С. М. ЕСИПОВИЧ

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ПЛАНЕТЫ ЗЕМЛЯ — ПУЛЬСИРУЮЩЕЕ РАСШИРЕНИЕ ПОД ДЕЙСТВИЕМ КОСМИЧЕСКОГО ПРЕССИНГА

С. М. Есипович

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ПЛАНЕТЫ ЗЕМЛЯ — ПУЛЬСИРУЮЩЕЕ РАСШИРЕНИЕ ПОД ДЕЙСТВИЕМ КОСМИЧЕСКОГО ПРЕССИНГА

Одесса
Астропринт
1998

ББК 26,308
Е834
УДК 551.12.000.52

Есипович С. М.

Е834 История развития планеты Земля — пульсирующее расширение под действием космического прессинга. — Одесса: Астропринт, 1998. — 152 с.

ISBN 966-549-186-5

Е $\frac{1804030000-19}{549-98}$ Без объявл. **ББК 26.308**

Монография издана при содействии научно-производственного концерна "Укрнафтинвест" (г. Киев)

ISBN 966-549-186-5

© С. М. Есипович

От редактора

Мы живем в восхитительную эпоху. Перед нашими глазами проходят чередой, сменяя одна другую, геотектонические гипотезы...

60-е годы ознаменовались возникновением тектоники плит. А уже 90-е годы — приходящей ей на смену глубинной плюмтектоникой промежуточного ядра.

Каждая новая гипотеза пытается все глубже войти в недра планеты в поисках первопричины геотектонического процесса, предопределяющего, по выражению Эдварда Зюсса, лик Земли.

Так, уступающая авансцену тектоника плит первопричину геотектонического процесса приписывает верхней мантии. А быстро рождающаяся сегодня новая гипотеза — глубинная геодинамика — ролью своеобразного демиурга наделяет уже промежуточное (верхнее) ядро.

Я не хочу сказать, что указанные две популярные гипотезы закрыли целиком небосвод у геологической общественности. Ничего подобного не произошло.

Золотой фонд классической геологии огромного по продолжительности довоенного этапа, а точнее, до 60-х годов, ознаменовавшийся такими выдающимися событиями, как разработка учения о геосинклиналях и платформах, учения о фациях и формациях, современной стратиграфической шкалы и составление тектонической карты континентов, глубокое проникновение в смутную историю раннего докембрия, создание основ планетологии и т. д., — при любых гипотезах сохранит в сознании геологической общественности навсегда свое базовое значение. (Короли приходят и уходят, а народы остаются.) Вместе с тем ахиллесовой пятой самых выдающихся и современных гипотез была и остается недостаточность учета космического фактора — механики планет, звездных систем и т. д. Как именно влияет космос на реализацию эндогенного потенциала Земли? — вот что волнует сегодня пытливого геолога.

Ситуация понятна. Геологи к рассмотрению проблемы не готовы. А космическим специалистам не до геологии.

В предлагаемой монографии затронут именно этот вопрос. И хотя до замкнутого конструирования основного механизма влияния космических сил на эндогенные силы Земли автор вряд ли дошел (это потребует еще огромных усилий), но уже то, что он так отчетливо высветил саму проблему, заслуживает, на мой взгляд, самого пристального внимания. И в этом ее несомненный интерес.

Член-корр. Академии Наук
Республики Казахстан — ***Е. И. Паталаха***

Предисловие

Виктор Ефимович Хаин в своей книге "Будущее геологической науки" в 1985 году написал:

"...только накопление фактического материала в рамках существующих представлений и методов рано или поздно подорвет плитотектоническую парадигму. Можно ли уже сейчас спрогнозировать, откуда угрожает наибольшая опасность для современной тектоники плит? Считаю, что во всяком случае не со стороны фактов, приводимых фиксистами и говорящих о якобы невозможности значительных горизонтальных перемещений литосферы, так как при более внимательном рассмотрении они истолковываются обычно с позиций мобилизма. Скорее эта опасность угрожает тектонике плит со стороны фактов, которые говорят о более сложном строении литосферы, на куда больший масштаб ее латеральных перемещений, на неизмеримо более сложную картину распределения мантийных неоднородностей и передвижения вещества мантии, нежели это принято в рамках классической теории тектоники плит.

Несомненно, потенциально наиболее взрывоопасными есть принципиально новые открытия, относительно которых можно прогнозировать только одно: рано или поздно они будут сделаны. Однако чтобы не случилось и как бы радикально новая парадигма не отличалась от плитотектонической, одно мне представляется несомненным – эта парадигма ни в коем виде не будет возвратом к фиксизму и обязательно включит в себя основные элементы тектоники плит, в частности, их кинематику. Можно допустить также, что эта парадигма будет учитывать связи Земля-Космос, и уделит достаточное внимание не только механическим перемещениям внутреннего вещества планеты, но и его химическим превращениям. А в целом это будет нечто более сложное, но в то же время более привлекательное, нежели современный мобилизм".

В последнее десятилетие В. Е. Хаин много сделал для укрепления позиций тектоники литосферных плит, но в 1996—1997 годы признал, что многие геологические факты она объяснить не в состоянии.

В странах СНГ распространено мнение, что за рубежом тектоника плит господствует над другими геотектоническими направлениями. В обстоятельных исследованиях Г. М. Власов (1987-1993) доказывает, что это совсем не так. Он считает, что за рубежом активно развивается геосинклинальная теория, в рамках которой уделяется большое значение помимо "горизонтальной" и "вертикальной" тектонике, все больше появляется последователей гипотезы расширяющейся и пульсирующей Земли и других родственных представлений.

Теорию геологических катастроф ввел в обращение Ж. Кювье в начале XIX столетия. Еще в Ведах Древней Индии, учениях египетских жрецов и древних кельтов говорилось, что Земля со всеми своими обитателями подвергается серии переворотов и катастроф, которые разделены длинными спокойными периодами. И что таким образом Боги, с помощью воды и огня, очищают планету от человеческого несовершенства.

Концепция катастрофизма гласит, что в истории Земли периодически происходят глобальные изменения рельефа ее поверхности и вымирание фауны и флоры. В философском плане катастрофы подчеркивают неизбежность изменений для неживой и живой материи.

В настоящее время на западе в молекулярной биологии активно развивается концепция нейтральной эволюции. Доказывается, что значительная часть мутаций в белках селекционно нейтральна (не контролируется природным отбором и не может создавать новые виды). Изменения на молекулярном уровне подобны прыжкам: трансформационные взрывы связаны со случайным массовым дрейфом генов в наследственном материале, который можно сравнить с фазовым переходом.

В области геологии развивается экзогенетическое направление катастрофизма. Е. Зюсс, Г. Штилле, В. И. Вернадский и Б. Л. Личков считали, что глобальные изменения органического мира связаны с большими тектоническими катаклизмами планетарного масштаба.

В 70-х годах математическую теорию катастроф разработал француз Р. Том. Она имеет очень широкое применение в разных областях человеческой деятельности и инициировала даже развитие некоего философского закона, который невидимо управляет миром.

В 1989 году коллектив авторов под руководством У. Харленда составил международную геохронологическую шкалу (геологический календарь), которая и явилась основным базовым материалом для данной работы. Использованы также представления о структуре спиральных галактик и фактический геологический материал, обобщенный в трудах В. Е. Хаина.

Часть первая

НОВАЯ ГЕОТЕКТОНИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ – ПУЛЬСИРУЮЩЕЕ РАСШИРЕНИЕ ПОД ДЕЙСТВИЕМ КОСМИЧЕСКОГО ПРЕССИНГА

Глава 1
Поиск обобщенной геотектонической концепции

1.1. Обзор геотектонических концепций развития Земли

Аристотель (350 лет до н. э.) в своем сочинении "Метрология" писал: "Одни и те же места не остаются всегда землей либо всегда морем. Море приходит туда, где прежде была суша; суша вернется туда где теперь мы видим море. Надо при этом думать, что эти изменения следуют одно за другим в известном порядке и представляют известную периодичность [4].

Во второй половине X века появились коллективные сочинения тайного мусульманского союза "Братья чистоты". В них высказывались материалистические идеи о постоянном изменении земной поверхности: "Горные области превращаются в пустыни, водоемы и реки; области морей становятся горами, холмами, болотами и песками". Причины этих изменений неизвестные авторы видели в перемещении звезд и планет, выдвинув, таким образом, астрономическую гипотезу геологических явлений.

Ибн-Сина (начало XI века) считал, что обитаемая часть суши раньше была морским дном.

А. Вольштедт (XIII век) синтезировал идеи Аристотеля и Инб-Сины. Считал, что Земля пронизана каналами и пустотами, а циркулируемый по ним воздух поднимает участки суши над морем, которое раньше полностью ее перекрывало. Доказывал также, что на поднятия суши влияют созвездия.

Эли де Бомон в труде "О горных системах" (1852) наиболее полно сформулировал положения геотектонической гипотезы контракции. Он писал, что медленное и непрерывное остывание Земли вызывает последовательное уменьшение длины среднего радиуса и это уменьшение определяет в различных точках поверхности центростремительное движение, приближая каждую из них к центру, постепенно и незаметно опуская ее ниже первоначального положения. Образование гор он объяснил, главным образом, горизонтальным сдавливанием. Оценка сокращения земной коры при контракции: для Альп 120 км или 0,003% общей длины окружности (установил швейцарец А. Гейм). Для других гор, находящихся на меридиане Альп, величина сжатия должна была быть еще большей – 0,009% окружности планеты. Следовательно, и радиус планеты уменьшался не менее чем на 60 км. Вычисления А. Гейма сильно упрочили контракционную гипотезу. А. П. Карпинский считал ее "счастливейшим научным завоеванием" человечества. Но Земля морщится не вся, как печеное яблоко.

Важный шаг на пути к выяснению этой загадки сделал американский геолог Дж. Холл (1859), изучавший геологию Аппалачских гор. Он обратил внимание, что складчатость присуща преимущественно горным областям. Здесь резко увеличивается и мощность складчатых отложений по сравнению с окружающими равнинами. Другой американец Д. Дэна (1875) области, в которых происходит вначале интенсивное прогибание, а потом горообразование, предложил назвать геосинклиналями. Д. Дэна был убежден, что форма твердого ядра несколько иная, чем фигура Земли, и уже на ранних стадиях развития планеты остывание недр шло дифференцировано и в области максимального остывания формировались континенты, а в других – океаны.

Далее идею о геосинклиналях развивают европейцы во главе с французом Э. Огом, а в России – с И. В. Мушкетовым (1866-1867). Последний считал, что твердое ядро окружено горячим и размягченным оливиновым поясом, а он, в свою очередь, охвачен земной корой. При остывании Земли объем оливинового пояса сокращается, и земная кора, стремясь приспособиться к изменению объема планеты, трескается, ломается. Отдельные блоки ее при этом испытывают как вертикальные, так и горизонтальные перемещения. В самом начале своего формирования кора, по мнению И. В. Мушкетова, распадается на континенты и океаны. Первые представляли собой первозданные приподнятые плоскогорья, в центре которых находились наиболее древние участки, а по периферии – более молодые. Океанами же оказывались опущенные блоки коры вследствие затопления их магмой. Подтверждал он свои идеи таким расчетом. При коэффициенте линейного сжатия земного вещества 0,0015 охлаждение ядра на 500°С уменьшает радиус Земли на 50 км, чего хватает для образования всех крупных неровностей на поверхности Земного шара.

Австрийский геолог Э. Зюсс (1885-1909) в трехтомном труде "Лик Земли" до конца развил идею контракции, рассмотрев геологию практически всего Земного шара. Он доказывал, что все возможные дислокации земной коры происходят в результате сокращения объема. Ставил знак равенства между понятиями "складчатость" и "горообразование". Разрастание материков происходит за счет наращива-

ния к первозданным материковым участкам (щитам) молодых поясов складчатости. Отвергал колебательные движения земной коры.

Конфигурация береговых линий материков и крупных островов наводила исследователей на мысль о прежнем единстве континентов. Впервые это отражено в трудах английского философа Ф. Бекона (1620), далее у французского священника аббата Ф. Плассе (1658), затем у итальянского ученого А. Снидера (1858) и, наконец, у Е. В. Быханова (1877), который в отличие от предшественников одним из первых сделал попытку объяснить причину разъединения материков изменением скорости осевого вращения Земли. Сходные идеи высказывались немецкими учеными Г. Веттштейном (1880), К. Ф. Лоффонхольц-Кобергом (1886), М. Неймайром (1887).

В 1889 году английский физик О. Фишер опубликовал научный труд "Физика земной коры", в котором предвосхитил практически все основные современные концепции мобилизма. Он считал, что на Земле одновременно существуют структуры сжатия и растяжения. К первым относится Тихоокеанский подвижной пояс, ко вторым – структуры растяжения в Исландии и Срединно-Атлантическом хребте. Учитывая особенности движения лавовых потоков у гавайских вулканов, О. Фишер пришел к следующим основным выводам. Во-первых, океаническая кора образуется за счет излияния базальтовых лав из трещин в зонах растяжения коры; во-вторых, в зонах сжатия, т. е. по периферии Тихого океана, океаническое дно опускается под островные дуги и континентальные окраины, что приводит к мощным землетрясениям. Механизмом, который перемещает материковые блоки коры, является конвективное движение подкорового вещества.

На рубеже XIX и XX веков идея сжатия Земли, связанная с остыванием ее недр (концепция Канта-Лапласа о первичном "горячем" состоянии планеты), сменилась гипотезой расширяющейся Земли (концепция О. Ю. Шмидта о первичном "холодном" ее состоянии). Корни ее лежат в трудах М. В. Ломоносова и Д. Геттона, но в законченном виде ее сформулировал Б. Линземан (1927) и О. Х. Хильгенберг (1933). Основой этой гипотезы послужило отличие океанической коры от континентальной, связанное с отсутствием "гранитного слоя". Более того, донные отложения морей и океанов оказались намного моложе осадков материков. Сложилось представление и о молодости океанических впадин. Первоначально земной шар был маленьким и весь покрывался континентальной корой. Согласно расчетам О. Х. Хильгенберга в каменноугольный период (350-300 млн. лет назад), когда планета была покрыта сплошной континентальной корой, диаметр ее составлял 63% современного, т. е. с той поры поверхность земного шара должна была более чем удвоиться. Эту идею активно поддержал Л. Эдьед (1958, 1963), который считал, что первоначально Солнце имело в качестве единственного спутника белого карлика, состоящего из сверхплотного вещества. В результате взрыва материя карлика оказалась разбросанной в околосолнечном пространстве, из которой и образовались планеты. Состояние их было нестабильно, поэтому начался процесс перехода к нормальному давлению. При этом плотность вещества уменьшалась, а объем возрастал. Происходило разуплотнение планетарной материи. Над плотным ультраосновным веществом нашей планеты, по гипотезе Л. Эдьеда, вначале образовались габроидные породы примерно такого же состава, но более легкие, чем основные породы типа перидотита, а в дальнейшем возникли уже и совсем легкие образования – граниты. Сформировалась континентальная кора, покрывающая всю планету. Дальнейшее разуплотнение глубинного вещества создало напряжения, которые разорвали кору. В местах разрыва поднялись ультраосновные магмы, но из-за своей относительной тяжести они остались на более низком уровне, чем первоначальная кора. Так образовались приподнятые континенты и опущенные океанические впадины. Идею расширения Земли поддержали австралиец У. С. Кэри, американец Б. Хейзен, советские исследователи И. В. Кириллов, В. Б. Нейман и И. А. Майданович. Последний в 1982 году сформулировал следующие положения:

1. Всеобщим, постоянным, коренным свойством материи во всех формах ее существования является процесс деления (распада) вещества, который осуществляется на следующих уровнях:

I порядок – макрораспад (космическое деление) – распад сверхкрупных скоплений звездного вещества с образованием звезд типа Солнца; распад звезд с образованием планетарных систем, включающих спутники планет, астероиды, кометы, которые, в свою очередь, также подвержены делению.

II порядок – микрораспад (радиоактивное деление) – распад тяжелых ядер как источник вещества.

III порядок – биораспад – деление клеток как источник жизни.

IV порядок – нейрораспад – деление нервных клеток как источник разума.

2. Всеобщность распада (деления) – это главная причина расширения, разуплотнения вещества во времени и нынешняя форма существования расширяющейся Вселенной. Конкретным выражением и результатом этого процесса является расширение Земли в целом и каждой из ее оболочек в отдельности. Деление (разуплотнение) рассматривается как одна из главных форм развития материи. Допускается, что нынешнее расширение является продолжением минувшего и предтечей будущего сжатия.

3. Асимметричность деления обусловливает множественность форм существования вещества, а также определяет кажущееся многообразие направлений и путей развития объектов природы.

4. В момент возникновения зачаточной глобулы сверхплотной (около 50 г/см^3) исходной субстанции радиус ее был около 3000 км. Состав аналогичен веществу Солнца.

5. Наблюдаемая 11-12 летняя периодичность геологических процессов (включая сейсмические явления) и их видимая связь с цикличностью Солнечной активности вызвана единством исходного вещества, слагающего Солнце и ядро Земли. Пятнообразовательные процессы (на Солнце) происходили на поверхности юной Земли, а ныне на поверхности ее разуплотняющегося ядра. Т.е. расширение за счет разуплотнения.

6. Каждая из вышележащих геосфер является менее плотной и более молодой.

7. Физико-механическая сущность развития планеты определяется ее остыванием и расширением.

8. В сравнительно короткие периоды геосинклинальный процесс проходит со своими особенностями общую историю развития Земли. Градиент расширения Земли в период накопления гранитного слоя 1 мм радиуса/100 лет.

Почти одновременно с появлением гипотезы расширения выдвигается другая, как бы примиряющая сторонников контракции и расширения Земли – пульсационная. Ее отцом считают немецкого ученого А. Ротплетца (1902). В начале 30-х годов американский геолог Г. Грэбо, изучив чередование в истории Земли эпох наступления и отступления морей, пришел к выводу, что на протяжении многих миллионов лет объем нашей планеты периодически изменялся. В дальнейшем эта гипотеза разрабатывалась американским геологом В. Бухером, который и предложил назвать ее пульсационной. Наиболее полное развитие она получила в трудах М. А. Усова и В. А. Обручева. Последний считал, что вся история Земли состоит из фаз расширения и сжатия, которые закономерно сменяют друг друга. В фазы расширения преобладают вертикальные движения, направленные по радиусу Земного шара. При этом в подвижных поясах кора растягивается, растрескивается и закладываются активные, подвижные структуры с интенсивным прогибанием и накоплением осадков – геосинклинали. С фазами расширения связаны магматическая деятельность, поскольку в эти эпохи ослабевает давление на подкоровые массы, которые и переходят в расплавленную, жидкую магму. По трещинам, в особенности в геосинклинальных поясах, магма внедряется в земную кору и даже проникает на поверхность. Фазы сжатия, в свою очередь, характеризуются существенными напряжениями – в геосинклинальных прогибах мощные толщи накопившихся осадков сминаются в складки, образуя горные хребты и системы. В. А. Обручев считал, что основной причиной расширения земных недр есть фазовые переходы вещества. После очередного сжатия складчатая структура коры как

бы запечатывает недра и препятствует оттоку тепла. Накапливающееся тепло, выделяемое при радиоактивном распаде элементов, разогревает подкоровую мантию, что в конце концов приводит к фазовому переходу вещества из твердого состояния в жидкое с увеличением объема. Происходит борьба расширяющихся недр с твердой земной корой до тех пор, пока последняя не лопнет с заложением новых подвижных геосинклинальных поясов. Тепло активно выносится из недр лавой, горячими газами и термальными водами. Постепенно недра остывают, уплотняются и уменьшаются в объеме. На смену расширению приходит сжатие: геосикнлинали закрываются и недра запечатываются вновь.

В последние годы активным сторонником пульсационной геотектонической гипотезы развития Земли является Е. Е. Милановский (1983, 1987), согласно которому планетарные пульсации эпох сжатия и расширения протекают на фоне более длительного процесса глобального расширения планеты. Исключительно важную роль в глобальной структуре литосферы, по его мнению, играет мировая система внутриокеанических рифтовых хребтов, а также межконтинентальных и внутриконтинентальных рифтовых зон, представляющих их боковые ответвления и слепые окончания. Главными элементами этой системы являются субширотные рифтовые пояса Южного океана, почти непрерывным кольцом окружающие Атлантический континент, и четыре субмеридиональные рифтовые пояса Срединно-Атлантический, Западно-Индоокеанский, Восточно-Тихоокеанский и Западно-Тихоокеанский, которые отходят от этого кольца в северном направлении. Они отстоят друг от друга примерно на 90°, вблизи экватора смещаются к западу на 30°, а затем снова ориентированы к северу, где постепенно вырождаются и затухают. Е. Е. Милановский считает, что в течение мезозоя и палеогена, до олициогена-миоцена (250-30 млн. лет назад), происходило прогрессивное расширение планеты. Суммарный эффект расширения за это время мог составлять до нескольких тысяч километров. Континентальные массивы могли постепенно расходиться и сближаться, не отрываясь при этом от верхней мантии, и между ними закладывались и развивались большинство океанических впадин. Механизм, регулирующий объем планеты, автор связывает с пульсационным режимом распространения потока тепловой энергии от границы мантия—ядро к поверхности.

Близкие представления высказывает и В. А. Левченко (1985) в своей пульсационно-деструктивной гипотезе. Развитие Земли он рассматривает как чередование эпох расширения и сжатия, но при этом преобладающим процессом является прогрессивное расширение планеты. По его расчетам радиус Земли 450 млн. лет назад был равен 5645 км. Средняя скорость расширения (2,5 мм/год), возрастала в эпохи расширения до 9-11 мм/год. В эпохи сжатия скорость

сокращения объема примерно такая же (до 11 мм/год). В частности, условия сжатия выделены В. А. Левченко в позднемеловом-раннекайнозойском времени, когда радиус Земли сократился на 550 км, что сопровождалось активным орогенезом в ряде мест нашей планеты.

Ротационную гипотезу, в общих чертах изложенную в трудах А. А. Тилло (1889) и А. И. Воейкова (1893) затем дополнили и развили Г. Квиринт (1921), А. Гейм (1933), Ли Сигуан (1929), Б. Л. Личков (1927), В. Г. Бондарчук (1946), М. В. Стовас (1959), Г. Н. Каттерфельд (1962) и К. Ф. Тяпкин (1973). Основной вывод этих ученых – чем меньше угловая скорость вращения Земли, тем более шарообразной она становится. По расчетам Л. С. Лейбензона [4] накопление напряжений, необходимых для преодоления сопротивления коры, может возникнуть тогда, когда скорость вращения Земли замедлится на 11 минут. На основании палеоклиматических реконструкций Н. М. Страхов (1973) установил в фанерозое существование трех последовательных планов климатической зональности: 1) ранне- и среднепалеозойского плана с экватором, резко смещенным в северное полушарие, вплоть до Гренландии; 2) позднепалеозойского плана с экватором, значительно, но менее резко, чем в Pz1-2, смещенным в северное полушарие; 3) мезозойско-кайнозойского плана, в общем, совпадающего с современным. Соответственно и ось вращения Земли должна была занимать иное положение относительно современных материков – там, в позднем палеозое Северный полюс должен был находиться в северной части Тихого океана, а Южный – в южной Атлантике, что подтверждается и данными палеомагнитных исследований. Обращая внимание на то, что эпохи перестройки плана климатической зональности совпадают с крупными эпохами горообразования – каледонской, герцинской, Н. М. Страхов, а до него Л. Б. Рухин пришли к выводу, что перемещения оси вращения Земли были связаны с перераспределением масс во время эпох горообразования. Относительные изменения в положении оси вращения должны были оказывать влияние на относительное значение разломов разного направления, входящих в глобальную регматическую сетку. П. Бэдгли (1973) показал, что регматическая сетка Австралии, намеченная Э. Ш. Хиллсом, обнаруживает удовлетворительное соответствие сетке Венинг-Мейнеса не только при современной ориентировке континента, но и при ориентировке, предполагаемой для докембрия [31]. В. Е. Хаин (1973) считает, что существует принципиальная возможность унаследованного развития регматической сетки, несмотря на изменяющееся положение оси вращения Земли, при условии, что ось вращения смещается в новое положение, во-первых, скачкообразно и, во-вторых, каждый раз на угол, соответствующий углу между смежными направлениями регматической сетки.

Судя по картам Н. М. Страхова [31], полюса перемещались вдоль круга меридиана большей оси экватора (150-165°), в то время, как в районе выходов на земную поверхность малой оси экватора (105-75°) никаких изменений не происходило – здесь древние экваторы пересекались с современными. Таким образом, происходило изменение наклона экватора по отношению к современному положению вдоль оставшейся неподвижной малой его оси (Г. Н. Каттерфельд, 1977).

Изменения положения оси вращения Земли, не нарушая целостности регматической сетки, могли, однако, благоприятствовать развитию одной системы разломов и связанных с ними геосинклиналей и тормозить развитие других систем. Анализируя распределение во времени проявлений складчатости в пределах Тихоокеанского кольца, Г. Шилле отметил, что в каждую отдельную эпоху складкообразование имело место в зонах строго определенного направления. Обращает на себя также внимание преобладание диагональных разломов в структуре сложенных ранним докембрием щитов древних платформ и ортогональной их системы в современном структурном плане, ведущем начало с позднего докембрия.

Анализируя распределение линейных элементов структуры земной коры, А. В. Долицкий (1973) установил, что основная часть их возникла при таком положении оси вращения, когда Северный полюс находился в северной части Днепровско-Донецкой впадины. Однако некоторая часть линейных элементов не укладывается в основную планетарную систему, а подчиняется нескольким дополнительным системам. Зная время максимальной активности отдельных линейных элементов, когда они проявляли себя как геосинклинальные, складчатые и орогенные, можно было попытаться определить возраст отдельных систем. В итоге проведенных построений А. В. Долицкий пришел к заключению, что основная сетка разломов зародилась 3150 млн. лет назад и что, начиная с 2400 млн. лет полюс дважды совершил полный цикл движения по траектории, представляющей четырехлепестковую фигуру.

Развивая идеи О. Фишера А. Вегенер (1915) выдвинул оригинальную гипотезу дрейфа континентов, имевшую в 30-х годах много сторонников, но впоследствии почти забытую. В 1967 году ее возродил В. Морган под девизом неомобилизма, назвав "тектоникой литосферных плит" (ТЛП). Она предполагает движение литосферных плит по маловязкому мантийному слою астеносферы.

Изучая развитие Атлантического океана, Дж. Уилсон (1966) впервые высказал мысль о неоднократном "раскрытии" и "закрытии" океанических впадин. Вся цепочка событий — от заложения океана до его закрытия — по предложению Дж. Дьюи и К. Берна (1974) получила название "цикла Уилсона". Определенный вклад в развитие ТЛП внесли О. Г. Сорохтин и С. А. Ушаков (1984), Е. В. Кучерук

(1985), Л. П. Зоненшайн (1979) и В. П. Гаврилов (1986). В 1985 году О. Г. Сорохтин аргументировал свои возражения против идеи расширения Земли, считая, что оно невозможно, так как от гравитационного удара должно погибнуть не только все живое на планете, но возможна гибель и всей Солнечной системы. Он же совместно с А. С. Мониным и С. А. Ушаковым (1985) считает, что явно выраженное конвективное движение вещества (которое и передвигает литосферные плиты как парусники по воде) произошло 3,7 млрд. лет назад, после образования зародыша ядра в виде твердой фазы.

Никто не спорит, что литосферные плиты существуют, хотя это все-таки не плиты, а литосферные блоки земной коры. Не исключено, что и твердая фаза ядра образовалась 3,7 млрд. лет назад и существует конвективное движение вещества, но вот, что это движение постоянное, сильное, упорядоченное, обусловливающее передвижение плит земной коры, – в это поверить трудно. Геолого-геофизических данных о конвективном движении вещества нет, а имеющиеся факты свидетельствуют об обратном:

1. Сейсмотомографические данные А. Морелли, А. Дзевонского, Дж. Вудхауза [18] говорят о неоднородности не только верхней и нижней мантии, но и поверхности внешнего ядра; существует связь эндогенных режимов материков с очень большими глубинами (в сотни километров), другими словами, "корни" материков лежат глубже астеносферы, по-видимому, в средней мантии (до 400 км); некоторые ученые (Н. И. Павленкова, 1986), приходят к выводу, что существует прямое соответствие структурных форм геофизическим полям (прежде всего тепловому) земной коры и мантии. Значит, эти структурные формы длительное время (практически всегда) остаются друг над другом, не испытывая сколько-нибудь существенных горизонтальных смещений.

2. Выявлено также различие мантии под материками и океанами (в пределах первых она более дифференцирована). Такая глубинность материков противоречит идее их существенно горизонтального перемещения по поверхности Земли. К аналогичному выводу, на основе изучения ряда геодинамических систем литосферы (глубоких некомпенсированных впадин, зон молодых активных рифтов, современных орогенов), которые имеют "жесткую стыковку" с верхней мантией, приходят А. Л. Яншин, А. А. Смыслов, В. Ю. Зайченко, Е. В. Карус и др. (1983, 1984, 1986). Они установили, в частности, что "всасывающий" механизм верхней мантии обусловил длительное (более 600 млн. лет) и устойчивое опускание Прикаспийской впадины, приведшее здесь к накоплению осадков мощностью до 20 км. Формирование и развитие подобных структур можно объяснить лишь значительными по амплитуде вертикальными перемещениями, а это несколько противоречит концепции глобальной тектоники плит.

3. Рассматриваемая гипотеза, по мнению В. В. Белоусова, недостаточно четко и полно раскрывает причины проявления колебательных движений на платформах, периодичность процесса тектогенеза. Приводимые трактовки ТЛП можно принять для больших тектонических циклов в сотни миллионов лет. Более мелкие циклы тектогенеза и более мелкая периодичность в осадконакоплении на платформах, приводящая к ритмическому строению разреза, удовлетворительного объяснения, с позиций этой гипотезы, пока не находят.

4. В последние годы к хору критиков концепции ТЛП присоединил свой голос академик Ю. М. Пущаровский (1993). Он считает, что нужно обратить внимание не только на общую неравномерность проявления энергии тектоносферы, но и на непостоянство энергетических потоков в отдельных местах. В то же время главная асимметрия тектоносферы Земли может быть связана с относительным постоянством проявления повышенной энергии тектоносферы в Тихоокеанском сегменте. По мнению Ю. М. Пущаровского, Земной шар распадается на два тектонических сегмента: Индо-Атлантический и Тихоокеанский. Если первый сравнительно молодой и возник в результате раскола более древней материковой коры с раскрытием океанов, то второй сегмент – изначально существовавший. Так, по данным американских исследователей С. Харта и Ж. Девиса (1987), эти два сегмента Земли различаются изотопным соотношением свинца (208 Pb/204 Pb) и стронция (87Sr/86Sr) в базальтах.

Тангенциальные напряжения и горизонтальные перемещения, доказанные огромным числом данных для земной коры, не прерываются внезапно на границе Мохо, а охватывают также и мантийные уровни. Это обстоятельство наряду с неравномерностью (очаговым расположением, разной глубинностью) и импульсивным характером проявлений эндогенных процессов, а также явное, но не поддающееся пока конкретному учету воздействие космических факторов, делают картину движения глубинных масс весьма запутанной, в общем неупорядоченной и не создают правильного тектонического плана на поверхности Земли. Обобщая эти данные, а также материалы по сравнительной планетологии Ю. М. Пущаровский приходит к выводу, что глобальная асимметрия – характерный признак строения планет типа Земли – Марса, Меркурия и Луны. Подобные неоднородности недр заставляют усомниться в существовании мантийных конвективных течений, которые должны были бы неизбежно "перемешать" вещество мантии и сделать его более гомогенным.

5. Основываясь на новейших данных аномалий поля силы тяжести, замеренных в свободном воздухе, П. Н. Кропоткин и В. Е. Ефремов (1983) делают вывод о том, что распределение максимумов геостатического давления на уровенных поверхностях в верхних слоях мантии Земли приурочено к Тихоокеанскому и Альпийско-Гималайско-

му глобальным горноскладчатым поясам. Значит, если бы подкоровые течения в астеносфере возникали вследствие наблюдаемой разности в этих давлениях, то они были бы направлены от складчатых поясов к срединным частям океанов, т. е. в противоположную сторону, чем следует из доказываемой кинематики литосферных плит. Обобщив данные измерений напряженного состояния в массивах горных пород и по характеристикам напряжений в очагах землетрясений эти авторы показали, что на 95% поверхности земного шара доминирует горизонтальное сжатие. Усилия растяжения концентрируются только в узких рифтовых зонах. Пространственное распределение напряжений и их высокие значения (500-2000 кг/см^2) дают основание утверждать, что они не согласуются с моделями подкоровых течений, возбуждаемых конвективными движениями мантийного вещества.

Как видно из вышеизложенного, оппоненты очень серьезно выступают против концепции ТЛП, но в основном они выступают против самого механизма конвективного движения в мантии.

Механизм изменения объема Земли изложен в геодинамической гипотезе Е. В. Артюшкова, М. А. Беэра, С. В. Соболева и А. Л. Яншина (1982). Он прерывисто-случайный, а движущей силой является гравитационно-тепловая дифференциация вещества на основе фазовых переходов. Авторы считают, что геосинклинальные прогибы являются ослабленными зонами земной коры, которые зажаты между литосферными плитами и при дополнительных сжатиях сминаются в складчатые пояса.

Если концепция ТЛП предполагает движение литосферных плит по маловязкому мантийному слою астеносферы, то идея тектоники плит наоборот, допускает выдвижение мантийного материала из-под континентальной литосферы и заполнение им зияющих океанических впадин. Высказал ее американский геолог М. Кейт (1972). Позже его поддержали австралийские геологи Дж. Паккэм и Д. Флави (1974) и в 1976 году к ним присоединился японский исследователь Х. Хошино. В 1979 году Ю. В. Чудинов для обозначения механизма вытекания мантии из-под литосферы использовал термин "эдукция" – выводить, вытягивать. Под ней подразумевалось "выдвигание мантийного материала к земной поверхности из-под краев континента и островных дуг". В результате эдукции происходит наращивание коры океанического типа со стороны желоба в соседних с континентом океанических пространствах и окраинных морях. В спрединговых зонах глубинный мантийный материал поднимается в виде вертикального потока из недр непосредственно ко дну океана. Тонкая океаническая литосфера под напором потока "рвется" и раздвигается в стороны. Узкая рифтовая зона заполняется мантийным материалом. Это сопровождается возникновением полосы высокого теплового потока, активного вулканизма и сейсмичности. В зонах эдукции восходящий

поток встречает на своем пути толстую континентальную кору и не в силах "взломать" ее, он отклоняется в сторону и выходит на поверхность там, где прерывается континентальная литосфера. Таким образом, по мнению Ю. В. Чудинова, океаническая кора наращивается как в рифтовых долинах океанов, так и в зонах глубоководных желобов. Естественно возникает вопрос: куда же девается эта лишняя литосфера? Такой балансирующий механизм Ю. В. Чудинов видит в расширении нашей планеты. Центром расширения служат срединно-океанические хребты. Их протяженность почти в два раза превышает длину экватора. Они образуют своеобразный каркас земной поверхности, с увеличением которого растет и сама Земля. Автор допускает расширение со скоростью до 1 см в год по радиусу в последние 250 млн. лет (2500 км).

Новый импульс развития гипотеза расширяющейся Земли получила в 60-е годы благодаря работам И. В. Кириллова и В. Б. Неймана. У. Кэри и Х. Оуэн (1979) также считают, что континенты очень хорошо компонуются друг с другом, если уменьшить объем земного шара. По их мнению, за последние 200 млн. лет он увеличился на 20%.

Существенный вклад в развитие представлений о беспокойных недрах Земли внес В. В. Белоусов, выступивший с гипотезой о глубинной дифференциации. Он считает, что дифференциация вещества верхней мантии и связанный с нею процесс развития геосинклиналей продолжались вплоть до конца палеозойской эры (примерно 250 млн. лет назад). В это время на планете, по мнению В. В. Белоусова, океанов не было. Коренной переворот в развитии Земли произошел на рубеже палеозоя и мезозоя.

Новую геодинамическую модель пульсирующей Земли выдвигают П. Н. Кропоткин и В. Н. Ефремов (1983). Они предлагают синтез пульсационной гипотезы и мобилизма, рассуждая так. В развитии Земли чередуются эпохи расширения и сжатия. При многократном повторении фаз расширения и сжатия эффекты расширения накапливаются в рифтовых зонах, где происходит процесс спрединга, а эффекты сжатия концентрируются в зонах субдукции, где преобладает смятие слоев в складки, надвиги, поддвиги и т. д. Промежуточные же зоны (литосферные плиты) дрейфуют от зон растяжения к зонам сжатия. Современные астрономические наблюдения свидетельствуют, что за последние 3 тыс. лет Земной радиус сокращается со средней скоростью 0,5 мм/год. Поэтому у нынешней литосферы сжатие преобладает над расширением. Основываясь на вариациях продолжительности суток с 1817 по 1981 год Н. П. Кропоткин и В. Н. Ефремов рассчитали скорость горизонтальных движений литосферных плит от зон расширения к зонам сжатия. Она равна 1-5 см/год, а скорость спрединга – 0,8 см/год. В целом это согласуется с имеющимися оценками спре-

динга (0,9-3 см/год) и скорости горизонтального смещения литосферных плит (2-10 см/год).

Исследуя годовые суточные кольца коралловых полипов, американский ученый Дж. Уэлле (1963) для девонского времени установил продолжительность суток в 22 часа, а австралийский геолог Б. Хант для раннего палеозоя всего 9 часов. В последнем случае эффект замедления скорости вращения планеты трудно объяснить только действием приливно-отливных сил. Необходимо искать дополнительный тормоз. Может, все же действовал механизм пульсирования земного объема?

В 1983 году В. Л. Барсуков и В. С. Урусов предложили следующий механизм расширения земных недр. Он основан на гипотезе американского геофизика Ф. Берча (1939), согласно которой на глубинах 400-900 км главные минералы мантии (оливин, пироксен, гранаты) в результате высоких давлений и температур становятся неустойчивыми и распадаются на смесь плотно упакованных простых оксидов: MgO (периклаз), SiO_2 (стимовит), Al_2O_3 (корунд) и др. Экспериментальными исследованиями было доказано, что, действительно, при давлении 250 кбар и температуре 1000°С шпинельная модификация $MgSiO_4$ распадается на $MgSiO_3$ (неровскит) и MgO. При этом объем вещества возрастает почти на 11%.

На этих глубинах возникает возможность обмена местами различных катионов и проявляется общая особенность кристаллических структур – их разупорядоченность. Так, часть атомов кремния (10-20%) переходит из тетраэдров в октаэдры, и наоборот, соответствующее количество атомов магния или железа переходит из октаэдров в тетраэдры. Такие переходы были также подтверждены экспериментальным путем при давлении 150 кбар и температуре 1000°С. Разупорядоченные формы некоторых глубинных минералов (шпинель, ильменит) на 2-3% плотнее упорядоченных этих соединений. В. Л. Барсуков и В. С. Урусов выделяют в мантии некую переходную зону, соответствующую примерно средней мантии (слой С), которую они рассматривают как зону разупорядоченных фаз и твердых растворов. Второй фактор увеличения объема планеты ученые видят в постепенном возрастании температуры ее недр. Согласно одной из моделей тепловой истории Земли, предлагаемой английским геофизиком М. Боттом (1974), за последние 2 млрд. лет температура мантии увеличилась на 1000°С. В. Л. Барсуков и В. С. Урусов подсчитали, что за последние 2 млрд. лет увеличение радиуса Земли и поверхности ее мантийных оболочек возможно на 2-4%.

Любопытную неоконтрационную гипотезу предлагает В. В. Орленок (1985). В основе его взглядов лежат представления о прогрессировавшем уплотнении протовещества, приведшем к уменьшению объема планеты. Он считает, что уплотнение первичного вещества плотностью 2,9 г/см^3, образование металлического ядра массой 31,5% и плотностью 7,5 г/см^3 должны были уменьшить объем земного шара на $0{,}42 \cdot 10^{27}$ см^3. Сокращение массы за счет потери летучих компонентов составляло в среднем $4{,}2 \cdot 10^{25}$ г. Т. о. за всю историю существования планеты радиус ее сократился на 630 км, а средняя плотность возросла на 1,68 г/см^3.

Анализируя данные палеоклиматологии, П. Фурмарье (1971) пришел к заключению, что арктические и антарктические области, в которых в настоящее время невозможно существование древовидных сосудистых растений, были заселены обильной растительностью в девоне, карбоне, перми, триасе, юре, меловом и третичном периодах. А так как в четвертичное время в Арктике и Антарктике теплый климат сравнительно резко сменился ледниковым периодом, причем без заметного изменения положения полюсов относительно современной географической конфигурации поверхности земного шара, то это, очевидно, не могло произойти без какого-то исключительного фактора, возможно внешнего по отношению к Земле.

Георгий Павлович Леонов в свое время [15] писал, что геотектонические гипотезы Швинера, Коссмата, Боголепова, Вегенера, Арагана, Штауба, Джолли, Хаармана, Бухера, Беммелена и др., при всем их разнообразии характеризуются одной общей чертой – своей механичностью и односторонностью. Поэтому ни одна из них не может претендовать на ведущее значение в решении данной проблемы. Сам Г. П. Леонов рассматривает процесс развития Земли как борьбу сжатия – притяжения (в форме гравитационной энергии) и растяжения – отталкивания (в форме тепловой энергии).

Одним из главнейших достижений геологии в XX веке явилось учение о геосинклиналях. Развитое в трудах Дж. Холла, Д. Дэна, Э. Ога, И. В. Мушкетова, А. П. Карпинского, А. Д. Архангельского, Н. С. Шатского, Л. Кобера и Г. Штилле оно оказало и оказывает огромное влияние на формирование основных положений геотектоники. Любая геотектоническая гипотеза прежде всего должна дать, очевидно, объяснение тем закономерностям, которые наблюдаются в ходе развития земной коры: направленному процессу ее стабилизации, периодическому усилению и ослаблению процессов тектогенеза, связи складкообразования с магматической деятельностью, чередования талассократических и геократических эпох, процессам раздробления платформ и образования океанических впадин. Очевидно, что современная гипотеза развития Земли должна во-первых, опираться на известные геологические факты и, во-вторых, отвечать современным представлениям о диалектическом развитии материи во времени и пространстве.

1.2. Обобщенная геотектоническая концепция

В порядке обобщения отметим, что все рассмотренные в данном разделе геотектонические гипотезы строились на известных геологических и научных фактах и, следовательно, каждая отражала какую-то черту (или черты) тектонического развития Земли на определенном этапе. Подкупает своей диалектичностью, что справедливо отметил В. П. Гаврилов [4], идея пульсирующего расширения планеты, гармонично связанная с современными представлениями о развитии материи во времени и пространстве. Она не исключает горизонтальное перемещение литосферных блоков и объясняет факты длительного (до 1,5 млрд. лет) унаследованного развития главнейших структур континентов (синеклиз и антеклиз) в условиях постоянной связи земной коры и верхней мантии (до глубины 400-600 км). С позиций этой гипотезы становится понятной ритмичность в строении осадочного слоя континентов, состоящего из закономерно чередующихся толщ глубоководных и мелководных осадков. Находят логичное объяснение также периодические повторения в истории Земли трансгрессий и регрессий моря, тектонических циклов, заложение и отмирание геосинклиналей. Неясным остается однако механизм пульсаций, даже не сам механизм (который можно представить как фазовые переходы вещества под действием гравитационно-тепловой дифференциации), а причины, обусловливающие его действие. Однозначного ответа на этот вопрос пока нет, однако можно считать, что на роль обобщенной геотектонической гипотезы больше всего подходит гипотеза пульсационного расширения Земли, вобравшая в себя и представления о контракции, расширении, ротации и элементы тектоники литосферных плит [38-48].

Следует подчеркнуть, что упомянутые выше гипотезы рассматривали развитие Земли как замкнутой материальной системы без тесной взаимосвязи с силовыми полями Вселенной. Многие исследователи от "братьев чистоты" и А. Вольштедта до П. Фурмарье и Ю. М. Пущаровского высказывали идеи о постоянном изменении земной поверхности под воздействием Космоса. В. И. Вернадский отмечал, что Земля материально и энергетически непрерывно связана в ходе времени с Солнечной системой и Млечным путем. Г. П. Тамразян (1967), к которому присоединился В. Е. Хаин (1973), рассматривал Землю в качестве резонансной автоколебательной системы, находящейся под внешними воздействиями, которые обусловливают принудительную синхронизацию ее частоты. Непосредственным источником энергии этой автоколебательной системы является прежде всего энергия внутренних процессов самой планеты, свойства которой определяют размах ее колебаний. Соотношения частоты вынужденных космических воздействий предопределяют условия возбуждения внутренних колебаний планеты и ее геологические, в частности геотектонические, выражения и последствия. Идеи В. И. Вернадского о связи Земли с Космосом развил Н. И. Банера [2].

Имеющиеся сегодня данные астрономии говорят о весьма незначительном влиянии на тектонические процессы планеты ближнего и дальнего Космоса. Однако эти данные собраны на временном отрезке примерно в 3 тысячи лет, что для 4,5-миллиардной истории Земли – мгновенный снимок, который явно не отражает истинного характера влияния Космоса. Итак, вопрос остается открытым – есть ли влияние и если есть, то какое. Поищем ответ на него как на Земле, так и в Космосе.

Глава 2.

Обобщенная модель тектонического развития Земли – пульсирующее расширение под воздействием космического прессинга

2.1. Шкала-график Харленда-Карпенко и его интерпретация

В 1989 году коллектив авторов — Р. Л. Армстронг, А. В. Кокс, Л. Е. Крайд, А. Г. Шмит, Д. Г. Шмит — под руководством У. Б. Харленда составили шкалу геологического времени. В ней уточнены периоды жизни живых организмов с жесткой временной привязкой [36, 37]. Благодаря их окаменелым остаткам, которые последовательно сменяют друг друга, детально изучена жизнь на Земле до 610 млн. лет (Табл. 1) и фрагментарно до 4560 млн. лет (Табл. 5).

Эволюция отдельных видов живых организмов, которую по предложению И. В. Карпенко (1991) будем называть стадией, была различной – от 0,5 до 17,0 млн. лет. Между стадиями что-то происходило – одни формы вымирали и появлялись другие. Точность временной шкалы 0,05 млн. лет, и очевидно, что непригодные условия для жизни на Земле могут существовать на временном отрезке в 50 тыс. лет. Из этого следует, что время спокойного развития планеты неоднократно прерывалось кратковременными неспокойными периодами, в соотношении примерно 150-250 к 1.

В XIX веке Ж. Кювье сформулировал теорию катастроф, принимая, что в истории Земли периоды спокойные чередуются с короткими эпохами катастрофических изменений. Позже эти идеи развивал Эли де Бомон (вторая половина XIX века) и Г. Штилле (1924), воззрения которого Н. С. Шатский охарактеризовал как неокатастрофизм. В 1977 году математическую теорию катастроф разработал француз Р. Том [19].

В противоположность концепции прерывистого, эпизодического складкообразования, родственной катастрофизму Кювье—Бомона—Штилле, была выдвинута концепция непрерывности складкообразования (от учения Ч. Ляйеля до Дж. Гиллули). В. Е. Хаин (1950) и Н. С. Шатский (1951) считают, что процесс складкообразования представляется процессом непрерывно-прерывистым, в котором более продолжительные периоды медленного роста складок прерываются фазами более быстрого их развития и качественного изменения складчатой структуры.

На шкале Харленда выделено 126 стадий и 127 промежутков, которые, следуя Кювье—Бомону—Штилле, будем называть катастрофами. Построим шкалу в виде графика, где номер катастрофы связан с временем ее проявления (рис. 1). Идея построения такого графика была предложена И. В. Карпенко (1991), и в дальнейшем мы будем называть его шкала-график Харленда—Карпенко. На первый взгляд набор точек шкалы-графика несколько хаотичен, но их можно осреднить кусочно-ломаными линиями, где более пологие наклоны (время стадий увеличено) перемежовываются более крутыми (время стадий уменьшено). Таким образом, фиксируются два состояния, в которых поочередно пребывала наша планета в процессе своего динамического развития: эпохи коротких (0,5-4,0 млн. лет) и длинных (4,0-17,0 млн. лет) стадий жизни живых организмов. Посмотрим, с какими геологическими событиями коррелируются выделенные нами эпохи.

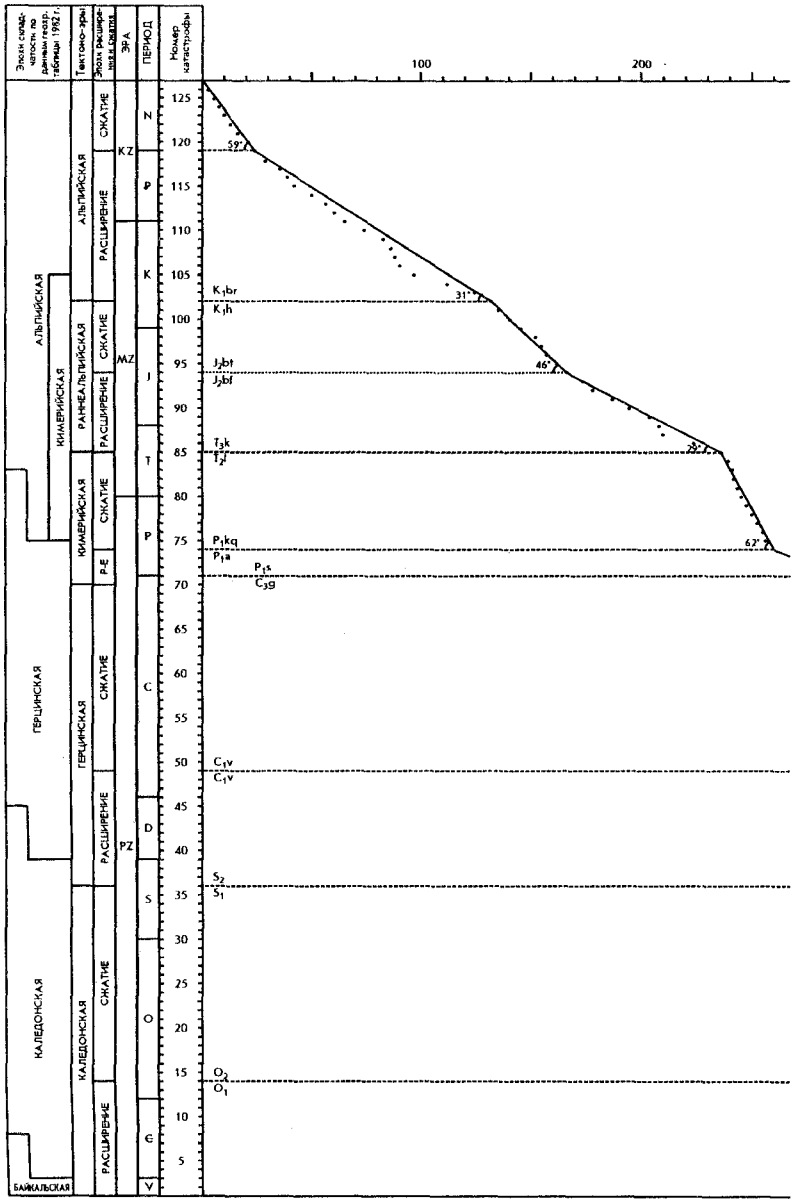
Первая эпоха – неоген – время на шкале от 0 до 23,3 млн. лет. Учитывая интенсивное проявление в это время процессов тектогенеза, охватившего разновозрастные складчатые зоны и даже участки древних платформ, многие исследователи, в частности Е. Карус (1951) и Н. И. Николаев (1952), рассматривают эту эпоху как самостоятельный неотектонический этап, отдельный от альпийского тектогенеза. Согласно Е. Е. Милановскому (1991), с неогена началась эпоха прогрессирующего сжатия нашей планеты, с которой ассоциируется новый план структуры земной коры. Напомним, что эпоха сжатия подтверждается астрономическими наблюдениями за последние 3000 лет и выводами П. Н. Кропоткина и В. Н. Ефремова (1983) для нашего времени.

Вторая эпоха – палеоген – мел. Время на шкале от 23,3 до 131,8 млн. лет. Большинство исследователей, от О. Х. Хильгенберга и В. В. Белоусова до Е. Е. Милановского и В. А. Левченко, считают, что именно в это время произошло резкое увеличение объема земного шара с активным развитием молодых океанических впадин.

Таким образом, два состояния жизни нашей планеты, отраженные на рис. 1, это сжатие и расширение, которые последовательно сменяя друг друга, характеризуют весь фанерозой.

2.2. Понятие тектоно-эры. Тектоно-эры фанерозоя

Расширение и сжатие не только являются составными частями геосинклинального процесса, но и характеризуют законченный этап развития земной коры. Очевидно, логично и правильно объединить их понятием тектоно-эры. Выделены снизу вверх Каледонская, Герцинская, Киммерийская, Раннеальпийская и Альпийская тектоно-эры. Данные по ним сведены в табл. 2.



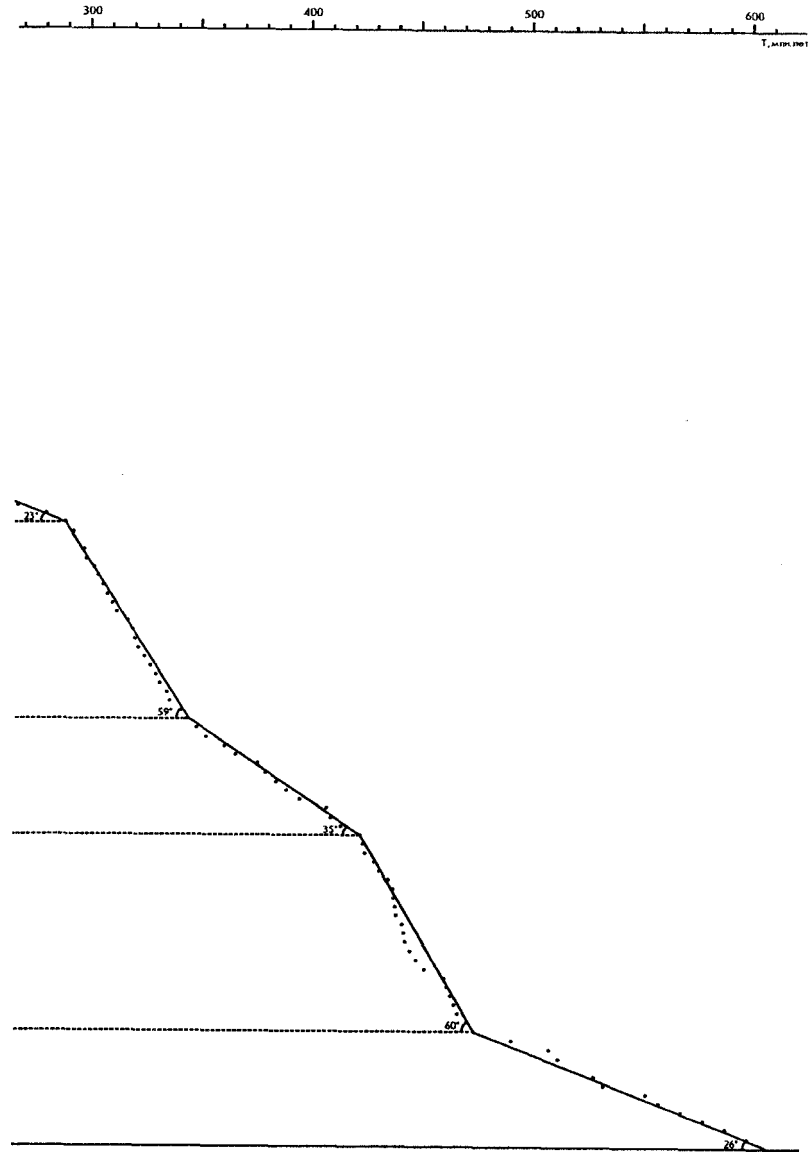


Рис. 1. Тектоническое развитие Земли в фанерозое.

Таблица 1

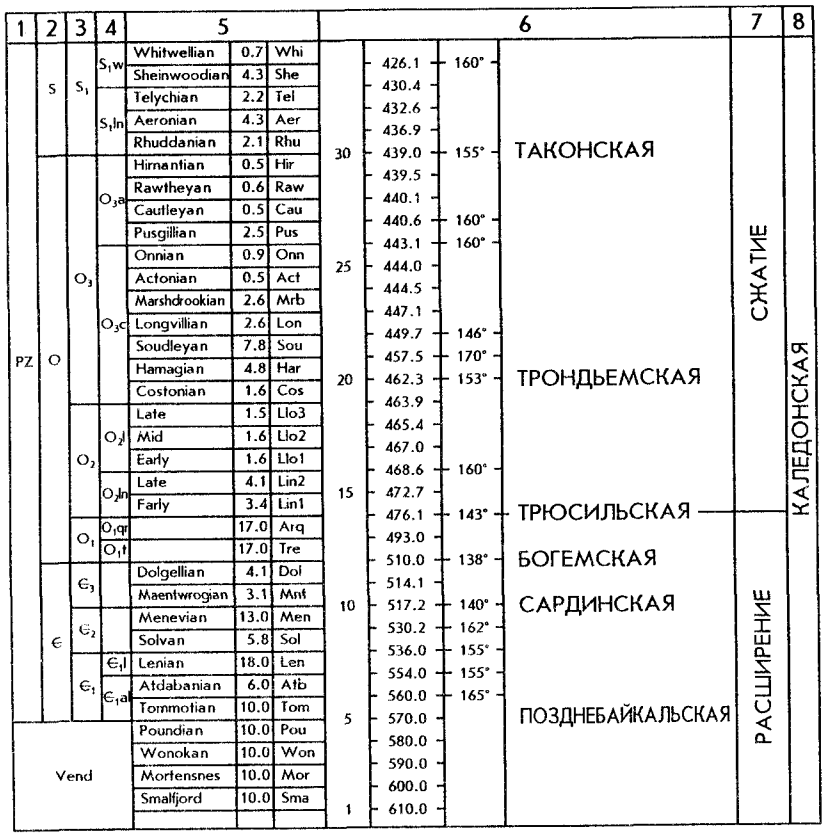
Шкала геологического времени У. Харленда на фоне эпох расширения и сжатия Земли

ЭРА	ПЕРИОД	ЭПОХА	ВЕК	НАЗВАНИЕ, ДЛИТЕЛЬНОСТЬ И АБРЕВИАТУРА СТАДИЙ			ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР, ВРЕМЯ ПРОЯВЛЕНИЯ В МЛН. ЛЕТ, РАНГ И НАЗВАНИЕ КАТАСТРОФЫ				ЭПОХИ РАСШ. И СЖАТИЯ	ТЕКТОНО-ЭРЫ
1	2	3	4	5			6				7	8
KZ	N	N_2	N_2^2	Piacenzian	1.76	Pia		1.64			СЖАТИЕ	АЛЬПИЙСКАЯ
			N_2^1	Zanclian	1.8	Zan		3.40				
		N_1	N_1^3	Messinian	1.5	Mes	125	5.2	172°	АТТИЧЕСКАЯ		
				Tortonian	3.7	Tor		6.7	154°			
			N_1^2	Serravallian	3.8	Srv		10.4				
				Langhian	2.1	Lan		14.2	165°			
			N_1^1	Burdigalian	5.2	Bur		16.3	158°	ШТИРИЙСКАЯ		
				Aquitanian	1.8	Agt	120	21.5	158°			
	P	P_3	P_3^2	Chattian	6.0	Cht		23.3	150°	САВСКАЯ		
			P_3^1	Rupelian	6.1	Rup		29.3			РАСШИРЕНИЕ	
		P_2	P_2^4	Priadonian	3.2	Prb		35.4	166°	ПИРИНЕЙСКАЯ		
			P_2^3	Bartonian	3.5	Brt		38.6				
			P_2^2	Lutetian	7.9	Lut	115	42.1	160°			
			P_2^1	Ypresian	6.5	Ypr		50.0				
		P_1	P_1^2	Thanetian	4.0	Tha		56.5	166°			
			P_1^1	Danian	4.5	Dan		60.5				
MZ	K	K_2	K_2m	Maastrichtian	9.0	Maa		65.0	160°	ЛАРАМИЙСКАЯ		
			K_2cp	Campanian	9.0	Cmp	110	74.0				
			K_2st	Santonian	3.6	San		83.0	158°	СУБГЕРЦИНСКАЯ		
			K_2cn	Coniacian	1.9	Con		86.6	165°			
			K_2t	Turonian	1.9	Tur		88.5				
			K_2cm	Cenomanian	6.6	Cen		90.4	148°			
		K_1	K_1al	Albian	15.0	Alb	105	97.0	160°	АВСТРИЙСКАЯ		
			K_1ap	Aptian	12.5	Apt		112.0	175°			
			K_1br	Barremian	7.3	Brm		124.5	170°			
			K_1h	Hauterivian	3.2	Hau		131.8	156°			
			K_1v	Valanginian	5.7	Vlg		135.0	158°	ОГА		
			K_1b	Berriasian	4.9	Ber	100	140.7	170°		СЖАТИЕ	РАННЕАЛЬПИЙСКАЯ
	J	J_3	J_3ti	Tithonian	6.5	Tth		145.6	170°			
			J_3Km	Kimmeridgian	2.6	Kim		152.1	155°	НОВОКИММЕРИЙСКАЯ		
			J_3ox	Oxfordian	2.4	Oxf		154.7				
		J_2	J_2cl	Callovian	4.2	Clv		157.1	166°	АДЫГЕЙСКАЯ		
			J_2bt	Bathonian	4.8	Bth	95	161.3				
			J_2bj	Bajocian	7.4	Baj		166.1	167°			
			J_2a	Aalenian	4.5	Aal		173.5	165°			
		J_1	J_1t_2	Toarcian	9.0	Toa		178.0	163°	ДОНЕЦКАЯ	РАСШИРЕНИЕ	
			J_1pl	Pliensbachian	7.5	Plb		187.0				
			J_1s	Sinemurian	9.0	Sin		194.5				
			J_1ht	Hettangian	4.5	Het	90	203.5	160°			
	T	T_3	T_3r	Rhaetian	1.5	Rht		208.0	156°			
			T_3n	Norian	13.9	Nor		209.5	125°			
			T_3k	Carnian	11.6	Crn		223.4	175°			
							85	235.0	160°	ЛАБИНСКАЯ		

Таблица 1. Продолжение

1	2	3	4	5			6				7	8
MZ	T	T_2	T_2l	Ladinian	4.5	Lad		239.5	150°		СЖАТИЕ	КИММЕРИЙСКАЯ
			T_2a	Anisian	1.6	Ans		241.1				
		T_1		Spathian	0.8	Spa		241.9	172°			
				Nammalian	1.5	Nml		243.4				
				Griesbachian	1.6	Gri	80	245.0	172°	ПФАЛЬЦСКАЯ		
PZ	P	P_2		Changxingian	2.5	Chx		247.5				
				Longtanian	2.5	Lgt		250.0				
				Capitanian	2.5	Cap		252.5				
				Wordian	2.5	Wor		255.0	164°			
				Ufirnian	1.1	Ufi	75	256.1	160°			
		P_1	P_1kg	Kungurian	3.6	Kun		259.7	152°	ЗААЛЬСКАЯ	РАСШ.	
			P_1a	Artinskian	9.1	Art		268.8	173°			
			P_1s	Sakmarian	12.7	Sak		281.5	170°			
				Asselian	8.5	Ass		290.0	152°	УРАЛЬСКАЯ		
	C	C_3	C_3g	Noginskian	3.6	Nog	70	293.6	170°		СЖАТИЕ	ГЕРЦИНСКАЯ
				Klazminskian	1.5	Kla		295.1	170°			
			C_3k	Dorogomilovskian	3.2	Dor		298.3	165°			
				Chamovnicheskian	1.6	Chv		299.9	165°			
				Krevyakinskian	3.1	Kre		303.0				
		C_2	C_2m	Myachkovskian	2.0	Mya		305.0				
				Podolskian	2.1	Pod	65	307.1	175°			
				Kashirskian	2.1	Ksk		309.2				
				Vereiskian	2.1	Vrk		311.3				
			C_2b	Melekesskian	2.1	Mel		313.4	157°			
				Cheremshanskian	4.9	Che		318.3	155°			
				Yeadonian	2.3	Yea	60	320.6	172°			
				Marsdenian	0.9	Mrd		321.5				
				Kinderscoutian	1.3	Kin		322.8	160°	СУДЕТСКАЯ		
		C_1	C_1n	Alportian	2.8	Alp		325.6				
				Chokierian	2.7	Cho		328.3				
				Arnsbergian	2.8	Arn	55	331.1	170°			
				Pendleian	1.8	Pnd		332.9				
			C_1v	Brigantian	3.1	Bri		336.0				
				Asbian	3.4	Asb		339.4				
				Holkerian	3.4	Hlk		342.8	170°			
				Arundian	2.2	Aru	50	345.0	160°	САУРСКАЯ		
				Chadian	4.5	Ghd		349.5				
			C_1t	Ivorian	4.3	Ivo		353.8	163°			
				Hastarian	8.7	Has		362.5	160°	БРЕТОНСКАЯ		
	D	D_3	D_3fm	Famennian	4.5	Fam	45	367.0	154°		РАСШИРЕНИЕ	
			D_3fr	Frasnian	10.4	Frs		377.4	150°			
		D_2	D_2gv	Givetian	3.4	Giv		380.8	165°			
			D_2l	Eifelian	5.2	Eif		386.0	170°			
		D_1		Emsian	4.4	Ems		390.4	170°			
				Pragian	5.9	Pra		396.3	162°			
				Lochkovian	12.2	Lok	40	408.5	140°	ЭРИЙСКАЯ		
	S				2.2	Prd		410.7	165°			
		S_2	S_2ld	Ludfordian	4.4	Ldf		415.1	160°			
				Gorstian	8.9	Gor		424.0	130°	АРДЕНСКАЯ		
		S_1	S_1w	Gleedonian	1.4	Gle	35	425.4				

Таблица 1. Продолжение



Мы не видим начало эпохи расширения Каледонской тектоно-эры (оно находится на времени больше 610 млн. лет), и нет конца эпохи сжатия Альпийской тектоно-эры, которая продолжается и в наше время. Эпохи сжатия Каледонской и Герцинской тектоно-эр не только похожи по силе проявления, длительности, углу наклона, но и количество катастроф в их пределах одинаково – 22. Впрочем, отличие все же есть – эпоха сжатия Герцинской тектоно-эры длиннее на 3 млн. лет и набор точек катастроф (см. рис. 1) строго подчиняется линейному закону. Киммерийская тектоно-эра имеет очень четкие эпохи сжатия и расширения, но длина их более чем в два раза меньше, чем у Герцинской. Раннеальпийская тектоно-эра имеет четкую эпоху расширения и краткую, слабовыраженную эпоху сжатия. В первоначальном варианте эта тектоно-эра вообще не выделялась, а время от по-

Таблица 2

Тектоно-эры фанерозоя

Тектоно-эры	Эпохи расширения и сжатия	Угол наклона осредняющей (в град.)	Время по Харленду (млн. лет)	Длительность эпох (млн. лет)	Эратема
Каледонская	расширение сжатие	26 60	–476.1 476.1–424.0	– 52.1	$-O_1$ O_2-S_1
Герцинская	расширение сжатие	35 59	424.0–345.0 345.0–290.0	79.0 55.0	S_2 – низ C_1v низ C_1v-C_3
Киммерийская	расширение сжатие	23 62	290.0–259.7 259.7–235.0	30.3 24.7	P_1s-P_1a P_1kq-T_2
Раннеальпийская	расширение сжатие	29 46	235.0–166.1 166.1–131.8	68.9 34.3	T_3-J_2bj J_2bt-K_1h
Альпийская	расширение сжатие	31 59	131.8–23.3 23.0–0	108.5 –	K_1br-P_3 N–

зднего триаса по неоген считалось эпохой расширения Альпийской тектоно-эры. Но анализ истории геологического развития планеты, а также характер поведения точек катастроф в этом интервале позволил ее все же выделить. Установлена также генетическая связь между Киммерийской, Раннеальпийской и Альпийской тектоно-эрами: практически все геосинклинальные прогибы, заложенные в ранней перми, продолжали развиваться по неоген.

В геологической литературе отмечено несколько эпох, когда крупные зоны геосинклинальных областей утрачивали свои типичные черты и переходили в новую фазу развития. Согласно [15], подобные переломные эпохи в развитии земной коры отличались резким усилением складчатости и глубинного магматизма. Одна из них, по Г. П. Леонову (1956), ассоциируется с каледонской складчатостью и приходится на поздний силур, вторая – герцинская – охватывает карбон и пермь, третья – мезозойская или киммерийская, проявилась в юрско-меловое время и четвертая – альпийская – в палеоген-антропогеновое. Время проявления эпох складчатости обобщено в геохронологической таблице издания 1982 года и приведено на рис. 1. Согласно этой информации между эпохами складчатости сделаны перекрытия порядка 30-35 млн. лет, а поздняя пермь и ранний триас характеризуются герцинской, киммерийской и альпийской эпохами. С точки зрения геосинклинальной теории такие обобщения, возможно, и приемлемы, но необходимо помнить, что заложение и закрытие геосинклиналей это уже последствие, отражение других процессов. Чтобы лучше понять данный вопрос, обратимся к истории.

Обобщив материал по Западной Европе, а также данные по другим материкам, Г. Штилле (1924) выделил отдельные фазы орогенеза под географическими названиями мест их типичного проявления и составил список, или так называемый канон орогенических фаз [5]. Каждая из установленных фаз проявилась одновременно в самых различных частях земного шара, но в промежутках между фазами нигде складкообразования не происходило; в этом суть предложенного Г. Штилле "орогенного закона времени" [31]. В 20—30-е годы идеи Г. Штилле нашли очень широкое применение, но потом начали накапливаться данные, не вполне укладывавшиеся в его представления и даже им противоречащие. Были обнаружены несогласия, указывающие на проявление складкообразования в периоды или эпохи, рассматривавшиеся Г. Штилле как "анорогенные", т. е. спокойные в этом отношении. К концу 30-х годов список орогенических фаз сильно увеличился, а промежутки между ними стали значительно более узкими. Орогенические фазы были отмечены не только на границе между геологическими периодами и эпохами, но и внутри эпох и даже веков. Исследования отложений угленосных и неугленосных бассейнов на юго-восточном Кавказе (В. В. Вебер, Н. С. Шатский, 1951) и в Фергане (В. И. Попов, Д. В. Наливкин, 1953) убедительно показали, что рост складок происходит не только во время коротких перерывов в осадконакоплении, но и в течение неизмеримо более длительных эпох погружения и накопления осадков. При этом отмечалось (Н. С. Шатский, В. Е. Хаин, 1951), что сами перерывы в отложении осадков являются следствием не складкообразования, а восходящих тектонических движений эпейрогенических и колебательных.

В итоге критики Г. Штилле пришли к выводу, что понятие фазы складкообразования целесообразно сохранить, но в понимании, отличном от его. Они являются значительно более длительными и нередко охватывают один-два геологических века, т. е. несколько миллионов, а не сотен тысяч лет, как представлял Г. Штилле [31].

Важное исследование, подтверждающее существование планетарных эпох повышенной тектонической активности, выполнено А. А. Прониным (1969, 1971). Тектонические эпохи выделены им на основании статистического анализа материалов по перерывам и несогласиям в фанерозое всех континентов. Весьма знаменательно, что эпохи, выделенные А. А. Прониным, в подавляющем большинстве случаев совпадают с основными фазами канона Штилле. А. А. Пронин отводит на каждую тектоническую эпоху в среднем 15-20 млн. лет, против 30-40 млн. лет на разделяющие эти эпохи более спокойные периоды.

Независимое подтверждение этих представлений дало применение радиометрических методов определения возраста магматических, в особенности гранитов, и метаморфических горных пород. Метод построения гистограммы возрастных значений, примененный американским геологом Г. Гэстилом для докембрия, позволил выявить существование определенных максимумов гранитообразования и регионального метаморфизма. Дальнейшее быстрое накопление соответствующего материала подтвердило эту закономерность не только для докембрия, но и для фанерозоя. М. М. Рубинштейн (1967) опубликовал сводку данных по радиометрической датировке интрузивных (граниты) и метаморфических пород фанерозоя. На ее основе он пришел к заключению о существовании четкой периодичности в проявлении интрузивного магматизма и метаморфизма, соответствующей последовательности фаз канона Штилле с некоторыми дополнениями. Рубинштейн оценивает продолжительность каждой фазы в 3-5 млн. лет, а промежутков 15-25 млн. лет.

В геосинклиналях парагенетическая связь между поднятиями, представляющими наиболее общий процесс, складчатостью, гранитным плутонизмом и региональным метаморфизмом проявляется еще более ярко и постоянно, чем на платформах, что говорит не о том, что одно является следствием, функцией другого, а лишь об их обусловленности общей причиной (например, повышенным тепловым потоком). Поэтому перенесение закономерностей, установленных для одного из этих сопряженных во времени и в пространстве процессов на другой, вполне допустимо.

Представление о прерывности гранитообразования не противоречит тот твердо установленный в настоящее время факт, что становление крупных полифазных плутонов батолитового типа охватывает согласно радиометрическим данным (для Магаданского батолита Л. В. Фирсова или американских и канадских исследователей для батолитов Западных и Центральных Кордильер Северной Америки) многие десятки миллионов лет. Эти цифры для отдельных фаз обычно укладываются в продолжительность тектонических эпох, установленных А. А. Прониным (15-20 млн. лет), а для соответствующих геохронологических рамок намечаются и более короткие импульсы. Примером могут служить новейшие данные по мезозойским гранитным плутонам Калифорнии. Определение их возраста дали практически непрерывный ряд цифр от 210 до 80 млн. лет. Однако привязка определений к отдельным группам плутонов, выделенных картированием, обнаруживает отчетливую периодичность интрузивной деятельности. Устанавливается пять эпох плутонизма продолжительностью в 10-15 млн. лет, разделенных интервалами в 30 млн. лет. Каждой эпохе предшествовал или с нею совпадал период региональной деформации в Калифорнии или западной Неваде [31].

Детальное изучение последовательности регионально-метаморфических преобразований и связанных с ними структурных изменений также вскрывает многофазность этих процессов. В частности, это хорошо показано на материале особенно тщательно изученных в дан-

ном отношении Британских каледонид. Исследователи этой области подчеркивают эпизодичность и одновременность складкообразования, формирования сланцеватости и кливажа, метаморфизма и гранитообразования [1].

По В. Е. Хаину (1973) эпохами повышенной тектоно-магматической активности следует называть эпохи крупных переломов в развитии геосинклинальных систем, их общей инверсии, перехода от собственно геосинклинального этапа развития этих систем к орогенному (от преобладания погружений к преобладанию поднятий) – переломов, проявившихся в масштабе не одной, а многих геосинклинальных систем, находящихся в разных частях земного шара. Практически все тектонические эпохи, выделенные А. А. Прониным и В. Е. Хаиным, отвечают этому критерию и, следовательно, все они имеют планетарное, глобальное значение. Во многих геосинклинальных системах, для которых движения соответствующей эпохи не были решающими, переломными, они тем не менее отчетливо проявились в образовании новой генерации геоантиклиналей (явление частной инверсии, по В. В. Белоусову), местной складчатости, внедрении гранитов. На платформах эти эпохи большей частью выразились в общих поднятиях и (или) существенной перестройке структурного плана – плана расположения антеклиз и синеклиз, появлении или отмирании авлакогенов и т. п. Таким образом, тектонические эпохи – это не только эпохи усиления складкообразования, а вообще эпохи повышенной тектонической (и магматической, т. е. вообще эндогенной) активности, когда все типы движений земной коры испытывают активизацию.

По существу, не только тектонические эпохи, но и составляющие их фазы имеют глобальное значение в том смысле, что они могут одновременно проявляться в самых различных, достаточно отдаленных друг от друга частях земного шара [31]. Соотношение фаз и эпох складчатости во времени и пространстве по В. Е. Хаину (1973) изображено на рис. 2.

Это отступление в истории вопроса о тектонических эпохах и фазах позволяет констатировать, что правы были все – от Г. Штилле до А. А. Пронина, Г. Гэстила, М. М. Рубинштейна, Н. С. Шатского и В. Е. Хаина – так как правильно описывали разные стороны одного и того же процесса – пульсирующего развития Земли. Катастрофы в нашем понимании соответствуют орогеническим фазам Г. Штилле. Эпохи тектонические в понимании В. Е. Хаина соответствуют эпохам расширения и сжатия, а фазы его – скорее всего группам стадий и катастроф. Таким образом, понятие эпохи расширения или сжатия мы берем по В. Е. Хаину, а понятие катастрофы по Г. Штилле.

В табл. 1 приведены катастрофы по канону Г. Штилле и дополнениям к нему [5]. Как и следовало ожидать, все они расположились между стадиями, а Трюсильская, Арденская, Саурская, Уральская, За-

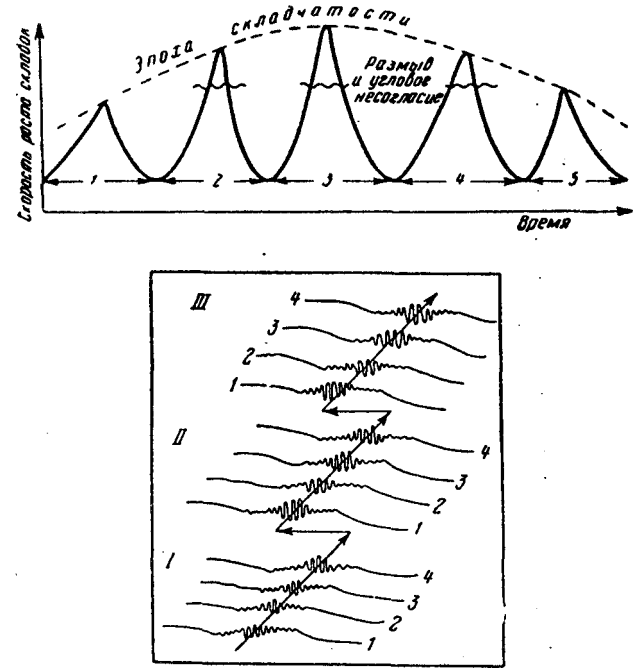


Рис. 2. Соотношение фаз и эпох складчатости во времени и пространстве (*из работы* [31]): I, II, III — эпохи; 1, 2, 3, 4, 5 — фазы складчатости

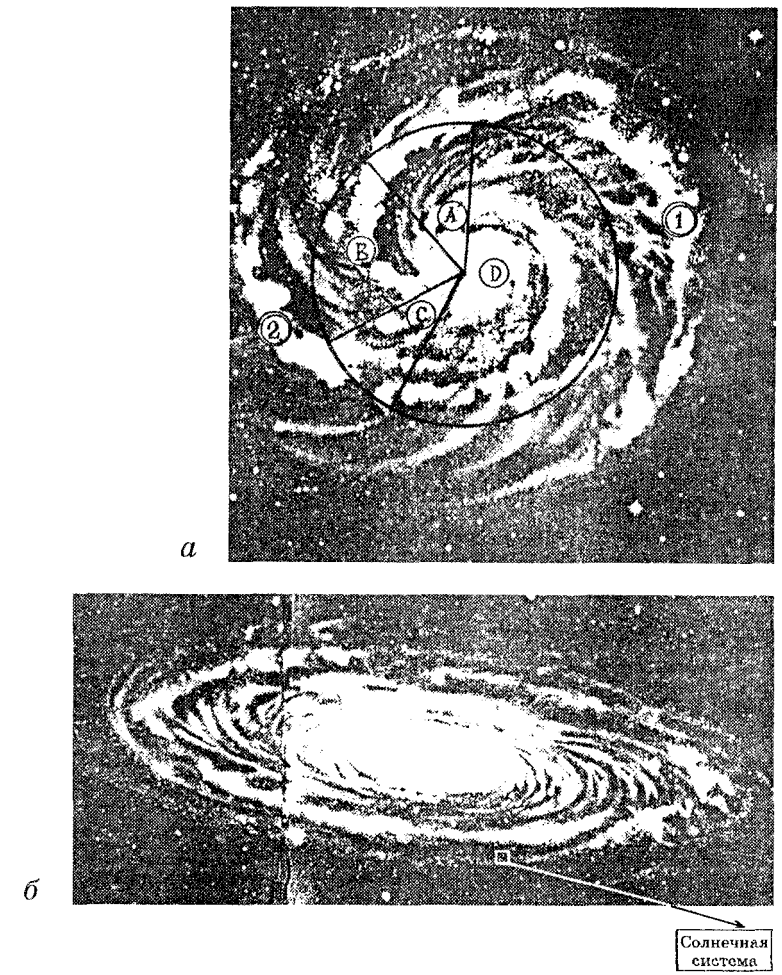
альская, Лабинская и Савская разграничили во времени эпохи расширения и сжатия Земли.

Таким образом, для фанерозоя фактически выделены эпохи расширения и сжатия Земли. Какова же движущая сила планетарных пульсаций? Одна она, или их несколько, находится внутри Земли или за ее пределами? А может, происходит активация одной под прессингом остальных? Приняв во внимание слова В. И. Вернадского, а также других исследователей, которые рассматривали геологические процессы на Земле в непрерывной связи с Космосом, обратим свой взор на нашу родную Галактику Млечный Путь.

2.3. Размышления о структуре силового поля Галактики Млечный Путь

Согласно [1] Млечный Путь имеет форму диска или цевочного колеса (рис. 3). Диаметр его составляет около 100 тыс. световых лет, а толщина у центра диска – около 20 тыс. световых лет. Солнце располагается примерно в 3/5 расстояния от центра Галактики Млечный Путь до его тонкого внешнего края – в слое материи, лежащем вдоль экваториальной плоскости галактического диска, вблизи внутреннего края одной из спиральных ее ветвей (рис. 4). Считается, что Солнце, сопряженное системой планет и связанных с ними тел, совершает один оборот вокруг центра Галактики за 250 млн. лет, двигаясь со скоростью 240 км/с. Итак, сейчас мы находимся внутри одного из спиральных "рукавов" Галактики.

На снимках удаленных галактик спиральные рукава выделяются потому, что в них возбуждается свечение ионизированного водорода. А за его ионизацию ответственны яркие массивные звезды главной последовательности [12]. Таким образом, спиральные рукава – это области, где имеются молодые звезды, т. е. области, где звезды только возникли. И в нашей Галактике молодые звезды выстраиваются вдоль спиральных рукавов. С помощью радиоастрономии удается очень детально исследовать распределение межзвездного газа в нашем Млечном Пути. Обнаруживается, что в спиральных рукавах плотность газа выше, чем вообще в плоскости Галактики. Звездная система Галактики вращается, причем угловая скорость вращения уменьшается к периферии, так что центральная часть вращается быстрее. На первый взгляд нет ничего удивительного в том, что у галактик обнаруживается спиральная структура. Спиральные структуры возникают и при размешивании в чашке кофе с молоком, поскольку на разных расстояниях от центра жидкость вращается с разной угловой скоростью. Для того чтобы из произвольной начальной структуры образовалась спираль, требуется менее ста миллионов лет. Наш же Млечный Путь раз в сто старше. За это время спираль должна бы растянуться гораздо сильнее: подобно бороздам на долгоиграющей пластинке нити спирали должны были бы стократ и больше обвиваться вокруг центра. Но мы этого не наблюдаем. Спиральные рукава, как видно из рис. 3, не вытянулись в нити, и, стало быть, не могут являться остатками какой-то исходной структуры. Поскольку ни одна из наблюдаемых спиральных галактик не обладает нитевидной спиральной структурой, необходимо признать, что спираль не вытягивается. В то же время спиральные рукава состоят из звезд и газа, которые участвуют во вращательном движении. Очевидно, чтобы разрешить данное противоречие, следует отказаться от предположения, что вещество принадлежит одним и тем же рукавам спирали, и допустить, что существует поток



а

б

Рис. 3. Строение галактик:
а — типичная спиральная галактика;
б — Млечный Путь

звезд и газа через рукава спиральной структуры [12]. Хотя звезды и газ участвуют во вращательном движении, сами рукава спирали представляют собой лишь определенные состояния, которые принимают потоки звезд и газа. Р. Книппенхан (1990), из работы которого мы берем основную информацию для этого раздела, поясняет это на сле-

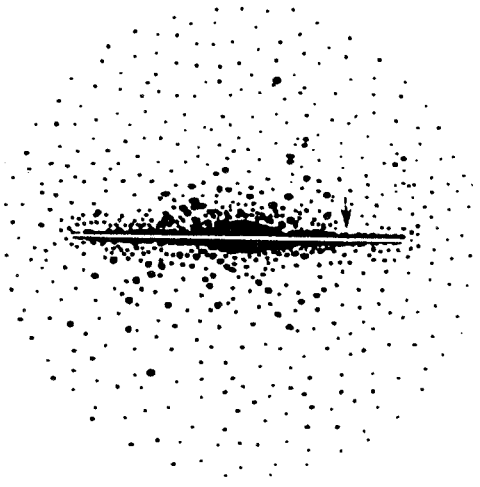


Рис. 4. Схема строения Млечного Пути. Большинство звезд находится в плоском диске (на рисунке мы смотрим на него сбоку). Стрелкой указано положение Солнца, светлая полоска посередине изображает поглощающие пылевые массы. Шаровые скопления (жирные точки) и очень старые звезды (мелкие точки) образуют гало Млечного Пути. Эти звезды существуют очень давно. Звезды, рождающиеся сегодня, находятся только в непосредственной близости к пылевым массам в центральной плоскости Галактики

дующем примере. Пламя газовой горелки не состоит из одного и того же вещества. Оно представляет собой лишь определенное состояние газового потока: здесь молекулы газа вступают в определенные химические реакции. Точно так же спиральные рукава представляют собой такие области галактического диска, в которых поток звезд и газа имеет какое-то определенное состояние. Это состояние определяется особенностями гравитационных сил вещества всей галактики.

Звезды и звездное вещество, обращающиеся в плоскости галактики вокруг общего центра и находящиеся во власти гравитационного притяжения и центробежной силы, имеют тенденцию к образованию определенных структур. Представим себе большое число звезд, образующих вращающийся диск. В каждой точке диска центробежная сила и сила тяжести взаимно уравновешиваются. Но это равновесие неустойчиво. И если где-то плотность звезд выше, то они стремятся сблизиться еще сильнее, подобно частицам пришедшего в неустойчивое состояние межзвездного газа при образовании звезд. Важную роль

играет и центробежная сила, что значительно усложняет процесс. Данная ситуация была смоделирована на ЭВМ, и на рис. 5 представлено ее решение, полученное для вращающегося диска, состоящего из 200000 звезд. Совершенно самостоятельно образуются длинные спиральные области повышенной плотности звезд: звезды образуют спиральные рукава, которые однако не растягиваются в нити, поскольку состоят не из одних и тех же звезд. Поток звезд идет сквозь рукава. Когда звезды движутся по своим круговым орбитам, то, попадая в рукава, они сближаются теснее, а когда из них выходят – расстояние между ними увеличивается. Таким образом, спиральные рукава являются областями, где звезды теснее сближаются между собой, подобно тому как пламя горелки является областью, где молекулы газа вступают в химические реакции [12].

Спиральные рукава – это области, где плотность звезд выше, чем в других местах галактического диска. Это хорошо видно на рис. 5, но в нормальной галактике изменения плотности так невелики, что непосредственно наблюдать их не удается. Однако вместе с плотностью звезд изменяется и плотность межзвездного газа, участвующего вместе со звездами во вращательном движении: проходя через спиральные рукава, газ уплотняется. В результате этого уплотнения и возникают условия, необходимые для образования звезд. Вот почему звезды образуются в спиральных рукавах. Среди них есть и массивные звезды. Эти яркие голубые звезды возбуждают свечение окружающего газа. Именно светящиеся облака ионизированного водорода создают замечательное зрелище спиральных рукавов, а не более тесно расположенные звезды [12].

Исследуя в 1971 году галактику в созвездии Гончих Псов, Д. Мэтьюсон, П. Крюйт и В. Броув установили, что области максимальной интенсивности радиоизлучения не вполне точно совпадают с видимыми рукавами спирали, т. е. области наибольшей плотности межзвездного газа слегка смещены внутрь по отношению к видимому рукаву (рис. 6). Установлено, что более сильное радиоизлучение возникает там, где плотность межзвездного газа выше. Тем самым радиоизображение галактики в созвездии Гончих Псов доказывает, что в спиральных рукавах не только звезды стоят ближе друг к другу, но и межзвездный газ имеет более высокую плотность. Сквозь спиральные рукава идет поток звезд и межзвездного газа, причем этот поток пересекает рукав так, что входит в него с "внутренней" (обращенной к центру) стороны, а выходит с внешней. Сравнение видимого рукава, подсвечиваемого новорожденными звездами, и радиорукава, соответствующего области максимального сжатия межзвездного газа, позволяет составить следующую картину.

Звезды и межзвездное вещество обращаются вокруг центра галактики (рис. 7). Приближаясь к рукаву спирали, звезды сближаются

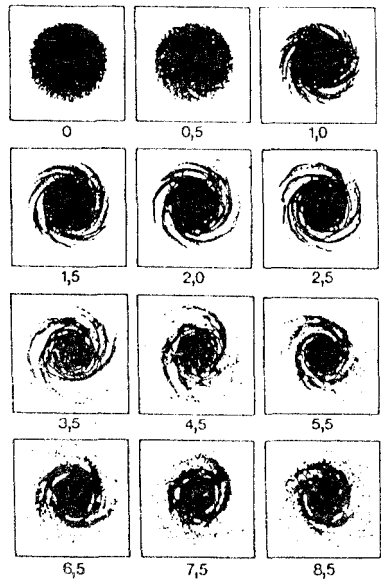


Рис. 5. Упрощенная компьютерная модель движения звезд в нашей Галактике. 200000 звезд движутся относительно центра плоского диска, мы смотрим сверху. Цифры под картинками обозначают число оборотов, которые совершила система. Видно, что спиральная структура образуется очень быстро. Взаимопроникновение спиралей, т. е. то, что в каждый момент они состоят из различных звезд, можно видеть на примере верхнего рукава на картинках 4,5 и 5,5. Рукав сместился незначительно, звезды же за это время совершили полный оборот вокруг центра. Приведенное здесь решение получил американский астроном Фрэнк Хол в Центре Лэнгли NASA (Хэмптон, шт. Виргиния, США)

между собой, газ уплотняется, и тем самым создаются условия, необходимые для возникновения новых звезд. Возникают области межзвездного газа; они коллапсируют и появляются первые протозвезды. Через некоторое время звезды и межзвездный газ выходят из области максимальной плотности (которая соответствует рукаву на радиоизображении галактики). Но начавшийся там процесс образования звезд продолжается, и через некоторое время из протозвезд возникают первые массивные звезды, которые и возбуждают свечение окружающего газа, а мы наблюдаем это как видимый рукав спирали. Поскольку мы знаем, с какой скоростью движутся звезды и газ в галактике в созвездии Гончих Псов, и можем измерить расстояние между рукавом и видимым рукавом галактики, можно вычислить время, которое про-

Рис. 6. Области максимального радиоизлучения (схематически прорисованные белыми линиями), наложенные на оптическое изображение галактики в созвездии Гончих Псов. Видно, что спиральные рукава максимальной плотности газа и спиральные структуры, образуемые молодыми звездами, не вполне совпадают. Таким образом, следует различать рукава плотности (радиорукава) и видимые рукава галактики

ходит с момента уплотнения межзвездного газа до появления первых звезд: оно составляет примерно 6 млн. лет [12].

Прежде чем галактическое вещество успеет совершить полный оборот вокруг центра галактики, жизненный срок массивных звезд истекает. Они возвращают значительную часть своего вещества в межзвездный газ, а сами становятся белыми карликами или взрываются, образуя сверхновые. Поступающее от них в межзвездный газ вещество обогащено атомами тяжелых элементов, возникших в недрах звезд, и при следующем прохождении через спиральный рукав участвует в образовании новых звезд. Лишь вещество, заключенное в компактных объектах — белых карликах или нейтронных звездах, оставшихся после гибели звезд, — исключается из этого кругооборота материи. Когда-то, долгое время спустя после образования звезд галактического гало, вещество нашего Солнца в виде межзвездного газа прошло через спиральный рукав, и тогда образовалось много звезд. Более массивные

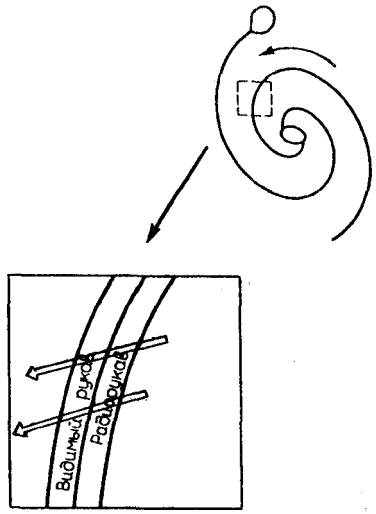


Рис. 7. Образование звезд в галактике в созвездии Гончих Псов. Справа вверху схематически показана структура галактики. Область, помеченная штриховым квадратом, показана в увеличенном масштабе в нижней части рисунка. Вещество галактики, вращающейся против часовой стрелки, проходит вначале сквозь рукава плотности (радиорукава). При этом межзвездный газ сжимается. Начинается образование звезд. Через некоторое время появляются первые молодые звезды, они освещают прилежащие массы газа, которые дают видимое излучение (видимые рукава галактики). Поскольку газ от момента уплотнения до момента образования звезд успевает переместиться, радиорукава и видимые рукава не совпадают между собой. Этим объясняется ситуация, показанная на рис. 6. Направление движения вещества указано тонкими стрелками

братья нашего Солнца давно уже закончили свою жизнь, менее же массивные, как и наше Солнце, за это время из-за неравномерного вращения в нашей Галактике, разбрелись по ней и скрылись из виду [12].

Итак, если звезды и межзвездное вещество проходят сквозь рукава Галактики, то можно говорить о ее силовом поле, благодаря которому она, собственно говоря, и существует [9]. А любое силовое поле должно иметь свои силовые линии и свою пространственную структуру. Для начала необходимо определить, что может собой представлять силовая ячейка такого поля и в чем ее физическая суть?

Конструирование тел в природе осуществляется следующим образом: переход от атома к минералу через элементарную ячейку, которая, повторяясь в пространстве бесконечное число раз, образует тело следующего ранга – минерал, обладающий свойствами, вещественным составом, структурой и формой. Переход минерал-порода через "элементарную ячейку" парагенез минералов или ассоциацию минералов, которая, повторяясь в пространстве, образует тело следующего ранга — породу... и от нее мы дойдем к планете, звезде, Галактике, Вселенной [10]. Таким образом, переход от ранга к рангу иерархии происходит не путем простого суммирования тел предыдущего ранга, а путем закономерного группирования их вначале в элементарную ячейку, из которой уже по определенным законам слагается тело следующего ранга. Очевидно, физический смысл элементарной ячейки – это некое силовое поле, которое существует не все время, а как только набирает необходимые компоненты (или компоненту), чтобы выразить свою новую сущность.

Для возникновения коллапса, очевидно, должна быть набрана какая-то масса звезд и звездного вещества, некая ассоциация звезд, заключенная в определенном объеме. Итак, будем считать, что компонент для создания ячейки силового поля Галактики две – масса и объем. Предположим, что нужная масса набрана, и тогда дело за объемом: если он сжимается, происходит коллапсирование с рождением новых звезд, если расширяется — коллапсирования не происходит. Так как сжимание объема происходит в районе рукавов, то и звезды рождаются там, а в межрукавье объем ячеек возрастает и коллапсирования не происходит. Но это общий, грубый слепок силового поля галактики. На самом деле из-за того, что оно нестационарное, постоянно меняющееся во времени и пространстве, необходимо допустить возможность, когда звездные массы в рукаве не достигают коллапса, а в межрукавье могут достигнуть.

Итак, есть хаос звезд и звездного вещества, но есть и порядок из него в виде силового поля Галактики. Оно нестационарно, меняется во времени и пространстве, но создает тот строгий порядок, который мы и видим на звездном небе, т. е. создает жизнь.

Таким образом, из вышеизложенного можно допустить, что силовые ячейки поля Галактики имеют следующую структуру: масса звезд и звездного вещества, набранная для возможного коллапса, заключена в ячейках разного размера. В рукавах они меньше, в межрукавье больше. В целом, силовое поле Галактики можно представить себе как паутину, разрезанную на ячейки и закрученную по спирали: ячейки малого размера выстроятся вдоль рукавов, а большого — в межрукавье. Чем дальше от центра Галактики, тем величина их будет возрастать, но возрастать будут и аномальные отклонения в структуре поля.

Поскольку звезды и звездное вещество проходят сквозь силовое поле Галактики, то очевидно, что при переходе их из одной ячейки в другую должны наблюдаться какие-то аномальные явления. Известно, что время, в течение которого происходит обмен веществом между двойными звездами, в 200 раз короче спокойной их эволюции [12]. Возможно, эту цифру можно применить в условиях перехода звездно-

го вещества из ячейки в ячейку, т. е. жизнь в ячейке в 200 раз длиннее времени перехода.

2.4. Связь силового поля Галактики с конкретными геологическими событиями, протекающими на Земле

Попытаемся увязать представления о силовом поле Галактики с конкретными геологическими процессами, протекающими на Земле. Выше было отмечено, что с начала неогена и по настоящее время протекает общепланетарная эпоха сжатия, которая уже длится 23,3 млн. лет. Поскольку Солнечная система теперь находится в спиральном рукаве, то, следовательно, можно допустить, что нынешнее сжатие Земли связано именно с тем, что она находится в силовом поле сжатия Галактики. А когда Солнечная система войдет в межрукавье, то попадет в силовое поле растяжения Галактики и в ней начнутся процессы расширения. Т. е., очевидно, существует прессинг силового поля Галактики над Солнечной системой, который выражается в чередовании эпох сжатия и расширения. Из этих рассуждений получается, что стадия — это время, за которое Солнечная система пересекает силовую ячейку Галактики, а катастрофа – время перехода из ячейки в ячейку. Выше мы говорили, что времена спокойного развития планеты (т. н. стадии) прерывались неспокойными периодами (т. н. катастрофами) в соотношении 150-250 к 1. Как видим, эта цифра соответствует времени, в течение которого происходит обмен веществом между двойными звездами (оно в 200 раз короче спокойной их эволюции) и времени перехода из ячейки в ячейку силового поля Галактики. Думается, что совпадение это отнюдь не случайно. Если наши рассуждения верны, то эпохи сжатия и расширения должны синхронно проявляться во всей Солнечной системе. Эпохи расширения должны быть жаркими, так как поток Солнечной энергии должен резко возрастать, а эпохи сжатия — холодными. Анализ данных геохронологической таблицы и других источников [5-8] подтверждает, что это действительно так.

Данные сравнительной планетологии (Каттерфельд Г. Н., 1975, 1977; Галибина Н. В., 1977; Аракелян Р. А., 1977; Бенеш К., 1977) подтверждают большое сходство в геологическом развитии Земли и планет земной группы — Луны, Меркурия и Марса. Всем им присущи процессы "океанизации" и планетарной трещиноватости, которая выражается в глобальной системе линейных структур планет — сдвигов и трещин скалывания, разрывов и складок сжатия. Отмечается глобальная асимметрия развития планет земной группы. S-образная форма марсианского рифта Агафедемон (Авдеев А. В., 1977) имеет длину

более чем 7000 км. Широкое развитие молодого вулканизма на Марсе (высота щитовых вулканов достигает 30 км) говорит о его корреляционной связи с молодыми (неогеновыми) горообразовательными процессами на Земле. Данные по глобальной трещиноватости Земли и других планет, полученные Н. В. Галибиной и Г. Н. Катерфельдом в 1975 году, не подтверждают ультрамобилистской концепции тектоники плит, и говорят против возможности значительного смещения оси вращения Земли, по крайней мере, начиная с позднего протерозоя.

Таким образом, можно предполагать, что обобщенная модель тектонического развития Земли — это пульсирующее развитие под воздействием космического прессинга. И движущая сила развития Земли и всей Солнечной системы находится в самой структуре силового поля Галактики, в его динамике во времени и пространстве.

Еще Г. Штилле (1964) указывал, что складчатость и горообразование почти всегда разделены большим или меньшим промежутком времени. Сначала создается складчатая структура, в качестве основного элемента гор, а затем эпейрогенетические процессы преобразуют эти складчатые структуры в горные сооружения, наблюдаемые в настоящее время. Разрыв во времени между общей складчатостью, завершающей развитие геосинклинали и последующим эпейрогенезом бывают разными по длительности в разных складчатых областях. Данный временной интервал обусловлен внутренней стадийностью, которой подчиняются на заключительном этапе своего развития геосинклинальные складчатые области. Это обобщенное наблюдение Г. Штилле позволяет утверждать, что заложение геосинклиналей, их интенсивное прогибание, накопление осадков, эффузивный магматизм, магматизм и первичная складчатость происходят в условиях расширения планеты. С эпохами сжатия соответственно ассоциируется замыкание геосинклинальных прогибов, вторичная складчатость, горообразование и внедрение интрузий.

Теперь, когда нам в целом понятно, что происходит в эпохи сжатия и расширения, посмотрим, что же происходит во время катастроф. Общим элементом тектоники для эпох расширения и сжатия есть складчатость — как мы ее уже выше разделили на первичную и вторичную. По В. Е. Хаину (1973) эпохи складчатости состоят из фаз складчатости. Последние обычно отличаются поступательной миграцией тектогенеза в одном направлении. При сопоставлении эпохи складчатости с эпохами расширения становится понятным, что фаза складчатости (по В. Е. Хаину), собственно говоря, и есть катастрофа. Значит, при переходе Солнечной системы от одной силовой ячейки Галактики в другую происходит изменение постоянных параметров планеты: скорости, плотности, объема, гравитационной постоянной и угловой скорости вращения. Эти параметры вначале аномально изменяют свои значения, а затем наступает стабилизация. Судя по логике фазовых переходов, более-менее постоянным

параметром будет только масса планеты. Увеличение объема приведет к уменьшению угловой скорости вращения. По палеонтологическим данным [19] вращение планеты за последние 450 млн. лет замедлилось на 3 часа (Дил, Ловеринг, Джохенсен, 1972). Согласно расчетам О. Г. Сорохтина [29] каждая "катастрофа" может приводить к вымиранию живых организмов вследствие изменения гравитационной постоянной. Во время максимального сжатия планеты, как считает А. Г. Асланян (1974), происходит также инверсия магнитного поля, что негативно сказывается на эволюции живых организмов.

Поскольку силовые ячейки, по пути следования Солнечной системы, разные, то, вероятно, и условия перехода из ячейки в ячейку тоже должны отличаться по силе проявления или рангу: чем больше разность плотностей звездного вещества в них, тем он выше. Таким образом, катастрофа – это пульсация объема и естественных полей планеты, нарушающая граничные условия равновесия динамической системы и инициирующая лавинообразные фазовые превращения вещества. В зависимости от силы космического прессинга они могут приводить как к увеличению, так и к уменьшению объема планеты. В чисто геологическом смысле периоды катастроф отражают рифтообразование, складчатость и горообразование.

По шкале-графику Харленда—Карпенко определены ранги или сила каждой из 127 катастроф по следующим соображениям. Так как плотность звездного вещества в межрукавье меньше, а длина стадий больше в отличие от рукавов (т. е. имеет обратную зависимость), то можно предположить, что длительность стадий имеет устойчивую корреляционную связь с плотностью звездного вещества. А так как выше мы определили, что ранг катастрофы будет тем выше, чем больше разность плотности звездного вещества в соседних ячейках силового поля Галактики, то будем считать, что разность в длительности стадий и даст нам ранг катастрофы. Кроме того, он определен по шкале-графику Харленда—Карпенко как угол между соседними стадиями и отображен в табл. 1. Минимальный ранг катастроф – когда длительность стадий одинаковая, а угол равен 180° (в этом смысле он не ставился). Чем больше разность в длительности стадий, тем выше ранг катастрофы и тем меньше угол.

Итак, если катастрофы имеют разную силу проявления или разные ранги, то выявить в полевых условиях можно было только сильные из них, что и было сделано Г. Штилле и его последователями. Из 127 катастроф, выделенных в фанерозое (см. табл. 1), повышенный ранг имеют 79, а 26 из них входят в канон Г. Штилле и дополнения к нему.

Глава 3

Галактический год как единица циклического развития Земли

3.1. Внутренняя структура галактического года

Итак, высказано предположение, что пульсирующее развитие планеты Земля проходит под прессингом силового поля Галактики Млечный Путь. Попробуем "заземлить" данную гипотезу, соединив земные геологические процессы со структурой силового поля Галактики.

Согласно классификации Э. Хаббла (1925) Галактика Млечный Путь принадлежит к типу спиральных (S), подтипу (Sb), который имеет достаточно четко развитые спиральные ветви и мощную центральную часть. Точное строение нашей Галактики пока неизвестно, поэтому рассмотрим снимок типичной спиральной галактики подтипа Sb (см. рис. 3). Известно, что в настоящее время Солнечная система находится на 3/5 расстояния от центра Галактики. Проведем данным радиусом окружность, которая с достаточной точностью укажет путь движения Солнечной системы за последний галактический год. Она пересечет рукав спирали 1 в секторе А, межрукавье 1-2 в секторе В, рукав спирали 2 в секторе С и межрукавье 2-1 в секторе Д. Анализ длительности и силы проявления выделенных эпох расширения и сжатия позволяет сопоставить их с путем Солнечной системы вокруг центра Галактики в следующем варианте. Путь в секторах А, С и В однозначно сопоставляется с эпохами сжатия Каледонской и Герцинской и эпохой расширения Герцинской тектоно-эр. Путь в секторе Д характеризует межрукавье 2-1, в котором перемежевываются области повышенной и пониженной плотности звездного вещества. Целесообразно, исходя из всего вышеизложенного, межрукавье 2-1 отождествить с одной большой эпохой расширения, которая длится с перми по неоген. Назвать данную эпоху расширения можно альпийской и включить в нее составными частями Киммерийскую, Раннеальпийскую тектоно-эры и собственно эпоху расширения Альпийской. По своей физической сути такое объединение оправдано и надо только помнить, что данные тектоно-эры или их прошедшие аналоги представляют большую эпоху расширения.

Таким образом, галактический год состоит из двух тектоно-эр – длинной и короткой. Данные по секторам галактического года сведены в табл. 3, а отсчет его, очевидно, целесообразно вести от начала длинной эпохи расширения. В этом случае Солнечная система последовательно пройдет эпоху глобального расширения (аналог Альпийской или Каледонской тектоно-эры), а закончит галактический год эпохой глобального сжатия (аналог Герцинской тектоно-эры). Получится своеобразный цикл Уилсона для галактического года.

Таблица 3.

Составные части галактического года

Сектор	Угол сектора, град	Длина пути Солнечной системы		Время движения Солнечной системы		Средняя скорость	Кол-во катастроф	Средняя длина пути между катастрофами, св. год
		св. год	км	млн. лет	сек	км/с		
A	43	22503,2	$212,9 \cdot 10^{15}$	52,1	$1,643 \cdot 10^{15}$	129,58	22	1022,87
B	76	39773,1	$376,29 \cdot 10^{15}$	79,0	$2,491 \cdot 10^{15}$	151,06	13	3059,47
C	38	19886,5	$188,15 \cdot 10^{15}$	55,0	$1,7345 \cdot 10^{15}$	108,47	22	903,93
D	206	107805,98	$1019,95 \cdot 10^{15}$	266,7	$8,411 \cdot 10^{15}$	121,26	48	2245,96

Так как Альпийская и Каледонская тектоно-эры являются аналогами, но мы не видим конца первой и начала второй, то длинную тектоно-эру галактического года составим в сборном виде: эпоху расширения возьмем из Альпийской, а эпоху сжатия из Каледонской. Структура галактического года отображена в табл. 4.

Таблица 4

Внутренняя структура галактического года

Тектоно-эры	Эпохи расширения и сжатия (в млн. лет)		Длительность эпох	На уровне стадий		На уровне эпох	
				расширение	сжатие	расширение	сжатие
Длинная (аналог Каледонской и Альпийской)	Расширение	аналог Киммерийской	30,3	30,3		30,3	
			24,7	4,5	20,2		24,7
		аналог Раннеальпийской	68,9	67,4	1,5	68,9	
			34,3	8,2	26,1		34,3
			108,5	94,4	14,1	108,5	
	Сжатие		52,1	25,3	26,8		52,1
	Итого длительность тектоно-эры в млн.лет и процентах		318,8	230,1	88,7	207,7	111,1
				72%	28%	65%	35%
Короткая (аналог Герцинской)	Расширение		79,0	73,4	5,6	79,0	
	Сжатие		55,0	4,9	50,1		55,0
	Итого длительность тектоно-эры в млн.лет и процентах		134,0	78,3	55,7	79,0	55,0
				58%	42%	59%	41%
Всего длительность галактического года и эпох расширения и сжатия в млн. лет и процентах			452,8	308,4	144,4	286,7	166,1
				68%	32%	63%	37%

Данные для расчета табл. 4 взяты из табл. 1. Стадии с длиной меньше 4,0 млн. лет отнесены к стадиям сжатия, а больше – к стадиям расширения. Подразделение на уровне стадий более точное, так как не учитывается осредняющий фактор.

Определив путь движения Солнечной системы в эпохах расширения и сжатия по данным астрономии, а время прохождения этого пути по данным геологии, рассчитали среднюю скорость для галактического года (см. табл. 3). Оказалось, что она не постоянна, а подчиняется волнообразному закону: в районе рукавов — уменьшается, а в межрукавьях — увеличивается. Расчетные значения средней скорости значительно меньше общепринятой мгновенной, которая по разным источникам колеблется в пределах 240-250 км/с. Учитывая, что реальный галактический путь Солнечной системы вряд ли соответствует строгому кругу радиуса 3/5 R, его можно несколько увеличить (примерно до 20%). Значит, и средняя скорость возрастает, но все же остается значительно меньше мгновенной. Из этого следует только одно — если мгновенная скорость в пределах какого-то интервала выше средней по всему интервалу, то, значит, в каком-то месте этого же интервала она должна быть ниже средней.

Величина средней скорости находится в прямой корреляционной связи с количеством катастроф (см. табл. 3), собственно даже не катастроф, а средней длиной пути между ними. И здесь опять надо вернуться к физическому смыслу катастрофы. Представим себе длинную широкую автостраду, на которой неравномерно расположены снежные заносы — на одном участке чаще, на другом — реже. Автомобиль движется по трассе с максимальной скоростью — педаль газа утоплена до предела и водитель только держит руль. Очевидно, что средняя скорость на том участке пути, где снежные заносы расположены чаще, будет значительно ниже, чем там, где они расположены реже. Любопытна и сама динамика движения автомобиля в зависимости от ширины снежных заносов. Если они имеют ширину 1-2 метра, то машина проскочит их легко, ощущая только вибрацию в момент преодоления. Если же длина заносов увеличивается до 10 метров и более, то скорость будет резко падать, машина почти остановится, двигаясь рывками, и только когда ведущие колеса попадут на чистый асфальт — вновь наберет скорость.

Приведенный выше пример хорошо объясняет, что же происходит в момент катастрофы — резкое падение скорости — со всеми вытекающими отсюда последствиями для неживой и живой материи. Выше мы об этом уже говорили, поэтому повторяться нет необходимости. Уточним только астрономический смысл силовой ячейки поля галактики. В 1947 году академик В. А. Амбарцумян сообщил об открытии нового вида звездных группировок – звездных ассоциациях. В отличие от звездных скоплений они представляют разбросанные

группы звезд, не выделяющихся на фоне звездного неба. Обнаружить звездные ассоциации можно лишь при исследовании спектральных характеристик и собственных движений звезд. В Млечном Пути известно уже 15 таких ассоциаций, размеры которых достигают 650 световых лет. Эта цифра вполне сопоставима со средней длиной пути между катастрофами (данные табл. 3). Таким образом, можно предположить, что в ячейках силового поля Галактики находятся звездные ассоциации, и именно при переходе Солнечной системы от одной к другой возникают катастрофы.

Скорость движения Солнечной системы по галактическому пути представлена в следующем качественном виде на рис. 8.

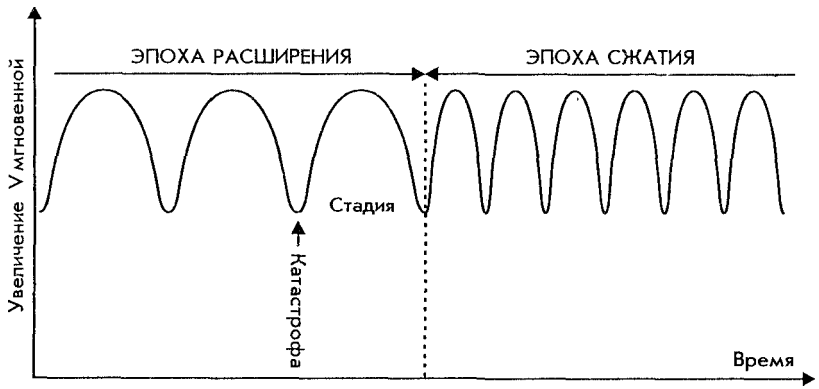


Рис. 8. Качественный вид скорости движения Солнечной системы по отрезку галактического пути

В двухтомном академическом труде С. А. Мороза [19] приведены данные, которые утверждают, что количество суток в году с течением геологического времени менялось. На рубеже 600 млн. лет в году было 424 суток, и далее: 500 – 412, 405 – 402, 345 – 396, 280 – 390, 230 – 385, 180 – 381, 135 – 377, 67 – 371, 0 – 365. Информация вынесена на рис. 9 в виде графика А.

Хотя количество точек графика А весьма невелико, все же заметно, что они не подчиняются линейному закону. Представим график А таким образом, чтобы получить дополнительную информацию. Проведем через две нижние точки прямую линию и посмотрим, в каком месте она пересечет ось иксов. Получилось 348 суток. Отложим в данном временном интервале это значение в виде вертикальной линии (нижняя часть графика Б). Из этого следует, что если бы динамика изменения количества суток для интервала 600 – 500 млн. лет сохранилась в дальнейшем, сейчас в году было бы 348 суток. Таким же

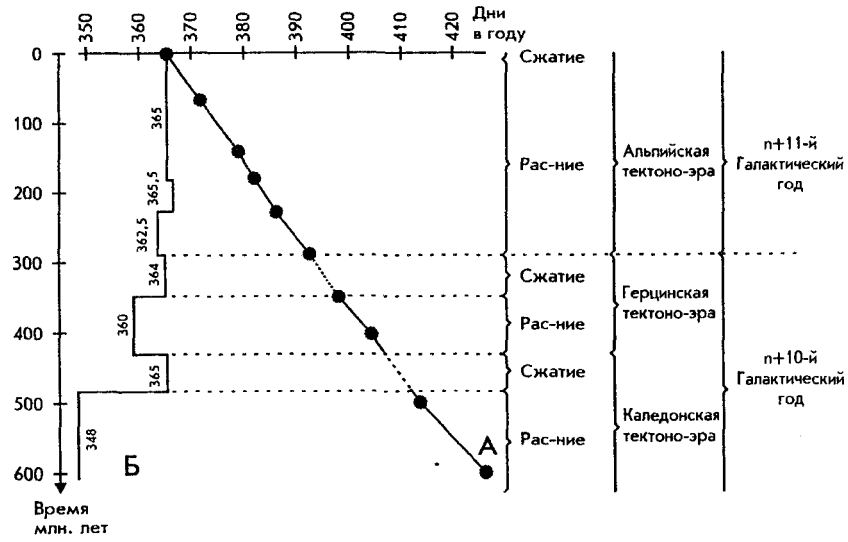


Рис. 9. Изменение количества дней в году для фанерозоя

способом обработан весь график с отбрасыванием нижней и добавлением верхней точек. График Б позволяет проследить динамику изменения количества суток в интервале от 600 млн. лет до нашего времени. Видно, что количество суток уменьшается со временем явно по волнообразному закону, который достаточно хорошо совпадает с эпохами расширения — сжатия различных тектоно-эр. В эпохи расширения количество суток уменьшается, в эпохи сжатия — увеличивается. Несомненно, что пульсирует величина экваториального радиуса планеты в эпохах расширения и сжатия, а в каких пределах изменяется объем, предстоит еще установить.

В табл. 4 показана внутренняя структура галактического года в эпохах расширения и сжатия разных тектоно-эр. Длина его 452,8 млн. лет, соотношение расширения к сжатию 3-2,5 к 1. Эти цифры дают основание утверждать, что пульсации объема планеты имеют тенденцию к увеличению. Часть объема, нарощенного во время длинной тектоно-эры, "съедается" во время короткой, но к концу каждого последующего галактического года он неизменно возрастает по сравнению с предыдущим. Сейчас трудно определить, кто в итоге окажется прав, Е. Е. Милановский, считающий, что объем планеты изменяется в значительных размерах, или В. Е. Хаин, утверждающий, что он изменяется незначительно, — важно, что он пульсирует, увеличиваясь. Качественный вид изменения объема планеты приведен на рис. 10.

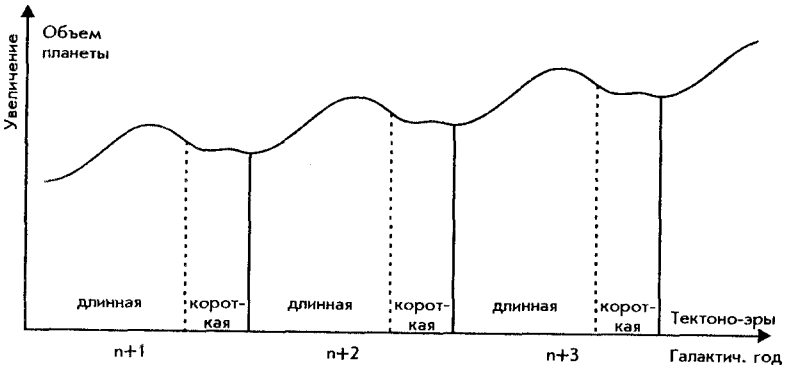


Рис. 10. Качественный вид изменения объема планеты

Так как рубежи эпох расширения и сжатия мы определяем по катастрофам, на которые реагировали живые организмы, то они по сути соответствуют времени изменения внешних факторов по отношению к Солнечной системе в целом и к Земле в частности. Очевидно, что изменение внешних факторов инициирует изменение внутренних. Какова инерционность последних, т. е. как долго еще будут продолжаться процессы расширения в уже наступившую эпоху сжатия? Можно объяснить это из следующих соображений. Будем считать, что коренным и естественным свойством материи есть расширение (И. А. Майданович, 1982). В момент катастрофы, в результате принудительной утряски вещества внешнего ядра Земли, знак фазовых превращений меняется на обратный. Естественные процессы разуплотнения сменяются процессами уплотнения. Происходит примерно то же, что и при перемешивании дрожжевого теста. И хотя после катастрофы (а может, это серия катастроф, разделенных короткими промежутками времени) утряска вещества внешнего ядра прекращается, процессы уплотнения еще какое-то время продолжаются. Какова их инерционность, и как долго последствия уплотнения еще сказываются на поверхности планеты? Выше отмечалось, что длина стадий в эпохе расширения больше 4,0 млн. лет. Из этого следует, что если скорость фазовых переходов разного знака одинакова, то после катастрофы объем планеты уменьшается в течение 2,0 млн. лет. Еще через 2,0 млн. лет. он достигает прежнего уровня и после 4,0 млн. лет начинает увеличиваться. Вот такую геологическую интерпретацию можно дать понятию космического прессинга.

Все вышеизложенное позволяет дать общую характеристику эпохам расширения и сжатия.

ЭПОХИ РАСШИРЕНИЯ характеризуются преобладанием территории суши над морем, повсеместной регрессией морей, которые имеют большие перепады глубин. Очень широко развиты подводные излияния базальтовых лав. Процессы складчатости проявляются слабо без существенного горообразования. Климат континентальный, жаркий, сухой, преобладают экзогенные и терригенные осадки, включающие красноцветные лагунные отложения, заключающие пласты соли, ангидрита и редко известняков. В периоды относительного сжатия наблюдается бурный рост рифовых колоний.

ЭПОХИ СЖАТИЯ характеризуются преобладанием моря над сушей. Море мелководное с широкими трансгрессиями. Широко развиты морские условия седиментогенеза, в осадках преобладают карбонатные отложения, в том числе органогенные известняки. Климат влажный, теплый, отмечаются оледенения. Характерна активная складчатость и орогенез. Широко развиты покрова и шарьяжи. Много магматических интрузивных пород кислого, среднего и основного состава.

Таким образом, можно утверждать, что обобщенная модель тектонического развития Земли – это пульсирующее расширение под действием космического прессинга. И движущая сила развития планеты и всей Солнечной системы находится в самой структуре строения Галактики Млечный Путь, в ее изменении во времени и пространстве.

3.2. Галактические годы в истории Земли

Структура строения Галактики, через которую уже прошла наша Солнечная система, отображена в каменной летописи планеты Земля. К сожалению, шкала У. Харленда непрерывно и полно характеризует только фанерозой. Попробуем однако, исходя из длительности галактического года и структуры его построения заглянуть в прошлое нашей планеты. В табл. 5 представлена история ее развития от времени 4818,0 млн. лет, в эпохах расширения и сжатия разных тектоно-эр одиннадцати галактических лет.

Как и когда образовалась наша планета? Была ли это газо-пылевая туманность или сгусток сверхтяжелого вещества? Оставим этот вопрос пока открытым. Но важно, что звезды и звездное вещество, двигаясь по галактическому пути, находятся под прессингом пульсационного насоса силового поля Галактики.

В интервале времен 5,0?-4,0? млрд. лет В. Е. Хаин выделяет ДО-геологический этап – когда сформировалась Земля как космическое тело и произошло ее разделение на две основные геосферы – ядро и мантию. Именно к этому времени мы и проследили историю планеты, выраженную в галактических годах. Начиная ее с n+1-го, состоявшегося в интервале времен 4818,0-4365,0 млн. лет.

Можно предвидеть недоуменные вопросы читателей. Как можно длину галактического года, установленного для фанерозоя, продлевать в столь далекое прошлое? Ведь с уменьшением радиуса движения Сол-

нечной системы по галактическому пути изменяется не только путь и скорость, но и сама структура Галактики. Все это правильно. Однако столь хорошее совпадение предсказанной динамики геотектонического развития планеты с известными геологическими событиями в истории Земли, позволяет высказать два предположения, которые могут объяснить, почему длина и структура галактического года не меняется со временем, или меняется незначительно.

1. Одиннадцать галактических лет Солнечная система путешествует в слое материи с относительно выдержанным строением рукавов и межрукавьев.
2. При движении к центру Галактики с уменьшением радиуса уменьшается длина пути, но увеличивается плотность звездного вещества, что приводит к уменьшению средней скорости. И, таким образом, время галактического года остается неизменным.

В интервале 4,5?-4,0? млрд. лет (по В. Е. Хаину) произошел РАННЕгеологический этап. За это время образовалась первая базальтовая оболочка Земли в результате излияния магмы. Очевидно, она должна была напоминать современную кору Луны, но в отличие от последней, уже имела водную и газовую оболочки. Базальтовый слой того времени мог сохраниться от последующего уничтожения и переработки в пределах современных древних платформ, где ему возможно соответствуют самые глубокие слои коры или даже верхи мантии. Они оказались под значительной нагрузкой молодых образований, под воздействием высокого теплового потока и исходивших из мантии флюидов, испытали значительную дегазацию и в настоящее время, а, возможно, со среднего протерозоя находятся на высокой, гранулитовой ступени регионального метаморфизма, пройдя, вероятно, зеленосланцевую ступень в течение катархея и амфиболитовую в архее [31].

Границы ДОгеологического и РАННЕгеологического этапов по В. Е. Хаину даны с вопросами. Сам архей он делит на катархей 4000-3500 млн. лет, ранний архей 3500-3000 млн. лет, и поздний архей 3000-2600 млн. лет. При этом Виктор Ефимович отмечает, что подразделение это условно, так как нет единого узаконенного. Согласно международной шкале У. Харленда архей выделен в пределах 4000-2500 млн. лет. Так как вышеперечисленные геохронологические границы практически совпадают с границами галактических годов (см. табл. 5), их можно несколько скорректировать по последним. Граница архея и протерозоя находится на стыке n+5-го и n+6-го галактических годов и имеет время 2554,0 млн. лет — как раз посредине между данными В. Е. Хаина и У. Харленда. Граница раннего и позднего архея расположена между n+4-м и n+5-м галактическими годами и имеет возраст 3007,0 млн. лет – полностью совпадая с данными В. Е. Хаина. Катархей и ранний архей характеризуются n+3-м и n+4-м галактическими годами. Граница между ними на уровне 3460,0 млн. лет (по

Таблица 5

История развития планеты Земля

Галактический год	Номера тектоно-зр	Тектоно-зоны: Название	Эпохи расширения и сжатия	Время проявления, млн. лет	Время по У. Харленду млн. лет	Эратема		Примечания
1	2	3	4	5	6	7		8
n+1	2n+1		расширение	4818,0-4551,3		Докатархей		
			сжатие	4551,3-4499,2	4560			
	2n+2		расширение	4499,2-4420,2				
			сжатие	4420,2-4365,2				
n+2	2n+3		расширение	4365,2-4098,5				
			сжатие	4098,5-4046,4	4150			
	2n+4		расширение	4046,4-3967,4				
			сжатие	3967,4-3912,4	3950			
n+3	2n+5	Белозерская-1	расширение	3912,4-3882,1		Катархей	AR	
			сжатие	3882,1-3857,4	3850			
			расширение	3857,4-3788,5				
			сжатие	3788,5-3754,2 -3645,7	3800			
			сжатие	3645,7-3593,6				
	2n+6	Белозерская-2	расширение	3593,6-3514,6				Белозерская т.м.а. 3500±100 млн.лет
			сжатие	3514,6-3459,6	3500			
n+4	2n+7	Кольская-1	расширение	3459,6-3429,3		Ранний архей		
			сжатие	3429,3-3404,6				
			расширение	3404,6-3335,7				
			сжатие	3335,7-3301,4 -3192,8				
			сжатие	3192,8-3140,8				
	2n+8	Кольская-2	расширение	3140,8-3061,8				Кольская т.м.а. 3000±100 млн.лет
			сжатие	3061,8-3006,8				
n+5	2n+9	Родезийская-1	расширение	3006,8-2976,5		Поздний архей		
			сжатие	2976,5-2951,8				
			расширение	2951,8-2882,9				
			сжатие	2882,9-2848,6 -2740,1				
			сжатие	2740,1-2688,0	2800			
	2n+10	Родезийская-2	расширение	2688,0-2609,0				Родезийская т.м.а. 2600±100 млн.лет
			сжатие	2609,0-2554,0				
n+6	2n+11	Криворожская-1	расширение	2554,0-2523,7		Ранний протерозой	PR	
			сжатие	2523,7-2499,0				
			расширение	2499,0-2430,1	2450			
			сжатие	2430,1-2395,8 -2287,3				
			сжатие	2287,3-2235,2	2200			
	2n+12	Криворожская-2	расширение	2235,2-2156,2				Криворожская т.м.а. 2300±100 млн.лет
			сжатие	2156,2-2101,2				
n+7	2n+13	Карельская-1	расширение	2101,2-2070,9		Средний протерозой		
			сжатие	2070,9-2046,2				
			расширение	2046,2-1977,3				
			сжатие	1977,3-1943,0 -1834,5				
			сжатие	1834,5-1782,4				
	2n+14	Карельская-2	расширение	1782,4-1703,4				Карельская т.м.а. 1900±100 млн.лет
			сжатие	1703,4-1648,4	1650			

Таблица 5. Продолжение

1	2	3	4		5	6	7		8
n+8	2n+15	Готская-1	расширение	расшир.	1648,4-1618,1	1350	Поздний протерозой	PR	Готская т.м.а. 1200±100 млн.лет
				сжатие	1618,1-1593,4				
				расшир.	1593,4-1524,5				
				сжатие	1524,5-1490,2				
			сжатие		-1381,7 1381,7-1329,6				
	2n+16	Готская-2	расширение		1329,6-1250,6				
			сжатие		1250,6-1195,6				
n+9	2n+17	Гренвильская	расширение	расшир.	1195,6-1165,3		Эпипротерозой		Гренвильская т.м.а. 900-800 млн.лет
				сжатие	1165,3-1140,6				
				расшир.	1140,6-1071,7				
				сжатие	1071,7-1037,4				
			сжатие		-928,9 928,9-876,8				
	2n+18	Байкальская	расширение		876,8-797,8				Байкальская т.м.а. 800-600 млн.лет
			сжатие		797,8-742,8	800			
n+10	2n+19	Каледонская	расширение	расшир.	742,8-712,5		Ранний венд	V	Тектоно-эра Раннекаледонская-1
				сжатие	712,5-687,8				
				расшир.	687,8-618,9	610	Поздний венд		Тектоно-эра Раннекаледонская-2
				сжатие	618,9-584,6				
			сжатие		-476,1 476,1-424,0	476,1-424,0	Є-O_1 O_2-S_1	PZ	
	2n+20	Герцинская	расширение		424,0-345,0	424,0-345,0	S_2-C_1v		
			сжатие		345,0-290,0	345,0-290,0	C_1v-C_3		
n+11	2n+21	Альпийская	расширение	расшир.	290,0-259,7	290,0-259,7	P_1s-P_3a		Киммерийская тектоно-эра Раннеальпийская тектоно-эра
				сжатие	259,7-235,0	259,7-235,0	P_1kq-T_2		
				расшир.	235,0-166,1	235,0-166,1	T_3-J_2bj	MZ	
				сжатие	166,1-131,8	166,1-131,8	J_2bt-K_1q		
			сжатие		-23,3 23,3-0	23,0-0	K_1br-f_3 N	KZ	

данным В. Е. Хаина 3500 млн. лет). Катархей соответствует n+3-му галактическому году и начинается на времени 3912,0 млн. лет (по данным В. Е. Хаина и У. Харленда – 4000 млн. лет). Очевидно и дальше в глубину веков есть смысл разместить ДОгеологический и РАННЕгеологический этапы в пределах докатархея, приписав им n+1-й и n+2-й галактические годы.

В геологическом словаре издания 1973 года [5] отмечается, что общепринятого подразделения протерозойской группы нет, и разные исследователи делят его на две, три и четыре части.

В табл. 6 даны разные варианты подразделения протерозоя в сопоставлении с эпохами расширения – сжатия тектоно-эр галактических годов от n+6-го до n+10-го.

В 1973 году в СССР было принято протерозой делить на три части — ранний, средний и поздний. В пределах позднего некоторые исследователи выделяют эпипротерозой, считая, что это время между двумя докембрийскими диастрофическими циклами, по-видимому, мирового значения (Л. И. Салоп, 1964). Отмечалось также, что в середине и конце эпипротерозоя имели место общие похолодания климата, вызвавшие в разных частях света оледенения, следы которых наблюдались в виде тиллитов. Похолодания имеют место в эпохах сжатия, и это могли быть эпохи Гренвильской и Байкальской тектоно-эр. Данное обстоятельство позволяет позднюю границу эпипротерозоя провести несколько раньше, в конце n+9-го галактического года (743 млн. лет). Если на эту же величину (63 млн. лет) мы переместим и раннюю его границу, то она почти совпадает с концом n+8-го галактического года. И в этом случае эпипротерозой действительно будет характеризовать две вехи в истории Земли. Такая коррекция еще и потому правомочна, что отложения венда залегают обычно согласно на нижележащих породах, т. е. существует некий комплекс, похожий по условиям образования на вендский, но резко отличительный от верхов эпипротерозоя. В работе [34] В. Е. Хаин отмечает, что, с точки зрения тектонической периодизации, было бы более логичным начинать анализ тектонического развития Земли с венда, многими обоснованно включенного в палеозой, или даже со второй половины позднего рифея.

Так как Каледонская тектоно-эра есть аналог Альпийской, то вендские отложения образовались во время каледонского аналога Раннеальпийской тектоно-эры, а комплекс, подстилающий их, во время киммерийского аналога. Исходя из этого, целесообразно расширить венд до начала n+10-го галактического года, подразделив его на ранний и поздний, которые образовались во время тектоно-эр 1 и 2 Раннекаледонских (см. табл. 5). Эпоха расширения Каледонской тектоно-эры после раннекаледонских этапов продолжалась в раннем палеозое и именно поэтому породы, перекрывающие венд, в целом залегают на нем согласно.

Конец n+5-го и n+7-го галактических годов хорошо совпадают с нижними границами раннего и позднего протерозоя, а нижняя граница среднего, по данным работы [5], на 100 млн. лет моложе.

В целом, подразделения протерозоя, согласно данным геологического словаря 1973 года, берем за основу, несколько скорректировав их границы по галактическим годам.

Подразделение протерозоя, выполненное в геохронологической таблице 1982 года, с выделением рифейских этапов в позднем протерозое, несмотря на определенные достоинства (точно отбита граница n+7-го и n+8-го галактических годов, граница раннего и среднего рифея точно разделяет тектоно-эры Готскую-1 и Готскую-2), все же недостаточно полно характеризует данный отрезок геологического времени.

Отмеченные в истории Земли различные тектоно-магматические активации (т. м. а.), как и следовало ожидать, хорошо совпали с эпохами сжатия различных тектоно-эр, разделив, в основном, разные галактические годы.

Таблица 6

Варианты подразделения протерозоя

Галактический год	Тектоно-эры в эпохах расширения-сжатия		Время проявления тектоно-эр, млн. лет	Подразделения протерозоя			
				Геологический словарь 1973 г., млн. лет	Геохронологическая таблица 1982 г., млн. лет	Галактические годы, млн. лет	
n+6	Криворожская-1	расширение	2554-2287	2600± 100	2600± 100	2554	
		сжатие	2287-2235	Ранний протерозой		Ранний протерозой	
	Криворожская-2	расширение	2235-2156		Ранний протерозой	2101	
		сжатие	2156-2101	--- 1900± 100---			
n+7	Карельская-1	расширение	2101-1834	Средний протерозой		Средний протерозой	
		сжатие	1834-1782	1600± 50		1648	
	Карельская-2	расширение	1782-1703		1600± 50		
		сжатие	1703-1648				
n+8	Готская-1	расширение	1648-1382	Поздний протерозой	Рифей ран. 1400± 50 Рифей ср.	Поздний протерозой	
		сжатие	1382-1330			1196	
	Готская-2	расширение	1330-1251			Эпи-протерозой	
		сжатие	1251-1196	--- 1050±50---	--- 1050±50---		
n+9	Гренвильская	расширение	1196-929	Эпи-протерозой	Рифей поздний	743	
		сжатие	929-877				
	Байкальская	расширение	877-798			Венд. ран. 688	
		сжатие	798-743				
n+10	Каледонская	расширение	743-712	------ 680------	(680-650) ± 20	Венд.позд. 585	V
		сжатие	712-688	Венд	Венд		
		расширение	688-619	------ 570------	---- 570±20----		
		сжатие	619-585				
			-476				

Очевидно, что история развития Земли в фанерозое, благодаря точной привязке к международной геохронологической шкале У. Харленда, представлена достаточно полно и точно. Дальше, в глубь галактических лет проложен лишь тонкий пунктирный след, который предстоит проверить и уточнить общими усилиями в дальнейшем.

3.3. Схема эволюции геосинклинального цикла Г. Штилле с позиции пульсирующего расширения планеты.

Первая стадия цикла – ранняя, или стадия начальных погружений

Сланцево-граувакковая или ее разновидность аспидная формация: слагающие ее темные глинистые породы в результате метаморфизма превращаются в твердые черные глинистые сланцы, именуемые аспидными. Известны отложения: Большой Кавказ – J_1-J_2 – мощность 8-10 км; Залаирский прогиб Южного Урала – $Д_3$-C_1 – мощность 4-5 км; Рейнские сланцевые горы – Д – мощность 12 км; Верхоянский хребет – P; Алтай – $Д_2$-C_1; Южный Тянь-Шань – S; Балканский полуостров – O и S.

На окраине прилегающей платформенной суши аспидная формация нередко замещается паралической угленосной формацией. В других случаях, чаще всего ближе к склону платформы или на геоантиклинальных поднятиях, аспидная формация переходит в зоогенные (криногенные, брахиоподные) известняки, которые особенно характерны для срединных массивов (девонские известняки западного склона Урала или средней Европы).

Обломочный материал в период накопления аспидной формации большей частью поступает со стороны платформы, которая в начале цикла еще занимает относительно высокое положение. Благодаря сносу с внутренних поднятий вместо аспидной формации нередко развиты граувакковая (Центральный Казахстан, Алтае-Саянская область, Монголия).

Таким образом, на стадии начальных погружений накапливаются в основном терригенные осадки большой мощности, говорящие об обилии сносимого материала с прилегающей суши, которая имела высокие отметки (т. к. перед эпохой расширения, к которой и принадлежит стадия начальных погружений, была эпоха сжатия, закончившаяся мощными горообразовательными процессами). В районах срединных массивов, геоантиклиналей и прилегающих участков платформ, т. е. там, где опускание было медленным, развивались зоогенные известняки. На окраине прилегающей платформенной суши развивалась паралическая угленосная формация. Но если при образовании зоогенных известняков решающим фактором было медленное погружение дна бассейна и отдаленность источников сноса (чтобы вода была чистой), то при отложении углей кроме погружения дна, где они могли накапливаться, нужны еще какие-то катастрофические условия, ибо рост деревьев значительно превосходит рост кораллов. Можно предположить, что при образовании зоогенных известняков решающим фактором было время спокойных стадий и мешающим – неспокойных катастроф, а для образования углей — решающим фактором были неспокойные катастрофы.

Спилито-диабазо-кератофировая формация — это начальный вулканизм. Новообразование или расширение прогибов в начале нового цикла почти всегда сопровождается эффузивным вулканизмом. Выводные каналы приурочиваются к тем самым разрывам, вдоль которых происходит опускание дна прогиба. Излияния — трещинный фактор, а состав магмы — базальтовый. Лавы накапливаются в подводных условиях и быстро метаморфизуются — хлоритизация, альбитизация и другие процессы превращают их в "зеленокаменные породы". Это спилиты, диабазы, основные порфириты. Несколько более кислые и щелочные разности — кератофиры, альбитофиры — тяготеют к периферии прогибов, к участкам намечающихся внутренних поднятий, во времени к моментам относительного усиления восходящих движений.

Во времени аспидная и спилито-кератофировая формация синхронны. В пространстве они замещают друг друга таким образом, что последняя тяготеет к более внутренним и более прогнутым частям геосинклинальной системы, которые и выделяются в этом случае в качестве эвгеосинклиналей. Часто переслаиваясь, они образуют сланцево-диабазовую ассоциацию. Примеры: лейас южного склона Большого Кавказа; юра Пенинской геосинклинали Западных Альп; девон среднеевропейской геосинклинали.

По мнению многих петрологов, существует тесное родство между габбро-пироксенит-плагиогранитовой и спилито-диабазо-кератофировой формациями – они являются дериватами одной основной магмы. С другой стороны, породы плагиогранитовой формации иногда, очевидно, в более глубоких средах обнаруживают постепенный переход к вмещающим породам, образуясь частично за счет их гранитизации.

Таким образом, эффузивный базальтовый вулканизм приурочен к трещинам или зонам рифтов, самых глубоких мест прогибов. Проявляется в эпохи расширения планеты. Зияющие рифтовые зоны наполняются водой, а снизу по трещинам, приуроченным к стенкам рифта, свободно изливается базальтовая магма при нисходящих движениях земной коры. Более кислые разности приурочены к периферии прогибов и участкам намечающихся внутренних поднятий при относительно восходящих движениях земной коры — думается, что это соответствует времени проявления катастроф.

Вторая стадия цикла – зрелая или предорогенная

Флишевая формация. Отличительная особенность ее — тонкая и правильная ритмичность (цикличность) строения, причем в составе циклотем, наряду с преобладающими пелитовыми породами (глины, аргиллиты, мергели, пелитоморфные известняки), обязательно присутствуют алевролиты и песчаники, иногда переходящие в основании циклотем в гравелиты и даже конгломераты и брекчии (так называемый грубый флиш). Характерной особенностью флишевой формации является градационная текстура обломочных пород (уменьшение в кровле пласта размера зерен), отсутствие цельных остатков микрофауны, развитие на нижних поверхностях алевропесчаных пластов рельефных знаков – гистоглифов, связанных либо с движением придонного слоя воды, либо со стеканием неотвердевшего слоя осадка, либо со следами ползания донных животных, а также ходов червей фукоидов в верхней части пелитовых прослоек.

Флиш образуется в узких и глубоких (сотни, иногда тысячи метров глубины) троговых бассейнах, с активными придонными течениями — мутьевыми потоками, стекающими перпендикулярно к бортам прогиба. Осадки сносятся вниз и разносятся течениями вдоль дна.

Флишевая формация следует в разрезе (обычно вполне согласно) за аспидной или спилито-диабазово-кератофировой и встречается как в мио-, так и в эвгеосинклиналях.

Вторая стадия цикла завершается новообразованием внутренних поднятий, расчленением геосинклинальной системы, складчатостью, внедрением первых интрузий. Возникают многочисленные архипелаги островов – островные дуги, разделенные глубокими проливами. Море, частично вытесненное из геосинклинали, трансгрессирует на платформы, прежде на ее перикратонные прогибы и срединные массивы. Темп погружения частных прогибов несколько снижается, зато площадь прогибания продолжает расширяться. В результате контраст между условиями внутри геосинклинальной системы и за ее пределами, в областях смежных платформ и срединных массивов, резко ослабевает и иногда становится трудно провести между ними границу.

Состав магматических продуктов изменяется по сравнению с первой стадией цикла в сторону повышения кислотности.

Спилито-диабазо-кератофировая формация сменяется порфировой (андезитовой) формацией, в которой преобладают порфириты от базальтовых и андезито-базальтовых до андезито-дацитовых. В качестве кислых присутствуют кварцевые порфиры и плагиопорфиры. Характер вторичных изменений сводится к окислению железосодержащих минералов. Породы окрашены в красновато-лиловые тона. Продолжают преобладать подводные излияния, но образуются временами острова и островные дуги. Мощность достигает километров. Интрузивные разности представлены штоками, силлами, дайками диоритовых порфиритов и плагиопорфиритов.

Породы формации широко развиты на Кавказе: в байосе и альб-сеномане на южном склоне Большого Кавказа; J_2 — J_3, мел и эоцен Малого Кавказа. От Малого Кавказа поле распространения формации тянется на запад через Анатолию и Балканы. На Алтае известны вулканогены фамена — визе, а в Андах — юры и мела.

Далеко не всегда порфировую формацию можно отделить от спилито-диабазово-кератофировой, так как диабазы, спилиты, кератофиры могут встречаться как в одной, так и в другой, и тогда говорят о единой подводной вулканогенной надформации. По Г. Штилле — вся эта сборная формация (вместе с интрузивными гипербазитовой и габбро-пироксенитовой) отвечает понятию начального, инициального магматизма.

Известняковая формация развита в пределах тектонически наименее активных миогеосинклиналей, а также погруженных ниже уровня моря геоантиклиналей и срединных массивов. Широкое ее развитие происходит за счет трансгрессии моря и соответствующего резкого сокращения зон размыва. Берега материковой суши сильно удаляются от геосинклинального бассейна, и эта суша практически переста-

ет поставлять сюда обломочный материал. В зависимости от особенностей тектонического режима развиты три субформации: мелководная (обломочно-органогенная); рифогенная развита на поднятиях и их бортах; батиальная (пелитоморфная), нередко кремнистая или битумиозная — развита вдоль осей прогибов.

Одновременно с осадконакоплением продолжается рост отдельных складок. Заканчивается вторая стадия началом общей инверсии — когда происходит объединение частных поднятий (интрагеоантиклиналей) в единое крупное поднятие (складчатое сооружение), охватывающее всю геосинклинальную систему или большую ее часть и отмирание частных прогибов. С этим моментом совпадает главная фаза интрузивной деятельности — развитие батолитовых интрузий гранитоидной формации — гранодиориты, нормальные граниты, плагиограниты, кварцевые диориты. С нею тесно связан региональный метаморфизм всех более древних осадочных отложений. При этом, в противоположность ранним гранитоидам (где преобладает натрий над калием) гранитоиды, в основном, калиевые.

Таким образом, две первые стадии геосинклинального цикла по набору формаций характеризуют эпоху расширения планеты. Не зря объединяется спилито-диабазо-кератофировая и порфировая формации в единую подводную вулканогенную надформацию. А увеличение кислотности объясняется более трудным путем транспортировки базальтовой магмы, которая уже не изливается свободно, а вынуждена контактировать с отложившимися во время первой стадии осадочными породами. Зоогенные известняки первой стадии и рифогенные второй вообще разделить весьма трудно, так как условия их образования идентичны.

Основное отличие первой и второй стадий — это количество сносимого терригенного материала. Во время первой стадии его много по известным причинам, а во время второй количество сносимых осадков с суши уменьшается. Во-первых, потому что и сама суша отдаляется, а во-вторых, резко меняются условия седиментации. Однако флишевая формация залегает вполне согласно на аспидной или спилито-диабазо-кератофировой. Образуется она благодаря пульсациям объема планеты (т. н. катастрофам), которые периодически прерывают спокойное расширение планеты.

Третья стадия цикла — раннеорогенная

Ее характеризует общая инверсия и формирование складчатого сооружения на месте геосинклинальной системы. В связи с образованием крупных, пока еще островных участков суши, приуроченых к разрастающимся центральным поднятиям, осадконакопление становится исключительно терригенным — начинается отложение нижней

молассовой формации во вновь образованных передовых, тыльных и обособившихся периклинальных и поперечных прогибах.

Нижняя моласса характеризуется преобладанием относительно тонкообломочных пород, представляющих осадки морских водоемов. Глины и алевропесчанистые породы нередко находятся в правильном циклическом чередовании, но цикличность эта крупнее, чем во флише, а алевролиты и песчаники часто несут знаки ряби, обладают крупной косой слоистостью. Морской нижней молассе нередко подчинены крупные залежи нефти и газа, например, в Предкавказье.

Наряду с морской нижней молассой, отлагавшейся в наиболее погруженных частях раннеорогенных прогибов, на других их участках, вследствие нарастания поднятий, утрачивающих связь с морем, происходит образование лагунных нижних моласс. В зависимости от климатических условий они бывают двух типов: угленосная — свойственная гумидным зонам и соленосная — приуроченная к аридным зонам. Именно с этой субформацией нижней молассы связаны богатейшие залежи угля "Угольного канала" Западной Европы, отвечающего передовому прогибу Среднеевропейских герцинид, а также Верхне-Силезского, Донецкого, Печорского бассейна, Караганды, Кузбасса, Таймыра, Аппалачского бассейна.

В аридных зонах угленосная лагунная моласса замещается соленосной, как это отчетливо видно при перемещении к югу вдоль Предуральского прогиба. В составе соленосной молассы наряду с пестрыми алевролитами, песчаниками и известняками — ракушечниками — присутствуют гипсы, ангидриты, а во многих случаях каменные и даже калийные соли. Примеры: кунгурские отложения Предуралья, миоцен Предкарпатского и Закарпатского прогибов.

Эффузивный вулканизм в эту стадию цикла заметно ослабевает, в связи с резким снижением проницаемости коры в условиях ее сжатия, и не дает сколько-нибудь характерной формации. Подводные излияния сменяются наземными: лавы становятся более дифференцированными, нередко отличаются повышенной щелочностью. Продолжают образовываться гранитоидные интрузии (формируются за десятки миллионов лет) — многофазовое внедрение от диоритов и гранодиоритов до граносиенитов, лейкократовых и аляскитовых гранитов. Примеры: Магаданский батолит — 6 фаз за 60 млн. лет; аналогичные данные получены для батолитов Береговых цепей Канадских Кордильер, Сьерры-Невады, Анд и др.

Третья стадия, как явствует из вышеизложенного, характеризуется резким снижением проницаемости коры в условиях ее сжатия. Прогрессирующее расширение первых двух фаз сменилось прогрессирующим сжатием. Формируются складчатые зоны как будущая основа гор. Климат холодный, так как от Солнца поступает меньше тепла, и происходит интенсивный рост растительности. Формирование морс-

кой нижней молассы, как и флиша в предыдущей стадии связано с пульсациями объема планеты. А вот образование лагунных нижних моласс — угленосной и соленосной — происходит потому, что море трансгрессирует, оно как бы "выдавливается" из бассейнов (из-за уменьшения и поднятия площади дна) и выплескивается на соседние территории. На экваторе из этих лагун получается соленосная моласса, а в более прохладных местах образуется уголь.

Четвертая стадия цикла — собственно орогенная

Продукты размыва растущего горного сооружения образуют верхнюю молассовую формацию. В отличие от нижней она является либо чисто континентальной, либо содержит значительный процент континентальных образований. Наиболее характерной породой верхней молассы являются галечники (конгломераты) алювиального или флювигляциального, реже прибрежно-морского происхождения. В аридном климате верхние молассы приобретают красноцветную окраску (P_2 и T_2 Приуралья; древние молассы каледонид Северо-Западной Европы, Центрального Казахстана и Алтае-Саянской области).

В отложениях морской (лагунно-морской) субформации верхней молассы значительная роль принадлежит известнякам — ракушечникам. Мощность верхних моласс достигает 8-10 км. Примеры: Предкарпатский прогиб, Предкавказье. Заключенные в верхних молассах пачки песков и песчаников являются хорошими коллекторами, а находящиеся среди них прослои глин — хорошими флюидоупорами. С отложением данной субформации связаны крупные залежи нефти и газа: Южный Каспий, Азербайджан, Туркмения, юг Предкарпатского прогиба, Румыния, Калифорния, Аляска и др.

Вулканы располагаются цепочками вдоль продольных и поперечных разломов, на пересечении их. Продукты их деятельности составляют наземную вулканогенную андезит-липаритовую (базальт-андезит-липаритовую, по Ю. А. Кузнецову) или порфировую (по А. В. Пейве) формацию. По схеме Г. Штилле это субсеквентный, т. е. "последующий" вулканизм. Данная формация отличается значительным разнообразием своего состава — от базальтов и андезито-базальтов через андезиты (трахиандезиты), дациты до липаритов и трахитов. Интенсивно развиваются процессы поствулканического изменения — пропилитизация, алунитизация, каолинизация и др. Соотношение между кислыми и основными изменчиво, но в общем развиты поровну, с некоторым преобладанием основных. Во времени наблюдается некоторая цикличность извержений — в каждую отдельную фазу извержения начинаются более основными и заканчиваются более кислыми. Наиболее молодые лавы — андезито-базальтовые и базальтовые. Можно выделить базальтовую формацию — она родственна трапповой формации платформ и иногда переходит в нее по латерали. Г. Штилле называл это финальным вулканизмом.

Интрузивная формация ультракислых щелочных гранитоидов — посттектоническая — отчетливо сечет все породы. Ореалы узкие, контактные. Свое место они занимают благодаря развитию пластов диапирплутонов. Тесное пространственное сочетание комагматических эффузий, субвулканических магматических тел и настоящих интрузий привело к их выделению под названием вулкано-плутонических формаций или ассоциаций. Примеры: Охотско-Чаунский вулканический пояс. Подобные пояса возникали практически в конце всех тектонических циклов неогена, чаще всего либо по периферии срединных массивов, либо по границе частей геосинклинального пояса, испытавших в конце данного цикла консолидацию, либо, наконец, вдоль новых зон новообразованных складчатых горных сооружений.

Как показывает срезание складок в осевой зоне горного сооружения поверхностями выравнивания и несогласное их перекрытие порфировой и верхней молассовой формациями, к началу четвертой стадии цикла основное складкообразование в осевых зонах мегантиклиниориев оказывается уже завершенным. Эти зоны приобретают в позднеорогенную стадию сводово-глыбовую структуру, с образованием изгибов большого радиуса, осложненных разрывами. Однако складкообразование продолжается и даже усиливается по периферии мегантиклиниориев в позднегеосинклинальных прогибах. Именно в эту стадию интенсивно развивается гравитационная складчатость, образуя крупные пологие надвиги и тектонические покрова.

Четвертая стадия геосинклинального цикла, как и третья, характеризует общую, прогрессирующую эпоху сжатия. Пульсирующий объем планеты на фоне общего сжатия характеризуют верхние молассы. Что же касается субформации известняков-ракушечников, то они связаны с постепенным повышением уровня моря в виде трансгрессии. Складчатая структура, созданная во время третьей стадии путем сжатия с боков и давления снизу превращается в горные системы. Попутно образуются надвиги и покрова.

Пятая стадия цикла — посторогенная или тафрогенная

На фоне общего поднятия и осушения всей или большей части геосинклинальной области, превращающейся в горную складчатую страну, в ряде случаев отмечается осложнение ее узкими и длинными впадинами — грабенами. Грабены эти выполняются обломочными образованиями, сероцветными и нередко угленосными в гумидном климате и красноцветными в аридном. Вдоль разрывов, ограничивающих

грабены, происходит излияние базальтов. Эта стадия развития геосинклинали предшествует ее переходу в платформенный этап развития с общим выравниванием рельефа. Для нее характерен конечный базальтовый вулканизм.

Пятую стадию цикла можно понимать двояко. Исходя из геосинклинального цикла — это "цементация", "припайка" жестких частей геосинклинальной системы к платформе и превращение их в ее часть. Т. е. это все еще продолжается эпоха прогрессирующего сжатия планеты на фоне пульсаций. Но так как ни эпохи расширения, ни эпохи сжатия не бывают однородными, то это можно рассматривать как эпоху сжатия, осложненную некоторым расширением.

Таким образом, мы подробно рассмотрели схему эволюции геосинклинального цикла Г. Штилле в свете пульсирующего расширения планеты и нашли их полное соответствие. В. Е. Хаин (1973) отмечал, что разные геосинклинальные системы развиваются по-разному, могут выпадать из цикла некоторые стадии, какие-то могут оказаться недоразвитыми и т. д. И это все понятно, ибо стадии цикла это уже следствие процессов, протекающих в недрах планеты и за ее пределами. Но в любом случае должно быть расширение, а затем сжатие. Они могут быть полными, неполными, сверхполными, но обязаны быть именно в такой последовательности. Все остальное – складчатость, надвиги, покрова – зависят конкретно от места и времени.

Часть вторая

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ПЛАНЕТЫ ЗЕМЛЯ

Глава 4
Катархей — архейский этап

4.1. Катархей — формирование первичной континентальной коры

Катархейский этап соответствует n+3-му галактическому году и ограничен интервалом времени 3912-3460 млн. лет. В начале 70-х годов возникло представление о "серых гнейсах" как о породах, повсеместно залегающих в основании разрезов щитов древних платформ. Их возраст 3800-3500 млн. лет. Что же такое "серые гнейсы"? Это весьма общее понятие. Характерными чертами входящих в них образований помимо чисто внешних признаков — серый цвет и гнейсовидность — является состав, отвечающий в среднем андезиту, дациту, тоналиту, трондъемиту и плагиограниту, явное преобладание натрия над калием, низкое содержание Rb, V, Th, Ti, F, Zi, Nb, Ba, B и обогащенность Ni, Cr, V, по сравнению с нормальными гранитоидами. По своему происхождению породы комплекса — это интрузивные, эффузивные, пирокластические, а также осадочные образования. Главным критерием отнесения пород к комплексу "серых гнейсов" служит то обстоятельство, что они слагают фундамент зеленокаменных поясов.

Катархейские эократоны

Отметим, что здесь и в дальнейшем основная геологическая информация для обзоров взята из работ [33, 34, 35].

Северо-Американский кратон. В пределах провинции озера Верхнего (рис. 11) — гнейсы метаморфизованы в амфиболитовой и частично гранулитовой фациях. Возраст 3700-3500 млн. лет. В юго-западной Гренландии железистые кварциты комплекса Исуа и кварц — полевошпатовые известково-щелочного состава гнейсы Амиток имеют возраст 3800-3700 млн. лет. Структура комплекса юго-западной Гренландии характеризуется большой сложностью вплоть до развития шарьяжей.

Восточно-Европейский кратон. На Украинском щите в среднеприднепровском блоке изучены породы аульской серии кристалло-

сланцево-гнейсовой и кристаллосланцево-амфиболитовой формаций. Их возраст 3800±200 млн. лет.

Сибирский кратон. На юге Енисейского кряжа, в пределах Канской глыбы, развиты гиперстен — гранатовые гнейсы тоналитового состава и чарнокиты. Возраст 4050±170 млн. лет.

Китайско-Корейский кратон. К востоку от Пекина в гранулитах, оливиновых пироксенитах, слюдяно-гранулитовых гнейсах и чарнокитах получена датировка 3670±230 млн. лет.

Южно-Американский кратон. В пределах Бразильского щита на северо-восточной части протократона Сан-Франсиску, на полосе меридионального простирания 40° западной долготы в чарнокитах и тоналитовых гранодиоритах получены датировки 3500±50 млн. лет.

Африканский кратон. В подвижном поясе Лимпопо гнейсы Сэнд-Ривер имеют возраст 3790 млн. лет, а гнейсы эократона Зимбабве 3600-3500 млн. лет. В Западно-Нильском массиве чарнокиты имеют датировку в 3605 млн. лет.

Индостанский кратон. В ядре Сингбумского купола на северо-востоке Южно-Индийского щита обнаружены тоналитовые гнейсы возрастом 3775±89 млн. лет.

Австралийский кратон. В блоке Иилгарн изучены биотитово-адамелитовые гнейсы возрастом 3630 млн. лет, прослоенные градационно-слоистыми кварцитами и пластами конгломератов. Гнейсы и кварциты интрудированы гранитогнейсами с возрастом 3500 млн. лет.

Антарктический кратон. В районе земли Эндерби и гор Принс-Чарльз обнаружен нейпирский комплекс возрастом 3480 млн. лет.

Происхождение "серых гнейсов"

Из вышеизложенного следует, что образования с возрастом более 3500 млн. лет установлены на всех континентах и имеют достаточно пестрый состав (см. рис. 11).

Породы типа "серых гнейсов" в этом комплексе преобладают количественно. Имеют в большинстве случаев интрузивную природу и состав, отвечающий тоналитам, трондъемитам, гранодиоритам, кварцевым диоритам. На втором месте находятся амфиболиты, образованные по метавулканитам основного состава. Истинный возраст их более 3500 млн. лет [13].

Так как в "серых гнейсах" нередко встречаются включения основных и ультраосновных, а также осадочных пород, то создается впечатление, что натриево-гранитоидная магма интрудировала в более раннюю кору, состоящую из основных, в подчиненном количестве средних и кислых вулканитов, а также продуктов их выветривания, размыва и переотложения. Поскольку же изотопные датировки отражают преимущественно возраст самих "серых гнейсов", то эта кора мо-

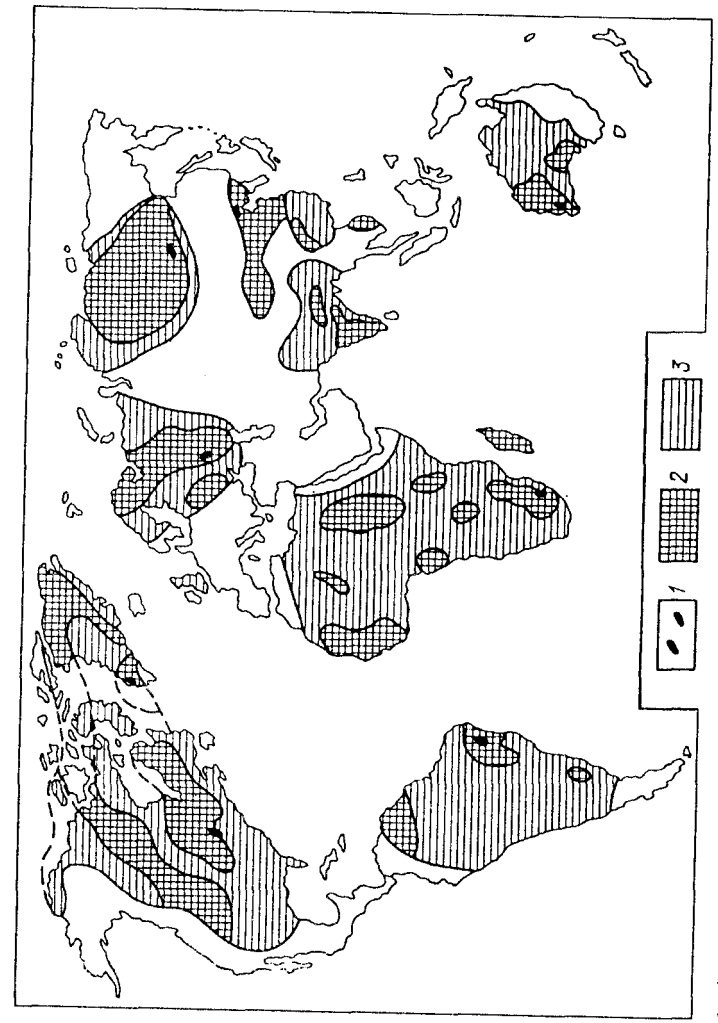


Рис. 11. Архейские эократоны (протоплатформы) и раннепротерозойские подвижные пояса в составе фундамента древних платформ. Составил В. Е. Хаин:
1 – выявленные участки древнейшей (более 3,5 млрд. лет) коры ("серые Гнейсы");
2 – архейские эократоны;
3 – континентальная кора, образованная в раннем протерозое (частично регенерированная архейская)

жет быть древнее 3800 млн. лет. Во всяком случае их нельзя рассматривать как древнейшую кору Земли [33].

Необходимо признать, что образованию "серых гнейсов" предшествовало накопление основных и ультраосновных вулканитов и осадков типа граувакк и пелитов. Магма, давшая начало "серым гнейсам", судя по стронциево-изотопным соотношениям, имела мантийное происхождение. Непосредственному выплавлению магмы такого состава из мантии могло способствовать повышенное содержание в ней воды и летучих, а также высокие значения теплового потока [3].

Судя по уже выявленному распространению "серогнейсового" комплекса и по весьма вероятному еще более широкому его развитию в глубине раннедокембрийской коры, протоконтиненты А. Гудвина и нуклеары Е. В. Павловского — М. З. Глуховского [21] были достаточно обширны и многочисленны, по крайней мере в пределах современных платформ и их миогеосинклинальных окраин. Как предполагают А. Гудвин, А. Гликсон, С. Накви, О. Б. Гинтов и В. М. Моралев [33] — крупные купольные структуры, наблюдаемые в современном структурном плане древних щитов, особенно рельефно на космоснимках, могут являться реликтами или наследниками этих сиалических островов катархея: Алдано-Тимптонский купол (Алданский щит), купол Унгава (Канадский щит), Сингбумский купол (Индостан), купол Пилбара (западная Австралия).

Очевидно, с глубиной "серогнейсовые" комплексы, как правило, метаморфизованные в амфиболитовой фации, могут переходить в гранулитовую. Это происходит тогда, когда протоконтинентальная кора достигает мощности 25-30 км, обеспечивая давление до 800 МПа.

Таким образом, уже в катархее произошла дифференциация земной коры как по латерали, так и по вертикали. Очевидно, это происходило и во время предыдущих галактических годов, но фактических данных пока нет. В катархее была уже гидросфера, о чем свидетельствуют отложения осадков и пиллоу — базальтов серии Исуа в водной среде, а также атмосфера. Вода была лишена растворенных кислорода и сульфатов, но содержала хлориды. Более низкая концентрация водородных ионов против современной (pH = 7 против 7,5-8,5) препятствовала выпадению карбонатов. Температура была выше современной. По изотопам углерода в осадках серии Исуа можно говорить о наличии жизни. Атмосфера напоминала венерианскую, состоящую из CO_2 и водяного пара с примесью CO, CH_4, NH_3, N_2, H_2S, H_2. Земля вращалась значительно быстрее (продолжительность суток около 5 часов). Солнечное излучение было более интенсивным [3].

4.2. Архей: гранит – зеленокаменные области и гранулитовые пояса

Архей длится два галактических года n+4 и n+5 (см. табл. 5) и подразделяется на ранний (тектоно-эры Кольская-1 и Кольская-2) и поздний (тектоно-эры Родезийская-1 и Родезийская-2). Непосредственные данные палеомагнетизма подтверждают существование магнитного поля Земли с n+4-го галактического года.

Наиболее характерный тип структурных элементов архейской коры представляют зеленокаменные пояса, хотя встречаются они во всем раннем докембрии от катархея до раннего протерозоя. Зеленокаменные пояса разделяются и окаймляются более обширными полями гранитоидов, среди которых присутствуют выступы "серогнейсового" фундамента. Гранитогнейсовые поля вместе с зеленокаменными поясами образуют гранит – зеленокаменные области, занимающие основное место в структуре щитов, очевидно не менее 2/3 их площади. Остальная площадь щитов и массивов занята гранулитовыми поясами, зародившимися еще в катерхее и продолжавшими развиваться в протерозое.

Архейские кратоны

Северо-Американский кратон:

Гренландия и Лабрадор. Продолжается разрушение и размыв катархейского массива Исуа-Амитсок. Затем, около 3100 млн. лет последовало накопление (эпоха расширения тектоно-эры Кольская-2) основных метавулканитов и парагнейсов Малене. В эпоху сжатия Кольской-2 произошло внедрение стратиморфных анортизитов. Тектонические деформации выразились в надвигании с формированием тектонического переслаивания пород Малене и гнейсов Амитсок. На рубеже 3000 млн. лет произошло образование опрокинутых складок и обильная инъекция тоналитовых гранитогнейсов Нук (возраст 3040±50 млн. лет).

На времени 2800 млн. лет, в эпоху расширения тектоно-эры Родезийская-1, в обеих регионах имел место гранулитовый метаморфизм и образование прямых складок. Завершилось архейское развитие Гренландии и п-ва Лабрадор, становлением плутонов калиевых гранитов Коркут с возрастом 2600-2400 млн. лет.

Гербидский массив. Раннедокембрийские образования, выступающие на северо-западном побережье Шотландии и Гербидских островах, рассматриваются как продолжение подобных образований Гренландии и Восточного Лабрадора, составлявшие вместе с ними Северо-Атлантический кратон, расчлененный при возникновении Лабрадорского моря и Северной Атлантики.

Из льюисского комплекса радиометрические данные позволяют выделить гельскую супергруппу, относящуюся к позднему архею и испытавшую полифазную деформацию и метаморфизм в скурскую эпоху — 2700-2600 млн. лет назад.

Провинция оз. Верхнее. Временной интервал образования зеленокаменных поясов определен от 2750 до 2700 млн. лет [33]. Эпоха деформации и регионального метаморфизма датирована в 2700-2680 млн. лет [33] и находится в пределах эпохи сжатия тектоно-эры Родезийская-1. За это время, судя по официальным данным, накопилось около 18-22 км толщ вулканитов и осадков, произошли деформации и метаморфизм, образовалось несколько фаз плутонов гранитоидов. Столь мощные толщи осадков вряд ли могли образоваться в такой короткий период. Скорее всего накопление их шло всю эпоху расширения тектоно-эры Родезийская-1, от 3006 до 2740 млн. лет, с максимальным градиентом в интервале 2848-2740 млн. лет.

А. Гудвин выделил три стадии развития зеленокаменных поясов Канады:

1. Обширные подводные излияния преимущественно толеитовых базальтов, образующих мощную мафическую платформу.
2. Эксплозивные извержения магмы возрастающей кремнекислотности, создающие высоко поднимающуюся надстройку над мафической платформой.
3. Частичный размыв вулканических построек и образование вулканокластических шлейфов.

Данная модель хорошо согласуется с нашими представлениями и подтверждает, что формирование зеленокаменных поясов Канады было сложным и долгим. Возраст же 2750-2700 млн. лет определен, скорее всего для верхов зеленосланцевой толщи.

Восточно-Европейский кратон

Балтийский щит. Известна Карельская гранит-зеленокаменная область, зеленокаменные пояса на Кольском полуострове. По данным А. Б. Вревского и Е. А. Колычева [33], эти пояса принадлежат двум генерациям: 3100-3000 млн. лет — краевые зоны Кольского мегаблока и 2900-2800 млн. лет, центральная, Терско-Аллареченская зона. Таким образом, краевые части образовались в n+4-й галактический год тектоно-эры Кольская-2, а центральная в n+5-й, тектоно-эры Родезийская-1.

В Карельской области известно не менее шести поясов, простирающихся на западе в меридиональном, а на востоке — в юго-восточном направлениях. Возраст гимельской серии определен в 3200 млн. лет. Время формирования Семченско-Койкарского пояса 2935±20, а соседних структур 3020 млн. лет. Гранит-порфиры имеют возраст 2830, а

послескладчатые и послеметаморфические граниты 2740±20 млн. лет. Возраст интрузий габбро-диоритов и лейко-габбро — 2890 и 2840 млн. лет.

Украинский щит. Основная гранит-зеленокаменная область Украинского щита – среднеприднепровский блок, ограниченный с запада Криворожско-Кременчугской, а с востока Орехово-Павлоградской зонами разломов. Именно в нем выделен аульский "серогнейсовый" комплекс, но основную роль в структуре блока играют гранитогнейсовые купола саксаганского типа и заполняющие промежуток между ними зеленокаменные образования конкско-верховцевской серии, надстраивающей аульскую. Мощность ее 6-7 км, метаморфизм — зеленосланцевая фация. Возраст вулканитов из нижней части конско-верховцевской серии определен в 3360-3240 млн. лет (тектоно-эры Кольская-1, n+4-го галактического года).

Воронежский массив. Архейские зеленокаменные пояса сложенные породами михайловской серии, которая очевидно [33] есть аналогом конско-верховцевской, залегают с несогласием на гнейсах обоянской – аналоге "серогнейсовых" комплексов.

Средиземноморский пояс. Включает в себя большое число глыб и пластин докембрийской континентальной коры, но только в его Ангаро-Памирском сегменте среди них установлены или предполагаются архейские комплексы. В Бадахшанском массиве докембрийские породы имеют возраст 2700-2400 млн. лет.

Сибирский кратон

Алданский щит. В северо-западном, Олекминском блоке есть троговые структуры меридионального простирания.

Субстратом зеленокаменных толщ Чарско-Олекминского района (олондинский комплекс) служат породы чарской серии, метаморфизованные в гранулитовой фации и относящиеся уже к аналогам "серогнейсового" комплекса.

Олондинский комплекс имеет трехчленное строение и мощность более 7 км.

1. Нижняя часть сложена барсалинской серией и состоит из коматиитов, пикритов, диабазов, железистых кварцитов и пелитов.
2. Средняя часть представлена тургунчинской серией и состоит из андезитов, псаммитов, алевролитов, карбонатных линз.
3. Верхняя часть сложена тасмислинской серией и состоит из андезитов, дацитов, риолитов, кварцито-песчаников, конгломератов. Вся толща имеет молассоидный характер.

Олондинский комплекс образовался в едином бассейне, который менял по ходу времени режимы развития и все три толщи разделены поверхностями несогласия.

Возраст верхней части комплексов, определенный по кислым вулканитам 2960 млн. лет. Таким образом, Олондинский зеленосланцевый комплекс образовался, в основном, во время n+4-го галактического года.

Урало-Охотский пояс. На северном окончании Башкирского антиклинория (западный склон Урала) породы тараташского комплекса имеют возраст 3200-3000 млн. лет. До 2700 млн. лет они испытали гранулитовый метаморфизм с образованием высокоглиноземистых гранитоидов, эндербитов и чарнокитов.

Актюзская свита Киргизии имеет возраст 2700-2500 млн. лет.

Каратегинская свита на юге Тянь-Шаня сложена гнейсами возраста 3000-2600 млн. лет.

К югу от Ангары канский комплекс гиперстеновых гнейсов, гранулитов и чарнокитов с возрастом метаморфизма 2700-2550 млн. лет.

Между Бирюсинским и Шарышалгайским горстами находятся два зеленокаменных пояса: Урикско-Ийский и Онотский с возрастом соответственно 2650-2600 и 3350-3150 млн. лет.

В Тувино-Монгольском срединном массиве выделен эрзинский комплекс с возрастом 3100±200 млн. лет.

Китайско-Корейский кратон

Образования группы Изянси представлены двумя поясами — Изянанский гранулитовый и Зуньхуанский зеленокаменный. Возраст их 2590-2480, но единичные определения до 2900-2800 млн. лет. К этому же периоду можно отнести группу Бадаоке с мощностью пород до 10 км. Прорывающие ее граниты имеют возраст 2560±9, а возраст низов группы 2830-2800 млн. лет.

Очевидно, что данные образования характеризуют n+5-й галактический год, в конце которого и была общая кратонизация как следствие складчато-разрывных деформаций, регионального метаморфизма в амфиболитовой фации, мигматизации и гранитизации.

Южно-Американский кратон

Гвианский щит. В Венесуэле, несогласно на катархейском комплексе Иматака или в тектоническом контакте с ним, залегают гнейсы Эль-Сердель возраста 2700 млн. лет. Выше, согласно им, следуют амфиболиты и сопутствующие породы группы Санта-Барбара и Эсперанса возрастом 2700-2500 млн. лет.

Восточно-Бразильский щит. Известны две гранит-зеленокаменные области: эократон Сан-Франсиску с возрастом более 2800 млн. лет и срединный массив Гояс — возраст которого 2900 млн. лет.

Африканский кратон

В Южной Африке известны две крупные гранит-зеленокаменные области — эократоны Каапваальский и Зимбабве, разделенные подвижным гранулитовым поясом Лимпопо.

Эократон Каапвааль. На юге расположен пояс Барбетон, сложенный комплексами Онфервахт, Фиг-Три и Моодис.

В кремниях Онфервахта обнаружены примитивные микроорганизмы, а мощность комплекса достигает 16 км. На нем согласно залегают породы Фиг-Три (мощность до 2 км), состоящие из осадочных пород – грубообломочных на юге, граувакк, глинистых сланцев с подчиненными кремниями и джеспиллитами на севере. Комплекс Моодис имеет мощность до 3,5 км и начинается базальными конгломератами. В целом комплексы Фиг-Три и Моодис рассматриваются в качестве образований окраины континента, располагавшегося на юге и сложенного сиалическими, вулканическими и кремнистыми породами.

В низах комплекса Онфервахт встречены вулканиты с возрастом 3400 млн. лет, а выше по разрезу (примерно середина комплекса) породы значительно омолаживаются, достигая значений 3280 млн. лет.

Эократон Зимбабве. В его пределах известны три генерации зеленокаменных поясов: менее 3500 млн. лет, от 2900 до 2700 млн. лет, и менее 2700 млн. лет, формирование которых завершилось тоналитовым плутонизмом. Структура их усложняется с севера на юг в направлении Лимпопо. Породы зеленокаменных поясов метаморфизованы до амфиболитовой фации и интрудированы вместе с подстилающими их гнейсами гранитными плутонами. Наиболее молодой комплекс гранитов (возраст 2630 млн. лет) начинается натриевыми тоналитовыми предтектоническими разностями, продолжается синтектоническими адамелитами и заканчивается посттектоническими калиевыми гранитами (возраст 2570 млн. лет).

Пояс Лимпопо. Парагнейсы Сэнд-Ривер примерного возраста около 3800 млн. лет, составляют древний его фундамент, который соответствует фундаментам Каапвааля и Зимбабве. Примерно 3550 млн. лет назад они были прорваны дайками толеитового состава, отличающимися от океанских толеитов повышенным содержанием K_2O. Это проявление основного магматизма примерно соответствует началу формирования зеленокаменных поясов в смежных эократонах.

На рубеже 3350 млн. лет начинаются интенсивные деформации сжатия [33] — в результате чего в центральной зоне возник ультраосновной и анортизитовый комплекс Мессина — возраст 3300 млн. лет. Ранний гранулитовый матаморфизм его проявился до времени 2900 млн. лет. На этом же рубеже в северной зоне Лимпопо образуются чарнокиты и эндербиты. Далее, в интервале 2700-2600 млн. лет следует еще несколько фаз деформаций с образованием складок, а ко времени 2500 млн. лет все успокаивается.

Зеленокаменные пояса Мадагаскара, района озера Виктория, Леоно-Либерийского эократона и Регибатского массива развивались в одно и то же время 2780-2600 млн. лет.

Индостанский эократон

Возраст группы Бабабудан 3100±40 млн. лет. Группа Гитрадурга, мощностью до 7 км, сформировалась в интервале времен 3030-2605 млн. лет. Подстилается она гнейсами и гранитоидами с возрастом 2970±100 млн. лет.

Австралийский кратон

Блок Пилбара. Зеленокаменные пояса этого блока, окаймляющие купола катархейских гранитогнейсов, образовались в интервале времен 3560±30 и 3000±30 млн. лет. Полная кратонизация блока наступила после 2950 млн. лет, с посттектоническим внедрением гранитов и излиянием кислых вулканитов возраста 2850 млн. лет.

Блок Йилгарн. Возраст зеленокаменных поясов блока омолаживается в восточном направлении от поясов Мергисон (возраст более 3050 млн. лет) и Сазерн-Кросс (возраст более 2980 млн. лет) к поясу Истерн Голдфилдс (возраст более 2790-2760 млн. лет). Гранитоидный магматизм начался в блоке Йилгарн в интервале времен 2800-2700 млн. лет с образованием "полосчатых гнейсов", а на рубеже 2670-2500 млн. лет произошли деформации, метаморфизм зеленосланцевой фации и формирование гранитогнейсовых куполов.

Гранит – зеленокаменные области, в частности, зеленокаменные пояса всех континентов, кратонов и щитов обнаруживают очень большое сходство в общем структурном плане, внутреннем строении, составе магматических и осадочных пород, их последовательности в разрезе, степени метаморфизма, что указывает на общность их происхождения. Однако отличия, от размеров и мощности до химического состава, позволяют выделить два основных типа — бимодальный и толеитово-известково-щелочной, т. е. контрастно и последовательно дифференцированный. Бимодальность должна свидетельствовать о сохранении под всем поясом сплошности сиалического основания. Известково-щелочной вулканизм должен быть характерен для поясов, на начальной стадии которых рифтинг сменился спредингом с новообразованием "протоофиолитовой" коры и, вероятно, с ее субдукцией [33].

Осадочные породы зеленокаменных поясов для низов представлены песчано-глинистыми отложениями: установленная глубина бассейнов до двух километров и больше.

На заключительной стадии своего развития зеленокаменные пояса подверглись весьма интенсивным деформациям и широкому гранитообразованию.

Таким образом, очевидно, что заложение и развитие зеленокаменных поясов отвечает обычному геосинклинальному процессу, а размеры, мощность осадков и тип зависят конкретно от места и времени.

По В. Е. Хаину (1988), к концу архея в консолидированной коре выделялись три слоя: гранулитовый, тоналитовый ("серогнейсовый") и метаосадочный вулканогенный.

Современное распространение архейских пород (см. рис. 11) позволяет предполагать, что они присутствуют повсеместно в консолидированной коре древних платформ, в их миогеосинклинальном обрамлении и многих срединных массивах фанерозойских геосинклиналей.

Глава 5
Протерозой

5.1. Ранний и средний протерозой

Ранний и средний протерозой длится два галактических года n+6-й и n+7-й и четыре тектоно-эры – Криворожская-1, Криворожская-2, Карельская-1, Карельская-2.

Позднеархейская кратонизация закончилась в конце n+5-го галактического года, а n+6-й ознаменовался широким распространением роев основных даек, известных практически на всех эократонах – от Гренландии до Антарктиды (дайки Амундсен). К этому же времени относится и возникновение первых устойчивых разломов, например на юге Индии. Это может свидетельствовать о том, что континентальная кора заметно охладилась по сравнению с архейской и стала хрупкой. Геотермический градиент раннего протерозоя оценивается в 47° С/км по сравнению с 54° С/км для архея, а давление в низах коры 430 МПа против 410 МПа [33].

Уже массовое развитие даек (Великая дайка Зимбабве образовалась 2460 млн. лет назад и протягивается на 500 км с севера на юг) позволяет предполагать, что начало протерозоя явилось временем господства растяжений, возможно связанных с некоторым увеличением объема Земли вследствие фазовых превращений в мантии (В. Е. Хаин, 1988).

За образованием даек последовала более сосредоточенная деструкция, которая привела к зарождению протогеосинклиналей, разделившая континентальные блоки на большое количество протоплатформ. Последние представляют собой округло-угловатые, большей частью изометрические блоки континентальной коры от первых сотен до более тысячи километров в поперечнике, площадью в сотни тысяч или даже первые миллионы квадратных километров. Общее число их более 30, а общая площадь около 60 млн. км^2 (см. рис. 11).

Помимо протогеосинклиналей для раннего протерозоя характерно широкое развитие поясов тектоно-термальной переработки (ТТП). Наиболее известный пояс Лимпопо, который разделил в Южной Африке два эократона. Развитие его приходилось на поздний архей. Геодинамические условия развития ТТП — высокий тепловой поток, тангенциальное сжатие и активное воздымание. Сложены они архейским и катархейским материалом метаморфизованным от зеленосланцевой до гранулитовой фации. По своей физической сути пояса тектоно-термальной переработки, это неразвившиеся геосинклинали, так как силы мантийного диапира хватило только на небольшой раздвиг континентальных блоков в эпоху расширения. Следовательно, классификация их должна состоять из времени проявления и места проявления.

Для раннего и среднего протерозоя известно две генерации протогеосинклиналей, или два поколения по В. Е. Хаину (1988).

Первая связана с временем начала n+6-го галактического года, а вторая с началом n+7-го. В. Е. Хаин отмечает, что второе поколение заложилось в интервале времен 2100-1900 млн. лет назад, когда в первом поколении уже отмечался орогенез. Отметим, что дополнительные исследования позволят установить истину, однако, вряд ли заложение геосинклиналей может совпадать по времени с орогенезом.

К концу тектоно-эры Карельская-2, n+7-го галактического года, исчезли практически все протогеосинклинальные бассейны, сомкнулись все эократоны и должен был возникнуть единый массив континентальной коры. По данным работы [33] это произошло 1700 млн. лет назад, но по нашим представлениям чуть-чуть позже (1648 млн. лет).

Итак, к концу очередного галактического года континентальная кора консолидировалась и покрывалась мелким морем, кроме, конечно, горных хребтов. Резкое осушение ее происходило в начале очередного галактического года в интервале времени примерно 30 млн. лет. Л. И. Салоп полагает [27, 28], что подобные осушения суши происходили неоднократно, начиная уже с конца катархея, а именно на рубежах катархея и архея, раннего и позднего архея, архея и протерозоя.

В литературе описаны [33] различные типы протогеосинклиналей, но представляется, что эта классификация может быть упрощена (как и для поясов тектоно-термальной переработки) и зависит только от времени и места проявления. Все они представляют собой относительно глубоководные бассейны, судя по флишу, олистостромам и барьерным рифам. Ширина их должна была в полтора раза превышать ширину образованных на их месте складчатых систем, исходя из размеров сжатия. Учитывая площадь, занимаемую этими структурами на современных континентах, они должны были вмещать при глубине 3 км довольно значительный объем морской воды.

Полностью соглашаясь с Л. И. Салопом, хотим все же кое-что уточнить. К концу очередного галактического года, когда сжатие достигнет своего апогея, единую континентальную кору трансгрессивно покроет вода, вытесненная из закрывшихся океанических впадин и захлопнувшихся геосинклиналей. Таким образом, осушение суши произойдет несколько позже, когда планета вступит в эпоху расширения последующего галактического года и вода уйдет во вновь образованные рифтовые долины. Корреляционная связь максимальных морских трансгрессий с эпохами сжатия установлена для всего фанерозоя (о чем будет сказано дальше) и нет оснований считать, что для раннего и среднего протерозоя эта закономерность не соблюдалась. Выше мы отмечали, что начало очередного га-

лактического года характеризуется резким и однозначным расширением, которое длится около 30 млн. лет. Следовательно, можно предполагать, что практически полное осушение континентальной коры произойдет примерно за 20-25 млн. лет.

Итак, ранне- и среднепротерозойский, раннегеосинклинальный этап завершил формирование первичной континентальной коры. Она наращивалась путем накопления на поверхности мощных вулканических и осадочных толщ и их последующего, все более глубокого и полного регионального метаморфизма и гранитизации. Процессы метаморфизма, гранитизации, а также непосредственно предшествовавшей или сопутствующей им складчатости проявились на рубежах около 3500, 3000, 2600 и 2000 млн. лет [31].

Можно предположить, что с увеличением радиуса Земли и удлинением путей транспортировки магмы начала проявляться глобальная неоднородность геосфер Земли и как следствие этого неоднородность ее литосферы (Ю. М. Пущаровский, 1993). Результаты структурного изучения современных геологических материалов позволяют утверждать, что представление о двух первичных крупных континентах, Лавразии и Гондване, слишком упрощено и не отвечает фактическим данным. По представлениям П. Фурмарье (1971), первичный сиаль сконцентрировался в семи особых пунктах поверхности Земли, создавая исходные области семи крупных континентов: Антарктиды, Южной Америки, Африки-Индостана, Австралии, Сибири, Восточной Европы и Северной Америки (рис. 12). Каждый из этих континентов имел свою центральную зону, ставшую жесткой или почти жесткой настолько, что она больше не поддавалась воздействию усилий складкообразования, тогда как вокруг этих щитов или кряжей образовались более поздние орогены со своими платформами.

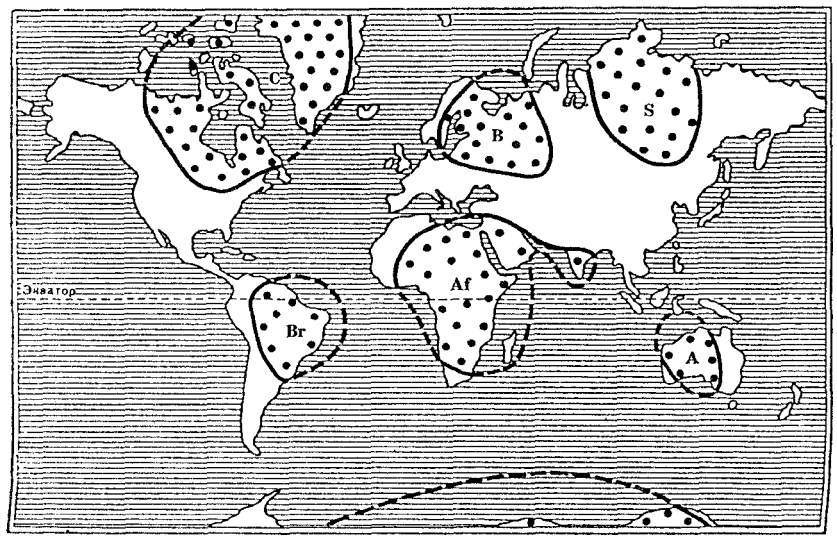


Рис. 12. Размещение щитов на поверхности Земли (из работы [30])

В работах [23, 24, 25] Ю. М. Пущаровский, в развитие идей В. И. Вернадского и Н. С. Шатского заключает, что Тихоокеанский сегмент планеты представляет собой весьма древнее структурное образование. Тем самым он допускает различное строение двух частей планеты, считая что оно может быть первичным, т. е. отражает изначальную неоднородность по крайней мере верхних оболочек Земли (фактически тектоносферы). Это аргументируется не только глобальной асимметрией Земли, но и некоторых небесных тел, в частности Луны, Меркурия и Марса. Ученый обращает внимание не только на общую неравномерность проявления энергии тектоносферы, но и на непостоянство энергетических потоков в отдельных ее местах. В то же время главная асимметрия тектоносферы Земли может быть связана с относительным постоянством проявления повышенной ее энергии в Тихоокеанском сегменте.

Очевидно, что тангенциальные напряжения и горизонтальные перемещения, доказанные огромным числом данных для земной коры, не прерываются внезапно на границе Мохо, а охватывают также и мантийные уровни. Это обстоятельство, наряду с неравномерностью (имеется в виду очаговое расположение и разная глубинность) и импульсивным характером проявления эндогенных процессов, а также явные воздействия космических факторов — делают картину движения глубинных масс весьма запутанной, в общем неупорядоченной и не создают правильного тектонического плана на поверхности Земли (Ю. М. Пущаровский, 1993).

Принятие модели пульсирующе-расширяющейся Земли делает ненужным поиск механизма конвекции внутри планеты. Происходит гравитационно-тепловая дифференциация на основании фазовых переходов.

В развитие идей Ю. М. Пущаровского нам представляется следующая модель развития Тихого океана.

В западной его части изначально (т. е. всегда) существовала S-образная полоса на месте северо-западной, центральной и южной котловин с повышенным током энергии. Западной ее границей является условная линия, проходящая через Новую Зеландию, желоб Тога-Кермадек, острова Тувалу, острова Гилберта, Каролинские и Мариинские острова, острова Нампо, Японский желоб и Курило-Камчатский желоб. На востоке условная линия проходит через Гавайский хребет, острова Лайк, Тубуаи и южно-тихоокеанское поднятие (рис. 13, 14). Итак, S-образная полоса, благодаря повышенному и постоянному току энер-

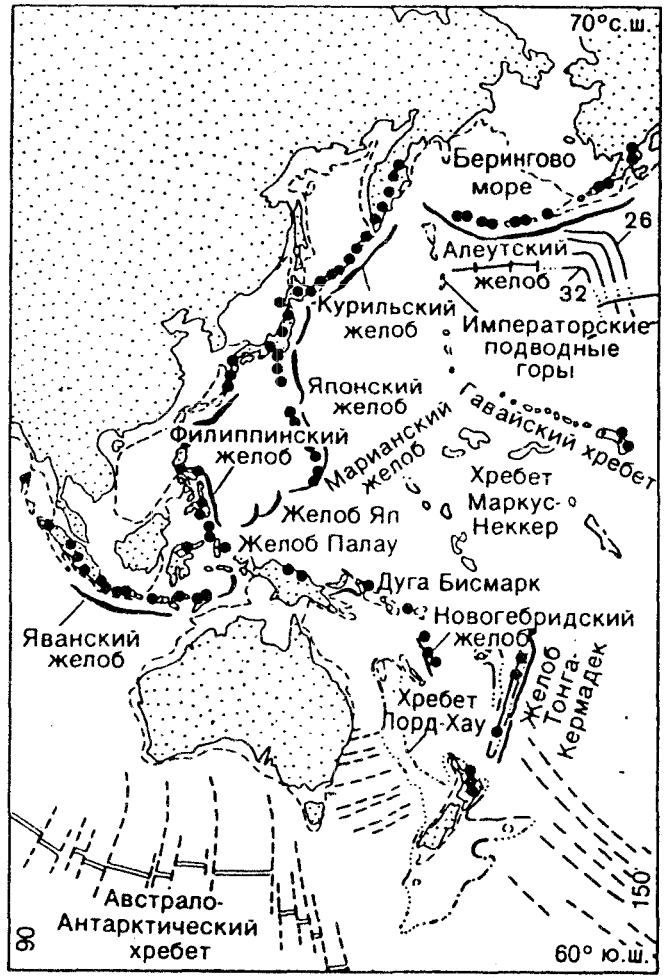


Рис. 13. Карта Индийского и восточной части Тихого океана, на которой показаны глубоководные желоба (черные, удлиненные), вулканы островных дуг (черные кружки), часть рассеченного трансформными разрывами Австрало-Антарктического срединно-океанического хребта, несколько магнитных аномалий с установленным возрастом (к югу от Алеутских островов) и вулканические цепи Императорского подводного хребта и Гавайских островов. (Из работы Спенсера, 1977.)

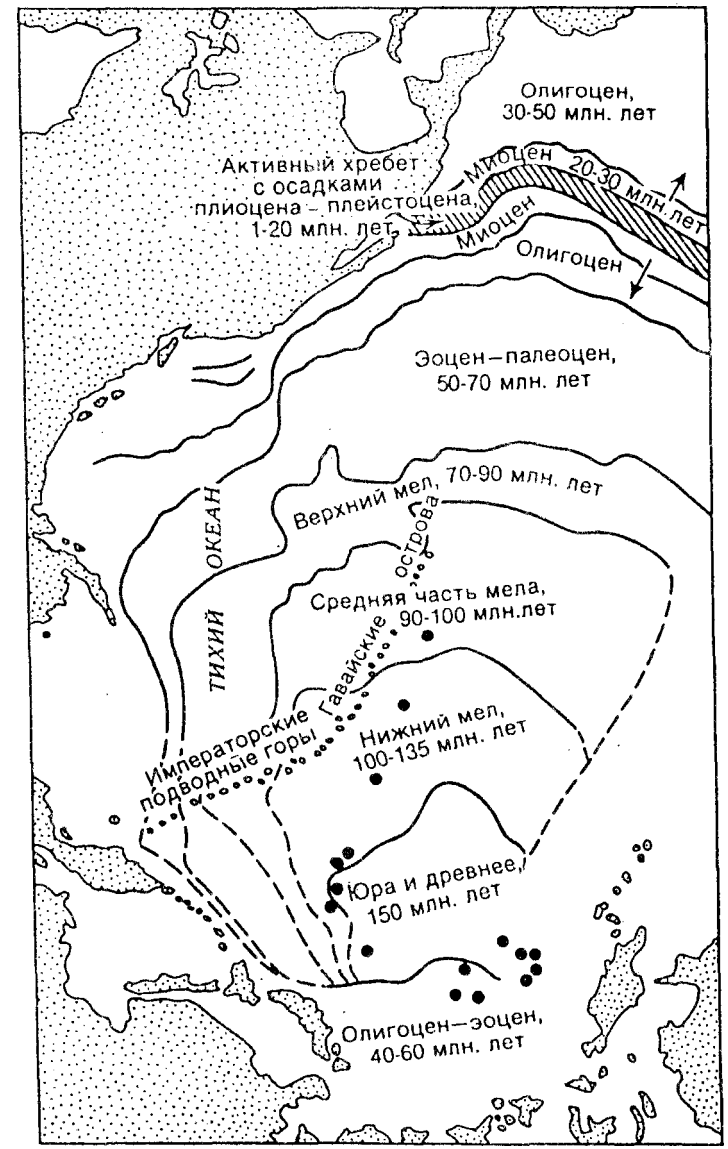


Рис. 14. Карта возраста осадков океанического дна на площади между сушей (местом начала) спрединга в Восточно-Тихоокеанском поднятии (современные осадки) и западной частью Тихого океана (осадки юрского возраста). Темные кружки-скважины, пробуренные с судна "Гломар Челленджер" (рейс 6). (По материалам Проекта глубоководного бурения.)

гии, существовала всегда: это как незамерзающий родник в пруду — с усилением морозов площадь чистой воды сокращается, иногда даже покрывается тонкой корочкой льда, но чуть повышается температура и опять открывается "полынья". В эпохи расширения шло разрастание S-ной "полыньи", а в эпохи сжатия она сужалась, или закрывалась вовсе. Представляется, что именно этим обстоятельством объясняется отсутствие в пределах дна западной части Тихого океана отложений древнее перми.

Остается открытым вопрос — когда же образовалась S-образная "полынья" Тихого океана. П. Фурмарье [30] считает, что S-образные структурные элементы — древнейшие на Земле. Точки зрения, что Тихий океан образовался в докембрии, придерживаются Г. Штилле (1965) и П. Н. Кропоткин (1967), а В. Е. Хаин указывает интервал времени образования от 2000 до 1400 млн. лет (средний и поздний протерозой). Протерозойская же кора Тихого океана, согласно В. Е. Хаину (1973), могла в дальнейшем войти в состав фундамента складчатых сооружений Тихоокеанского пояса. Необходимо подчеркнуть, что вышеперечисленные ученые говорили о Тихом океане в целом, мы же имеем в виду только его западную, S-ную полосу, которая, очевидно, образовалась не позже раннего протерозоя. Развитие Тихого океана в целом будет описано выше.

5.2. Поздний протерозой и эпипротерозой

Позднепротерозойско-эпипротерозойский геосинклинально-платформенный этап характеризовался заложением геосинклинальных поясов, обособлением древних платформ и их дальнейшим развитием.

Гренвильский подвижной пояс

При ширине 400 км протягивается на 3500 км. На юго-востоке граничит с Аппалачской системой, а на западе ограничен гренвильским фронтом, который представляет разломную границу распространения высокометаморфизованных пород, и зоной сложных дислокаций, в том числе и надвигов. Гренвильскому поясу свойственна высокая степень метаморфизма пород (до гранулитовой фации), магматизация, распространение анортизитов и гранитов, нифелиновых сиенитов.

Д. Мур и Р. Томсон [33] дают следующую схему эволюции Гренвильского пояса:

1. Консолидация протерозойского кристаллического фундамента (более 1300 млн. лет).

2. Образование осадочно-вулканогенной толщи супергруппы Гренвилл (возраст 1300-1225 млн. лет).

3. Главный плутонизм, деформация, метаморфизм и последующая стабилизация (во временном интервале 1225-1100 млн. лет).

4. Поднятие и эрозия: накопление обломочных и карбонатных пород группы флинтом, вероятно, в условиях растяжения (временной интервал 1080-1050 млн. лет).

5. Полифазная деформация и региональный метаморфизм во временном интервале 1050-1000 млн. лет.

В настоящее время многие авторы [40] придерживаются иной интерпретации тектонической природы Гренвильского пояса — считая, что он образовался при последовательном раскрытии и закрытии океанского бассейна, причем раскрытие произошло 1200 млн. лет назад. Собственно говоря, уже в схеме Д. Мура и Р. Томсона можно увидеть пульсирующее развитие, причем продолжалось оно многофазно, захватывая n+8-й и n+9-й галактические годы.

Продолжение Гренвильского пояса Канады прослеживается в Шотландии, Западной Ирландии, Южной Скандинавии на востоке и в Мексике на западе — в виде Оахаканского складчатого пояса. Возраст формирования последнего около 900 млн. лет. Накопление гленфиннского отдела комплекса Мойн на северо-западе Шотландии состоялось перед становлением гранитогнейсов Ардур с возрастом 1020±50 млн. лет. Гнейсы Аннат в Западной Ирландии прорваны синтектоническими (возраст 1070±30 млн. лет) и посттектоническими (возраст 1000±30 млн. лет) гранитоидами.

Тектоно-термальная активность северо-запада Великобритании была синхронной аналогичным событиям в южной Скандинавии, что выразилось в образовании Свеконорвежского пояса, являющегося продолжением гренвиллид Северной Америки. В Арморикансском массиве (Франция) кристаллический фундамент также испытал тектонотермальную переработку на уровне 1100-900 млн. лет. На юго-западе Швеции образована Дальсландская область переработки. Она состоит из карбонатно-терригенной формации Даль, прорванной гранитами Бохус-Эстфолид с возрастом 1000-900 млн. лет. В южной Норвегии возраст дальсландской переработки 1100-950 млн. лет.

Продолжение Гренвильского пояса Канады на запад и восток прослеживается и в более позднем времени. В начале n+9-го галактического года рифтогенезом охватываются совмещенные в то время территории Ньюфаундлена, Авалонской глыбы, Восточной Гренландии, Шотландии, Скандинавии и Франции. В результате возникла структура Прото-Япетуса — в виде системы бассейнов и проливов, протягивающихся от Южных Аппалачей до Шпицбергена.

На севере Норвегии разрез представлен терригенными толщами групп Баренцева моря — Бачко и Танафьорд. Возраст пелитов Бачко 825 млн. лет.

В Шотландии песчаники и аргиллиты группы Стоер имеют воз-

раст 995±24 млн. лет, а красноцветные аркозовые песчаники и конгломераты группы Торридан — возраст 810±17 млн. лет.

Алтае-Саянская складчатая область

Карагасская серия Присаянья, сложенная терригенно-карбонатными породами, образует три ритма мощностью по 1500 м. На основании возраста рвущих ее диабазов (1194 млн. лет), можно полагать, что отложилась она в n+8-м галактическом году — тектоно-эры Готская-1 и Готская-2.

Выше карагасской серии отмечены накопления комплекса существенно "известнякового", монгошинского уровня. Литологический состав его включает темно-серые известняки, силицилиты, углеродосодержащие филлиты, линзы вулканитов основного состава, особенно в верхней части. Выше монгошинского уровня по всей территории Алтае-Саянской области прослеживается западно-сибирский уровень, состоящий из низов венда.

Таким образом, западно-сибирский уровень, это уже отложения n+10-го галактического года, Каледонской тектоно-эры, а монгошинский уровень, это n+9-й галактический год. Судя по составу пород последнего, преобладание карбонатов говорит об относительно стабильной обстановке осадконакопления.

Аравийско-Нубийская область

На северо-востоке Африки, в пределах нынешнего Аравийского полуострова, в начале позднего протерозоя (n+8-й галактический год, тектоно-эра Готская-1) возник океанский бассейн с отдельными микроконтинентами и к концу позднего протерозоя началось его закрытие. Здесь формируются одни из древнейших офиолитов. Первый островодужный комплекс представлен метавулканитами основного и среднего состава, метаграувакками, туфами групп Бейш, Бахах, Джидда (мощность до 12 км) в Саудовской Аравии; серией Нафирдейб и Бутана в Судане; надсерией Абу-Зиран в Египте. Эти комплексы прорваны гранодиоритами с возрастом 1110 млн. лет, а для базальтов группы Бейш получен возраст 1165±110 млн. лет.

Кибарская геосинклинальная область

О точном времени накопления осадочных толщ в Кибарской геосинклинали неизвестно доподлинно, поскольку верхний предел основных толщ кибария ограничен возрастом прорывающих его гранитов с датировкой 1300 млн. лет. В отложениях кибария имеет место внедрение посттектонических гранитов и пегматитов, датированных 1130, 1120±20 и 1000-850 млн. лет.

Система Бушимас залегает с несогласием на кибарии и представлена кварцито-песчаниками, гравелитами, известняками, сланцами, базальтами. Возраст ее 1130-940 млн. лет.

Юг Африки испытал значительную тектоно-термальную переработку в интервале 1100-950 млн. лет с образованием намахвайской зоны. В узком прогибе Корас и Намахваленде за период с 1200 до 1000 млн. лет накопилось около 7,5 км вулканогенно-осадочных пород одноименной группы.

Геосинклинальные системы западной Африки

Мавритано-Синегальская система. Протяженные комплексы ее залегают на гранитоидах Бирримия возрастом 1800 млн. лет. Разрез серий Газель и Ауиджа, на юге Мавритании, представлен спилитами, известняками и кремнистыми сланцами, залегающими на серпентинитах, напоминает офиолитовую ассоциацию, в которой отсутствует габбровая часть. Эти породы составляют осевую зону или серпентиновый пояс Мавританид. Они находят свое продолжение южнее, в Сенегале, в виде базальтов фалемия, а в Сьерра-Леоне и Гвинее — серпентинитов пояса Марампа, зажатых в форме линз среди древних образований. В общих чертах намечается протяженная зона неравномерного растяжения с признаками коры океанического типа, протягивающаяся почти субмеридионально до побережья Гвинейского залива. В Южной Америке приблизительно на продолжении этой зоны находится Гойянский серпентинитовый пояс.

Маюмбийская система. После накопления формации Синила, произошло внедрение монцонитовых гранитов с возрастом 1027±56 млн. лет. Несколько раньше заложилась узкая, интракратонная меридиональная зона Центрального Хогара, сложенная метаосадочными породами Эгере и Алексод, испытавших складчатость и гранитизацию на уровне от 1270±110 до 900 млн. лет, а также прогиба Мару в Нигерии, для филлитов которого получена датировка в 1060±65 млн. лет.

Средиземноморский геосинклинальный пояс

В Карпато-Балканском регионе датировки гнейсов и гранитоидов Карпат в основании Паннонской впадины дают возраст от 1180 до 742 млн. лет, что полностью соответствует эпипротерозою.

Антарктика

Антарктическая фациальная зона протягивается от холмов Тагдаун на севере до западной периферии хребта Нептьюн в горах Пенсакола. Она состоит из кислых и основных метавулканитов, сформированных в диапазоне времени 1250-750 млн. лет [26].

Китай и Индокитай

В Яньшанском прогибе отложения Цзиньбайкоу залегают с размывом на свите Тенинь системы Джихсян. Это терригенная толща, состоящая из строматолитов. Датировки по иллитам и глауконитам соответствуют интервалу 1000-800 млн. лет. В цикле Янцзы, возраста 1100-700 млн. лет, который, по сути, соответствует времени n+9-го галактического года, отмечено офиолитообразование в районе Лунгшенга провинции Гуанчжзы — возраст габбро-диабазов из офиолитовой серии составляет 837 млн. лет. Следовательно, они излились во время эпохи расширения Байкальской тектоно-эры. Время консолидации кратонов Янцзы и Тарим наступило после рубежа в 800 млн. лет.

В пределах Вьетнама и смежных районов Индокитая, на временном интервале 1000-750 млн. лет, отмечено проявление диастрофизма, выразившееся в мощном тектоническом скучивании, региональном метаморфизме и интрузивном магматизме. Это привело к континентальному режиму всей спаянной теперь воедино обширной полосы докембрийской коры субмеридиональной ориентировки.

Арморикано-Тюрингская геосинклинальная зона

Согласно рис. 15, взятому из работы Н. А. Божко, Арморикано-Тюрингская геосинклинальная зона разместилась в ответвлении от более обширного океанского бассейна, возникшего между Лавразией и Гондваной около 800 млн. лет назад. Это был конец эпохи расширения Байкальской тектоно-эры, и внутри новообразованного океана существовали отдельные микроконтиненты типа Пентеврия (Арморроканский массив).

В конце эпипротерозоя, в интервале времен 850-750 млн. лет, что в целом соответствует Байкальской тектоно-эре, произошла перестройка структурного плана Северной Америки в результате тектонических движений по разломам, а также общее поднятие и складчатость в авлакогенах Кордильер. Это событие получило название "орогении Хейхук".

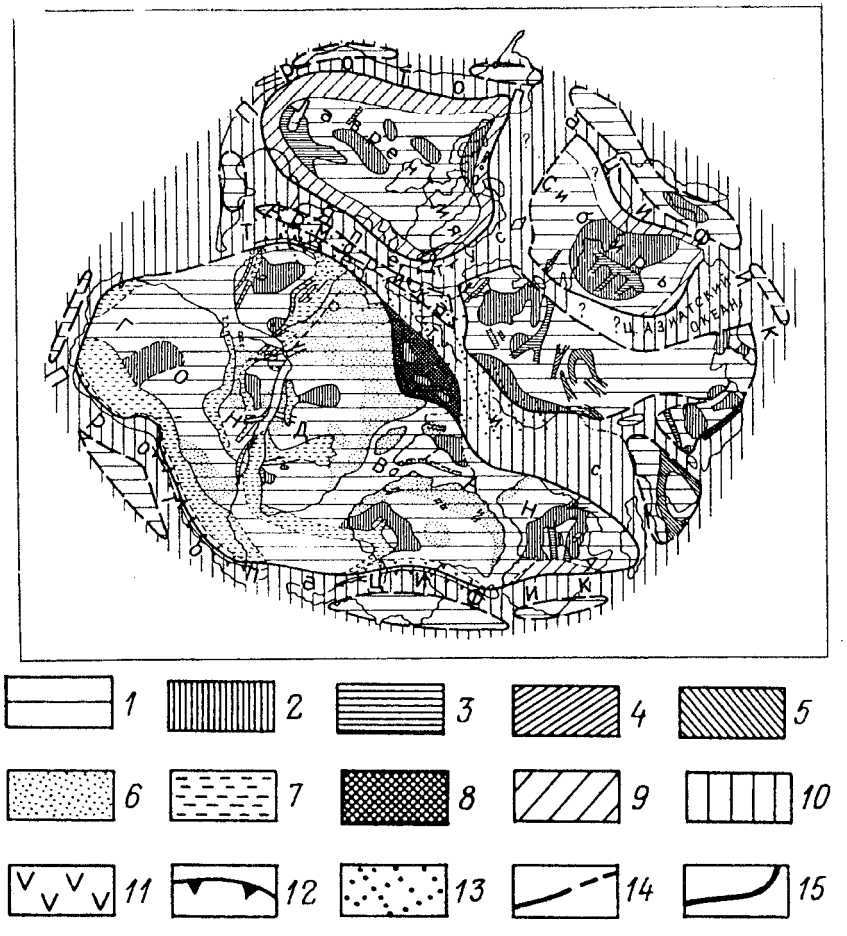


Рис. 15. Глобальная палеотектоническая схема-реконструкция. Венд (по Н. А. Божко) из работы [33]:

1 – континентальная раннедокембрийская кора; 2 – платформенный чехол; 3 – авлакогены; 4 – энсиалические интракратонные геосинклинали; 5 – энсиматические интракратонные геосинклинали; 6 – зоны негеосинклинальной ТТП фундамента; 7 – новообразованные складчатые системы; 8 – аккреционные комплексы; 9 – пассивные окраины; 10 – океанская кора; 11 – вулканоплутонические пояса; 12 – зоны субдукции; 13 – Кадомская складчатость в области Прототетиса (640-600 млн. лет); 14 – разломы; 15 – границы континентальной коры

Глава 6
Каледонская и Герцинская тектоно-эры n+10-го галактического года

6.1. Каледонская тектоно-эра

6.1.1. Эпоха расширения Каледонской тектоно-эры

В 1973 году В. Е. Хаин отмечал, что байкальский, каледонский и герцинский тектогенез имели своим следствием постоянное сужение геосинклинальных поясов, превращение отдельных, преимущественно периферических геосинклинальных систем, в складчатые горные сооружения, и в дальнейшем — в молодые платформы. Несколько позже [34], характеризуя палеозойский мегацикл, Виктор Ефимович выделил в нем три цикла низшего ранга: байкальский — подготовительный, каледонский — основной и герцинский — заключительный. Он же отметил, что истоки процессов, развивавшихся позже, относятся к позднему рифею и венду.

Этими высказываниями уважаемый ученый не только указал границы n+10-го галактического года, но и раскрыл его генетический смысл, который выражается в глобальном расширении — сжатии с наращиванием нового слоя континентальной коры.

В то же время необходимо уточнить во времени положение Байкальской тектоно-эры и отличие ее от байкальской тектоно-магматической активации. По литературным данным байкальская т. м. а. проявилась в интервале времен 800-500 млн. лет, причем одни авторы [5] дают интервал в 650-550 млн. лет, другие [18] в 800-500 млн. лет.

Действительно, если посмотреть в табл. 5, то можно увидеть, что этот временной интервал включает эпоху сжатия собственно Байкальской тектоно-эры (797,8-742,8 млн. лет) и две эпохи сжатия (712,5-687,8 млн. лет) и (618,9-584,6 млн. лет) тектоно-эр Раннекаледонская-1 и Раннекаледонская-2.

Согласно истории развития Земли Байкальская тектоно-эра завершила формирование лика планеты в n+9-м галактическом году. По времени это совпадает с эпипротерозоем. Очередной галактический год начинается Каледонской тектоно-эрой со второй половины позднего рифея. С точки зрения тектонической периодизации это обоснованно и справедливо (В. Е. Хаин, 1991). В целом, Каледонская тектоно-эра длится по ранний силур включительно. Эпоха расширения ее сложная и состоит из двух тектоно-эр низшего ранга, выделенных в границах раннего и позднего венда. Называть их Эпибайкальскими нет смысла, поэтому, исходя из генетической сути тектонического развития планеты они названы Раннекаледонскими под индексами 1 и 2.

Эпоха расширения Каледонской тектоно-эры включает в себя венд, кембрий и ранний ордовик.

Ввиду важности для дальнейшего рассмотрения вендского периода рассмотрим его более детально.

Северо-Атлантический регион

Особенности тектонической эволюции региона связаны с раскрытием в начале n+10-го галактического года Северо-Атлантического океана Япетус (рис. 15).

В районе Британских островов группа Аппин (супергруппы Дальфед) представлена чередованием сланцев, кварцитов и известняков. Вышележащая группа Арчилл в основании сложена тиллитами, возраста около 650 млн. лет, кварцитами, турбидитами и силлами долеритов. Таким образом, сравнительно мелководные морские шельфовые отложения сменяются вверх по разрезу глубоководными, турбидитными, что указывает на формирование пассивной континентальной окраины. Фундамент южной Великобритании формировался в пределах южного борта океана Япетус. Наиболее ранней островодужной формацией, сформированной в нем, считаются габбро, тоналиты и альбитовые граниты Уэльса, Станнера-Хабнера и Малверния с возрастом 700-640 млн. лет. Таким образом, к югу от линии Солвей-Шенно нет коры древнее 700 млн. лет, а фундамент каледонид южной части Великобритании сформирован в интервале 700-450 млн. лет.

В центральной части Восточной Гренландии продолжалось накопление группы Элеонор-Бей, мощностью до 13000 м, которая сменяется тиллитоносной формацией венда Маркебьерг. В западных разрезах им соответствуют основные лавы с некоторым количеством ультрамафитов.

На крайнем севере Норвегии в Восточном Финмарке ранневендские отложения перекрыты поздневендско-кембрийскими, тиллиты которых имеют возраст 668±7 млн. лет [33].

Северо-Американский кратон

После "орогении Хейхук", отмеченной в конце Байкальской тектоно-эры, в северных Кордильерах шло накопление мощных отложений супергруппы Икви и группы Рапитан, которые венчают разрезы соответственно в горах Вернике и Маккензи. Эти подразделения коррелируются в центральной части Скалистых гор с надсерией Уиндермир, а на Аляске с верхней частью группы Тиндир. Отложения данных групп представлены тиллоидами, основными лавами, турбидитами. Мощность отложений и размерность терригенного материала увеличивается с востока на запад.

Датировки для гнейсо-гранитов из провинции Британская Колумбия (Канада) равны 1850 млн. лет (гнейсы хребта Сиртон) и 728 млн.лет (гнейсы хребта Дезерт), определяют возраст фундамента и нижний возрастной предел супергруппы Уиндермир, слагающей миогеосинклиналь Скалистых гор. Тиллоиды Тоби, залегающие в основании супергруппы, сменяются вверх по разрезу эффузивами основного состава группы Айрин, чередующихся с конгломератами и песчаниками (мощность до 2500 м). Еще выше залегает толща темных аргиллитов, алевролитов и песчаников группы Хорстиф-Крик мощностью до 2500 м. Наиболее мощные разрезы венда фиксируются к западу от разломного шва Скалистых гор. Здесь кембрий согласно сменяет вендские отложения, участвуя вместе с ними в образовании нижних комплексов Кордильерской и Аппалачской геосинклиналей. К венду, по-видимому, относится возникновение восточной окраины Северной Америки, связанное с раскрытием Япетуса, о чем косвенно свидетельствует возраст базальтов Бато (605 млн. лет) на севере Ньюфаундлена. Большая часть Северо-Американского кратона в венде была приподнята и представляла собой сушу, окаймленную с востока, запада и юга океанскими бассейнами.

Средиземноморский пояс

Раскрытие Япетуса привело к возникновению обширного океанского пространства между Лаврентией, Африкой и Европейской частью Евразии. Кадомский диастрофизм 640-600 млн. лет охватил северную Африку, территорию нынешней Западной Европы, Анатолию. В Кадомском складчатом поясе северо-западной Испании присутствуют докембрийские породы в виде офиолитов. Данный складчатый пояс во Франции и Испании формировался на океанической коре. Следовательно, континентальная кора в Западной Европе (за исключением небольших фрагментов типа Пентеврия) не древнее 700 млн. лет. Кадомской складчатостью были охвачены Иберия, Арморикан-ский, Центральный Французский и Богемский массивы. Предполагается, что уже в раннем кембрии, в результате нового рифтинга, значительная часть новообразованной кадомской континентальной коры вместе с Авалонской плитой образовала новый микроконтинент — Арморинд, расположенный между палео-Тетисом и Япетусом.

Очевидно, кадомская складчатость действительно произошла во время тектоно-эры Раннекаледонская-2, а в раннем кембрии действительно имел место рифтинг, приуроченный к заключительной фазе эпохи расширения Каледонской тектоно-эры.

Западно-Сибирская плита

На северном погружении Кузнецкого Алатау выделен Салаирский комплекс. Он сформировался в венде — кембрии и состоит из карбонатно-вулканогенных формаций, вулканитов основного состава, водорослевых доломитов и известняков, слюдистых сланцев и метапесчаников. Характерно присутствие основных и ультраосновных образований и гранитоидов.

Верхояно-Чукотская складчатая область

Изучение осадочных толщ региона показывает общее увеличение мощности на восток и северо-восток, сопровождающееся появлением в их составе мощных песчано-сланцевых толщ, и исчезновение из разреза красноцветных пород и перерывов. Данные геологические факты привели некоторых исследователей (Ю. А. Косыгина, Л. К. Парфенова, 1986) к выводу о существовании в венде пассивной континентальной окраины на северо-востоке Азии. Во всяком случае с раннего венда (основные вулканиты островов Ляховского и Врангеля появились около 700 млн. лет назад) шло обособление Сибирского кратона в его нынешних границах и существование от Сетте-Дабана до Хараулаха пассивной континентальной окраины за счет увеличения интенсивности рифтогенеза и отделении глыбы континентальной коры с образованием бассейна океанического типа. Эта глыба включала в себя разрозненные ныне блоки Омолонского, Охотского, Приколымского и Чукотского массивов.

Алтае-Саянская складчатая область

Ранее отмечалось, что конец эпипротерозоя характеризовался отложением монгошинского комплекса пород. Выше его прослеживается западно-сибирский уровень, соответствующий раннему венду. Он включает существенно доломитовые фосфатоносные толщи с подчиненными вулканитами основного состава. Еще выше залегает белкинско-сорнинский уровень соответствующий позднему венду — кембрию. Он характеризуется резкой фациальной изменчивостью слагающих его базальтоидно-кремнисто-карбонатных отложений.

Очевидно, что начиная с венда регион был вовлечён в деструкцию, произошло заложение рифтов, развивавшихся далее в геосинклинальном режиме. Таковыми прогибами являются Восточно-Тувинский, Манский, Агульский, Восточно-Салаирский, Северо-Саянский, Центрально-Западно-Саянский, Катунский, Тельбесский, Борусский, Шуйский и другие [33]. Часть этих прогибов замкнулась в салаирскую эпоху складчатости (соответствующей эпохе сжатия тектоно-эры Раннекаледонская-2), другая в эпоху сжатия Каледонской тектоно-эры.

Сибирский кратон

Ранневендский этап на севере Сибирского кратона характеризовался тесной связью процессов терригенной седиментации и вспышек вулканизма. Происходило излияние лав основного и щелочно-ультраосновного состава. В конце позднего венда север Сибирской платформы был охвачен трансгрессией, распространявшейся с востока на запад, от Хараулакского поднятия до западного склона Анабарского массива. Преобладала карбонатная седиментация, причем карбонатные толщи венда накапливались в платформенной плитотектонической обстановке на территории Охотского, Омолонского массивов и Приколымского поднятия.

Казахстано-Тяньшаньская складчатая область

Геосинклинальные прогибы имели вид узких трогов, протягивающихся в виде лент на сотни — тысячи километров при ширине 60-100 км. Происходило накопление яшм — базальтовых серий спарагмитовой формации с тиллитами. С этим периодом связано офиолитообразование. В современной структуре офиолиты выходят в узких протяженных зонах, отражая мозаично-складчатое строение области. Их состав и строение отличны от типичных офиолитовых ассоциаций прежде всего обилием в разрезе терригенных пород, отсутствием нормальной последовательности и другими особенностями. Очевидно офиолиты Казахстана следует рассматривать как преимущественно реликты раздвиговых, рифтогенных, ограниченного спрединга структур.

На основании изученности геологического строения данной области построена схема эволюции земной коры Г. И. Макарычева [16]. В основе ее лежит концепция зональной разновозрастности гранитно-метаморфического слоя, возникшая в процессе преобразования исходного меланократового фундамента. Согласно ей зоны Тянь-Шаня формировались в следующей последовательности: Макбало-Бурханская — возраст 2000 млн. лет, Актюзско-Прииссыккульская — возраст 1230-700 млн. лет, Таласская — возраст 970-700 млн. лет. А Кенкольско-Восточно-Терехайская и Сонкульско-Ашутурунская зоны Тянь-Шаня сформировалась в венде—кембрии.

Таким образом, становление континентальной коры Улитау происходило на протяжении более двух галактических лет.

Восточная область Центрального Казахстана, Западный Саян, Западная Монголия

Рассматриваемая область характеризуется непрерывным разрезом венд — раннепалеозойских спиллито-диабазовых глубоководных кремнистых толщ в ассоциации с фрагментами пород офиолитовой

группы. Это определяет существование Казахстано-Сибирского бассейна в виде глубоководной впадины — залива (1600-2000 км в поперечнике) по отношению к Центрально-Азиатскому палеоокеану. Как показали некоторые авторы [20], спиллито-диабазовые и кремнистые формации залегают на меланократовом фундаменте, который представлен обычно серпентинитовым меланжем.

Западная и северо-западная границы этого океанского бассейна имеют форму дуги и характеризуются развитием вдоль нее терригенных комплексов, включая турбидиты, позволяющие реконструировать пассивную континентальную окраину атлантического типа. Восточная границы имеет неправильную форму и характеризуется субдукционным типом сочленения океанской и континентальной коры, т. е. представляла собой активную окраину. На всем ее протяжении от восточного склона Саяна, параллельно окраине Дзабханской зоны, развиты контрастные спиллит-кератофировые и андезитовые серии. Метабазальты этих серий по петрохимическим признакам соответствуют вулканитам современных островных дуг. Таким образом, в вендераннем кембрии устанавливается господство условий растяжения и существование обширной океанской впадины, у западного края которой формировались отложения континентального склона и подножия, а на восточном крае возникла система островных дуг, активной континентальной окраины.

Восточная Тува, Восточный Саян, Кузнецкий Алатау, Горная Шория, Дзабханская зона Центральной Монголии

В венде—кембрии рассматриваемый регион подвергся мощному рифтогенезу с образованием системы геосинклинальных прогибов, разделенных выступами древней довендской коры в виде Хакасского, Бийско-Катунского, Ондум-Буреньского, Хамсаринского и других массивов. В периферических частях области, примыкающей к Сибирской платформе, преобладают зоны, развивающиеся на сиалической коре, тогда как во внутренних частях Алтае-Саянской области деструкция увеличивалась и создавались прогибы с корой океанического типа. В целом это совпадает с информацией А. А. Моссаковского и А. Б. Дергунова [20], которые отнесли данный регион к восточной, венд-раннепалеозойской окраине Казахстано-Сибирского океанского бассейна. Растяжение, обусловившее возникновение геосинклинальных прогибов, было ограниченным и не привело к формированию обширных океанских бассейнов. В дальнейшем на месте этих прогибов возникли складчатые системы каледонид.

Байкало-Витимская складчатая область

Отложения позднего венда тесто связаны с раннекембрийскими, а с другой стороны, этот комплекс формировался в пределах тех же линейных структур, которые существовали в раннем венде.

Байкало-Витимская область, наиболее отдаленная от океанской Кузнецко-Озерной зоны, характеризуется существенно энсиалическим типом троговых структур, тогда как для расположенной западнее Алтае-Саянской области типичны вендско-кембрийские прогибы с офиолитами.

Тектонические события венда—кембрия были в общем идентичны по своей природе и синхронны событиям в соседней Алтае-Саянской области. Это была вспышка рифтогенеза, которая максимально проявилась в Озерно-Кузнецкой зоне салаирид, постепенно теряя свою интенсивность по обе стороны от нее в направлении Казахстана и Байкальской области.

Китайско-Корейский кратон, Индокитай

По-видимому, в раннем венде в юго-восточной Азии начался новый этап офиолитообразования, продолжавшийся вплоть до ордовика. Он отразил разрушение эпипротерозойской коры Китайско-Вьетнамского кратона. Рифтогенез привел к возникновению бассейнов с океанской корой, реликтами которой являются офиолиты Шонгма, Тамки-Тханьми и Шонгтьняй Банка. Возникла система рифтогенных прогибов, давших начало заложению геосинклиналей Катазиатской геосинклинальной области. К этому же времени, по-видимому, относится и заложение геосинклинальной системы Северного Памира — Куньлуня-Циньлиня.

Таким образом, венд-кембрийский интервал явился важной эпохой растяжения и офиолитообразования на значительном пространстве Юго-Восточной Азии.

Южно-Американский кратон

Бразильский цикл тектогенеза завершился активным диастрофизмом в интервале 680-450 млн. лет.

Главные его подвижные зоны, возникшие в начале венда, в середине позднего венда подверглись интенсивной складчатости и метаморфизму, произошло внедрение гранитов. Складки имели направление параллельно краям, ограничивающим пояса кратона. Вместе с общей вергентностью складчатости в сторону соседних платформ отмечается и латеральное движение масс в этом направлении. Главная фаза метаморфизма и гранитизации находится на уровне 650-620 млн.

лет. Широко распространены моласы позднего венда, накопление которых происходило в передовых прогибах и межгорных впадинах. Отмечено широкое развитие в них кислого субсеквентного вулканизма.

Протоандский складчатый пояс

Гранитоиды в Аргентине имеют возраст 600-500 млн. лет, а граниты Сьерры-Аустралес 575±10 млн. лет. Метаморфические породы Восточной Кордильеры Перу имеют возраст 600 млн. лет, а в Венесуэле 660±30 млн. лет. Накопление вендских моласс проходило в провинциях Катамарка и Кордова. Эти молассы завершают геосинклинальную эволюцию рассматриваемого сегмента Анд в венде—кембрии. Внедрение гранитоидов и накопление моласс сопровождалось также местами кислым вулканизмом.

В результате тектонических процессов венда-кембрия, в пределах континентальной окраины западной части Южной Америки возник Протоандский складчатый пояс, сложенный метаморфизованными в зеленосланцевой и местами амфиболитовой фации породами, которые прорваны гранитоидами.

Африканский кратон

В венде эпоха тектонической активности охватила все подвижные пояса Африки и только на кратонах, обособившихся в конце эпипротерозоя, шло накопление платформенного чехла в спокойной обстановке.

Ахаггаро-Атакерская складчатая система. В геосинклинальных системах, окруживших Западно-Африканский кратон в раннем венде отмечено проявление известково-щелочного магматизма. Андезитовый вулканизм сопровождался внедрением комагматичных интрузий гранитоидов с возрастом 650 млн. лет. Эта дата фиксирует раннюю стадию панафриканского диастрофизма Ахаггара, который сопровождался метаморфизмом, складкообразованием и надвиганием толщ на край Западно-Африканского кратона. Поздняя стадия диастрофизма состоялась в интервале времени 600-550 млн. лет и выразилась в значительном сжатии геосинклинальных систем, сопровождавшихся образованием складок меридионального простирания и гигантской системы правосторонних сдвигов.

Аравийско-Нубийская область Африканской континентальной окраины Прототетиса в позднем венде была повсеместно активной — завершалось развитие крайних ее частей и формирование современного структурного плана.

Отложения, представленные андезитами, риолитами, граувакками,

конгломератами, прерываются кварцевыми монцонитами с возрастом 570-550 млн. лет. В этих толщах значительную роль играют терригенные, в том числе и красноцветные молассоидные образования, отражающие мелководноморские и континентальные условия осадконакопления.

К эпохе позднего венда относится максимальное проявление тектоно-термальной переработки фундамента на огромных пространствах Африки: Мозамбикский пояс Восточной Африки и Ливийско-Нигерийский пояс Сахары и Нигерии. Зоны ТТП развивались синхронно с событиями в соседних геосинклиналях и на ранних стадиях проявлялись в условиях растяжения эпипротерозойской коры (что значительно повышало ее проницаемость), а на заключительных стадиях характеризовались условиями сжатия. На этом этапе интенсивно проявляются сдвиговые движения, образование зон милонитов, внедрение пегматитов и гранитов, метосоматоз и изотопное "омолаживание". Тектонические деформации и главный магматизм в зонах переработки закончились в венде, однако термальные процессы продолжались до времени 450 млн. лет, что фиксируется "омоложенными" датировками метаморфических пород.

Австралийский кратон

Необходимо отметить две особенности:

1. В Австралии почти не отразилась "панафриканская" переработка (венд — ранний палеозой). Вероятно, это связано с отсутствием в данное время смежных активных окраин. Так, наличие переработки древнего фундамента отмечается в девоне, когда в Тасманском поясе Восточной Австралии тектонический режим пассивной континентальной окраины сменился активными процессами взаимодействия геоблоков в обстановке островных дуг.

2. На всех материках Гондваны в это время отмечено возникновение складчатых сооружений Бразилии, Катангид, Западных Конголид, Дамарид и т. д.

В Австралии же подобной складчатости не отмечено, за исключением локального проявления "орогении Питерман-Рейндж" в авлакогене Амадиес, которая, впрочем, не явилась завершающей в формировании западной части острова Тасмания. В дальнейшем эта зона испытала пингвинскую орогению. Толщи прогиба Аделаида подверглись деламерской складчатости совместно с кембрийскими отложениями соседнего трога Канманту, а толщи авлакогенов Амадиес, Нагалия, Оффисер были деформированы в раннем карбоне.

Западно-Антарктическая континентальная окраина

В интервале времени 650±50 млн. лет в области Трансантарктических гор проявились тектонические движения. Они соответствуют фазе складчатости между геосинклинальной и орогенной стадиями развития, которая вызвала структурные несогласия в подошве раннепалеозойского молассового комплекса. Эта фаза складчатости названа "орогенией Бедмор". Временные датировки ее соответствуют временам 633±13 млн. лет и 627±22 млн. лет. Предполагается, что переработка древнего фундамента Трансантарктических гор произошла именно в это время. В этих горах к венду относится нижняя часть группы Херитидж. Ее разрез мощностью 2300 м содержит значительное количество грубообломочных терригенных пород, носит молассоидный характер и относится к орогенному вендскому комплексу.

Развитие земной коры в венде—кембрии заключалось прежде всего в деструкции Лавразии, расчлененной Северо-Атлантическим (Япетус) и Урало-Охотским подвижным поясами (палеоокеанами) и отделенной от Гондваны Средиземноморским поясом (Прототетис).

Вся венд-кембрийская история планеты имеет повсеместно схожую последовательность. На активной окраине Гондваны и некоторых континентах лавразийской группы Восточной Европы и Сибири происходит интенсивная аккреция нового осадочного материала с его матеморфизмом и гранитизацией. Происходит глобальное расширение планеты на фоне коротких эпох сжатия тектоно-эр Раннекаледонская-1 и Раннекаледонская-2 (рис. 16). Во время данных эпох сжатия в разных частях света отмечены различные тектоно-магматические активации — байкальская, кадомская, бразильская, панафриканская. Если общее расширение Земли происходит на фоне рифтообразования как на пассивных окраинах, так и внутри континентальных платформ, то короткие эпохи сжатия сопровождаются закрытием геосинклиналей, складчатостью и интрузивным магматизмом.

В начале кембрия, когда расширение вступает в свою заключительную фазу, даже на ранее активных окраинах устанавливаются режимы, характерные для пассивных окраин [34]. В самих верхах венда, в ряде отдаленных друг от друга районах, залегают монотипные аркозовые или кварцевые песчаники с фауной бесскелетных беспозвоночных эдиакарского типа. В конце венда — начале кембрия происходит раскрытие Палеоатлантического и Палеоазиатского океанов, документированное офиолитами. Офиолиты кембрийского возраста (возможно позднедевонского?) известны в южной половине Тихого океана по обе стороны — Австралия, Тасмания, Новая Зеландия, Чилийско-Аргентинские Анды. Спрединг атлантического типа продолжается на большей части площади палеоокеанов, в течение почти всего кембрия [34]. Под данным термином необходимо понимать плавное увеличе-

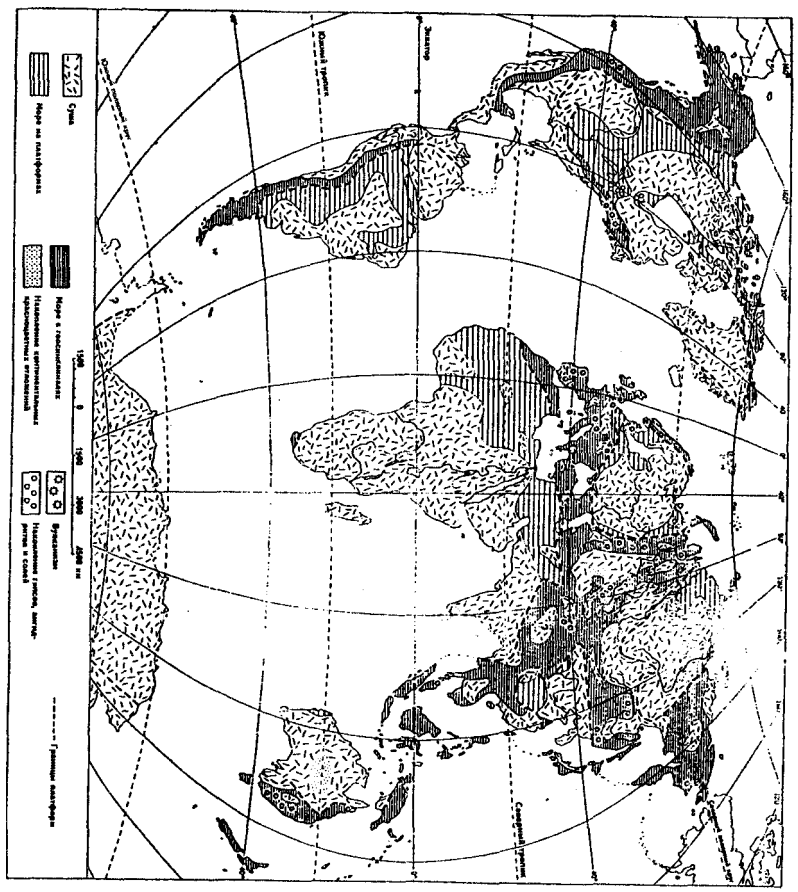


Рис. 18. Палеогеографическая схема позднего силура

ние океанского дна по площади без существенного горообразования в виде подводных хребтов, которые образуются только в эпохи сжатия. Повышение температуры в эпоху расширения, способствовало появлению скелетной фауны беспозвоночных, что в свою очередь привело к образованию в глубоких океанских котловинах первого крупномасштабного фосфатонакопления [19].

Во второй половине кембрия — время между катастрофами 8-9 и 10-12 (рис. 16), которые можно охарактеризовать как относительное сжатие на фоне расширения, — на севере Северо-Атлантического пояса (Ньюфаундленд, Шотландия, север Скандинавии), а также в Антарктиде наблюдается оживление тектоно-магматических активаций, происходит переход к обстановке активных окраин андского типа. На юге Сибири это салаирская, в Австралии — деламерская, в Шотландии — грампианская, в Сардинии — сардская тектоно-магматические активации.

На архейском основании островов Шпицберген и Медвежий, сложенном гнейсами осадочного происхождения, лежат со стратиграфическим несогласием обломочные отложения (в основном известняки). Возраст этой формации (Текла-Хук) от позднего докембрия до ордовика. Она перекрыта, также с несогласием, отложениями от позднесилурийского до позднедевонского возраста, на котором опять-таки несогласно, лежит не смятый в складки чехол осадков, начиная с триаса [30]. Эта информация П. Фурмарье очень точно характеризует отложения эпох расширения Каледонской, Герцинской и Альпийской тектоно-эр.

В ордовике продолжалось развитие главных структурных элементов литосферы, наметившееся в венде—кембрии: Гондваны, Северо-Американского, Восточно-Европейского, Сибирского, Северного Китая — Кореи и подвижных поясов палеоокеанов — Северо-Атлантического (Япетус), Урало-Охотского (Палеоазиатский), Средиземноморского (Палеотетис), Западно- и Восточно-Тихоокеанских (Палеопацыфик). В конце раннего ордовика наступила фаза максимального расширения палеоокеанов, завершив длинную (266 млн. лет) и неоднородную эпоху расширения Каледонской тектоно-эры.

В целом кембрий отличался высокими температурами — 20—28°С, причем не было резких перепадов между полярными и экваториальным областями. В тропических условиях отлагались сульфатокарбонатные, соленосные и эвпоритовые формации, месторождения осадочных железных руд, бокситов, фосфоритов. Области жаркого климата существовали на обеих континентах современной Америки и в Австралии. Наиболее обширная область с аридным климатом была в Евразии, где преимущественно в лагунных условиях отлагались эвапоритовые, сульфато-карбонатные и красноцветные карбонато-гипсоносные формации. Мощные толщи соли отложились в Пакистане (Со-

леная гряда), Иране, Сибири (до 5 км переслаивания гипсов, ангидритов и каменной соли). В нормально соленых морских водах жили археоциаты, трилобиты, брахиоподы, моховатки, различные водоросли. Широкое развитие получили археоциато-водорослевые рифы, что протянулись на тысячи километров (Алданский щит, Прибайкалье, Туруханский край, юг Австралии, северный восток Антарктиды, юг Европы и т. д.) [19].

Климат раннего ордовика, как и кембрия, был теплый, преобладали аридные условия. Похолодание началось со среднего ордовика [19], с начала эпохи сжатия Каледонской тектоно-эры.

6.1.2. Эпоха сжатия Каледонской тектоно-эры

Эпоха сжатия Каледонской тектоно-эры длилась со среднего ордовика по ранний силур включительно и ознаменовалась мощнейшей морской трансгрессией (максимальной за весь палеозой [34]) и существенным похолоданием климата [19].

С началом эпохи сжатия площадь дна океанов вначале стабилизировалась, так как спрединг если и продолжался, то в виде горообразования, а затем начала сокращаться за счет наползания материков на молодую океанскую кору. Уже с середины ордовика началось закрытие Япетуса. Как следует из работ Дж. Андерсона (1944), В. Кеннеди (1958), Е. В. Павловского (1958), Маккероу (1962), превращение геосинклинальной зоны северных нагорий Шотландии в складчатую область произошло в конце среднего ордовика. С этого момента она начала воздыматься и стала местом проявления интенсивного регионального метаморфизма, который по данным Х. Риза (1942), Ж. Уотсона (1963) и других английских исследователей, продолжался в течение ордовика и силура.

Если венд—кембрий и ранний ордовик характеризовались преобладающим расширением, то со среднего ордовика сжатие получило явное преобладание над расширением [34]. Это выразилось в складчатости и сопутствующих явлениях в Аппалачах, Ньюфаундленде, Восточной Австралии, Инуитской системе, Юго-Восточном Китае, Северных Андах и Североамериканских Кордильерах. Вместе с тем, тектоническая активность и магматическая деятельность внутри континентов продолжала снижаться.

Ведущей тенденцией развития подвижных поясов в раннем силуре продолжало оставаться сжатие и связанные с ним процессы поднятий и горообразования в Северных Аппалачах с Ньюфаундлендом, Восточной Гренландии, Шпицбергене, Британии и Скандинавии. Классическим примером можно считать Грампианскую геосинклиналь, расположенную на территории современной Шотландии, которая замкнулась к концу лудловского века (низы позднего силура). На всей территории Норвегии и Швеции силурийские и более древние отложения были смяты в складки

и нарушены разломами с горизонтальными смещениями [32]. Каледонские складчатые образования известны в Барбанте, юго-западном обрамлении Восточно-Европейской платформы, Центральном Казахстане, Северном Тянь-Шане, Алтае — Монгольской области.

Очевидно, что резкое сокращение объема океанских впадин привело к глобальной морской трансгрессии, которая продолжалась, в целом, до начала позднего силура (рис. 17, 18). На данных рисунках, как и на целом ряде следующих, представлены палеогеографические схемы различных отделов фанерозоя, выполненные О. Л. Эйнором, А. Ю. Розановым и К. Б. Сеславинским при консультации В. Е. Хаина, которые были опубликованы в Большой Советской Энциклопедии 1954 года издания. В относительно мелководных эпиконтинентальных морях, покрывавших значительные площади платформ Северного полушария и Южной Америки (см. рис. 17, 18), накапливались преимущественно маломощные, в среднем до 500 м, известняковые, реже песчано-глинистые осадки. Хотя рис. 18 характеризует уже эпоху расширения Герцинской тектоно-эры, о которой речь пойдет дальше, он наглядно показывает, как море "уходит" из материков во время эпохи расширения. В результате размыва суши морскими трансгрессиями накапливались тонкозернистые терригенные отложения (что характерно для Северной и Южной Америки, Урала, Центральной Европы, Северной Африки, Азии и других регионов).

С извержениями подводных вулканов тесно связано накопление кремнисто-глинистых илов, которые вместе с эффузивами образуют осадочно-вулканогенные формации Урало-Тянь-Шаньской, Казахстанской, Аппалачской и Средиземноморской геосинклиналей. Раковинные и рифовые карбонатные фации характеризуют лишь узкие шельфовые зоны [32].

Климат раннего ордовика в целом соответствовал кембрию, а со среднего ордовика началось заметное похолодание, которое продолжалось до позднего силура [19]. Все это закономерно, так как в эпохи сжатия запечатываются каналы, подводящие тепло к поверхности планеты; поток тепла от Солнца также ослабевает по тем же причинам.

Исходя из целей данного исследования, описываются только общие принципиальные черты развития планеты в эпохах расширения и сжатия. В то же время эпохи эти совсем не однородны, как явствует из рис. 16. Стадии отличаются по длине, а катастрофы по рангу и позволяют самым детальным образом проанализировать любой структурно-тектонический элемент литосферы планеты в зависимости от места нахождения и времени образования и развития.

Отложения силура можно охарактеризовать двумя фациальными типами: мелководными шельфовыми, преимущественно карбонатными образованиями с бентоносной фауной (трилобитами, брахиоподами, ракоскорпионами, кораловыми полипами и т. д.) и глубоководными

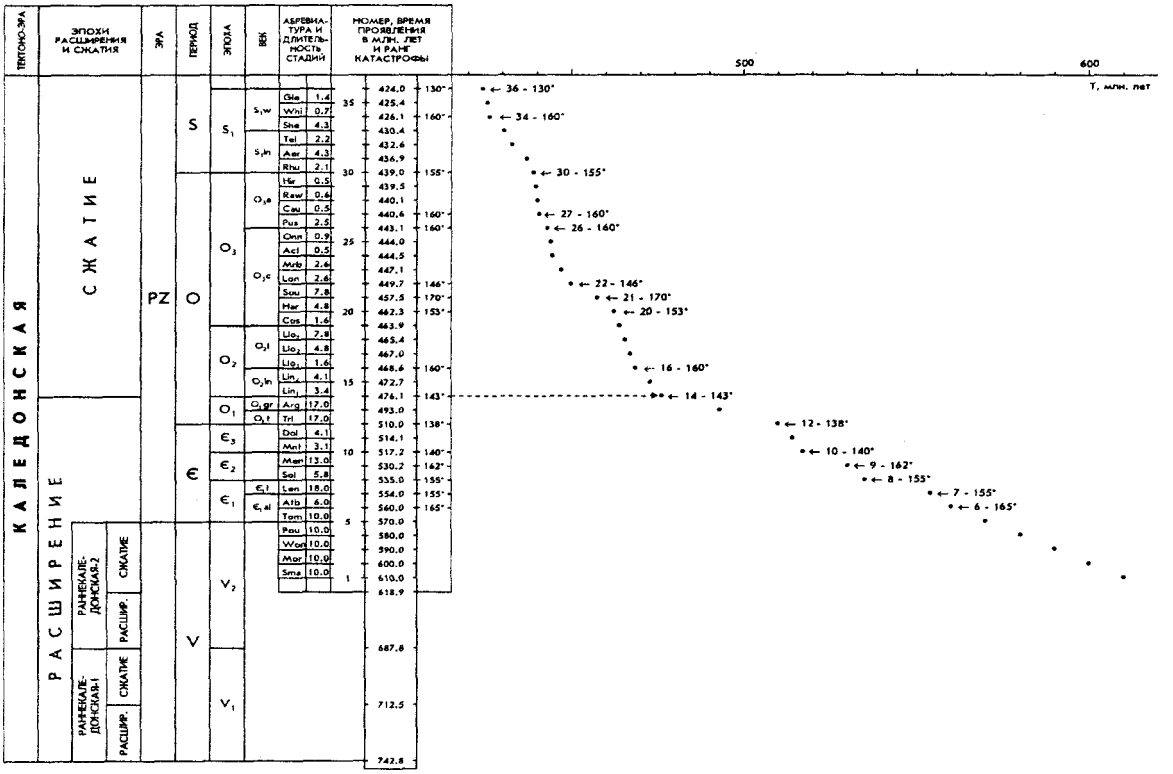
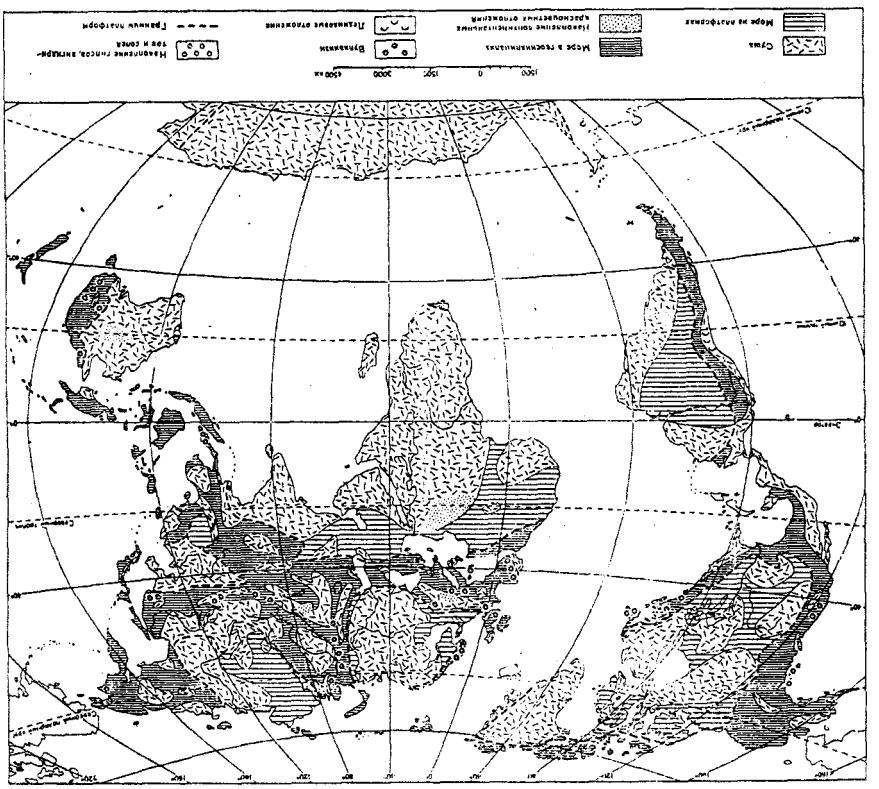


Рис. 16. Каледонская тектоно-эра

Рис. 17. Палеогеографическая схема раннего силура



терригенными отложениями с планктонной растительностью (граптолитами, конодонтами, хитинозоями). Первые распространены на большинстве платформ Северного полушария, Южной Америке, Северной Африке, а вторые характеризуют периферийные зоны платформ и акватории геосинклинальных поясов.

Каледонская тектоно-эра, по мнению В. Е. Хаина, отличается от пришедшей к ней на смену Герцинской следующим:

1. Незавершенностью геосинклинального развития многих своих областей.

2. Отсутствием в складчатых сооружениях каледонид типичных передовых прогибов.

3. Незначительным развитием в областях каледонских тектономагматических активаций поздних калиевых гранитов.

4. Широким распространением продуктов геосинклинального вулканизма и офиолитов.

Вышеприведенные пункты полностью соответствуют физическому смыслу длинной тектоно-эры галактического года, во время которой происходит глобальное расширение галактического цикла и частичное сжатие. А завершен он будет глобальным сжатием в конце короткой тектоно-эры.

6.2. Герцинская тектоно-эра

Длится с позднего силура по раннюю пермь, завершая тектоническое развитие планеты Земля в n+10-м галактическом году (рис. 19).

6.2.1. Эпоха расширения Герцинской тектоно-эры

Начинается со второй половины силура и длится по визе раннего карбона.

В позднем силуре на территории Шотландии, Северной Англии и Ирландии сильно дислоцированные отложения несогласно перекрываются континентальными красноцветными песчаниками. В Средиземноморской и Урало-Сибирской геосинклинальных зонах в это время происходят регрессии эпиконтинентальных морей. Нарушение солености в изолированных позднесилурийских бассейнах привело к образованию красноцветных отложений, солей и гипсов (Северо-Американская и Сибирская платформы). Широкое распространение богатых раковинных фаун и обилие рифов в морях дают возможность предположить, что они образовались в условиях теплого мягкого климата. По методу изучения жидких включений в кристаллах соли определяются средние температуры в пределах 30-50°С.

Ранний девон являлся геократической эпохой — эпохой господ-

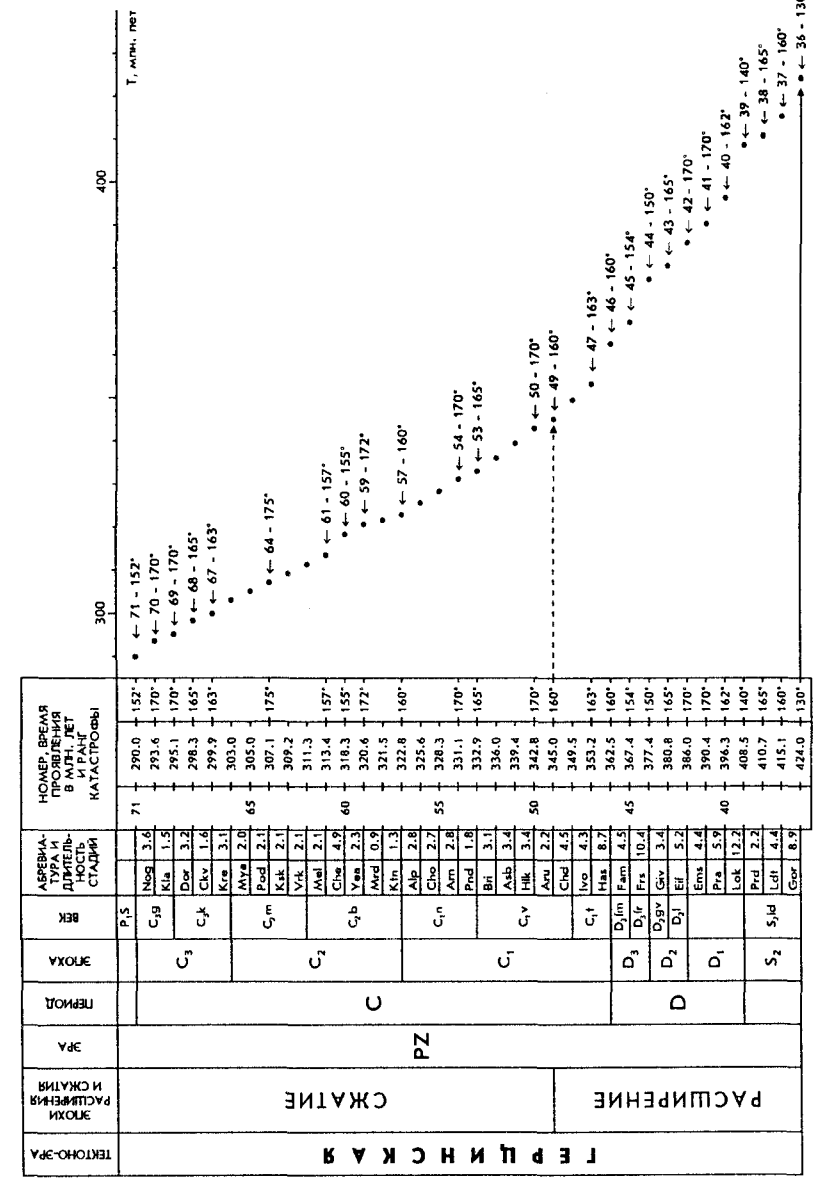


Рис. 19. Герцинская тектоно-эра

ства суши, обширных поднятий материков и регрессий моря. Море (по А. В. Ронову и В. Е. Хаину, 1954) занимало менее 30% современных материков. Морские бассейны характеризовались значительными перепадами глубин, а на суше преобладал расчлененный рельеф — наиболее контрастный в областях завершившейся каледонской складчатости. О нем свидетельствуют связанный с разломами обильный наземный вулканизм (порфировой или андезит-липаритовой формаций) и мощные толщи наземных обломочных, обычно красноцветных, осадков — древний красный песчаник ("олд-ред" Британских островов). В геосинклиналях площадь морских осадков не превышала 50%, а на платформах — 17%. Моря почти полностью исчезли в Кордильерской геосинклинали и сократились в Урало-Тянь-Шаньской и Тасманской. Сушей стали: Восточно-Европейская платформа, Центральный Казахстан, Западный Саян. В более молодых геосинклиналях происходили поднятия геоантиклинальных зон с образованием цепочек гористых островов. В них отлагались обломочные (во внешних прогибах) и карбонатные морские осадки, а во внутренних глубоководных прогибах происходили излияния лав кератофир-спилит-диабазовой формации начальных стадий геосинклинального развития. Характерно интенсивное погружение прогибов, заполнявшихся продуктами размывавшейся суши. Трансгрессивный характер сохраняли моря в геосинклиналях Верхояно-Чукотской и Андийской (в Южной Америке).

В целом климат раннего девона отличался континентальностью и аридизацией. Аридный климат привел к образованию обширных площадей занятых красноцветными отложениями засолоненных бассейнов, и образованию месторождений соли и гипса в северо-восточной части Северной Америки и на континентах Ангарском, Казахском, Балтийском [32].

В среднем палеозое в некоторых областях Урало-Монгольского и Тихоокеанского подвижных поясов, завершивших геосинклинальное развитие и превратившихся в каледонские складчатые зоны, в результате импульсов горизонтального растяжения возникают интраконтинентальные рифтовые зоны эпиорогенного или синорогенного типа. Они наложены на палеозойское складчатое основание или на докембрийский метаморфический фундамент некоторых срединных массивов этих поясов (Е. Е. Милановский, 1993).

Наиболее ранние зоны такого типа, возникшие в середине девона и достигшие максимального развития в фаменском веке, установлены недавно в Юго-Восточном Китае и Северном Вьетнаме. Они наложены на каледонское складчатое основание Катазиатской складчатой системы Тихоокеанского подвижного пояса, примыкающей с юго-востока к Южно-Китайской платформе. В относительно глубоководных фаменских отложениях этих грабенов формировались стратиформные осадочно-гидротермальные месторождения руд марганца, железа, свинца,

цинка. Синхронные импульсы растяжения и рифтообразования имели место в фаменском веке в каледонидах Урало-Монгольского пояса (Центральный и Южный Казахстан), на Омолонском массиве в Верхояно-Колымской складчатой области, а также на Сибирской (Вилюйский палеорифт), Восточно-Европейской (Днепровско-Донецкий и Припятский грабены) и на Австралийской платформах (грабен Фитцрой) (Е. Е. Милановский, 1993).

Каледонские горные сооружения, возникшие из геосинклиналей Грампианской, Алтае-Саянской, Канской, в течение девонского периода интенсивно размывались и в конце его приобрели платформенный характер [32].

Средний девон характеризовался некоторой перестройкой структурных планов, нарастанием морских трансгрессий в ряде геосинклиналей и платформ, уменьшением амплитуды поднятий и связанным с этим общим уменьшением распространения обломочных и увеличением соленосных и морских карбонатно-обломочных формаций. С усилением погружений связана активизация вулканизма. Море заняло 40% площади материков. Широкое развитие получила трансгрессия в геосинклиналях Кордильер, Австралии, Восточной Азии. Расширилась Урало-Тянь-Шаньская геосинклиналь. Море затопило большие части Восточно-Европейской и Сибирской платформ, начало затоплять Северо-Американскую и Австралийскую платформы. Вместе с тем на платформах Южной Америки, в меньшей мере Африки, площади осадконакопления продолжали сокращаться. Вулканизм в каледонидах в конце эпохи значительно ослабел. Климат стал мягче. Развилась растительность. На суше появился растительный покров [32].

Хотя в среднем девоне, как и в нижнем, не отмечено значительных горообразовательных процессов, в то же время режим с чисто геократического стал частично толассократическим. Это хорошо видно на рис. 19, где время стадии 43 между катастрофами 43 и 44, в среднем девоне, существенно сокращено до 3,4 млн. лет, что говорит о некотором сжатии планеты в это время.

В позднем девоне продолжалось перераспределение суши и моря. На севере Евразии и в Северной Америке увеличение площадей осадконакопления и трансгрессии было менее значительным, а в конце эпохи (в фаменском веке) на платформах сменилось регрессиями. Сибирская платформа освободилась от моря. Море в пределах Русской плиты превратилось в лагуны. На юге, в Австралии, площадь моря не изменилась, в Африке она уменьшилась, а в Южной Америке море почти полностью покинуло материк. Поднятия Индостанской платформы выдерживались в течение всего девона. Общие площади морей на платформах и в геосинклиналях мало изменились. Сохранилось сходство в формационном составе отложений, среди которых преобладала морская карбонатно-обломочная формация. Увеличились

площади накопления карбонатной и подводно-вулканогенной спилит-кератофировой формации, связанной с увеличением вулканизма в герцинских геосинклиналях, особенно расположенных вблизи Тихого океана. Эпоха завершилась местами складчатостью и поднятиями, сопровождавшимися кислыми и основными интрузиями [32].

По характеру геологических процессов и палеогеографической обстановки каменноугольный период почти на всем земном шаре подразделяется на два этапа: первый из них охватывает ранний карбон, второй — средний и поздний. На обширных площадях геосинклиналей среднего палеозоя в связи с герцинским складкообразованием морской режим после раннего карбона сменился на континентальный [32]. Отсюда можно сделать вывод о том, что эпоха расширения сменилась эпохой сжатия на границе раннего и среднего карбона. В большой Советской энциклопедии говорится, что сухой климат в каменноугольном периоде был характерен лишь для турнейского века, когда одна из зон аридного климата протягивалась от Южного Казахстана через Тянь-Шань к Таримскому массиву. Впадины, отличавшиеся в этот век сухим климатом, протягивались от Казахстана до Сибирского плоскогорья и низовьев р. Лены. Исходя из информации о климате, эпоха расширения захватывала только турнейский век раннего карбона. По нашим данным, исходя из рис. 19, она заканчивается через 4,5 млн. лет после турнейского века, т. е. в начале визейского. Номер катастрофы, после которой планета вошли в эпоху прогрессирующего сжатия, 49. Она названа Саурской, тектонический ранг ее 160°. Еще выделены по канону Г. Штилле 46 и 39, Бретонская и Эрийская, их тектонический ранг 160° и 140°.

6.2.2. Эпоха сжатия Герцинской тектоно-эры

Итак, с начала визейского века раннего карбона и до начала ранней перми происходила заключительная фаза сжатия n+10-го галактического года или галактического цикла.

Вначале данного этапа Северная Америка и Восточная Европа сомкнулись в единый континент Еврамерику в связи с окончательным закрытием разделявшего их океанского пространства Япетуса. Претерпел изменения и сократился в размерах Палеоазиатский (Урало-Охотский) океан — спрединг в нем прекратился и начался процесс уменьшения пространства, занимаемого океанской корой. Аналогичный процесс характеризовал развитие Иннуитского бассейна, вступившего в заключительную фазу, в результате чего Пирия и вся Гиперборея сблизились с Северной Америкой. Изменения испытывал и Палеотетис, который ранее широко открывался в Палеопацифик на западе и на востоке.

Во второй половине каменноугольного периода в зонах герцинского орогенеза — Тянь-Шань, Казахстан, Урал, северо-западная часть Европы, Восточная Азия, Северная Америка — поднялись горные хребты.

К концу карбона структурный план Земли претерпел еще более существенную перестройку. Урало-Охотский пояс на всем своем протяжении, кроме самого восточного, Амуро-Охотского сегмента, вступил в орогенную стадию развития, что привело к объединению в единый континент Лавразию ранее обособленных Еврамерики, Сибири и Китайско-Корейского кратона. Аналогичную судьбу испытал Средиземноморский пояс со своим американским продолжением — в результате чего Лавразия спаялась с Гондваной, образовав очередную Пангею. Лишь на востоке, с некоторым смещением к югу Палеотетис раскрылся в сторону Тихого океана, который существенно сжавшись в размерах, образовал S-образную полосу на западе.

Таким образом, в связи с герцинским складкообразованием и орогенезом морской режим на обширных площадях геосинклиналей сменился на континентальный. На северо-востоке Азии, Восточно-Европейской и Северо-Американской платформах развилась широкая морская трансгрессия и вода покрыла обширнейшие пространства в пределах материков. В раннем карбоне море покрывало Европу (исключая Скандинавию и прилегающие районы), большую часть Азии, Северной Америки, крайний запад Южной Америки, северо-запад Африки, восточную часть Австралии. Моря были преимущественно мелкими с многочисленными островами. Сушей была центральная часть Сибири между реками Леной и Енисеем, Монголией и морем Лаптевых.

Климат каменноугольного периода характеризуется отличием раннекарбоновой эпохи от климатических условий среднего и позднего карбона. Если в раннем карбоне господствовал влажный тропический климат, унаследованный от девонского периода, то в среднем он сменился в сторону похолодания. Впрочем, прохладные условия в Антарктике и на востоке Евразии существовали уже в середине раннего карбона, а со среднего начинается резкая дифференциация климатических условий, приведшая к значительной климатической зональности. При этом имели место существенные похолодания — даже в экваториальном поясе средние температуры понизились на 3-5°С. Это привело к образованию в позднем карбоне, на суперконтиненте Гондвана, площадного оледенения в результате резкого сокращения субтропических и тропических поясов [19].

Каменноугольный период — один из периодов наиболее сильной магматической (в особенности интрузивной) деятельности, что тесно связано с апогеем герцинского орогенеза [32]. Она проявилась в геосинклиналях — Уральской, Тянь-Шаньской, Казахстанской, Урало-Охотской и многих других — на территории Западной Европы, Азии, Северной и Южной Америки, на востоке Австралии.

Итак, закончился очередной, n+10-й галактический год, а с ним и очередной этап развития планеты Земля. Спаянная в монолит литосфера препятствует оттоку тепла из недр планеты, которое выходит только в узких спрединговых зонах, где образуются океанические горные хребты. Солнечная система подошла к границе рукава и межрукавья и как только она ее пересечет, прессингующее силовое поле Галактики Млечный Путь поменяет свой знак и процессы сжатия сменятся процессами расширения.

Глава 7
Альпийская тектоно-эра n+11-го галактического года

Альпийская тектоно-эра начинает первый этап n+11-го галактического года. Состоит из длинной эпохи расширения, которая длится с перми по неоген, и эпохи сжатия, длительностью 52,1 млн. лет (рис. 20).

7.1. Эпоха расширения Альпийской тектоно-эры

В состав эпохи расширения Альпийской тектоно-эры входят две тектоно-эры более низкого ранга — Киммерийская и Раннеальпийская. И если Раннеальпийская тектоно-эра, имея слабо выраженную эпоху сжатия, соответствует низшему рангу, то Киммерийская к нему относится условно, только из-за своей ограниченности во времени (сила же проявления ее эпох расширения и сжатия не уступает Герцинской тектоно-эре).

7.1.1. Первая фаза расширения — киммерийская

Итак, возникший в конце карбона огромный континентальный массив простирался от Восточной Сибири до Южного полюса, где располагалась Антарктида. В центре и на востоке Лавразийская часть Пангеи, отделялась от Гондванской открытым к востоку и здесь сливавшимся с Пратихим океаном заливом остаточного Палеотетиса. Его существование доказывается краевым вулканоплутоническим поясом Евразии, протянувшимся от Добруджи до Куньлуня и восточнее [35].

В начале ранней перми начался раскол Гондваны, пока еще в форме континентального рифтогенеза, который заложил основу будущего ее распада. Подобный процесс затронул и Лавразию, где возникли две крупные рифтовые системы — Северо-Атлантическая и Западно-Сибирская, соединившиеся в Арктике к северу от Новой Земли. Деструкция континентальной коры в обеих системах местами дошла до стадии спрединга. В Западной Сибири процесс на этом затем и остановился, в то время как в Атлантике он явился предвестником образования нового океана [34].

К концу поздней перми в пределах Лавразийского сектора Пангеи в основном закончилось денудационное выравнивание герцинских горных сооружений. В Северной Америке, Восточной Европе, Сибири и на Китайско-Корейской платформе господствовали континентальные условия. Погружения происходили по периферии суперкон-

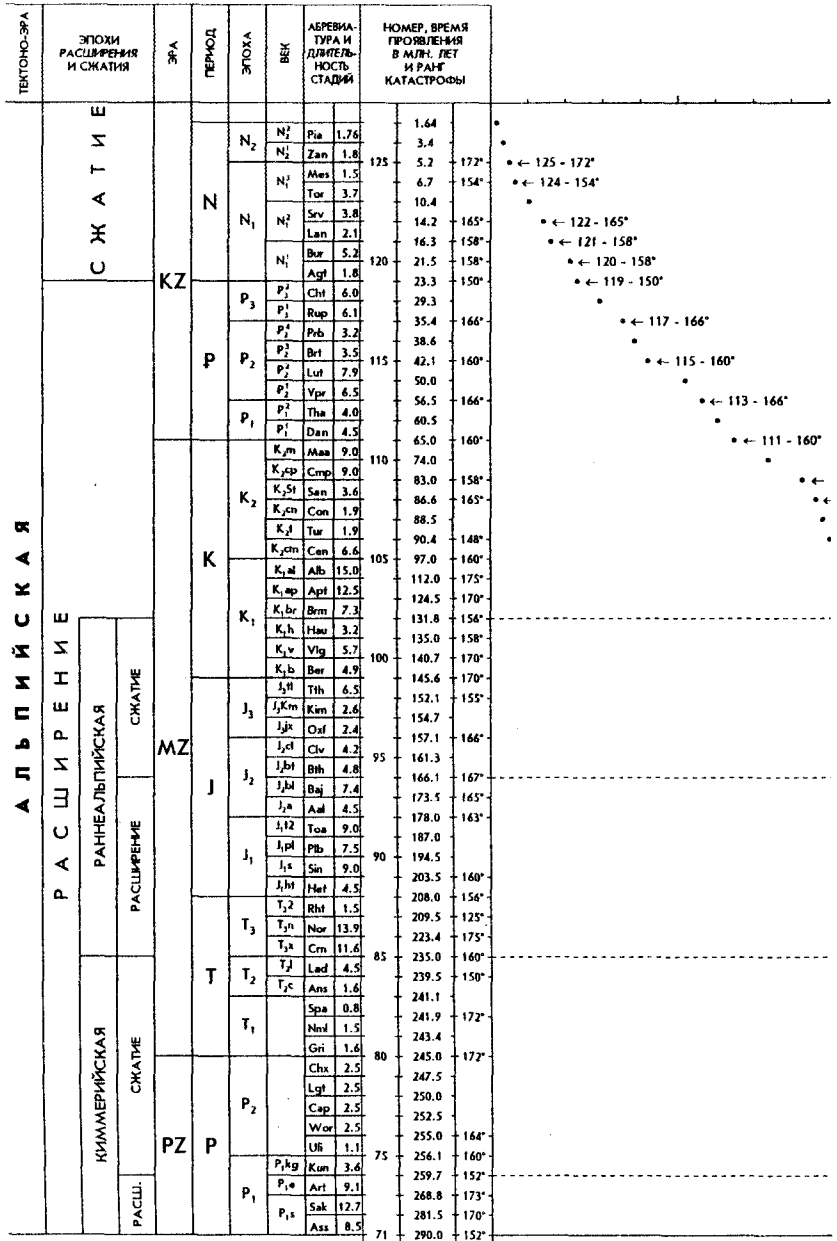


Рис. 20. Альпийская тектоно-эра

тинента: на его склонах, обращенных к Тихому океану и Тетису, в Скалистых горах; в Верхояно-Колымской области; на Скифско-Туранской плите; в отдельных крупных впадинах, унаследованных от позднего палеозоя — Свердрупской, Среднеевропейской, Баренцевой, Прикаспийской, в Енисей-Хатангском и Лено-Анабарском прогибах, а также в новообразованной Оддосской впадине [35].

В Гондванском секторе, на фоне выравнивания рельефа развивались зоны перикратонных опусканий и крупные внутренние впадины. К числу первых относятся Алжиро-Тунисская и Нижненильская в Северной Африке, ряд опусканий от Сомали до Мозамбика в Восточной Африке, северо-западный склон Индостана, склон Южно-Американской платформы, обращенный к Андам; ко вторым — впадины Чако-Параны в Южной Америке, Конго и Карру в Африке, впадины Каннинг и Большой Артезианский Бассейн в Австралии. По обе стороны Африки, на северо-западе от подводной окраины Марокко (плато Мазаган) до Гвинеи-Бисау, на востоке вплоть до Мозамбика и западной части острова Мадагаскар, постепенно разрастались рифтогенные прогибы. Начали развиваться рифты полуострова Индостан и Западной Австралии.

Средиземноморский подвижный геосинклинальный пояс Тетис протягивался от Центральной Европы до Тихого океана. Ширина его для середины поздней перми на меридиане Кавказа оценивается в 2500 км, а на меридиане Памира — более 4500 км.

В дальнейшем Тетис претерпел весьма сложную эволюцию — переход от Палеотетиса, занимавшего более северное положение, через Мезотетис к Неотетису. Этот переход осуществлялся путем откалывания от "Большой Гондваны" континентальных глыб — микроконтинентов: Анатолийского, Иранского, Закавказского, Центрально-Афганского, Южно-Памирского (Нуристан-Бадахшанского), Северо- и Южно-Тибетских, Южно-Китайского (Янцзы), Синобирманского, Индосинийского — и их причленением в конечном счете к Лавразии.

В месте расширения средиземноморского пояса берут начало две подвижные системы.

Одна примыкает к южному окончанию зоны Сунпан-Канзе, находящейся на юге Куньлуня и Циньлиня. Далее она уходит в Юго-Восточную Азию и раздваивается на Юньнань-Малайскую меридиональную и Вьетлаосскую северо-западно — юго-восточного простирания системы. Первая пересекает Лаос, Таиланд и уходит в Малайю; вторая представлена в Северном Вьетнаме зоной Шонг-Да. Обе зоны являются рифтогенным продуктом регенерации растяжения и погружений после герцинской складчатости [35].

Другая подвижная система пролегла через Центральный Афганистан (Фарахрудская зона) и Центральный Памир (Рушанско-Пшартская зона), а далее через Центральный Тибет (зона Танггла) и с поворотом на юг продолжалась через Западную Юньнань в Бирму (зона Ситтанг-Мыйткыйна), окаймляя с запада Синобирманский микроконтинент (Юньнань-Малайская система обтекает его с востока, отделяя от Индосинийского микроконтинента). Формирование этой системы, как и предыдущей, началось в ранней перми, когда Северо-Тибетский и Синобирманский микроконтиненты откололись от Гондваны. Развитие Афгано-Бирманского океанского бассейна, который наименовали Мезотетисом, продолжалось вплоть до раннего мела.

Южную половину Тихоокеанского подвижного пояса составляла активная окраина Гондваны, окаймляющая будущие Южно-Американский, Антарктический и Австралийский континенты, в то время как Африканская и Индостанская периферии Тихоокеанского пояса слагалась из восточной активной окраины Лавразии, простиравшейся от Корякии до Филиппин, и западной окраины Лавразии, представленной системой Кордильер. Они смыкались в Арктике, обрамляя Гиперборейский кратон в районе Аляски.

Восточно-Сибирский выступ и Омолонский микроконтинент системой рифтогенных прогибов были отколоты от Лавразии и омывались узкими заливами Пратихого океана. В частности, южный Монголо-Охотский залив простирался от Охотского моря до северо-восточной части Монголии. Его Монгольско-Забайкальская часть представляла узкую зону новообразованных рифтогенных прогибов, наложенных на герцинское складчатое основание. Южнее Монголо-Охотского залива располагался Китайско-Корейский выступ Лавразии.

На крайнем востоке Австралии, между Сидней-Боуэнским прогибом и вулканоплутоническим поясом, соединявшим Новую Гвинею и Новую Каледонию, расположена Ново-Английская подвижная система, которая образовалась в ранней перми.

Далее на юг следы активной окраины Гондваны обнаружены в Западной Антарктиде (Антарктический полуостров, Южно-Оркнейские и Южно-Шетландские острова). Здесь выделяются отложения континентального склона и подножия, сходные с новозеландскими.

В Андском сегменте перигондванской активной окраины в ранней перми возник краевой вулкано-плутонический пояс.

Почему такое большое внимание уделяется эпохе расширения Киммерийской тектоно-эры, которая и длится-то чуть больше 30 млн. лет (см. рис. 20), захватывая раннюю пермь без кунгурского века? Планета Земля вместе с Солнечной системой начала движение по пути n+11-го галактического года. Прессинг силового поля Галактики ослаб, в недрах планеты продолжились фазовые превращения вещества с увеличением объема, и вся эта "лишняя" масса ищет выхода. Где прорвется литосфера Земли? Очевидно там, где она тоньше и где больше была расшатана, нарушена, раздроблена предыдущими тектоно-магматическими активациями. И если учесть, что во время n+10-го галак-

тического года дроблению и переработке подверглась в основном Лавразия, а Гондвана оставалась в целом монолитной частью литосферы, то можно предположить, что теперь наступила ее очередь. Надо полагать, что активные окраины континентов, определенные для начала эпохи расширения, очертят ту область литосферы, где и произойдет в основном будущий активный спрединг.

Анализ раннепермской геотектонической обстановки позволяет утверждать, что капитальному раздроблению и переработке в n+11-м галактическом году подвергнется именно Гондвана. В итоге, из двух глобальных рифтовых систем Лавразии разовьется только одна — Северо-Атлантическая, да и то потому, что продолжит Южно-Атлантическую, Гондванскую, заметно сужаясь к северу.

Пермская регрессия — одна из крупнейших в истории Земли — вызвала превращение обширных морей, существовавших в начале пермского периода в разобщенные полузамкнутые бассейны, солевой режим которых нередко существенно отличался от нормального океанического [32]. Морской режим сохранялся лишь в некоторых геосинклинальных областях (Тетис, Верхоянье) и на подвижных участках платформ. Ранняя пермь характеризуется интенсивной подводной и наземной вулканической деятельностью. Климат имеет резко выраженную зональность и возрастающую засушливость [32].

Начало пермского периода характеризуется материковым оледенением в Южном полушарии, унаследованном от позднекаменноугольной эпохи (Гондванское оледенение), поэтому в отложениях развиты тиллиты. Для континентальных отложений перми характерно широкое развитие красноцветной обломочной и соленосной лагунной формаций. С геосинклинальными морями связано образование терригенных обломочных, обломочно-карбонатных и кремнисто-обломочно-вулканогенных формаций.

Эпоха сжатия Киммерийской тектоно-эры продолжалась с начала кунгурского века ранней перми по средний триас включительно. Несмотря на небольшую длительность (см. рис. 20), она была достаточно сильной. Подвижные пояса и геосинклинальные системы, заложенные в раннепермскую эпоху, в обстановке сжатия подверглись складчато-надвиговым деформациям и интрузивному магматизму. Произошла не только консолидация Лавразии, но и увеличение ее площади за счет припайки коры молодых платформ и Китайско-Корейского кратона [35]. Морской бассейн Тетис занимал территорию Средиземноморского геосинклинального пояса, временами несколько выходя за его пределы. Согласно официальным источникам [32], по берегам Атлантического океана, морские триасовые отложения отсутствуют. Присутствие таких отложений на востоке Африки и Мадагаскара свидетельствует о начале формирования Индийского океана.

В Андском сегменте пригондванской окраины, начиная со среднего триаса, постепенно развивалась трансгрессия, продвигающаяся с севера и северо-запада, со стороны Тихого океана.

Хотя нет пока точной информации о начале формирования Атлантического океана, можно предположить, что оно было положено именно в ранней перми, т. е. системы рифтовых зон, по которым в дальнейшем развивались Индийский и Атлантический океаны, были заложены одновременно.

С середины перми происходило значительное охлаждение климата, которое продолжалось ранний и средний триас и только в позднем триасе началось заметное потепление. Палеотермометрические исследования остатков белемнитов, брахиопод и пелиципод из позднетриасовых отложений Германии, Кавказа и Вьетнама говорят, что ежегодная температура морских вод колебалась от 22 до 28°С. Среднегодовая температура океанской акватории Мезотетиса, который разделял Лавразию и Гондвану, для раннего — среднего триаса составляла 20°С [19].

Для того чтобы начался холодный ледниковый и теплый межледниковый периоды, требуется изменение климата с понижением или повышением температуры всего на несколько градусов [1]. Анализ температур плейстоценового периода скорее указывает на общее понижение температуры на Земле, а не на ее перераспределение между климатическими зонами. В связи с этим в настоящее время наиболее достоверными кажутся те гипотезы, согласно которым изменение количества энергии, получаемой Землей, обусловлено внеземными причинами [1].

В раннем и среднем триасе в Средиземноморском геосинклинальном поясе (Мезотетис) образовались типичные карбонатные и эвапоритовые формации. С начала среднего триаса во многих платформенных областях значительно активизировались глубинные разломы, возникли горные системы на юге Китая, в Индокитае и Индонезии.

7.1.2. Вторая фаза расширения — раннеальпийская

Итак, на первом этапе расширения Альпийской тектоно-эры — киммерийском — заложились основные рифтовые пояса и обозначились тектонические особенности развития планеты в n+11-м галактическом году. Раннеальпийский этап развития имеет свои особенности: четко выраженную эпоху расширения (которая, впрочем, в конце позднего триаса — начале ранней юры была прервана мощной фазой сжатия) и слабо выраженную эпоху сжатия, которая длится с бата средней юры по гатерив раннего мела (см. рис. 20).

На рисунках 21 и 22 представлены палеогеографические схемы для раннего — среднего и позднего триаса, которые характеризуют переход от эпохи сжатия Киммерийской тектоно-эры к эпохе расши-

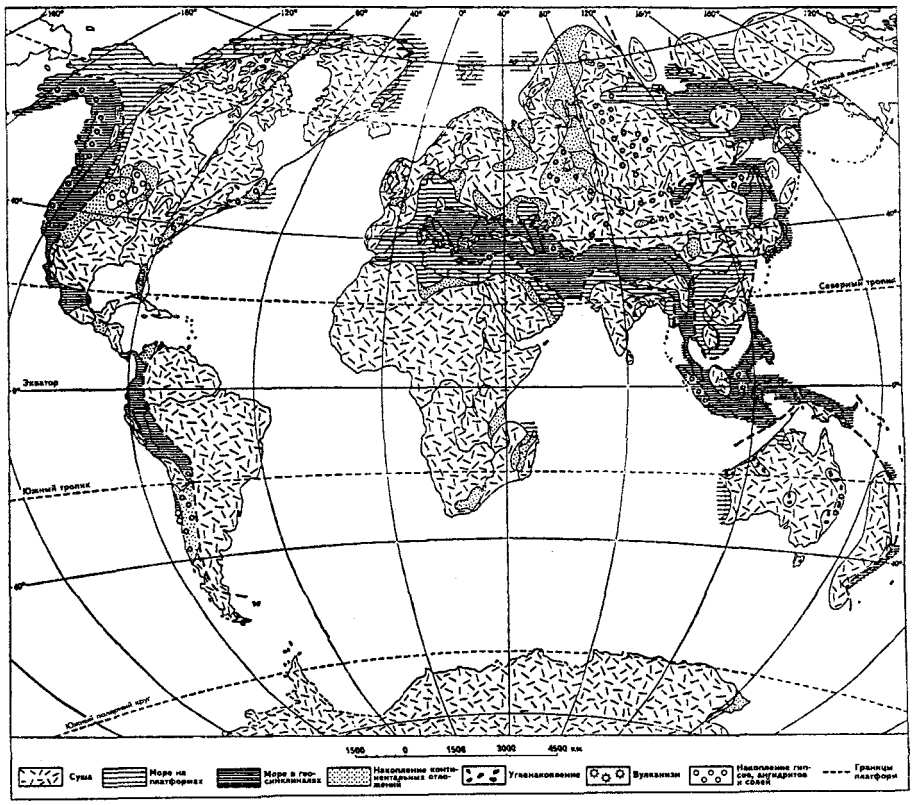


Рис. 21. Палеогеографическая схема раннего—среднего триаса

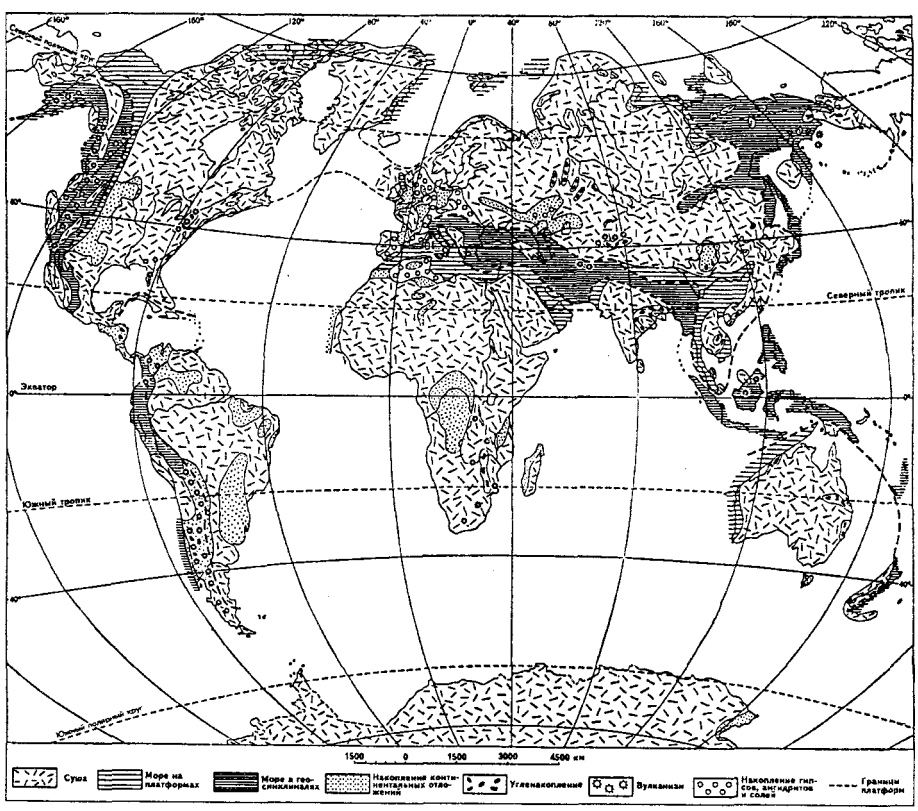


Рис. 22. Палеогеографическая схема позднего триаса

рения Раннеальпийской. На них отчетливо видно, что площадь платформ, затопляемая морем в позднем триасе, резко сократилась. Это связано с тем, что море ушло во вновь расширившиеся рифтовые системы, которые заложились еще в перми.

В позднем триасе по обе стороны Африки, на северо-западе от подводной окраины Марокко (плато Мазаган) до Гвинеи-Биссау, на востоке вплоть до Мозамбика и западной части острова Мадагаскар, продолжали развиваться к югу рифтогенные прогибы, которые в позднем триасе — ранней юре заполнялись эвапоритами. Одновременно вступили в заключительную фазу своего развития рифты системы Карру в Южной Африке, продолжали развиваться рифты полуострова Индостан и Западной Австралии. Это развитие сопровождалось траповым магматизмом, наиболее интенсивным в Африке, где мощность базальтов на юге континента достигает 5 км. Значительная магматическая активность наблюдалась в Антарктиде, где образовался крупнейший стратиформный плутон Дюфек (возраст 191-165 млн. лет), занимающий площадь 50000 км^2 и достигающий мощности 9 км. На Тасмании и на крайнем юге Южной Америки, в Патагонии, средне- и позднеюрские вулканиты среднего и кислого состава занимают площадь около 1000000 км^2. Излияние базальтов в средней юре отмечено на северо-востоке Бразилии.

В позднем триасе на восточной и юго-восточной окраинах Северной Америки возникла мощная рифтовая система Галф-Коста, прослеживаемая от подводной окраины Ньюфаундленда до побережья Мексиканского залива. Она заполнилась в позднем триасе и ранней юре мощной толщей обломочных осадков и толеитовых базальтов. Мощность вулканитов достигает местами 3-5 км. Аналогичный процесс развивался и по другую сторону современной Атлантики, от Шпицбергена до Иберии и Северо-Западной Африки, включая Северное море. Он также сопровождался излияниями базальтов, в частности, в байосском веке — последнем веке Раннеальпийской эпохи расширения — отмечены такие излияния в Северном море.

Собственно океанский бассейн Мезотетиса в триасе, ранней и средней юре, замыкался в центральной части современного Альпийского пояса Европы. Однако на прилегающем пространстве шла подготовка для продвижения его дальше на запад в виде дифференциации единого эпиконтинентального моря на узкие и глубокие грабен-прогибы, заполнявшиеся глубоководными осадками от карбонатных до кремнистых (радиоляритов). Грабены являлись зонами магматической деятельности и ограничивались сбросами листрического типа, как на современных пассивных континентальных окраинах. Пояс таких структур протянулся от Южных Альп до Центрального Тавра. Он включал Сицилийско-Калабрский, Лигурийско-Пеннинский, Ломбардский, Динарский, Эллинские и Эгейско-Анатолийские прогибы. В Динаридах

продукты вулканизма достаточно разнообразны по составу: среди эффузивов присутствуют базальты, спиллиты, кератофиры, трахиты, андезиты, риолиты; среди интрузивов — габбро, сиениты, диориты с возрастом 223-216 млн. лет.

Далее на восток Мезотетис развивался по сценарию, обозначенному в ранней перми и описанному выше: откол от "Большой Гондваны" и переработка континентальных глыб микроконтинентов, расширение со смещением на юг подвижных систем Юньнань-Малайской, Вьет-Лаосской и Афгано-Бирманской.

В обстановке относительного сжатия (см. рис. 20) ретско-хетангских веков произошли деформации в подвижных поясах. В Европе они названы раннекиммерийскими — Э. Зюсс, Г. Штилле. В Юго-Восточной Азии — индосинийскими — Ж. Фромаже. Ретские и более молодые континентальные молассы, очень слабо деформированные, лежат несогласно на более древних образованиях. Кроме того, в позднем триасе по обе стороны Юньнань-Малайской системы, на периферии Синобирманского и Индосинийского микроконтинентов продолжали развиваться вулканоплутонические пояса.

Кордильерский сегмент тихоокеанской окраины Лавразии вступил в новую фазу развития, которая характеризовалась аккрецией коры окраинных морей, вулканических дуг и внутриокеанских поднятий к Северо-Американскому и Гиперборейскому континентам. После причленения офиолитового меланжа Кингс-Ковиэ, в ранней и средней юре возник вулканоплутонический пояс на восточном склоне Сьерры-Невады с небольшими плутонами среднего и кислого состава, образовавшимися в интервале времен 180-160 млн. лет. На севере Калифорнии, юге Орегона и в горах Кламат с позднего палеозоя до берриаса включительно, шла аккреция офиолитов и островодужных комплексов на окраине континента. В результате этого возникла серия шарьяжных пластин, пододвинутых с запада на восток, породы которых закономерно омолаживаются в противоположном направлении.

На юге полуострова Аляска в позднем триасе — ранней юре существовала вулканическая дуга от острова Кадьяк до полуострова Кенай, с которой связан пояс диорит-тоналитовых плутонов.

Триас — юрское расширение планеты способствовало образованию впадин в области молодых и древних платформ. Так, в Европе образовались Англо-Парижская, Южно-Германская, Аквитанская, Ронская, возобновилось опускание в Северо-Германской, Датско-Польской, Днепровско-Донецкой и других впадинах. Образовалась также большая Западно-Сибирская впадина и Большой Артезианский бассейн Австралии [19].

Восточно-Сибирский выступ Лавразии и Омолонский микроконтитент в позднем триасе — ранней юре находились вблизи окраины Сибири, отделяясь от нее глубоководным бассейном [35].

Южное продолжение восточно-азиатской окраины с перерывами прослеживается вплоть до западной зоны Филиппинского архипелага (Миндоро, Палаван) и далее, вероятно, смыкается с южным окончанием Юньнань-Малайской системы. До середины позднего триаса эта окраина не была непрерывной: в нее вливались две ветви Мезотетиса — Циньлиньская и Вьет-Лаосская. Положение изменилось в начале рэтского века, когда континентальные блоки Янцзы и Индосинийский окончательно примкнули к Лавразии [35].

В Андском сегменте вулканизм не затухал и в позднем триасе. В ранней юре, в Центральных и Южных Андах формировалась вулканическая дуга с глубоководным преддуговым прогибом и мелководным, временами лагунным, задуговым прогибом.

В эпоху расширения Раннеальпийской тектоно-эры завершился второй подготовительный этап раскрытия молодых океанов — Индийского, Атлантического и Северного. Первый произошел во время Киммерийской тектоно-эры и закончился образованием системы рифтов, которые продолжали развитие в позднетриасовое, раннеюрское и среднеюрское время.

Вся история дна Атлантики выглядит как результат расширения, многократных разрывов коры, заполнения образовавшихся впадин базальтами и осадочными отложениями (П. Н. Кропоткин, 1976). Начало раздвигания официально относится ко второй половине юры [14], когда произошел разрыв синеклизы реки Параны, сложенной отложениями позднего карбона, перми, раннего и среднего триаса, а также траппами позднего триаса — ранней юры. Кусок этой синеклизы сохранился у юго-западного побережья Африки между 20 и 22 градусами северной широты, в то время как основная часть синеклизы расположена на Южно-Американском континенте. Представляется однако, исходя из логики тектонического развития планеты, что разрыв произошел в ранней перми, а осадки моложе ее откладывались тогда, когда эпиконтинентальное море проникало в синеклизу уже со стороны узкого рифтового бассейна, положившего начало будущему Атлантическому океану.

Подготовительный этап в раскрытии Индийского океана Г. Л. Кашинцев в работе [11] определяет с позднего триаса.

Отложения юрского возраста зафиксированы на западе Австралии [19] и в S-образной полосе Тихого океана [1].

Таким образом, эпоха расширения Раннеальпийской тектоно-эры окончательно расколола Гондвану, отделила Северную Америку от Европы и заложила основу будущего расширения планеты в n+11-м галактическом году.

В позднем триасе и ранней юре море покрывало только около 10% суши, что хорошо видно на рис. 23. На рисунках 23, 24, 25, взятых из работы [32], представлены палеогеографические схемы ранней, сред-

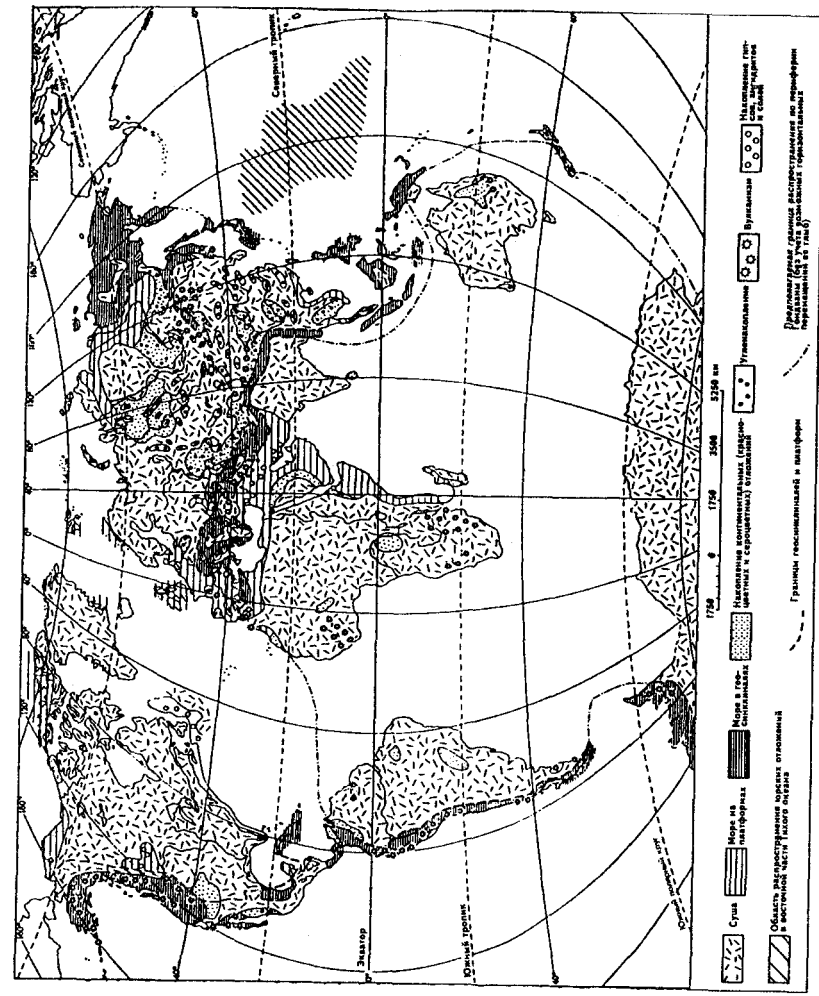


Рис. 23. Палеогеографическая схема ранней юры

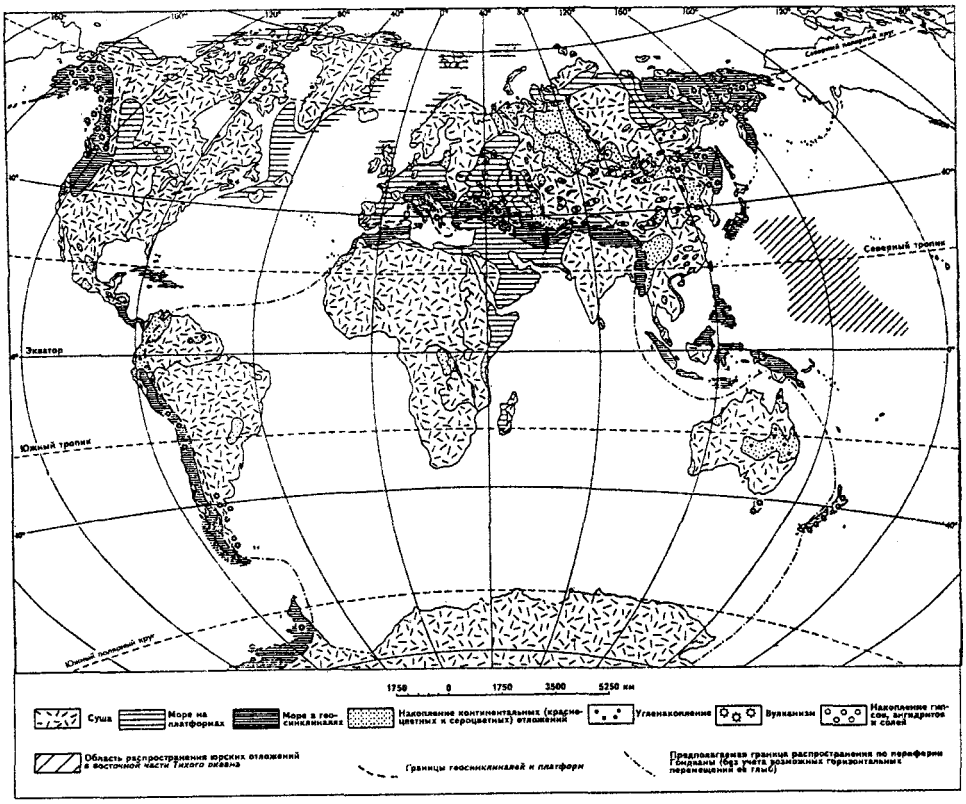


Рис. 24. Палеогеографическая схема средней юры

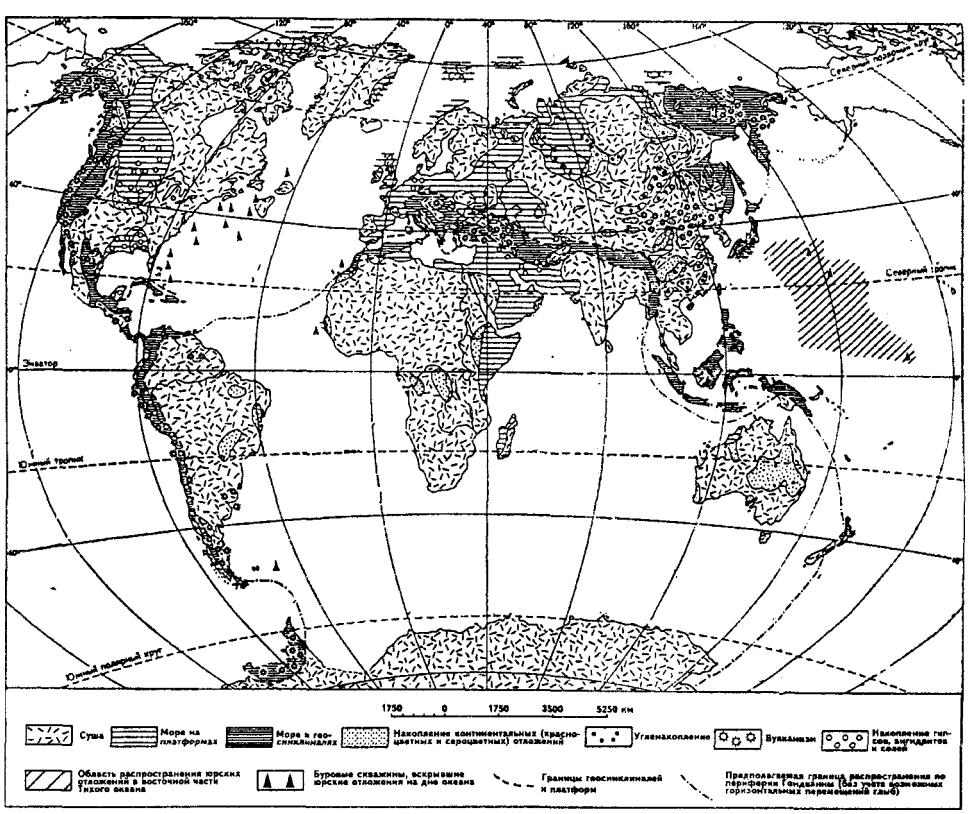


Рис. 25. Палеогеографическая схема поздней юры

ней и поздней юры. На них хорошо видно, как начиная со средней юры море постепенно затапливало платформы, характеризуя эпоху сжатия Раннеальпийской тектоно-эры.

Температура в позднем триасе и ранней юре по сравнению с позднепермско-среднетриасовой значительно повысилась [32].

Эпоха сжатия Раннеальпийской тектоно-эры длилась с начала батского века средней юры (см. рис. 20) по гатеривский век раннего мела включительно (166,1-131,8 млн. лет). Как и все предыдущие эпохи сжатия, она не была однородной. Повышенным рангом активности отличаются оксфорд-киммериджский и гатеривский века.

Учитывая общее место Раннеальпийской тектоно-эры в структуре галактического года, данную эпоху сжатия пониженного ранга можно назвать эпохой слабого сжатия или очень медленного расширения.

В работе [35] В. Е. Хаин пишет: "Раскрытие океанов, расчленивших Пангею-II, должно было компенсироваться сокращением акватории Тихого океана, несмотря на продолжение в ней спрединга вдоль нескольких сопряженных осей. Соответственно в развитии активных окраин этого океана наступил пароксизм конвергенции, сжатия, проявившийся в интенсивных тектонических деформациях, гранитном магматизме и региональном метаморфизме как высоких, так и низких давлений, в конце юры и начале мела. Эта эпоха тектогенеза проявилась не только в Тихоокеанском поясе, но и в Средиземноморском, Арктическом, а также в остаточном Амуро-Охотском сегменте Урало-Охотского пояса.

Первая фаза сжатия и кислого магматизма относится еще к концу средней юры; ее проявления известны в столь отдаленных друг от друга районах, как Крым, Кавказ и Верхояно-Колымская область (хребет Черского). Вторая фаза приурочена к киммеридж-титону; она сказалась на развитии структуры Эллинид, Кавказа, Анд и других областей. Наконец, третья фаза относится уже к середине или концу раннего мела; ее проявления мы находим в Восточных Альпах, Карпатах, Кордильерах, Афгано-Бирманской системе Азии; для последней она была главной и заключительной. Обобщенно этот тектогенез часто называют в Евразии позднекиммерийским, но отдельные его фазы на разных континентах и в разных регионах имеют свои местные наименования".

Как явствует из вышеизложенного, наблюдается практически полное совпадение так называемого позднекиммерийского тектонегеза с эпохой сжатия Раннеальпийской тектоно-эры. Фактический геологический материал, изложенный во второй части данной работы, полностью соответствует концепции пульсирующего расширения планеты под действием космического прессинга. Отдельные несовпадения говорят скорее или о неточности исходных геологических данных, или об их неоднозначном истолковании. Нигде ниже и нигде выше не говорится о конкретных величинах увеличения объема Земли. На этот вопрос можно будет ответить только тогда, когда удастся детально изучить временную геодинамику планеты, исходя из конкретных геологических фактов. Очевидно только, что объем увеличивается, причем увеличивается пульсируя. Так как эпоха сжатия Раннеальпийской тектоно-эры отличается слабым сжатием, то в ее пределах, как никогда раньше или позже, в рамках галактического года, на Земле могут одновременно существовать структуры сжатия и расширения.

Выше отмечалось, что новообразованная в процессе спрединга океанская кора во время эпох расширения будет иметь вид плоских плато, а во время эпох сжатия вид горных хребтов.

Как явствует из работы [35], спрединг в Атлантическом океане, Индийском, а возможно, и Северном Ледовитом, начался в батском веке средней юры. К этому же времени относится и раскрытие Мексиканского залива и "Лигурийского океана" — западной части Тетиса. Наиболее древние отложения, вскрытые в Тихом океане, тоже близкого возраста — келловейские. В. Е. Хаин считает, что такая одновременность событий может говорить об общем расширении Земли, но ограниченного масштаба.

К середине мела связи между большинством континентов еще сохранились. Евразия оставалась связанной с Северной Америкой через Гренландию, Африка с Южной Америкой через экваториальный перешеек, Антарктида с Южной Америкой и Австралией, Мадагаскар и Сейшеллы с Индостаном. Южная Атлантика еще не соединилась с Северной, Индийский океан на юге — с Тихим [35].

Пассивные континентальные окраины эволюционировали от предрифтовой стадии своего развития, через рифтовую к пострифтовой, зрелой. Впрочем, некоторые участки этих окраин первые две стадии прошли еще в триас-среднеюрское время. Это касается окраин центральной Атлантики, западного Тетиса, африканской и мадагаскарской окраин Индийского океана, за исключением самого южного их отрезка. Рифтовая стадия во многих районах сопровождалась толеит-базальтовым и щелочно-базальтовым вулканизмом, внедрением щелочных и щелочно-ультраосновных плутонов [35].

Трансгрессии, охватившие пассивные окраины на пострифтовой стадии, не везде ограничивались этими окраинами, а проникали в глубь континентов (см. рис. 24, 25). К данному этапу относится одна из максимальных трансгрессий в мезозое — позднеюрская, с кульминацией в позднем оксфорде [19].

Одновременно в палеоокеанах подвижных поясов еще продолжалось новообразование океанской коры и ее субдукция в зонах активных окраин с образованием вулканических дуг и краевых вулкано-плутонических поясов. Последние были особенно характерны, получив широкое распространение по окраинам всех существовавших оке-

анов. Обширная область Внутренней Азии (на север от Средиземноморского пояса) была охвачена интенсивными деформациями большого радиуса, которые вызвали образование крупных поднятий, разделенных межгорными впадинами меньших размеров [35].

Южная Атлантика, к северу от Фолклендско-Агульясского разлома, начала раскрываться в валанжине, с юга на север, и раскрывалась в результате прорастания оси спрединга с юго-востока, со стороны Индийского океана. Здесь также намечаются два, разновременно раскрывавшихся сегмента: южный, к югу от цепи поднятий Сан-Паулу-Риу-Гранди-Китовый хребет и северный, между этой зоной поднятий и трансформным разломом острова Вознесения. В южном сегменте, как об этом свидетельствует возраст грабенов и полуграбенов восточного побережья Бразилии, рифтовая стадия приходится на позднюю юру, начиная с оксфорда, и самое начало мела. В северном сегменте рифтовая стадия начинается в берриасе и длится до баррема-апта [35].

В Индийском океане в позднюю юру происходило раскрытие Сомалийского бассейна и Мозамбикского пролива, переживших рифтовую стадию в ранней — средней юре. К концу юры полностью сформировались Юго-Западный Индоокеанский и его продолжение — Африкано-Антарктический спрединговые хребты, чтобы в начале мела ось спрединга могла проникнуть в Южную Атлантику. В итоге Африка полностью отделилась от Антарктиды, Мадагаскара, Сейшелл, Индостана, Австралии, т. е. Западная Гондвана обособилась от Восточной [35].

В средней юре — раннем мелу закончили свое развитие следующие подвижные пояса: Арктический от Таймыра до Чукотки; примыкающая к нему обширная Верхояно-Колымская область; Амуро-Охотский сегмент Урало-Охотского пояса и Афгано-Бирманская система. Все они испытали заключительные деформации, складчатость, гранитоидный плутонизм, с образованием межгорных прогибов и накопления моласс. В результате этих событий произошло слияние в единый континентальный массив Гиперборейского, Сибирского и Китайского выступов континента. На их общей границе с Западно-Тихоокеанским подвижным поясом возник мощный, протянувшийся от Чукотки до Калимантана, Восточно-Азиатский вулканоплутонический пояс, звеньями которого являлись несколько разновременно образованных и заканчивающих свое существование поясов: Охотско-Чукотский, Восточно-Сихотэ-Алинский, Японский, Южно-Корейский, Катазиатский, Восточно-Вьетнамский. В западном направлении от Восточно-Азиатского развился Алдано-Становой пояс.

Восточно-Азиатский пояс маркирует эту окраину Евразии как окраину андского типа, но в отличие от современной окраины Южной Америки, это не была граница континента непосредственно с океаном. Непосредственным окаймлением вулканоплутонического пояса являлся флишевый прогиб, фрагменты которого сохранились в Корякии (Пенжинско-Анадырский прогиб), на острове Сахалин (Западно-Сахалинский прогиб), острове Хоккайдо (прогиб Исикари-Румои), на юго-западе Японии (зона Санбосан). На северо-востоке Японии флиш зоны Северной Китаками был деформирован, прорван гранитоидами с возрастом 130-110 млн. лет и несогласно перекрыт апт-альбскими слоями. Этот орогенез "Осима" или Ога (см. рис. 20, 101-я катастрофа) ярко проявлен на Хоккайдо и в западных зонах Корякского нагорья [35].

Кордильерский сегмент уже к середине юры представлял собой континентальную окраину андского типа. Выше писалось о развитии Калифорнии, а теперь необходимо добавить, что плутонический комплекс Сьерры-Невады, это многофазный батолит, в действительности состоящий из многих слившихся плутонов относительно небольших размеров; основные фазы его формирования приходятся на 180-160, 148-132, 121-104 и 90-79 млн. лет. Возраст батолита полуострова Южная Калифорния 120-100 млн. лет, батолита Айдахо —100-70 млн. лет. Данная вулканоплутоническая деятельность была следствием столкновения Тихоокеанского блока литосферы Фараллон и Северо-Американского континента, причем ведущую роль играло перемещение последнего под влиянием раскрытия Атлантического океана [35].

Развитие Канадских Кордильер и Южной Аляски в поздней юре — раннем мелу происходило по сходному сценарию — серия шарьяжных пластин, пододвинутых с запада на восток — омолаживающихся в обратном направлении.

Развитие Андской системы протекало различно в разных ее сегментах. В конце юры (150-140 млн. лет) на западе наметились зоны субдукции — под Центральную Кордильеру Колумбии, на восточном фланге которой возникла вулканическая дуга и произошло внедрение гранитоидов. На рубеже оксфорд-киммериджа южный, чилийско-аргентинский, отрезок Центральных Анд испытал поднятие и деформации. В Южных Андах произошло в конце юры становление Патагонского батолита и внедрение в северной их части вулканических образований кислого состава.

Продолжение вулканоплутонического пояса Южных Анд обнаруживается и в Западной Антарктиде. В конце юры поднятия вулканического пояса усилились, и, как и в северной части Южных Анд, состав магмы был преимущественно кислого состава. Свое дальнейшее продолжение Западно-Антарктический вулканоплутонический пояс находит в Новой Зеландии и Новой Каледонии. В конце юры — начале мела, в этом сегменте гондванской активной окраины особенно интенсивно проявились деформации и поднятия — "орогенез Рангитата". Они постепенно затухали в направлении от Новокаледонско-Новозеландской части к Новогвинейско-Австралийской [35].

7.1.3. Третья фаза расширения — собственно альпийская

Последняя фаза расширения Альпийской тектоно-эры длится с барремского века раннего мела по конец палеогена. Как и все предыдущие неоднородна по своему составу.

Раньше отмечалось, что катастрофа длится десятки тысяч лет, но вряд ли более сотни. Она представляет собой флуктуацию естественных полей планеты. Можно сказать, что это реакция ее на изменение внешних условий, средство приспособиться к ним. Вопрос этот еще предстоит детально изучить, так как он чрезвычайно важен для биосферы в целом, и для человека в частности. Пока же катастрофу понимаем как границу, отделяющую стадии друг от друга. К сжатию отнесены стадии длиной менее 4-х млн. лет, а к расширению — более 4-х млн. лет.

Океаны и континенты

В пределах третьей фазы расширения можно выделить три группы стадий относительного сжатия: турон-коньяк-сантонский века (катастрофы 106-109), датско-танетский (катастрофы 111-113) и бартонско-прадонский (катастрофы 115-117). Некоторые из вышеперечисленных катастроф упомянуты в каноне Г. Штилле: 109 — Субгерцинская, 111 — Ларамийская, 117 — Пиринейская (см. рис. 20). Всем стадиям сжатия сопутствовали морские трансгрессии.

Во время первой, максимум которой приходится на конец сантона, уровень океана поднялся на 400 м против современного, далее последовал спад, подъем, опять спад и существенный подъем в бартонско-прадонский века, который, однако, уже не достиг уровня сантонского [35].

На данном этапе завершился распад Пангеи, в частности Гондваны, и оформился план распределения континентов и океанов, в общих чертах близкий современному.

Динамика расширения Тихого океана представлена на рис. 13-14. Она очень показательна, так как идеально совпадает с внутренней структурой эпохи расширения, описанной выше. Наиболее существенное увеличение площади дна, согласно рис. 14, произошло в интервале времен 135-90 млн. лет, а согласно структуре галактического года оно должно было произойти с баррема по сеноман (131,8-90,4 млн. лет). В интервале времени 90-70 млн. лет приращение площади дна океана было весьма небольшим и именно в это время происходит турон-сантонское сжатие планеты. В интервале 70-50 млн. лет приращение площади дна океана было весьма существенным, хотя и уступало раннемеловому; это и неудивительно, так как в это время — 65,0-56,5 млн. лет (датско-танетский века) — расширение планеты было несколько замедленным (см. рис. 20). До этого времени приращение новой океанической коры в Тихом океане шло путем эдукции — с запада на восток, присоединением к более древним сегментам новообразованных литосферных блоков. В интервале времени 42,1-35,1 млн. лет (время относительного сжатия) сформировалась активная Восточно-Тихоокеанская зона и дальнейшее увеличение площади Тихого океана шло от центральной ее оси на запад и восток путем спрединга.

Итак, в результате активного расширения планеты в баррем-сеноманские века Южная и Северная Атлантика соединились между собой, завершив отделение Африки от Южной Америки, значительно увеличилось дно Индийского океана, а также образовалась Канадская котловина Северного Ледовитого океана. В интервале времен 83-65 млн. лет произошло отделение Гренландии (еще соединенной с Европой) от Северной Америки, Австралии от Антарктиды, Мадагаскара от Индостана; в Северном Ледовитом океане возникла система впадин Макарова-Толля. Продолжала расширяться площадь дна в Атлантическом и Индийском океанах. В интервале времени 65-42 млн. лет раскрылся Норвежско-Гренландский бассейн Северной Атлантики и Евразийский бассейн Арктического океана. Северная Америка и Гренландия окончательно отделилась от Евразии, формировались системы Тасманова, Кораллового, Берингового и Филиппинского морей. В олигоцене море Скотия разделило Южную Америку и Антарктиду. Параллельно с этими событиями шло увеличение дна Атлантического и Индийского океанов.

Очевидно теперь, что динамика развития Тихого океана (имеется в виду площадь приращения коры во времени), в целом соответствует развитию остальных океанов и морей планеты и исходит из внутренней структуры эпохи расширения Альпийской тектоно-эры.

На континентах продолжали развиваться рифтовые системы, заложенные ранее. Это относится прежде всего к рифтовой системе Северного-Норвежского-Баренцева морей, связанной с Северной Атлантикой. В Европе шло развитие Датско-Польского авлакогена на границе древней и молодой платформ. Это касается также рифтовых систем Африки и Индостана. Образовалась Южно-Австралийская рифтовая система и система моря Росса между Западной и Восточной Антарктидой.

Интенсивными погружениями была охвачена юго-западная окраина Северной Америки. Вдоль западной окраины континента в альбе образовался сплошной морской бассейн, соединивший Бореальное море с Мексикано-Карибским бассейном, а на северной, Иннуитской окраине значительно расширилась область опускания Свердрупской впадины, очевидно под влиянием разрастания Канадской котловины.

Еще больший масштаб погружений характеризует северную и северо-западную окраины Южной Америки — мощность раннего мела в Карибских хребтах до 8,5 км, а в Восточной Кордильере Колумбии

(впадина Боготы) — до 10 км. Погружения затронули западную, приандскую окраину континента и южную (Магелланов прогиб), где активно отлагался флиш.

Флишеобразование отмечено на ряде участков южной окраины Евразии — в северных Пиринеях, Карпатах, Крыму, на Большом Кавказе, Юго-Западном Афганистане, Центральном Тибете. Отложение флиша происходило также на северной окраине Африки в Магрибе и на северо-западе Индостана.

Расширились погружения во внутренних впадинах платформ, что привело к увеличению мощности осадков до 1,5 км в Парижской и Датско-Польской, а также до 1 км в Аквитанской. В Западной Сибири некомпенсированное осадконакоплением погружение увеличило глубину бассейна до сотен метров, в результате чего накопилась черносланцевая толща с клиноформными песками по периферии. В Австралии усилилось опускание бассейнов Юкла и Большого Артезианского, а в Африке активизировалось погружение впадин Конго и Мали-Нигерской.

С данными погружениями связаны проявления толеит-базальтового (траппового) и щелочно-базальтового магматизма, на ряде континентов. Обычно они сопутствовали формированию прилегающих океанских бассейнов. Таковы раннемеловые траппы Южной Америки (бассейны Параны, Мараньон, Амазонки) и Западной Антарктиды, Западной Африки, северо-запада Индии (Раджмахала), Канадского Арктического архипелага, Шпицбергена, Земли Франца-Иосифа. Щелочно-базальтовый магматизм отмечен на юго-западе (Ангола, Намибия) и юго-востоке (Малави, Танзания) Африки и в Западной Европе.

Северо-Американский континент, подвергшийся значительным опусканиям в баррем-сеноманские века, продолжал развиваться в дальнейшем по общему сценарию развития океанов. В турон-сантоне образовался ороген Кордильер от моря Бофорта до Мексиканского залива, к которому на западе присоединилась область Восточных Скалистых гор США. В дальнейшем нисходящие и восходящие движения сменяли друг друга, разрушая воздымавшиеся внутренние зоны Кордильер. В датском веке ороген разросся почти до современных размеров, а в раннем палеогене небольшие впадины типа предгорных (Альберта, Денвер, Рейтон) заполнялись уже континентальными образованиями. С середины раннего мела и до конца эоцена устойчиво погружались только южная (Галф-Кост, Флорида) и восточная, лабрадорско-атлантическая окраины континента, а с начала олигоцена погружался лишь северный край Арктического архипелага и Гренландии. В это время на юго-востоке последней, прилегающем к Норвежско-Гренландскому бассейну, и на западе, на краю Баффинова залива продолжались мощные излияния толеитовых базальтов.

В турон-сантонское время произошла дополнительная консолидация Евразии и в дальнейшем она очень слабо реагировала на расширяюще-сжимающие процессы, которым подверглась планета. Погружения внутри континента приурочены к концу позднего мела, первой половине эоцена и олигоцену [35].

Континенты, входившие в состав Гондваны, в позднем мелу, раннем и среднем палеогене на большей своей площади были охвачены поднятиями, и только по периферии суперконтинента испытывали опускания. В Северной Африке и Аравии в кампане возникла рифтовая система, пересекающая Сахару к западу от массива Ахаггар; по ней моря северной окраины континента соединились с рифтом Бенуэ и Гвинейским заливом. В дальнейшем эти рифты отмирали, а в конце эоцена испытали складчатые деформации. Глубоко в пределы континента вдавалась рифтовая впадина Сирта в Ливии. Участки атлантической и индоокеанской пассивных окраин — Сенегал, Габон, Кения, Танзания и западная окраина Мадагаскара — интенсивно погружались. Щелочно-базальтовый и толеитовый вулканизм проявился в конце позднего мела в Египте и Эфиопии, а в начале эоцена вновь активизировался в Эфиопии, Высоком Атласе, Намибии, ЮАР и на Мадагаскаре.

В Южной Америке, в позднем мелу, усилилось погружение атлантической окраины, впадины которой одновременно испытывали расширение в сторону континента частично в виде обрушения по сбросам. Этот процесс сопровождался излияниями щелочных базальтов.

Пассивные окраины Индостана в позднем мелу — раннем палеогене испытали значительное погружение, особенно северо-западная — белуджистанская, а затем и северо-восточная — бенгальская окраины. Погружение северной, гималайской окраины, сильно замедлилось, а затем в эоцене прекратилось в связи с начавшимся столкновением Индостана с Евразией. Произошло образование траппов Декана в конце мела — начале палеогена, с максимумом в интервале 65-60 млн. лет. Оно было связано, с одной стороны, с раскрытием Аравийского моря и, с другой — с активизацией рифтовой системы Нармада-Сон. У ее западного окончания, в палеоцене — эоцене развивался новый рифт — Камбейский, северо-восточного простирания. Еще один рифт — Полкский, отделивший остров Шри-Ланка от Индостана образовался в позднем мелу; на его продолжении располагается бассейн Кавери на юго-восточной окраине Индостана [35].

В Австралии, в позднем мелу, западная и северо-западная пассивные окраины также испытывали плавное погружение. Рифтогенез активно проявился на восточной окраине в связи с началом формирования впадины Тасманова моря на рубеже 80 млн. лет (кампанский век). В палеоцене — эоцене поднятия в середине материка ослабели. Спрединг из Тасманова моря распространился на Кораллово море, с соответственным продвижением к северу процесса рифтогенеза на восточной окраине материка.

Континент Восточной Антарктиды в начале позднего мела и в начале палеогена поднимался довольно интенсивно, особенно в полосе Трансантарктических гор.

Таким образом, ведущей тенденцией развития гондванской группы материков в позднем мелу — раннем палеогене явилось погружение пассивных окраин и слабое воздымание их внутренних областей. В пределах последних погружение испытывали лишь зоны рифтогенеза — в Северной Африке и Индостане. Магматизм, как и рифтогенез, проявлялся значительно слабее, чем на предыдущем и последующем этапах. Для всех материков в целом это был этап наиболее спокойного развития, за некоторыми исключениями тихоокеанских окраин обеих Америк.

Подвижные пояса

К концу раннего мела на Земле сохранилось два подвижных пояса: вокруг Тихого океана, который можно условно разбить на два — Западно и Восточно-Тихоокеанские; и Средиземноморский — Тетис.

Северный сегмент Западно-Тихоокеанского пояса, представляющий активную окраину Азиатского материка, продолжал развиваться чрезвычайно интенсивно. На участке между Удской губой и Чукоткой внутренняя граница пояса с континентом Евразии следовала почти до конца мела вдоль Охотско-Чукотского краевого вулканоплутонического пояса, а южнее вдоль Восточно-Сихотэ-Алинского пояса; этот пояс продолжается на Корейском полуострове и в Японии. В целом это фрагменты громадного Восточно-Азиатского краевого вулканоплутонического пояса, продолжение которого находим в Юго-Восточном Китае и Юго-Восточном Вьетнаме. Охотско-Чукотский и Восточно-Сихотэ-Алинский пояса, сопровождаются с востока Западно-Сахалинским, Северо-Охотским и Пенжинско-Анадырским прогибами, заполненными мощной толщей терригенных осадков флишоидного типа.

В конце мела — начале палеогена, в основном, закончилось образование шарьяжей; в Корякии и на Камчатке оно привело к значительному скучиванию континентальной коры и к смещению границы континент — океан к юго-востоку [35].

В позднем мелу Западно-Сахалинский прогиб и его продолжение на Хоккайдо (прогиб Исикари-Румои) сменялись к востоку глубоководной частью, располагавшейся на коре океанского типа.

На следующем к югу участке азиатского сегмента, к меловому вулканоплутоническому поясу примыкал в пределах западной Японии и архипелага Рюкю прогиб Симанто, заполненный мел-палеогеновыми отложениями.

Наиболее южный участок активной окраины Азиатского материка — это район Южно-Китайского моря, Тайваня, Филиппин, Филиппинского моря, а также восточной Индонезии и Малайзии. В конце позднего мела началось формирование Западно-Филиппинской впади-

ны с осью спрединга, ориентированной в восток-юго-восточном направлении. Субдукция коры этой впадины шла на юге под Филиппинскую дугу, на севере — под дугу Оки-Дайто. В конце эоцена вдоль трансформного разлома, отделявшего Западно-Филиппинскую впадину от собственно Тихоокеанской, началась субдукция коры к западу с образованием еще одной вулканической дуги — Кюсю-Палау [35].

К рассматриваемому сегменту тяготеет также восточная часть Индонезийского архипелага. Наиболее древним элементом здесь является юго-западная часть острова Калимантан, которая в начале мела еще входила, вероятно, в состав юго-восточной оконечности Азиатского материка. В середине раннего мела она от него отделилась с образованием Палеоюжнокитайского окраинного моря, в пределах южного борта которого, прилегающего к суше Калимантана, на офиолитовых комплексах в раннем палеогене происходило накопление мощной флишевой толщи. В конце эоцена этот бассейн начал замыкаться вследствие субдукции его коры под Калимантан. Реликтом Палеоюжнокитайского бассейна, сохранившимся до современной эпохи, является глубоководный желоб вдоль северного Калимантана и южного Палавана [35].

В палеоцене, северо-западнее Палеоюжнокитайского бассейна, по другую сторону обособившегося с этого времени микроконтинента Спратли-Рид начался континентальный рифтинг, который в олигоцене перерос в спрединг, создавший современную глубоководную впадину Южно-Китайского моря.

Древний массив Юго-Западного Калимантана с его продолжением в центральную и восточную части Яванского моря ограничивался с юга в позднемеловую эпоху бассейном с океанской корой, испытавшей субдукцию под Калимантан. В начале палеогена, в процессе той же субдукции, параллельно юго-восточному краю массива, возникла невулканическая дуга хребта Мератус с ядром из полимиктового серпентинитового меланжа. Подводное продолжение этой дуги прослеживается в направлении северного побережья острова Ява. Вплоть до позднего эоцена, к юго-западу от Суматры и северной части Явы, к юго-востоку от Калимантана, расстилалось пространство с океанской корой, которая субдуцировалась под Суматру, север Явы и Калимантан [35].

Южный сегмент Западно-Тихоокеанского пояса представлял собой активную окраину Австралии и простирался от Новой Гвинеи до Новой Зеландии, охватывая архипелаги Меланезии. В середине позднего мела началось раскрытие Тасманова моря, в палеогене — Коралового, что привело к отделению Новой Каледонии, хребта Лорд-Хау, Норфолк и Новой Зеландии от Австралии и Антарктиды. Сопряженно с этими процессами растяжения, к юго-западу возникла Меланезийская вулканическая дуга, протянувшаяся от архипелага Бисмарка до

островов Фиджи. В конце эоцена произошло надвигание, обдукция, мощных офиолитовых комплексов — коры окраинного моря, существовавшего в тылу этой дуги, — на более древнюю континентальную кору Новой Гвинеи, Новой Каледонии и, вероятно, северного острова Новой Зеландии [35].

Образование Австрало-Антарктической оси спрединга и ее южно-тихоокеанского продолжения разорвало связи, существовавшие ранее между австрало-новозеландским и западно-антарктическим сегментами подвижного пояса, но такие связи еще сохранились на севере, между его азиатским и североамериканским, Кордильерским, сегментами.

Для большей части Кордильерского сегмента, кроме полосы вдоль тихоокеанского побережья, позднемеловой-ранне-среднепалеогеновый этап был заключительным этапом формирования складчато-надвиговой структуры — "зачаточной Кордильеры" — зародыша современного горного сооружения.

Севернее, в Орегоне и Вашингтоне, в раннем палеогене существовал крупный "залив" океанской коры, который в конце эоцена закрылся в результате горизонтальных перемещений ограничивающих его с севера и юга блоков. Соответственно глубоководный желоб переместился к западу, граница океан-континент выпрямилась, и над зоной субдукции возникла активная и в современную эпоху вулканическая цепь Каскадных гор.

На крайнем севере рассматриваемого сегмента в конце мела — начале палеогена образовалась Алеутская вулканическая дуга, на продолжении вулканоплутонического пояса Аляскинского хребта — хребта Талкитна, и сопровождающие ее желоба и зоны субдукции. В позднем эоцене магматическая деятельность на всем протяжении пояса и дуги прекратилась, и Алеутская дуга поднялась над уровнем океана, обособив акваторию Берингова моря.

В Андском поясе крупные поднятия в Центральных и на севере Южных Анд сопровождались внедрением гранитных батолитов (турон—коньяк—ранний сантон). В северных Андах и на самом южном отрезке Южных Анд еще преобладали погружения и в краевых морях накапливались сначала глубоководные, затем все более мелководные осадки. В датском веке почти все Анды, за исключением глубоководного желоба Боливар вдоль их западной окраины и аналогичного желоба Ромерал вдоль северо-западной, были охвачены поднятиями. На юге они распространились до острова Южная Георгия, на севере до Кабирских цепей Венесуэлы. После некоторого спада тектонической активности в первую половину эоцена во вторую его половину поднятия и деформации резко усилились. Охваченная ими зона заметно расширялась. Магматическая деятельность активно проявилась как в эффузивной, так и в интрузивной форме.

В западной, европейской части Средиземноморского пояса в начале позднего мела продолжались складчато-покровные деформации внутренних зон Восточных Альп, Карпат, Балкан и Динарид с их надвиганием на внешние зоны. Этот процесс сопровождался региональным метаморфизмом высокого давления, а в Карпатах и Балканах известково-щелочным или субщелочным магматизмом. Был сформирован мощный вулканоплутонический пояс, прослеживающийся от Баната через Восточную Сербию и Болгарию вдоль Черноморского побережья Турции в пределы Малого Кавказа и Эльбруса. В Бургасской впадине Восточной Болгарии состав вулканитов изменился на более основной. К началу палеогена все внутренние зоны западно-средиземноморских орогенов были осушены, но во внешних зонах продолжалось интенсивное погружение.

В Пиринеях образование глубоководного бассейна произошло лишь в конце раннего мела (апт-альб) в результате отодвигания Иберийского микроблока от Евразии в юго-восточном направлении. В позднем мелу и раннем палеогене он заполнился терригенным флишем.

С датского века на Балканах возобновилось формирование надвигов и шарьяжей, достигшее своей кульминации во второй половине эоцена. То же происходило в Динаридах и Эллинидах.

Большое значение в истории формирования альпийских орогенов Европы, Магриба и Передней Азии имели события конца эоцена. В Пиринеях завершилось создание складчатой структуры, то же самое произошло практически во всех сооружениях альпийского пояса, кроме их наиболее внешних зон и флишевого пояса Карпат.

Параллельно основному бассейну Неотетиса, севернее микроконтинентов Анатолии и Ирана, простирался остаточный бассейн Мезотетиса через Измир—Анкару—Севан—Зангезуру—Карадаг—Восточный Иран. Он начал замыкаться в позднем альбе в результате сближения континентальных блоков Анатолии и Ирана с Закавказским и его продолжением в Черном и Каспийском морях. Сжатие достигло кульминации в коньяке, когда океанская кора испытала деформации разрушения с образованием на смежных континентальных блоках офиолитовых шарьяжей. Несколько позднее, в сантоне, началось надвигание коры Неотетиса на северо-восточный край Африкано-Аравийского континента, приведшее к образованию офиолитовых покровов внутренней зоны Загроса и Омана, становление которых закончилось к мастрихту.

К рубежу мел—палеоген относится начало деформаций и поднятия хребта Эльбрус на границе Иранского и Южно-Каспийского микроблоков. Движения здесь возобновились в конце эоцена.

Затишье на Малом Кавказе длилось до эоцена, когда произошла мощная вспышка андезитового вулканизма, проявившаяся на Малом Кавказе, Анатолии, Иране, вплоть до Загросского шва. В конце эоцена Иран и Малый Кавказ были охвачены мощным процессом деформа-

ций и поднятий, который в основном сформировал их современную структуру.

В системе Горный Крым—Большой Кавказ—Копетдаг время спокойного развития в позднем мелу — раннем палеогене сменилось в конце эоцена активным: прекратилось флишенакопление, появились мощные олистостромы [35].

Вследствие отодвигания Индостана к северу, Неотетис в тылу современных Гималаев быстро суживался, и к концу эоцена полностью замкнулся. Первая фаза деформаций Гималаев приходилась на конец мела — начало палеогена; по своей интенсивности она значительно уступала следующей — в конце эоцена. Именно в эту фазу произошли основные перемещения по Главному Центральному Надвигу Гималаев и возникли гранитовые батолиты Восточных Гималаев, а также началось формирование Гималайского орогена.

Индо-Бирманские системы и их Андаман-Никобарское продолжение в конце эоцена испытывали складчато-надвиговые деформации. Флиш сменился молассой. Центрально-Бирманская вулканическая дуга имела продолжение на Суматре, в хребте Баризан, а Индобирманская невулканическая — в аналогичной дуге Ментавай (Малой Зондской). Остальная часть Индонезийского архипелага отделялась крупным субмеридиональным разломом — сдвигом, простирающимся от острова Хайнань мимо восточного побережья Вьетнама к Зондскому проливу. Этот разлом и может быть принят в качестве границы между Средиземноморским и Западно-Тихоокеанским поясами, поскольку и в структурном, и в историческом отношении находящаяся к востоку от него область Восточной Индонезии и Восточной Малайзии была уже тесно связана с Филиппинами [35].

7.2. Эпоха сжатия Альпийской тектоно-эры

Основываясь на очень широком развитии третичного и четвертичного горообразования, охватившего в Азии, Африке и Европе значительные части разных по возрасту складчатых зон и даже участки древних платформ, многие ученые, в частности, Е. Краус (1951), Н. И. Николаев (1952), С. С. Шульц (1958, 1964), А. Паннекук (1960), пришли к выводу, что это горообразование знаменует наступление самостоятельного неотектонического этапа, который необходимо отделить от альпийской тектоники, так как результатом его проявлений является новый план структуры земной коры. Под альпийской тектоникой вышеназванные авторы понимают складчато-надвиговые деформации, проявившиеся вплоть до неогена, т. е. собственно в эпоху расширения Альпийской тектоно-эры. Отмечается, что за исключением Кордильер обеих Америк рельеф планеты в целом был довольно выровненным.

Возрождение Кордильер и создание их современных высот приходится уже на плиоцен — четвертичное время.

К началу неогена уже сложился в главных чертах современный структурный план земной коры и литосферы, а именно: расположение континентов и океанов. В океанах начался рост срединно-океанских хребтов в пределах существовавших осей спрединга. Одновременно шло формирование грандиозной гирлянды островных дуг, опоясавших Азиатский материк от Явы до Камчатки. Сближение, а затем и столкновение этого островодужного обрамления Азии с Австралией привело к отделению северо-восточной части Индийского океана от западной части Тихого.

Однако главные изменения в структуре и рельефе Земли произошли в олигоцене — четвертичном периоде в связи с ростом горных сооружений в пределах континентов.

Основной ареной крупнейших событий олигоцен — четвертичного этапа явилась область Средиземноморья, Передняя и Центральная Азия. В первой из них завершилось создание цепи складчато-покровных сооружений Альпийского пояса юга Европы и Магриба. Сложная конфигурация этой цепи с ее Апеннино-Альпийской и Карпат-Балканской дугами обязана геометрическим особенностям столкновения промежуточных между Африкой и Евразией микроблоков — Тиссии, отталкиваемой к востоку Адрией, и Мезии, которая вклинивается в Альпийский пояс с противоположной стороны. После интенсивных деформаций сжатия конца эоцена и с их продолжением в неогене, во внешних зонах и передовых прогибах орогенов и в их тылу началась деструкция континентальной коры, приведшая к образованию молодых глубоководных впадин Западного Средиземноморья — Альборанской, Алжиро-Прованской, Тирренской, а затем и к распространению этого процесса далее на восток, в Адриатическое и Эгейское моря, в Паннонскую и Трансильванскую впадины [35].

В области Передней Азии (Анатолия, Кавказ, Иран) определяющим геодинамическим фактором явилось продвижение к северу и столкновение с Евразией, через промежуточные микроблоки, Аравийского континентального блока литосферы. Оно особенно усилилось в позднем миоцене, после того, как данный геоблок отделился от Африканского континента вследствие раскрытия межконтинентального рифта Аденского залива и Красного моря. Дуги Тавра—Загроса и Понтид—Малого Кавказа—Эльбруса, являются результатом вторжения Аравийского геоблока в Переднеазиатское пространство. Система Горного Крыма — Большого Кавказа — Копетдага возникла как побочный продукт этого воздействия на южный прямолинейный край Евразии.

Еще больший эффект имело столкновение с Евразией Индостанского (Индо-Австралийского) геоблока. Оно не только привело к образова-

нию опоясывающих Индостан альпийских цепей Белуджистана, Хазары, Гималаев и Индо-Бирманской системы, но и к созданию огромного Центрально-Азиатского горного пояса, включающего Гиндукуш, Памир, Тянь-Шань, Алтай, Саяны, Куньлунь, Наньшань, Циньлин, Хинган, Байкальскую горную область и южный край Сибирского кратона.

Общее повышение тектонической активности на неогеновом этапе распространилось и на значительные площади континентов. Это выразилось во вторжении в их пределы океанских рифтовых зон, зон спрединга, что наблюдается, как известно, в Калифорнийском и Аденском заливах, Красном море и Усть-Ленском грабене (море Лаптевых), на продолжении рифта хребта Гаккеля. Эти рифтовые зоны глубоко вклиниваются в тело континентов, обусловливая формирование новых границ литосферных блоков.

Помимо упомянутых континентальных рифтовых систем на рассматриваемом этапе возникли и другие, занимающие характерное положение в тылу пассивных окраин континентов и нередко отделенные от них новообразованными или возрожденными горными поднятиями. Таковыми являются: система низовья Миссисипи — залива Св. Лаврентия — в тылу Атлантической окраины и Аппалачской горной системы в Северной Америке; Западно-Европейская система, протянувшаяся из Северного моря в Средиземное и далее в Африку; Восточно-Азиатская система от озера Дунтинху в Китае до Анадырского залива. По существу, к этой же категории относится и Восточно-Африканская рифтовая система. Число горных сооружений пассивных окраин включает сооружения атлантической окраины Южной Америки, Скандинавские горы, Австрийские Альпы и др.

В результате континентального рифтогенеза Арктики и Антарктики образовались рифты, ориентированные радиально по отношению к полюсам Земли.

В неогеновом периоде существенно похолодели океанские воды, причем самые низкие температуры зафиксированы в плиоцене. При этом значительно сузился экваториальный пояс карбонатного осадконакопления с расширением кремнистого на севере и на юге.

Глобальное похолодание климата привело к четкой дифференциации климатических режимов и соответственно ландшафтно-климатических зон [19]. Согласно исследованиям Н. А. Ясаманова (1985) в эволюции неогенового климата четко прослеживаются три основных тенденции:

1. Расширение похолоданий и появление ледовых покровов;

2. Установление четких температурных контрастов между высокими и низкими широтами;

3. Отделение и существенное преобладание условий континентального климата.

Эпоха сжатия Альпийской тектоно-эры, n+11-го галактического года будет еще продолжаться около 30 миллионов лет.

Глава 8.
КРАТКИЕ ВЫВОДЫ

Основным свойством материи, как это обстоятельно обосновал И. А. Майданович [1982], есть расширение. Метагалактика, галактики, звездные системы и планеты существуют во времени и пространстве, расширяясь и пульсируя. По представлениям астрономической науки [12], рождение Солнечной системы произошло примерно пять миллиардов лет назад в результате коллапсирования (сжатия) звездного вещества в одном из спиральных рукавов Галактики Млечный Путь. С тех пор она и путешествует по просторам Галактики, подчиняясь общим законам развития. Чрезвычайно важным элементом строения планет и их спутников есть наличие жидкого, или правильнее его назвать "тестообразного" ядра. На Земле это внешнее ядро, расположенное в сферическом слое толщиной 2220 км. Твердое внутреннее ядро, имеющее в настоящее время радиус 1255 км, по данным О. Г. Сорохтина, зародилось 3,7 млрд. лет назад. Если это действительно так, то можно предположить, что тестообразный слой вещества медленно перемещается к земной поверхности. Исследования, выполненные американскими учеными на поверхности Луны, также позволяют предположить наличие тестообразного ядра у нашего спутника.

По галактическому пути Солнечная система перемещается не одна, а в составе тех или иных звездных ассоциаций – временных скоплений звезд и звездного вещества. В районе рукавов, где плотность его значительно выше, она чаще переходит из рук в руки, т. е. от одной звездной ассоциации к другой. Эти переходы могут отождествляться с известными в науке понятиями геологических катастроф (по Кювье—Бомону—Штилле—Тому). Происходит вначале торможение, а затем ускорение Солнечной системы, и к этим внешним воздействиям вынуждены приспосабливаться ее элементы изменением констант физических полей. Основные нагрузки от катастроф для планеты Земля принимает на себя внешнее ядро. Именно оно приспосабливает планету к внешним воздействиям, связывая в единую систему ядро и мантию. Но деформации внешнего ядра приводят к тому, что меняется знак фазовых превращений, и процессы естественного разуплотнения с увеличением объема сменяются процессами уплотнения с его уменьшением.

Участки галактического пути в районах рукавов и межрукавьев, через которые проходит Солнечная система, отличаются только частотой катастроф. Если она движется по межрукавью, когда расстояние между катастрофами больше 4,0 млн. лет, то на естественные процессы расширения с увеличением объема накладываются процессы сжатия с его уменьшением. В районе же рукавов, из-за частоты катастроф

менее 4,0 млн. лет, расширение практически не проявляется, так как над ним доминирует принудительный процесс сжатия. Исходя из этих представлений, длительности стадий (время между катастрофами по У. Харленду), можно предположить следующую интерпретацию:

1) менее 2,0 млн. лет – уменьшение объема планеты;

2) менее 4,0 млн. лет – начальное уменьшение объема планеты компенсируется его увеличением;

3) более 4,0 млн. лет – увеличение объема планеты.

Таким образом, пульсация объема планеты Земля происходит на уровне стадий, которые группируются в эпохи расширения и сжатия, а последние составляют тектоно-эры как законченные геосинклинальные циклы геологического развития. Набор тектоно-эр разной длительности и силы составляет галактический цикл или год, длящийся 452,8 млн. лет. Строение его таково, что вначале идет расширение – 266 млн. лет, затем сжатие – 52 млн. лет, опять расширение – 80 млн. лет и опять сжатие – 55 млн. лет. Если же посчитать чистое время расширения и сжатия для длинной и короткой тектоно-эр, то в процентном соотношении оно будет равно 72/28 и 51/49. По сути, расширение планеты происходит только во время длинной тектоно-эры – аналогами которой есть Альпийская и Каледонская.

Концепция пульсирующего развития планеты в настоящее время может объяснить все без исключения известные геологические факты и объединить разные геотектонические гипотезы. Так как время процессов расширения в тектоно-эрах галактичского цикла явно преобладает над временем процессов сжатия (в соотношении примерно 2,5 к 1), то концепцию пульсирующего развития можно назвать концепцией пульсирующего расширения.

Можно предположить, что в тестообразном внешнем ядре Земли рождаются волны расширения и сжатия, которые распространяются к ее поверхности.

Волны расширения ломают литосферу в геосинклинальных зонах, увеличивая ее площадь за счет новообразованной коры – литосферные блоки при этом перемещаются и сдвигаются друг относительно друга, вынужденные приспосабливаться к новому объему планеты.

Волны сжатия всасывают жесткие литосферные блоки внутрь, выдавливая в геосинклинальных зонах горные системы, покрова и т. п. В самих же геосинклинальных зонах (например, в Альпийско-Гималайском поясе) жесткие осколки литосферы, в виде срединных массивов, всасываясь внутрь, образуют глубоководные впадины – в Средиземном, Черном и Каспийском морях.

Таким образом, если в начале галактического цикла идет активное расширение планеты, то к концу его все стабилизируется, значительная часть новообразованного объема уменьшается и планета приобретает новый лик, отличный от конца предыдущего цикла. В табл. 5 приведена история развития планеты Земля на временном интервале в 4818 млн. лет. Она базируется на определениях международной геохронологической шкалы У. Харленда и дана в галактических годах как макрогеосинклинальных циклах глобального развития Земли. Названия тектоно-эр взяты из названий известных тектоно-магматических активаций, которые совпадают с эпохами сжатия. Временные подразделения докатархея, архея и протерозоя хорошо согласуются с галактическими годами. Однако при описании протерозоя пришлось вернуться к понятию эпипротерозоя, выделить ранний и поздний венд, несколько сместив их границы, и отказаться от понятия рифея. Все эти новшества во всяком случае не противоречат официальной геологической информации.

Что же характерно для развития литосферы и какие общие закономерности можно выделить? Несомненно, что движение мантийного вещества, в виде вертикальных и субвертикальных тектонических потоков (Е. И. Паталаха, 1981, 1985), инициируемое волнами расширения и сжатия – случайно-хаотическое, что справедливо отмечал еще Ю. М. Пущаровский (1991). Доказано, что в течение n+10-го галактического года существенному раздроблению подверглась Лавразия, а в n+11-м – Гондвана. Очевидно, что в течение одного галактического года разрушению и переработке подвергаются те литосферные пластины, которые была расшатаны в предыдущем. Раздробившись и видоизменившись, они спаиваются в единый монолит к концу галактического года и весь последующий вновь будут расшатываться. Следовательно, переработка и видоизменения будут идти через год. Данная закономерность наблюдается не только для суперконтинентов, но и для отдельных зон и блоков литосферы. Можно ожидать, что если данный структурно-тектонический элемент был раздроблен и видоизменен Каледонской и Герцинской тектоно-эрами n+10-го галактического года, то Альпийская тектоно-эра n+11-го в его пределах практически не проявится.

Заключение

Пульсирующее расширение Земли и всей Солнечной системы происходит под действием космического прессинга. Что же такое этот космический прессинг, можно ли его "увидеть", или мы обречены только наблюдать следы его на нашей планете. Область распространения космического прессинга в данной работе сужена до размеров нашей родной Галактики Млечный Путь. Установлено, что законченный тектонический цикл развития Земли и, очевидно, всей Солнечной системы происходит в рамках галактического года. Это понятие ввел в обращение П. П. Паренаго более четверти века назад. Он же определил его длительность в 212 млн. лет. В последующем разные авторы уменьшали и увеличивали эту величину. Известный климатолог профессор Н. А. Ясаманов (1993) предложил свою временную шкалу развития Земли, исходя из длительности галактического года в 215 млн. лет. Он указывает, что эта цифра совпадает с математическими расчетами Ю. А. Заколдаева, А. А. Ефимова и А. А. Шпитальной из института теоретической астрономии в Санкт-Петербурге. Н. А. Ясаманов в интервале 4520-5 млн. лет выделил 22 галактических года и отметил, что наибольшее воздействие на земную кору, мантию и внешние земные оболочки происходит на границе двух соседних галактических годов, а также на границах между сезонами внутри одного и того же галактического года.

Галактический год действительно будет иметь примерно такую длину, если исходить из мгновенной скорости Солнечной системы, равной 240 км/с. Но комплексный анализ данных геологии и астрономии, выполненный в данной работе, позволяет предполагать волнообразное изменение скорости. Следовательно, средняя скорость движения Солнечной системы по галактическому пути будет значительно ниже мгновенной. Длительность галактического года в 452,8 млн. лет установлена исходя из внутренней структуры строения Галактики и генетической связи ее с геологическими процессами, протекающими на Земле.

В 1995 году Дамиан Нанс и Томас Уорли сделали сообщение, что движение материков осуществляется с периодичностью в 500 млн. лет. Эта цифра весьма близка к длине галактического цикла развития планеты.

Точное строение Галактики Млечный Путь пока неизвестно, поэтому при анализе использовался снимок типичной спиральной Галактики типа Sb. Однако, по представлениям М. М. Дагаева и В. М. Чаругина (1968) Млечный Путь может иметь не два рукава, а три. Будущие исследования покажут, является ли третий рукав равноценным первым двум или это боковое ответвление от одного из них. Во внутренней структуре галактического года, в пределах эпохи расширения длинной тектоно-эры, выделена короткая тектоно-эра (аналог Киммерийской), которая может быть "следом" этого третьего рукава или неоднородности межрукавья.

Солнечная система, проходя по галактическому пути, испытывает явную дисимметрию процессов расширения над процессами сжатия в соотношении примерно три к одному. Область Галактики, где происходят процессы расширения, отличается от области Галактики, где происходят процессы сжатия по частоте катастроф. Однако в момент катастрофы происходит своего рода "утряска", уплотнение физических масс на основе фазовых переходов вещества с уменьшением его объема. Это как рост дрожжевого теста — чтобы уменьшить объем, мы должны его перемешать. Если частота "утряски" возрастает, то объем уменьшается, и наоборот, он возрастает, если перемешивания будут редки.

Л. Пастер доказывал, что живые организмы в строении вещества и физиологических особенностях имеют четко выраженную дисимметрию с преобладанием правых явлений. Это выражается в повороте по часовой стрелке плоскости поляризации света, который пропускался через основные чистые кристаллические соединения живых организмов. Теория Френеля представляет линейно поляризованный свет до входа в оптически активное вещество как совокупность двух циркулярно поляризованных волн с одинаковыми частотами и амплитудами, и объясняет вращение его плоскости поляризации существованием двух фазовых скоростей света в оптически активном веществе, соответствующих его правой и левой круговым поляризациям. Также Л. Пастер обращал внимание, что абиогенез — возникновение живой материи из неживой — мог возникнуть только в дисимметрично правой среде. Ни в одной из геосфер Земли нет вещества с такой правосторонней дисимметрией. Именно поэтому В. И. Вернадский считал, что биосфера на Земле могла возникнуть в двух случаях: или когда планета в составе Солнечной системы проходила участок Космоса, где существовали условия правосторонней дисимметрии, или же она кратковременно возникла на Земле в момент геологической катастрофы, вызванной внеземными причинами.

В свете всего вышеизложенного можно предполагать, что в момент катастрофы, с одной стороны, происходит физическое уничтожение живой материи в результате природных катаклизмов и резкого изменения констант физических полей, но с другой — создается дисимметричная среда, инициирующая зарождение новой жизни.

По нашим представлениям, катастрофа, или это серия катастроф, разделенных короткими промежутками времени, возникает в момент торможения и затем ускорения Солнечной системы, при переходе ее от одного звездного скопления к другому. Происходит как бы уменьшение, "утряска" объема, на основании фазовых переходов. По шкале У. Харленда время катастрофы определяется в десятки тысяч лет.

В Донбассе в раннекарбоновое время существовал типичный эпиконтинентальный морской бассейн в виде большого залива Палеотетиса,

который затем превратился в тектонически пульсирующую заболоченную лагунную область, где благодаря активному непрерывному компенсированному прогибанию накопилась мощная угленосная толща. Она характеризуется ритмическим чередованием пластов угля и известняков. Первые образовались в континентальных условиях низинной суши, на которой росли могучие деревья, густо перевитые лианоподобными растениями. Известняки фиксировали отрезки времени, когда на территорию Донбасса проникал неглубокий морской бассейн, в котором развивались фораминиферы, кораллы, брахиоподы, моллюски, остракоды. Очевидно, что пласты известняков откладывались во время спокойных стадий, а уголь — во время катастроф. "Утряска" внутреннего объема планеты при катастрофе приводит на ее поверхности к рифтигну с увеличением объема океанских впадин. Вода уходит с части материков, и в благоприятных условиях начинают расти лесные массивы. Рост их может стимулироваться изменением физических констант естественных полей планеты. После окончания катастрофы рост лесов продолжается, пока дополнительный объем внутри планеты не начнет выравнивать ее поверхность и затопляемые морем лесные массивы погибнут. Таким образом, можно попытаться на основании детального комплексного анализа угленосных бассейнов мира установить временные и другие количественные параметры катастрофы.

Очевидно, многие естествоиспытатели, изучая в Библии главы Апокалипсиса, обратили внимание на чисто "геологическую природу" земных бедствий. Создается впечатление, что "конец света" и есть геологическая катастрофа, в результате которой происходит физическая гибель телесной живой материи. А как же "ноосфера" В. И. Вернадского и что происходит с ней? Можно предположить, что "тонкая материя ноосферы", благодаря активной "подпитке" во время катастрофы, переходит на новый качественный уровень, индуцируя в дальнейшем новые формы разумной жизни.

Из данной работы отчетливо видно, что использование только геологических представлений не привело бы к созданию данной концепции. Все бы ограничилось выделением тектоно-эр фанерозоя. И только использование конкретных данных о строении спиральных галактик позволило продвинуться к физической сути катастрофы, структуре галактического года, истории развития планеты Земля.

Хочется верить, что проведена правильная, но пока только пунктирная линия, показано только направление, в котором нужно двигаться, обозначен только контур глобального развития мира.

Концепция пульсирующего расширения Земли под действием космического прессинга явно выходит за рамки чисто геологических проблем и призывает к развитию геологических, геодинамических, геофизических, геохимических, астрономических, математических и философских представлений о движении материи во времени и пространстве.

Литература

1. Алисон А., Палмер Д. Геология. Наука о вечно меняющейся Земле. — М.: Мир, 1984. — 565 с.
2. Банера Н. И. Закономерности хроностратиграфии тектоно-магматических циклов в эволюции планет // Проблемы планетологии. Т. 2. Тектоника и вулканизм планет. — Л.; Ереван, 1977. — С. 7.
3. Богатиков О. А., Богданова С. В., Марков М. С. "Серые гнейсы" архея и магматизм ранних стадий становления континентальной земной коры // Докембрий: МГК, 26 сессия. — М., 1980. — С. 17-24.
4. Гаврилов В. П. Загадка геотектоники. — М.: Наука, 1988. — 187 с.
5. Геологический словарь. — М.: Недра, 1973. Т. 1, 2.
6. Геология СССР. — М.: Недра, 1959. Т. 5.
7. Геология СССР. — М.: Недра, 1969. Т. 8.
8. Геология СССР. — М.: Недра, 1969. Т. 45.
9. Есипович С. М. Про можливий механізм пульсуючого розширення Землі // Геологія і геохімія горючих копалин. — Львів, 1996. — № 21.
10. Забродин В. Ю., Кулындышев В. А., Соловьев В. А. Естественная иерархия геологических тел и проблема тектоники планет // Проблемы планетологии. Т. 2. Тектоника и вулканизм планет. — Л.; Ереван, 1977. — С. 67-68.
11. Кашинцев Г. Л. Магматизм, геологическая история и геодинамика дна Индийского океана (поздняя юра — палеоцен) // Геотектоника, 1993. — М.: МАИК Наука. № 3. — С. 55-68.
12. Книппенхан Р. 100 миллиардов солнц. Рождение, жизнь и смерть звезд. — М.: Мир, 1990. — 293 с.
13. Кратц К. О., Лобач-Жученко С. Б. Древнейшие гранитоиды СССР. — Л.: Наука, 1981. — С. 340.
14. Кропоткин П. Н. Механизм движений земной коры // Геотектоника. — № 5. — М.: Наука, 1967. — С. 25-40.
15. Леонов Г. П. Историческая геология. — М.: Изд-во МГУ, 1956. — 362 с.
16. Макарычев Г. И., Гесь М. Д., Пазилова В. И. Докембрийские офиолиты Улитау в свете стадийного развития земной коры // Геотектоника, 1983, № 4. — С. 60-74.
17. Майданович И. А. Модель плотностной эволюции расширяющейся Земли. // Тектоника и стратиграфия. — К. 1982. — № 22. — С. 20-29.
18. Милановский Е. Е. Рифтогенез и его роль в тектоническом строении Земли и ее мезокайнозойской геодинамике // Геотектоника. —1991. — № 1. — М.: Наука. — С. 2-20.

19. Мороз С. А. Історія біосфери Землі: У 2 кн. Кн. 2. Геолого-палеонтологічний життєпис: Навч. посібн. — К.: Заповіт, 1996. — 422 с.
20. Моссаковский А. А., Дергунов А. Б. Каледониды Казахстана и Центральной Азии (тектоническая структура, история развития и палеотектонические обстановки) // Геотектоника. 1983. № 2, С. 16-35.
21. Павловский Е. В., Глуховский М. З. Проблемы термотектогенеза // Геотектоника, 1982, № 6. С. 7-25.
22. Проблемы планетологии. Т. 2. Тектоника и вулканизм планет. — Л.; Ереван: Изд-во АН Арм. ССР, 1977. — 310 с.
23. Пущаровский Ю. М. Введение в тектонику Тихоокеанского сегмента Земли. — М.: Наука, 1972. — 222 с.
24. Пущаровский Ю. М. Особенности геологической истории Тихоокеанской области Земли. — М.: Наука, 1988. — 30 с.
25. Пущаровский Ю. М. Нелинейная геодинамика (кредо автора) // Геотектоника. — 1993. — N 1. — С. 3-6.
26. Рудяченок В. М. Рифейско-раннепалеозойские складчатые комплексы Антарктиды // Докл. межвед. комиссии по изучению Антарктиды. — 1974. — Вып. 13. — С. 61-84.
27. Салоп Л. И. Геологическое развитие Земли в докембрии. — Л.: Недра, 1982. — С. 210.
28. Салоп Л. И. Тектоника плит в свете геологии докембрия // Бюлл. МОИП. Отд. геол. — 1984. — № 4. — С. 15-31.
29. Сорохтин О. Г. Теория тектоники литосферных плит — современная геологическая теория. — М.: Знание, 1984. — 40 с.
30. Фурмарье П. Проблемы дрейфа континентов. — М.: Мир, 1971. — 254 с.
31. Хаин В. Е. Общая геотектоника. — М.: Недра, 1973. — 510 с.
32. Хаин В. Е. Редакция изложенных в Большой Советской энциклопедии отделов фанерозоя // БСЭ. Т. 8, 11, 12, 16, 18, 19, 23, 26, 30.
33. Хаин В. Е., Божко Н. А. Историческая геотектоника. Докембрий. — М.: Недра, 1988. — 382 с.
34. Хаин В. Е., Сеславский К. Б. Историческая геотектоника. Палеозой. — М.: Недра, 1991. — 393 с.
35. Хаин В. Е., Балуховский А. Н. Историческая геотектоника. Мезозой и кайнозой. — М.: Недра, 1992. — 450 с.
36. Харленд У. Б. и др. Шкала геологического времени / У. Б. Харленд, Р. Л. Амстронг, А. В. Кокс, Л. Е. Крайд, А. Г. Шмит, Д. Г. Шмит. — М.: Мир, 1985. — 139 с.
37. A Geologie Time Scale 1989 By W. H. Harland etc. — Cambridge University Press, 1989.
38. Beurlen L. Die palaogeographische Entwicklung des sud-atlantischen Ozeans. Nova Asta Leopoldina // Abh. Deutsch. Akad. Naturforscher nene Folge. — 1962. — Bd. 24, N. 14/54.
39. Carry S. W. Diapiric Krikogenesis // The origin of ares. Development in Geotectonics 21. — Amsterdam; Oxford; New York; Tokio, 1986. — P. 1-40.
40. Dewey I. F., Burke K. C. Tibetan, Varischan and Precambrian base ment reactivation products of continental collision // J. Geol. — 1973. P. 683-692.
41. Evans A. M. An introduction to ore geology. — Oxford; London; Edinburg; Boston; Melbourne: Blackwell Scientific Publication, 1982.
42. Hamilton W. B. Plate tectonics and island ares // Bul. Geol. Society of America. — 1988. — Vol. 100. — P. 1503-1527.
43. Krebs W. Formation of Southwest Pacific island arc-ternch and mountain systems: Plate ore global-vertical tectonics? // Bul. Amer. Assoc. Petrol. Geol. — 1975. — Vol. 59, № 9. — P. 1639-1666.
44. Locardi E. Turrenian volcanic ares: volcanotectonics, petrogenesis and economic aspects // The origin of ares. Developmenrs in Geotectonics 21. Amsterdam; Oxford; New York; Tokio. — 1986. — P. 351-374.
45. Lowman P. D. Plate tectonics with fixed continents: a testable hypothesis-1 // Petrol. Geol. — 1985. — Vol. 8, № 4. — P. 373-388.
46. Lowman P. D. Plate tectonics with fixed continents: a testable hypothesis-1 // I bid. — 1986. — Vol. 9. — P. 107.
47. Saito T., Ewing M., Burekle L. H. Tertialy sediment from the Mid-Atlantic Ridge. Science: 1966. — Vol. 151, № 3714.
48. Sawkins F. J. Metal deposits in relation to plate tectonics. — Berlin; Heldelberg; New York; Tokio: Springer — Verlag, 1984.

Оглавление

Предисловие 4

Часть первая. НОВАЯ ГЕОТЕКТОНИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ — ПУЛЬСИРУЮЩЕЕ РАСШИРЕНИЕ ПОД ДЕЙСТВИЕМ КОСМИЧЕСКОГО ПРЕССИНГА 6

Глава 1. **Поиск обобщенной геотектонической концепции** 6
1.1. Обзор геотектонических концепций развития Земли . . 6
1.2. Обобщенная геотектоническая концепция 20

Глава 2. **Обобщенная модель тектонического развития Земли — пульсирующее расширение под воздействием космического прессинга** 22
2.1. Шкала-график Харленда-Карпенко и его интерпретация 22
2.2. Понятие тектоно-эры. Тектоно-эры фанерозоя 23
2.3. Размышления о структуре силового поля Галактики Млечный Путь 34
2.4. Связь силового поля Галактики с конкретными геологическими событиями, протекающими на Земле . 42

Глава 3. **Галактический год как единица циклического развития Земли** 45
3.1. Внутренняя структура галактического года 45
3.2. Галактические годы в истории Земли 51
3.3. Схема эволюции геосинклинального цикла Г. Штилле с позиции пульсирующего расширения планеты 56

Часть вторая. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ПЛАНЕТЫ ЗЕМЛЯ 65

Глава 4. **Катархей — архейский этап** 65
4.1. Катархей — формирование первичной континентальной коры 65
4.2. Архей: гранит — зеленокаменные области и гранулитовые пояса 69

Глава 5. **Протерозой** 76
5.1. Ранний и средний протерозой 76
5.2. Поздний протерозой и эпипротерозой 82

Глава 6. **Каледонская и Герцинская тектоно-эры n+10-го галактического года** 88
6.1. Каледонская тектоно-эра 88
6.1.1. Эпоха расширения Каледонской тектоно-эры 88
6.1.2. Эпоха сжатия Каледонской тектоно-эры 100
6.2. Герцинская тектоно-эра 104
6.2.1. Эпохи расширения Герцинской тектоно-эры 104
6.2.2. Эпоха сжатия Герцинской тектоно-эры 108

Глава 7. **Альпийская тектоно-эра n+11-го галактического года** 111
7.1. Эпоха расширения Альпийской тектоно-эры 111
7.1.1. Первая фаза расширения — киммерийская 111
7.1.2. Вторая фаза расширения — раннеальпийская . . . 117
7.1.3. Третья фаза расширения — собственно альпийская 130
7.2. Эпоха сжатия Альпийской тектоно-эры 138

Глава 8. **Краткие выводы** 141

Заключение 144

Литература 147

Наукове видання

ЄСИПОВИЧ Станіслав Михайлович

ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ПЛАНЕТИ ЗЕМЛЯ — ПУЛЬСУЮЧЕ РОЗШИРЕННЯ ПІД ДІЄЮ КОСМІЧНОГО ПРЕСИНГУ

Монографія

Російською мовою

Редактори Є. І. Паталаха, Ж. Б. Мельниченко
Технічний редактор М. І. Кошкін
Коректор Ж. Б. Мельниченко

Здано до набору 25.12.97. Підписано до друку 25.02.98.
Формат 60x84/16. Папір офсетний. Гарнітура Шкільна. Офсетний друк.
Ум.-друк. арк. 8,84. Наклад 300 прим. Зам. № 570.

Видавництво "Астропринт"
270100, м. Одеса, вул. Преображенська, 24.

Друкарня НВФ "Астропринт"
270100, м. Одеса, вул. Преображенська, 24.
Тел.: (0482) 26-96-82, 26-98-82, 68-77-33.