

# ДРЕЙФ КОНТИНЕНТОВ

Яков Басин

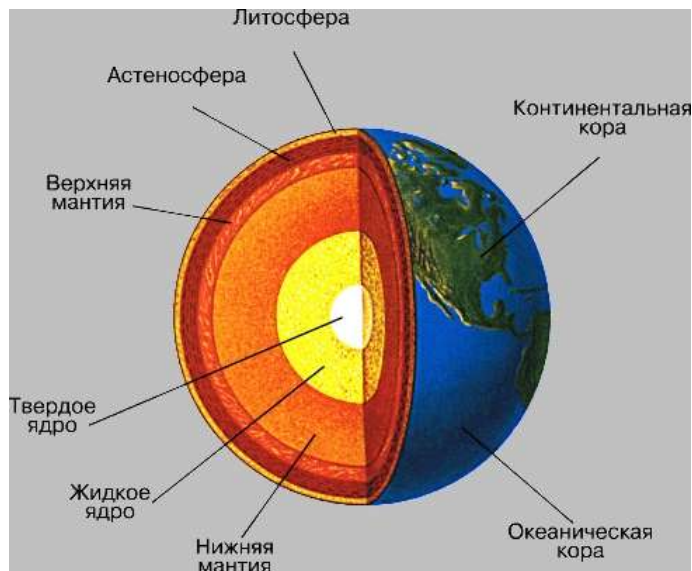
Я сомневался, будет ли эта тема, сугубо научная и очень далёкая от современных проблем, интересна членам нашего клуба. Но произошли разрушительные землетрясения на Гаити, в Чили в 2010 году, и тема приобрела актуальность, т.к. эти события прямо относятся к теме. Надо же такому случиться: за месяц перед датой доклада ещё более страшное землетрясение обрушилось на многострадальную Японию. Эту страну трясут землетрясения и заливают волны цунами по несколько раз в каждое столетие с многотысячными жертвами. Не случайно само слово цунами японское. Особое внимание к катастрофе в Японии во всём мире вызвало разрушение ядерного реактора Фукусима 1, следствием которого был опасный выброс высокорadioактивных веществ. Ситуация напомнила Чернобыльскую трагедию. Причина японского землетрясения напрямую связана с нашей темой. Что и как произошло у берегов острова Хонсю, наука сегодня уже знает, но, к сожалению, не может предотвратить катастрофу и предупредить о надвигающейся угрозе.

Катастрофические землетрясения и вулканические извержения есть следствия бурной тектонической деятельности, сопровождающей всю историю Земли. Эти процессы черпают энергию из глубин нашей планеты. Меняется её лик иногда прямо на глазах очевидцев в историческое время: смещаются пласты, выступают новые острова над поверхностью океанов или погружаются в его пучину. В геологических масштабах времени очертания контуров целых континентов изменяются до неузнаваемости.

## Внутреннее строение Земли

Что мы сегодня знаем о внутреннем строении нашей планеты? Хотя строение Земли описано в школьных учебниках, надо помнить о том, что наши знания об этом строении во многом не точны и могут оказаться в чём-то в корне ошибочными. Приведу такой пример. В 70-80-е годы в СССР на Кольском полуострове была пробурена самая глубокая скважина в мире на рекордную глубину свыше 12 км. Перед бурением на этой площади были проведены тщательные исследования геофизическими методами, теми самыми, которыми, собственно, и изучается глубинное строение Земли. Цель этих исследований – прогноз геологического разреза будущей скважины. Результаты бурения и изучения разреза скважины, в том числе прямыми методами по каменному материалу, извлечённому из скважины, не подтвердили многих данных прогноза геологического разреза. Это к вопросу о достоверности наших знаний о глубинном строении нашей планеты.

Земля состоит из оболочек различной плотности, концентрически располагающихся вокруг центрального ядра. Атмосфера и гидросфера составляют малую долю её массы. Основную часть её массы составляют земная кора, мантия и ядро (Рис.1).

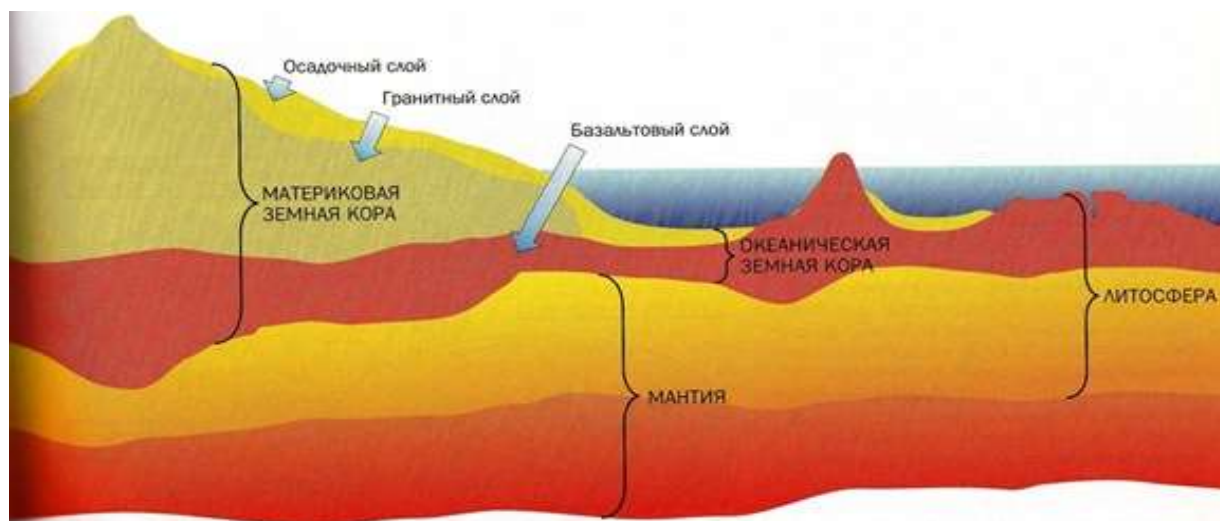


**Рис.1** Внутреннее строение Земли.

**Земная кора.** Земной корой называется весь комплекс горных пород до поверхности Мохоровичича снизу. Эта поверхность отделяет кору от жидко-вязкой мантии. Её положение фиксируется по скачку скорости сейсмических волн.

Поверхность Земли делится на две части: континентальную и океаническую. Такой характер планетарного рельефа связан с коренным отличием строения и состава этих частей земной коры. Континентальная кора с поверхности сложена осадочными и извержёнными породами. Нижняя часть осадочного

слоя под действием высоких температур и давлений преобразовалась в метаморфические горные породы. Океаническая кора сложена плотными породами из отвердевшей магмы и перекрывается осадками, отложившимися в океане вдали от береговой линии (Рис.2).



	<b>Материковая земная кора</b>	<b>Океаническая кора</b>
<b>Возраст земной коры</b>	до 4 миллиардов лет	до 180 миллионов лет
<b>Толщина земной коры</b>	40 км, местами до 80 км	5 - 10 км
<b>Слой горных пород</b>	1) осадочный слой 2) гранитный слой 3) базальтовый слой	1) осадочный слой 2) базальтовый слой

**Рис. 2.** Материковая земная кора и океаническая земная кора.

**Мантия Земли.** Между поверхностью Мохоровичича и ядром располагается оболочка Земли, называемая мантией. Глубина её нижней границы – 2900 км. Мантия неоднородна по составу и на глубине 900 км разделяется на две оболочки: верхнюю и нижнюю.

Верхняя мантия разделяется на три слоя:

1. Верхний слой: это те самые плотные породы типа базальтов, которые слагают океаническое дно под осадками. Те же породы находятся и под континентальной корой, но на очень большой глубине в десятки километров. Они же выходят на поверхность в океане на островах вулканического происхождения.
2. Средний слой: Астеносфера. Его вещество, плотностью  $3,0 \text{ г/см}^3$ , находится в пластическом (жидко-твердом) состоянии, когда гранулы твердого вещества окружены плёнкой расплава. По верхней границе астеносферы проходит граница твёрдой оболочки Земли – литосферы, включающей в себя земную кору и верхний слой верхней мантии (Рис.2).
3. Нижний слой верхней мантии: слой Голицына. Этот слой характеризуется твердым состоянием вещества с повышенной плотностью  $4,3 \text{ г/см}^3$  и высокой вязкостью.

Нижняя мантия представлена веществом с ещё более высокой плотностью ( $5,5 - 6 \text{ г/см}^3$ ), обусловленной содержанием в её составе, наряду с кислородом, кремнием, магнием, более тяжёлых элементов железа и никеля.

**Ядро Земли.** Граница между ядром Земли и мантией отмечается резким уменьшением скорости продольных и поперечных сейсмических волн. Ядро, в свою очередь, делится на две части – внешнюю и внутреннюю.

Внешняя часть состоит или из размягчённых сверхплотных силикатов, или же окиси железа. Вещество внешнего ядра характеризуется высокой плотностью –  $6 - 12,2 \text{ г/см}^3$ .

Внутренняя часть ядра располагается глубже 5100 км. Оно состоит из сплава железа с никелем, находящегося в твердом состоянии. Плотность вещества в центре Земли ещё больше и достигает  $13 \text{ г/см}^3$  [1].

### **Гипотеза Вегенера о строении твёрдой оболочки Земли**

Наружная оболочка Земли, имеющая толщину от 8 до 40 км, в масштабах земного шара с центром на глубине 6371 км, – это не более чем тонкая скорлупа, на которой существует ряд крупных разломов. Согласно современной теории, твёрдая оболочка Земли (литосфера) не сплошная оболочка, а мозаика из отдельных плит, которые перемещаются по отношению друг к другу, увлекая с собой континенты. Плиты представляют собой огромные блоки, называемые литосферными плитами.

Эта теория принята мировой научной общественностью, но утвердилась она лишь в семидесятые годы и была признана крупнейшим достижением науки о Земле XX столетия. Но раньше, до того пока она утвердилась, прошли годы масштабных сложных исследований, годы нешуточных столкновений научных школ, мнений авторитетных учёных, крушения их репутаций под напором неопровержимых фактов.

Всё началось с того, что в начале XX века немецким учёным Альфредом Вегенером была выдвинута основополагающая гипотеза о строении твёрдой оболочки Земли. Эта гипотеза и сам Вегенер стоят того, чтобы рассказать о них подробнее [2].

Если посмотреть на очертания материков в Атлантическом океане, то в глаза бросится удивительная особенность: выступы одних довольно точно отвечают вогнутым участкам других материков. В качестве примера можно привести выступ бразильского побережья Южной Америки, вписывающийся в контуры Гвинейского залива Африки [3].

На сходство очертаний берегов противоположащих континентов обращали внимание многие географы и геологи, работавшие с картами Атлантического и Индийского океанов. Однако лишь немецкий геофизик А. Вегенер (1880—1930) разработал на основании этого и многих других фактов цельную гипотезу и представил эту гипотезу научной общественности в 1912 г. Суть её заключалась в следующем: **материки, определяющие лик нашей планеты, некогда составляли единое целое, а потом под влиянием центробежных сил разошлись в стороны. А. Вегенер назвал это явление дрейфом континентов.**

Действительно, если из географической карты сначала вырезать, а затем сблизить друг с другом материки, то не трудно найти такое их положение, при котором возникает сравнение с разбитой тарелкой (Рис.3, А). Если совмещать контуры материков не по береговой линии, а по краю шельфа, как это и сделал А. Вегенер, то можно добиться ещё более полного их совпадения. В 1965, прибегнув к помощи ЭВМ, Э. Буллард, Дж. Эверетт и А. Смит удалось ещё более удовлетворительно решить задачу такого совмещения. Оказалось, что наилучшего совпадения контуров материков можно добиться, используя их очертания по изобатам – 2000 м, соответствующим средней части океанического континентального склона. По-видимому, эти глубины в наибольшей степени отвечают границам между континентальными литосферными плитами.

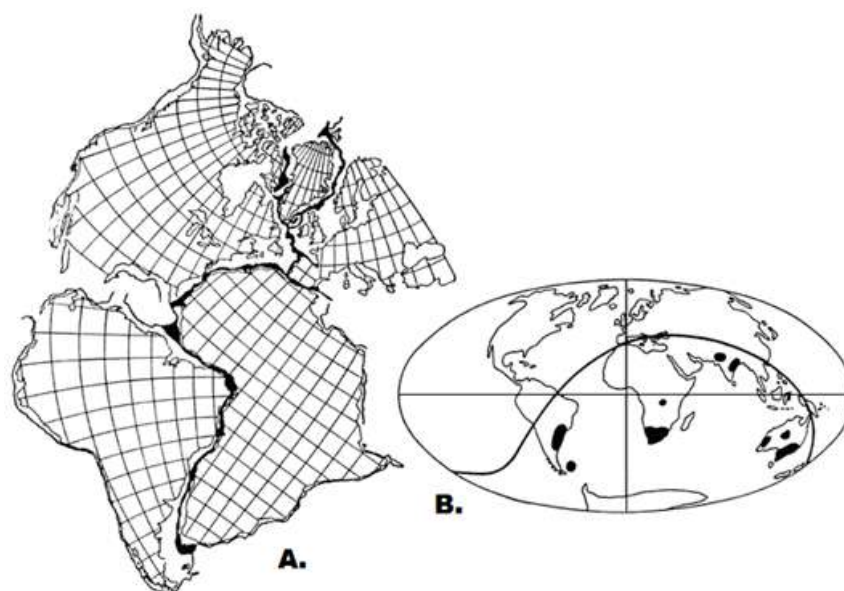


Рис. 3 Истоки возникновения гипотезы дрейфа континентов.

- А. Совмещение береговых линий приатлантических материков.
- В. Следы пермокарбонového оледенения на современной карте.

**В начале XX века исследования в морях и океанах только разворачивались. Поэтому построения А. Вегенера в основном были восприняты как спекулятивные. В те годы доказать правомочность подобных совмещений было невозможно.**

Решающими доказательствами того, что в прошлом материка располагались на глобусе иначе, Вегенер вполне справедливо считал данные о палиоклимате. С одной стороны, в Трансантарктических горах, у самого Южного полюса, экспедицией Р. Скотта были найдены палеозойские ископаемые деревья, которые могли произрастать только в тёплом климате. С другой стороны, в это же самое палеозойское время в Индии, Бразилии, на юге Африки и в Австралии образовывались ледниковые отложения (Рис.3, В). Согласовать эти факты можно, если допустить, что некогда Южная Америка, Африка, Австралия и Индия располагались гораздо ближе к Южному полюсу, а Антарктида, напротив, существенно дальше от него, чем в наши дни. Надо заметить, что само по себе бывшее территориальное единство континентов Южного полушария в те годы допускалось многими геологами, однако все они считали нынешнее положение материков неизменным и предполагали, что между ними существовали некие сухопутные соединения, впоследствии погружившиеся в океан. Вегенер же, чтобы не "строить" такие "сухопутные мосты", предположил, что материка перемещаются по поверхности глобуса: Южная Америка отодвигается от Африки, Индостан приблизился к Азии и столкнулся с ней и т.д.

Вегенер обратил внимание на близость геологических возрастов и составов осадочных и магматических формаций, слагающих прибрежные районы Африки и Южной Америки со стороны Атлантического океана. По признанию его самого, на мысль о возможном дрейфе материков его натолкнули данные о близком составе палеонтологических остатков в континентальных породах палеозойского и раннемезозойского возраста Африки и Южной Америки, включая кости динозавров, обитавших, по-видимому, в континентальных пресноводных водоёмах. На материках Северного полушария кости этих животных не встречались. Однако на рубеже поздней Юры и раннего Мела появились существенные различия. Отсюда А. Вегенер делал вывод, что окончательное отделение Южной Америки от Африки произошло в меловое время. На этом основании он пришёл к следующему основополагающему выводу. **В предыдущий период, где-то в конце палеозоя, все материка собрались, образовав единый протоконтинент.** Этот протоконтинент был им назван **Пангеей** и состоял из двух блоков. Северный блок был назван **Лавразией** (Северная Америка и Евразия без Индостана). Южный блок – **Гондваной** (Южная Америка, Африка, Индостан, Австралия и Антарктида). Блоки разделяло море, названное **Тетис**. Пангея была окружена единственным же огромным океаном. Атлантический и Индийский океаны в то время ещё не существовали. К этому важно добавить, что именно Вегенер первым предположил, что строение Континентальной и Океанической коры должно существенно отличаться. Вегенер не имел в то время доказательных фактов, которые появились только после его смерти в 1930 году [5].

Интуиция А. Вегенера опередила развитие науки о Земле на целых полстолетия. Смелость и внутренняя логика концепции дрейфа континентов поначалу захватили умы многих учёных - его современников. Этим учёным называли **мобиристами**, а их противники называли себя **фиксистами**. Но спустя несколько лет после опубликования гипотезы Вегенера геофизиками были произведены расчёты, которые показали, что механизм возможного дрейфа материков в том виде, в каком он представлялся А. Вегенеру, не реален. По мысли первых мобиристов, континенты двигаются под действием центробежной силы, возникающей в результате вращения Земли. Но, чтобы двигать

огромные по толщине и размерам глыбы по вязкой мантии, этой центробежной силы явно не хватало. Этот неоспоримый вердикт помог сохранить фиксистскую парадигму в науках о Земле ещё в течение нескольких десятков лет. Типичная ошибка научной общественности: гипотеза, прекрасно объясняющая неопровержимые факты, не воспринимается и отвергается потому, что ещё не может объяснить механизма явления. Для объяснения механизма дрейфа континентов на то время не было необходимых знаний о внутреннем строении Земли и процессах, происходящих в её глубинных слоях.

Сыграли негативную роль в дискредитации гипотезы дрейфа континентов и навеянные ею разнообразные фантастические представления. Их отголоски мы находим, например, у А. Н. Толстого в его увлекательном романе «Гиперболоид инженера Гарина». Гарин с помощью лучевой энергии гиперболоида пробивает на базальтовом острове глубокую шахту сквозь океаническую оболочку, под которой якобы находится золотоносный рудный пояс.

После нескольких лет ажиотажа вокруг гипотезы А. Вегенера её популярность быстро пошла на убыль. Это в немалой степени было связано с гибелью А. Вегенера в 1930 г. на леднике Гренландии. Сам этот трагический факт ярко характеризует личность А. Вегенера. Ещё в молодости он прославился как знаменитый исследователь Арктики. Он первый пересёк Гренландский ледяной щит в самом широком месте ледника. В 1930 г. экспедиция его друзей терпела бедствие в центре этого ледника. Они обратились к Вегенеру за помощью по радию. Их пятидесятилетний друг немедленно бросился к ним на помощь, организовал и возглавил спасательную экспедицию. Спас своих друзей, а сам умер на обратном пути от сердечного приступа. За эти подвиги он заслужил место в ряду великих исследователей Севера, таких, как Седов, Нансен, Амундсен и Скотт [2].

В геологической науке между тем развернулась борьба идей, продолжавшаяся с разной интенсивностью до недавних пор. Почти столетия к концепции дрейфа континентов относились как к изящной фантазии. Меня обучали геологии в Московском геологоразведочном институте (МГРИ) признанные корифеи этой науки, но даже упоминания об этой гипотезе и имени её автора я не помню. И теперь я знаю почему. Потому что меня учили геологии ещё во второй половине 40-х годов, когда эта гипотеза в СССР отвергалась как антинаучная. И даже упоминание о ней не допускалось в лекциях и научных публикациях. В геологической науке властвовали фиксисты. Они потратили годы напряжённого труда, построили всю свою научную карьеру на обосновании теоретических геологических моделей. Эти модели были призваны объяснить выявленные факты и явления в строении земной коры и истории её преобразования с позиций фиксистской парадигмы. Победа мобилистской парадигмы в науках о Земле означала для них неизбежный крах их научной карьеры. Можно представить, какое раздражение и ненависть вызывало у них одно упоминание имени родоначальника мобилизма [4].

Как эти заблуждения отразились на практической геологии? Вот, например, один факт, который мне известен. Авторитетные учёные - геологи из ведущих геологических институтов не рекомендовали вести поиски нефти на Севере Западной Сибири. Они обосновывали своё мнение тем, что на Севере из-за холода нет условий для образования необходимой биомассы в отдалённые геологические эпохи, а, следовательно, нет исходного сырья (нефтематеринских пород) для образования нефти. В довоенные и послевоенные годы интенсивные поиски нефти концентрировались на Юге Западной Сибири, в том числе и опираясь на эти рекомендации. Они окончились безрезультатно.

Позже нашли огромные запасы нефти и газа на Севере этого региона, вопреки этим рекомендациям.

### Мобилизм в науках о Земле побеждает

В начале шестидесятых годов гипотеза Вегенера получила подтверждение с совершенно неожиданной стороны: от нового направления в науках о Земле из области палеомагнитных исследований. Идея этих исследований основана на следующем физическом явлении. Если нагреть постоянный магнит выше определённой температуры, называемой точкой Кюри, то он теряет свои магнитные свойства, но затем, при охлаждении, вновь восстанавливает эти свойства при наличии магнитного поля. При прохождении точки Кюри застывающие извержённые вулканические породы, содержащие ферромагнитные минералы, намагничиваются. Магнитные векторы намагниченных минералов ориентируются в соответствии с существующим в это время магнитным полем Земли. Это явление называется остаточной намагниченностью. Иными словами, содержащая ферромагнитные минералы горная порода в известном смысле представляет собой стрелку компаса, которая указывает направление на магнитный полюс Земли в момент застывания породы. У нас есть много таких «стрелок», разнесённых на большие расстояния. Пересечение направлений, указываемых этими «стрелками», даёт нам и точное положение полюса в соответствующую геологическую эпоху, и географическую широту района образования каждой из наших пород — «стрелок». Для извержённой породы можно радиоизотопным методом определить её абсолютный возраст. Благодаря этому возникает возможность нарисовать по полученным данным довольно точную картину географического расположения одновозрастных частей всех континентов в различные моменты их геологической истории.

В результате этих исследований выяснилось следующее. Во-первых, было доказано, что все "Гондванские" материки действительно находились некогда в гораздо более высоких широтах Южного полушария, чем ныне. Во-вторых, оказалось, что общая картина положения полюсов в геологическом прошлом выходит какая-то странная (Рис. 4, А, Б).

**А - Северного относительно Европы и Северной Америки.**

**Б - Южного относительно Африки и Южной Америки.**

**В - Те же траектории, но при совмещении приатлантических частей континентов в соответствии с реконструкциями Вегенера.**

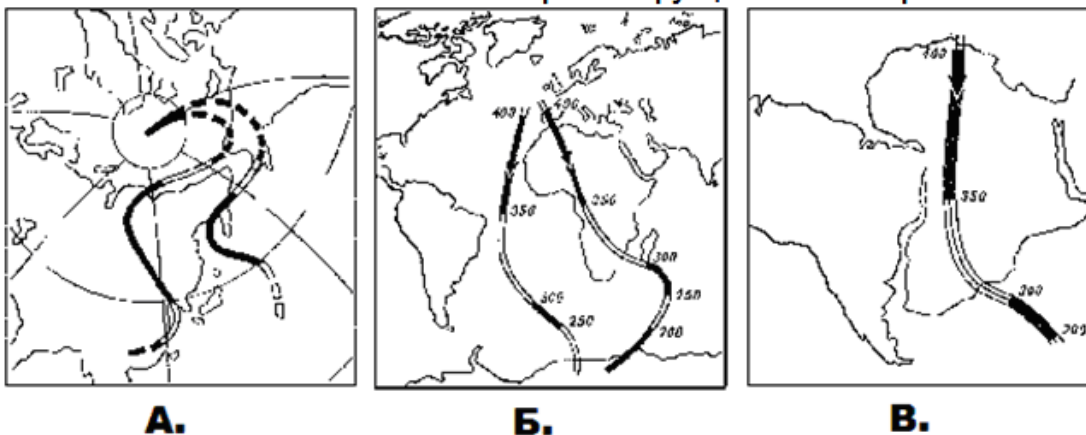


Рис. 4. Траектории движения полюса относительно континентов при их современном расположении.

Картина эта казалась совершенно необъяснимой до тех пор, пока в 1962 г. С. Ранкорн не догадался «сдвинуть» материки в соответствии с полузабытыми уже реконструкциями Вегенера (см. Рис.4, В). Как видно из этого рисунка, при таком их положении соответствующие палеомагнитные траектории совместились между собой практически идеально. Этот факт по существу есть бесспорное доказательство правильности гипотезы дрейфа континентов. Иначе его интерпретировать невозможно [6].

В 1962 г. Альфреду Вегенеру было бы 82 года, и он мог бы дожить до триумфа своей гипотезы. После смерти Вегенера почти 30 лет появлялось немного новых фактов, и интерес к ней постепенно угас. Однако эта гипотеза всё-таки успела побудить геологов к серьёзному изучению состава пород под дном морей и океанов. Накапливались новые и новые данные о строении дна океанов. Была открыта и детально закартирована глобальная (т.е. охватывающая весь земной шар) система срединно-океанических хребтов и располагающихся в периферических частях океанов глубоководных желобов, с которыми связаны районы активного вулканизма и самых катастрофических землетрясений. Например, в Атлантическом океане, изученном наиболее детально, было установлено, что по гребню срединно-океанического хребта проходит глубинный разлом: т.н. рифт, над которым фиксируется постоянный мощный тепловой ток.

Итак, за короткий промежуток времени произошёл настоящий переворот в наших знаниях о рельефе морского дна. Выявилась чрезвычайно сложная геологическая структура дна океана. Интенсивное накопление фактических данных привело в конечном итоге к революционному пересмотру всей системы взглядов на историю не только океанического дна, но и континентов. В том же 1962 Г. Хесс, просуммировав эти данные, сформулировал свою гипотезу разрастания (спрединга) океанического дна. Он предположил, что в мантии происходит конвекция – перемешивание вещества под действием тепловых потоков. Расплавленное мантийное вещество поднимается на поверхность по рифтовым разломам; это вещество постоянно раздвигает края рифта и одновременно, застывая, наращивает эти края изнутри. Так образуется новая океаническая кора. При этом возникают многочисленные мелкофокусные землетрясения (с эпицентром на малых глубинах в десятки километров). Хесс писал: «Этот процесс несколько отличается от механизма дрейфа материков, описанного Вегенером. Континенты не прокладывают себе путь сквозь океаническое дно под воздействием какой-то неведомой силы, а пассивно плывут в мантийном материале, который поднимается вверх под гребнем хребта и затем распространяется от него в обе стороны. Срединно-океанический хребет является просто-напросто местом, где на поверхность планеты выходит восходящий конвекционный ток, какие можно наблюдать в кастрюле, где варится кисель или жидкая каша; материк же в рамках такой аналогии является пенкой на этом киселе»[7].

Если на срединно-океанических хребтах постоянно образуется новая океаническая кора, то должно быть и место, где происходит обратный процесс, так как суммарная поверхность планеты не увеличивается. Местами, где та же кора уходит обратно в некогда породившую её мантию, являются глубоководные желоба. Именно продольное давление постоянно расширяющейся океанической коры и является той самой силой, что удерживает желоба в прогнутом состоянии и не дает их дну "всплывать". Энергия же напряжений, возникающих, когда твердая кора вдвигается в частично расплавленную мантию, выделяется в виде разрушительных глубокофокусных землетрясений (с эпицентром на глубине до 600-650 км) и извержений вулканов. Именно это произошло у восточного берега острова Хонсю. На Рис.5 показано как раздвигаются литосферные плиты с «впаянными» в них континентами под воздействием конвективных потоков в



мантии, выходящих на поверхность в рифтовой зоне срединно-океанического хребта (Рис 5.а). При этом океаническая плита, граничащая с континентальной плитой, «подползает» под эту плиту (Рис. 5. в). Другими словами, континенты движутся не под действием сил, связанных с вращением Земли, а в результате сложных процессов, происходящих в мантии [7].

Итак, сегодня гипотеза А. Вегенера о дрейфе континентов подтверждена благодаря новым достижениям науки о Земле и вошла как ключевой элемент в современную теорию глобальной геологии или, что то же самое, в «Тектоническую теорию геологической эволюции Земли». Эта теория так и называется: «Тектоника литосферных плит». Научное направление «мобилистов» победило «фиксистов», и дальнейшее развитие геологии будет происходить под флагом парадигмы мобилизма. Это событие напоминает победу Коперниковского гелиоцентризма над Птоломеевским геоцентризмом. Подтвердилась и гипотеза Вегенера об образовании и распаде суперконтинента Пангеи, и это название, данное ему Вегенером, сохранено.

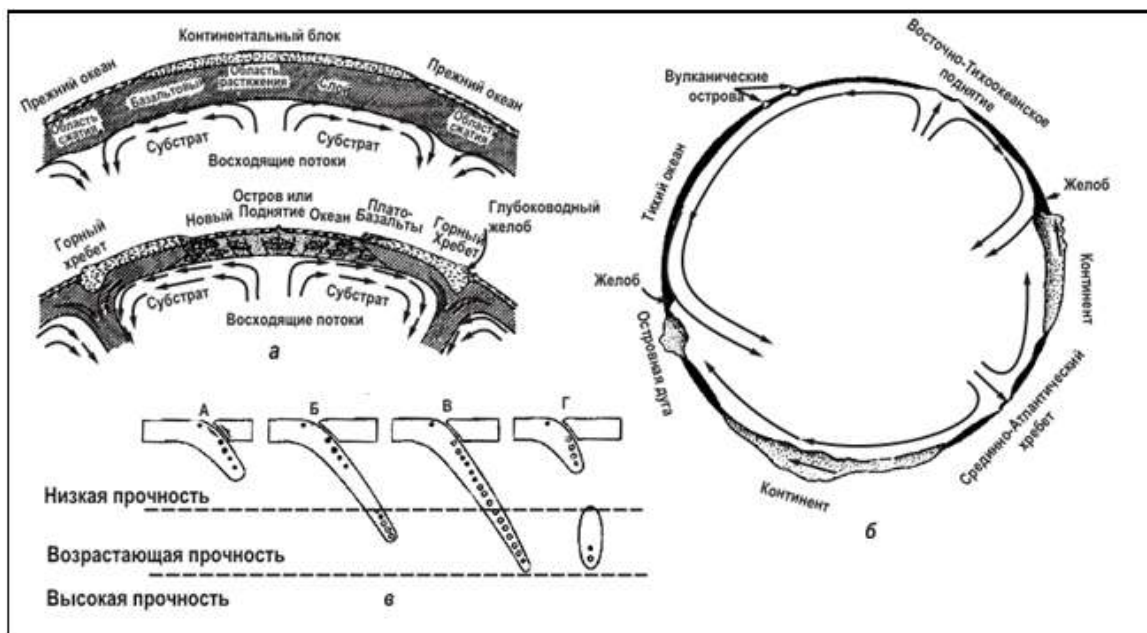


Рис. 5. Модель конвекции в мантии как механизма континентального дрейфа

- а** --схематический разрез Земли на основе гипотезы разрастания (спрединга) океанического дна,
- б** --район глубоководного желоба,
- в** --литосферная плита погружается в астеносферу А, упирается в её днище Б и В и разламывается, затем отламывается периферийная часть плиты Г. В зоне трения плит происходят мелкофокусные землетрясения (чёрные кружки выше линии низкой прочности), в зоне упора и разлома плиты – глубокофокусные землетрясения (см. кружки ниже линии низкой прочности).

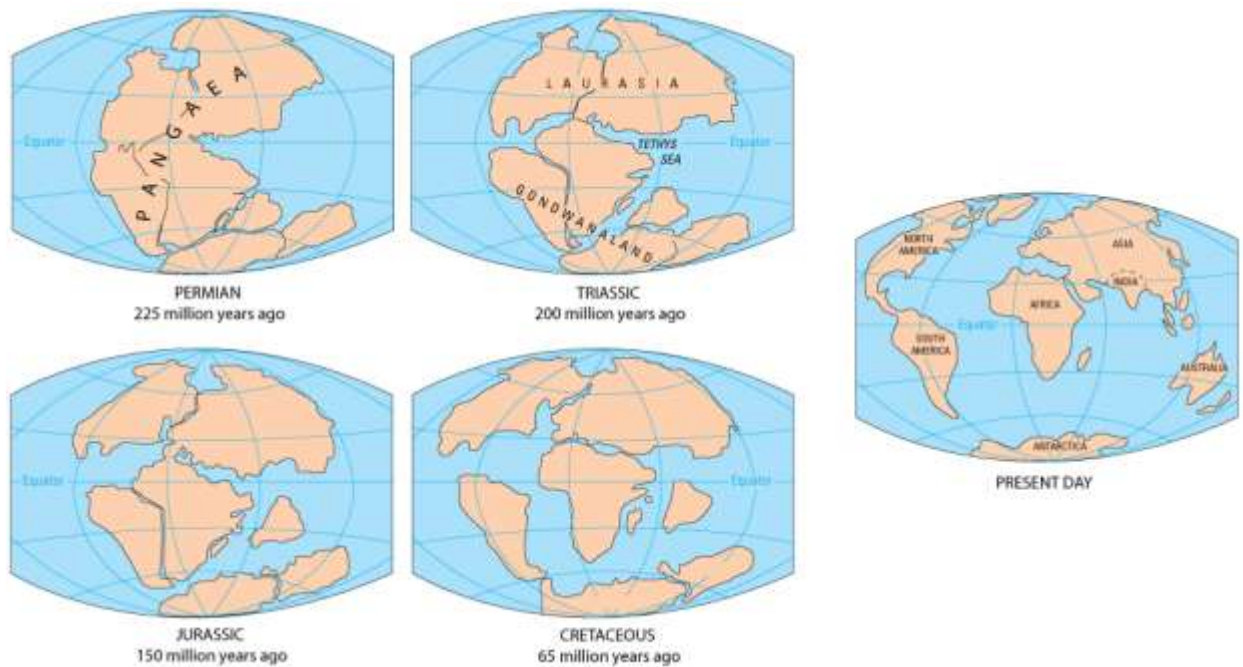


Рис. 6. Расположение континентов, начиная с Пермской эпохи и до наших дней.

Такие же процессы объединения и расхождения континентов происходили и в более ранние эпохи геологической эволюции Земли. Первый суперконтинент сформировался на рубеже Архейской и Протерозойской эры. Его назвали «Монгея». Затем были «Мегания» и «Родиния». После Пангеи ожидается в будущем образование суперконтинента «Тинергеи».

Сегодня на вопрос о том, какие силы вызывают тектоническую активность, включая дрейф континентов, современная наука о Земле отвечает так. В основном это эндогенные силы, т.е. силы внутри Земли. Главная из них – это действие гравитационной химико-плотностной дифференциации внутриземного вещества во времени. Именно этот процесс привёл к расслоению первоначально однородного вещества планеты на сферические слои: кору, мантию и ядро. Он продолжается с выбросом энергии, которая трансформируется в различные тектонические явления, в тот же дрейф континентов. Вторым по значению источником внутриземной энергии служит распад естественных радиоэлементов. И лишь на третьем месте находится внеземной экзогенный источник энергии из космоса: воздействие Луны и Солнца. Но появляется всё больше новых данных, полученных с околоземных и удалённых станций, изучающих космос. Эти данные, видимо, внесут существенные коррективы в наши представления о влиянии космических сил на процессы, происходящие в недрах и на поверхности Земли. Может быть пересмотрен выше приведённый тезис о незначительной роли внеземных источников энергии. В частности, речь идёт о воздействии мощных потоков нейтринного излучения из дальнего космоса, способного пронизывать всю планету. Современное представление о тектонической структуре и положении литосферных плит мы можем видеть на карте мира:



Рис.7. Современное положение литосферных плит, рифтов и зон подвигов на границах континентальных и океанических плит

Детально анализировать этот рисунок мы не будем. Рассмотрим некоторые интересные участки на карте. Обратим внимание на то место, где произошло недавнее катастрофическое землетрясение в Японии. Вкратце там произошло следующее. У восточного побережья этого острова соприкасаются несколько литосферных плит. К Западу от острова подходит огромная плита, которая несёт на себе Евразийский континент. Остров Хонсю лежит на Охотской малой плите (её нет на рис.7). Эта плита откололась от Северо-Американской континентальной плиты, на которой располагается Северная Америка и Северо-Восточная часть Евразийского материка (к Востоку от хребта Черского на Северо-Востоке Якутии). Непосредственно к восточному берегу острова примыкает огромная литосферная океаническая плита, состоящая из океанической коры, на которой лежит ложе Тихого океана. Океаническая плита медленно подползает под Охотскую малую континентальную плиту, на которой расположен остров Хонсю. Край океанической плиты, изгибаясь, опускается на глубину в десятки километров, накапливая упругую энергию. Наконец, край плиты трескается, как сук на дереве под тяжестью снега, кусок её отваливается и утопает в жидкой и вязкой магме мантии Земли. Этот процесс показан на Рис. 5, в. В этот момент и происходит землетрясение как результат высвобождения огромной накопленной упругой энергии. Эпицентр землетрясения находился там, где отломилась периферийная часть океанической литосферной плиты. Толчок произошёл под океаном, он и вызвал цунами с высотой волны свыше 10 м, а дамба, защищающая берег, не превышала 8 м и была разрушена. Погибли более 20 тысяч японцев, фактически не от самого толчка, а от вызванного им цунами. Пострадали АЭС, построенные на берегу океана. Наиболее опасная ситуация возникла на АЭС Фукусима 1 из-за разрушения реактора и выброса радиоизотопов в воздух и в океан.

Контакт этих двух плит – одна из самых сейсмически активных зон на планете. Ожидали ли учёные землетрясения именно в этом месте? Нет. Наиболее опасным предполагалось место стыка трёх литосферных плит: Охотской, Тихоокеанской и Филиппинской (Рис.7), т.е. значительно южнее острова Хонсю. «Ошибка вышла – вот о чём молчит наука». Почему же наука в очередной раз оказалась бессильной перед природной катастрофой? Хочу высказать по этому конкретному вопросу свою точку зрения. Современная геологическая теория способна предсказывать, где находятся самые опасные места будущих землетрясений. Сегодня всем стало очевидно, что строить АЭС на восточном берегу о. Хонсю было нельзя. Почему же эти АЭС именно там построили? Ответ известен. Потому что там строить было коммерчески наиболее выгодно. Что же наука, молчала? А что она могла сказать, ведь решение о месте строительства принималось не позже конца 60-х годов. Но научная теория о литосферных плитах была признана таковой только в 70-е годы. Принять меры могли позже, но не приняли в нужной мере. Даже дамбу не подняли с 8 до 15 метров. Не сочли нужным, деньги пожалели бедные японцы. Убытки от данного землетрясения уже подсчитали: \$245 млрд. и десятки тысяч погибших, лишившихся жилья и пострадавших от радиации.

Что касается США, то ситуация с будущими катастрофическими землетрясениями на территории штатов тоже весьма опасна. Самый проблемный в этом смысле штат, конечно, Калифорния. Конкретно – там, где проходит региональный рифт под названием Сан-Андреас. Этот рифт между Тихоокеанской и Северо-Американской плитами длиной в 1300 км проходит вдоль побережья по территории штата Калифорния, большей частью по суше. С этим разломом связаны землетрясения, достигавшие магнитуды 8,1 балла и вызвавшие катастрофические разрушения. Наиболее известными являются землетрясения в районе Сан-Франциско. Одно из землетрясений произошло в 1906г., в результате чего погибли более 3 тыс. человек. Без крова осталось до 300 тыс. жителей. А в результате землетрясения в этом регионе в 1989 г. погибло 62 человека и было разрушено 180 тыс. домов. Это землетрясение сейсмологами ожидалось, поэтому такое сравнительно малое число жертв.

Красное море – одно из самых молодых на Земле. Как и в Атлантическом океане, в нём есть срединный хребет и рифт, скорость спрединга здесь достигает ~2 см в год, поэтому Аравийский полуостров постепенно отдаляется от Африки. Это же море – часть большого разрыва в литосфере, тянущегося в одну сторону до Восточно-Африканской рифтовой системы (район Великих африканских озёр). А в другую сторону разрыв является продолжением Красноморского рифта, который поворачивает в Акабский залив и далее проходит по впадине Мертвого моря, по реке Иордан до Ливанских гор. Учёные считают, что в будущем эта система разломов может превратиться в океан.

Жители Исландии в буквальном смысле живут на вулканах. Их остров постоянно трясёт, а вулканы заливают землю острова лавой и засыпают пеплом. К счастью для жителей острова, землетрясения не разрушительные. Это мелкофокусные землетрясения на стыках континентальных и океанических плит (Рис. 5, а). Остров находится на стыке Евразийской и Северо-Американской литосферных плит. Рифт, разделяющий эти плиты, прорезает остров и местами выходит на поверхность. Как он выглядит, можно видеть на фотографии, сделанной автором (Рис.8).



Рис.8. Фотография рифта, выходящего на поверхность на острове Исландия.

### **Заключение**

Судьба гипотезы «Дрейфа континентов» и его гениального автора наглядно иллюстрирует, как труден путь от плодотворной гипотезы, объясняющей накопившиеся неопровержимые факты в изучении природы, до создания научной теории, признанной международным научным сообществом и взятой на вооружение практикой. Учёные, авторы этих гипотез, истинные благодетели человечества, как правило, вынуждены преодолевать консерватизм устоявшихся мнений, привычных моделей в науке своего времени. Это естественно и во многом полезно. Но очень часто на пути к признанию их открытия оказывается ещё другое препятствие: яростное сопротивление своих же менее удачливых коллег. И это тоже понятно. Для них такое признание означает крах личной научной карьеры, а автору открытия и его последователям предстоят долгие годы борьбы с ними. Рано или поздно научная истина побеждает. Длительная задержка в разработке новой научной теории, отдаляющая её признание из-за необоснованно отвергнутой гипотезы и упорного блуждания в ошибочных направлениях, дорого обходится человечеству.

### **Источники**

1. Строение Земли. [www.wikipedia.org/wiki/Земля](http://www.wikipedia.org/wiki/Земля)
2. Милановский Е. Е. Альфред Вегенер. 1880-1930. М.: Наука, 2000
3. Конюхов А. И. А. Геология океана: загадки гипотезы, открытия. М. Наука, 1989
4. Альфред Вегенер и оценки его теории в современных средствах массовой информации. Реферат по геологии. [www.bestreferat.ru/referat-212334.html](http://www.bestreferat.ru/referat-212334.html)
5. Истоки возникновения теории дрейфа континентов. <http://www.evolution.powernet.ru/library/eskov/03.html>
6. Теория дрейфа континентов: непонятные силы, заставляющие их дрейфовать. <http://www.medbiol.ru/medbiol/lifehist/000b0818.htm>
7. Еськов К.Ю. История Земли и Жизни на ней. – М.: НЦ ЭНАЦ, 2004, 143 с.