Лаврогондия, распавшийся на Лавразию и Гондвану. Вследствие растяжения и погружения образовались молодые океаны — Атлантический, Индийский и Северный Ледовитый. Этот этап в истории Земли В. Е. Хаин определяет как континентально-океанический, причем одновременно с ростом континентов происходило расширение и укрупнение океанических впадин. В. Е. Хаин (1968) приходит к выводу о том, что общей тенденцией развития земной коры является и вертикальное разрастание континентальной коры. Образование молодых океанов В. Е. Хаин (1969) приписывает рифтогенезу, т. е. раздвиганию рифтов.

К интересным выводам приходит М. В. Муратов на основании изучения геологического строения как материков (платформ и складчатых поясов), так и океанического дна. По его мнению, общим направлением развития земной коры является превращение тонкой океанической коры в толстую материковую кору, соответствующую коре древних и молодых платформ. Платформенная кора образуется в результате развития геосинклиналей. М. В. Муратов выделяет шесть мегастадий развития земной коры.

1. Образование и развитие первичной земной коры (в интервале 4000—4500 млн лет) при интенсивном вулканизме и излиянии лав через трещины коры.

2. Образование протоплатформ, связанное с процессами гранитизации и мигматизации.

3. Образование островов древних платформ северных материков из обломков протоплатформ.

4. Образование древних платформ Гондваны.

5. Развитие подвижных поясов и образование молодых платформ. В конце палеозоя — начале мезозоя — наиболее полное платформенное развитие.

6. Развитие вторичных геосинклинальных поясов и океанических впадин.

М. В. Муратов приходит к выводу о первичном образовании Тихого океана и вторичном образовании океанов Индийского, Атлантического и Ледовитого. Общий вывод — разрастание материковой коры в архее происходило путем гранитизации и метаморфизма, а с раннего протерозоя — в основном путем геосинклинального процесса. Развитие земной коры — процесс необратимый и сложный (Муратов, 1965, 1968, 1970, 1971а, б; Mouratov, 1972).

Нуклеарная гипотеза

Продолжает развиваться также гипотеза разрастания континентов. Эти взгляды поддерживает В. И. Попов, считая, что нарастание океанической коры происходит вокруг некоторых участков, или ядер материков, в пределах которых было наиболее интенсивное поступление сиалического материала. Вокруг такого центра происходит образование пояса ядер и междуядерных зон (Попов, 1951, 1960, 1964).

Геологические исследования последних лет, особенно в области древнейших образований, привели Е. В. Павловского к предположению о ранней нуклеарной стадии развития земной коры. Эта стадия характеризуется безгеосинклинальными и бесплатформенными условиями и появлением гранито-гнейсовых куполов. Подчеркивается необратимость развития земной коры (Павловский, 1964, 1970).

Гипотеза роста континентов получила поддержку не только среди геологов, но и геофизиков и географов. В. А. Магницкий подчеркивает, что предположение о постепенном разрастании континентов хорошо согласуется с величиной необходимого количества воды, заполнившей океаны, со средним поступлением вещества из недр Земли и с содержанием аргона в атмосфере, выделившегося из континентальной коры, при условии, если кора не целиком покрывала Землю (Магницкий, 1965).

О древних ядрах континентов говорили географы, концентрировавшие внимание главным образом на расположении и внешней конфигурации материков и океанов. И. П. Герасимов и Ю. А. Мещеряков выделяют эпейрогенические центры, в которых образовались ядра роста континентальных участков коры: антарктический, африканский, сибирский, канадский и скандинавский. Три последних центра соответствуют ядрам материков северного полушария — Азии, Северной Америки и Европы.

Однако авторы несколько усложняют гипотезу о росте континентов, внося существенные изменения. Они выделяют две стадии развития земной коры: геологическую, с направлением развития от океанической к континентальной коре, и геоморфологическую, с обратной направленностью — от континента к океану (Герасимов, Мещеряков, 1967).

Таким образом, гипотеза разрастания континентов так же, как и другие, рассмотренные нами выше, имеет много сторонников и доказательств с точки зрения различных наук о Земле. Однако следует отметить постепенное усложнение этой гипотезы и переход некоторых прежних ее сторонников к другим представлениям.

Рассмотренные выше гипотезы о происхождении и развитии материков и океанов были выдвинуты главным образом тектонистами и геофизиками. Следует отметить некоторую новую черту современного развития теоретической мысли в геологии в приложении к изучаемой нами проблеме. В настоящее время в крупной проблеме происхождения материков и океанов наблюдается переплетение взглядов тектонистов и геофизиков, взаимное использование данных, связь гипотез тектонистов с воззрениями о глубинных процессах (А. В. Пейве, Р. В. ван Беммелен и др.) и, наоборот, доказательства геофизиками своих воззрений с помощью геологических данных (Л. Эдьед, Ф. Вейнинг-Мейнес и др.). В этом сказывается характерное для современного состояния науки взаимопроникновение, взаимосвязь наук, изучающих Землю.

Зонное плавление.

Накопление данных о генетической связи континентальной и океанической коры

Весьма важные взгляды об образовании океанов высказал А. П. Виноградов, предложив гипотезу об образовании земной коры путем зонного плавления и дегазации мантии Земли. В результате этого процесса к поверхности поднимаются легкоплавкие вещества. Образование вещества горных пород, выделение воды и газов происходило одновременно. Породы континентов являются производными первичных базальтов. Существует постоянная зависимость между количеством излившихся базальтов и количеством воды, поступившей из недр Земли. Объем кристаллических пород континентов в два-три раза больше, чем объем базальтов океана, следовательно, главная масса воды поступала на поверхность Земли в процессе образования и развития континентов. Количество воды увеличивалось по мере развития континентов.

А. П. Виноградов отмечает также, что граниты распространены на континентах, но они не образуются под водой, поэтому эти породы отсутствуют в Тихом океане и в глубоководных областях других океанов. Гранитов на дне океанов не было и не

могло быть, поэтому не нужно прибегать к гипотезе океанизации. Океаны и материки были заложены на планете одновременно вследствие первоначальной неоднородности Земли (Виноградов, 1959, 1962, 1967а, б).

К оригинальным выводам на основании изучения физико-химических свойств горных пород пришел в последнее время Г. Д. Афанасьев. По его мнению, не существует деления коры на два типа — континентальный и океанический. Земная кора является единой упругой средой. Породы под давлением воды находятся в напряженном состоянии, в придонной пленке в океанах пористость пород закрыта. В глубоководной части океанов кора испытывает давление в 600 раз больше, чем на континентах. Вследствие такого различия давления и получается разное строение коры. По данным М. Юинга и Ф. Пресса, на которые ссылается в своих работах Г. Д. Афанасьев, при толщине слоя воды меньше 1000 фатомов (2000 м) имеется в наличии континентальная кора, при толщине свыше 2000 фатомов (4000 м) — океаническая кора. Г. Д. Афанасьев отмечает также, что в Индийском океане, в районе подводного Карлсбергского хребта, обнаружены спилиты, полосчатые габбро и серпентиниты. Эти породы считаются выходами мантии, но в таком случае серпентинитовые массивы в складчатых областях континентов также можно считать мантийными. Следовательно, земная кора и верхняя мантия континентов и океанов одинакова. Г. Д. Афанасьев считает также, что поверхность Мохоровичича фактически не существует и сиалическая оболочка простирается до глубины свыше 100 км (Афанасьев, 1968, 1970).

Переломным моментом и началом развития новых взглядов в истории проблемы, как сказано выше, явилось возникновение представлений о различии в строении коры океанической и континентальной. Однако новые данные могут поколебать и эти представления.

В 1969 г. А. В. Пейве показал, что в некоторых случаях геосинклинальные отложения могут залегать на коре океанического типа. В 1970 г. Р. Г. Гарецкий и А. Л. Яншин установили, что в складчатых системах различного возраста могут встречаться глубоководные отложения. Тот факт, что они отлагались в узких желобах, не препятствует отнесению их к океаническому типу, так как такие узкие прогибы можно сопоставить с глубоководными желобами по периферии Тихого океана. А. И. Суворов (1971) на основании исследований Казахстана и Тянь-Шаня пришел к выводу, что земная кора в этой области состоит из верхней — континентальной — и нижней — субокеанической. В коллективной статье А. В. Пейве, Н. А. Штрейс, А. Л. Книппер, М. С. Марков, Н. А. Богданов, А. С. Перфильев, С. В. Руженцев (1971) высказали мысль о том, что разрез коры океанического типа идентичен разрезу офиолитовой ассоциации в складчатых областях континентов. Континентальная кора воз-

никает в ходе эволюции океанической коры. При образовании новых участков континентальной коры при сжатии одновременно образуются и новые участки океанической коры вследствие растяжения континентов или океанов. Геосинклинальный процесс, подчеркивают авторы,— это необратимый процесс создания.

Распространение ультраосновных пород — гипербазитов — в виде протяженных поясов было установлено еще Э. Зюссом, а позднее — Г. Хессом. Г. Штейнманном в 1905 г. была выделена офиолитовая ассоциация. Однако лишь в последнее время изучение офиолитов как возможных аналогов древней океанической коры получило особенно большое значение. Этим вопросам был посвящен международный симпозиум, состоявшийся в июне 1973 г. в Москве. Были рассмотрены вопросы регионального распространения офиолитов (Тетиса, тихоокеанского пояса, палеозойских складчатых областей) и ряд теоретических проблем. Дискутировался вопрос о способах образования офиолитов. По мнению Ж. Брюнке (Франция), возможно поднятие магмы не только в срединно-океанических хребтах, но и в трещинах растяжения в обрамлении континентов. Д. К. Максвелл (США) считает, что офиолитсодержащие олистостромы образуются в результате гравитационного сползания во флишевые бассейны. В. Е. Хаин подчеркнул, что офиолиты — это следы древней океанической коры в геосинклиналиях. Поэтому в геосинклинальный процесс включаются новообразования как континентальной, так и океанической коры.

А. В. Пейве, подчеркивая исключительную важность изучения офиолитов, продвинувшегося лишь за последние 4—5 лет, выразил мнение, что изучение континентальной и океанической коры встало на обычный путь историко-геологических исследований. Действительно, если предположить (на основании сходства разрезов океанической коры с разрезами офиолитовых ассоциаций на континенте), что офиолиты являются обломками древней океанической коры, то окажется возможным изучение строения океанической коры непосредственно, без сверхглубоких скважин.

Дальнейшие исследования офиолитов, возможно, покажут новые направления для решения проблемы происхождения материков и океанов.

ВТОРИЧНОЕ ПРОИСХОЖДЕНИЕ И РАЗРАСТАНИЕ ОКЕАНОВ

В группу взглядов о разрастании и вторичном происхождении океанов можно включить гипотезы, основанные на противоположных принципах: 1) опускании участков коры (фиксизм и океанизация) и 2) горизонтальных движениях коры (неомобилизм, расширение океанического дна, новая глобальная тектоника).

Представление о действии вертикальных сил и неподвижном, «зафиксированном» положении материков, является непременным условием гипотезы океанизации. Согласно воззрениям фиксистов, первичные горизонтальные движения исключаются. Материки, в их современном виде, являются как бы останцами образованной ранее континентальной земной коры, возникшей при неравномерном выплавлении легкого материала из мантии. Океаны образовались вследствие вертикальных опусканий отдельных участков коры.

По поводу превращения материковой коры в океаническую или «базификации» существуют различные точки зрения. Возможность такого процесса предполагается при метасоматозе в зонах погружения и исчезновении гранитного слоя в результате поднятия глубинных ультраосновных флюидов (Тихомиров, 1958, 1963); при излиянии базальта поверх гранитного слоя, причем последний оттесняется в стороны (Ramberg, 1964); при вертикальной циркуляции глубинного материала, причем происходит замена «старой» континентальной коры «новой», океанической (Белоусов, 1968 а, б).

Образование океанической коры принято считать равнозначным образованию океанов. Однако, как недавно показал Ю. М. Шейнманн (1968), такое сопоставление не совсем правильно, так как образование океанической коры может быть двух типов: опускания в пределах геосинклинальных областей без образования океанов (Японское море, южная часть Берингова моря и т. п.) и крупные опускания, не связанные с геосинклиналями, с образованием океанов (Атлантический океан). Последний тип Ю. М. Шейнманн очень удачно предложил назвать «океанообразованием».

Основные аргументы сторонников гипотезы фиксизма следующие. Геологические данные показывают, что материки по периферии обрезаны океаническими структурами. Так, например, структуры материков обрезаются Индийским и Атлантическим океанами, поэтому можно предполагать, что ранее единая платформа Южной Америки и Африки разъединена океаном (Шейнманн, 1958). Палеогеографические и палеонтологические данные, указывающие на общую связь материков, на которые обычно опираются сторонники гипотезы мобилизма, не только не отрицаются фиксистами, но принимаются как доказательство существования опустившихся участков древних платформ между материками. Опускание произошло в недавнее геологическое время — об этом свидетельствует молодость отложений океанического дна.

Геологическая история материков также как будто бы свидетельствует в пользу гипотезы фиксизма. Если предположить дрейф материков, начало которого по времени относится к концу

палеозоя — началу мезозоя, то развитие тектонических зон в пределах материков и их размещение должно было бы быть резко различным до и после перемещения. Однако этого не наблюдается — тектонические структуры развиваются и остаются на прежних местах в течение длительного времени (например, Московская синеклиза). Параллелизм берегов — главный аргумент мобилистов — считается фиксизмом результатом общей планетарной закономерности, так как такой параллелизм иногда наблюдается в тех случаях, когда соприкосновение невозможно — например, берега одного и того же континента (Люстих, 1965). Возможно, это явление связано с существованием сети параллельных глубинных разломов, по которым происходит разрыв и обрушение коры (Белоусов, 1967а, б, в). Данные палеомагнетизма также не принимаются фиксизмом как доказательство дрейфа, так как наблюдения эти еще весьма неточны (Резанов, 1968).

Открытие равенства теплового потока на материках и океанах значительно усилило позиции фиксизма. Считается, что если океаны образовались при раздвигании материков, то тепловой поток с обнаженного дна океана, где отсутствует гранитный слой — область концентрации радиоактивных элементов — должен был быть раза в три меньше, чем на материках. Существующее равенство теплового потока указывает на то, что в мантии под океанами больше радиоактивных веществ, чем под материками (Белоусов, 1969). Этот факт, а также наличие глубинных разломов, уходящих в мантию, несомненная причинная связь тектонических и других процессов, происходящих в коре, с процессами в верхней мантии; — все это свидетельствует о неразрывной связи коры и мантии, образующих вместе единую оболочку — тектоносферу. Таким образом, движение коры по мантии невозможно — это единое целое. Движение же всей тектоносферы тем более невозможно, так как это сплошная оболочка, охватывающая весь земной шар.

Один из основных сторонников фиксизма и гипотезы океанизации В. В. Белоусов на основании последних данных реконструирует развитие земной коры следующим образом. Вследствие радиоактивного разогрева и плавления верхней мантии происходило образование коры материкового типа. Затем, при продолжающемся разогреве и бурных вулканических процессах ультраосновной материал подвергся плавлению. Основные и ультраосновные интрузии расчленили земную кору на глыбы; эти глыбы уплотнялись, становились тяжелее и растворялись в мантии, а базальтовые излияния на их поверхности образовали «второй» слой океанической коры.

Таким образом, гипотеза океанизации предполагает разрушение материковой коры, погружение и растворение глыб в мантии. Тихий океан, так же как и другие океаны, образовался в результате базификации. Молодость океанической коры свиде-

тельствует о том, что новообразованная при «обновлении» древняя кора была уничтожена (Белоусов, 1969). В последнее время В. В. Белоусов подчеркивает существование периодических эндогенных геологических режимов в истории земной коры и связь этих режимов с состоянием глубинного подкорового вещества и величиной теплового потока; такая связь является, в свою очередь, аргументом против гипотезы мобилизма. Океаны — это область проплавления коры в результате радиоактивного разогрева (Белоусов, 1972). Эти взгляды были развиты В. В. Белоусовым в его докладе на XXIV сессии Международного геологического конгресса (Belousov, 1972).

В. В. Белоусов совершенно справедливо подчеркивает, что слишком большое увлечение, хотя и действительно огромными, результатами исследования океанического дна может привести к игнорированию материковой геологии. Однако возраст пород дна океанов не превышает 150 млн. лет, в то время как возраст некоторых минералов на материках достигает 3500 млн. лет. Таким образом, историю Земли на основании этих данных можно проследить на значительно более длительном времени.

Остановимся на интересных взглядах одного из крупнейших тектонистов современности, голландского ученого Р. В. ван Беммелена, являющихся сочетанием взглядов о ведущей роли горизонтальных и вертикальных (гравитационных) сил. В своих ранних работах Р. В. ван Беммелен был несомненным сторонником гипотезы фиксизма. Исследования Индонезии в начале 30-х годов привели его к гипотезе ундаций, согласно которой на поверхности Земли происходит поднятие и опускание смежных участков (первичный тектогенез). Затем под влиянием силы тяжести происходит растекание и соскальзывание слоев с поднятых участков. Так образуются положительные и отрицательные формы рельефа Земли и складкообразование. Преимущественная роль в то время отводилась вертикальным силам, а континентальный дрейф автором отрицался (Vermelen, 1933).

Новые данные океанографических исследований, открытие системы срединно-океанических хребтов, палеомагнитные исследования, а также данные гравиметрии, полученные при помощи искусственных спутников Земли и т. п. — все эти новые сведения заставили Р. В. ван Беммелена отказаться от гипотезы фиксизма и принять мобилистские воззрения, в основе которых лежала его прежняя гипотеза ундаций. Р. В. ван Беммелен пришел к заключению о взаимосвязи всех процессов, происходящих в Земле, о том, что, по его выражению, геологическое развитие Земли — это результат громадной цепной реакции.

Согласно выдвинутой им новой гипотезе гравитационного тектогенеза, в нижней мантии вследствие перемещения вещества образуются мегаундации. Над сводовой частью мегаундаций образуются рифты и грабены растяжения, происходят излияния платобазальтов и открытие нового океанического бассейна.

Над вершиной астенолита образуется срединно-океаническое поднятие, а континентальная кора соскальзывает в стороны от гребня. Так в планетарном масштабе горизонтально направленная составляющая вертикальных сил вызывает дрейф континентов как соскальзывание участков континентальной коры с крыльев мегаундаций (Bemmelen, 1965; Беммелен, 1970).

Неомобилизм

В середине 50-х годов быстро достигла расцвета гипотеза мобилизма, или, как ее принято называть, неомобилизма. Проблема движений крупных глыб коры с некоторых пор служит предметом дискуссий почти всех крупных совещаний, на которых рассматриваются вопросы тектоники. Этот вопрос считается одним из наиболее актуальных и вместе с тем наиболее дискуссионных в современной науке.

Возрождение мобилистских представлений было тесно связано с новыми научными данными, а именно данными палеомагнетизма, исследованиями строения океанического дна и открытием мощной системы срединно-океанических хребтов, новыми исследованиями геологического строения континентов и т. п.

Данные палеомагнетизма показывают, что ориентировка намагниченных пород соответствует определенному положению магнитного полюса в данный геологический период. Эта ориентировка оказывается одинаковой для одного континента, но различной для разных других. Если принять, что положение магнитного полюса в данный период было неизменным, то можно предположить, что изменялось положение самих континентов.

С этими данными хорошо согласуется сходство палеофлоры и палеофауны. Так, например, геологические и палеомагнитные исследования эффузивов Аргентины позволяют восстановить историю последовательного дрейфа континентальных блоков Гондваны. Согласно этим данным между нижним триасом и серединой мела Южная Америка двигалась на север, вращаясь по часовой стрелке. Кроме того, блоки расходились в широтном направлении. В результате образовалась южная часть Атлантического океана (Vilas, Valencio, 1970). Срединно-океанические хребты, соответственно разным вариантам гипотезы дрейфа, считаются областью раскола раздвинувшихся континентов, областью столкновения встречных конвекционных токов и т. д.

Сильным доводом в пользу мобилизма оказалось открытие и исследование материка Антарктиды, причем ее стратиграфический разрез оказался полным повторением разрезов как Южной Америки, так и Южной Африки (Хаин, 1969). При попытке реконструкции дрейфа этих материков высказываются предположения о том, что в триасе Антарктида и Африка были разделены рифтовой зоной. Затем Антарктида переместилась на запад, а Африка на север, и в конце юры произошло полное разделение материков (Dietz, Sproll, 1970).

Гипотеза мобилизма приобретает в настоящее время все больше и больше сторонников. Современные представления кажутся далекими от нашумевшей, а затем забытой гипотезы А. Вегенера и тем более далекими от представлений его предшественников. Однако следует отметить, что новые научные данные подтвердили некоторые доказательства, приводившиеся прежними мобилистами в защиту своей гипотезы. Так, например, оказался обоснованным классический аргумент мобилизма о сходстве внешних очертаний противоположащих берегов некоторых континентов, причем проводилось сопоставление не современных контуров, а границ материкового склона. Возможна также резкая граница континентальной и океанической коры — исходное положение А. Вегенера. Многие данные подтверждают сходство геологического строения некоторых, возможно соединенных ранее континентов.

Расширение Земли

Идея расширения Земли, на которой основан один из современных вариантов мобилизма, не нова и имеет довольно длительную историю. Мы упоминали об идее Е. В. Быханова в конце XIX в. О возможном расширении Земли говорили Б. Линдеман в 1927 г. и М. А. Боголепов в 1931 г. Это предположение как будто бы подкреплялось гипотезой П. А. Дирака о вековом уменьшении силы тяжести с возрастом Земли. Дж. К. Халм в 1935 г. на основе астрономических данных высказал предположение о расширении Земли и выдвинул эту идею для объяснения дрейфа континентов. Дж. Кейндл в 1940 г. предположил, что ядро состоит из пластического космического материала, подобного материалу «белых карликов». При развитии Земли происходит разуплотнение и увеличение объема этого материала, и вследствие этого — расширение Земли. Р. Т. и В. Д. Уокеры (1954 г.) считали причиной увеличения объема Земли перестройку атомной решетки глубинного вещества.

Наиболее полно идея расширения Земли в применении к гипотезе дрейфа континентов была разработана венгерским ученым Л. Эдьедом (Edyed, 1956, 1963). Он рассматривал начальную стадию развития солнечной системы и происхождение Земли. По мнению Л. Эдьеда, первоначально наше Солнце имело спутника, возможно, белого карлика, состоящего из дегенерированного вещества. Этот спутник взорвался и большая часть его вещества оказалась за пределами гравитационного поля Солнца. Так образовались планеты, вся масса которых состояла из дегенерированного вещества при сверхвысоком давлении. Состояние это было нестабильно, поэтому постоянно шел процесс перехода к нормальному давлению, причем плотность вещества уменьшалась, а объем возрастал.

Подобный процесс протекал и на Земле. В первичном состоянии дифференцировались поверхностные части Земли. Над ультраосновным веществом образовались слои габброидной и гранитной магмы. При дальнейшем охлаждении количество дегенерированного вещества уменьшалось, а объем увеличивался. Напряжения разорвали образовавшуюся кору. В местах разрыва поднялась ультраосновная магма, но вследствие большого удельного веса она осталась на более низком уровне, чем первоначальная кора, т. е. уровень континентальной поверхности. Так образовались материки и океаны.

Такой способ образования доказывается резким переходом между континентами и океанами, а также аркообразным строением краевых частей континента. Атлантический хребет является линией разрыва.

Гипотеза расширения Земли была поддержана многими учеными. В 1960 г. Б. Хейзен подчеркивал, что Земля расширяется, причем сила расширения разломала гранитную кору на отдельные континентальные блоки. Центральная часть срединных океанических хребтов является наиболее тонкой и наиболее молодой частью земной коры (Heezen, 1960). Особенно интенсивно увеличение радиуса Земли происходило в конце палеозоя, что привело к разрыву материковой коры и образованию океанов (Hilgenberg, 1933, 1966; Jordan, 1966).

Представления о раздвижении материков вследствие расширения Земли можно считать промежуточными между мобилизмом и фиксизмом. Действительно, обломки коры, т. е. материки, при расширении отделяются друг от друга (мобилизм), но фактически не передвигаются относительно внутренних частей Земли, угловое расстояние между отдельными точками остается прежним (фиксизм). При раздвигании тонкой коры образуются океаны, причем происходит лишь механическое обнажение более низких горизонтов земной коры или мантии.

Зоны сжатия и расширения

По мнению Р. Дитца (Dietz, 1961; Дитц, 1966), в мантии существуют конвекционные ячейки, образующиеся вследствие разогревания при радиоактивном распаде. Континенты — это плавающие на мантии участки океанической «пены». Дно океана, не прикрытое литосферой, представляет собой верхнюю поверхность конвекционных ячеек. Срединные хребты — это область поднятия и расхождения течений. Континенты располагаются над сходящимися потоками, поэтому здесь наблюдается сжатие, проявляющееся в складчатости, а в области океанов — растяжение. Океаническое ложе разрастается, расползается. Континенты движутся либо вместе с симой, либо остаются неподвижными, а сима проскальзывает под ними. В этом положении отличие гипотезы Р. Дитца от других, аналогичных гипотез. Важно

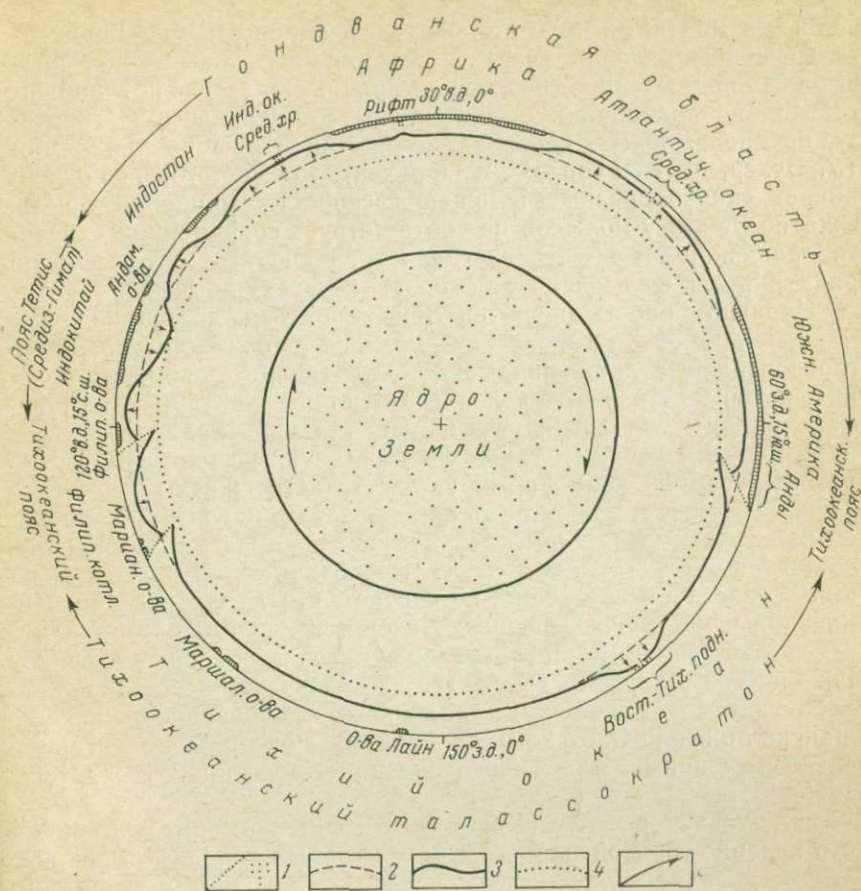


Рис. 11. Перемещение материковых глыб и глубинные деформации (П. Н. Кропоткин, 1967)

1 — глубинные разломы; 2 — первоначальный (в конце палеозоя) уровень слоя, лежащего на глубине 400 км; 3 — современное положение того же слоя; 4 — уровень 800 км; 5 — вращение ядра Земли (20 км в год), установленное по дрейфу магнитного поля.

также подчеркнуть предположение об областях сжатия и расширения, соответствующих континентам и океанам.

Идею о зонах сжатия и расширения в течение ряда лет разрабатывает П. Н. Кропоткин. Считая, что принцип фиксизма не подтверждается, П. Н. Кропоткин подчеркивает, что подкорковые течения растекаются от срединно-океанических хребтов в сторону подвижных поясов на внешнем крае складчатых дуг (Кропоткин, 1964б). Движения в мантии охватывают огромные объемы ее вещества, причем деформации и движения, одно-

родные в мантии, в коре становятся неоднородными. Горизонтальные перемещения участков материковой коры могут происходить под влиянием различных причин. П. Н. Кропоткин считает правдоподобной пульсационную геотектоническую гипотезу, предполагающую чередование сжатия и расширения Земли (У. Бухер, М. А. Усов, В. А. Обручев). Кроме того, он подчеркивает скачкообразные изменения скорости вращения Земли. Сжатие Земли у полюсов не соответствует современной скорости вращения Земли, что заставляет предполагать, что раньше радиус Земли был меньше, а скорость вращения больше.

Неравномерность развития Земли подтверждается неравномерным ритмом тектонических движений. Возможной причиной горизонтальных движений могут быть также подкоровые течения, которые, в свою очередь, вызываются гравитационной дифференциацией, тепловой конвекцией или опусканием железа к ядру Земли. Возможен также дрейф мантии по ядру. Таким образом, в земной коре формируются области сжатия, соответствующие материкам, с образованием складчатости и сокращением поперечных размеров складчатых зон, и области растяжения, соответствующие океанам. П. Н. Кропоткин подчеркивает древний возраст Тихого океана, но считает, что Атлантический, Индийский и частично Северный Ледовитый океаны образовались в мезозое и кайнозое при раздвижении палеозойских материков Гондваны и Лавразии (рис. 11). Это раздвижение сопровождалось сжатием Альпийско-Гималайского, Тихоокеанского и Тяньшанско-Монголо-Охотского складчатых поясов и надвиганием островных дуг на дно Тихого океана (Кропоткин, 1967, 1968, 1969а, б).

В недавней работе (Кропоткин, 1972) этот автор отметил, что явление горизонтального сжатия горных пород, которое возрастает с глубиной, свидетельствует о сокращении радиуса Земли в новейшую геологическую эпоху. Расширение рифтовых зон происходит вследствие разрыва коры под напором поднимающихся снизу расплавленных масс. Гипотезу мобилизма П. Н. Кропоткин рассматривает как основную рабочую гипотезу геотектоники, однако считает необходимым синтез мобилизма и пульсационной гипотезы У. Бухера и В. А. Обручева.

Новая глобальная тектоника

Коренной перелом в геотектонике в 50—60-х годах, связанный с огромным потоком новой, большей частью геофизической информации, некоторыми геологами (Wilson, 1968; Ханн, 1970) расценивается как революция в геологии. Выражением этого революционного переворота является мобилистская концепция, которая получила общее название «новой глобальной тектоники». Исходные данные ее следующие.

1. Молодость отложений океанического дна, образование которого могло быть не позже мезозоя¹. При этом отложения оказываются тем старше, чем дальше они расположены от оси хребта.

2. Открытие планетарной системы линейных полосовых магнитных аномалий. Эти аномалии располагаются параллельно простиранию срединных хребтов и имеют попарно различные знаки. Наиболее интенсивные аномалии приурочены к осевой части срединных хребтов, по мере удаления от хребта расположены «пары» аномалий одинаковой формы и интенсивности, с чередующейся переменной знаков, причем интенсивность тем меньше, чем больше расстояние от хребта. На основании данных о смене эпох прямого и обратного магнитного поля, полученных при изучении остаточной намагниченности лав и морских осадков, оказалось возможным предположить, что полосы магнитных аномалий как бы повторяют изменение знаков магнитного поля во времени. Осевая аномалия соответствует современному полю, а соответственные пары аномалий, удаленных от оси хребта, — эпохам все более раннего прямого и обратного магнитного поля (Vine, Matthews, 1963). Оказалось также возможным определить возраст полос аномалий, а также по расстоянию соответствующей пары от оси хребта определить скорость расширения океанов. Датировка аномалий подтвердилась результатами глубоководного бурения в Атлантическом океане, начатого в 1968 г.

3. Палеомагнитные данные, свидетельствующие о перемещении континентов.

4. Повышенная величина теплового потока в срединных хребтах, свидетельствующая о подъеме нагретого материала.

5. Установленное сейсмическим методом растяжение в рифтовых зонах срединных хребтов и сжатие в складчатых зонах по окраинам континентов.

6. Открытие разломов, названных Дж. Вильсоном трансформными, — они пересекают срединные хребты и развиваются при расширении океанов (Wilson, 1965).

Сущность концепции, основанной на приведенных выше данных, сводится к следующему. Литосфера разделена на крупные, жесткие плиты, разделенные тектоническими швами, т. е. рифтовыми зонами срединных хребтов или глубинными разломами по окраинам океанов. Эти глыбы, или плиты, под влиянием мантийных конвекционных течений, расходящихся от оси хребта, раздвигаются. В рифтовых зонах поднимается новый базаль-

¹ Важно отметить, что один и тот же факт — молодость дна океанов — принимается как доказательство сторонниками противоположных гипотез — как гипотезы океанизации, так и мобилистской гипотезы разрастания океанического дна. Подобное явление в истории геологии — привлечение одних и тех же фактов для доказательства противоположных взглядов, отмечено ранее В. В. Тихомировым (1970).

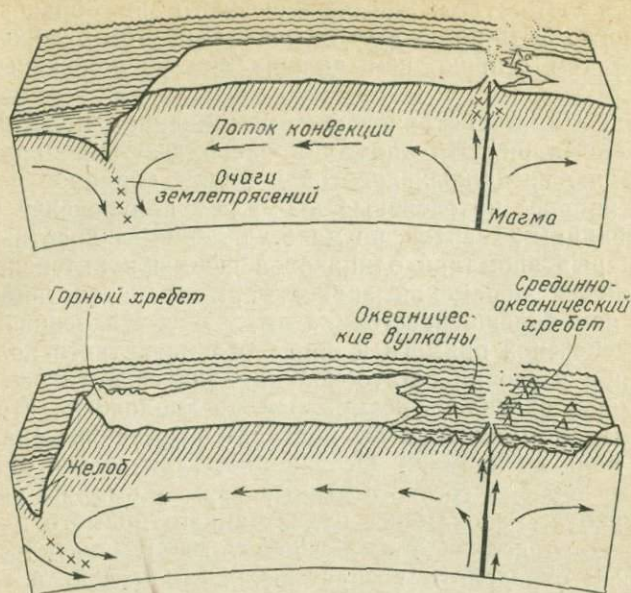


Рис. 12. Образование срединно-океанических хребтов, по Д. Вильсону

товый расплав, образующий новые блоки литосферы. Эти блоки намагничиваются соответственно имеющемуся во время их образования направлению магнитного поля. В случае перемены направления магнитного поля новые блоки литосферы будут намагничены обратным образом, а после их застывания образуются те парные магнитные аномалии разных знаков, о которых говорилось выше. В океанических желобах, где наблюдается сжатие и подвиг океанической коры под континентальную, плиты разрушаются и погружаются в мантию. Этой схемой объясняется и относительная молодость, т. е. постоянное обновление, океанического дна (рис. 12).

Иногда, как указывает Э. Буллард (1971 г.), например, в Южной Атлантике, не наблюдается следов относительного движения между океаном и континентом. При этом континент составляет часть плиты и движется вместе с ней. В других случаях (тихоокеанское побережье) опускание плит на границе континента проявляется в виде землетрясений и смещений пород. Одним из доказательств относительного движения континентов является, по Э. Булларду, Красное море и Аденский залив, которые можно рассматривать как зародыши океанов.

Возникновение идеи о расширении дна океана связывается с работами американских исследователей Р. Дитца и Х. Хесса (Dietz, 1961; Hess, 1962). Окончательное оформление новая ги-

потеза получила в конце 60-х годов и с тех пор пользуется все более возрастающей популярностью (Le Pichon, 1968; и др.).

Эта концепция, основанная на совокупности геологических, геофизических и геохимических данных, вместе с тем является синтезом гипотез контракционной, пульсационной, ротационной, подкорковых течений и дрейфа континентов, глубинной дифференциации (термогравитационная конвекция).

Однако концепция новой глобальной тектоники, несмотря на несомненные достоинства, не может считаться вполне совершенной. Возражения, выдвигаемые ее противниками, следующие: существование корней литосферы в верхней мантии; унаследованное развитие тектонических структур; древний возраст «третьего» слоя дна океанов, соответствующий, возможно, первичной океанической коре; петрохимические различия верхней мантии под континентами и океанами, свидетельствующие о первичной неоднородности Земли и образовании континентальной и океанической коры на ранней стадии развития Земли; равенство теплового потока на континентах и океанах; образование «безграничных» окраинных и внутренних морей.

Сложным является также вопрос о «движущей силе», перемещающей плиты литосферы. Гипотеза тепловой конвекции встречает ряд трудностей. Возможно, что более рациональными является представления о термогравитационной конвекции. Противники гипотезы «тектоники плит» (В. В. Белоусов и др.) считают «конвейерный» механизм передвижения плит абстрактной схемой. Есть и другие возражения, основанные на фактических данных: не всегда выдержанная симметрия полос магнитных аномалий, противоречия между данными гипотезы и действительным расположением масс в мантии Земли по данным искусственных спутников и др.

В. В. Белоусов (1970) считает, что срединные хребты сложены базальтами разного возраста, причем более древние покровы выступают из-под более молодых и выходят на поверхность склонов хребтов под некоторым углом. Эти выходы базальтов и создают линейные магнитные аномалии, которые, однако, совершенно не связаны с растеканием океанического дна.

Вопросы новой гипотезы были предметом широкого обсуждения на заседаниях состоявшейся в августе 1971 г. в Москве XV Генеральной ассамблее Международного геодезического и геофизического союза. На симпозиуме «Расширение дна океанов» приводились доказательства раздвигания материков по данным магнитных профилей Баффинова залива, Норвежского и Гренландского морей, Северного Ледовитого и Тихого океанов. Доказательства, основанные на геохимических данных, приводились в докладе Р. Армстронга (США), на палеонтологических — А. Халлэма (Англия), по данным бурения дна Атлантического океана — ученых США, ФРГ и др. Еще раз с критикой гипотезы выступил В. В. Белоусов (Belousov, 1972).

Различные аспекты новой глобальной тектоники обсуждались также на XXIV сессии Международного геологического конгресса (Канада, 1972 г.). Дж. Холден и Р. Дитц (США) продемонстрировали серию мировых карт, показывающих движение плит. Одна серия карт ориентирована для середины Пангеи. Показано расположение континентов в среднем палеозое и в конце перми, в триасе, юре, мелу, палеогене и неогене. Другая серия карт ориентирована в антиподальной стороне для центра Тихого океана. Показано закрытие океана с юры до современности. А. Б. Форд (США) отметил, что в большинстве реконструкций Антарктика является центральным ядром Гондваны. По его мнению, модель Гондваны, лишь намеченная А. Л. Дю Тойтом в 1937 г., хорошо согласуется с представлениями о механизме дрейфа при раздвигании континентов.

Различные аспекты гипотезы тектоники плит рассматривались и для более древних периодов. А. Г. Смит (Англия) считает, что если определить полюс вращения и скорость скольжения и выполнить реконструкцию докембрийских континентов, то докембрийская тектоника плит будет представлена так же полно, как и для современности. Г. Спэлл (США) сообщил, что имеется 100 палеомагнитных определений поля для докембрийских пород Северной Америки. Таким образом, можно реконструировать кривую перемещения полюса для периода за 1000—2500 млн. лет.

Некоторые вопросы, имеющие прямое или косвенное отношение к данной проблеме, были освещены в докладах советских ученых. В коллективном докладе А. В. Пейве, А. С. Перфильева и С. В. Руженцева было подчеркнуто, что эвгеосинклинали на ранней стадии своего развития имеют структуру океанического типа, подобную современным океанам. В докладе П. Н. Кропоткина разрабатывались взгляды о том, что дрейф континентов является результатом попеременного сжатия и расширения Земли.

Проблема образования континентальной земной коры была затронута в докладе Г. Д. Ажгирея. По его мнению, большая часть пород «гранитного» слоя образовалась палингенным путем из переработанных базальтовых пород.

В докладе В. Е. Хаина об основных тенденциях развития земной коры показано четыре стадии развития литосферы. В первой стадии (ранний докембрий) при интенсивной дифференциации мантии образовалась сначала океаническая кора, а затем, после начала гранитизации, континентальная кора. Во второй стадии образовалась континентально-кратоновая масса Мегатея, которая, возможно, противостояла протопацифистскому океану. Третья стадия характеризуется разломом Мегатеи и образованием меридиональных и широтных геосинклинальных поясов с кратонами между ними. Четвертая стадия (конец палеозоя — начало мезозоя) — разделение суперконтинента и образо-

вание новых океанов и океанической коры при раздвижении литосферы по краям будущих срединно-океанических поясов.

В. Е. Хаин приходит к заключению, что эволюция литосферы связана с двумя родами процессов: первичные вертикальные движения вызваны глубинными процессами и приводят к разрастанию коры, а первичные горизонтальные движения вызваны вращением Земли и приводят к разломам континентальной коры.

Можно сделать общее заключение о том, что в современных представлениях о происхождении материков и океанов отчетливо видна тенденция синтеза как различных геотектонических гипотез, так и синтеза ранее непримиримых направлений о первенствующей роли вертикальных и горизонтальных движений в формировании лика Земли.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПРОБЛЕМЫ

Проблема происхождения материков и океанов до сих пор не разрешена. Более того — гипотезы о происхождении этих основных форм становятся все более многочисленны, а противоречия острее. Однако, несмотря на противоречивость предположений разных времен и периодов, в развитии проблемы можно заметить определенные закономерности. В общих чертах они сводятся к следующему.

В раннем периоде истории науки происхождение и развитие материков и океанов рассматривались в общем плане строения Земли. Затем, по мере развития науки, исследования и общие представления суживаются до материковой геологии, из основных положений которой выводятся соответствующие гипотезы. Позднее эти представления вновь расширяются, и происхождение материков и океанов рассматривается как результат развития Земли как планеты, а в последнее время — в еще более общем плане в связи со строением Луны и планет солнечной системы.

Эта закономерность является отражением общего развития естествознания, представлений о внутреннем строении Земли и развития геологической науки. Возможность сопоставления этапов развития крупной области науки с конкретной наукой и проблемой установлена ранее В. В. Тихомировым (1966, 1970) и Б. П. Высоцким (1969).

В ранних, натурфилософских, представлениях природа рассматривалась как единое целое. Это положение относится и к древности, и к античному периоду, и даже к средневековью.

«У греков — именно потому, что они еще не дошли до расчленения, до анализа природы, — природа еще рассматривается в общем, как одно целое» (Маркс, Энгельс. Соч., т. 20, стр. 389). Создавалась наивно-диалектическая картина мира. Этот период развития естествознания можно, согласно Б. М. Кедрову, назвать созерцательной стадией¹.

Земля также рассматривалась в целом на основании примитивных наблюдений того участка, на котором обитали древние народы. Характерно обожествление природы. Основой представлений о каналах и пустотах внутри Земли (VII в. до н. э. — XVI в. н. э.) служили эмпирические наблюдения ученых Древней Греции. Позднее, в XV—XVI вв., изучалось положение Земли во Вселенной, форма Земли, строение ее поверхности и верхних слоев земной коры. Созерцательная стадия в развитии естествознания и два периода в развитии представлений о строении Земли (первые представления о Земле и идея о каналах и пустотах) соответствуют положению в учении о материках и океанах, которые мы назвали ранними представлениями о расположении и соотношении суши и моря. Особенно важными для нашей проблемы были XV—XVI вв., эпоха Возрождения, утверждение в науке идеи о шарообразности Земли, великие географические открытия, способствовавшие пониманию истинного расположения материков и океанов, установление гелиоцентрической картины мира. «Отсюда начинается свое летоисчисление освобождение естествознания от теологии», — писал Ф. Энгельс (Маркс, Энгельс. Соч., т. 20, стр. 347).

XVII — первой половине XVIII в. свойственна механистическая ограниченность естествознания. К этому же периоду приурочено начало аналитической стадии, продолжавшейся до конца XIX в. Для этого времени характерно, по Ф. Энгельсу, «разложение природы на ее отдельные части, разделение различных процессов и предметов природы на определенные классы» (Маркс, Энгельс. Соч., т. 20, стр. 20). Для представлений о внутреннем строении Земли господствующей является идея о пассивном центральном огне. В истории проблемы происхождения материков и океанов нами выделен лишь период второй половины XVII в., который характеризуется взглядами о первичности суши и вторичном происхождении океанов. Представления об образовании материков и океанов путем механического обрушения слоев являются отражением ограниченности естествознания (Р. Декарт, Д. Вудворд, Г. В. Лейбниц). Вместе с тем эти работы являются попыткой выяснить причину формирования рельефа Земли. Во второй половине XVIII в. особенно ярко проявилась идея развития, сменившая механистическую ог-

¹ По Е. А. Куражковской (1971) — стадии — описательная, аналитическая, синтетическая.

раниченность естествознания, при сохранении аналитического изучения природы.

Происхождение материков и океанов рассматривалось в XVIII в. как формирование всей поверхности Земли. Утверждалась первичность мирового океана и образование материков при понижении его уровня. Впервые были подвергнуты анализу закономерности расположения материков и их конфигурация. Аналитическая стадия развития естествознания продолжалась до конца XIX в. В XIX в. Земля представлялась в виде шарообразной огненно-жидкой массы с тонкой земной корой. Образование материков рассматривалось как результат действия вертикальных воздымающих сил. Геологические представления сузились и свелись к изучению земной коры лишь в пределах материков. На основании изучения регионального геологического строения континентов развивались различные отрасли геологической науки, из которых наиболее важной для рассматриваемой проблемы является геотектоника. С геотектоническими гипотезами были связаны различные гипотезы образования материков и океанов.

XX век характеризуется началом новой стадии в развитии естествознания, которую можно назвать стадией синтеза. Всестороннее изучение природы привело к углубленному развитию основных наук, но вместе с тем выяснилась и необходимость их взаимосвязи. Развиваются геохимия и геофизика и одновременно создаются такие промежуточные науки, как биохимия, биогеохимия, биогеофизика. В области наук о Земле господствующей стала идея об оболочечном строении Земли. Характерным является исследование физических и химических свойств Земли, изучение оболочек Земли, а также наряду с дифференциацией и детализацией исследований, взаимопроникновение, переплетение отдельных наук, изучающих единый объект — Землю. Таким образом, Земля снова рассматривалась в целом, но на основе огромного количества научных данных.

Те же тенденции синтеза проявляются и в изучении проблемы происхождения материков и океанов. Гипотезы строятся на основе предположений о неоднородности земной коры, о пластическом слое, расширении Земли, конвекционных токах, зонной плавке. Привлекаются данные геотектоники, стратиграфии, петрографии, палеогеографии, морской геологии, гравиметрии, палеомагнетизма, геотермики, геохимии, геофизики. Новые методы, возникшие в результате научно-технической революции (50—70-е годы) позволили включить в комплекс информации новые данные о строении океанического дна; вновь исследуются закономерности расположения материков и океанов. Таким образом, проблема рассматривается с привлечением всех наук о Земле, в планетарном, а в последнее время — даже в космическом масштабе, во взаимосвязи Земли с другими телами планетной системы (табл. 1 и 2).

Таблица 1
Представления о строении Земли

Период	Господствующая идея	Изучение Земли в целом или ее свойств	Науки и методы изучения
I	Первые представления о Земле	Земля рассматривалась в целом, но на основании примитивных наблюдений.	
II	Каналы и пустоты (VII в. до н. э. — XVII в. н. э.)	Земля рассматривалась в целом как планета. Эмпирические наблюдения. Определенные положения Земли во Вселенной, изучение формы, поверхности и верхних слоев Земли	Астрономия, начатки геологии, география
III	Пассивный центральный огонь внутри Земли (середина XVII в. — середина XVIII в.)	Космогонические представления с Земле в целом. Геологические наблюдения	Космогония, геология
IV	Идея развития Земли (вторая половина XVIII в.)	Космогонические представления о Земле в целом. Научные геологические данные	Космогония, геология
V	Активное огненно-жидкое ядро Земли и покрывающая его земная кора (XIX в.)	Изучение внутреннего строения Земли с точки зрения ее происхождения, физических и химических свойств. Всестороннее изучение состава и строения земной коры	Космогония, астрономия, гравиметрия, физика, химия, математика, геотектоника, вулканология, петрография
VI	Оболочечное строение Земли (XX в.)	Изучение физических и химических свойств, построение модели Земли, изучение оболочек. Взаимопроникновение, переплетение отдельных наук, изучающих единый объект — Землю	Космогония, геофизика, сейсмология, геохимия, геотектоника, петрография, вулканология, метеоритика, геомагнетизм, геотермия, палеомагнетизм, геохронология, морская геология, изучение строения дна океанов, лабораторное моделирование и др.

В развитии изучаемой проблемы можно также заметить тенденцию ускорения исследований и в связи с накоплением фактов создание все более многочисленных и разнообразных гипотез. Принцип ускоренного развития науки применительно к геологии достаточно ясно показан Д. И. Гордеевым (1972). До некоторой степени он может быть иллюстрирован и на примере изучения проблемы происхождения материков и океанов. Действительно, эмпирические представления о соотношении и расположении суши и моря складывались в течение многовекового промежутка времени. Конец этого периода характеризуется, как сказано выше, революцией в науках о Земле. Накопление новых фактов дало возможность выдвигать достаточно обоснованные научные концепции в проблеме происхождения материков и океанов. В последующие периоды во все нарастающем темпе рассматривались различные гипотезы, становящиеся все более многочисленными и вместе с тем антагонистическими. Так, например, в начале XX в. доминировали представление о преимущественной роли горизонтального направления сил в образовании океанов, но уже в 40—50-х годах эти взгляды сменились

Таблица 2

Представления о происхождении материков и океанов

Период	Господствующая идея	Изучение проблемы в целом или ее аспектов	Науки и методы изучения
I	Ранние представления о расположении суши и моря (до XVII в.)	Проблема рассматривалась как проблема строения всей Земли в целом. Материки и океаны — неотъемлемая принадлежность структуры Земли	Космогония
II	Первичность суши и вторичное происхождение океанов. Обрушение (вторая половина XVII в.)	Формирование земной коры и образование океанов рассматриваются отдельно	Космогония, начатки геологии
III	Первичность мирового океана. Современные океаны, как его реликты (XVII в.)	Начало анализа строения, развития и расположения материков. Предполагаемое единство структуры материков и дна океанов. Первые идеи о поднятии материков	География, геология
IV	Образование материков и океанов при активных движениях однородной земной коры (XIX в.)	Детальное изучение геологического строения материков. Отражение геотектонических гипотез в рассмотрении проблемы	Геология
V	Борьба идей о ведущей роли горизонтальных и вертикальных сил на основании новых данных о различии континентальной и океанической коры (XX в.)	Рассмотрение проблемы в связи с новыми идеями о строении Земли. Начало детального исследования дна океанов	Геотектоника, геофизика, геохимия
VI	Гипотезы, основанные на привлечении новых данных о строении дна океанов (60—70-е годы XX в.)	Глобальное рассмотрение строения материков и дна океанов. Космические и планетарные факторы в создании лика Земли	Геотектоника, стратиграфия, петрография, палеогеография, гравиметрия, палеомагнетизм, геотермия, геохимия, геофизика, космогеология

прямо противоположными — о важнейшей роли вертикально направленных сил. Затем, в еще более короткий промежуток времени, в течение 10—15 лет, накопление новых данных о строении дна океанов привело сначала к возрождению идеи о роли сил горизонтального направления, а затем к созданию концепции новой глобальной тектоники.

* * *

Изучение соотношения и закономерностей расположения суши и моря имеет большое значение для решения проблемы их происхождения. Проследим также в выделенных нами периодах развитие и этих взглядов.

В ранних представлениях суша, т. е. Земля, казалась окруженной морем (Вавилония, Индия и др.). В учении Анаксимандра, впервые составившего схематическую карту Земли, понятие «Земля» и «суша» разграничивается и принимается, что море покрывает поверхность Земли. Так же считал Гераклит. Аристотель сделал вывод об увеличении размеров суши. Плиний считал, что море опоясывает весь земной шар.

Наряду с представлениями о преобладании моря над сушей развивались взгляды о количественно ином соотношении и преобладании суши над морем (глобус Кратеса Малосского, карта Марина из Тира). Своеобразную схему расположения суши и моря дал Косьма Индикоплов. Позднее путешествия Х. Колумба, Ф. Магеллана, Васко де Гама и других доставили фактические данные о расположении материков и океанов. О расположении горных цепей на поверхности Земли, проходящих через сушу и дно океана, писал А. Кирхер.

Важные мнения высказаны в работах Ж. Бюффона. По его мнению, морское дно подобно суше — на нем имеются горы, долины и пр. Описывая берега Азии, Африки и Америки, он считал, что части этих материков поглощены океаном. Им установлена закономерность в расположении материков и океанов (меридиональные полосы суши и моря), отмечено сходство берегов Африки и Южной Америки, а также клинообразная форма материков и крутизна западных береговых склонов. М. В. Ломоносов выделил пять главных «гор», или континентов, и подчеркнул, что Земля «шероховата» возвышениями, т. е. океан является первичным, а поднятые с его дна материка — вторичные образования.

В XIX в. большое внимание обращалось на соотношение и расположение материков и океанов в связи с обширными фактическими данными географических исследований. А. Гумбольдт наметил соотношение между глубиной океана и высотой суши. И. Д. Ертов отметил диагональное расположение материков, связанное, по его мнению, с вращением Земли и наклоном земной оси. Им отмечено также сходство восточного и западного берегов континента Европы и Азии. Е. В. Быханов тщательно анализировал сходство берегов континентов — это привело его к выводам о движении материков. У. В. Грин обратил внимание на остроконечную форму материков — отсюда им был сделан вывод о тетраэдрической форме Земли. И. В. Мушкетов отметил явление «парности» материков. А. П. Карпинский изучал расположение материков в полярной проекции.

В XX в. изучение сходства береговых линий материков оказало решающее влияние на развитие гипотезы мобилизма (Ф. Б. Тейлор, А. Вегенер). Очень важны мысли И. Д. Лукашевича о сохранении высоты континентов, несмотря на постоянную денудацию их поверхности.

Сказанное не исчерпывает, конечно, всего многообразия проблемы как в настоящем, так и в прошлом развитии науки. Наша задача заключалась лишь в том, чтобы показать основные направления и взгляды предшественников воззрений современности.

Следует отметить, что на протяжении истории проблемы понятие «океан» существенно менялось. В древности океан считался той средой, на поверхности которой находилась Земля,

т. е. суша. Затем океан стал рассматриваться как часть земной поверхности, позднее (с XVIII в.) океаном считалась первичная водная оболочка (мировой океан, покрывавший Землю), в некоторых случаях вода рассматривалась как раствор (А. Г. Вернер). Это представление о первичной водной оболочке, конечно, не соответствует современному понятию Мирового океана.

Изменялись также представления о сходстве и различии суши и дна океана. На протяжении длительного времени океаны считались лишь углублениями на поверхности Земли, возникшими различными путями. Лишь в конце XIX в. появились представления о различии количественном (по плотности), а в XX в. — о качественной разнородности коры океанической и континентальной.

ГОСПОДСТВУЮЩИЕ, ОТМИРАЮЩИЕ И ВОЗНИКАЮЩИЕ ИДЕИ

В каждом периоде развития науки наряду с господствующей идеей, характеризующей данный период, можно проследить отмирающие воззрения прошлого и новые идеи, которые впоследствии становятся господствующими. В некоторых случаях появляются и вступают в борьбу прямо противоположные взгляды¹. В этом проявляется основной закон материалистической диалектики — закон единства и борьбы противоположностей. «Развитие есть «борьба» противоположностей» (В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, стр. 317). Эту закономерность также можно проследить в развитии рассматриваемой нами проблемы.

Воззрения I периода трудно назвать гипотезами, однако можно считать «полярными» взгляды о суше, окруженной морем, и о море, окруженном сушей.

Во II, III и IV периодах, в конце каждого периода, возникали идеи, занимавшие господствующее положение в последующем периоде (начало развития идей об обнажении материков при понижении уровня океана, воздымания материков, мобилизма). В V периоде вступают в конфликт антагонистические взгляды о вторичном происхождении океанов при горизонтальном перемещении или погружении участков коры и идеи о первичности океанов. В современности (VI период) резко разграничиваются противоположные идеи о разрастании континентов или океанов.

¹ Возможность появления «полярных» гипотез была отмечена Б. П. Высоцким (1969). В. В. Тихомиров (1966, 1970) писал о появлении в истории геологии противоположных взглядов, выведенных, однако, на основании одинаковых геологических данных (например, непутизм и плутонизм). Д. И. Гордеев (1967, 1972) отметил, что геология развивалась в форме непрерывной борьбы между противоположными концепциями.

В конце периода — начало развития идей о горизонтальных силах.

V период — смена идей: горизонтальное направление сил — вертикальное направление сил — возрождение идей о преимущественной роли горизонтально направленных сил.

VI период — резкое обострение борьбы этих идей, накопление фактов в пользу ведущей роли горизонтальных сил. В последнее время — тенденция примирения этих полярных гипотез при признании главенствующей роли как вертикальных, так и горизонтальных сил на разных этапах развития Земли (табл. 3).

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Современное состояние изучения проблемы характеризуется сложным переплетением взглядов и гипотезами, которые на первый взгляд кажутся антагонистическими, причем оказывается невозможным выделить какую-либо господствующую идею. В чем же состоит особенность современного периода?

На этот вопрос можно ответить так же, как и по отношению ко всем наукам о Земле, и возможно, естествознания в целом: дифференциация и интеграция науки, детализация исследований и рассмотрение проблемы в общем плане, влияние научно-технической революции и появление новых методов, позволивших совершить фундаментальные открытия в геологии. Глобальное рассмотрение проблемы во всех, даже противоречивых гипотезах является основной чертой современности. Однако в последнее время появляется новая тенденция еще более широкого плана: изучение проблемы не только в глобальном, но и в космическом масштабе, прежде всего в системе Земля — Луна, в дальнейшем, возможно, в общем плане планет солнечной системы. Таким образом, мы стоим на пороге нового этапа в решении не только данной, но и многих других проблем наук о Земле. Тот факт, что некоторые, полученные с помощью новых методов данные решительно свидетельствуют в пользу одной группы гипотез, другие — в пользу противоположной, лишь подтверждает необходимость найти компромиссное решение, возможность синтеза различных взглядов. Современные «непримиримые» гипотезы могут оказаться совершенно справедливыми для разных стадий развития Земли при рассмотрении всей совокупности ее истории.

В выборе наиболее правильных исследований помогает история науки. Наиболее устойчивыми и существующими с древних времен являются идеи о влиянии космических факторов, о первичной неоднородности Земли, о закономерностях распределения материков и океанов — и именно эти идеи в настоящее время являются наиболее перспективными. Правильной является мысль А. П. Павлова об изучении Луны как модели ранней стадии развития Земли — это предвидение ученого осуществляется лишь в наши дни. Б. Л. Личков высказал предположение о том, что на

ранней стадии развития Земля имела не сфероидальную, а неправильную, угловатую, форму. В таком случае на всем протяжении истории Земли должно существовать противоречие между стремлением Земли к сферической форме, вызванным вращением, и противодействием этому стремлению вследствие неоднородности вещества, составляющего массу Земли. Это противоречие может являться важной причиной тектонических процессов и создания ее основных форм. Необходимо изучать научное наследие прошлого и развивать некоторые забытые направления — например, мысль И. Д. Лукашевича о сохранении средней высоты гор и континентов — факт, который до сих пор не нашел полного объяснения. Вместе с тем, современной наукой опровергнуты некоторые гипотезы прошлого — например, гипотезы об отрыве Луны от Земли в области Тихого океана.

Единая теория Земли до сих пор не создана. Не получила однозначного решения также проблема происхождения материков и океанов. Однако колоссальный прогресс в развитии современной науки, большой вклад в которую внесен советскими учеными, дает основание считать, что эти проблемы в недалеком будущем будут разрешены.

ЛИТЕРАТУРА

- Ленин В. И. 1961. Полное собрание сочинений, т. 18. Изд. 5-е. М., Госполитиздат.
- Ленин В. И. 1962. Полное собрание сочинений, т. 27. Изд. 5-е. М., Госполитиздат.
- Ленин В. И. 1969. Полное собрание сочинений, т. 29. Изд. 5-е. М., Госполитиздат.
- Маркс К., Энгельс Ф. 1961. Сочинения, т. 20. Изд. 2-е. М., Госполитиздат.
- Арган Э. 1935. Тектоника Азии. М.—Л., ОНТИ.
- Архангельский А. Д. 1938. Основные черты тектоники северной части Атлантического океана и Арктики.— Докл. АН СССР, т. 2, № 8.
- Архангельский А. Д. 1941. Геологическое строение и геологическая история СССР, т. 1. М.—Л., Гостоптехиздат.
- Афанасьев Г. Д. 1968. О границе земной коры и верхней мантии.— В кн.: Международный геологический конгресс. XXIII сессия. Докл. сов. геол. Проблема 1. Кора и верхняя мантия Земли. М., «Наука».
- Афанасьев Г. Д. 1970. Строение и состав земной коры в связи с проблемами геологической петрологии.— Изв. АН СССР, серия геол., № 11.
- Батюшкова И. В. 1966. Внутреннее строение Земли (эволюция представлений). М., «Наука».
- Батюшкова И. В. 1968. История проблемы происхождения материков и океанов.— В кн.: Международный геологический конгресс. XXIII сессия. Докл. сов. геол. Проблема 13В. Проблемы истории геологических наук. М., «Наука».
- Батюшкова И. В. 1970. Некоторые закономерности развития представлений о строении Земли.— В сб.: История геологии. Ереван, Изд-во АН Арм. ССР.
- Белоусов В. В. 1955. О геологическом строении и развитии океанических впадин.— Изв. АН СССР, серия геол., № 3.
- Белоусов В. В. 1962. Основные вопросы геотектоники. М., Гостеолтехиздат.
- Белоусов В. В. 1966. Земная кора и верхняя мантия материков. М., «Наука».
- Белоусов В. В. 1967а. Глубинное строение и развитие Земли.— Земля и Вселенная, № 1.
- Белоусов В. В. 1967б. Некоторые вопросы развития земной коры и верхней мантии океанов.— Геотектоника, № 1.
- Белоусов В. В. 1967в. О происхождении океанов.— Бюлл. МОИП, отд. геол., т. 42, вып. 5.
- Белоусов В. В. 1968а. Земная кора и верхняя мантия океанов. М., «Наука».
- Белоусов В. В. 1968б. Некоторые общие вопросы развития тектоносферы.— В кн.: Международный геологический конгресс. XXIII сессия. Докл. сов. геол. Проблема 1. Кора и верхняя мантия. М., «Наука».
- Белоусов В. В. 1969. Тектоносфера Земли (результаты и задачи исследования).— Сов. геология, № 1.
- Белоусов В. В. 1970. Об одной гипотезе развития океанов.— Бюлл. МОИП, т. 45, отд. геол., вып. 4.
- Белоусов В. В. 1972. Тектоносфера Земли: идеи и действительность.— Вест. АН СССР, № 7.
- Бельский П. А. 1913. Образование материков.— Природа, № 7—8.

- Беммелен Р. В. 1970. Развитие мегаундаций. Механическая модель крупномасштабных геодинамических явлений.— В кн.: Система рифтов Земли. М., «Мир».
- Беренов И. И. 1964. Осевое вращение Земли как одна из причин геотектогенеза.— В кн.: Строение и развитие земной коры. М., «Наука».
- Богданов А. А., Муратов М. В., Хашин В. Е. 1963. Основные структурные элементы земной коры. М., «Знание».
- Боголепов М. А. 1931. По поводу одной гипотезы горизонтальных передвижений земной коры.— Землеведение, т. XXXIII, вып. 1—2.
- Бондарчук В. Г. 1961. Основные вопросы тектоогенеза. Киев, Изд-во АН УССР.
- Бондарчук В. Г. 1962. Структура земной коры. Киев, Изд-во АН УССР.
- Борисяк А. А. 1922. Происхождение континентов и океанов.— Природа, № 1—2.
- Борисяк А. А. 1924. Теория геосинклиналей.— Известия Геол. Ком., т. 43, № 1.
- Бубнов С. Н. 1934. Основные проблемы геологии. Л., ОНТИ.
- Быханов Е. В. 1877. Астрономические предрассудки и материалы для составления новой теории образования планетарной системы. Ливны.
- Бюффон Ж. Л. Л. 1801. Всеобщая и частная естественная история, ч. I. СПб.
- Бюффон Ж. Л. Л. 1811. Всеобщая и частная естественная история, ч. II. СПб.
- Варений Б. 1790. Всеобщая география, ч. I. СПб.
- Васильев В. С. 1925. Происхождение континентов. Саратов.
- Васильковский Н. П. 1968. Особенности строения и развития северо-западного сектора Тихоокеанского пояса (с позиций необратимого развития земной коры).— В кн.: Тектоника советского Дальнего Востока и прилегающих акваторий. М., «Наука».
- Вегенер А. 1925. Возникновение материков и океанов. М.— Л., Госиздат.
- Венинг-Мейнес Ф. А. 1966. Тепловая конвекция в земной мантии.— В кн.: Дрейф континентов. М., «Мир».
- Вернадский В. И. 1942. О геологических оболочках Земли как планеты.— Изв. АН СССР, серия геогр. и геодез., № 6.
- Вильсон Д. Т. 1959. Геофизика и рост континентов.— Природа, № 8.
- Виноградов А. П. 1959. Химическая эволюция Земли. М., Изд-во АН СССР.
- Виноградов А. П. 1962. Происхождение оболочек Земли. Изв. АН СССР, серия геол., № 11.
- Виноградов А. П. 1967а. Введение в геохимию океана. М., «Наука».
- Виноградов А. П. 1967б. Образование океана. Изв. АН СССР, серия геол., № 4.
- Воронов П. С. 1964. О проблеме структуры Арктического бассейна и глобальных сдвиговых зонах земли.— Проблемы Арктики и Антарктики. Вып. 18.
- Воронов П. С. 1966. Биполярность закономерностей гипсометрии блоков континентальной коры и распад Гондваны.— Изв. ВГО, т. 98, вып. 2.
- Воронов П. С. 1968. Очерки о закономерностях морфологии глобального рельефа Земли. Л., «Наука».
- Вселенная и человечество. 1904, СПб., Изд-во «Просвещение».
- Высоцкий Б. П. 1969. Проблемы истории и методологии геологии. Автореф. докт. дисс. М., МГУ.
- Герасимов И. П., Мецераков Ю. А. 1967. Планетарные черты рельефа и геоморфологический этап в развитии Земли.— В кн.: Рельеф Земли. М., «Наука».
- Гумбольдт А. 1915. Центральная Азия, т. I. М.
- Гомперц Т. 1911. Греческие мыслители, ч. I. СПб.
- Гордеев Д. И. 1967. История геологических наук, ч. I. М., Изд-во МГУ.
- Гордеев Д. И. 1972. История геологических наук, ч. II. М., Изд-во МГУ.
- Дели Р. А. 1935. Глубины Земли. Л., Изд. Центр. геол. 6-ки.
- Деменицкая Р. М. 1967. Кора и мантия Земли. М., «Недра».
- Джозли Д. 1929. История поверхности Земли. М.— Л., Госиздат.
- Дитц Р. С. 1964. Океанические впадины обусловлены падением астероидов (новая гипотеза).— В кн.: Рельеф и геология дна океанов. М., «Прогресс».
- Дитц Р. С. 1966. Эволюция дна океанов как следствие разрастания площади их дна.— В кн.: Дрейф континентов. М., «Мир».
- Донн У. Л., Донн Б. Д., Валентайн У. Б. Г. 1966. Ранняя история Земли. Изв. АН СССР, серия геол., № 8.
- Дэна Д. 1875. О некоторых результатах земного сжатия вследствие охлаж-

- дения, вместе с рассуждением о происхождении гор и свойствах внутренности Земли.— Горн. журн., т. I, № 3; т. II, № 5.
- Ертов И.* 1820. Мысли о происхождении и образовании миров, ч. I. СПб.
- Жиров Н. Ф.* 1964. Атлантида. М., Географгиз.
- Зоненшайн Л. П.* 1971. Геосинклинальный процесс и «новая глобальная тектоника». — Геотектоника, № 6.
- Избранные произведения мыслителей стран Ближнего и Среднего Востока, 1961. М., Союзэкгиз.
- История геологии. 1973. М., «Наука».
- Карпинский А. П.* 1888. О правильности в очертании, распределении и строении континентов.— Горн. журн., № 2.
- Карпов М. М.* 1963. Основные закономерности развития естествознания. Ростов, изд. Рост. Гос. ун-та.
- Катерфельд Г. Н.* 1962. Лик Земли и его происхождение. М., Географгиз.
- Кедров Б. М.* 1965. Предмет и задачи истории естествознания и техники.— В кн.: Материалы к расширенному пленуму Советского национального комитета историков естествознания и техники. М., «Наука».
- Кедров Б. М.* 1968. О марксистской истории естествознания. М., «Знание».
- Кедров Б. М.* 1974. Философия и естествознание.— В кн.: Проблемы истории и методологии научного познания. М., «Наука».
- Котта Б.* 1859. Геологические картины. СПб.
- Краус Э.* 1963. История развития материков и океанов.— В кн.: Проблемы перемещения материков. М., ИЛ.
- Кропоткин П. Н.* 1948. Основные проблемы энергетики тектонических процессов.— Изв. АН СССР, серия геол., № 5.
- Кропоткин П. Н.* 1956. Происхождение материков и океанов.— Природа, № 4.
- Кропоткин П. Н.* 1964а. Критика некоторых тектонических теорий фиксизма.— Изв. АН СССР, серия геол., № 6а.
- Кропоткин П. Н.* 1964б. Соотношение поверхностной и глубинной структур и общая характеристика движений земной коры.— В кн.: Строение и развитие земной коры. М., «Наука».
- Кропоткин П. Н.* 1967. Механизм движений земной коры.— Геотектоника, № 5.
- Кропоткин П. Н.* 1968. О возрасте и происхождении океанов.— Бюлл. МОИП, отд. геол., т. 44, № 5.
- Кропоткин П. Н.* 1969а. О возрасте и происхождении океанов.— Океанология, т. 9, вып. 5.
- Кропоткин П. Н.* 1969б. Проблема дрейфа материков (мобилизма).— Физика Земли, № 3.
- Кропоткин П. Н.* 1970. Возможная роль космических факторов в геологии.— Геотектоника, № 2.
- Кропоткин П. Н.* 1971. Гравиметрия и рельеф Луны (в сопоставлении с Землей).— Геотектоника, № 1.
- Кропоткин П. Н.* 1972. Динамика горизонтальных движений земной коры.— Вестник АН СССР, № 7.
- Круть И. В.* 1973. Исследования оснований теоретической геологии. М., «Наука».
- Куражковская Е. А.* 1971. Геологическая материальная система и закономерности ее развития. М., «Знание».
- Куражковская Е. А., Гордеев Д. И.* 1967. О соотношении исторического и логического в истории геологии.— Вестник МГУ, серия геол., № 1.
- Куторга С. С.* 1858. Естественная история земной коры. СПб.
- Кэй М.* 1955. Геосинклинали Северной Америки. М., ИЛ.
- Кюве Ж.* 1937. Рассуждение о переворотах на поверхности земного шара. М.— Л., Биомедгиз.
- Лейбниц Г. В.* 1887—1892. Теодицея. Харьков.
- Леман И. Г.* 1763. Опыт генеральной орографии, или описание главнейших по земному шару простирающихся гор, читанный сентября 23 дня 1762 года в публичном собрании импер. Академии наук Иоанном Готтлибом Леманом. СПб.
- Леонардо да Винчи.* 1953. Избранные естественно-научные произведения. М., Госполитиздат.

- Леонов Н. И. 1949. Новые идеи о горизонтальном перемещении материков Фергана. Изд-во Ферганского Гос. пед. и учит. ин-та.
- Леонов Н. И. 1961. О некоторых чертах земной поверхности, которые необходимо учитывать при тектонических построениях.— Труды Самаркандского гос. ун-та, новая серия, вып. 116. Геолого-геогр. науки.
- Леонтьев О. К. 1968. Дно океана. М., «Мысль».
- Личков Б. Л. 1931а. Движение материков и климаты прошлого Земли. Л., Изд-во АН СССР.
- Личков Б. Л. 1931б. Движение материков и горообразование.— Природа № 5.
- Личков Б. Л. 1965. К основам современной теории Земли. Л. Изд-во ЛГУ.
- Ломоносов М. В. 1954. Полное собрание сочинений, т. 5. М.—Л., Изд-во АН СССР.
- Лукашевич И. Д. 1911. Неорганическая жизнь Земли. т. III. СПб.
- Любимова Е. А. 1968. Термика Земли и Луны. М., «Наука».
- Люстих Е. Н. 1957. Изостазия и изостатические гипотезы.— Труды Геофиз. ин-та АН СССР, № 38 (165).
- Люстих Е. Н. 1965. Неомобилизм и конвекция в мантии Земли (статьи 1 и 2).— Бюлл. МОИП, отд. геол., т. 40, вып. 1—2.
- Ляцель Ч. 1866. Основные начала геологии. СПб.
- Магницкий В. А. 1958. К вопросу о происхождении и путях развития континентов и океанов.— Вопросы космологии, № 6.
- Магницкий В. А. 1965. Внутреннее строение и физика Земли. М., «Недра».
- Мазарович А. Н. 1952. Основы региональной геологии материков, ч. II. М., Изд-во МГУ.
- Мещераков Ю. А. 1957. Основные элементы морфоструктуры Земли и проблема их происхождения.— Изв. АН СССР, серия геогр., № 4.
- Микулинский С. Р. 1974. Методологические вопросы историко-научного исследования.— В кн.: Проблемы истории и методологии научного познания. М., «Наука».
- Муратов М. В. 1957. Проблема происхождения океанических впадин.— Бюлл. МОИП, отд. геол., т. 32, вып. 5.
- Муратов М. В. 1965. Главнейшие эпохи складчатости и мегастадии развития земной коры.— Геотектоника, № 1.
- Муратов М. В. 1968. Складчатые геосинклинальные пояса и системы и особенности их развития. Българска Академия на науките. Комитет по геология. Известия на Геологическия институт—серия геотектоника, стратиграфия и литология, кн. XVII.
- Муратов М. В. 1970. Геосинклинальные складчатые пояса докембрия и некоторые особенности их развития.— Геотектоника, № 2.
- Муратов М. В. 1971а. Проблема происхождения первичных и вторичных океанических впадин.— В кн.: История Мирового океана. М., «Наука».
- Муратов М. В. 1971б. Ранние эры в истории Земли.— Природа, № 11.
- Мушкетов И. В. 1888. Геология. Литогр. издание. СПб.
- Мушкетов И. В. 1891. Физическая геология, т. I. СПб.
- Неймайр М. 1899. История Земли, т. I. СПб.
- Обручев В. А. 1946. Происхождение гор и материков. М.—Л., Гостехиздат. Общие рассуждения о географическом распределении, природе и начале европейских материков.— Горн. журн., 1833, № 5—9.
- Павлов А. П. 1922. Попытка распознать доархейскую эру в истории Земли и определить ее влияние на дальнейшую эволюцию геоида.— Бюлл. МОИП, отд. геол., т. 31.
- Павловский Е. В. 1953. О некоторых общих закономерностях развития земной коры.— Изв. АН СССР, серия геол., № 5.
- Павловский Е. В. 1964. Происхождение и развитие древних платформ.— В кн.: Вопросы сравнительной тектоники древних платформ. М., «Наука».
- Павловский Е. В. 1970. Ранние стадии развития земной коры.— Изв. АН СССР, серия геол., № 5.
- Палеомагнетизм. 1962. М., ИЛ.
- Панов Д. Г. 1961. Происхождение материков и океанов. М., Географгиз.
- Панов Д. Г. 1963. Морфология дна Мирового океана. М.—Л., Изд-во АН СССР.

- Пейве А. В. 1945. Глубинные разломы в геосинклинальных областях.— Изв. АН СССР, серия геол., № 5.
- Пейве А. В. 1956. Связь осадконакопления, складчатости, магматизма и минеральных месторождений с глубинными разломами.— Изв. АН СССР, серия геол., № 1—3.
- Пейве А. В. 1961. Тектоника и магматизм.— Изв. АН СССР, серия геол., № 3.
- Пейве А. В. 1967. Разломы и тектонические движения.— Геотектоника, № 5.
- Пейве А. В. 1969. Океаническая кора геологического прошлого.— Геотектоника, № 4.
- Пейве А. В., Штрейс Н. А., Книппер А. Л., Марков М. С., Богданов Н. А., Перфильев А. С., Руженцев С. В. 1971. Океаны и геосинклинальный процесс.— Докл. АН СССР, т. 196, № 3.
- Попов В. И. 1951. Сжатый очерк ядерной теории развития земной коры.— Докл. АН Узб. ССР, № 1.
- Попов В. И. 1960. Ядерная теория развития земной коры. Ташкент. Изд-во Среднеазиат. гос. ун-та.
- Попов В. И. 1964. Ядра роста материков и развитие земной коры.— В кн.: Строение и развитие земной коры (Материалы II Всесоюзного совещания по проблемам тектоники в Москве). М., «Наука».
- Пуцаровский Ю. М. 1970. Океаны: происхождение, возраст, развитие.— Природа, № 4.
- Резанов И. А. 1968. Палеомагнетизм и дрейф материков.— Сов. геология, № 3.
- Рудский М. 1892. К теории векового охлаждения Земли. Т. II. О происхождении материков и океанических бассейнов. Одесса.
- Сиппер К. 1904. Исследования земной коры.— В кн.: Вселенная и человечество. СПб.
- Севастьянов А. 1810. Геогнозия или наука о горах и горных породах. СПб.
- Соболев Э. В. 1970. Гетерогенность земного вещества и возраст Земли.— Изв. АН СССР, серия геол., № 2.
- Соколов Д. И. 1839. Курс геогнозии, ч. I. СПб.
- Стенон Н. 1957. О твердом, естественно содержащемся в твердом. М., Изд-во АН СССР.
- Стовас М. В. 1959. Неравномерность вращения Земли как геотектонический фактор.— Изв. Всес. геогр. о-ва, т. 90, вып. 4.
- Страхов Н. М. 1948. Основы исторической геологии, ч. I и II. М.—Л., Госгеоллиздат.
- Страхов Н. М. 1960. Типы климатической зональности в послепротерозойской истории Земли.— Изв. АН СССР, серия геол., № 3.
- Строение и развитие земной коры. 1964. М., «Наука».
- Суворов А. И. 1971. К проблеме формирования континентальной земной коры.— В кн.: Проблемы теоретической и региональной тектоники. М., «Наука».
- Такеучи Х., Уеда С., Канамори Х. 1970. Двигутся ли материки? М., «Мир».
- Тихомиров В. В. 1958. К вопросу о развитии земной коры и природе гранита.— Изв. АН СССР, серия геол., № 8.
- Тихомиров В. В. 1959. Некоторые соображения о процессах, происходящих в зонах погружения земной коры. АН Груз. ССР. Геол. ин-т. Сборник трудов. Тбилиси.
- Тихомиров В. В. 1960. К вопросу о развитии земной коры и о значении в этом процессе явлений метасоматоза.— В кн.: Международный геологический конгресс. XXI сессия. Докл. сов. геол. Киев.
- Тихомиров В. В. 1963. О связи перестройки земной коры с вертикально направленными тектоническими движениями.— Докл. АН СССР, т. 151, № 5.
- Тихомиров В. В. 1966. О важнейших факторах развития геологии на разных этапах ее истории.— Изв. АН СССР, серия геол., № 10.
- Тихомиров В. В. 1970. Опыт анализа процесса развития геологии как науки.— Изв. АН СССР, серия геол., № 4.
- Тихомиров В. В. 1972. Современная научно-техническая революция в геологии.— В сб.: Тезисы секционных докладов IV Закавказской конференции по истории науки. Ереван.

- Тихомиров В. В., Хаин В. Е. 1956. Краткий очерк истории геологии. М., Госгеолтехиздат.
- Удинцев Г. Б. 1964. Вопросы геоморфологии и тектоники дна океанов на XIII Генеральной ассамблее Международного союза геодезии и геофизики.— Изв. АН СССР, серия геогр., № 2.
- Федосеев И. А. 1967. Развитие знаний о происхождении, количестве и круговороте воды на Земле. М., «Наука».
- Флоренский К. П. 1965. О начальном периоде дифференциации вещества Земли.— Геохимия, № 8.
- Хаин В. Е. 1961. Происхождение материков и океанов. М., «Знание».
- Хаин В. Е. 1964а. Общая геотектоника. М., «Недра».
- Хаин В. Е. 1964б. Эволюция земной коры и возможные формы и связи с процессами в верхней мантии.— Сов. геология. № 6.
- Хаин В. Е. 1968. Об основных тенденциях развития земной коры.— Вестник МГУ, геология, № 1.
- Хаин В. Е. 1969. Место процессов осадкообразования в тектонической эволюции земной коры.— Океанология, т. 9, вып. 5.
- Хаин В. Е. 1970. Происходит ли научная революция в геологии?— Природа, № 1.
- Хаин В. Е. 1972а. О новой глобальной тектонике.— Вестник АН СССР, № 7.
- Хаин В. Е. 1972б. О современном положении в теоретической геотектонике и вытекающих из него задачах.— Геотектоника, № 4.
- Хаин В. Е. 1973. Общая геотектоника. 2-е изд. М., «Недра».
- Хейзен Б., Торп М., Юинг М. 1962. Дно Атлантического океана, М., ИЛ.
- Черский И. Д. 1886. К геологии внутренней Азии.— Труды СПб. об-ва естествоиспыт., т. 17, вып. 2.
- Чирвинский П. Н. 1913. Перемещение полюсов как основная причина изменения климатов в третичный и четвертичный периоды и главная причина такого перемещения.— Ежегодник по геологии и минералогии России, т. XV, вып. 2—3.
- Шатский Н. С. 1946. Гипотеза Вегенера и геосинклинали.— Изв. АН СССР, серия геол., № 4.
- Шатский Н. С. 1964. О движении и развитии земной коры (доклад в 1939 г.).— Избр. труды, т. II. М.—Л., «Наука».
- Шейнманн Ю. М. 1958. Место Атлантического и Индийского океанов в формировании структур Земли.— Докл. АН СССР, т. 119, № 4.
- Шейнманн Ю. М. 1964. Длительность перестройки континентальной коры в океаническую (на материале Северной Атлантики).— Изв. АН СССР, серия геол., № 1.
- Шейнманн Ю. М. 1968. Очерки глубинной геологии. М., «Недра».
- Шейнманн Ю. М. 1970. Развитие земной коры и дифференциация вещества Земли.— Геотектоника, № 4.
- Шокальский Ю. М. 1917. Океанография. Пг.
- Штауб Р. 1938. Механизм движений земной коры в приложении к строению горных систем. М.—Л., ГОНТИ.
- Шилле Г. 1964. Избранные труды. М., «Мир».
- Эйхвальд Э. И. 1846. Полный курс геологических наук преимущественно в отношении к России, ч. II. Геогнозия. СПб.
- Airy G. B. 1885. On the computation of the effect of the attraction of mountain-masses, as disturbing the apparent astronomical latitude of station in geodetic surveys.— Philos. Trans. Roy. Soc., v. 145, pt. 1.
- Argand E. 1922. La tectonique de l'Asie. Compt. rend. Congr. Géol. internat. Liege.
- Ardt T. 1919. Handbuch der Paleogeographie, Bd. I. Leipzig.
- Barrel J. 1914. The strength of the Earth crust.— J. Geol., N 22.
- Batjushkova I. 1970. Regularities of the development of science as exemplified in the development of notions of the structure of the Earth.— In. Acts XII Congr. internat. histoire sci. Tome II. Problèmes généraux d'histoire des sciences épistémologiques. Paris.

- Belousov V. V.* 1972. Important trends in the evolution of continents.—In: Abstracts. Internat. Geol. Congr., XXIV session. Montreal.
- Bemmelen R. W. van.* 1933. The undation theory of the development of the earth's crust.—Proc. XVI Internat. Geol. Congr. Washington.
- Bemmelen R. W. van* 1965. Megaundations as cause of continental drift.—*Geol. en mijnbouw*, bd. 44, N 9.
- Bertrand M.* 1887. La chaîne des Alpes et la formation du continent Européen.—*Bull. Soc. géol. France*, ser. 3, N 15.
- Born A.* 1933. Über Werden und Zerfall von Kontinentalschollen. Berlin.
- Bowie W.* 1930. Crustal changes due to moons formation.—*Gerlands Beitr., Geophys.*, N 25.
- Bowie W.* 1935. Origin of continents and oceans.—*Scient. Monthly*, v. 41.
- Buache M.* 1756. Essai de géographie physique, où l'on propose des vues générales sur l'espece de charpente du globe, composée des chaînes de montagnes traversent les mers comme la terre.—*Mem. Acad. Roy. sci. Paris*.
- Bubnoff S.* 1923. Die Gliederung der Erdrinde. Berlin.
- Bubnoff S.* 1931. Grundprobleme der Geologie, eine Einführung in geologisches Denken. Berlin.
- Buch L.* 1825. Physikalische Beschreibungen der Ganarischen Insel. Berlin.
- Buffon G. L.* 1749. Histoire et theorie de la Terre. Paris.
- Buffon G. L.* 1778. Histoire naturelle générale et particulière.—*Supplement*, t. V. Les epoques de la nature. Paris.
- Burnet T.* 1689. Telluris theoria sacra. London.
- Cotta B.* 1858. Geologische Fragen. Freiberg.
- Cuvier G.* 1812. Discours sur les révolutions de la surface du globe. Paris.
- Daly R. A.* 1914. Igneous rocks and their origin. N. Y.
- Daly R. A.* 1933. Igneous rocks and the depths of the Earth. N. Y.
- Dana J.* 1847. On the origin of continents.—*Amer. J. Sci.*, 2 ser., v. III.
- Darvin G. H.* 1879a. On the bodily tides of viscous and semielastic spheroids, and on the ocean tides upon a yielding nucleus.—*Philos. Trans. Roy. Soc.*, v. 170, pt. 1.
- Darvin G. H.* 1879b. On the precession of a viscous spheroid and on the remote history of the Earth.—*Philos. Trans. Roy. Soc.*, 170, pt. II.
- Darvin G. H.* 1879b. Problems connected with the tides of a viscous Spheroid.—*Philos. Trans.*, v. 170, pt. II.
- Deluc J. A.* 1778. Lettres physiques et morales sur l'Histoire de la terre et de l'homme. Paris.
- Descartes R.* 1870. Philosophische Werke. Die Prinzipien der Philosophie. Berlin.
- Dietz R. S.* 1961. Continental and ocean basin evolution by spreading of the sea floor.—*Nature*, v. 192, N 4779.
- Dietz R. S., Sproll W. P.* 1970. Fit between Africa and Antarctica. A continental drift reconstruction.—*Science*, v. 167, N 3925.
- Du Toit A. L.* 1928. Some reflections upon a geological comparison of South Africa with South America.—*Proc. Geol. Soc. S. Afr.*, v. 31.
- Du Toit A. L.* 1929. The continental displacement hypothesis as viewed by Du Toit.—*Amer. J. Sci.*, ser. 5, v. 17.
- Du Toit A. L.* 1937. Our wandering continents. N. Y.
- Dutton C. E.* 1892. On some of the greater problems of physical geology.—*Bull. Philos. Soc. Washington*, v. II.
- Edyed L.* 1956. A new theory on the internal constitution of the Earth and its geological consequences.—*Acta geol. Acad. Sci. hung.*, v. 4, N 1.
- Edyed L.* 1963. The expanding earth?—*Nature*, v. 197, N 4872.
- Elie de Beaumont L.* 1852. Notice sur la systems de montagnes, v. 1—3. Paris.
- Green W. L.* 1875. Vestiges of the molten globe, as exhibited in the figure of the earth, volcanic action and physiogeography. London.
- Green W. L.* 1887. Vestiges of the molten globe. Pt. II. Honolulu.
- Guntau M.* 1967. Zwei Fragmente zum Neptunismus aus dem handschriftlichen Nachlaß von A. G. Werner.—*Bergakademie*, Bd. 2.
- Haug E.* 1907. Traité de Géologie, v. 1. Paris.
- Heesen B.* 1960. The lift in ocean floor.—*Sci. Amer.*, v. 203.

- Hess H. H. 1962. History of oceans basins. Petrological studies: a volume in a honour of A. F. Buddington.— N. Y. Geol. Soc. Amer.
- Hilgenberg O. C. 1933. Vom wachsenden Erdball. Berlin.
- Hilgenberg O. C. 1966. Reconstruction der Kontinente für Karbon, Perm und Kreide nach paleomagnetischen Messungen.— Neues Jahrb. Geol. und Paläontol. Abhandl., Bd. 124, N 3.
- Hills B. A. 1947. The formation of the continents by convection. London.
- Holmes A. 1933. The thermal history of the Earth.— J. Washington Acad. Sci., v. 23.
- Holmes A. 1946. Principles of physical geology.
- Hooke R. 1705. Lectures and discourses of earthquakes.— In: The posthumous works of d-r Robert Hooke. London.
- Humboldt A. 1823. Über den Bau und die Wirkungsart der Vulkane in verschiedenen Erdstrichen. Berlin.
- Humboldt A. 1853. Kleinere Schriften. Geognostische und physikalische Beobachtungen über die Vulkane des Hochlandes von Quito. Stuttgart und Tübingen.
- Hutton J. 1795. Theory of the earth, v. 1—2. London.
- Joly J. 1924. The surface history of the earth. London.
- Jordan P. 1966. Die Expansion der Erde. Braunschweig.
- Kant I. 1802. Physische Geographie, Bd. 2. Königsberg.
- Khain V. E. 1972. Main trends in the evolution of the earth's crust (lithosphere).— Abstracts. Internat. Geol. Congr. XXIV session. Montreal.
- Kircher A. 1664. Mundes subterraneos.
- Klöden K. 1823. Grundlinien zu einer Theorie der Erdgestaltung. Berlin.
- Klöden K. F. 1829. Über die Gestalt und die Urgeschichte der Erde. Berlin.
- Kober L. 1921. Der Bau der Erde. Berlin.
- Kober L. 1925. Gestaltungsgeschichte der Erde. Berlin.
- Kraus E. 1959. Die Entwicklungsgeschichte der Kontinente und Ozeane. Berlin, Acad. Verlag.
- Lehmann I. G. 1756. Versuch einer Geschichte von Flötzgebürgen betreffend deren Entstehung, Lage darinnen befindliche Metalle, Mineralien und Fossilien. Berlin.
- Leibnitz G. W. 1768. Protogea, sive de prima facie telluris et antiquissimae historias vestigiis in ispis naturae monumetis dissertation. В кн.: Opera omnia nuna primum collecta in classes distributa, paeafationibus Exindicibus exornata, studio Ludovieri Dutens, t. 2. Genevae.
- Le Pichon X. 1968. Sea-floor spreading and continental drift.— J. Geophys. Res., v. 73, N 12.
- Löffenzholz von Kolberg. 1886. Die Drehung der Erdkruste in geologischen Zeiträumen. München.
- Maillet B. 1748. Telliamed ou entretiens d'un philosophie indian avec un missionnaire français sur la diminution de la mer, la formation de la terre l'origine de l'Homme. Amsterdam.
- Menon C. P. 1932. Early astronomy and cosmology. A reconstruction of the earliest cosmic system. London.
- Moro A. L. 1751. Neue Untersuschungen der Veränderungen des Erdbodens, nach Anleitung der Spuren von Meertieren und Meergewächsen, die auf Bergen und in trockenen Erde gefunden werden. Leipzig.
- Mouratov M. V. 1972. Main structural elements of the crust of continents, their interrelations and age. In: Abstracts Internat. Geol. Congr. XXIV session. Montreal.
- Murray J. 1888. On the height of the land and the depth of the ocean. Scotish Geogr. Mag., N 1.
- Nansen F. 1927. The Earth's crust, its surface forms and isostatic adjustments.— Avhandl. Norsk Vid. Akad., N 12.
- Noak. 1875. Über die Bildung der Continente.— Neues Jahrbuch für Mineral.
- Pallas P. S. 1777. Betrachtungen über die Beschaffenheit der Gebürge und die Veränderungen der Erdkugel. St. Petersburg.
- Pickering W. H. 1907. The place of origin of the Moon.— Amer. J. Geol., v. 15.
- Pilar G. 1881. Gründzüge der Abyssodynamik. Agram.

- Playfair J.* 1802. Illustration of the Huttonian theory of the Earth. Edinburgh.
- Pratt J. H.* 1855. On the attraction of the Himalaja Mountains and of the elevated regions beyond them, upon the Plumblin of India.—Philos. Trans. Roy. Soc. London, v. 145, pt. 1.
- Pratt J. H.* 1871. On the constitution of the solid crust of the Earth.—Philos. Trans. Roy. Soc. London, v. 161, pt. 4.
- Pratt J. H.* 1860. On the deflection on the plumb-line in India, caused by the attraction of the Himalaya Mountains and of the elevated regions beyond; and its modification by the compensating effect of a deficiency of matter below the mountain mass.—Philos. Trans. Roy. Soc. London, 149, pt. II.
- Quiring H.* 1953. Weltkörperentstehung. Eine Kosmogonie auf geologischer Grundlage. Gotha.
- Ramberg H.* 1964. A model for the evolution of continents; oceans and orogens.—Tectonophysics, v. 2, N 159.
- Scheuchzer J. J.* 1732. Physique sacrée ou histoire naturelle de la Bible. Amsterdam.
- Schuchert Ch.* 1923. Sites and nature of the North American geosynclines.—Bull. Geol. Soc. America, v. 34.
- Staub R.* 1928. Das Bewegungsmechanismus der Erde. Berlin.
- Stille H.* 1934. The growth and decay of continents.—Research and Progress, N 1.
- Stille H.* 1945—1946. Ur- und Neozoene.—Abhandl. Dtsch. Akad. Wiss. Berlin, Math.-Naturwiss. Kl. N 6.
- Stille H.* 1948. Ur- und Neozoene. Berlin, Akad. Verl.
- Suess E.* 1875. Die Entstehung der Alpen. Wien.
- Suess E.* 1885. Das Antlitz der Erde, Bd. I. Wien.
- Suess E.* 1907. Über Einzelheiten in der Beschaffenheit einiger Himmelskörper. Wien.
- Taylor F. T.* 1910. Bearing of the Tertiary Mountain Belt on the origin of the Earth's plan.—Bull. Geol. Soc. America, v. 21.
- Umbgrove J. H. F.* 1947. The Pulse of the Earth. Hague.
- Vening-Meinesz F. A.* 1952. Convection currents in the Earth and the origin of the continents.—Proc. Koninkl. Nederl. Akad. wet., v. 55, N 5.
- Vilas J. F., Valencio D. A.* 1970. The recurrent Mesozoic drift of South America and Africa.—Earth and Planet. Sci. Letters, 7, N 5.
- Vine F., Matthews D. H.* 1963. Magnetic anomalies over a young oceanic ridges.—Nature, v. 199, N 4897.
- Walther J.* 1887. Über den Bau der Flexuren an den Grenzen der Continente.—Jenaische Z. Naturwiss., Bd. XX.
- Walther J.* 1904. Über Entstehung und Besiedelung der Tiefseebecken.—Naturwiss. Wochenschr., N. F., Bd. 3, H. 46.
- Wegener A.* 1915. Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. Braunschweig.
- Werner A. G.* 1787. Kurze Klassifikation und Beschreibung der verschiedenen Gebirgsarten. Dresden.
- Weltstein H.* Die Strömungen des Festen, Flüssigen und Gasförmigen und ihre Bedeutung für Geologie, Astronomie, Klimatologie und Meteorologie. Zürich, 1880.
- Willis B.* 1910. Principles of paleogeography.—Science, v. XXXI.
- Wilson J. T.* 1949. The origin of continents and Precambrian history.—Trans. Roy. Soc. Canada, v. 43.
- Wilson J. T.* 1959. Geophysics and continental growth.—Amer. Sci., v. 47, N 1.
- Wilson J. T.* 1961. Continental and oceanic differentiation.—Nature, v. 192, N 4798.
- Wilson J. T.* 1963a. Continental drift.—Amer. Sci., v. 208, N 4.
- Wilson J. T.* 1963b. Evidence from islands on the spreading of ocean floors.—Nature, v. 197, N 4867.
- Wilson J. T.* 1963b. Hypothesis of Earth's behaviour.—Nature, v. 198, N 4884.
- Wilson J. T.* 1965. Transform faults, oceanic ridges and magnetic anomalies.—Science, v. 150, N 3695.
- Wilson J. T.* 1968. A revolution in Earth science.—Geotimes, v. 13, N 10.

УКАЗАТЕЛЬ ИМЕН

- Ажгирей Г. Д. 114
 Амвросий 12
 Анаксимандр 7, 8, 21, 63, 119
 Арган Э. 75, 76
 Аристотель 9, 12, 15, 63, 119
 Арльдт Т. 68
 Армстронг Р. 113
 Архангельский А. Д. 83
 Афанасьев Г. Д. 101
- Байлот Р. 14
 Бальбоа 13
 Баррел Дж. 62
 Баффин В. 14
 Белоусов В. В. 5, 85, 104, 105, 113
 Бельский П. А. 78
 Беммелен Ван Р. 100, 105
 Бенфильд А. 86
 Бернет Т. 17, 27, 45, 63
 Берсенев И. И. 94
 Бертран М. 59, 68
 Бови В. 69
 Богданов Н. А. 101
 Боголепов М. А. 107
 Болиджар Т. 86
 Больштедт А. 12, 13, 15
 Бондарчук В. Г. 97
 Борисьяк А. А. 75, 76, 78, 83
 Братья чистоты 12, 63
 Брюнке Ж. 102
 Бубнов С. Н. 67, 68
 Буллард Э. 86, 112
 Бурже Л. 24
 Бух Л. 34, 42, 43, 46, 63
 Бухер У. 110
 Быханов Е. В. 55, 56, 60, 72, 107, 120
 Бюаш М. 24
 Бюффон Ж. Л. Л. 22, 24—32, 38, 42, 44, 50, 54—56, 63, 120
- Ваганауэр 14
 Валентайн У. Б. 93
 Валькер А. 54, 56, 60
 Вальтер И. 83
- Варениус Б. (Варений) 18, 19, 21, 26, 63
 Васильев В. С. 78
 Васко де Гама 13, 120
 Вегенер А. 55, 73—78, 96, 107, 120
 Венинг-Мейнес Ф. 81, 100
 Вернадский В. И. 69
 Вернер А. Г. 31, 32, 121
 Веттшейн Г. 56, 72
 Виллис Б. 63, 64, 73
 Вильсон Дж. 68, 111, 112
 Виноградов А. П. 100
 Вихерт Э. 61
 Воронов П. С. 96, 97
 Вудворд Д. 17, 27, 63, 116
 Высоцкий Б. П. 5, 23, 115, 121
- Гамбурцев Г. А. 91
 Гарецкий Р. Г. 101
 Гаусс К. Ф. 74
 Гераклит 8, 119
 Герасимов И. П. 99
 Геттон Д. 12, 37, 38, 44, 63
 Голицын Б. Б. 61
 Гомперц Т. 5
 Гордеев Д. И. 118, 121
 Грин В. 56, 58, 60, 120
 Гук Р. 33, 38, 63
 Гумбольдт А. 34, 42, 43, 44, 63, 120
 Гунтау М. 31
 Гутенберг Б. 61
- Данте Алигьери 13
 Дарвин Дж. 56, 59, 60, 69, 93
 Декарт Р. 16—18, 63, 116
 Дели Р. 62
 Делюк Ж. А. 45, 63
 Деменецкая Р. М. 90, 91
 Деттон К. 51, 52, 59, 60
 Джинс Д. 61
 Джоли Д. 77
 Дирак П. А. 107
 Дитц Р. С. 93, 108, 112, 114
 Донн Б. Д. 93
 Донн У. Д. 93

- Дрейк Ф. 14
 Дэна Д. 48, 58, 60, 63
 Дю Бойс П. 87
 Дюмон-Дюрвиль Ж. 40
 Дю-Тойт А. 79—80, 114
- Ертов И. Д. 52—54, 56, 60, 120
- Жиров Н. Ф. 9
- Зюсс Э. 30, 48—50, 60, 62, 63, 102
- Ибн Сина 12, 13, 15, 63
 Индикоплов Косьма 11, 12, 120
- Кант И. 22, 45
 Карпинский А. П. 56—60, 120
 Каттерфельд Г. Н. 94, 95
 Квиринг Г. 69, 70, 71
 Кедров Б. М. 116
 Кейндл Дж. 107
 Кирхер А. 19—21, 24, 63, 120
 Клер-Девиль С. 50
 Клоден К. 54, 56, 60
 Книппер А. Л. 101
 Кобер Л. 67
 Коллинсон Д. 87
 Колумб Х. 13, 120
 Конрад В. 61
 Коперник Н. 13
 Котта Б. 44
 Коцебу О. Е. 39
 Кратес 8, 120
 Краус Э. 81, 82
 Кропоткин П. Н. 68, 97, 109, 110, 114
 Крузенштерн И. Ф. 40
 Круть И. В. 5
 Куражковская Е. А. 116
 Куторга С. С. 44
 Кэй М. 68
 Кювье Ж. 41, 63
- Ласепед Б. Ж. 24
 Лейбниц Г. В. 18, 63, 116
 Леман Инге 61
 Леман И. Г. 29, 63
 Ленин В. И. 60
 Ленц Э. Х. 39
 Леонардо да Винчи 14, 15, 52, 63
 Леонов Н. И. 71
 Линдеман Б. 107
 Линней К. 23, 24
 Ли Сы-гуан 78
 Лисянский Ю. Ф. 40
 Литке Ф. П. 40
 Личков Б. Л. 75, 78, 95, 123
 Ломоносов М. В. 22, 34—38, 63, 72, 120
 Лоффенхольц Кольберг К. Ф. 56, 72
 Лукашевич И. Д. 64—66, 120, 124
 Любимова Е. А. 86
- Люстих Е. Н. 51
 Ляйель Ч. 41, 42
- Магеллан Ф. 13, 14, 120
 Магницкий В. А. 99
 Мазарович А. Н. 89
 Макаров С. О. 39
 Максвелл Д. К. 102
 Марин из Тира 8, 120
 Марков М. С. 101
 Мелле В. 22, 23, 25, 63
 Менон К. П. 5
 Меркатор Г. 14
 Меррей Дж. 39, 40, 58, 60
 Мещеряков Ю. А. 99
 Мори 39
 Моро А. Л. 33, 34, 38
 Мохоровичич А. 61
 Мультион Ф. 61
 Муратов М. В. 98, 99
 Мушкетов И. В. 49, 50, 52, 59, 60, 63, 120
 Мэттьюз Д. 111
- Нансен Ф. 40, 79
 Неймайр М. 56, 72
 Ноак 54, 60
- Обручев В. А. 69, 110
 Ог Э. 82, 83, 88
- Павлов А. П. 66, 123
 Павловский Е. В. 69, 99
 Паллас П. С. 30—32, 63
 Панов Д. Г. 5
 Пейве А. В. 86, 94, 100—102, 114
 Перфильев А. С. 101, 114
 Пикеринг В. 69, 81
 Пиляр Г. 51
 Пласе Ф. 20, 72
 Платон 9, 15, 21, 63
 Плиний Старший 10, 11, 15, 63, 119
 Плэйфер Дж. 37
 Поло-Марко 13
 Попов В. И. 99
 Пратт Д. 51
 Прево К. 45
 Пресс Ф. 101
 Птоломей 8
 Пушаровский Ю. М. 89
- Рамберг Г. 103
 Ранкорн С. 87
 Ристоро из Арещо 13
 Росс Дж. 39
 Рудский М. П. 59, 60, 69
 Руженцев С. В. 101, 114
- Севастьянов А. 32
 Сенека 10
 Смит А. Г. 114

Спэлл Г. 114
Соколов Д. И. 44
Стенон Н. 17, 63
Стовас М. В. 94
Страбон 10, 15, 63
Страхов Н. М. 89, 94
Суворов А. И. 101

Тейлор Ф. Б. 72, 120
Тилло А. А. 40
Тихомиров В. В. 85, 111, 115, 121
Тосканелли 13

Уайльд Г. 62
Уайстон В. 23, 29
Умброве Дж. 81
Уокер Р. Т. 107
Уокер В. Д. 107
Усов М. А. 110

Фалес 7
Федосеев И. А. 5
Филапонес Иоанн 12
Фишер О. 69
Флоренский К. П. 94
Форд А. Б. 114

Хаин В. Е. 3, 5, 98, 102, 114, 115
Халлем А. 113
Халм Дж. К. 107
Хейзен Б. 108

Хесс Г. 102, 112
Хиллс Б. 81
Хильгенберг 108
Холден Дж. 114
Холмс А. 75, 79, 80

Чемберлин Т. 61, 62
Черский И. Д. 59, 68
Чирвинский П. Н. 72

Шатский Н. С. 84
Шейнманн Ю. М. 85, 103
Шейхцер И. 23, 27
Шмидт О. Ю. 84
Шредер К. 54, 72
Штауб Р. 75, 77
Штейнманн Г. 102
Штилле Г. 84, 85, 89
Штрефлер 54, 56, 60
Штрейс Н. А. 101

Эдьед Л. 100, 107
Эйхвальд Э. И. 46, 47
Эли де Бомон Л. 45, 46
Энгельс Ф. 4, 13, 116
Эрвинг Э. 87
Эри Г. 51

Юинг М. 101

Яншин А. Л. 101

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава I	
Ранние представления о расположении и соотношении суши и моря	6
Отождествление Земли с сушей, окруженной морем	6
Первые представления о разграничении понятия Земли и суши	7
Колесательные движения моря и суши. Идея изменчивости	9
Накопление конкретных сведений о расположении и соотношении суши и моря	13
Глава II	
Первичность суши и вторичное происхождение океанов. Теория обрушения (середина XVII — начало XVIII в.)	15
Образование океанов при обрушении коры в глубинные воды	15
Образование океанов при обрушении коры в подземные пустоты и последующем заполнении впадины водой	18
Начало развития идеи об обнажении материков при понижении уровня океана	18
Глава III	
Первичность мирового океана, покрывавшего Землю. Современные океаны как его реликты (XVIII в.)	21
Обнажение материков при понижении уровня мирового океана	21
Воздымание материков над уровнем мирового океана	33
Глава IV	
Образование материков под влиянием вертикально направленных сил. Идея о существовании подкоровой расплавленной или вязкой массы (XIX в.)	38
Новые представления о происхождении и строении Земли в связи с космогонической гипотезой Канта — Лапласа	38
Накопление фактических данных о строении дна океанов и геологическом строении материков	39
Первичное происхождение океанов. Поднятие материков	40
Вторичное происхождение океанов	45
Образование материков и океанов вследствие вращения Земли. Начало развития идеи мобилизма	52
Установление закономерностей в расположении материков и океанов. Влияние Луны на изменение лика Земли	56

Глава V

Борьба идей о ведущей роли горизонтально или вертикально направленных сил в образовании основных форм (начало XX в.— 60-е годы)	60
Новые идеи о строении Земли	61
Первичность океанов. Гипотеза перманентности	63
Вторичное происхождение океанов по гипотезе мобилизма	72
Вторичное происхождение океанов при погружении участков коры	82
Накопление данных о геологическом строении материков. Начало детального исследования дна океанов	85

Глава VI

Гипотезы, основанные на привлечении новых данных о строении дна океанов (60—70-е годы XX в.)	92
Космические и планетарные факторы в образовании материков и океанов	93
Первичное происхождение океанов. Разрастание континентов	97
Вторичное происхождение и разрастание океанов	102
Заключение	115
Основные тенденции развития проблемы	115
Господствующие, отмирающие и возникающие идеи	121
Борьба идей об относительной роли горизонтально или вертикально направленных сил	122
Перспективы дальнейших исследований	123
Литература	125
Указатель имен	134

И. В. Батиошкова
**История проблемы
происхождения материков и океанов**

Утверждено к печати
Институтом истории естествознания и техники

Редактор Г. П. Хомизури
Редактор Издательства Н. А. Никитина
Художник О. С. Шанецкий
Художественный редактор В. А. Чернецов
Технический редактор Т. С. Жарикова
Корректоры Т. В. Гурьева, Г. И. Суворова

Сдано в набор 16/XII 1974 г.

Подписано к печати 24/III 1975 г.

Формат 60×90^{1/16} Бумага типографская № 2.

Усл. печ. л. 8,75. Уч.-изд. л. 9,5

Тираж 2750 экз. Т-03085 Тип. зак. 4391

Цена 64 коп.

Издательство «Наука»
103717 ГСП, Москва, К-62, Подсосенский пер., 21
2-я типография издательства «Наука»
121093, Москва, Г-99, Шубинский пер., 10

64 КОП.

1658



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»