

3. Главные структурные элементы литосферы



Континенты и океаны. Устойчивые площади и подвижные пояса.

Структурный элемент (или тектоническая структура) - это **обособленный участок** литосферы (земной коры), отличающийся от сопредельных участков определенным сочетанием **состава, условий залегания** и **геофизических параметров** слагающих его пород.

Отличительные черты определяются спецификой проявления тектонических движений, процессов магматизма, метаморфизма и осадконакопления, т.е. **геодинамическим режимом**, проявившимся в период формирования или на отдельных этапах развития данного участка.

Литосферные плиты

Структуры I
порядка

Океаны

Континенты

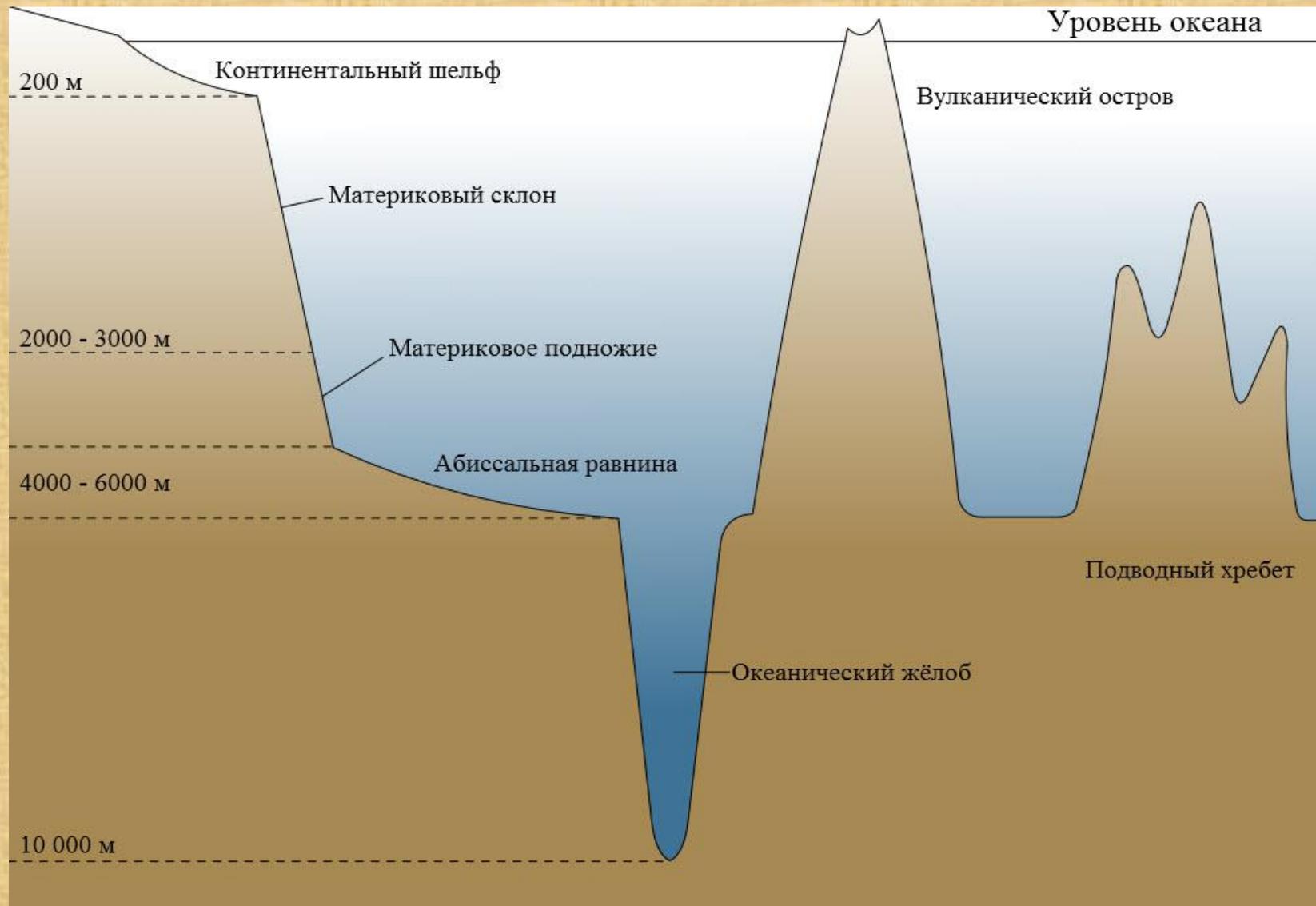


Структуры II
порядка

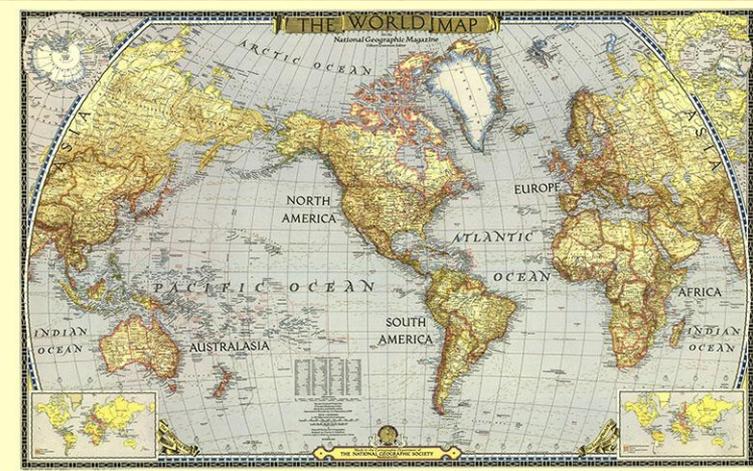
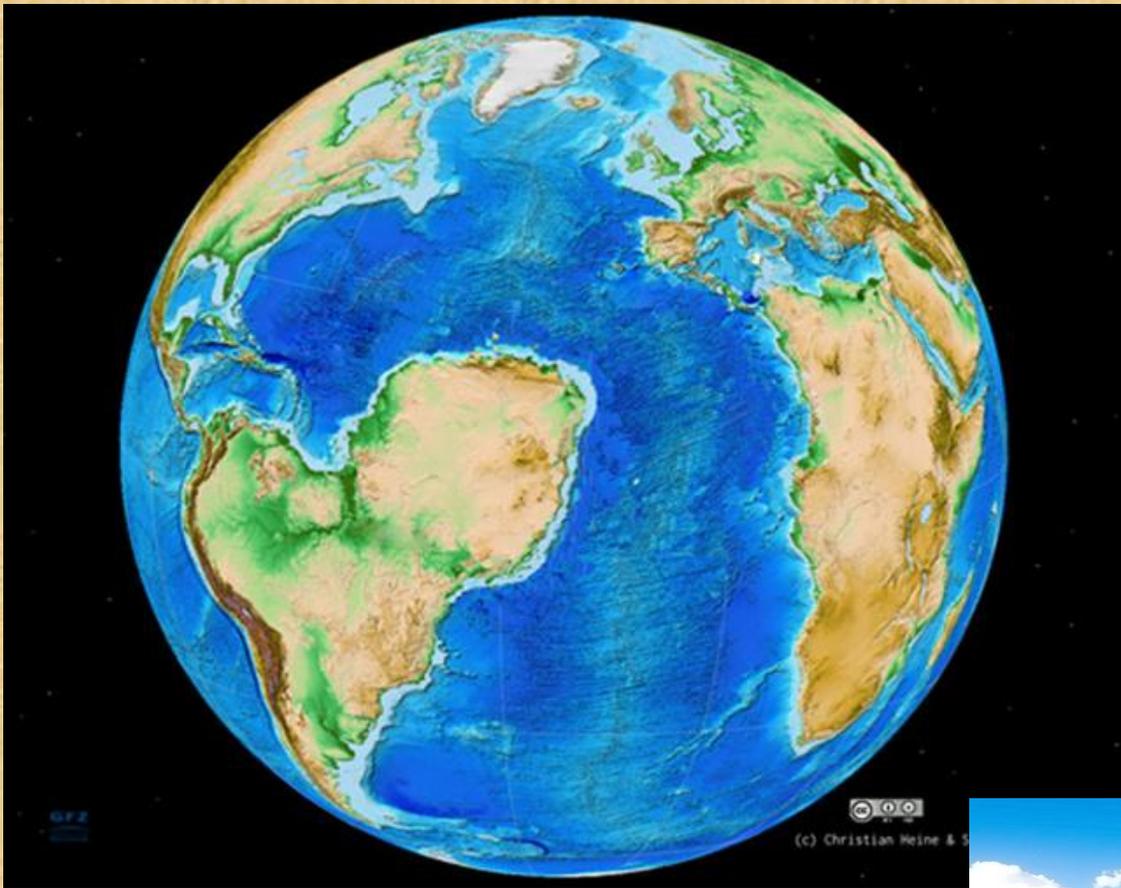
Главные структурные элементы литосферы

красными стрелками показаны взаимопереходы структур в процессе развития

Геотектоническое строение дна океанов



Обобщённый профиль дна Мирового океана



Структурные единицы литосферы:
океаны и континенты





Мировая система срединно-океанических хребтов

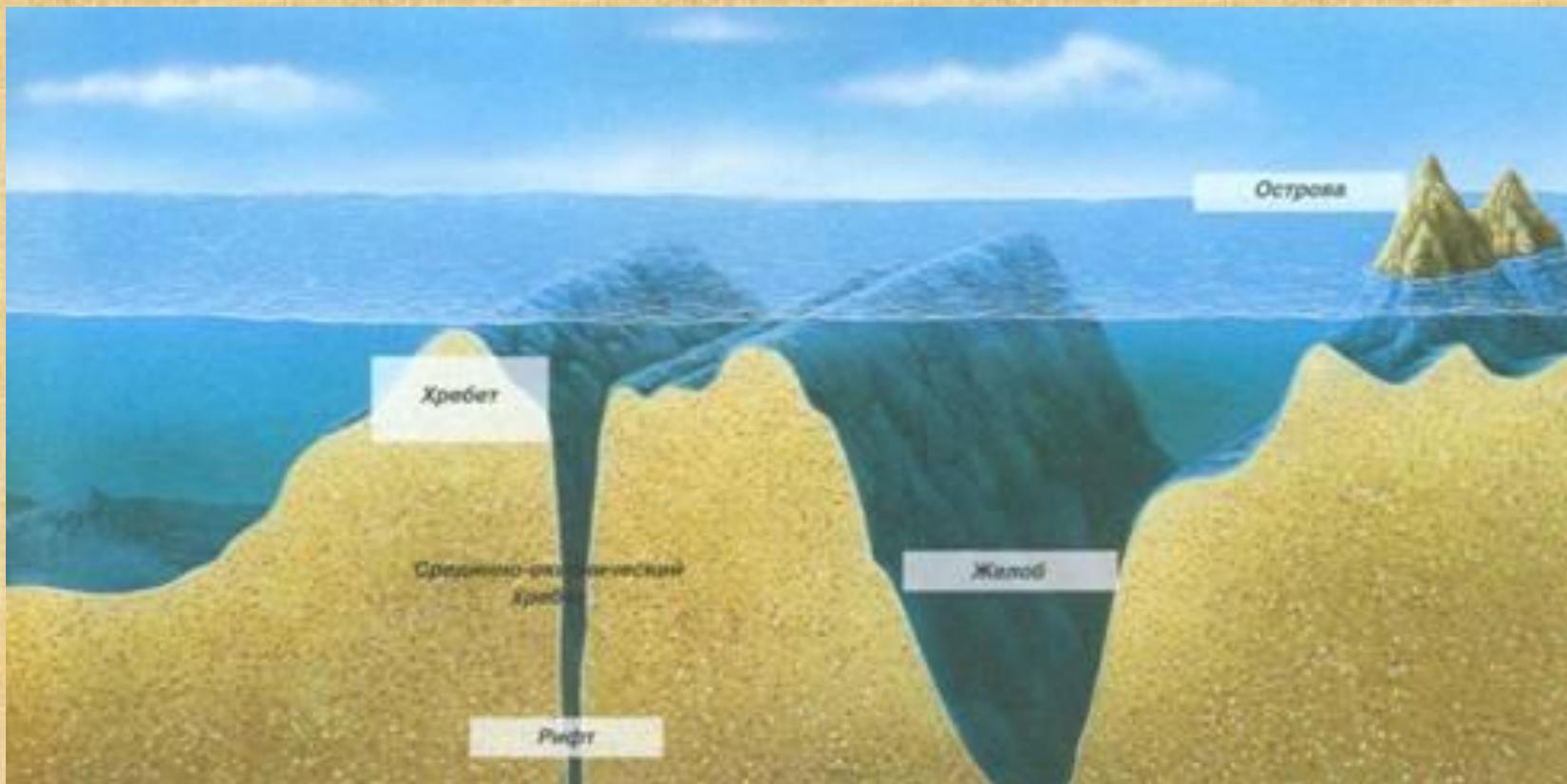
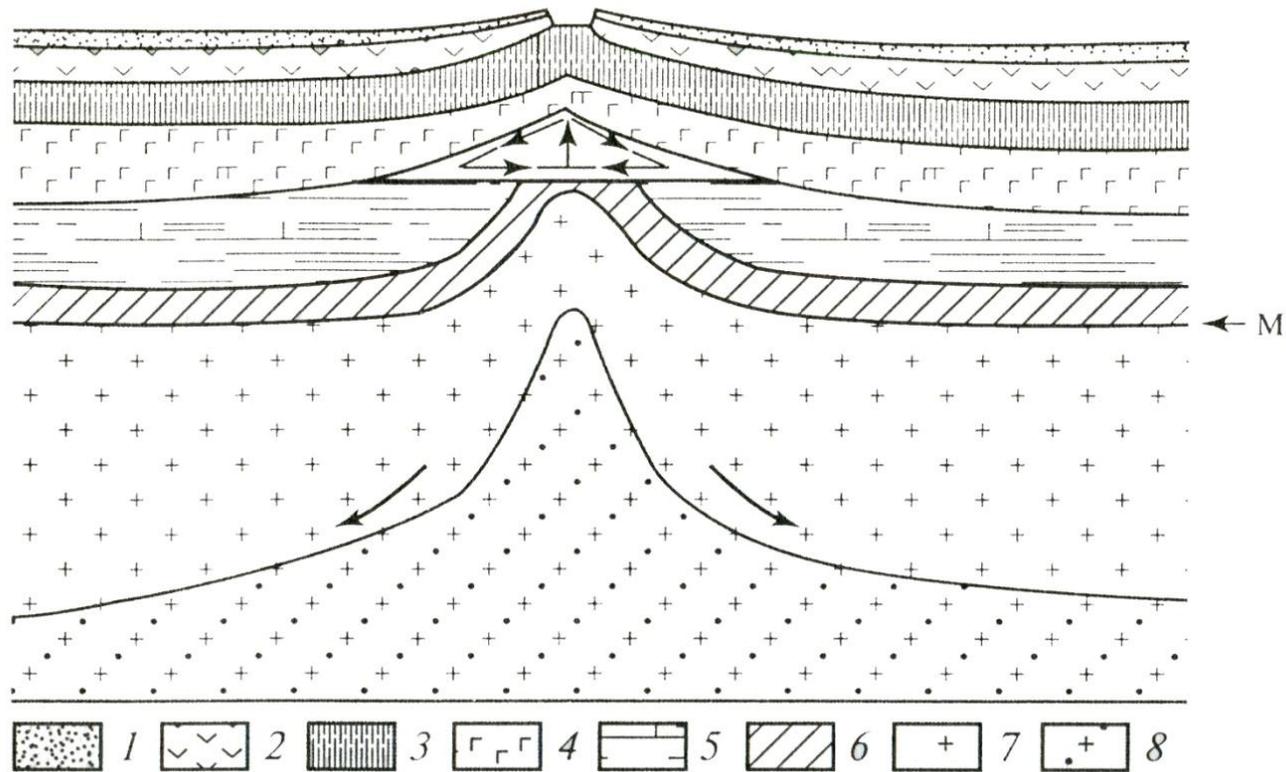


Схема строения срединно-океанического хребта



Схематический разрез через срединно-океанический хребет (упрощенно):

1 — осадки (1-й слой океанской коры);

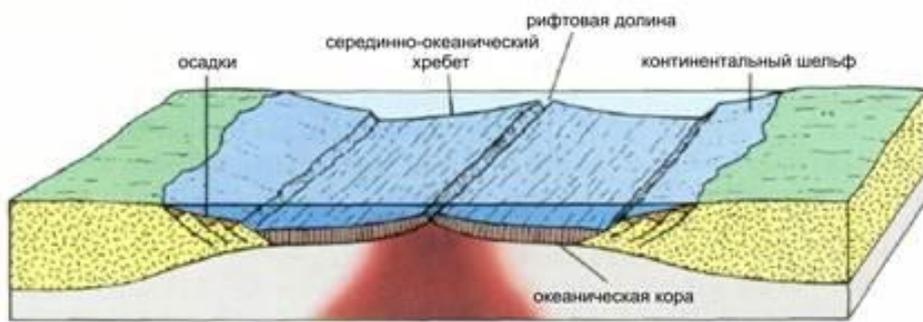
2 — подушечные лавы; 3 — комплекс параллельных даек (2-й слой);

4 — массивные габбро; 5 — полосчатое габбро;

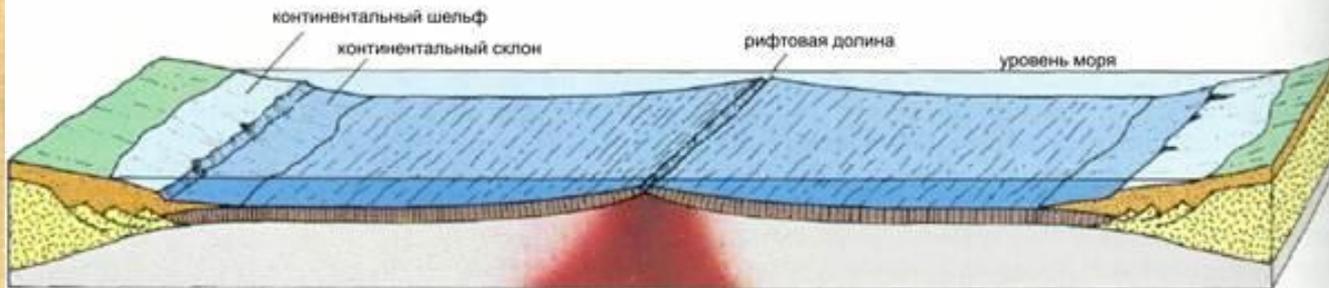
6 — ультрабазиты (3-й слой); 7 — верхняя мантия;

8 — частично расплавленная верхняя мантия (разуплотненная мантия);

M — раздел Моховичича

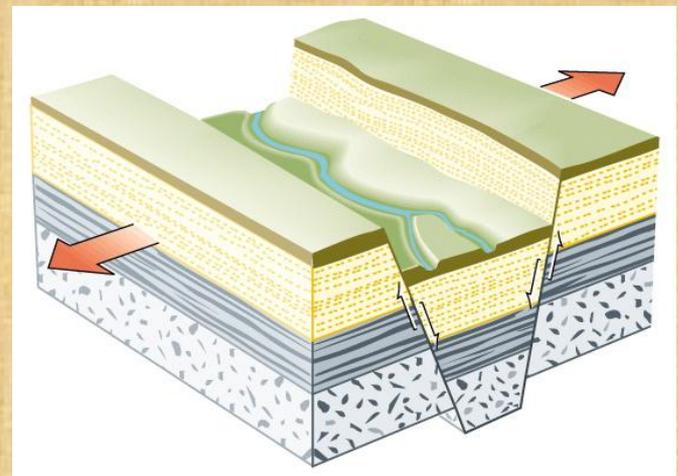
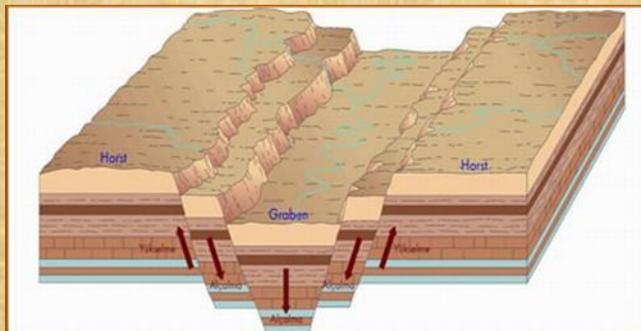


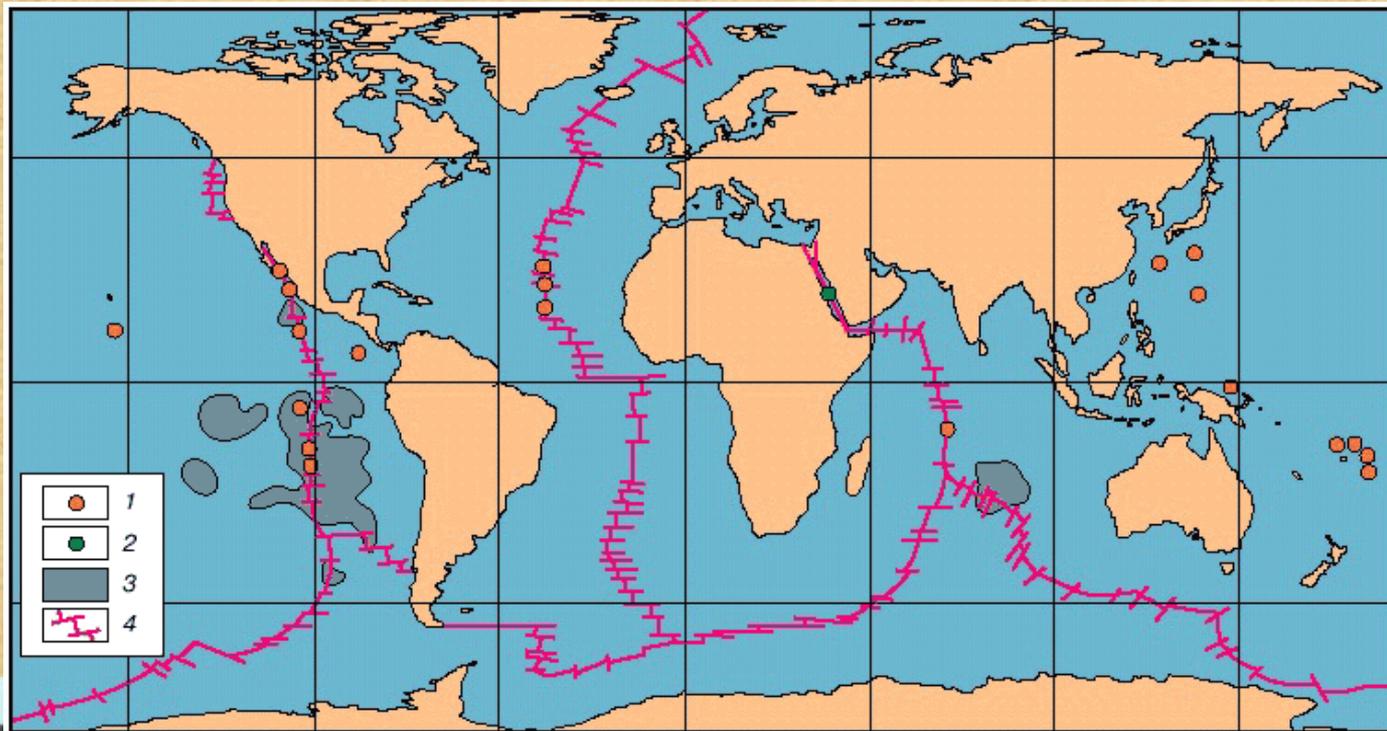
3. Осадки с континета перекрывают разломные зоны. Расширяется новый океан и развивается срединно-океанический хребет.



4. Шельфовые и склоновые осадки накапливаются на пассивных континентальных окраинах, в то время, как океан продолжает расширяться.

Схема строения и формирования срединно-океанического хребта



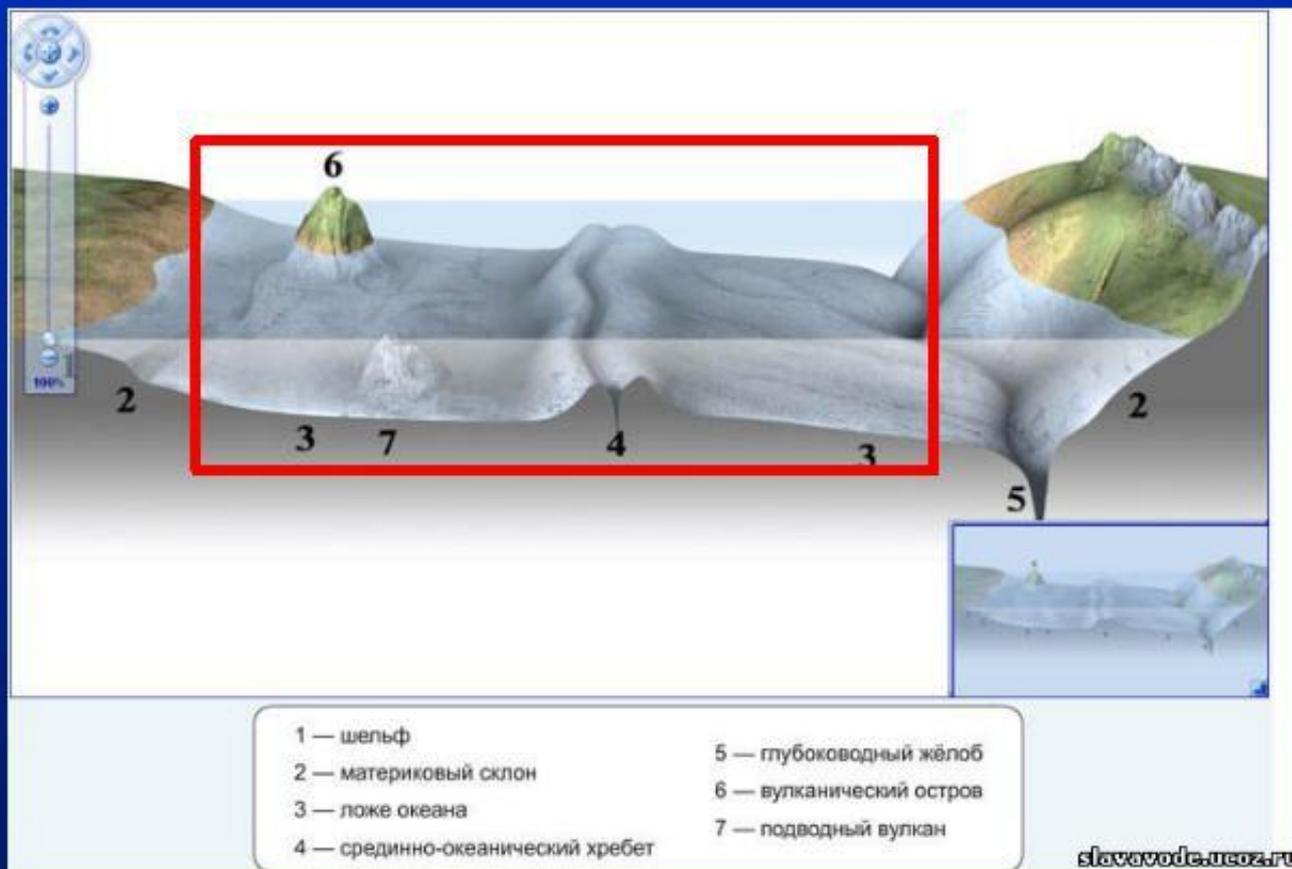


Распространение современных гидротермальных построек (Короновский Н.В., 1999)



Схема строения «чёрного курильщика»

Ложе океана



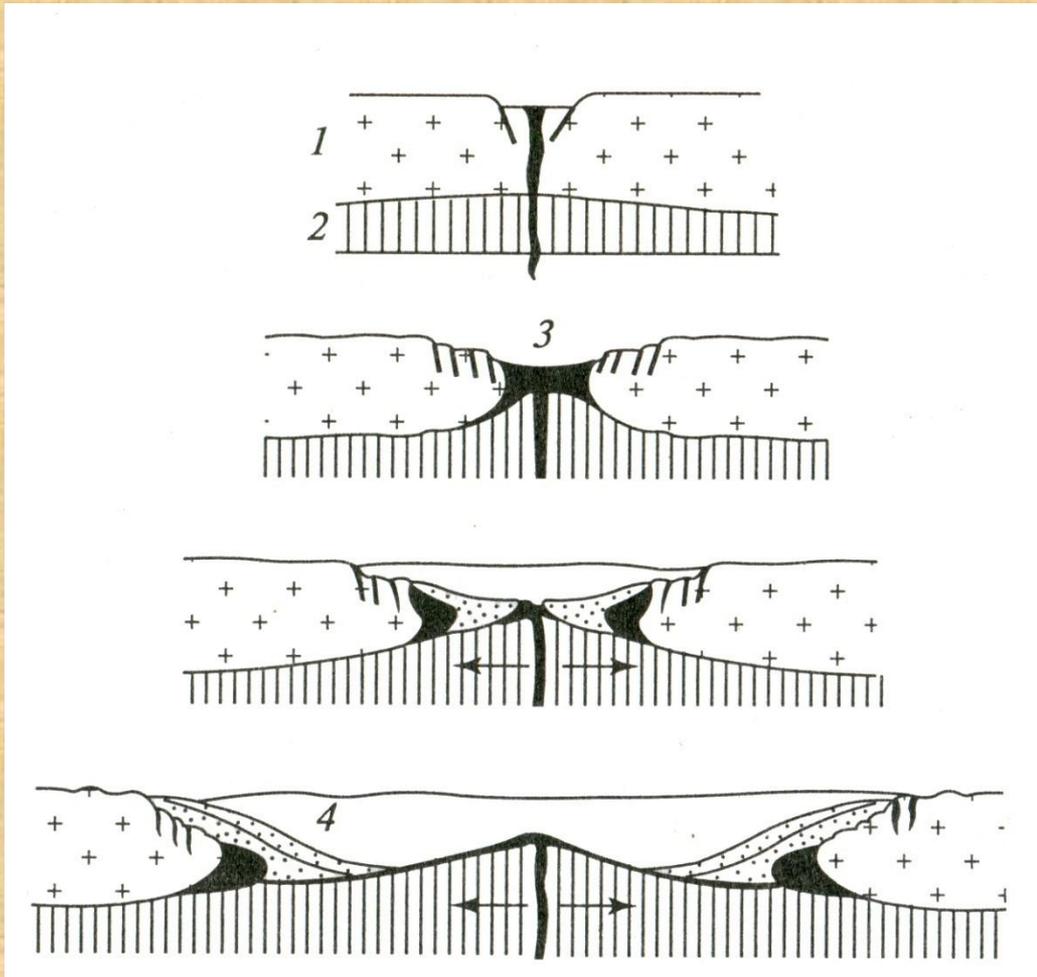
***Участки ложе океанов,
сложенные утонённой (25-30 км) континентальной корой***

Атлантический океан: плато Роколл, банка Орфан;

Индийский океан: плато Агульяс (у южной оконечности Африки), Мадагаскар с южным подводным продолжением, Сейшельские острова;

Тихий океан: возвышенности Лорд-Хау и Норфолк у восточных берегов Австралии, Новая Зеландия с подводным плато;

Северный Ледовитый океан: хребет Ломоносова



Пассивные континентальные окраины:

- западная и восточная окраина Атлантического океана (кроме Антильской и Южно-Сандвичевой зон),
- Индийский океан (кроме обрамления Зондской дуги),
- Северный Ледовитый океан,
- антарктическая окраина Тихого океана.

Пассивные окраины практически не сейсмичны и характеризуются наличием мощной осадочной толщи, которая формируется над материковым склоном.

Схема образования пассивных окраин атлантического типа:

- 1 - континентальная земная кора; 2 – океаническая кора; 3 – вулканические породы;
4 – осадки (Короновский Н.В., Ясаманов Н.А., 2005)

Активные континентальные окраины:

1. *островодужный (западно-тихоокеанский) тип* - в Антильско-Карибской и Южно-Сандвичевой областях Атлантического океана;
2. *приконтинентальный (восточно-тихоокеанский) тип* - восточная часть Тихого океана и современные окраины вдоль берегов Центральной и Южной Америки.

Активность континентальных окраин проявляется в высокой сейсмичности, интенсивной магматической деятельности, развитии складчато-надвиговых деформаций, метаморфизме горных пород.

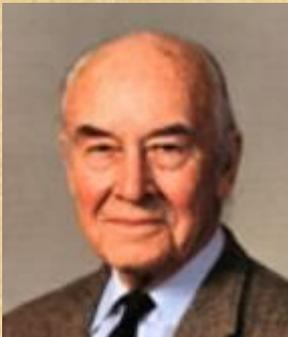
Все эти процессы обусловлены осуществлением в пределах активных окраин процесса субдукции.

Тектоника литосферных плит

Решающий вклад в современную геологическую теорию тектоники литосферных плит внесли следующие *открытия*:

- установление грандиозной, около 60 тыс. км, системы срединно-океанических хребтов и гигантских разломов, пересекающих эти хребты;
- обнаружение и расшифровка линейных магнитных аномалий океанского дна, дающих возможность объяснить механизм и время его образования;
- установление места и глубин гипоцентров (очагов) землетрясений и решение их фокальных механизмов;
- развитие палеомагнитного метода, основанного на изучении древней намагниченности горных пород. Появилась возможность установить перемещение континентов относительно магнитных полюсов Земли.

Теория «тектоники плит» была сформулирована в конце 60-х годов XX в., заслуга принадлежит Тузо Уилсону (Канада), Ксавье Ле Пишону (Франция) и Джейсону Моргану (США).



Тузо Уилсон (1908-1993 гг.)



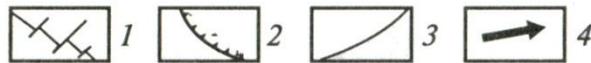
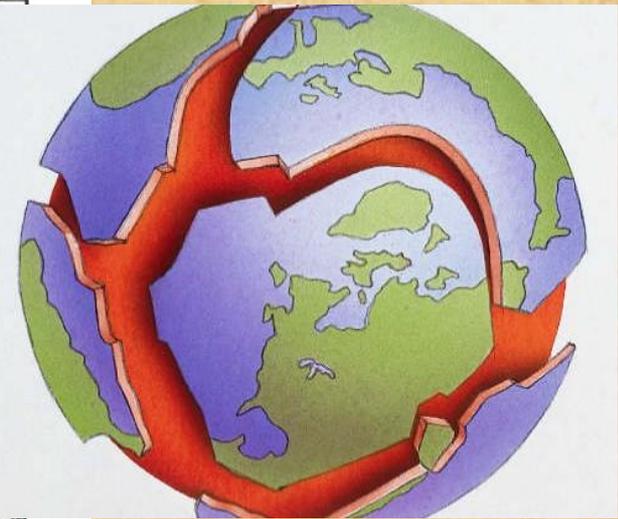
Ксавье Ле Пишон (18.06.1937г.)



Буровое судно "Гломар Челленджер"



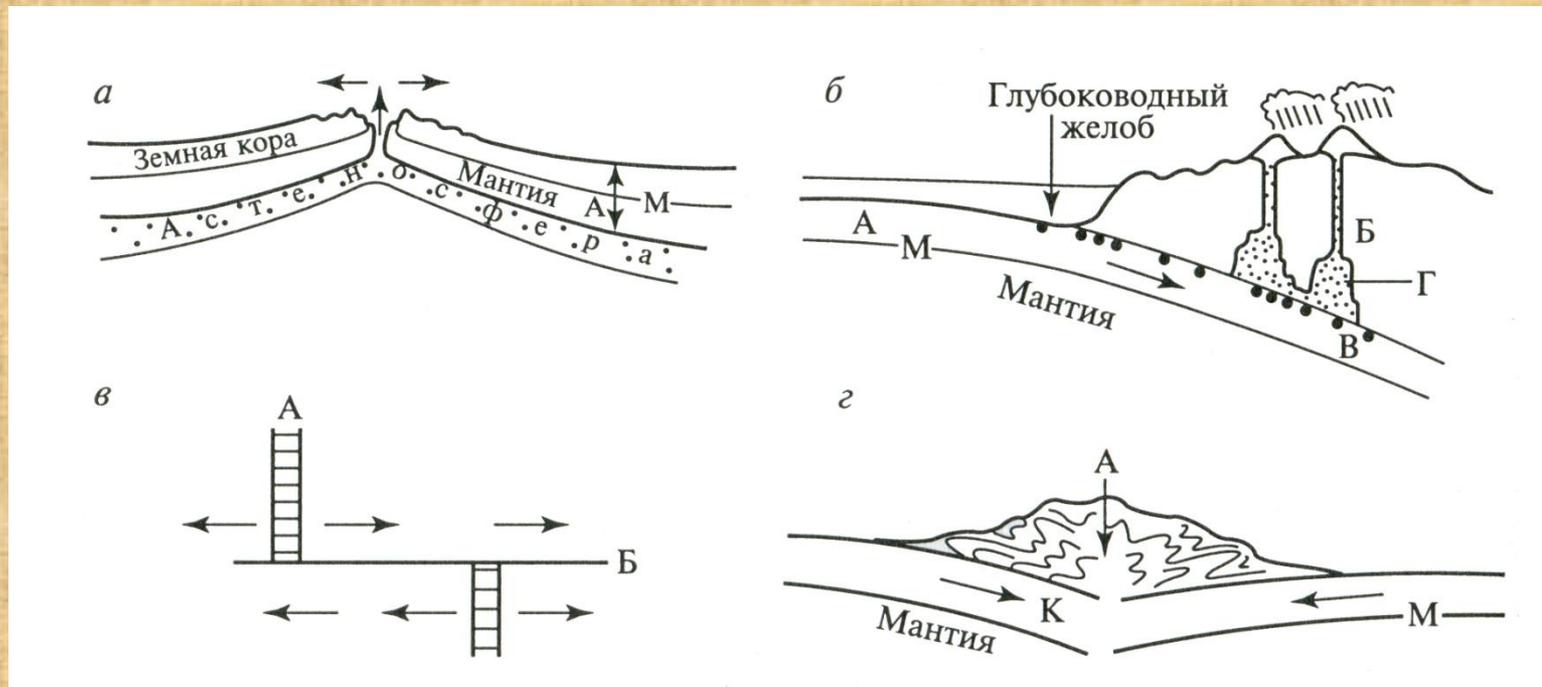
Драга на борту НИС
«Академик Николай Страхов»



Основные литосферные плиты (по В.Е. Хаину и Ломизе М.Г.)

1 - оси спрединга (дивергентные границы; 2 – зоны субдукции (конвергентные границы); 3 – трансформные разломы; 4 – векторы «абсолютных» движений литосферных плит.

Малые плиты: X — Хуан-да-Фука; Ко — Кокос; К — Карибская; А — Аравийская; Кт — Китайская; И — Индокитайская; О — Охотская; Ф — Филиппинская



Типы границ литосферных плит:

а — раскрытие океанских рифтов, вызывающих процесс спрединга (дивергентные границы): М — поверхность Мохоровичича; А — литосфера;

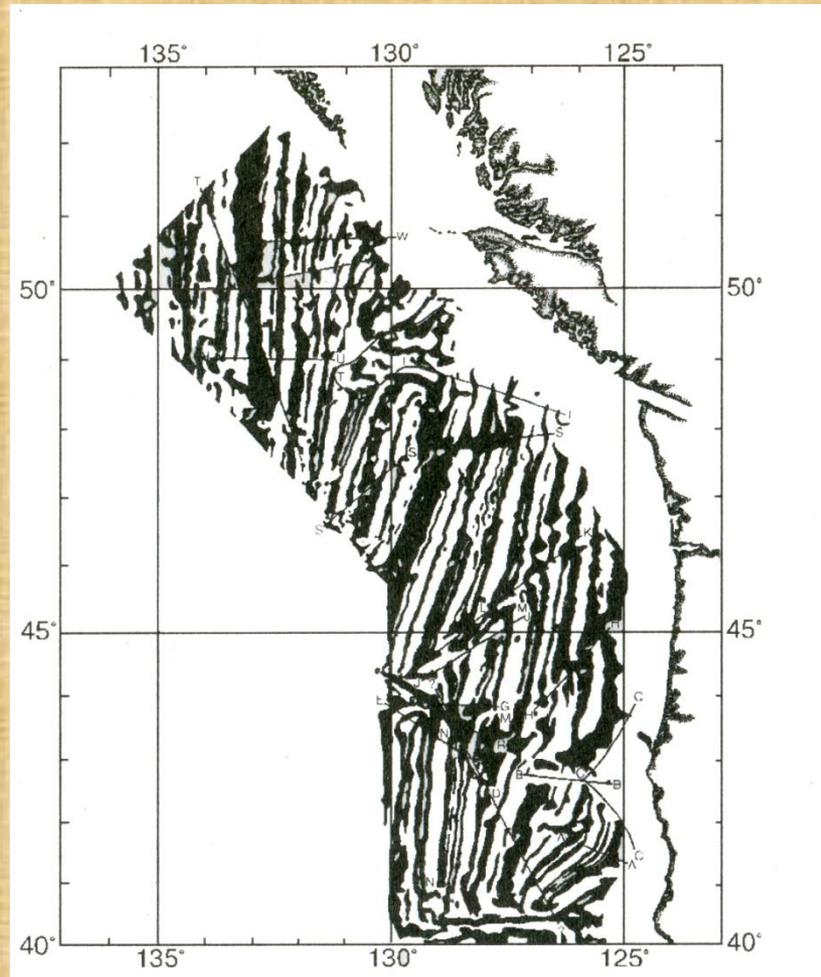
б — субдукция (погружение) океанской коры под континентальную (конвергентные границы): А - океанская кора; Б — континентальная кора;

В — гипоцентры землетрясений; Г — первичные магматические очаги;

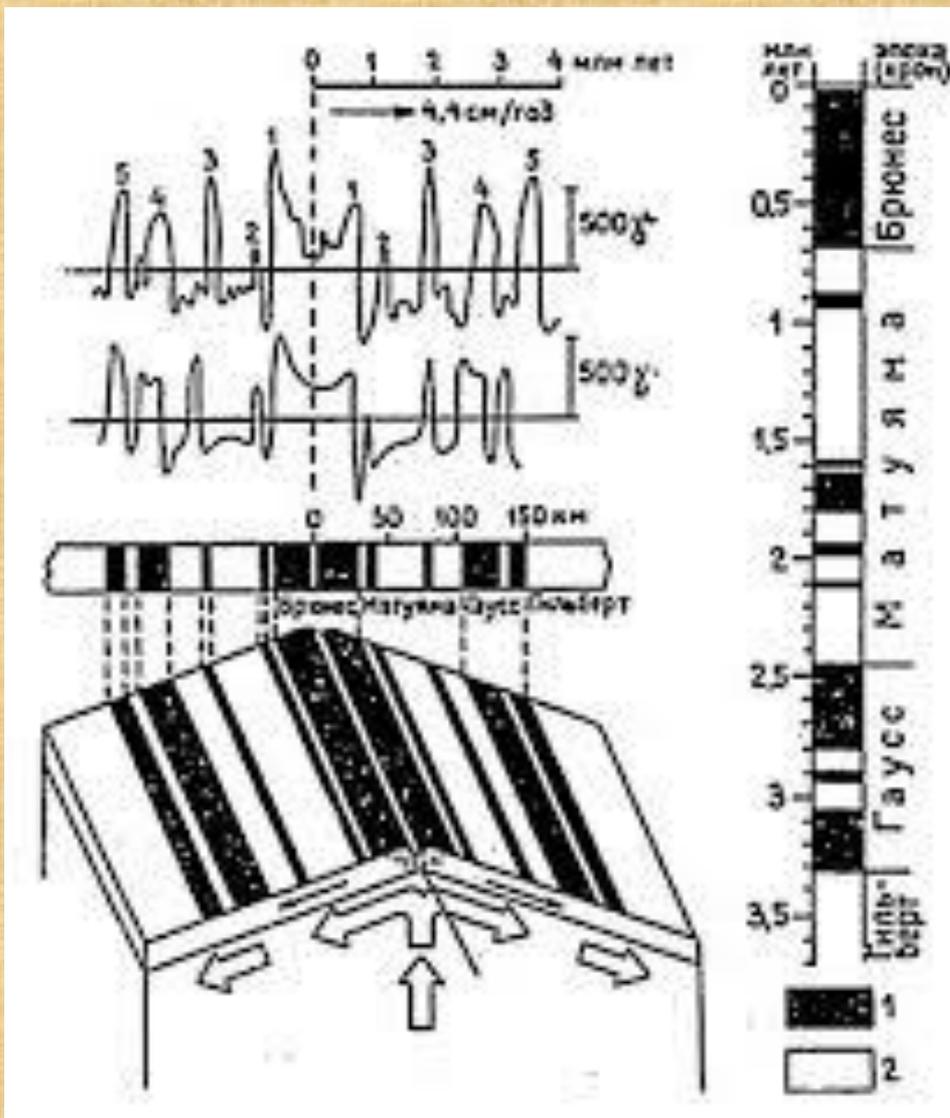
в - трансформные границы: А — рифты; Б - трансформный разлом;

г — коллизионные границы: А — складчатая толща горных пород; К — континентальная кора.

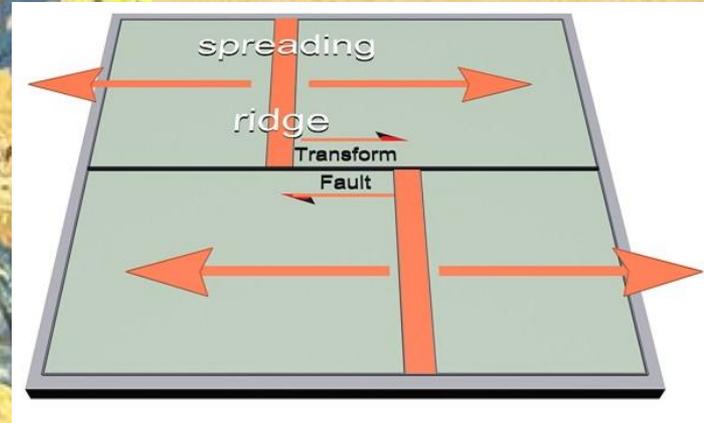
Стрелками показано перемещение блоков коры.



Полосовые магнитные аномалии океанского дна у побережья Северной Америки

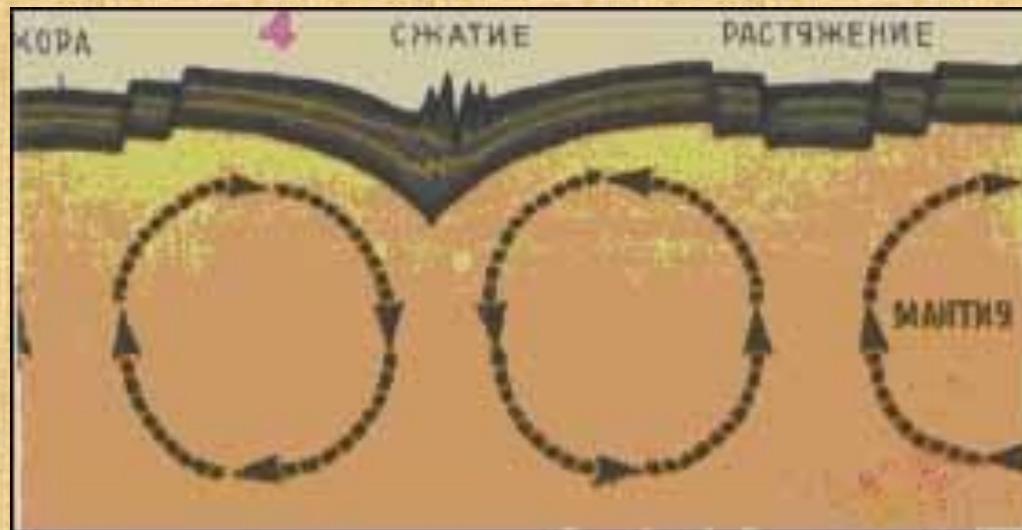


Симметричная система линейных магнитных аномалий на пересечении Восточно-Тихоокеанского поднятия (51 ю.ш.):
 а — верхний профиль, рассчитанный по данным аэромагнитной съемки;
 б — нижний профиль, рассчитанный по магнитохронологической шкале;
 1 — прямая полярность;
 2 — обратная полярность

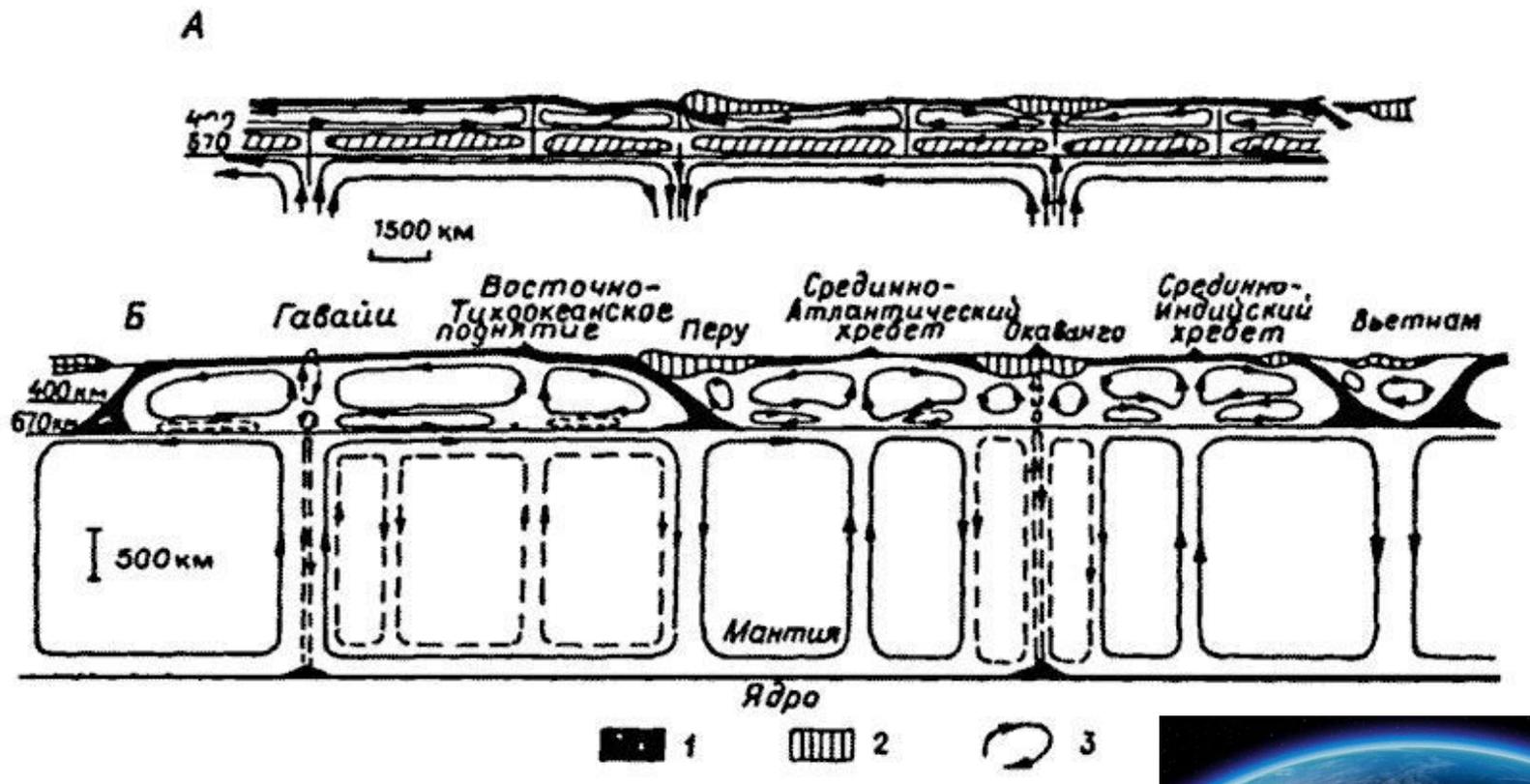


Трансформный разлом

Конвекция (лат. convectio принесение, доставка) – перемещение частей среды, приводящее к переносу массы, теплоты и др. физических величин. Может быть вызвано градиентами температуры и плотности. В мантии конвекция вызывается энергией гравитационной дифференциации мантийного вещества с небольшим вкладом радиогенного тепла и незначительной ролью приливной энергии.



Конвекционные потоки в мантии по гипотезе В.В.Белоусова. Сходящиеся под корой потоки вызывают сжатие коры, расходящиеся - растяжение.

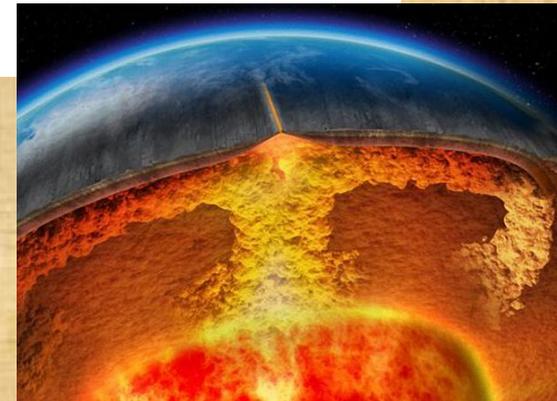


Гипотетический разрез через мантию Земли:

1 – океаническая литосфера

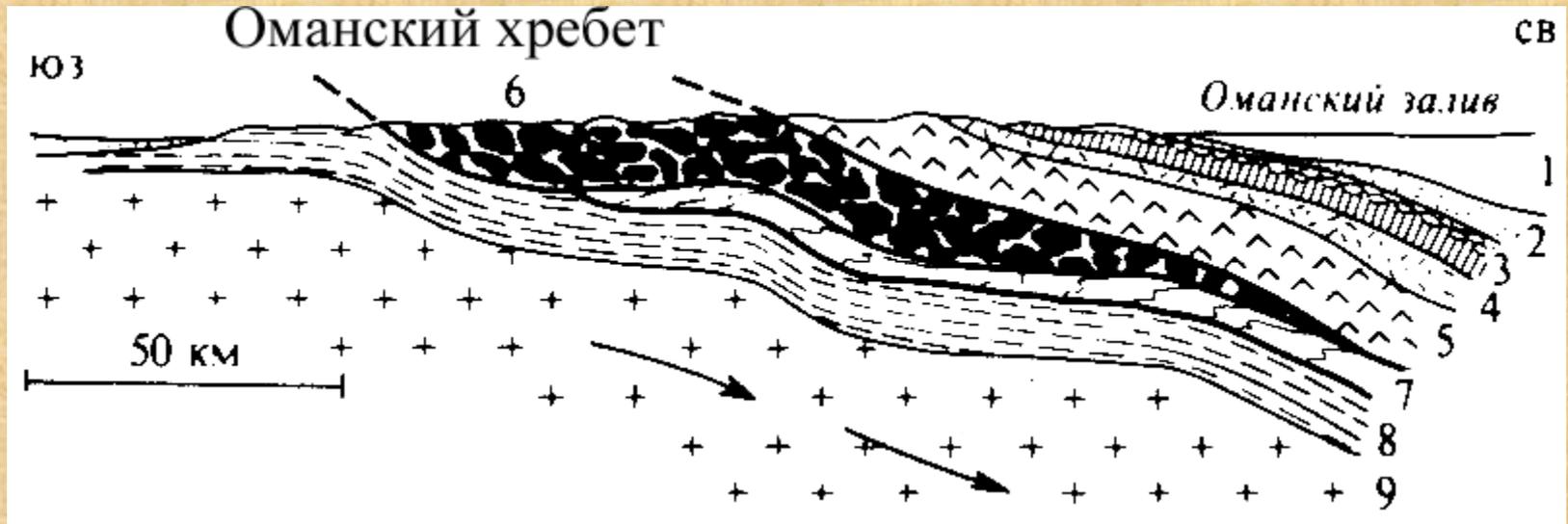
2- континентальная литосфера

3- конвективные течения в астеносфере и нижней мантии



Субдукция и спрединг





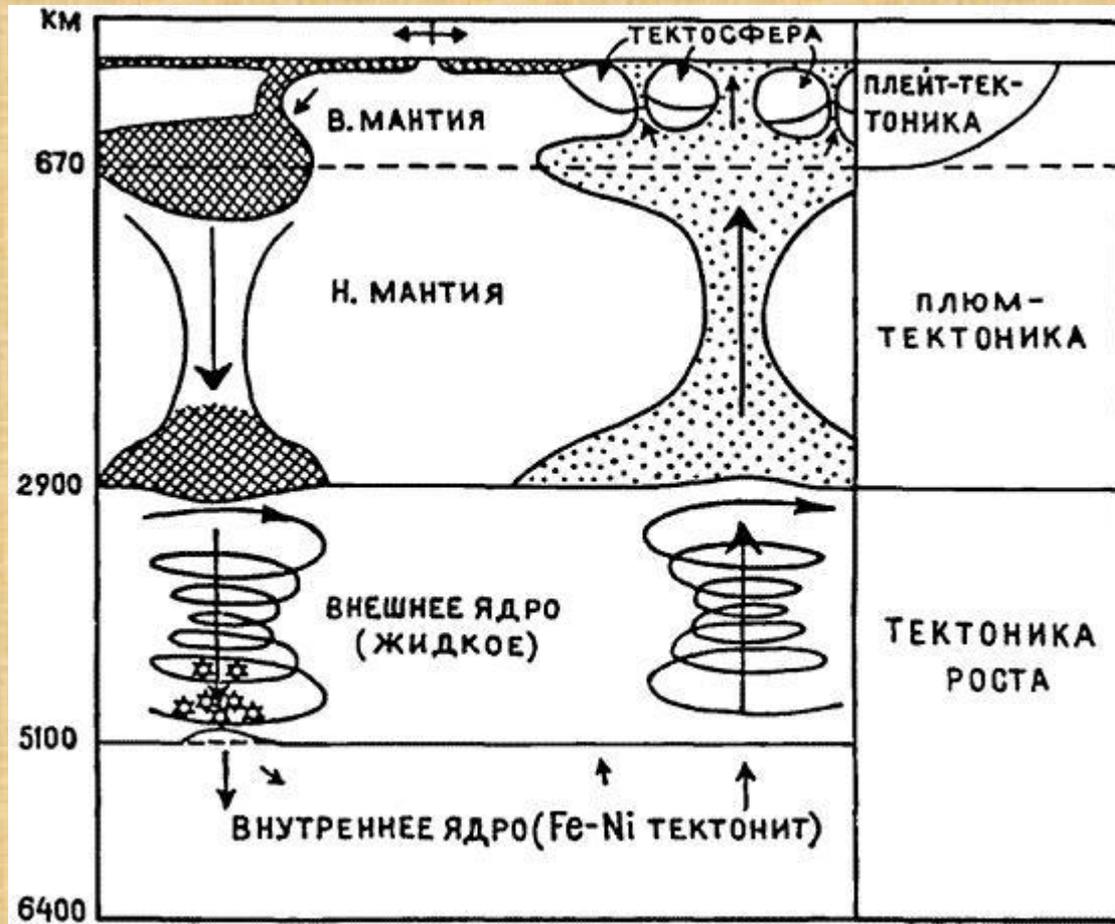
Пример обдукции коры океанского типа на континентальную.

Схематический разрез покрова Семайл и зоны меланжа Хавасина, Оман, Аравийский п-ов (по А. Ганссеру):

1 - кайнозойские и верхнемеловые отложения, 2- подушечные базальты, 3- комплекс параллельных даек, 4- кумулятивный комплекс, 5- ультраосновные породы, 6- офиолитовый меланж, 7- параавтохтон (мезозойские отложения до кампанского яруса верхнего мела), 8- платформенные осадочные отложения, 9- кристаллический фундамент Аравийского щита.

Стрелками показано направление перемещения.

Глобальная геодинамическая модель



Схематическая иллюстрация глобальной тектоники (С. Маруями, М. Кумазава, С. Каваками и др., 1994г.)

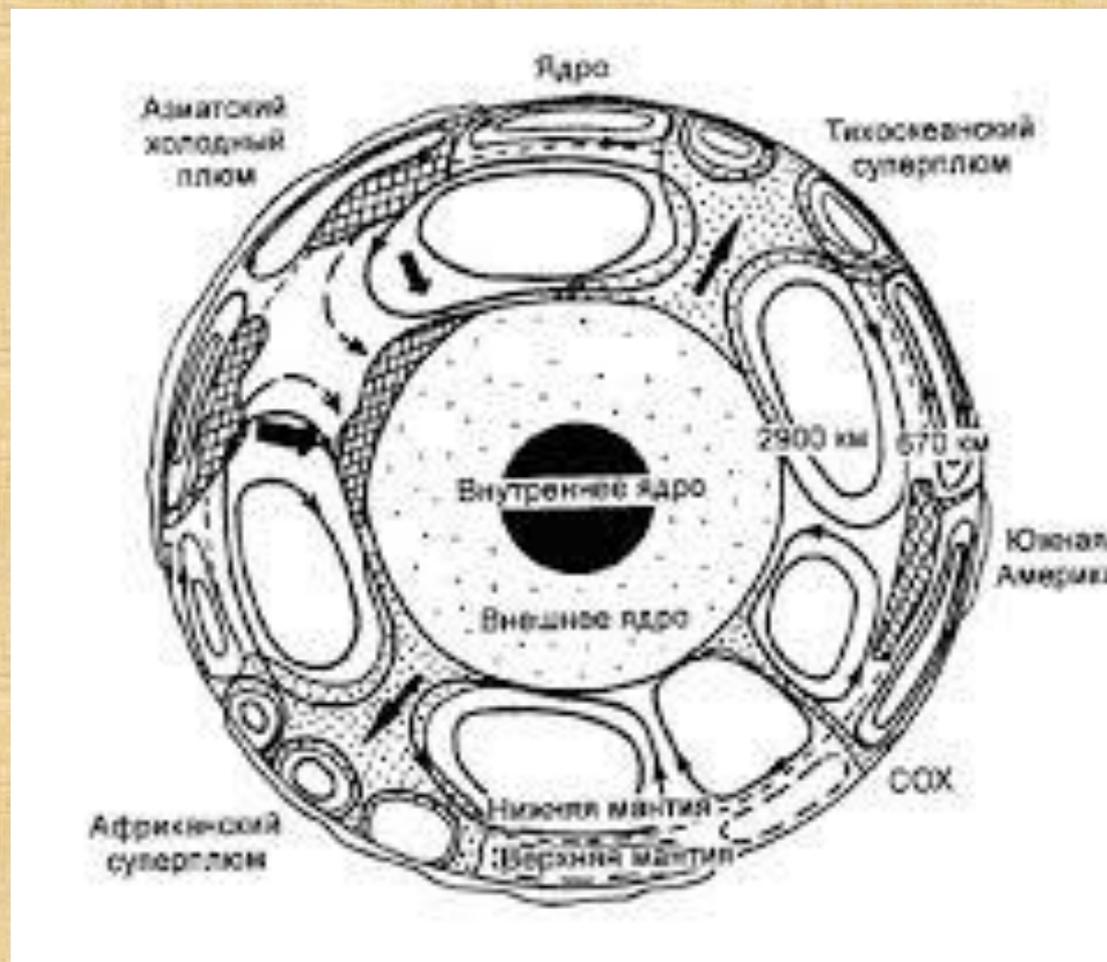
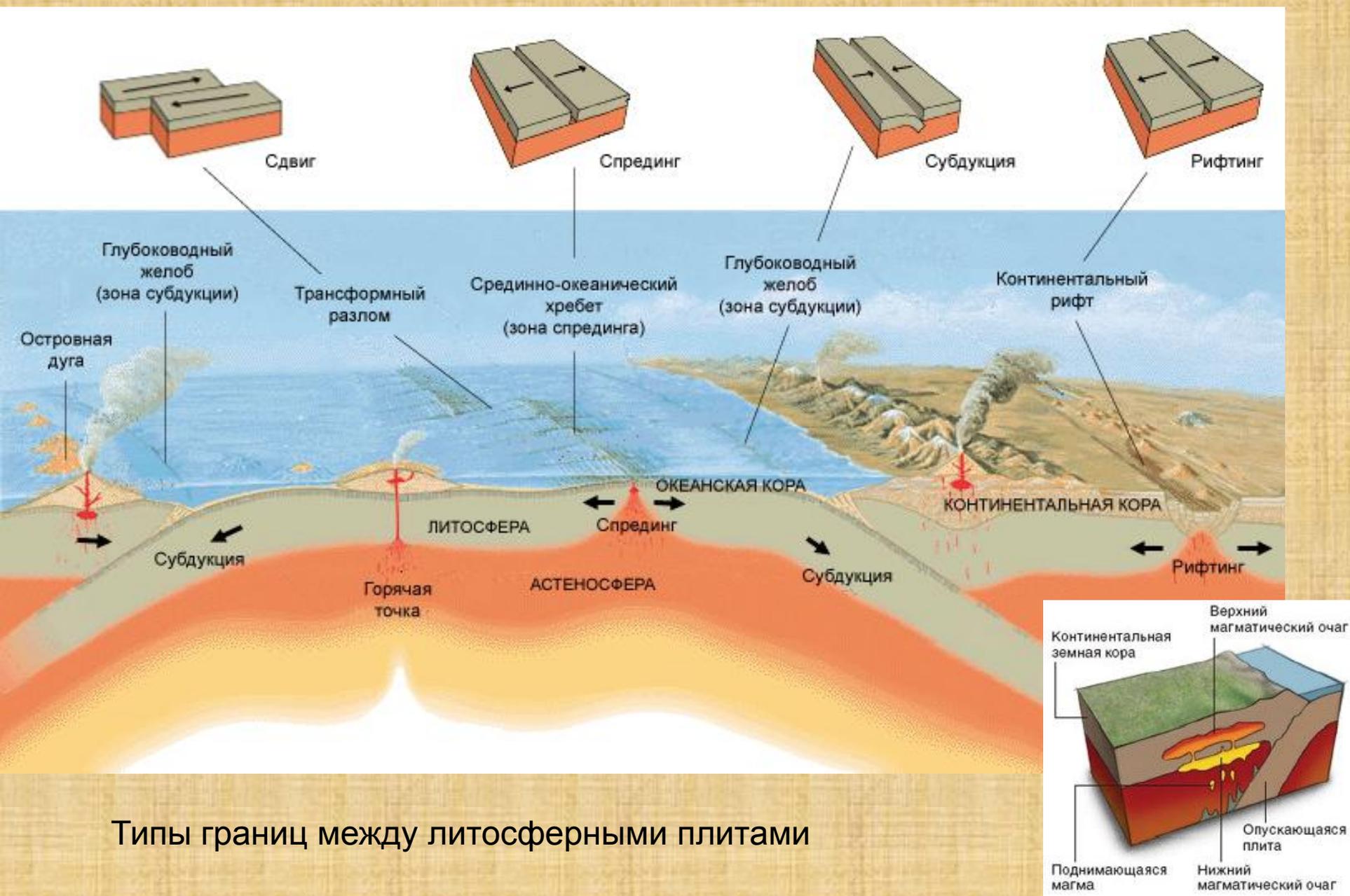


Рис.3. Модель основного тепломассопереноса (С. Маруями, М. Кумазава, С. Каваками и др., 1994г.)

Происхождение земной коры



Типы границ между литосферными плитами

Анатексис (άνά (ана) - вверх, в высшей степени; τηξίς (таксис) – расплавление) - ультраметаморфический процесс, ведущий к расплавлению твердых горных пород и их превращению в магму *in situ* (на месте образования).

ЛИТОФИЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ (от греческого lithos — камень и phileo — люблю) — по геохимической классификации В. М. Гольдшмидта химические элементы, составляющие около 93% массы земной коры и около 97% массы солевого состава океанической воды.

К литофильным элементам относятся: Li, Be, B, C, O, F, Na, Mg, Al, Si, R, Cl, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Br, Rb, Sr, Zr, Nb, I, Cs, Ba, TR, Hf, Ta, W, At, Fr, Ra, Ac, Th, Pa, U.

Подавляющая масса этих элементов входит в состав силикатов, но также широко распространены их оксиды, галогениды, карбонаты, сульфаты, фосфаты.