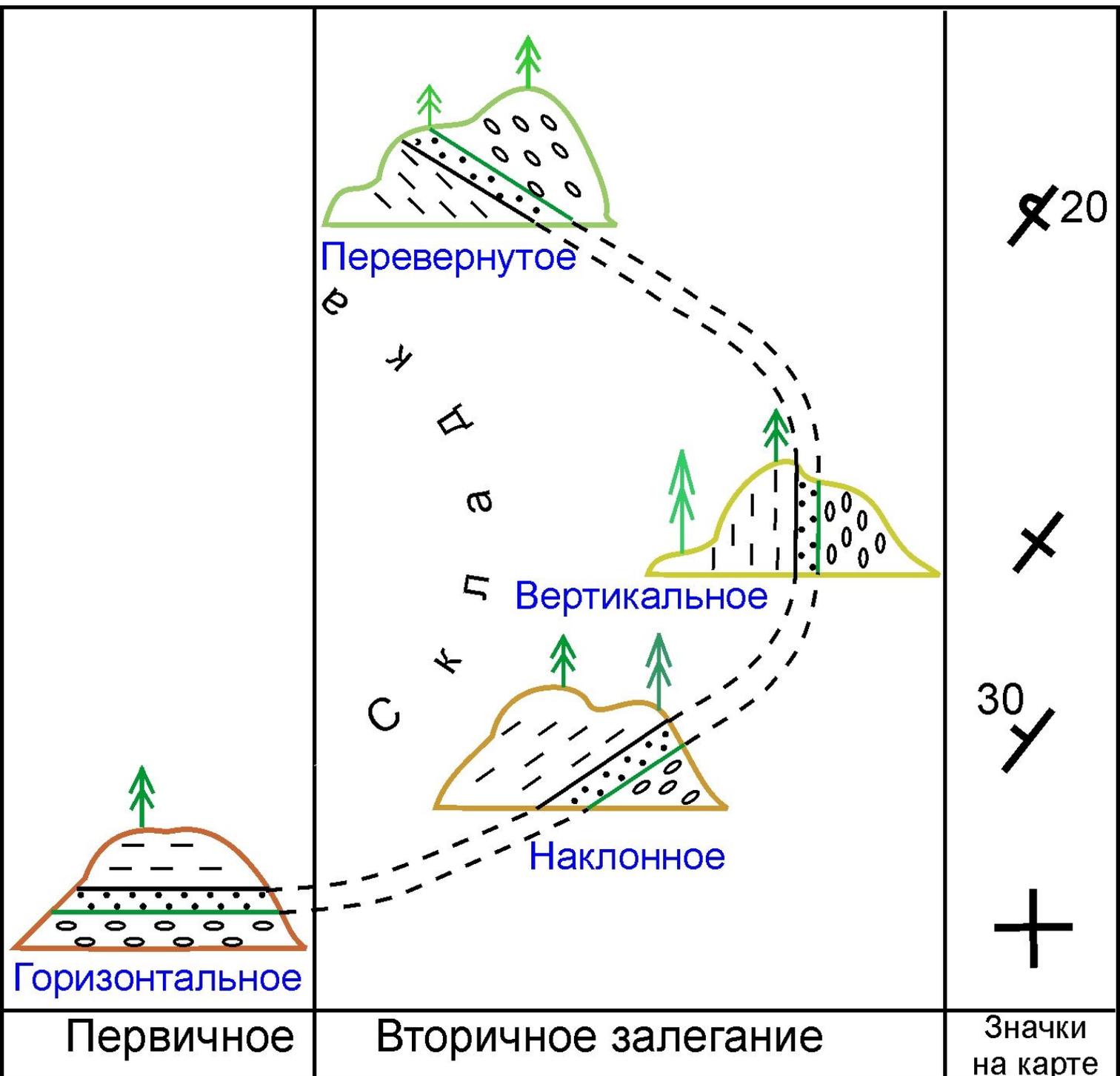


**ВАЖНЕЙШИЕ
ГЕОТЕКТОНИЧЕСКИЕ
ГИПОТЕЗЫ**



***Н. Стено
(Стенон)***

Первичное и вторичное залегание пород





Р. Декарт и Г. Лейбниц

Идеи М. В. Ломоносова

Причина – внутренняя энергия Земли.

Тектонические движения

медленные

вертикальные

горизонтальные

быстрые

землетрясения

вулканизм



Гипотеза поднятия



А. Гумбольдт

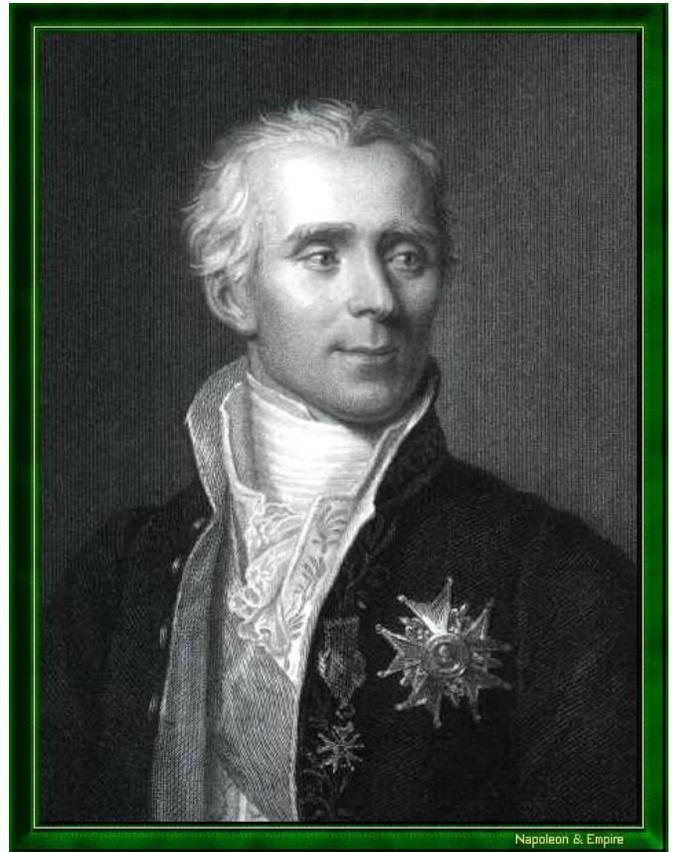


Складчатость – оттеснение слоев со сводов
поднятий поднимающейся магмой
(Б. Штудер)

ГИПОТЕЗА КОНТРАКЦИИ



Иммануил Кант



Пьер Симон Лаплас

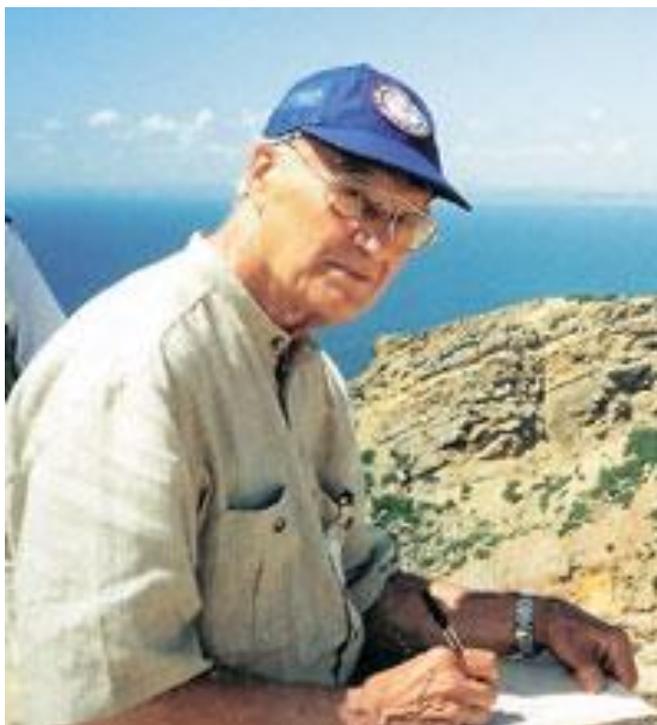


Эли де Бомон

ПУЛЬСАЦИОННАЯ ГИПОТЕЗА



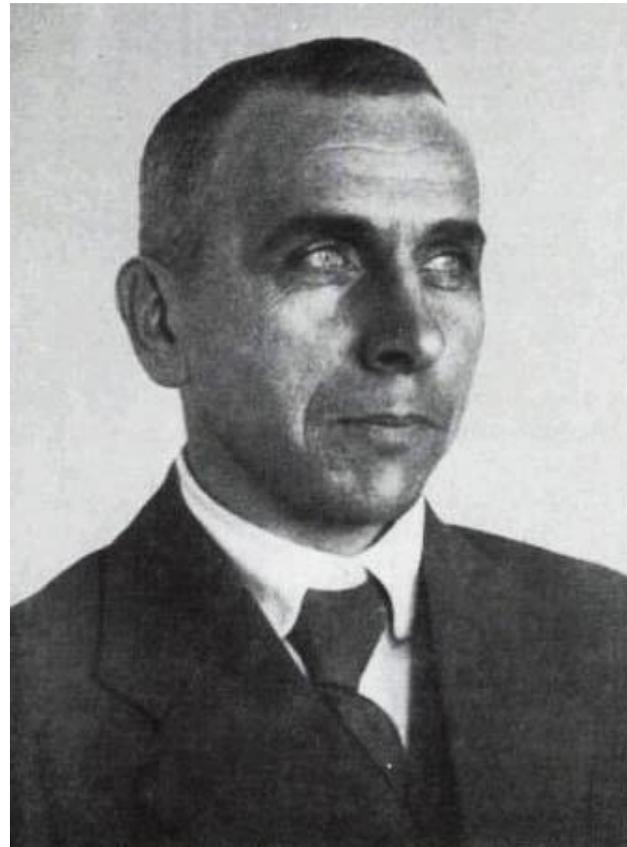
В. А. Обручев и М. А. Усов



Е. Е. Милановский

ГИПОТЕЗА ДРЕЙФА МАТЕРИКОВ

1910 г. – *Ф.Тейлор*, 1915 г. – австрийский геофизик *А.Вегенер* («Происхождение материков и океанов»).



А.Вегенер

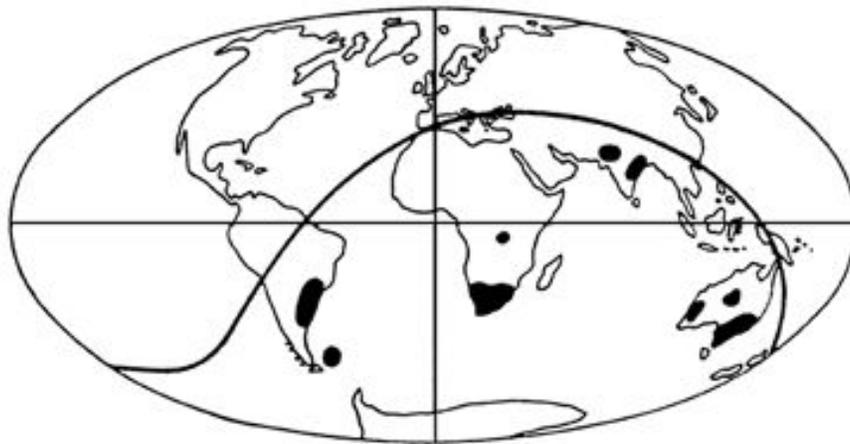
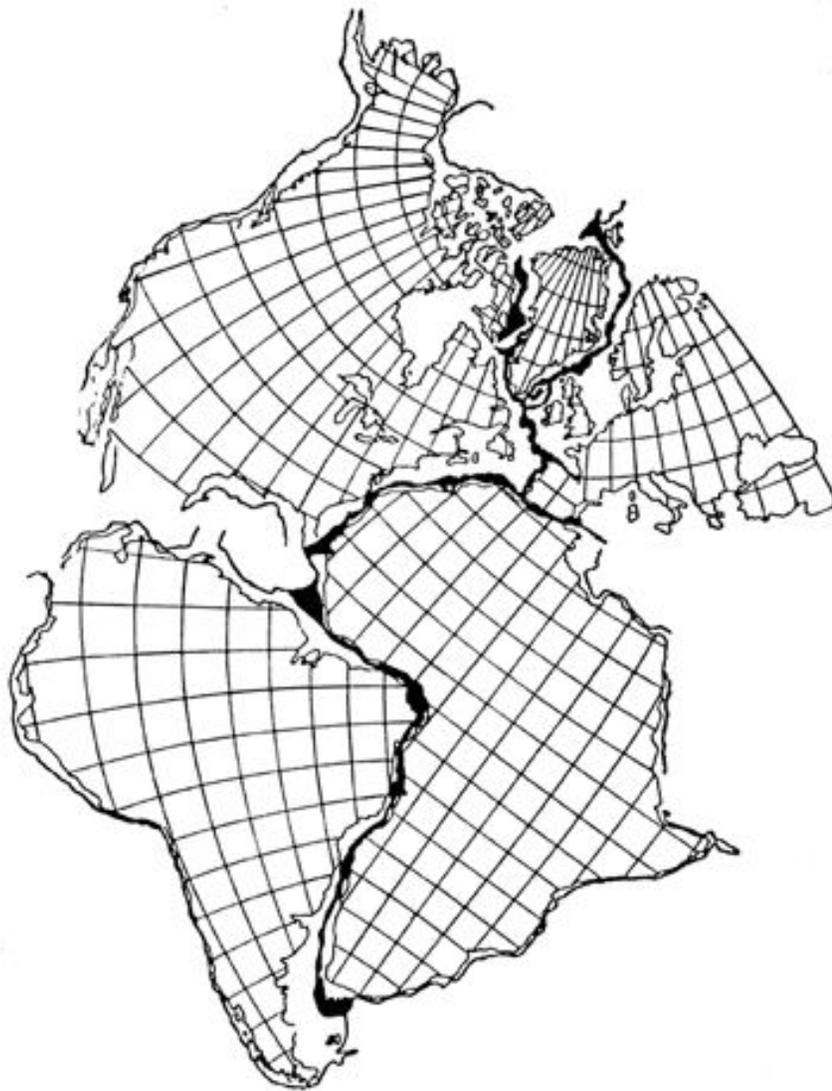




До МЗ суперконтинент *Пангея* – раскол –
нынешние *материки* – *передвигаются*.

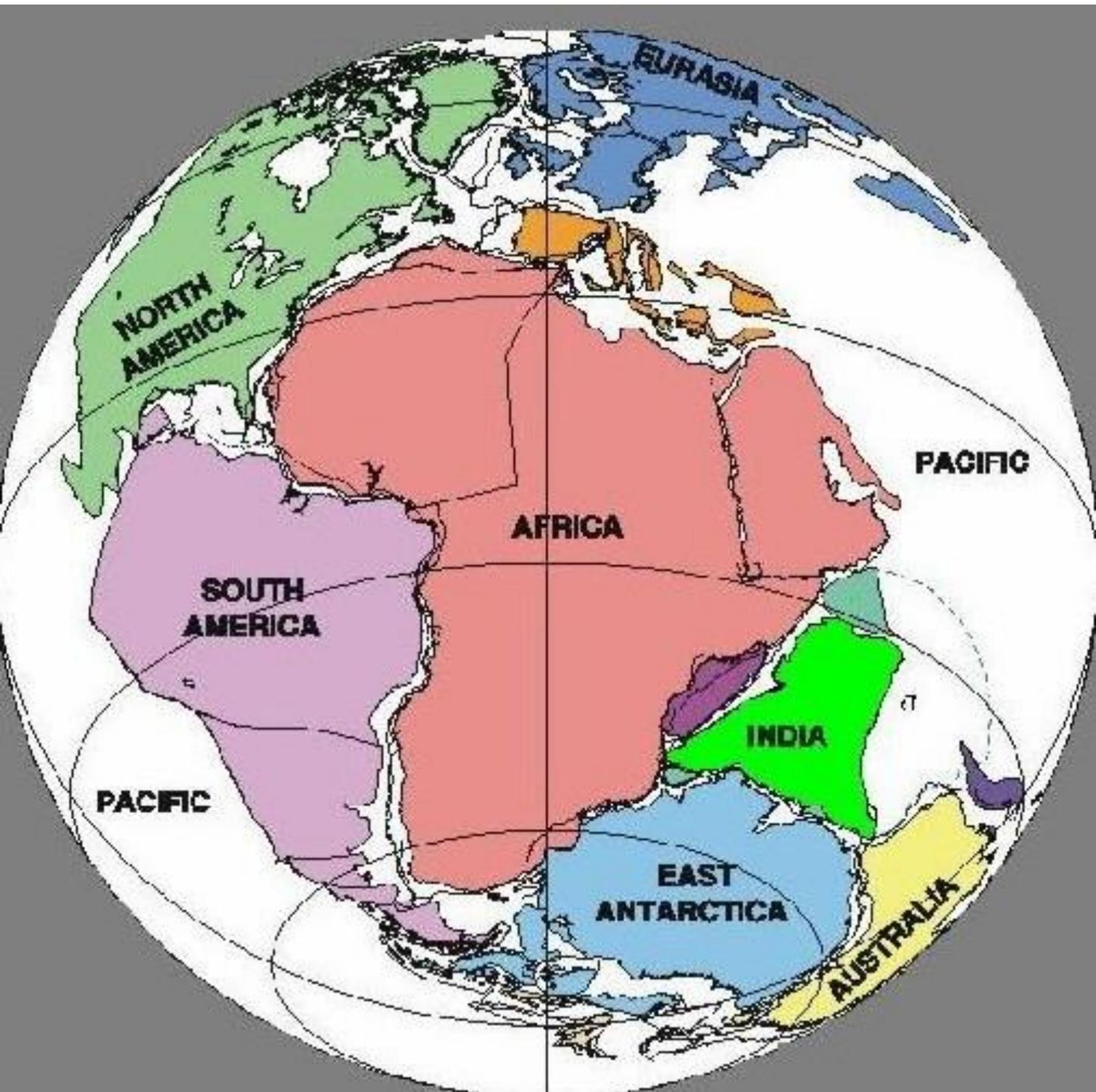
Континентальные плиты (легкая *SiAl*) – как
льдины – медленно «*плывут*» по массивной *SiMa*.

Сопротивление океанического дна – *горные*
***хребты по краям* континентов.**



Подтверждение:

- совмещение береговых линий приатлантических материков,
- следы оледенения в Р-С на современных континентах,
- идентичность позднеРЗ-раннеМЗ разрезов Африки и Ю. Америки,
- единство позднеРЗ-ской флоры и фауны материков Южного полушария и Индии.



Критика:

- *сложный механизм,*
- *долгоживущие глубинные (мантийные) разломы на материках*

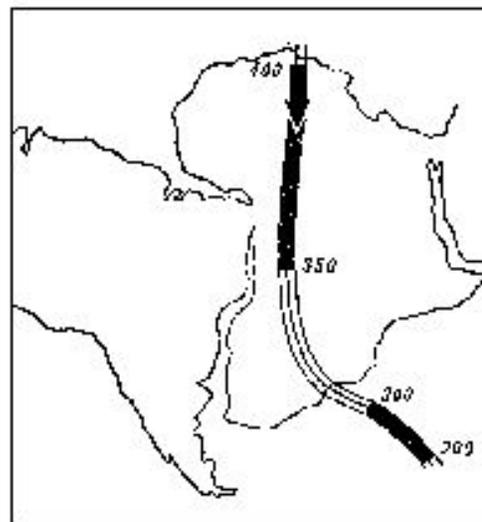
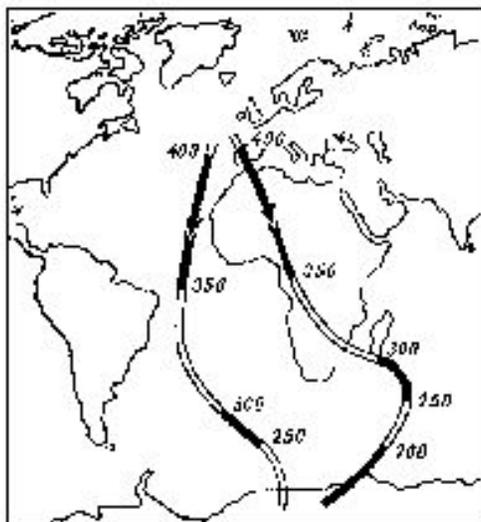
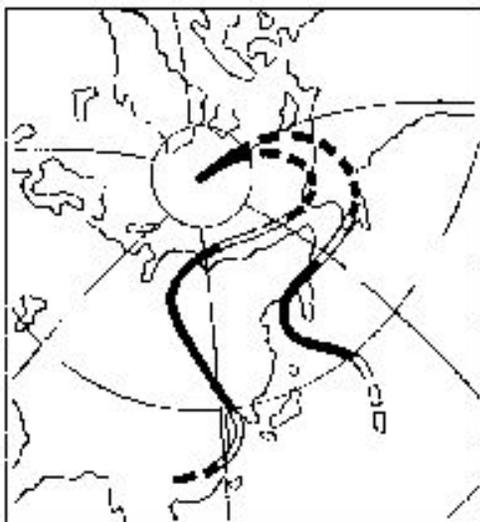
НОВАЯ ГЛОБАЛЬНАЯ ТЕКТОНИКА (ТЕКТОНИКА ПЛИТ, НЕОМОБИЛИЗМ)

А.Холмс, Г.Хесс и Р.Дитц – возрождение идей Вегенера. *Расширение* дна океанов:

- 1 см в год – Северная Атлантика,
- до 6 см – некоторые части Тихого океана.

Факты:

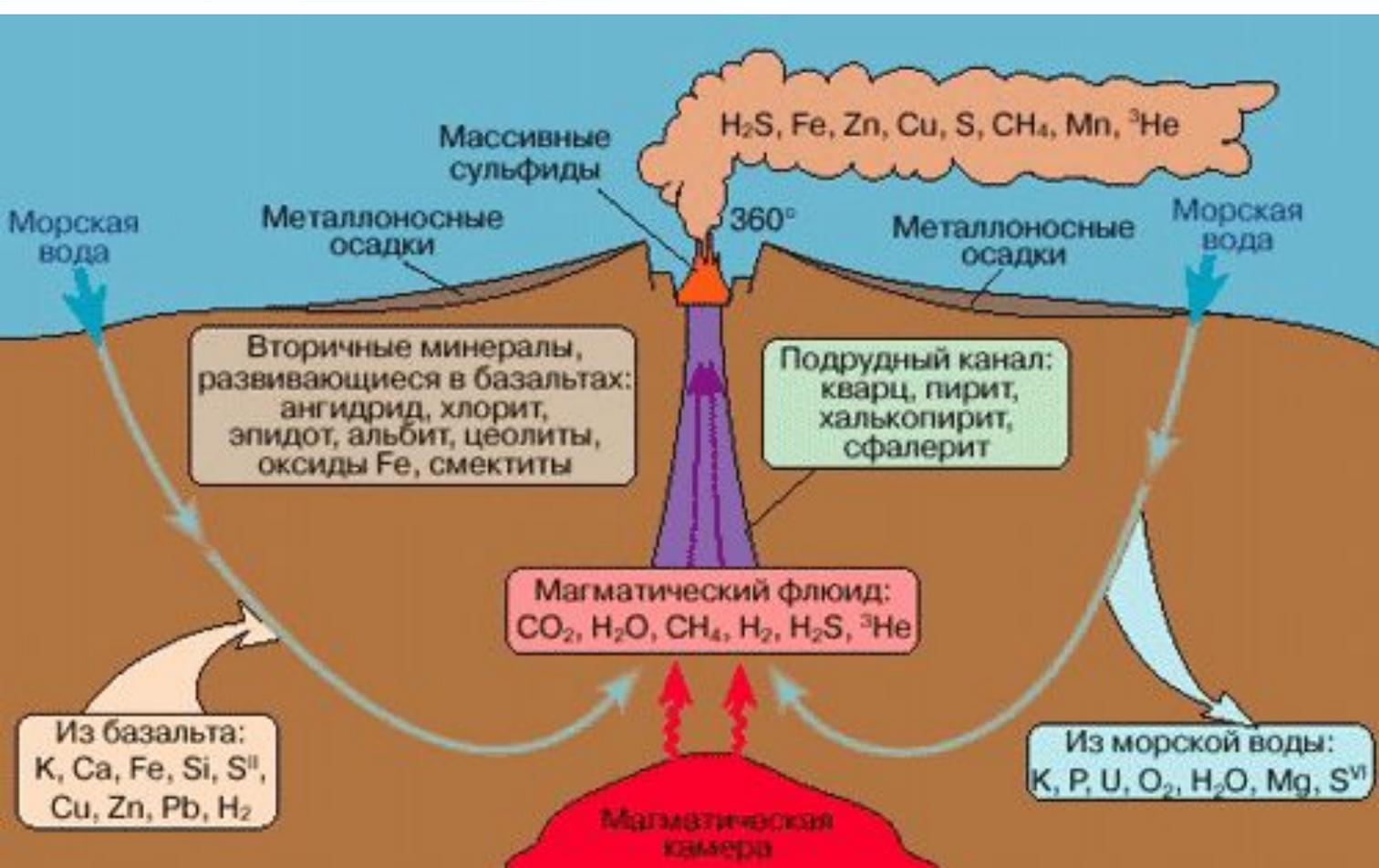
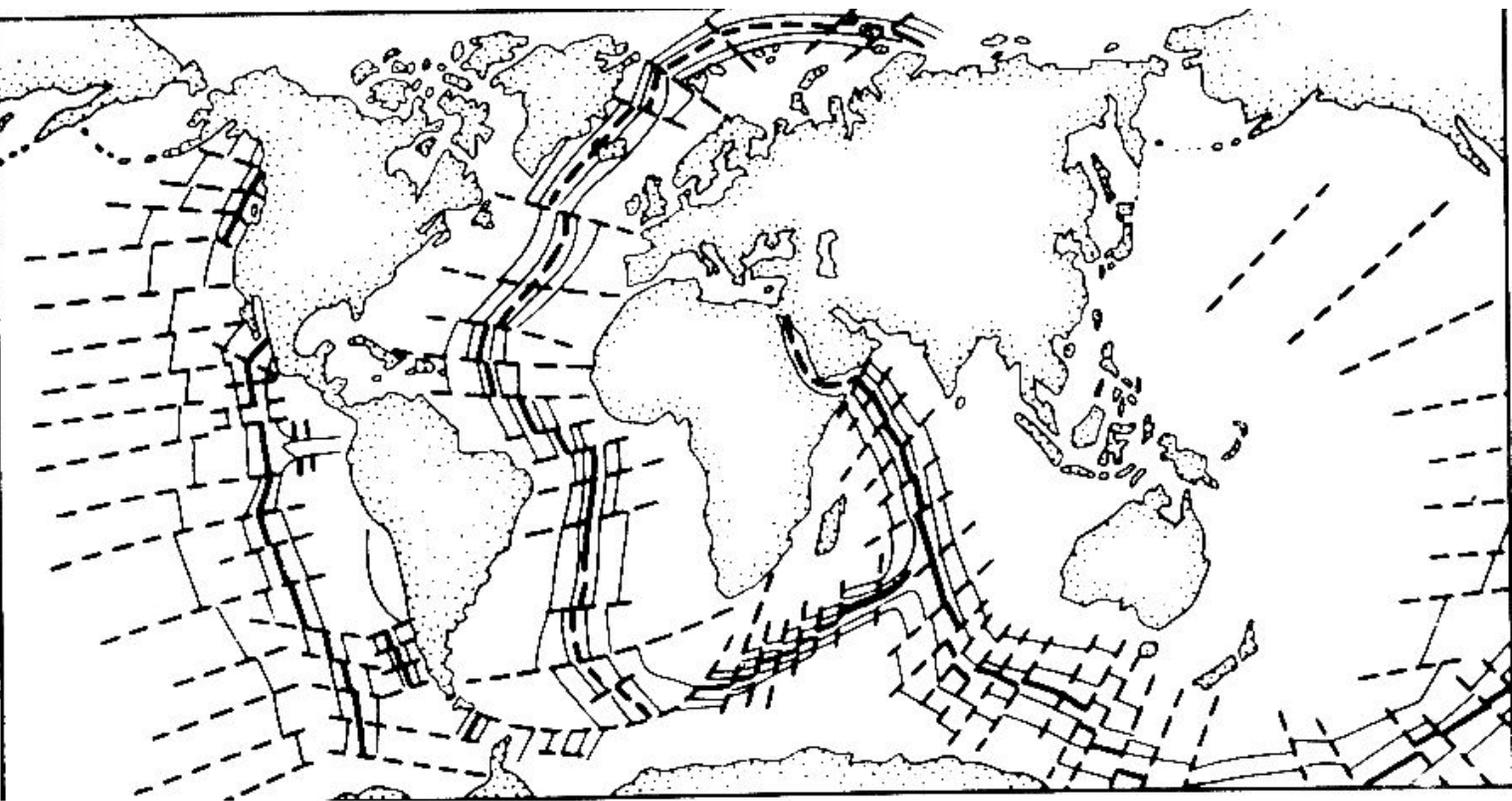
- иное **положение полюсов** в геологическом прошлом



Траектории движения полюсов:

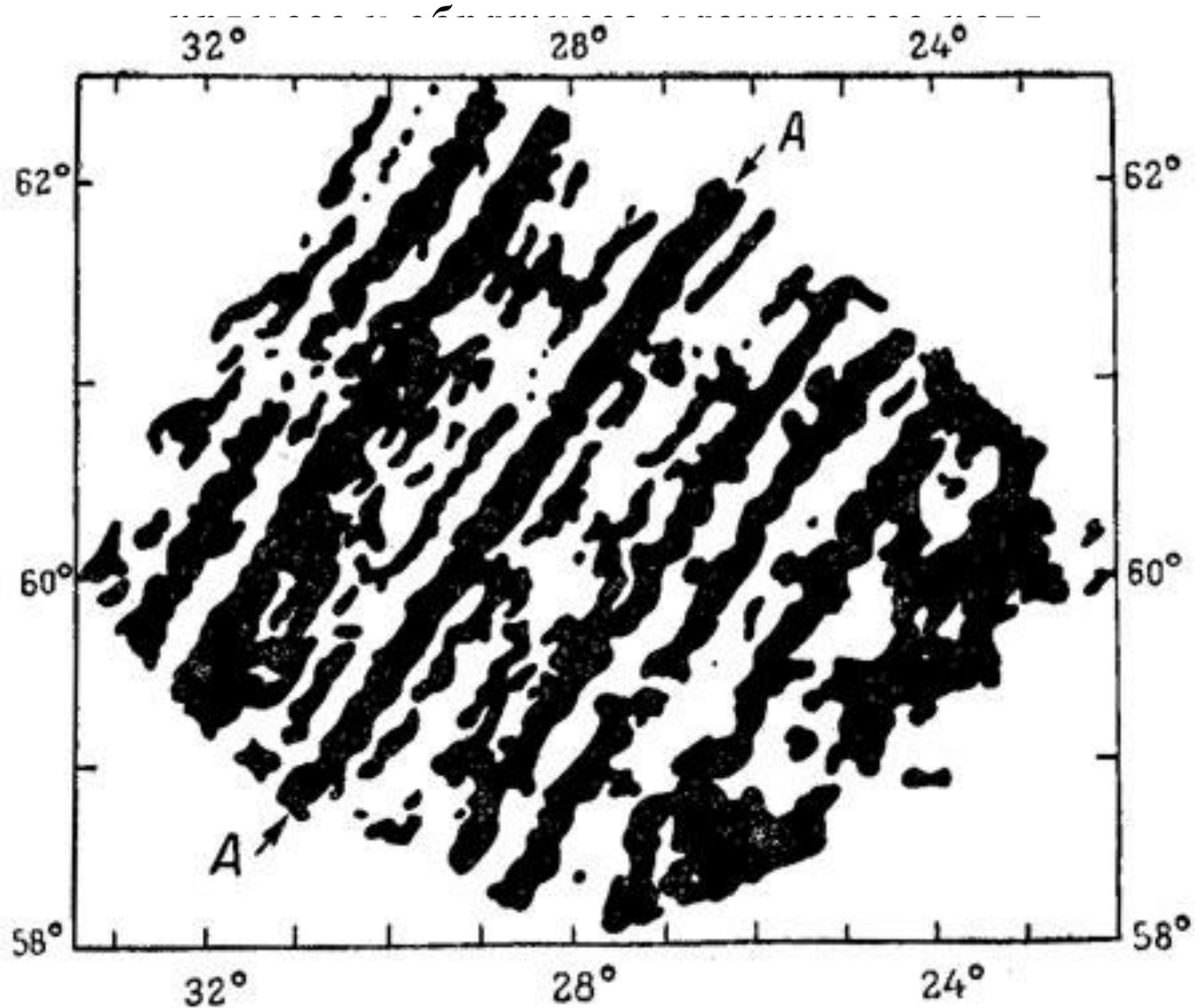
- (а) – Северного относительно Европы и Северной Америки,
- (б) – Южного относительно Африки и Южной Америки,
- (в) – то же в соответствии с реконструкциями Вегенера.

- открытие системы **срединно-океанических хребтов с рифтовыми зонами**



- ПОЛОСОВЫЕ МАГНИТНЫЕ АНОМАЛИИ -

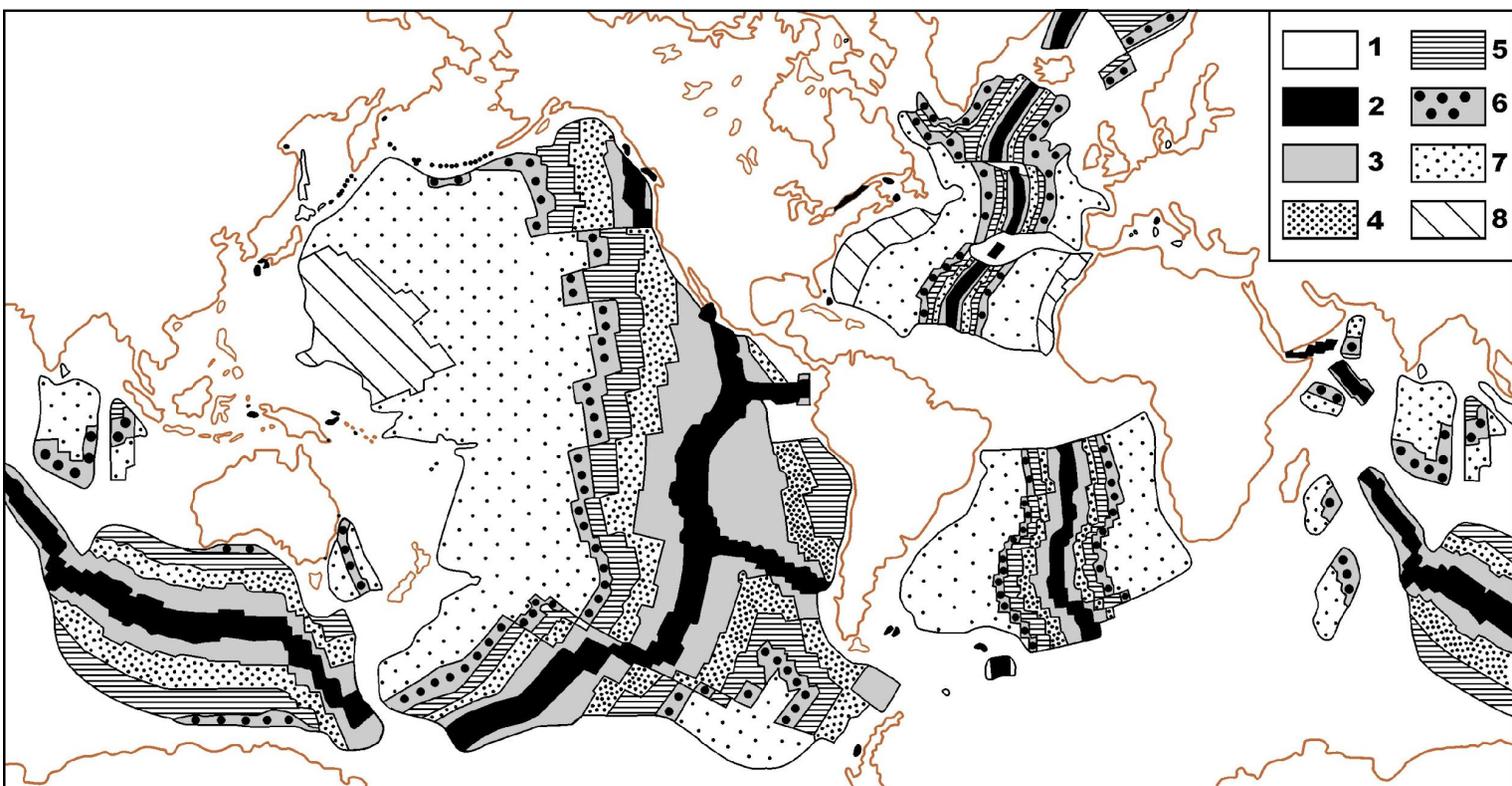
чередование эпох



Аномалии

величины напряженности магнитного поля
в районе Срединно-Атлантического хребта

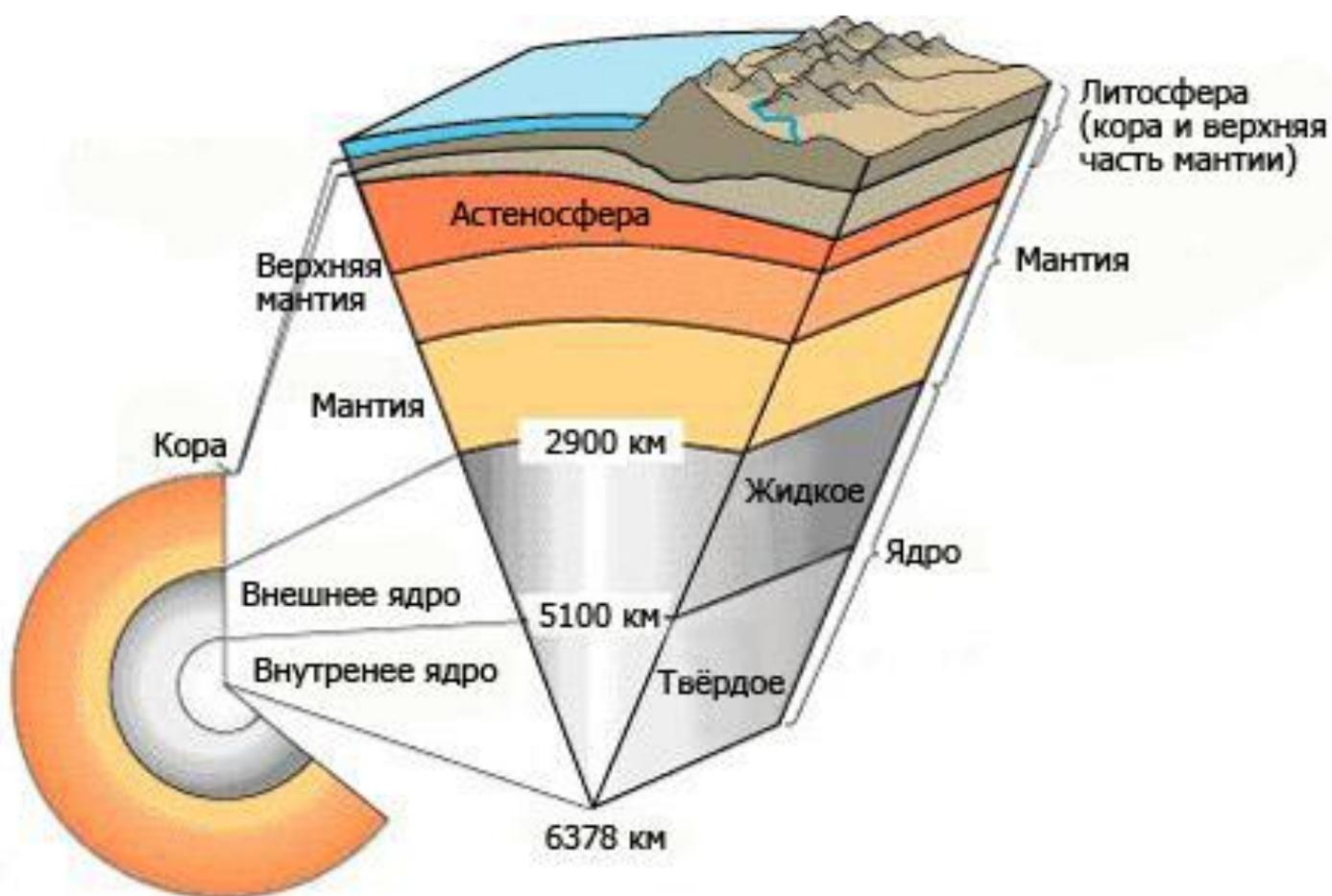
- **молодое дно океанов** – до 180 млн. лет,
- **увеличение возраста** вулканических пород по мере *удаления от оси* рифта



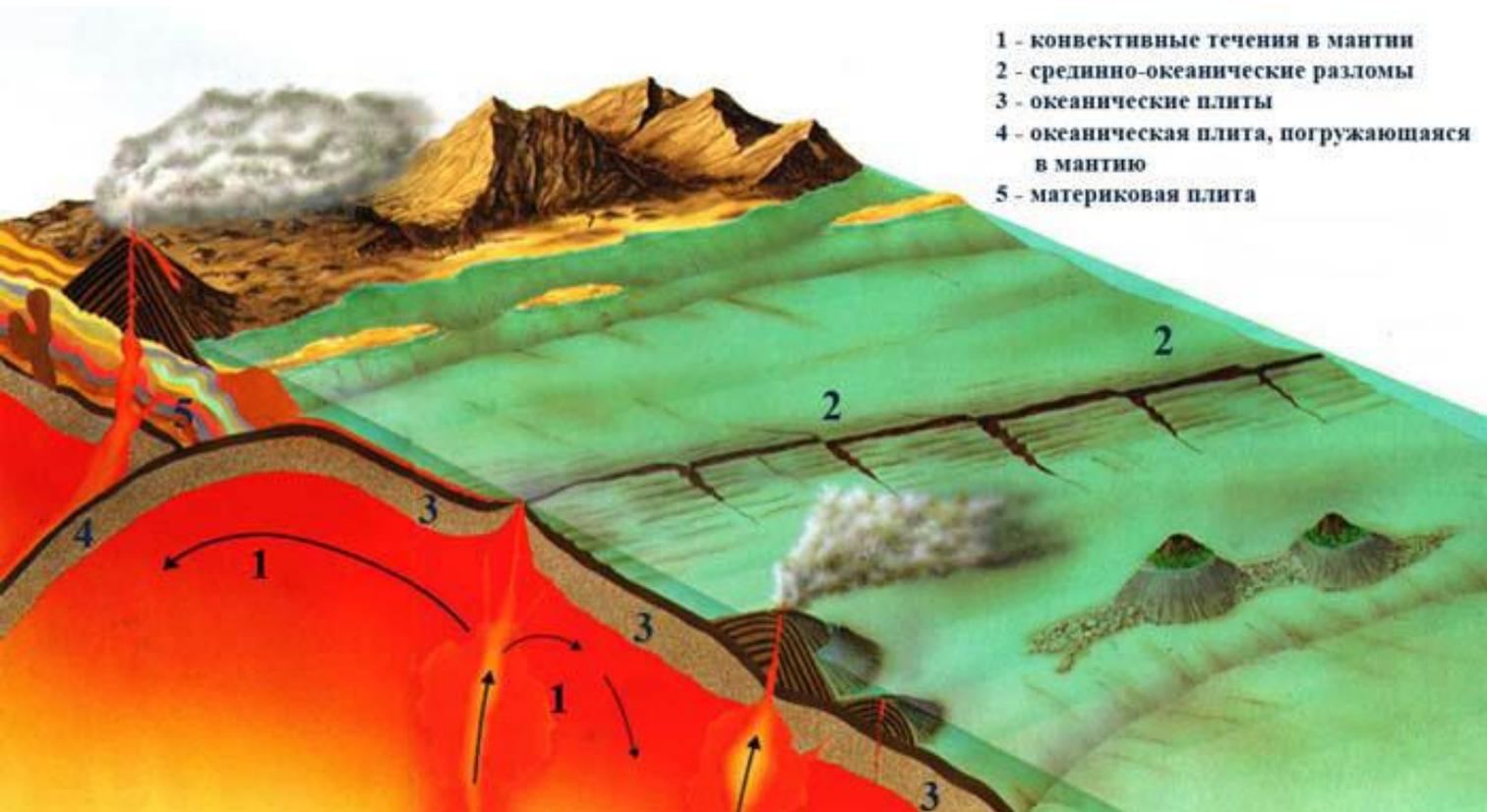
Возраст океанической коры по магнитным аномалиям (Кеннет, 1987):

- 1 – области отсутствия данных и суша;*
- 2 – голоцен, плейстоцен, плиоцен (0–5 млн. лет);*
- 3 – миоцен (5–23 млн. лет);*
- 4 – олигоцен (23–38. млн. лет);*
- 5 – эоцен (38–53 млн. лет);*
- 6 – палеоцен (53–65 млн. лет);*
- 7 – мел (65-135 млн. лет); 8 – юра (135-190 млн. лет)*

- обнаружение в верхней мантии (60-250 км)
разуплотненного слоя (*астеносферы*).



Механизм движения дна океана:
под действием конвекционных течений в мантии
и подъема расплавленного материала
из верхней мантии к поверхности



Что движется?

Литосферные плиты, ограниченные рифтовыми зонами – *медленное скольжение* по вязкой, разуплотненной астеносфере.

Ле Пишон, В.Морган, Д.Хэйртцлер, Б.Изакс – крупных плит 8-10: *океанические, континентальные, смешанные.*



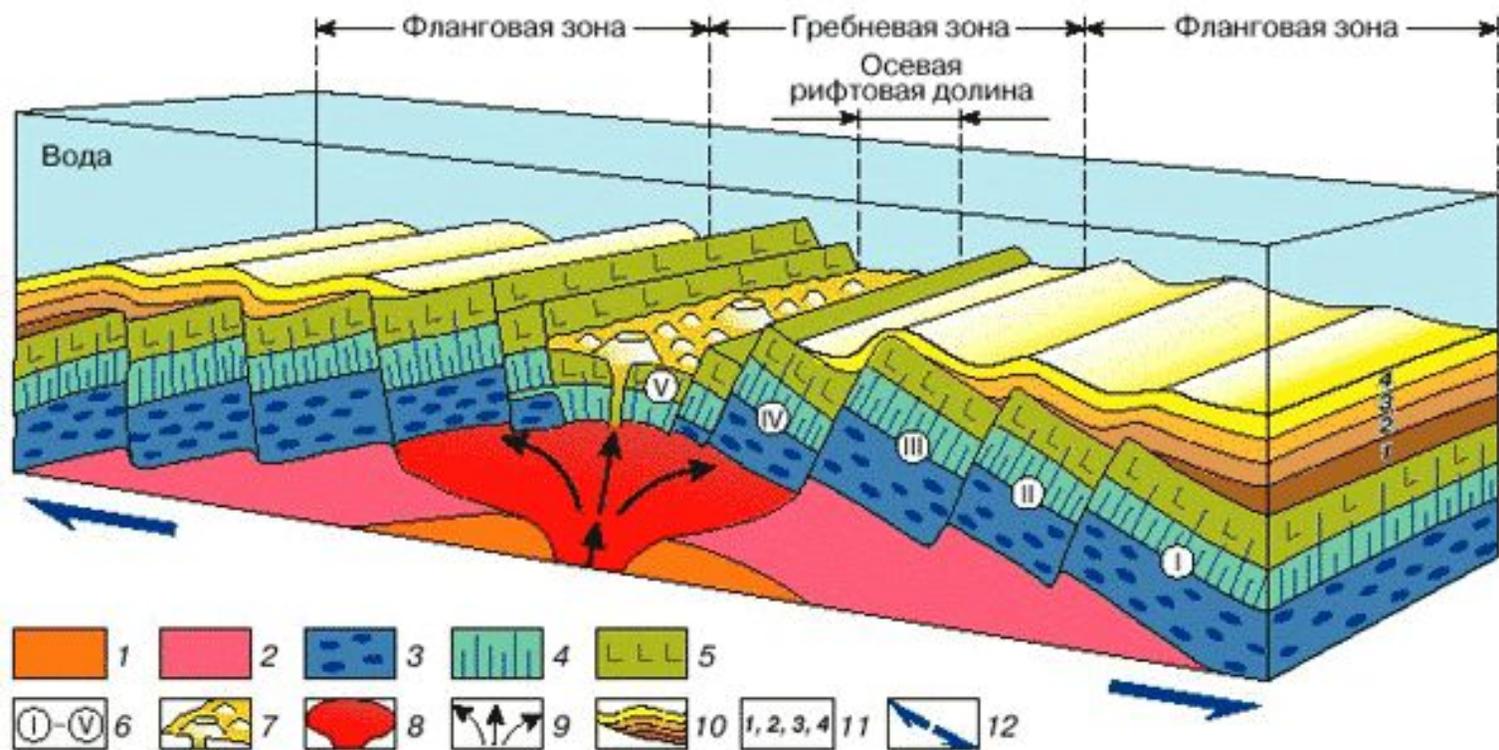
Охотская плита



Механизм перемещения (спрединга):

- в срединно-океанических хребтах:

конвекционные потоки из мантии – новые порции базальтовой магмы раздвигают плиты – наращивают их изнутри,



Строение внутриокеанского спредингового пояса

1 – астеносфера, 2-7 – океаническая кора: 2 – ультрабазиты, образовавшиеся из нижней части магматического очага, 3 – базиты, образовавшиеся из его верхней части, 4 – комплекс параллельных базальтовых даек, 5 – базальтовые лавы, 6 – океаническая кора разных стадий спрединга, 7 – ограниченное сбросами дно рифтовой долины (базальты), 8 – близповерхностный магматический очаг, 9 – конвективные течения магмы в очаге; 10 – толща океанических осадков; 11 – разновозрастные осадки; 12 – направления расширения океанической коры

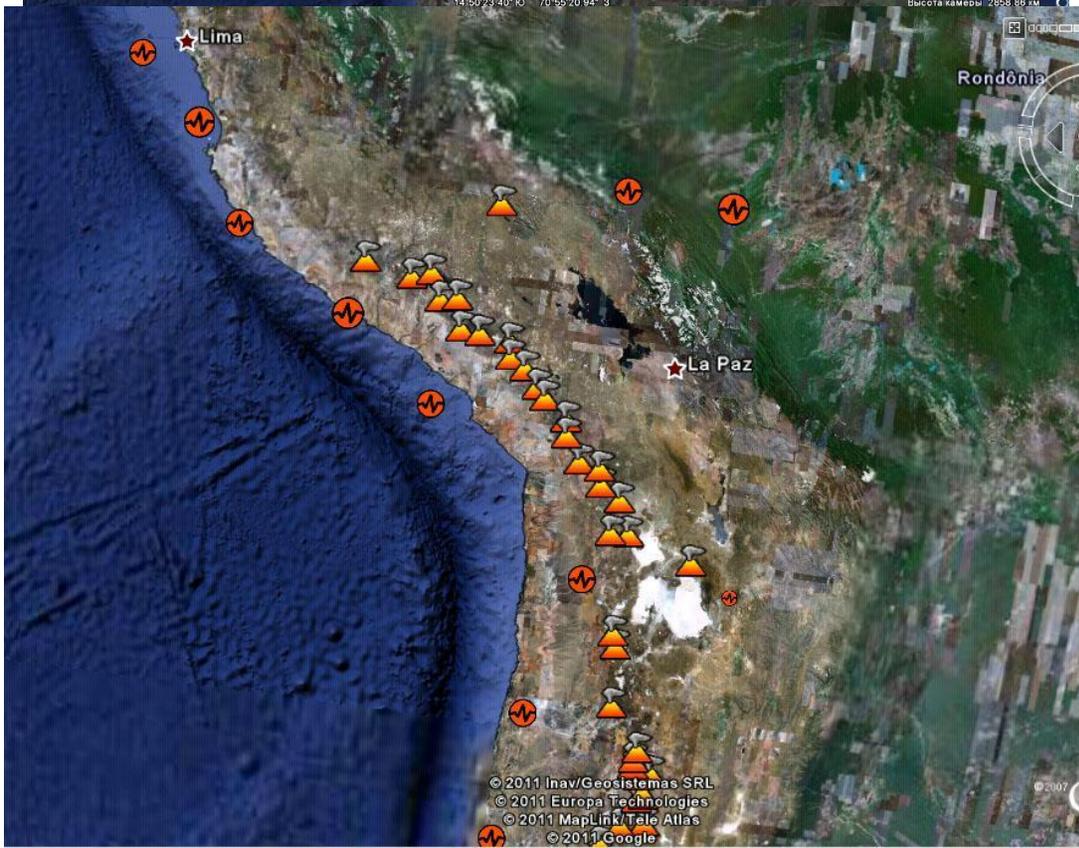
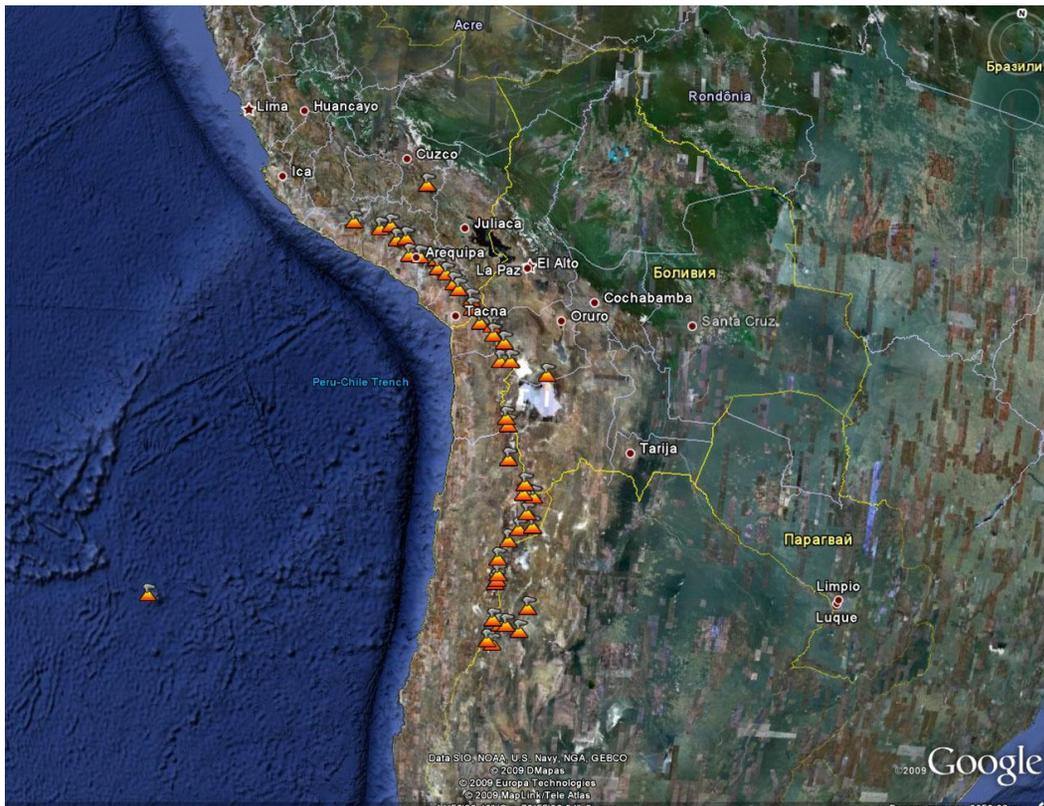
- в областях типа тихоокеанского побережья Азии (активные): тяжелая океаническая плита – «пододвигается» (субдукция) под континентальную (40-45°) в зоне Заварицкого-Беньофа (землетрясения, вулканизм) – края плиты переплавляются в астеносфере,



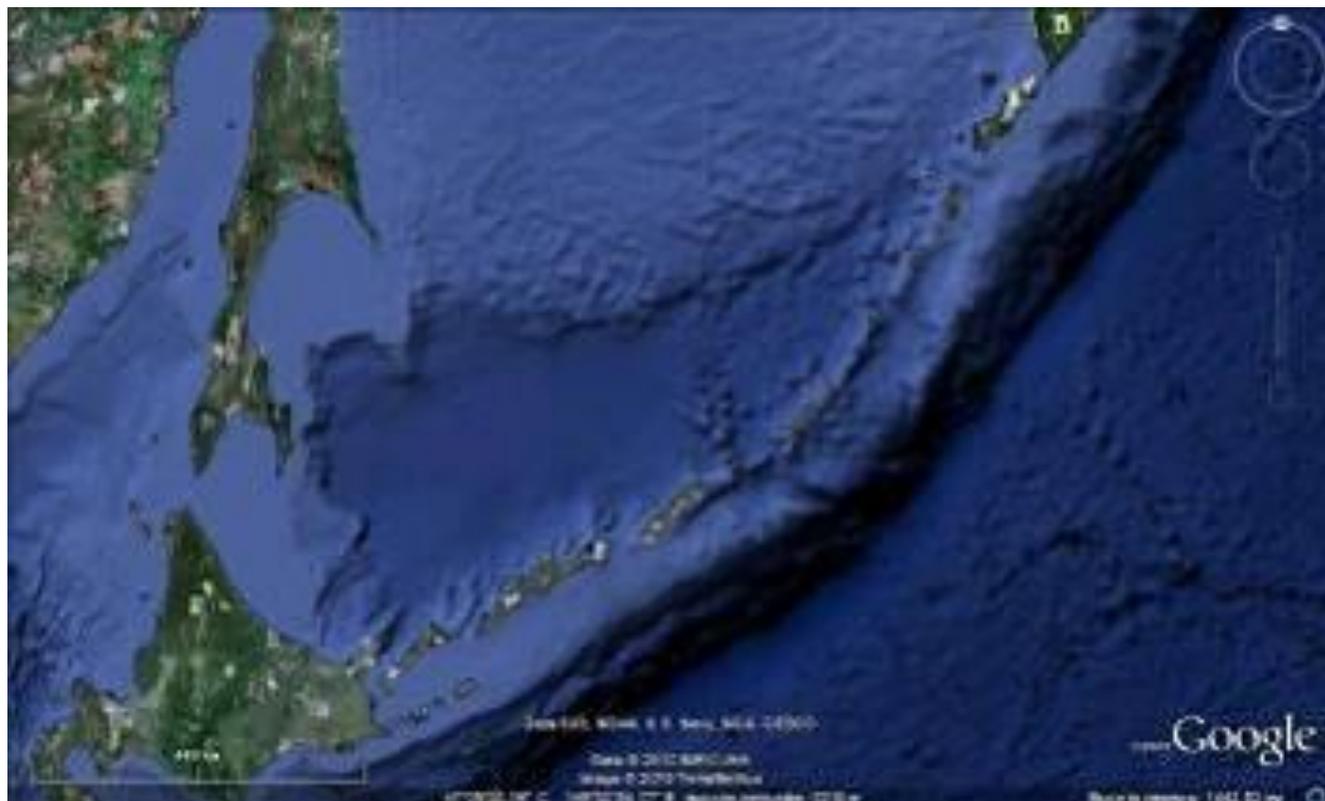
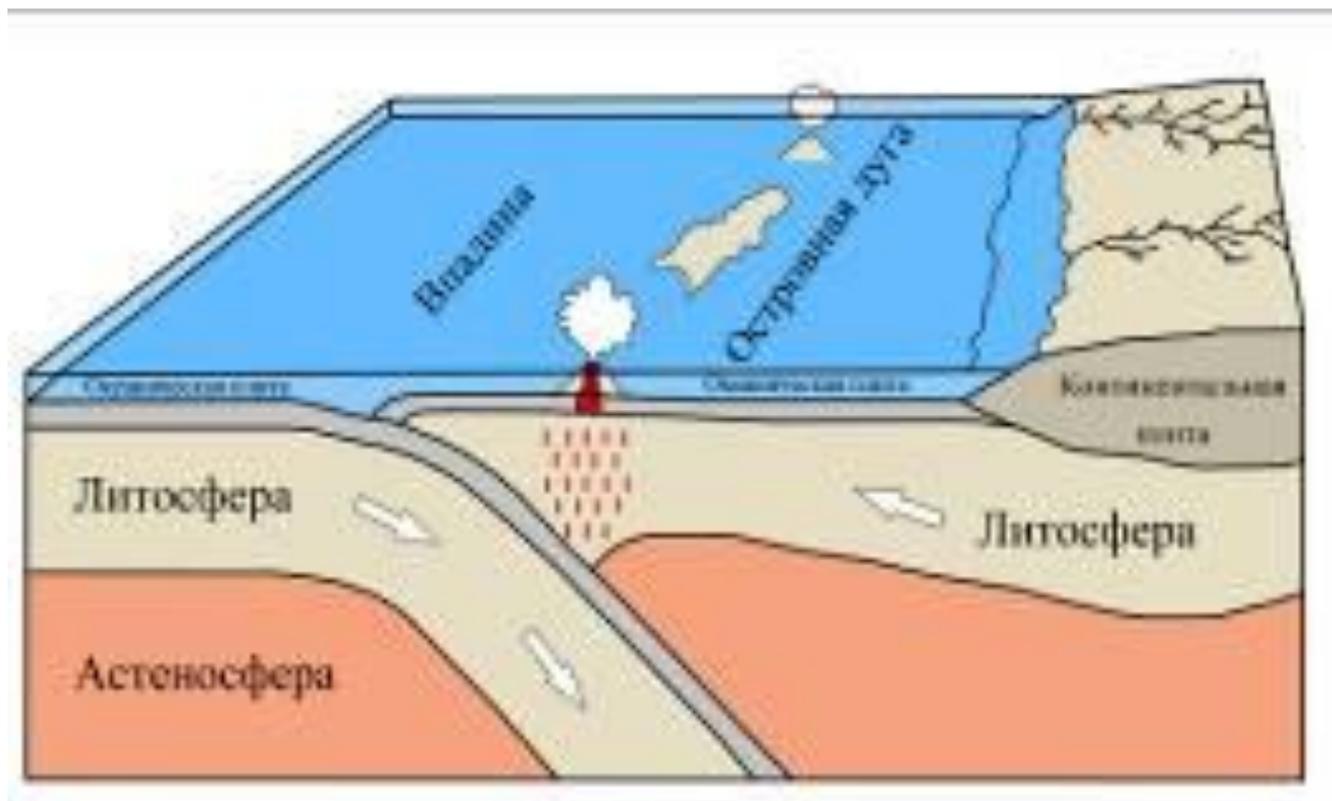
Механизм формирования горной системы Анд (столкновение Тихоокеанской плиты с плитой Наска):

- на континенте – горы,

- в зоне субдукции – океаническая кора – в мантию.

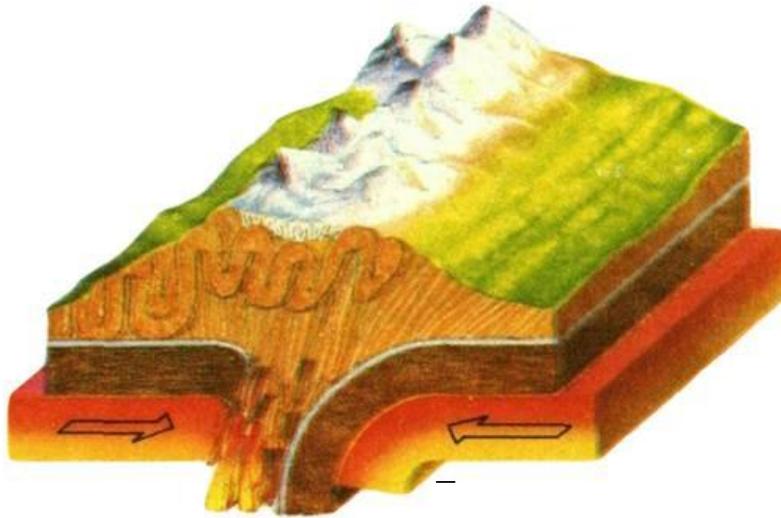


Курильские острова – с островными дугами



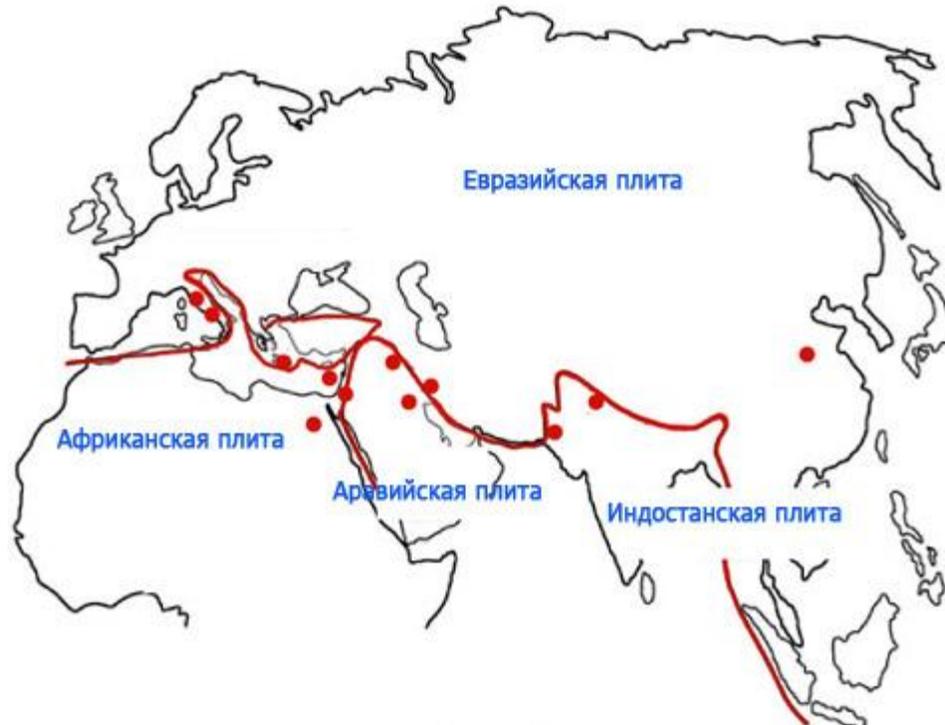
- столкновение континентальных плит
— смятие, воздымание вверх (КОЛЛИЗИЯ)

Столкновение материковых литосферных плит и образование горных хребтов



Края литосферных плит вместе с горными породами сминаются в складки.

Столкновение Индийской и Азиатской плит —
Гималаи и Тибет

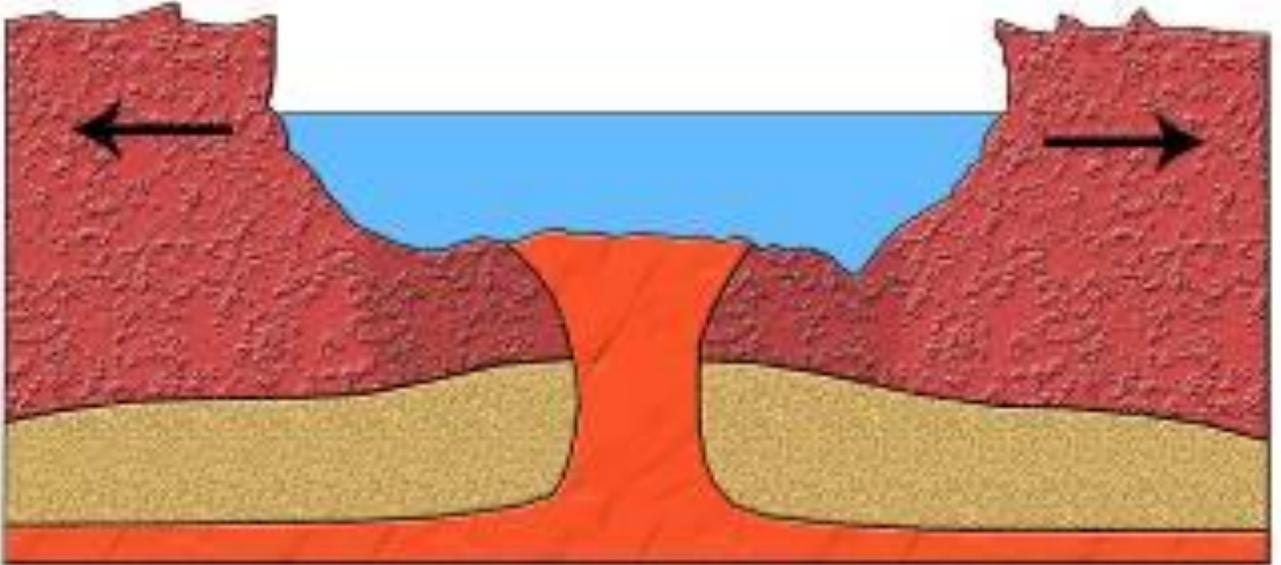


- *при боковом столкновении* – плиты **скользят** друг относительно друга (разлом *Сан-Андреас* в Калифорнии).



Красное море.

Схема раздвижения плит и формирования океанической коры.



Снимок из космоса

Критика гипотезы мобилизма:

- *отсутствие зон субдукции* вокруг Антарктической и Африкано-Аравийской плит,
- *отсутствие под архейскими щитами астеносферы* – здесь континенты *не могли перемещаться*,
- *палеомагнитные исследования* по докембрию Африки, Австралии, Северной Америки и Гренландии – *положение полюсов 2,3-1,6 млрд. лет* в них располагались *близ друг друга* – дрейф континентов тогда проблематичен,
- *немезозойский возраст Индийского и Атлантического океанов* (рифей – на севере Срединно-Атлантического хребта, восточный склон – палеозойские трилобиты),
- *в Исландии* мощность *континентальной коры 30-40 км, нет рифтов.*

ГИПОТЕЗА ПОДКОРОВЫХ КОНВЕКЦИОННЫХ ТЕЧЕНИЙ

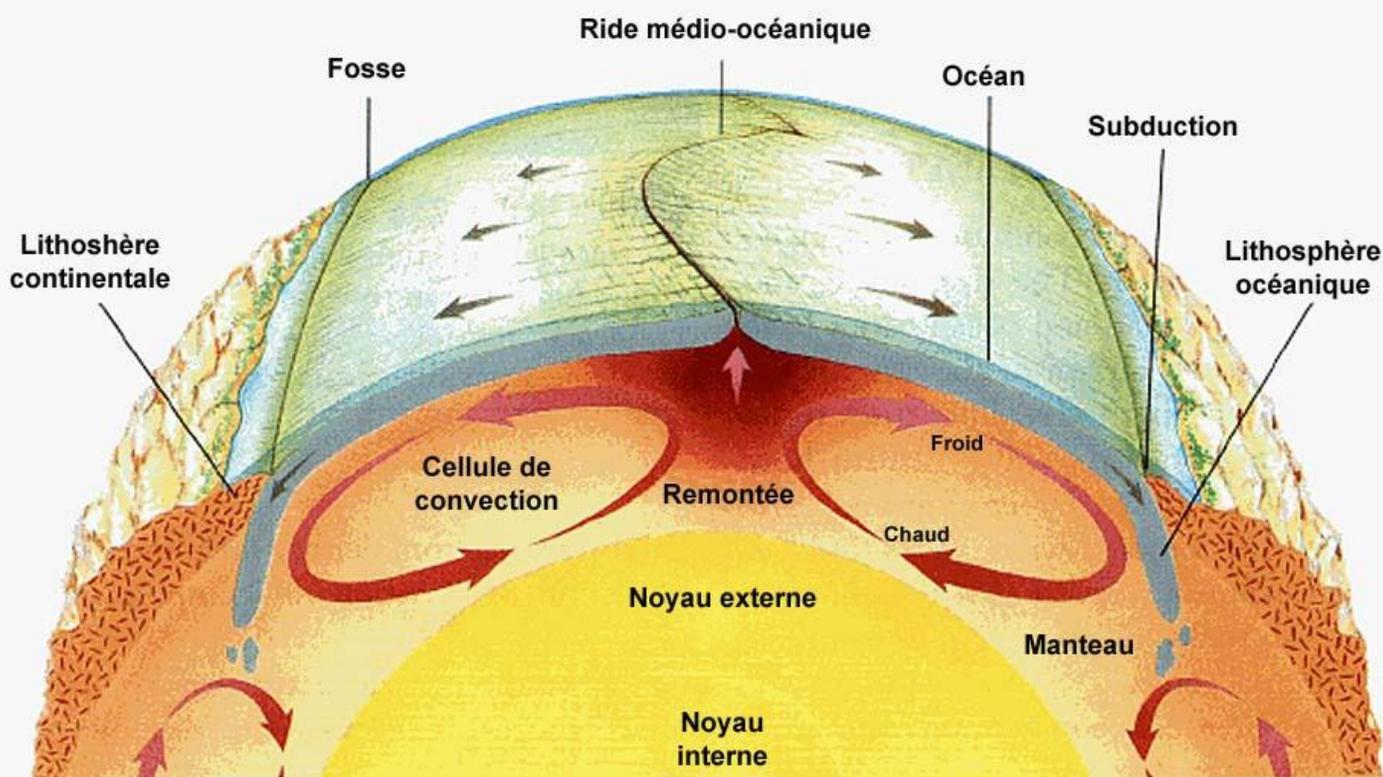
Д. Джоли (1924 г.) – влияние радиогенного тепла на тектонические движения:

- накопление тепла – нагрев оснований континентов – плавление базальтов – погружение материков – трансгрессии,
- плавление базальтов под океанами – скольжение континентальных глыб по ним к западу (приливные силы Солнца и Луны),
- континенты вновь остывают и поднимаются – складчатость.

Критика – граниты должны расплавиться раньше базальтов.

А. Холмс (1929 г.) – неравномерное распределение подкорового радиогенного тепла:

- на континентах: восходящие конвекционные течения в мантии – разрыв, дробление континентов – образование новых океанов,
- на границе континентов и океанов – нисходящее в мантию течение.

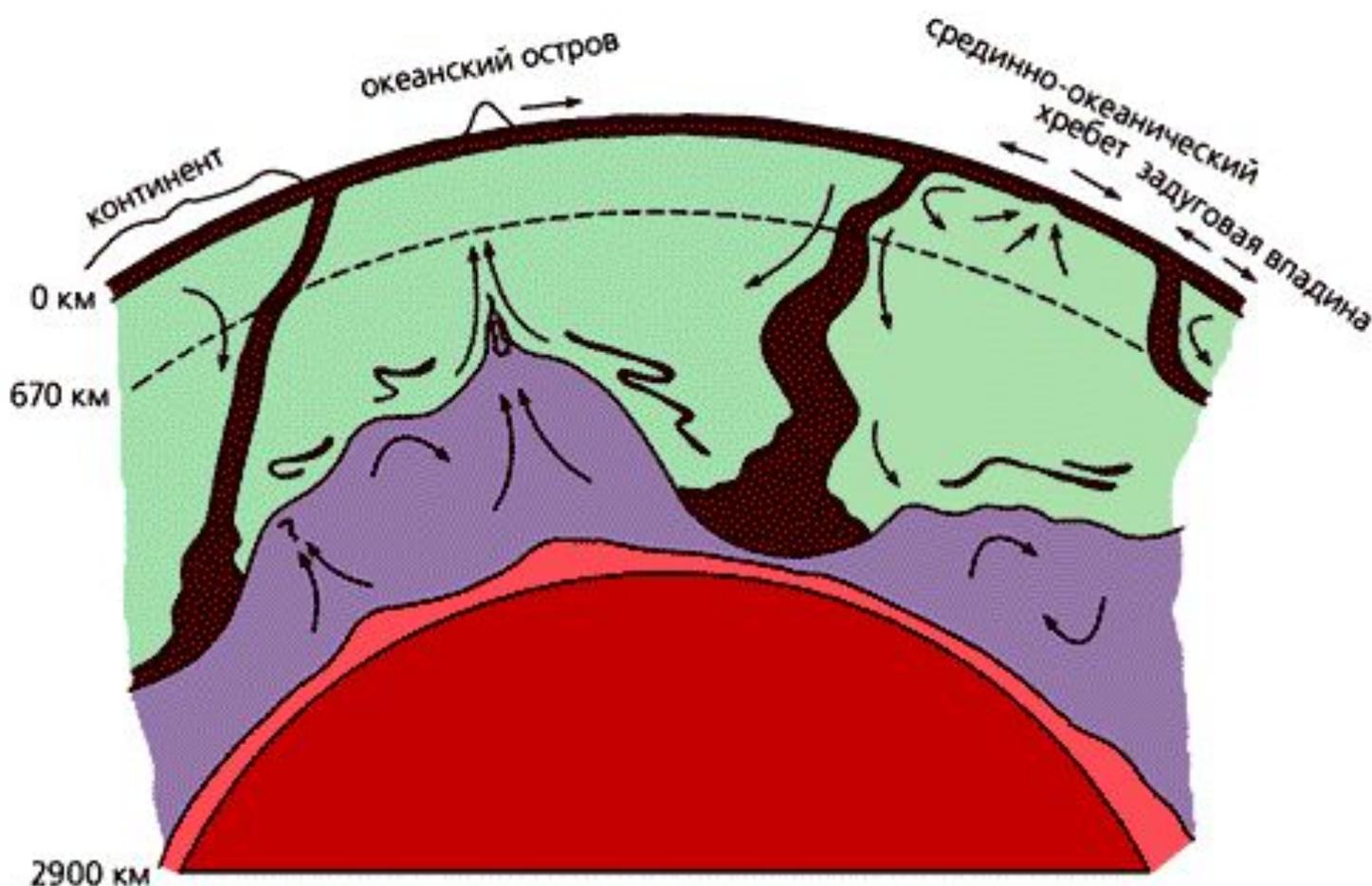


ГИПОТЕЗА ПЛЮМОВ И ГОРЯЧИХ ПОЛЕЙ

Мантийные плюмы – колонны разогретого вещества, поднимающиеся из глубоких слоев мантии:

диаметр – 100-240 км, скорость – 2 м/год.

Сверху – купола диаметром до 1000 км, возвышающиеся на 1-2 км над местностью.



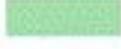
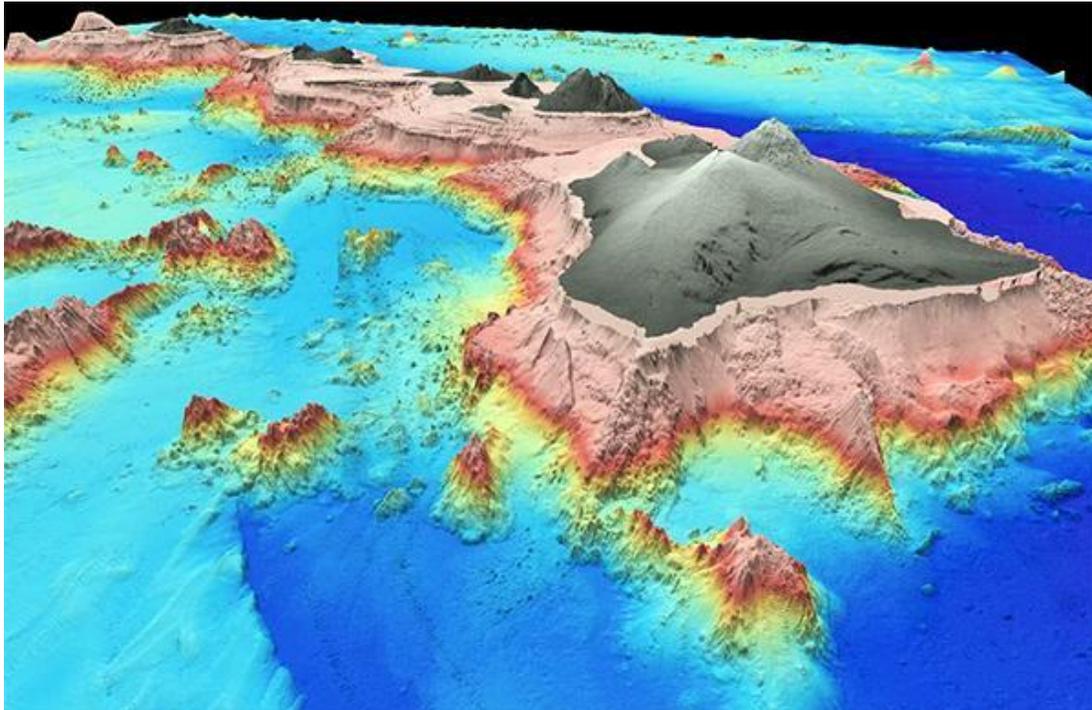
- | | | | |
|---|---------------------------------|--|-----------------|
|  | Земная кора и слэбы |  | Низы мантии |
|  | Мантия |  | Переходный слой |
|  | Граница верхней и нижней мантии |  | Ядро |

Схема возможной динамики переходного слоя в нижней мантии
Глубина кровли от ~1600 км до границы мантия-ядро. Стрелками –
движение вещества. (Kellogg L.H. et al., 1999).

Плюмы встречаются:

- *внутри плит* – плюм под островом Гавайи (гавайского типа),



Топография Гавайских островов (иллюстрация Пола Джонсона)



Вход в «лавовый тоннель» рядом с гавайским вулканом
Килауэа

- *между* дивергентными (*раздвигающимися*) плитами
- плюм под **Исландией** (исландского типа).



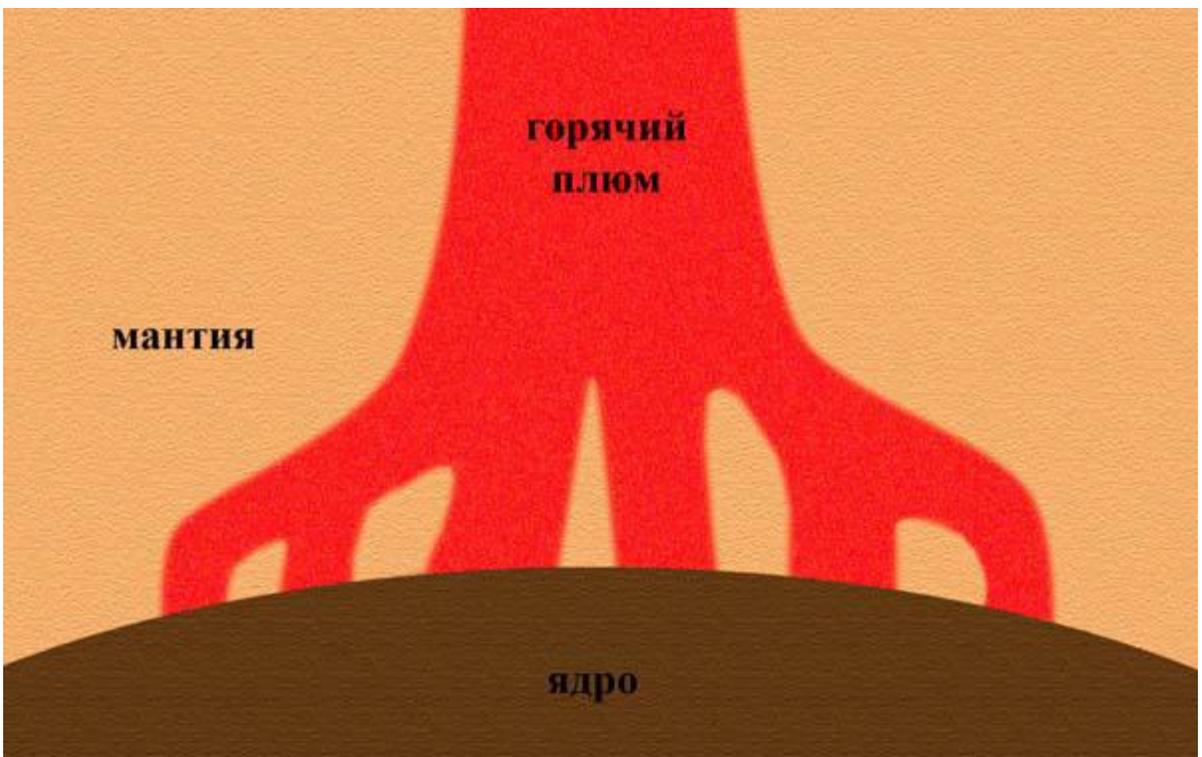
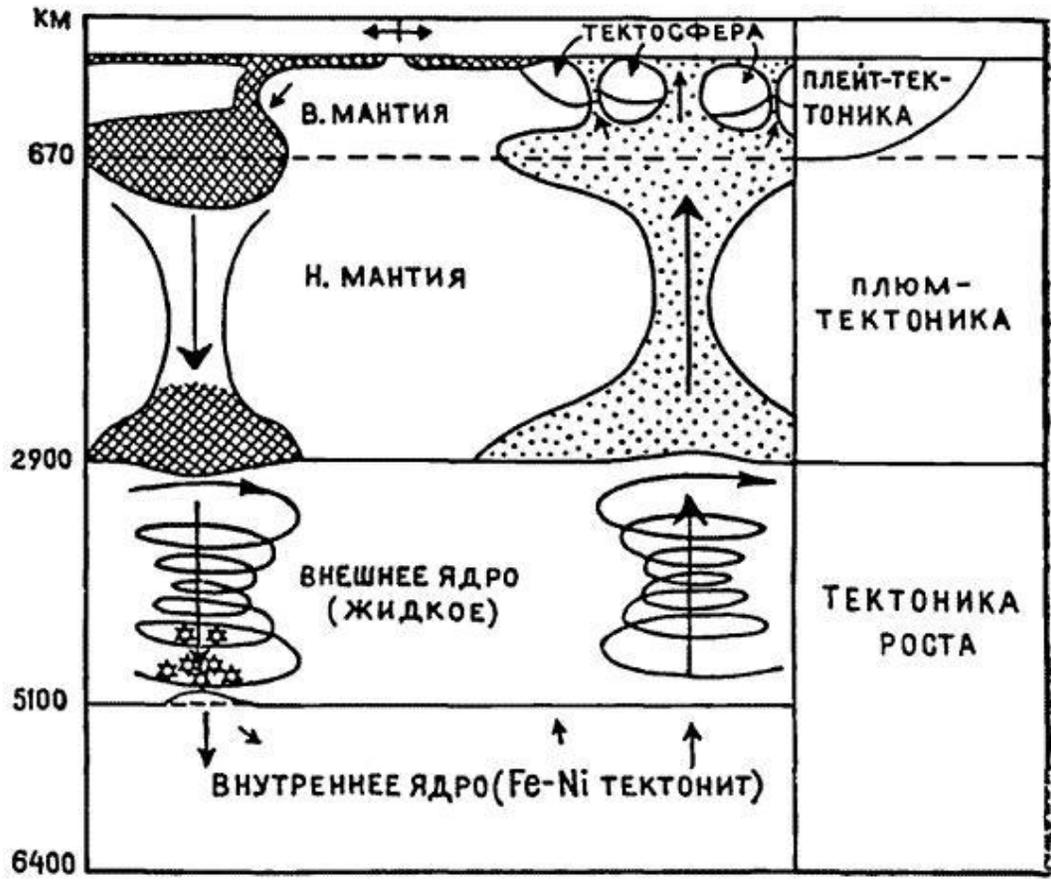
Космический снимок Исландии



Компьютерная модель плюмов

По Н.Л.Добрецову и А.Г.Кирдяшкину, в последние 2 млрд. лет:

- *периодические* мантийные *плюмы* на границе *ядро – нижняя мантия*,
- их *отделение от ядра* в процессе конвекции и *накопление в слое D*,
- *гравитационная неустойчивость* (отрыв малоплотного вещества),
- *модификация* на границе *верхняя-нижняя мантия* (около 670 км).

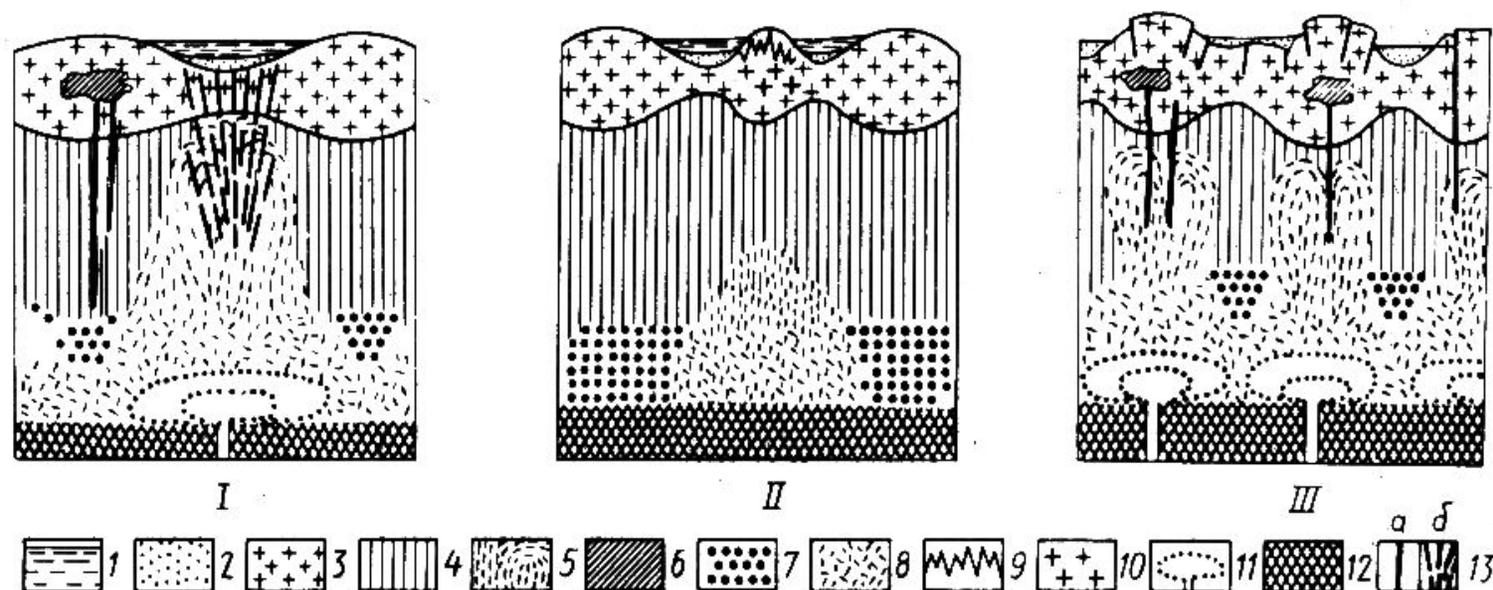


Причины поднятия плюмов:

- *легче окружающих пород*, вязкость которых мала,
- ведут себя как *пластическое твердое* тело – как *соляные диапиры*,
- *уменьшение давления* в плюме – рост *содержания расплава* – еще больше *способствует подъему* – *повышенная вулканическая активность* в горячих точках

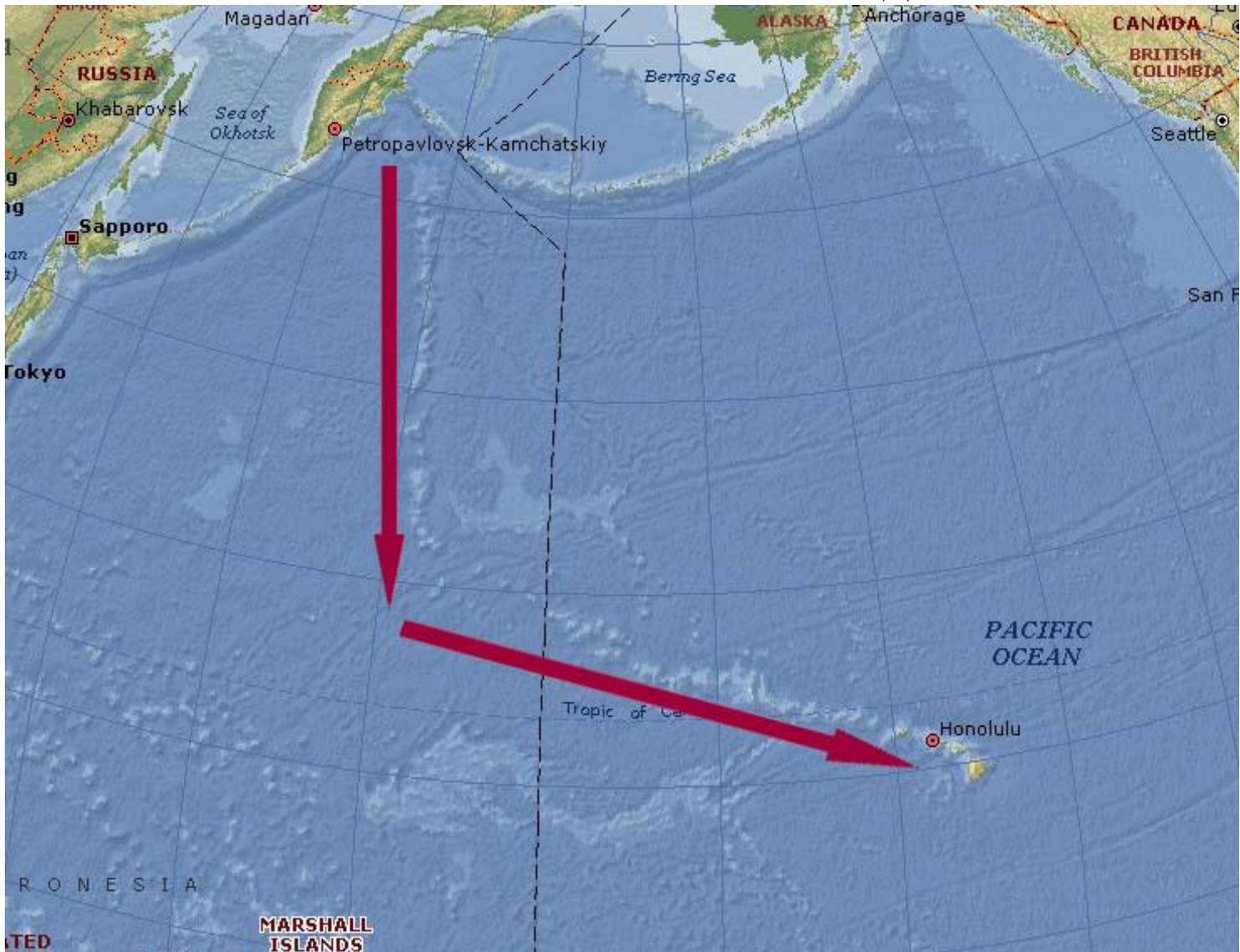
Природа плюмов:

- *тепловая* (при плавлении окружающего субстрата),
- *химическая* (при различии в плотности между плюмом и окружающим массивом),
- *тепловая и химическая* (при частичном плавлении окружающего вещества).

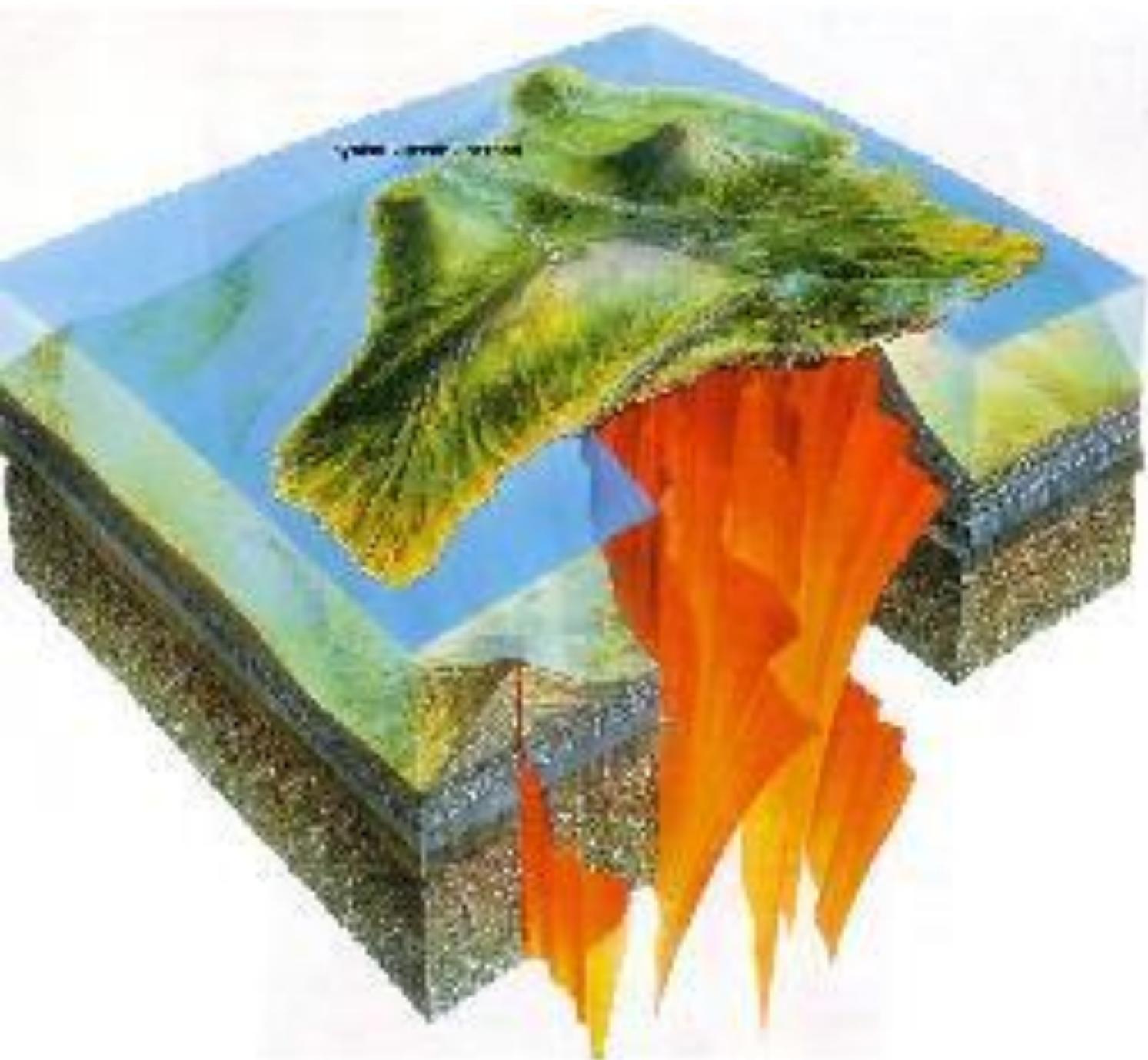


Горячие точки:

- *цепь Гавайских и Императорских островов:* извержения вулканов, соответственно, от 0 до 42 млн. лет и от 43 до 70 млн. лет – след движения Тихоокеанской плиты над Гавайской горячей точкой, существующей 70 млн. лет.
- *кимберлитовые поля в Южной Африке:* след движения Африканской плиты над двумя горячими точками 200-110 и 100-70 млн. лет назад.



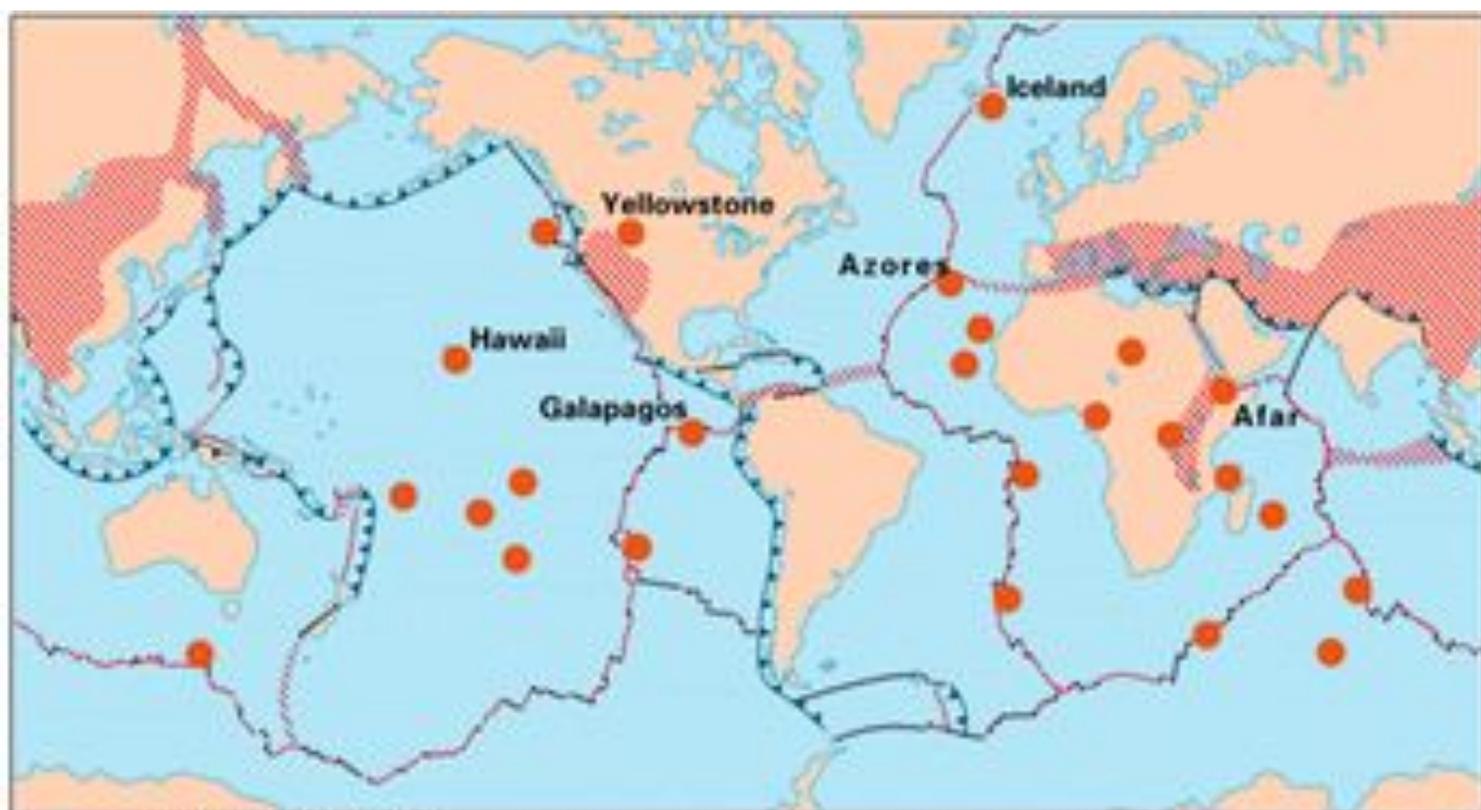
След на Тихоокеанской плите от Гавайского восходящего потока



Остров Оаху (Гавайский архипелаг, США)



**Лава из-под корки
– в море, Большой
остров, Гавайи**



EXPLANATION

-  Divergent plate boundaries—Where new crust is generated as the plates pull away from each other.
-  Convergent plate boundaries—Where crust is consumed in the Earth's interior as one plate dives under another.

-  Transform plate boundaries—Where crust is neither produced nor destroyed as plates slide horizontally past each other.
-  Plate boundary zones—Broad belts in which deformation is diffuse and boundaries are not well defined.
-  Selected prominent hotspots

КОНЦЕПЦИЯ ФИКСИЗМА

В.В.Белоусов, В.В.Тихомиров и др.:

- расположение материков в истории Земли – *неизменно*,
- океаны – *на континентах* в MZ-KZ

Схема:

- *разогрев* радиогенным *теплом* (глубины – п х 100 км),
- в в. мантии частичное расплавление ультрамафитов – *выплавление базальтов*,
- *дифференциация* базальтов – *кислые* – материковая кора (в архее – вся Земля) – мелкие морские бассейны, *океанов нет*,
- возрастание *радиоразогрева* – очаги полного расплавления ультрамафитов мантии,
- ультра- и базальтовые *расплавы* – по разломам *вверх*,
- в области современных *океанов* – *излияние* на поверхность,
- базальты – в *эклогиты* – рост удельного веса,
- утяжеленные глыбы кислой земной коры (с тяжелыми *эклогитами*) – погружение в мантию и *растворение* – замещение *кислых ультраосновными* – кора нового типа, «базификация», «океанизация» – в начале мела,
- *образование океанов* и опускание их дна – *от периферии к оси*: в Срединно-Атлантическом хребте процесс базификации – до сих пор (сейсмичность, вулканизм и близость к поверхности ультраосновных интрузий),
- материки Гондваны в *конце PZ – начале MZ* – полосами *суши* и мелкими морями; затем эти «мосты» *опустились*.

Критика (П.Н. Кропоткин):

- *кислые* коры *не станут тяжелее* перидотитов мантии и *не утонут* в них,
- *опускание – воды* океана *во впадины* – *понижение* уровня на 1 км – огромная *регрессия* в мезозое-кайнозое – *но в это время* (в сеномане и палеогене) самые *крупные трансгрессии*.