

Элементы геологии

Основные понятия и термины



Возраст планеты Земля

Планета Земля образовалась около 4.5 миллиарда лет назад из раскаленного газопылевого облака. На начальной стадии своего формирования она напоминала Венеру- отсутствие в атмосфере кислорода, высокая температура поверхности, отсутствие океанов и, соответственно осадочных пород.



Некоторые характеристики планеты Земля

***Это должен знать каждый
культурный человек***

Масса- $3,975 \cdot 10^{21}$ т.

Средняя плотность- 5,52 г/см³

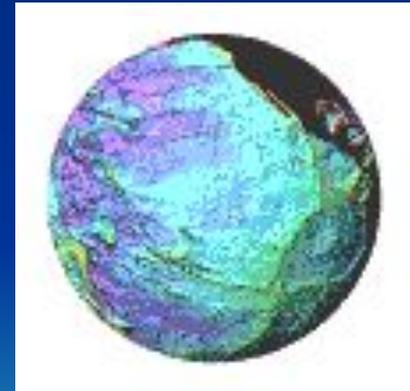
Форма: приблизительно соответствует
эллипсоиду вращения

Радиус экватора: 6378 км

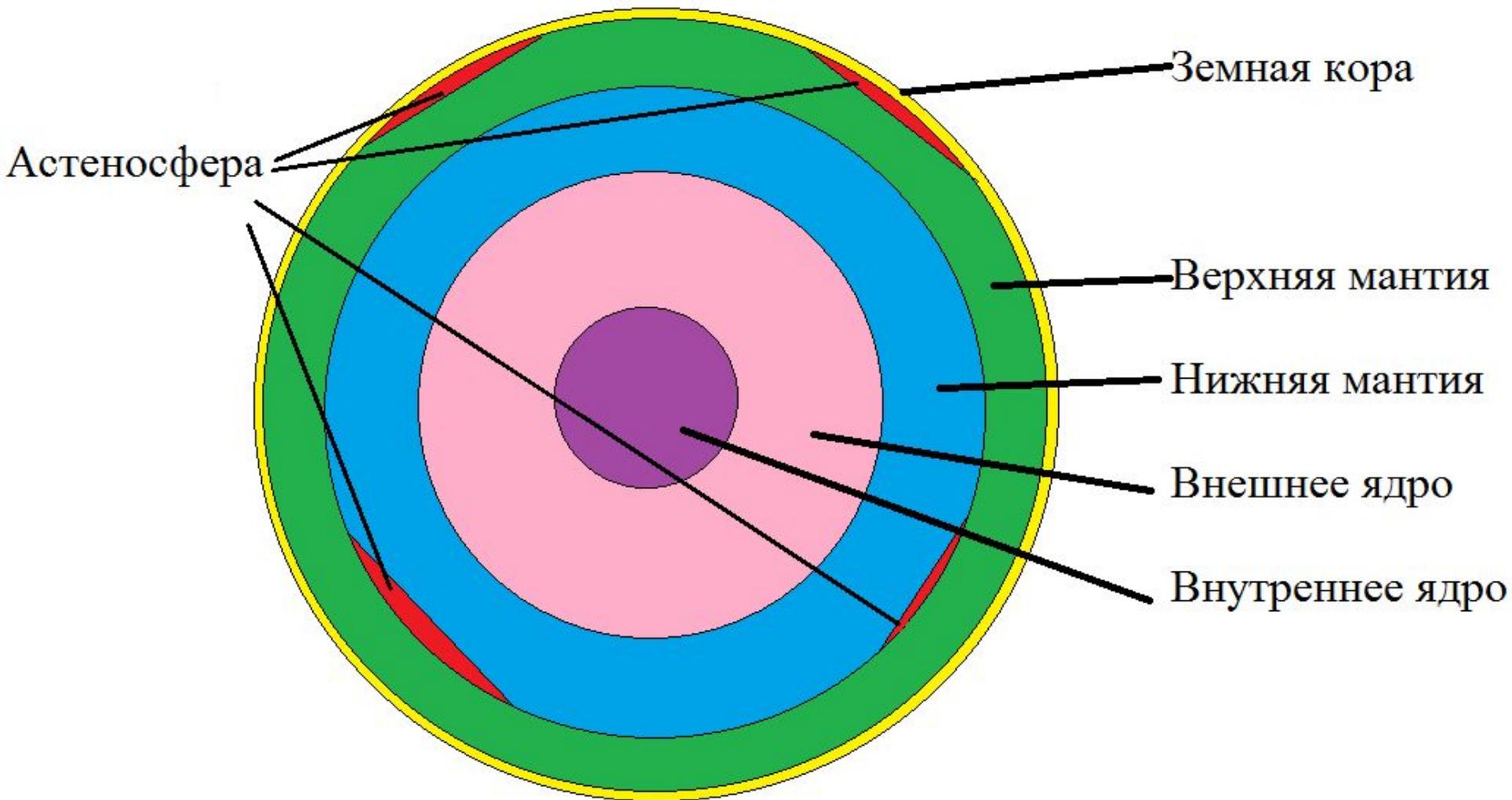
Полярный радиус: 6357 км

Средний радиус: 6371 км

Длина экватора: около 40 000 км



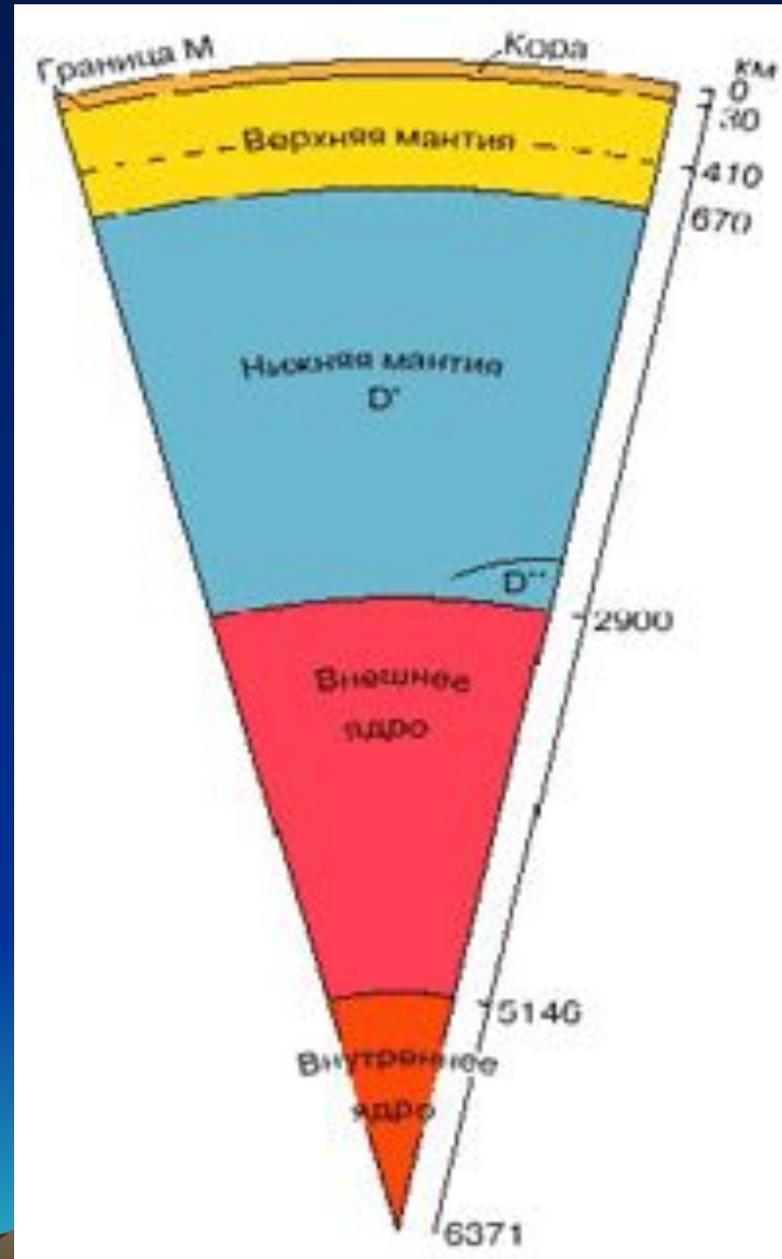
Строение Земли



Астеносфера- участки верхней мантии, пребывающие в расплавленном состоянии.

Строение Земли

- Внутреннее ядро, имеющее радиус 1225 км, твердое и обладает большой плотностью - 12,5 г/см³. Внешнее ядро жидкое, его плотность 10 г/см³. На границе ядра и мантии отмечается резкий скачок плотности. В мантии она снижается до 5,5 г/см³. Границей нижней и верхней мантии в рассматриваемой схеме служит сейсмический раздел, лежащий на глубине 670 км. Он имеет глобальное распространение и обосновывается скачком сейсмических скоростей в сторону их увеличения, а также возрастанием плотности вещества нижней мантии. Этот раздел является также и границей изменений минерального состава пород в мантии.
- Нижняя мантия, заключенная между глубинами 670 и 2900 км, простирается по радиусу Земли на 2230 км.
- Верхнюю часть верхней мантии и земную кору слитно выделяют как литосферу, являющуюся верхней твердой оболочкой Земли, в противоположность гидро- и атмосфере. Благодаря теории тектоники литосферных плит термин "литосфера" получил широчайшее распространение. Теория предполагает движение плит по астеносфере - размягченном, частично, возможно, жидком глубинном слое пониженной вязкости.



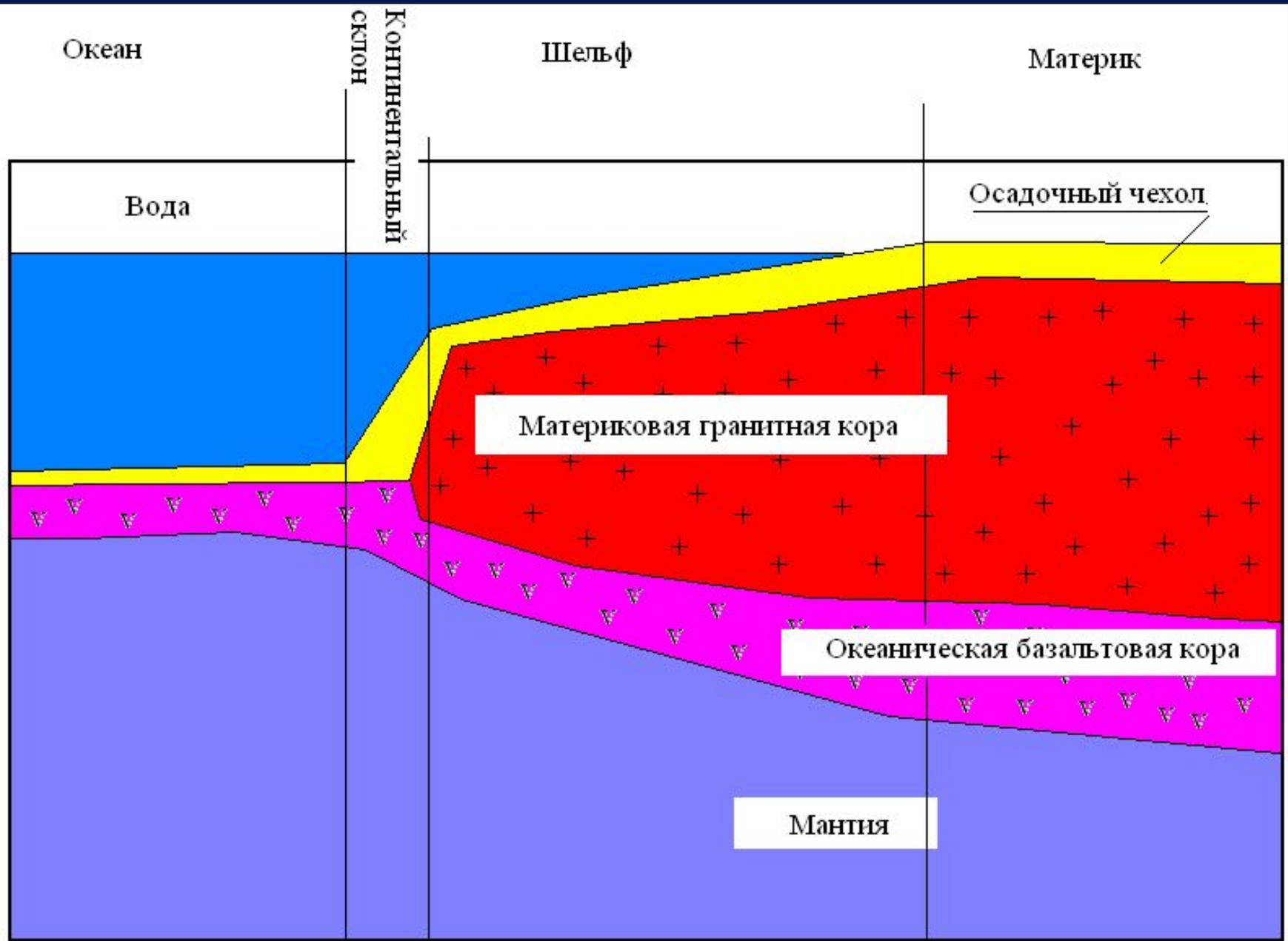
Материки- океанская базальтовая кора +
материковая гранитная кора + осадочный
чехол

Шельф- окраина или склон материковой
плиты, частично затопленной морем
(глубина моря в основном до 300м). При
трансгрессиях затапливается морем, при
регрессиях- осушается.

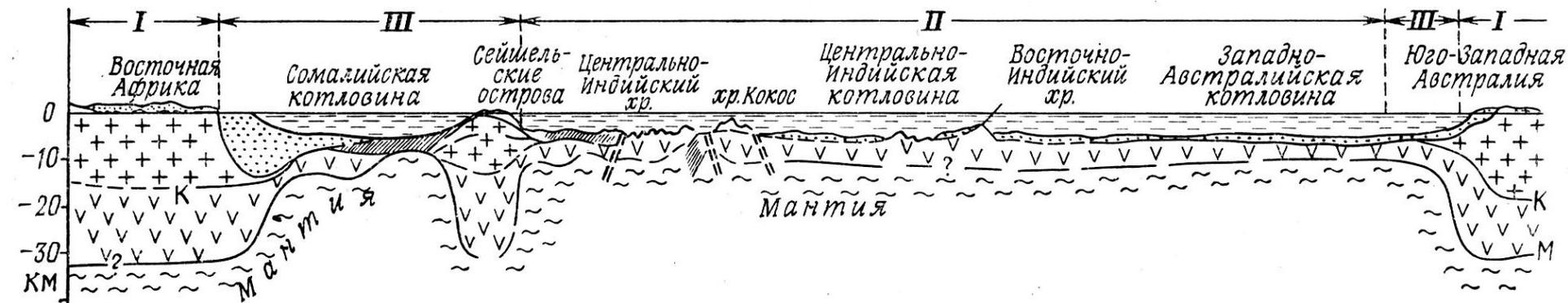
Океаны- океанская базальтовая кора +
осадочный чехол



Материки и океаны



Разрез через Индийский океан от Африки к Австралии



Геологические процессы

Эндогенные- проходящие под действием **глубинных сил Земли** (тектоника, магматизм, вулканизм, землетрясения и пр.)

Экзогенные- проходящие под воздействием **поверхностных факторов** (разрушение пород в результате выветривания, деятельность рек, морей, озер, ледников, ветра и пр.)



Эндогенные процессы

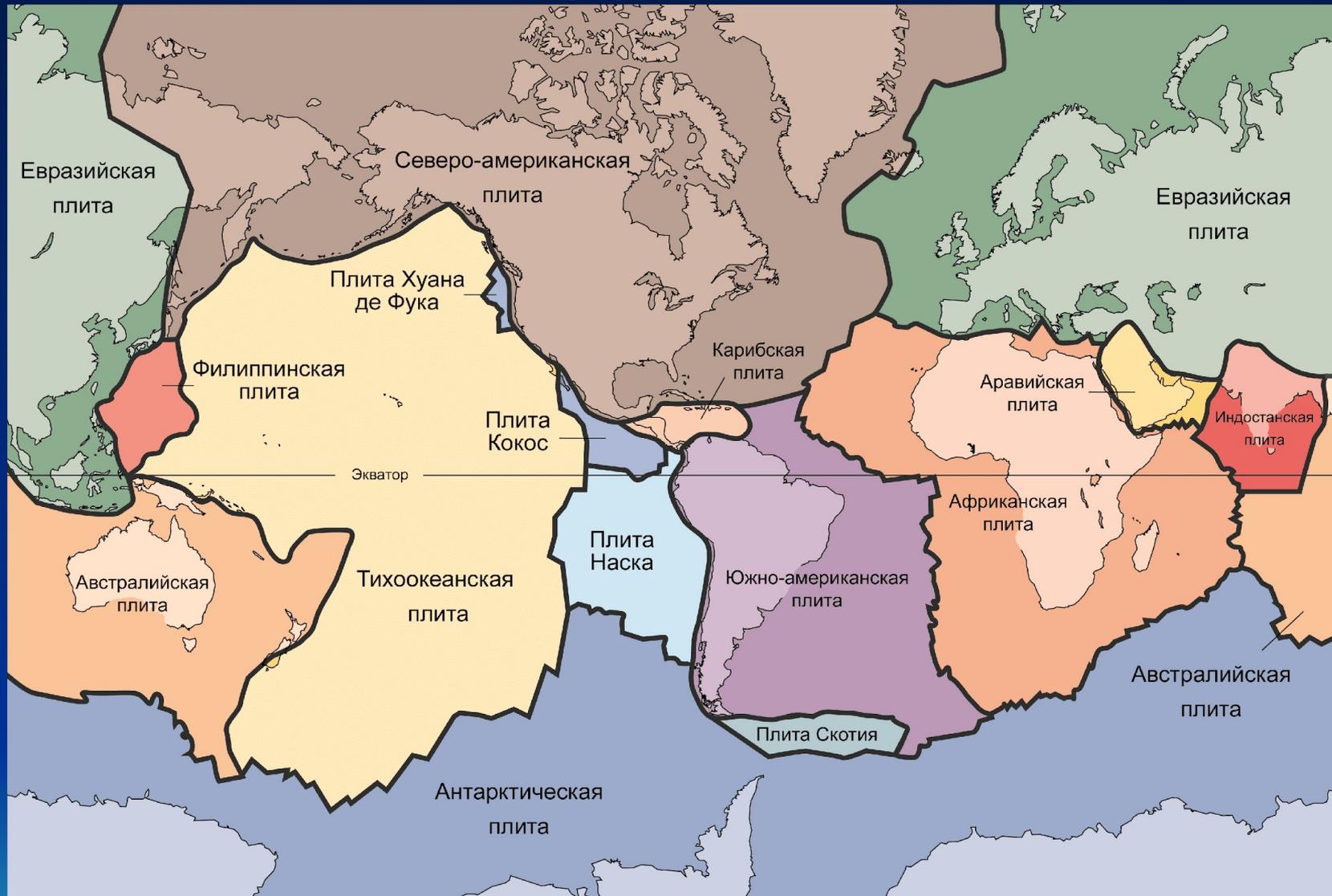
- Спрединг
- Субдукция
- Аккреция
- Вулканизм
- Орогенез
- Магматизм
- Землетрясения



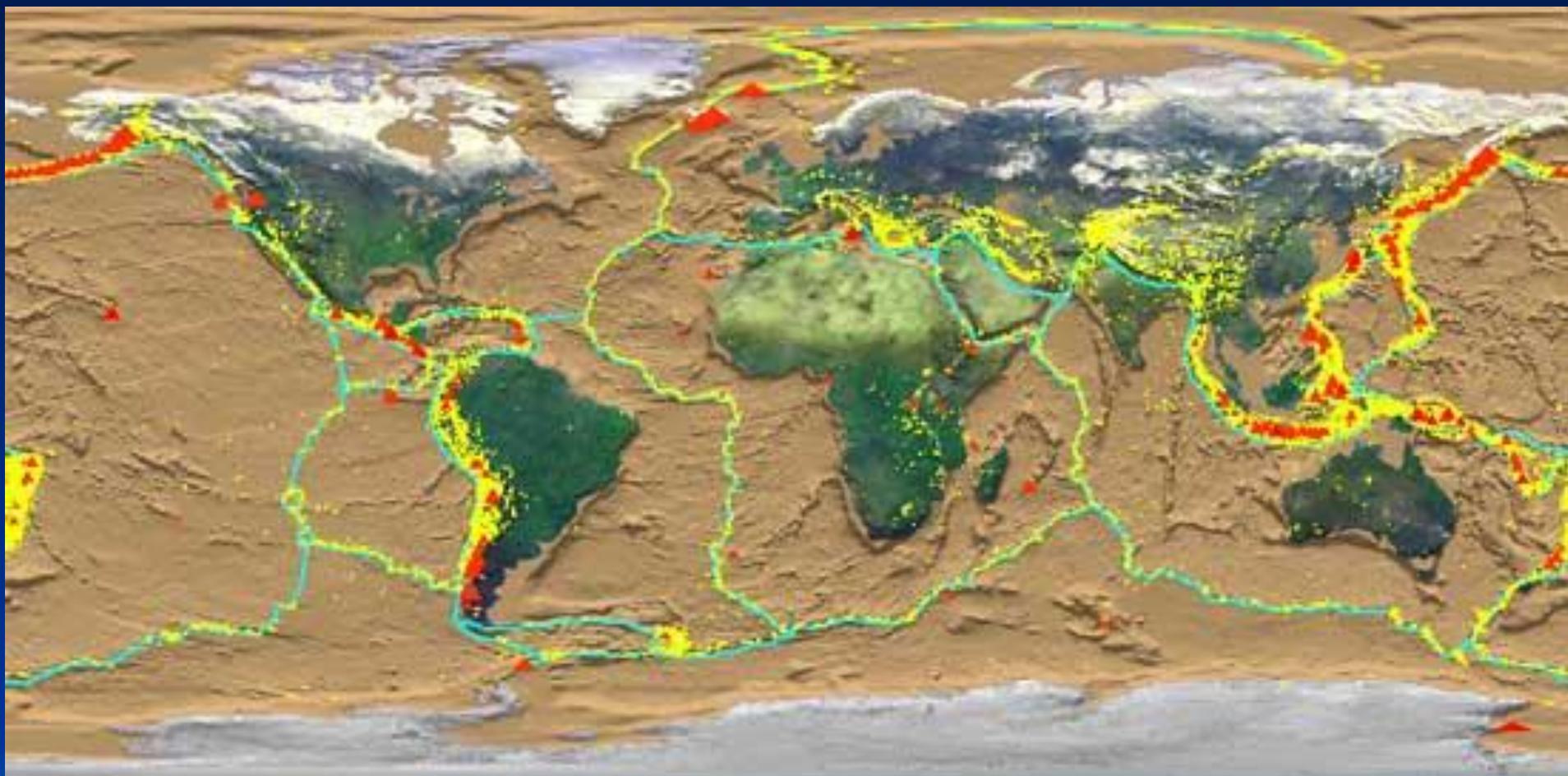
Земная кора разделена на ряд крупных блоков- континентальных (литосферных) плит, которые находятся в постоянном движении относительно друг друга. Эти плиты разделяются трансформными разломами, окаймленными срединно-океаническими хребтами.



Литосферные плиты

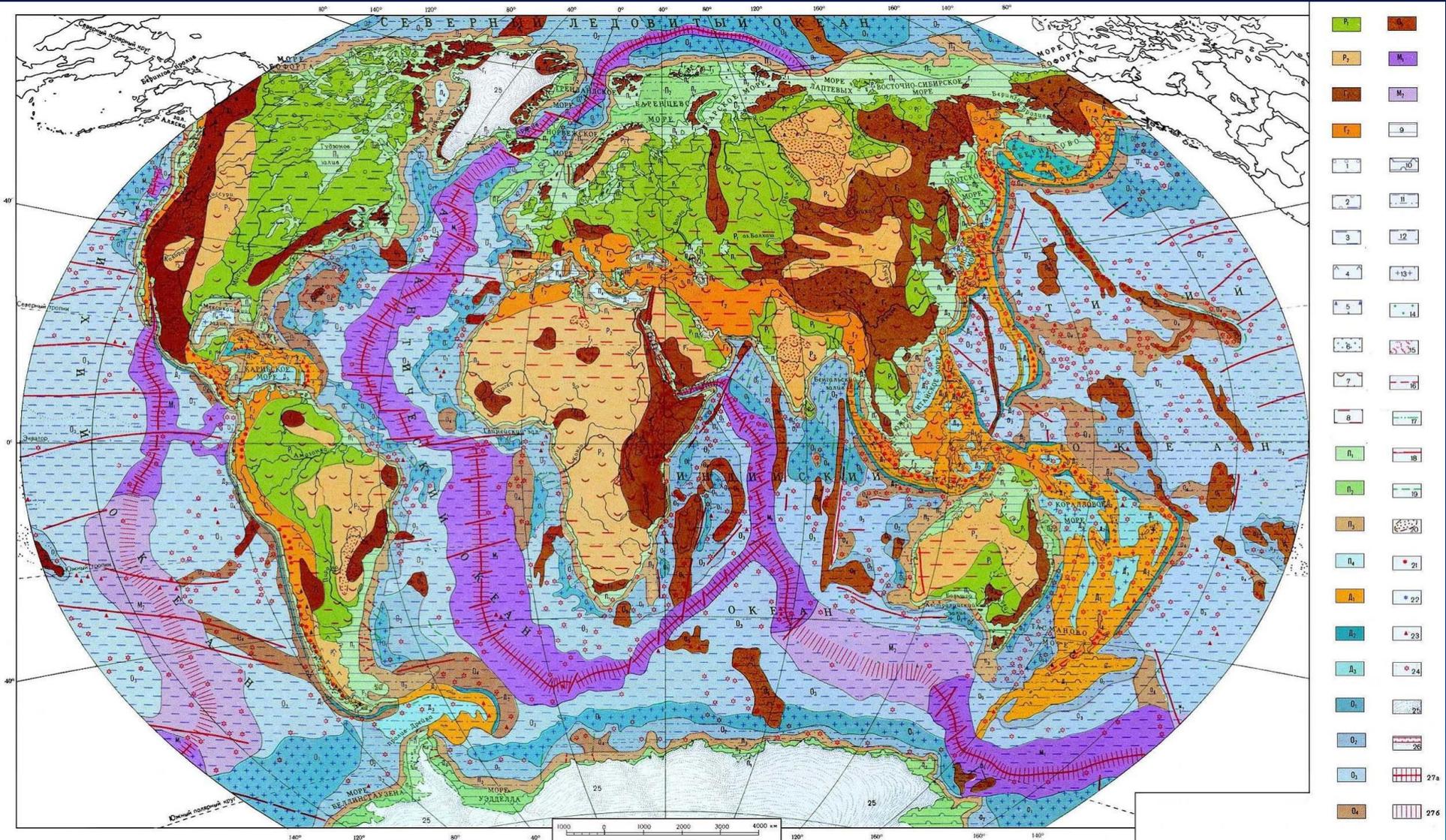


Литосферные плиты



<http://www.mantleplumes.org/images/PlateBoundaries550.jpg>

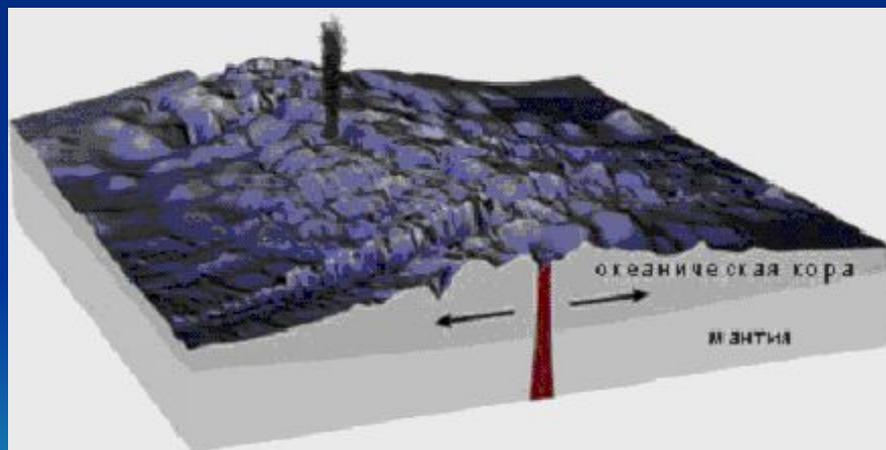
Элементы строения земной коры





<http://planetolog.ru/map-ocean-zoom.php?ocean=AT&id=2>

Профиль через трансформный разлом
Серединно-океанический хребет



http://xreferat.ru/image/20/1305324233_1.gif

Земная кора в течении всей геологической истории расширялась. Процесс расширения коры называется спредингом. При спрединге кора раздвигается в стороны от осей трансформных разломов.

Участки, на которых кора раздвинулась, заполняются магмой, изливающейся из трансформных разломов. Затем излившаяся магма быстро застывает и формирует новый участок коры.



Элементы строения земной коры

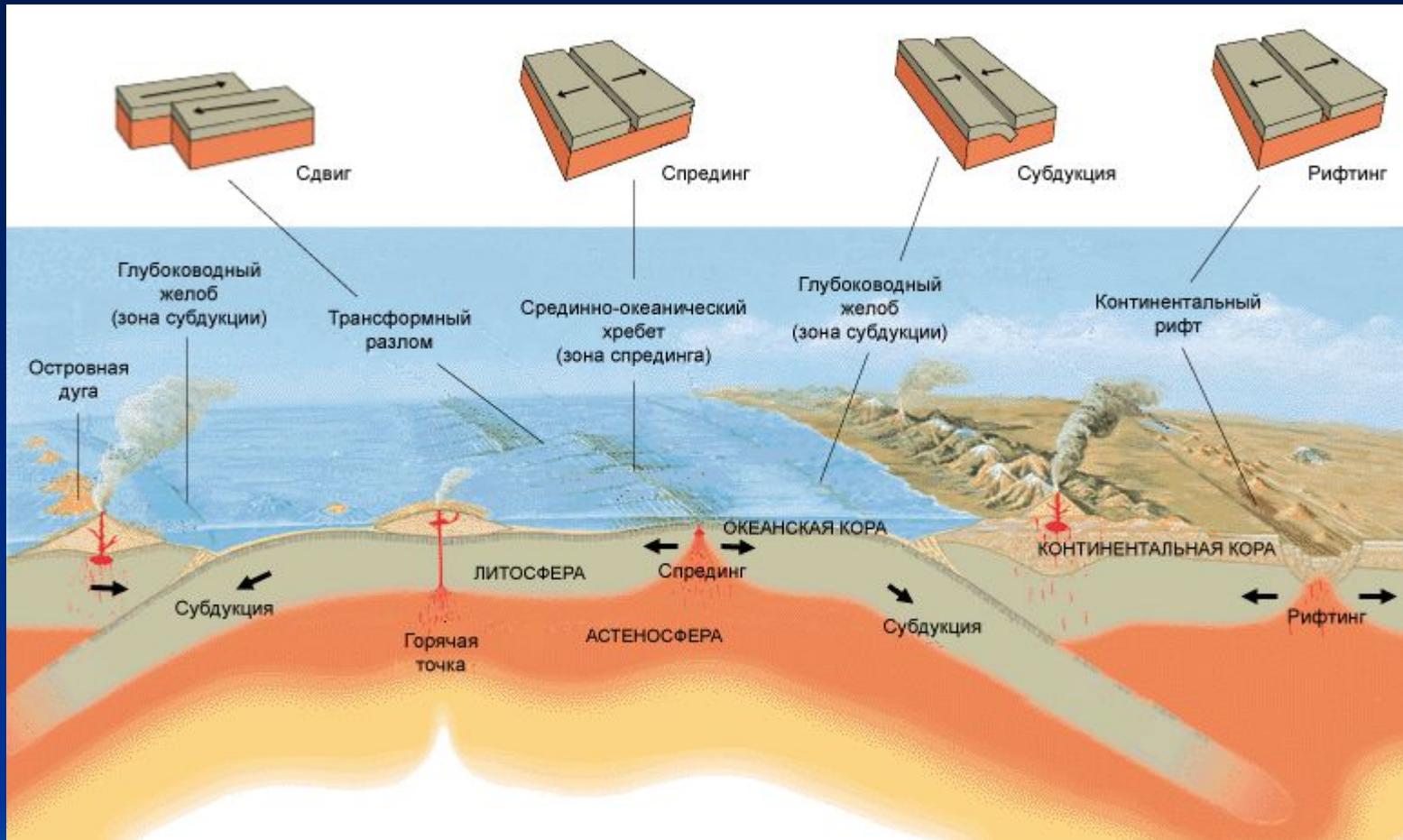
Под материками раздвигающаяся кора погружается в мантию (субдукция). При этом происходит трение и разогрев вещества, в результате чего происходит плавление магмы. В зоне трения часто отмечаются землетрясения (зона Бенъофа).

У окраин материков, где происходит субдукция, выделяются глубоководные желоба, а также имеет место аккреция-затягивание осадочного материала, «соскребаемого» материковой плитой с поверхности погружающейся коры под континентальную плиту.

Окраины материков, под которыми имеет место субдукция называются «активными», те окраины, под которыми субдукции нет- «пассивными».

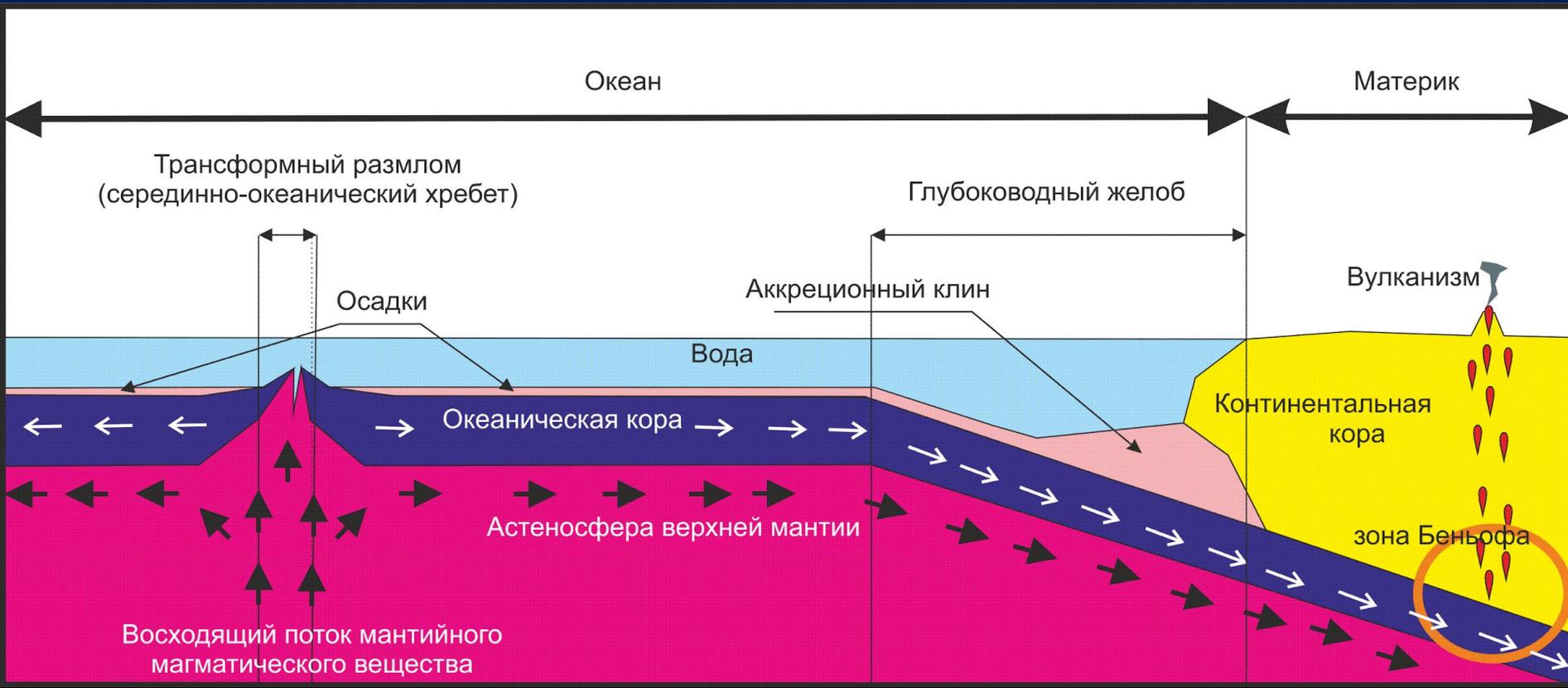


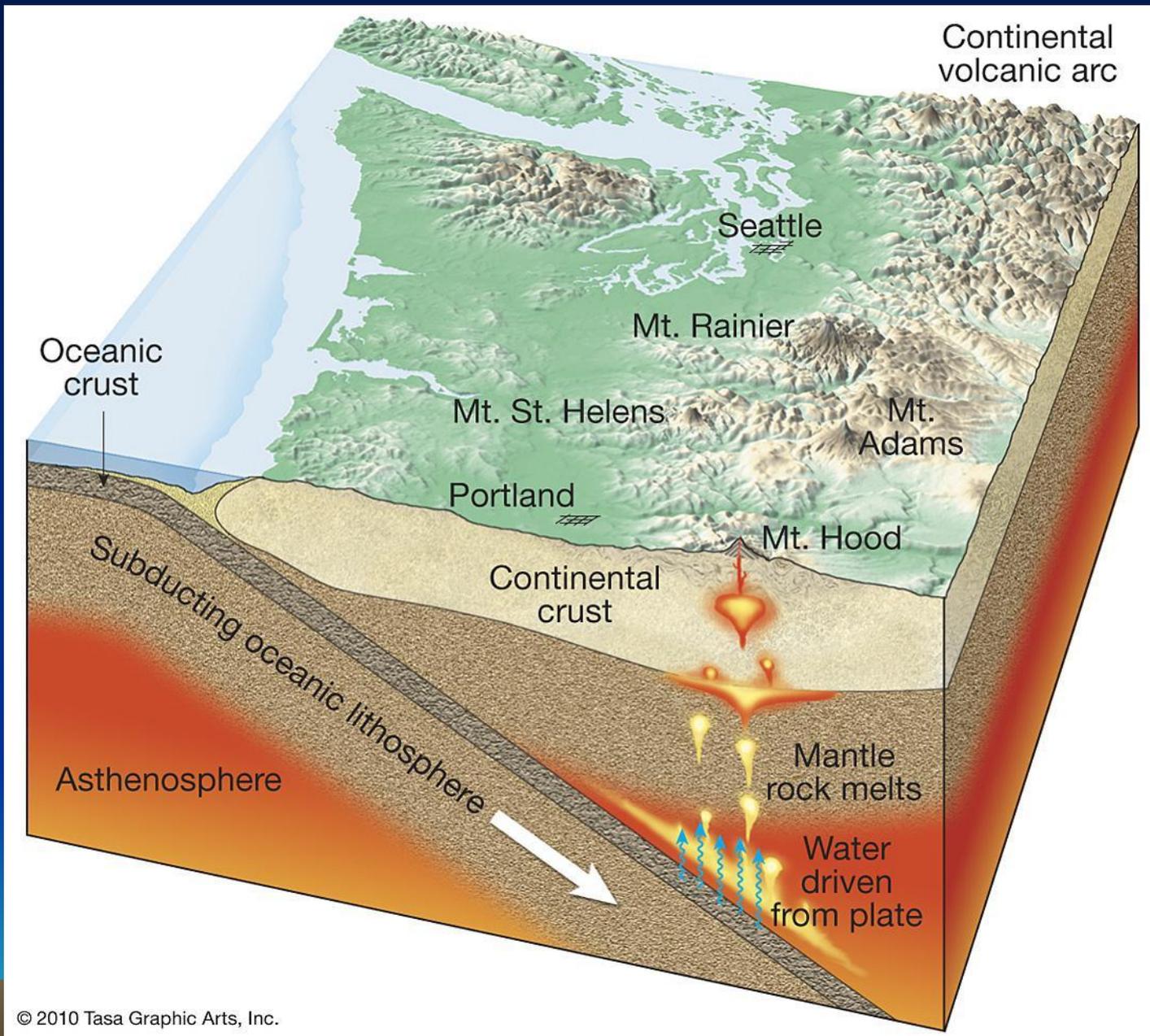
Явление спрединга



http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Plate_Tectonics_ru.png?uselang=ru

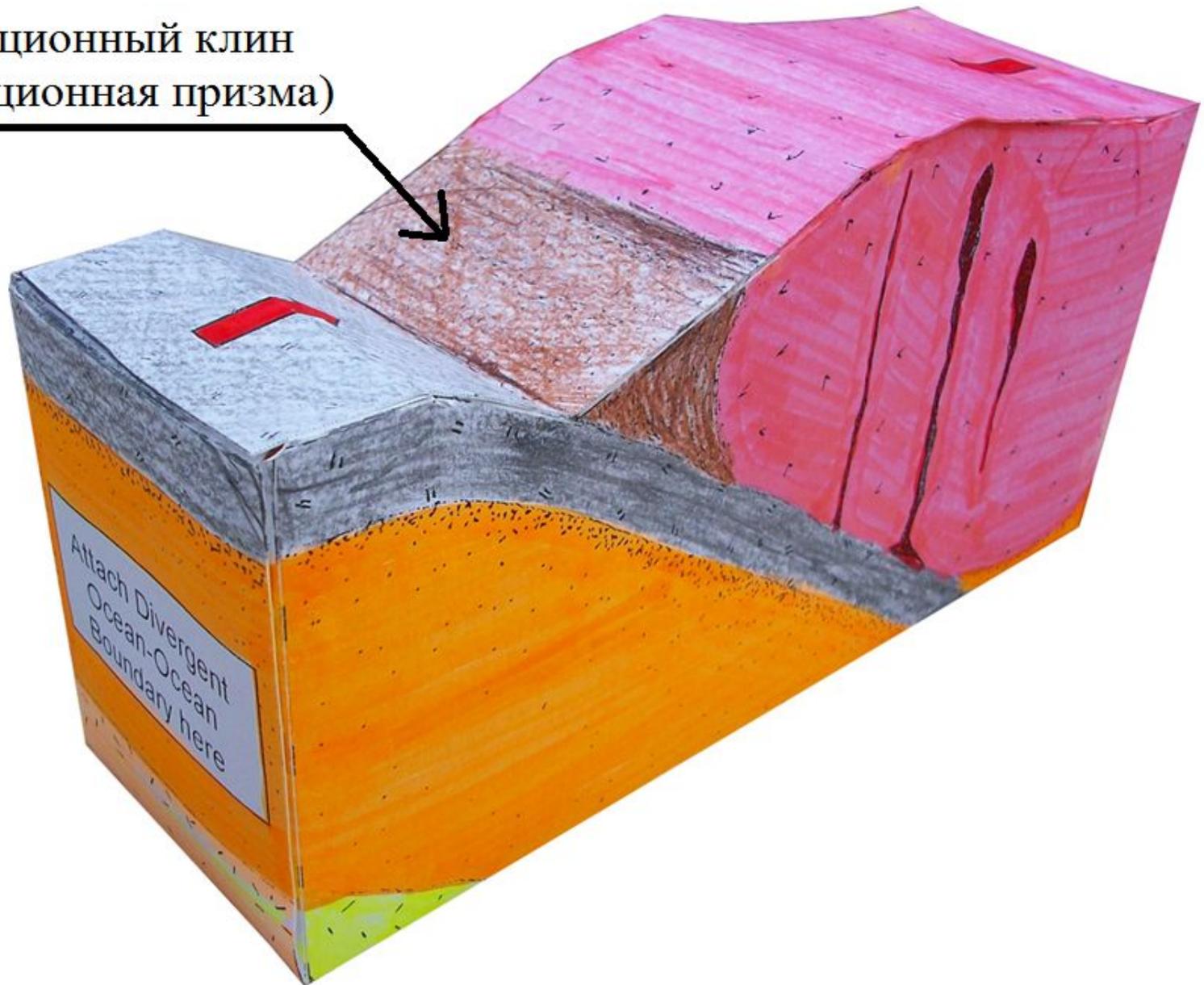
Спрединг, субдукция и аккреция (активная материковая окраина)



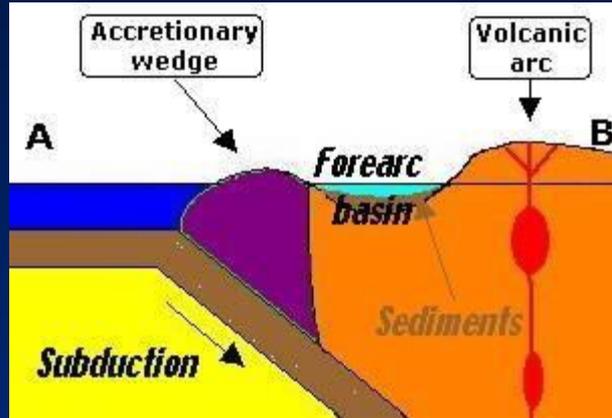


Аккреция

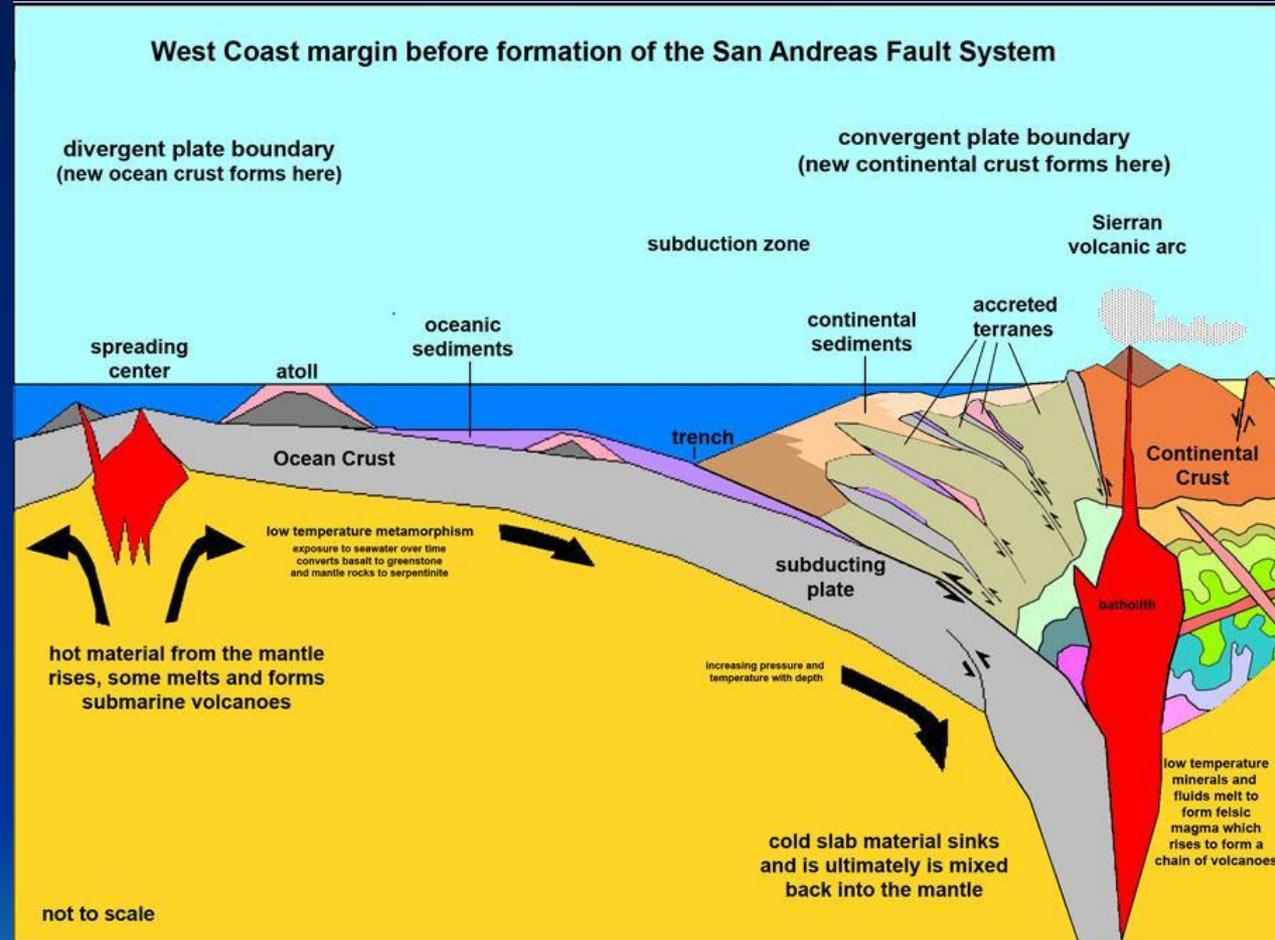
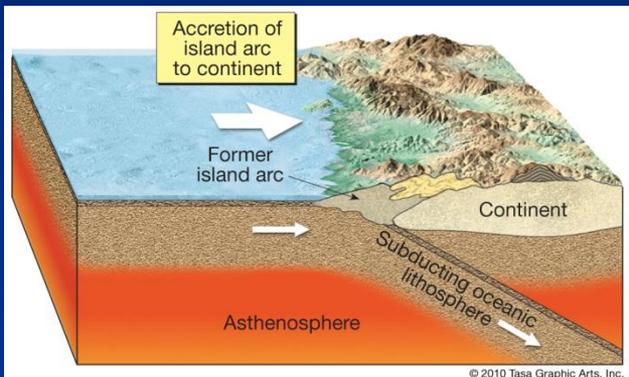
Аккреционный клин
(аккреционная призма)



Аккреция



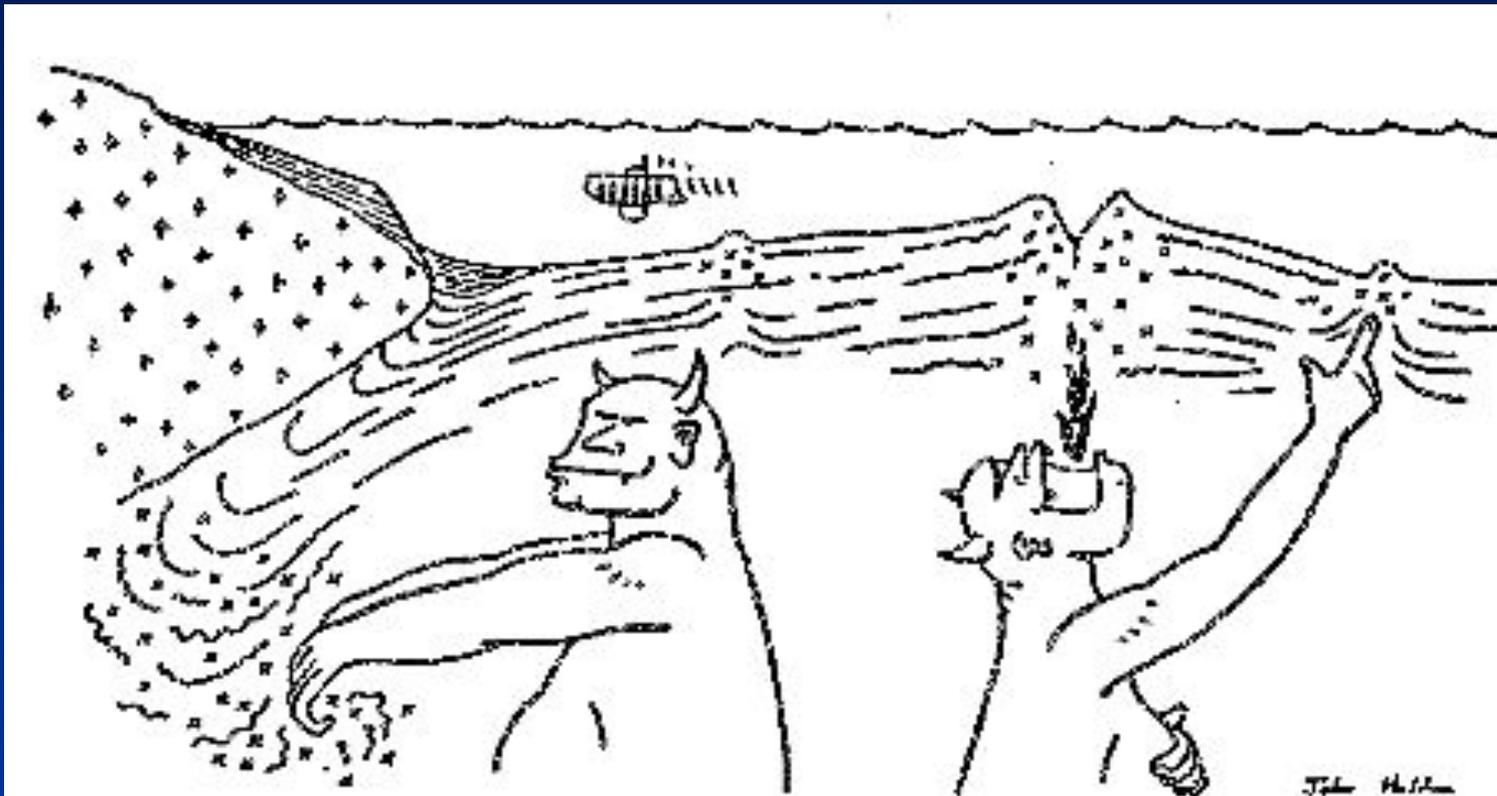
http://files.myopera.com/nielsol/blog/accretionary_wedge.jpg



http://www.geologycafe.com/images/plate_tectonics2.jpg



Механизм спрединга



<http://www.aapg.org/explorer/special/seaimps.gif>

Механизм спрединга

Движущим механизмом спрединга и дрейфа континентальных плит является внутреннее тепло Земли.

Температура недр Земли определяется двумя факторами: солнечной радиацией и глубинным тепловым потоком. Солнечное тепло проникает на глубину не более 30м. Глубже действует исключительно внутреннее тепло Земли (глубинный тепловой поток).

Тепловой поток из недр Земли обусловлен наличием в них горячего ядра с температурой 4000-5000°C. Источником тепла являются в основном процессы гравитационной дифференциации минералов (разделение их на силикатную и металлическую составляющую, сопровождаемое выделением тепла).

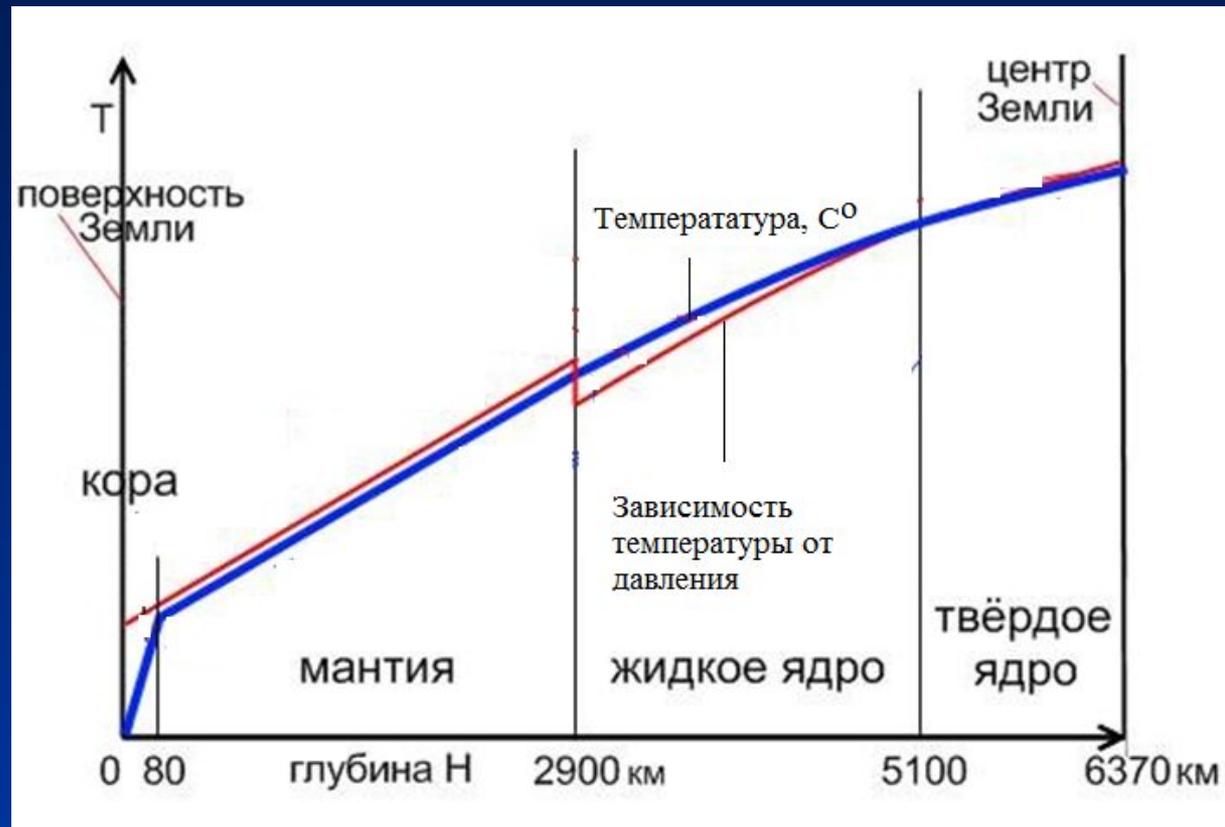


Механизм спрединга

С увеличением глубины погружения в недра Земли температура увеличивается.

Скорость увеличения температуры с глубиной называется геотермическим градиентом (m/C°).

Средний геотермический градиент принимается равным $30^{\circ}C$ на 1 км.

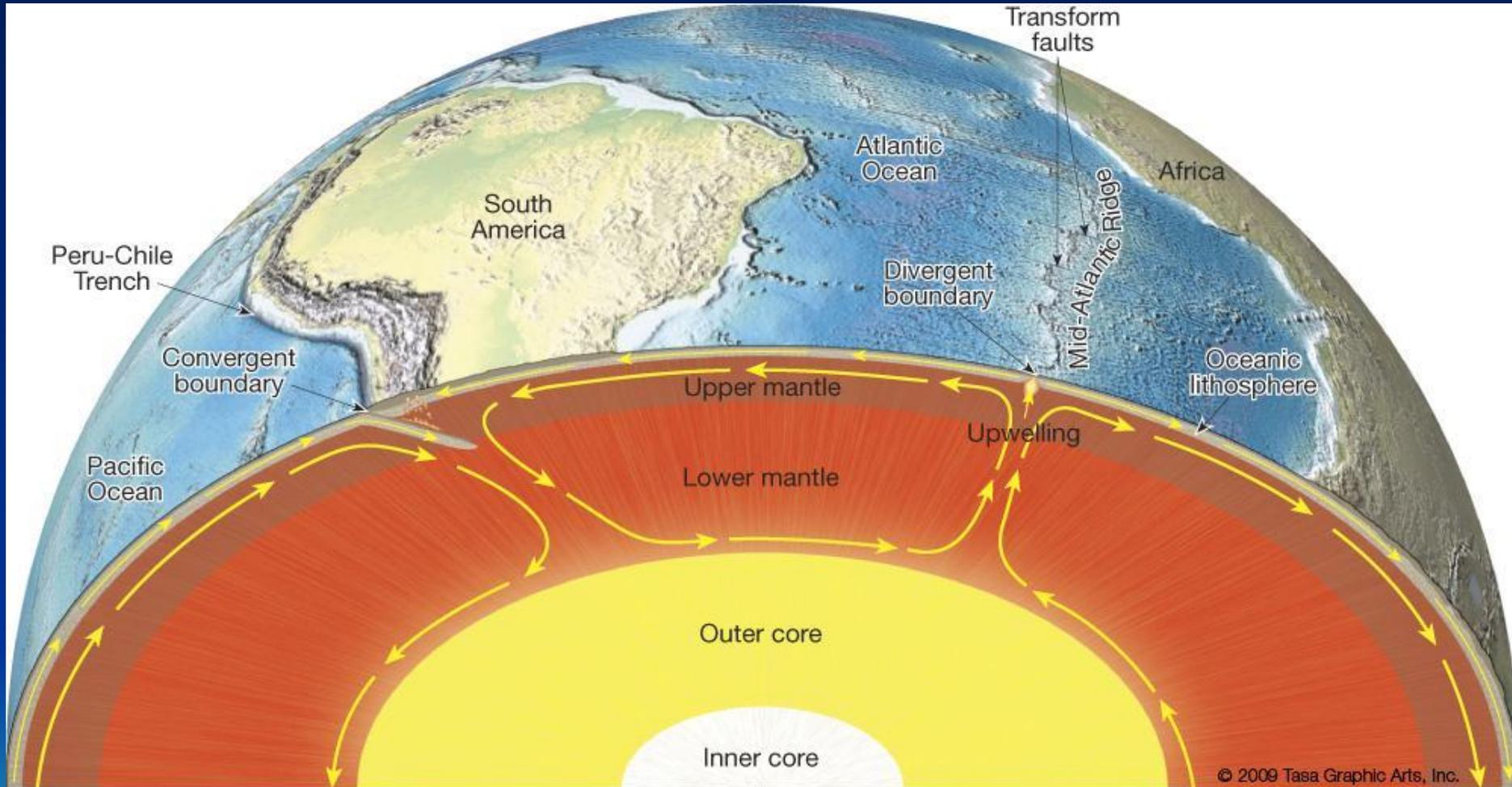


Геотермическая ступень (м) - глубина, на которой температура увеличивается на $10^{\circ}C$.

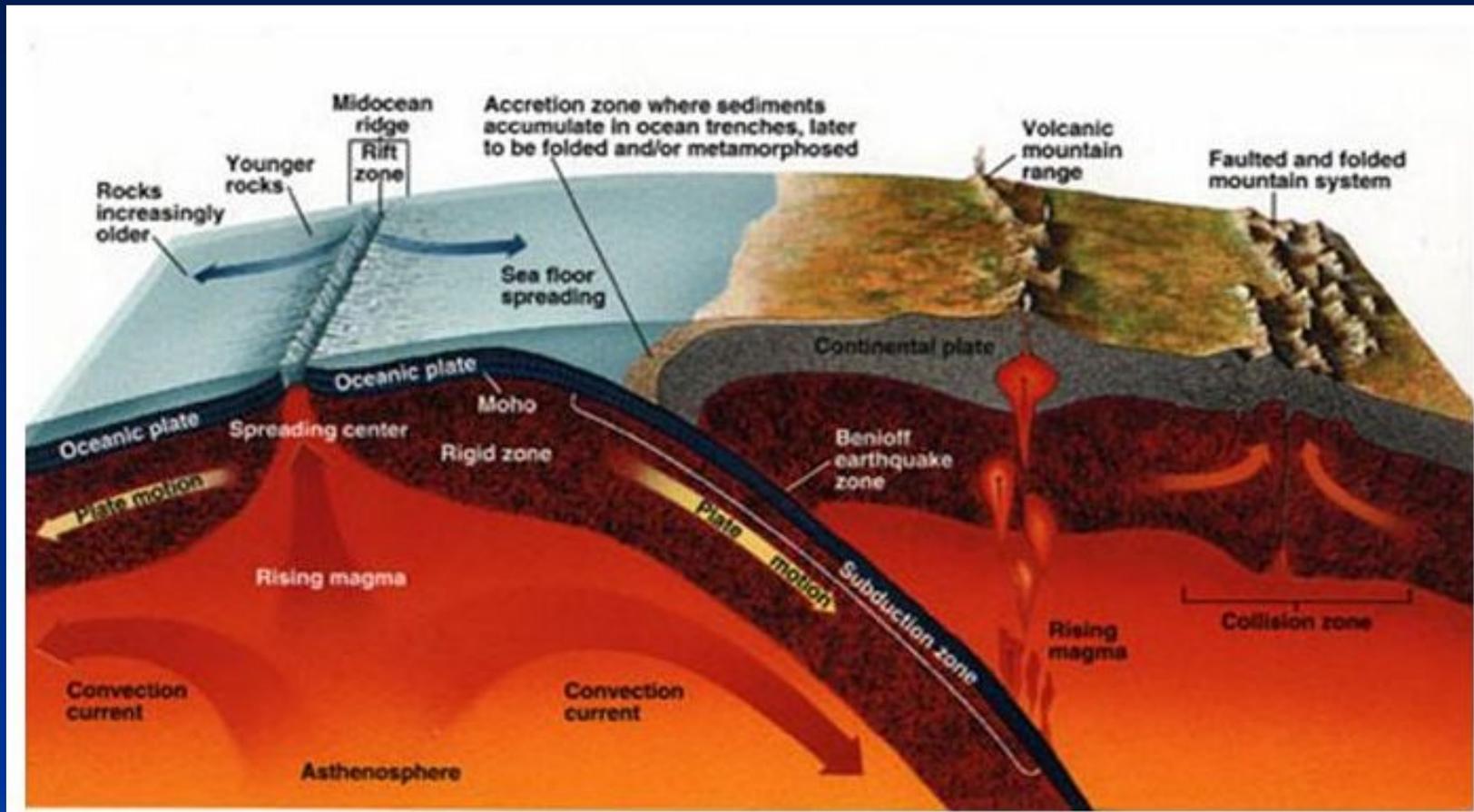
На отдельных участках отмечаются восходящие конвекционные потоки тепла. Эти потоки формируют линейные зоны. К ним приурочены области развития астеносферы (расплавленных пород верхней мантии), трансформные разломы и срединно-океанические хребты. Указанные тепловые потоки вовлекают в движение вещество мантии и выносят его к поверхности. Течения же жидкого вещества астеносферы в стороны от оси трансформных разломов, наряду с общим расширением Земли, и вызывают спрединг.



Возникновение спрединга связано с действием конвекционных тепловых потоков в мантии и общим увеличением объема Земли



Явление спрединга



http://www.evolbiol.ru/nes/21_25.JPG

Зона субдукции у побережья Южной Америки. Отчетливо выражен Перуанско-Чилийский желоб (trench)

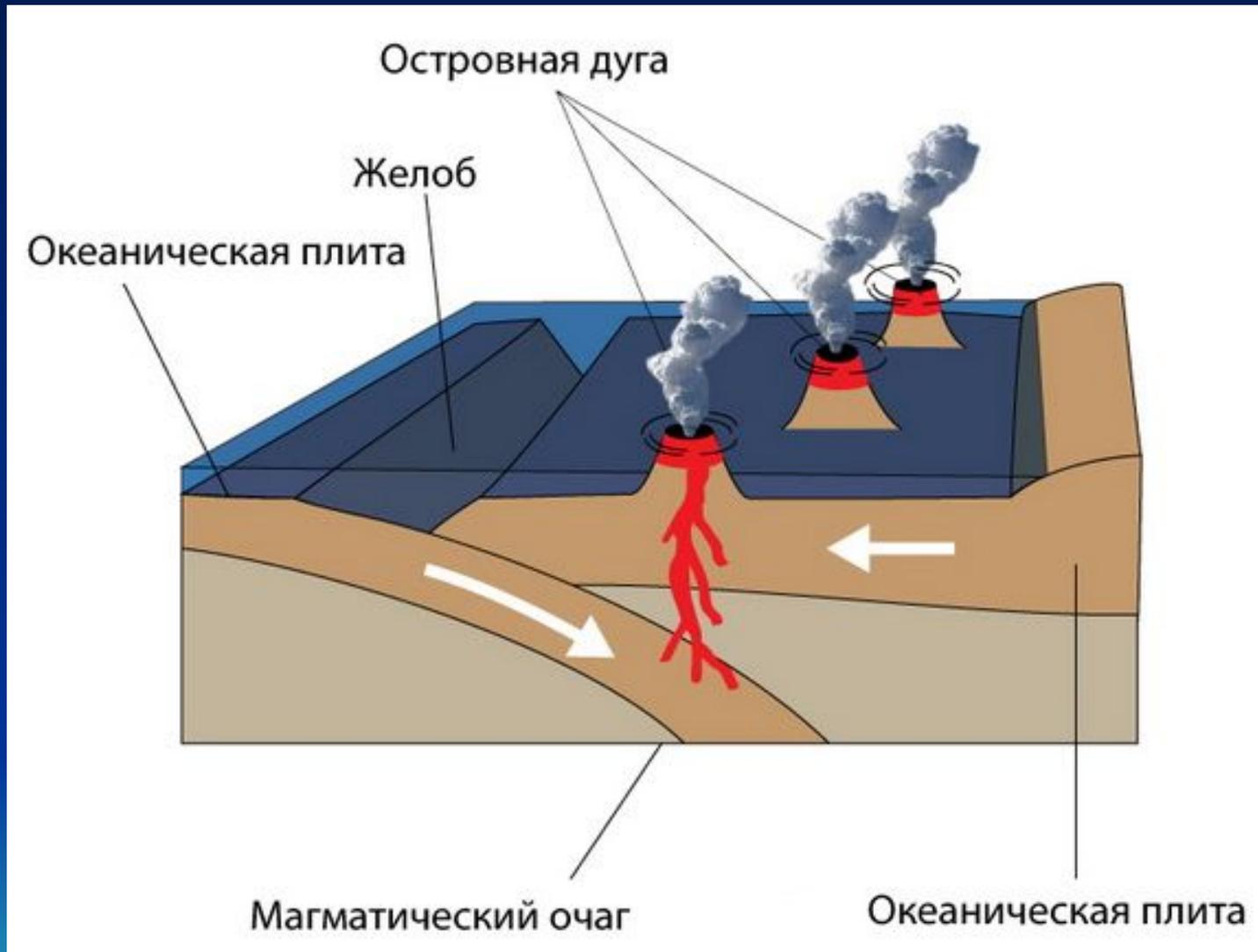


Кроме того, субдукция также наблюдается и в океане при погружении окраины одной океанической матриковой плиты под другую. В этих случаях также выделяются глубоководные желоба, аккреционные клинья (призмы), зоны Бенъофа и пр.

Также к зонам океанической субдукции нередко приурочены островные дуги. Они представляют собой цепочки вулканических островов, которые в плане изогнуты в сторону, противоположную направлению спрединга. За островной дугой (цепочкой островов) расположен задуговая впадина.



Элементы строения земной коры



Классическая островная дуга- Алеутские о-ва



Элементы строения земной коры

В результате постоянного расширения коры материковые плиты постоянно смещаются. Имеет место дрейф литосферных плит.

Изначально в начале формирования Земли была всего одна материковая плита Пангея, омываемая единым океаном Мировия. Затем она раздробилась на два материка Гондвану и Лавразию (около 200млн. лет назад). После этого, на протяжении всей последующей геологической истории, эти плиты разрушалась и делилась на более мелкие.

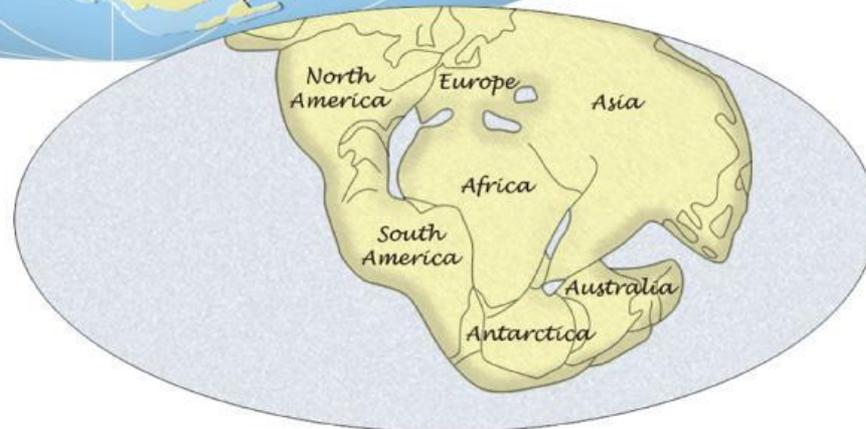
Площадь земной коры и объем планеты Земля в результате спрединга постоянно увеличивался.



Дрейф литосферных плит

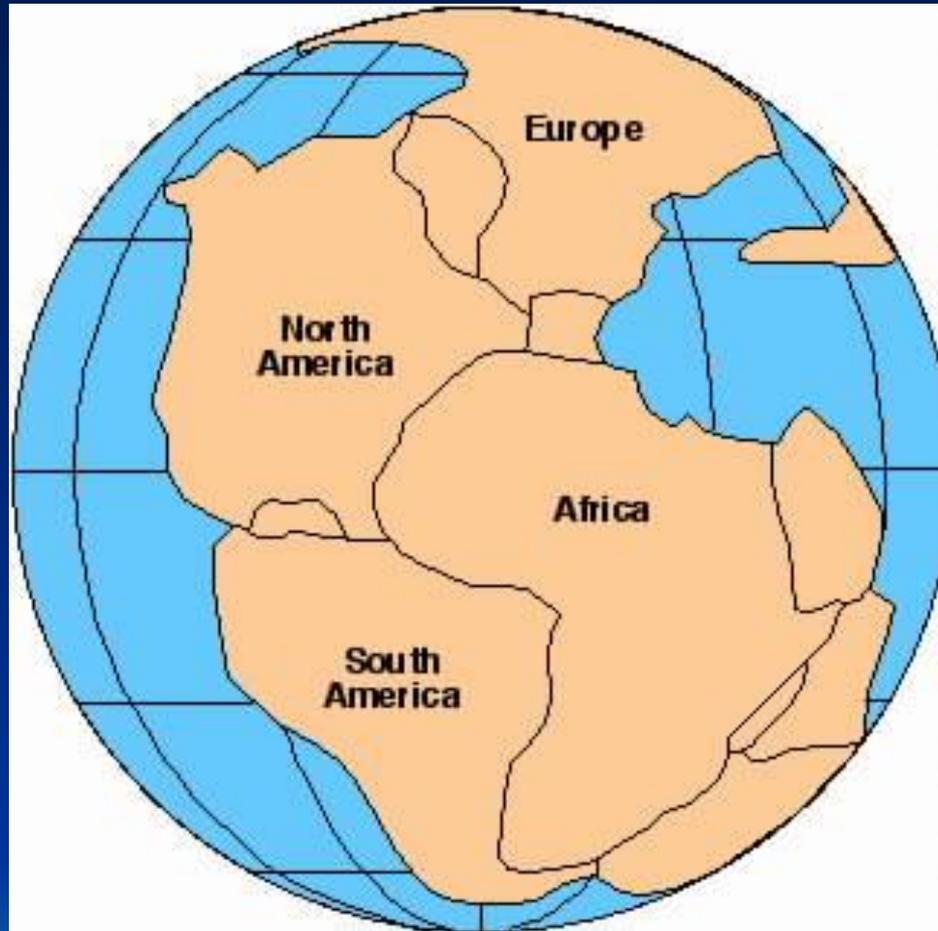


A. Modern reconstruction of Pangaea



B. Wegener's Pangaea

Дрейф литосферных плит



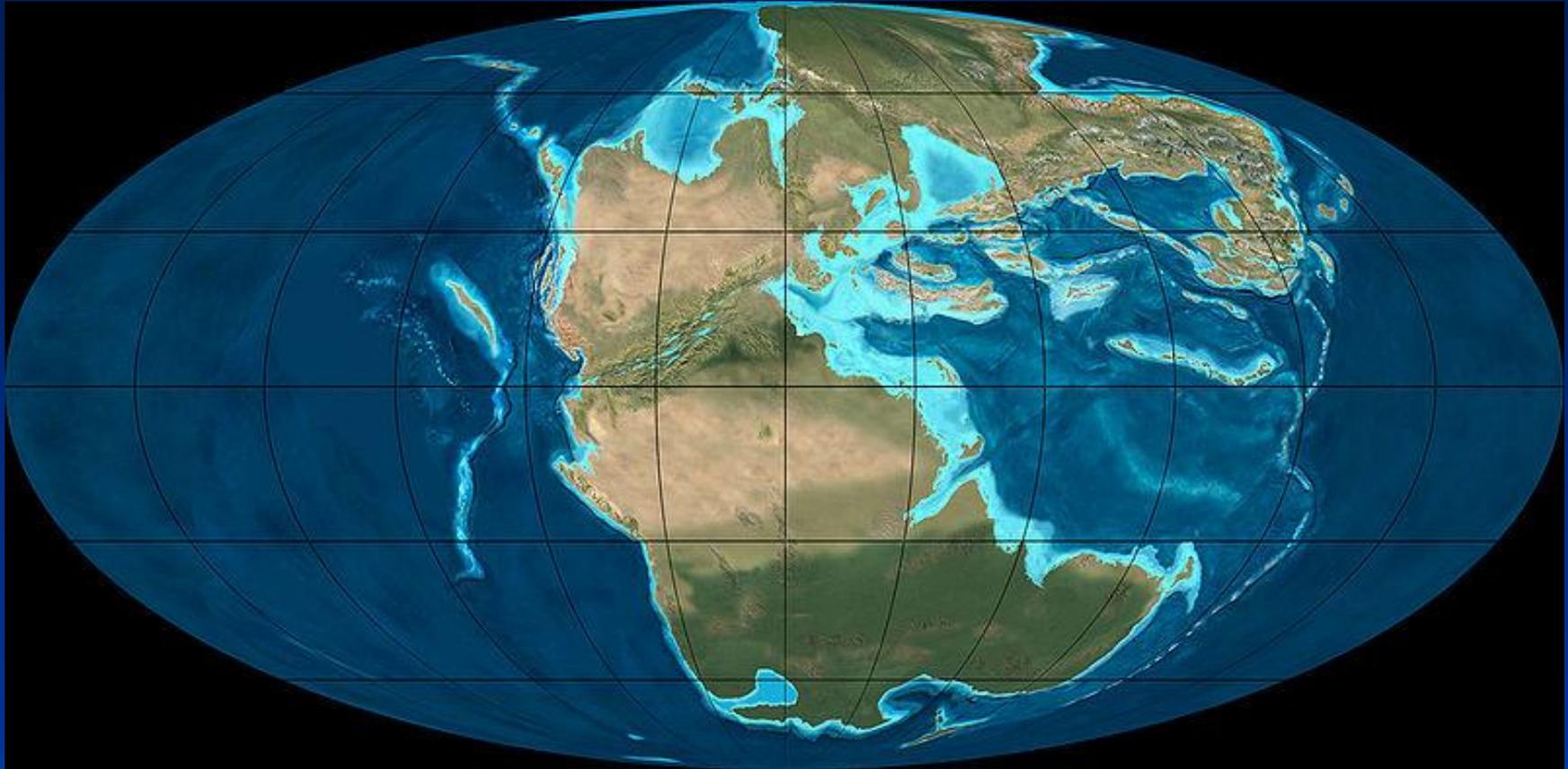
http://www.rci.rutgers.edu/~schlisch/103web/Pangeabreakup/pangea_simple.jpg

Дрейф литосферных плит



TRIASSIC
200 million years ago

Дрейф литосферных плит



http://www.oldearth.org/curriculum/history/Gondwana_LateTriassic.jpg



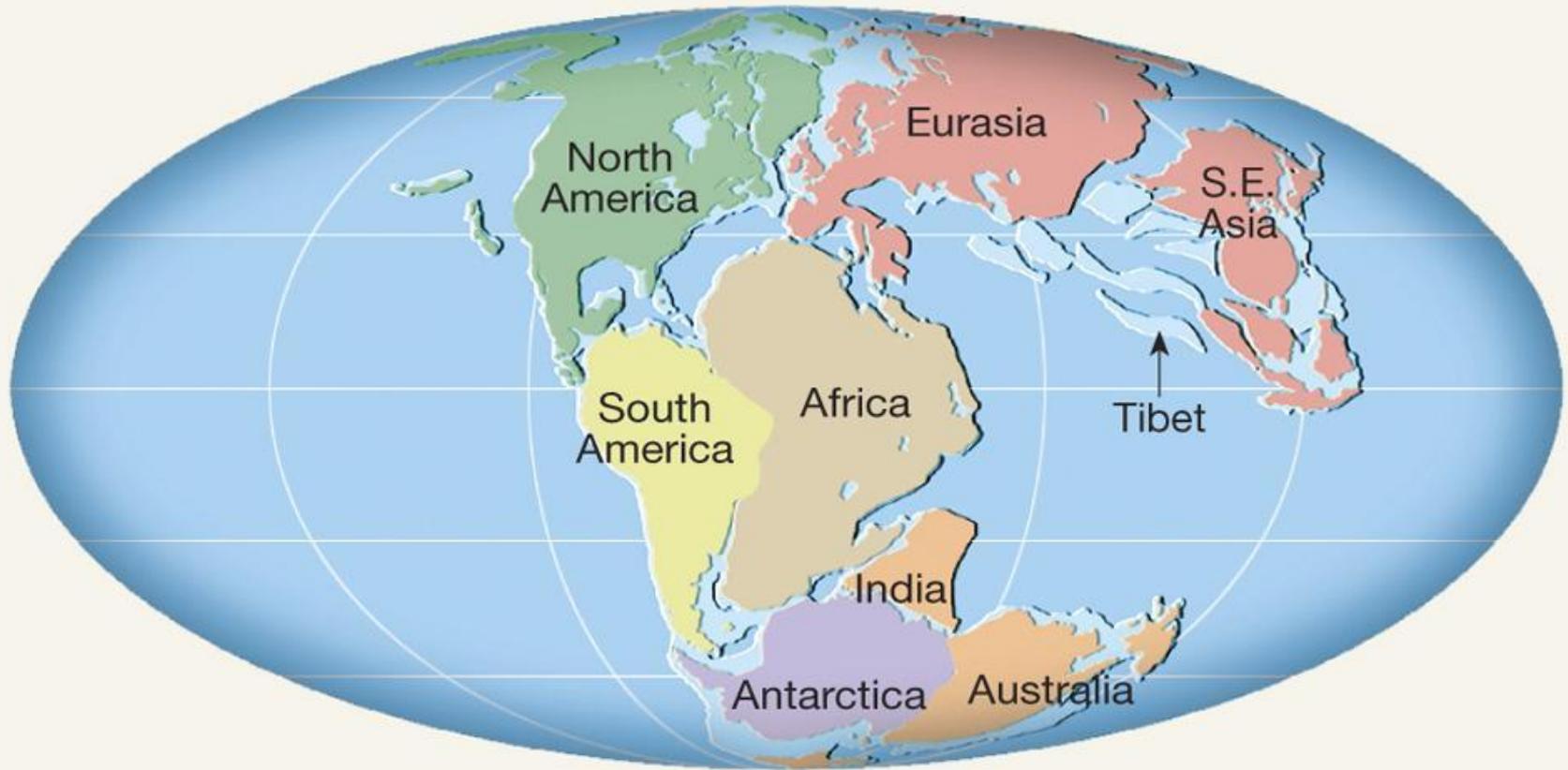
Дрейф литосферных плит

Late Jurassic 152 Ma



- Ancient Landmass
- Modern Landmass
- Subduction Zone (triangles point in the direction of subduction)
- Sea Floor Spreading Ridge

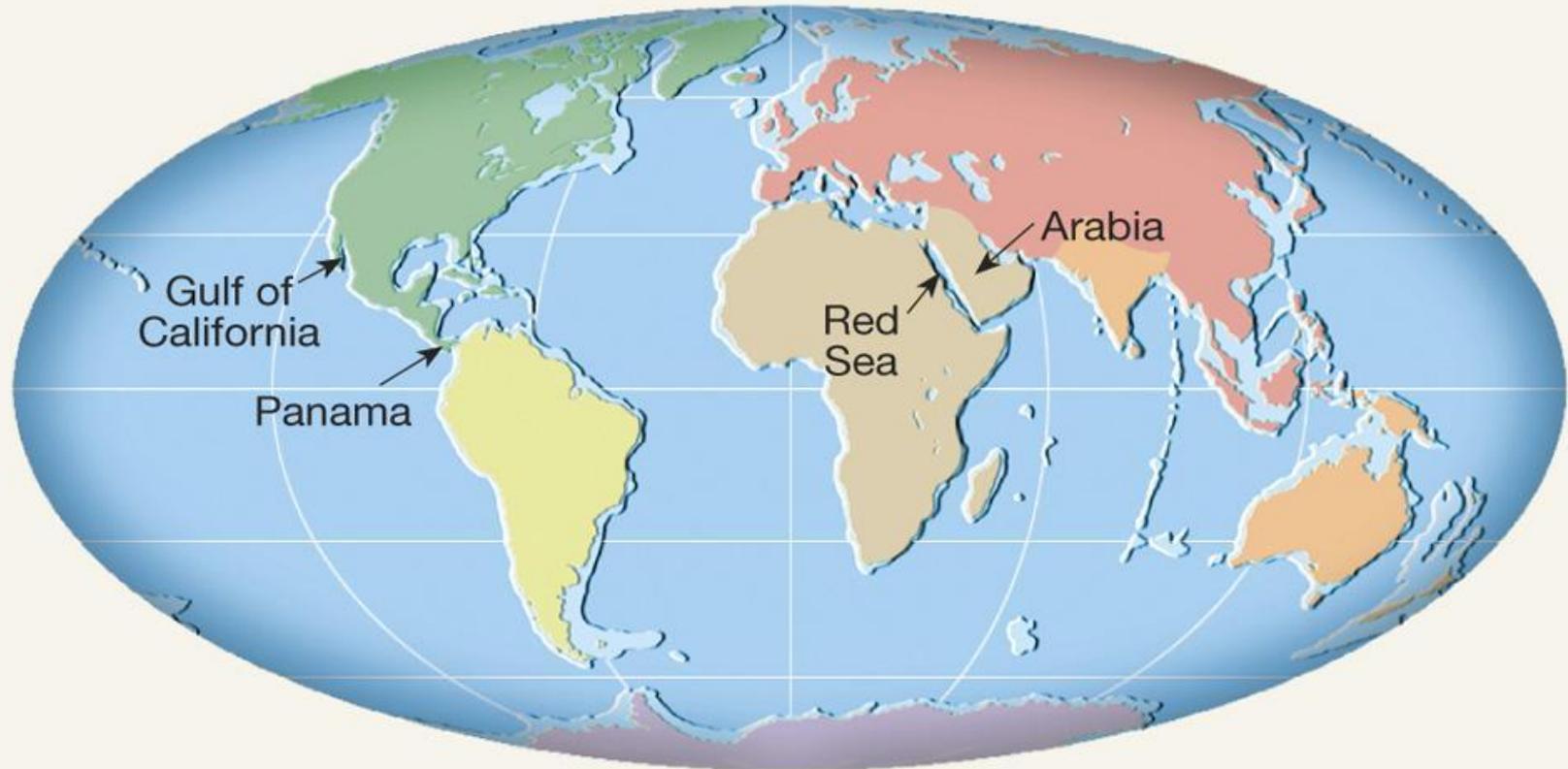
Дрейф литосферных плит



150 Million Years Ago (Late Jurassic Period)

© 2009 Tasa Graphic Arts, Inc.

Дрейф литосферных плит



Present

© 2009 Tasa Graphic Arts, Inc.

Дрейф литосферных плит

Break-Up of Pangea: 200 Million Years Ago to Present



c. 200 Million Years Ago



c. 160 Million Years Ago



c. 120 Million Years Ago



c. 80 Million Years Ago



c. 40 Million Years Ago



Present Day

Платформы и орогены

Платформы- области со спокойным тектоническим режимом, в их пределах осадочный покров залегают на жестком фундаменте, сложенном дислоцированными (смятыми в складки) метаморфическими породами, включающими интрузивные тела. Залегание осадочных слоев в основном горизонтальное.

Кристаллические щиты- участки платформ, где на поверхность выступают породы фундамента

Орогены- горно-складчатые сооружения, активные в тектоническом отношении, сложенные слоями осадочных пород, рассеченные разломами, смятыми в складки и прорываемые магматическими телами, характерен вулканизм.

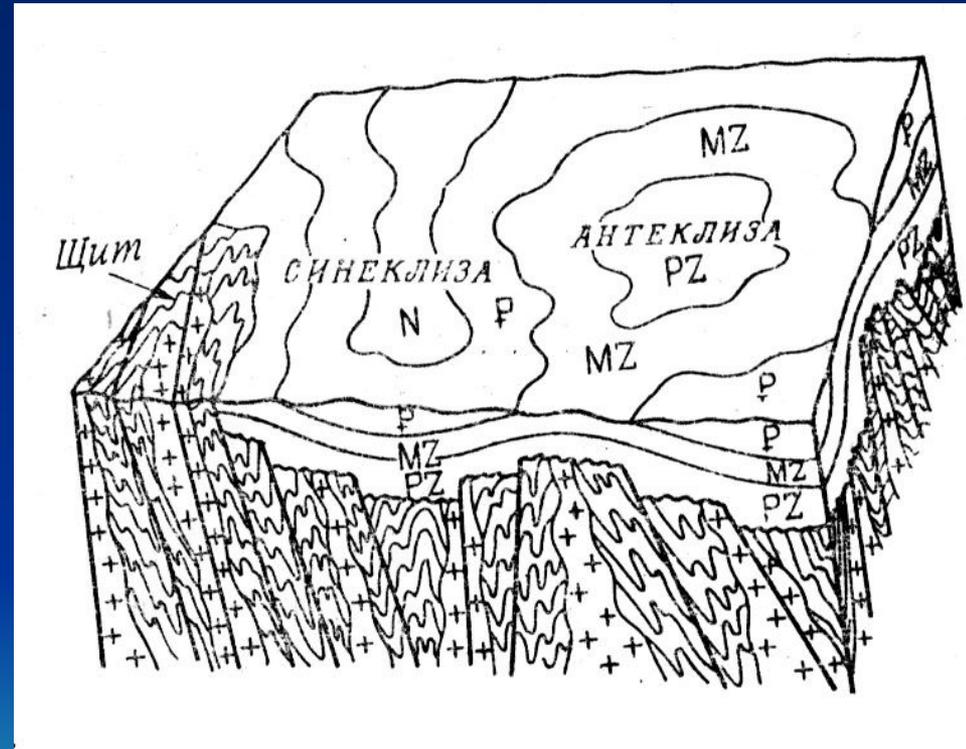


Кристаллические щиты

Платформенный осадочный чехол относительно выдержанные пологозалегающие слои осадочных пород

Платформенный фундамент метаморфические породы, смятые в складки, рассеченные разломами и прорванные магматическими телами.

Выступы платформенного фундамента на поверхность. Поверхность щитов денудирована, что отличает их от орогенов.



Ороген- горно-складчатый массив

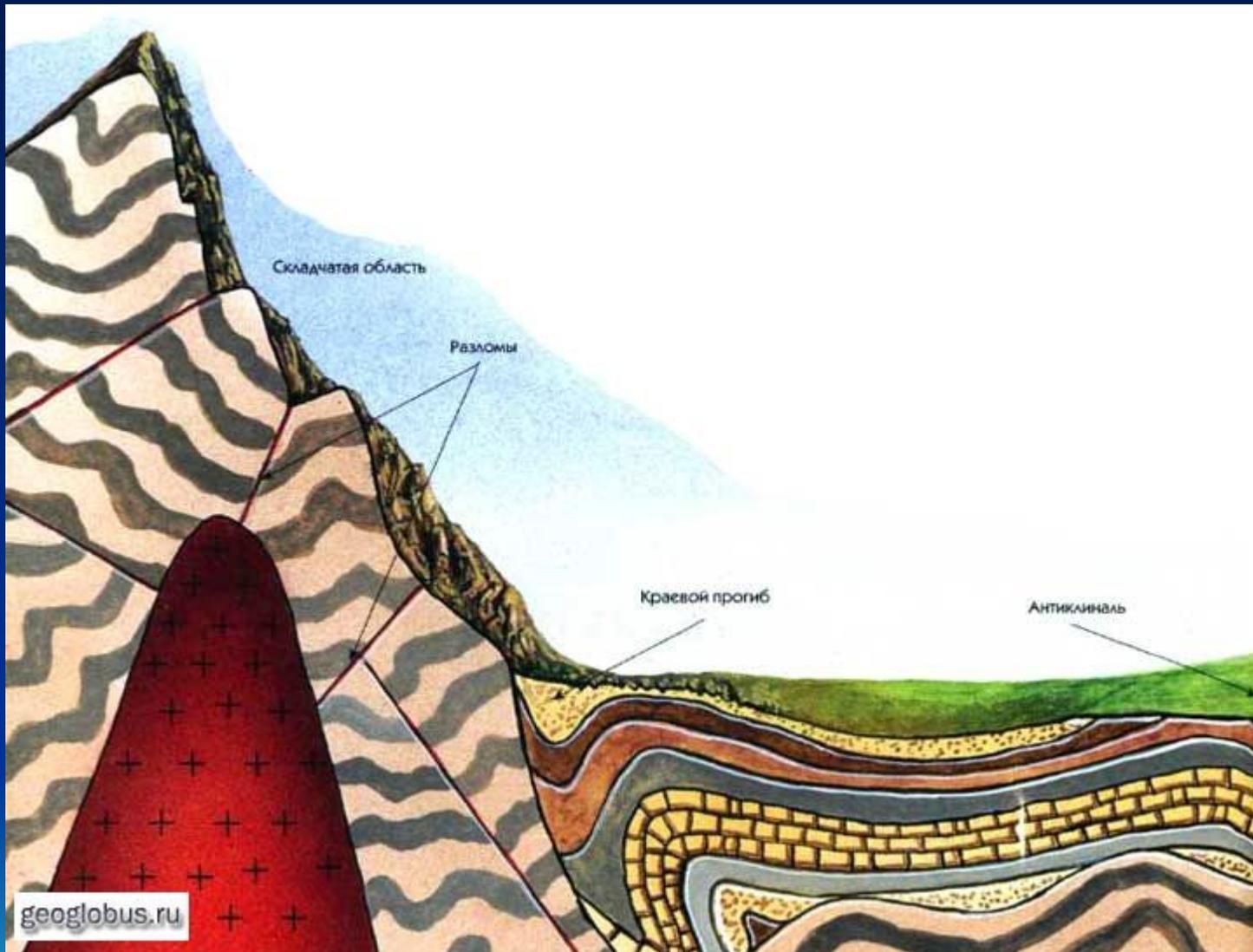


http://ic.pics.livejournal.com/denis_balin/14947129/3121704/3121704_original.jpg

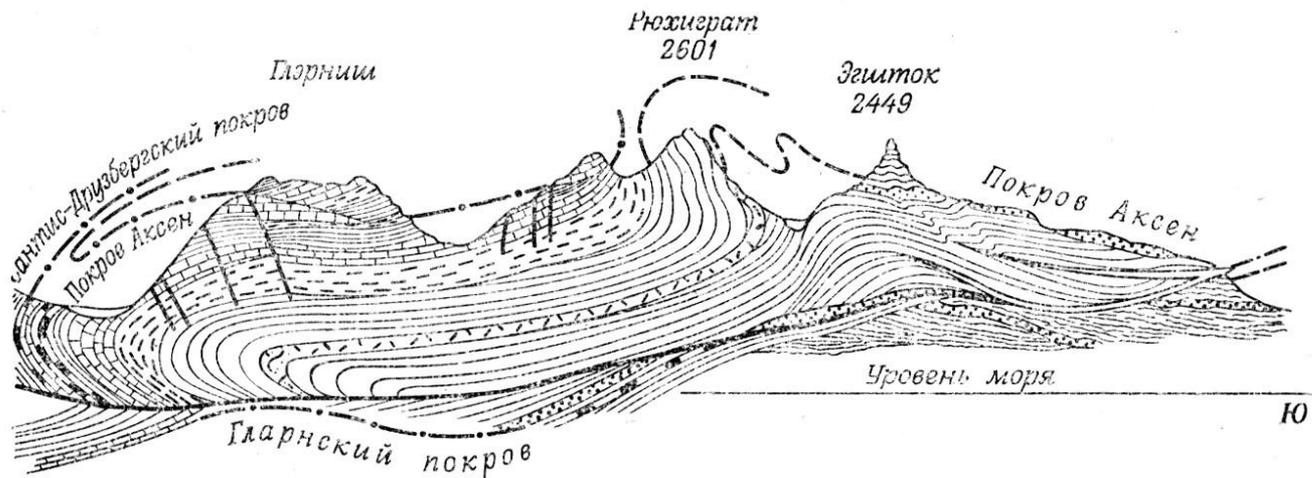
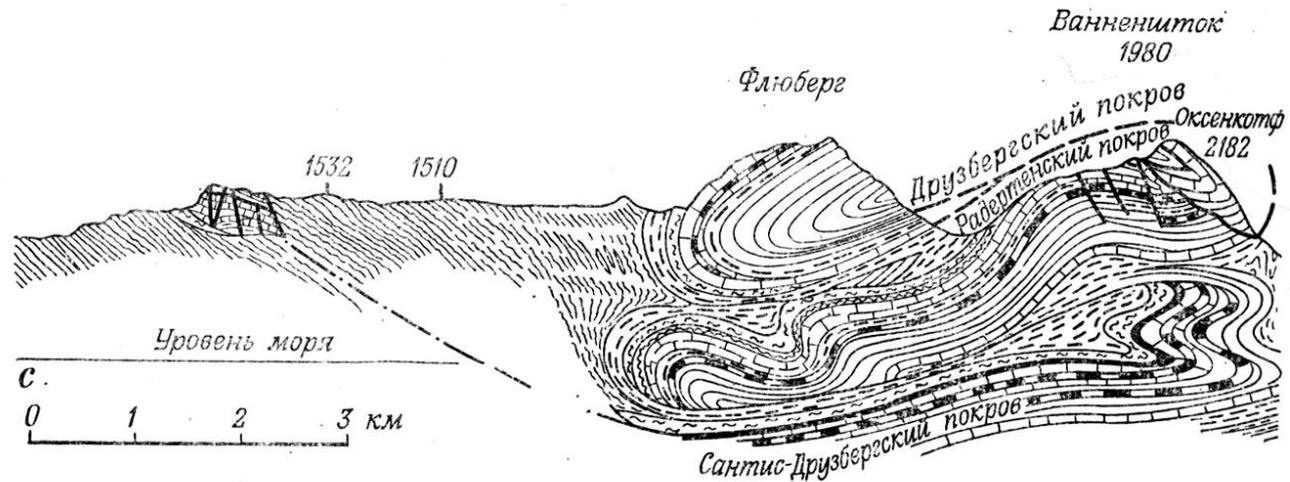
Ороген- горно-складчатый массив



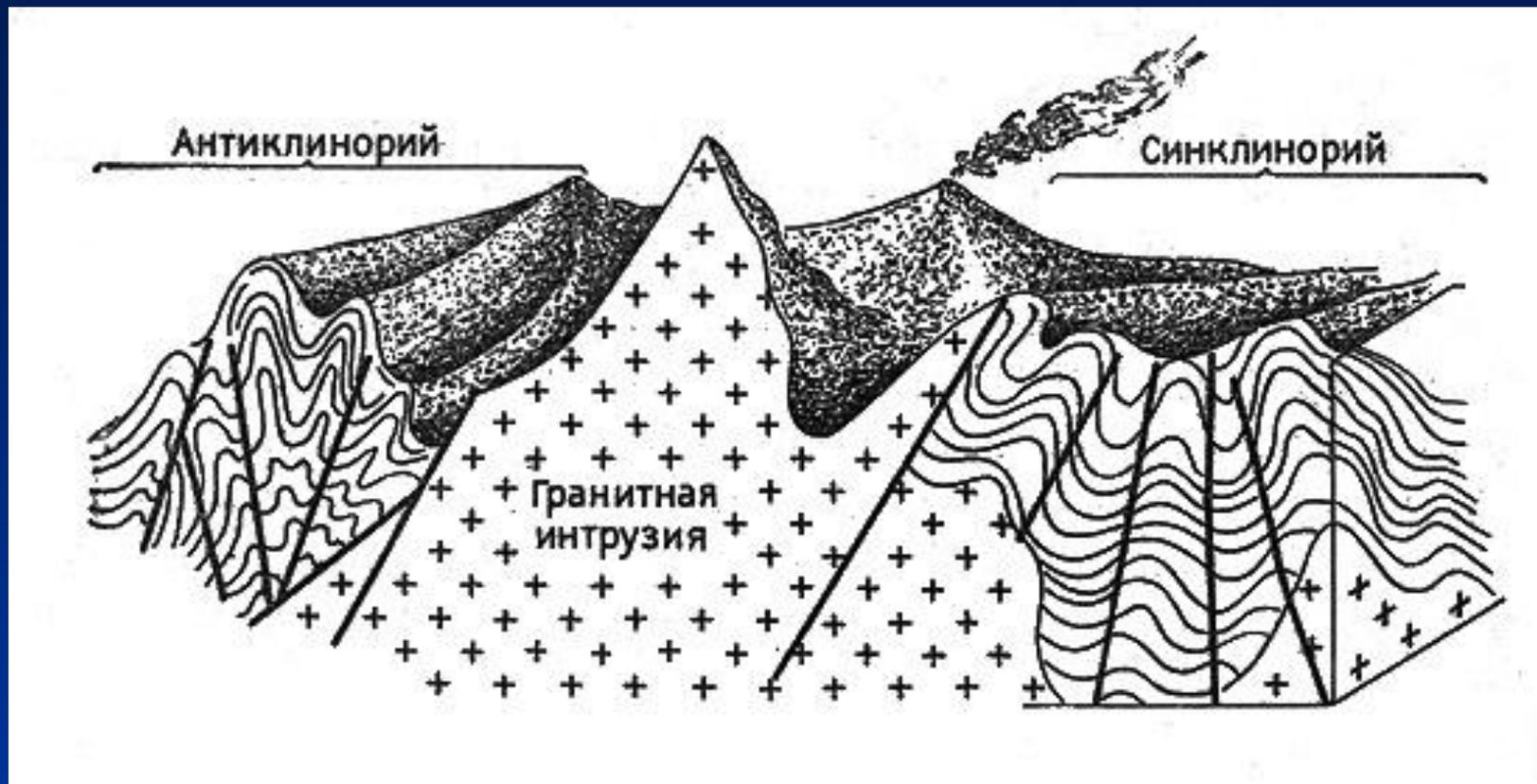
Ороген- горно-складчатый массив



Ороген- горно-складчатый массив



Примеры орогенов

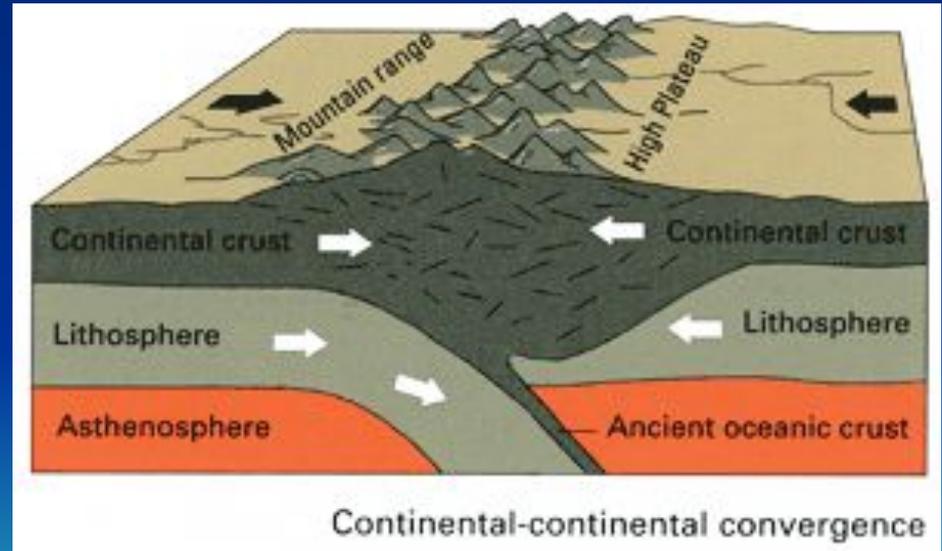
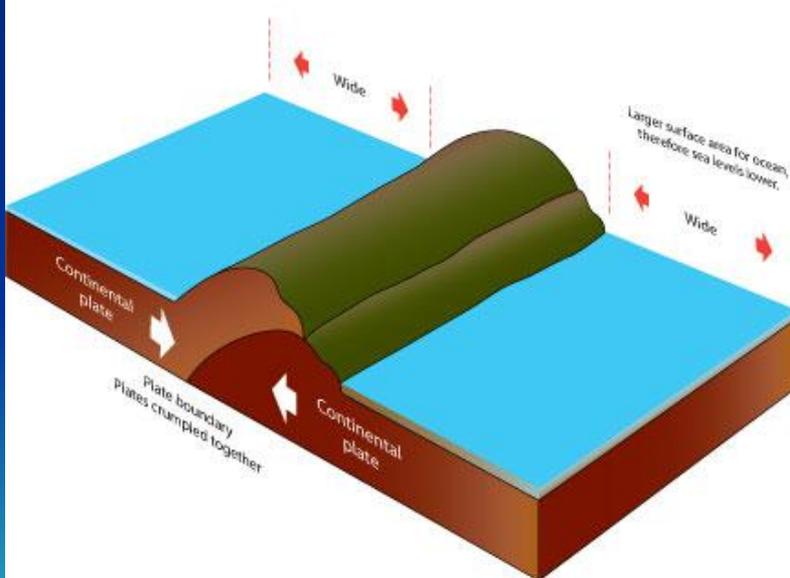
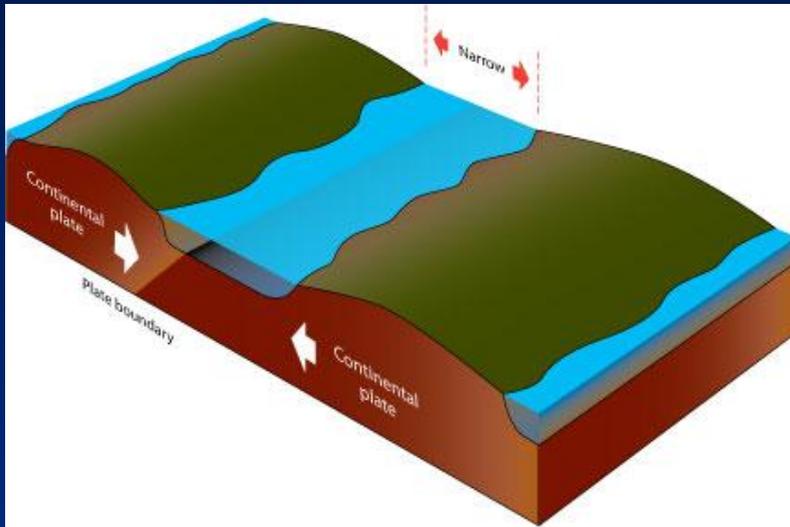


Антиклинорий- крупная антиклинальная складка (система складок),
синклинорий- крупная синклиальная складка (система складок)

<http://geoman.ru/books/item/f00/s00/z0000052/pic/000001.jpg>

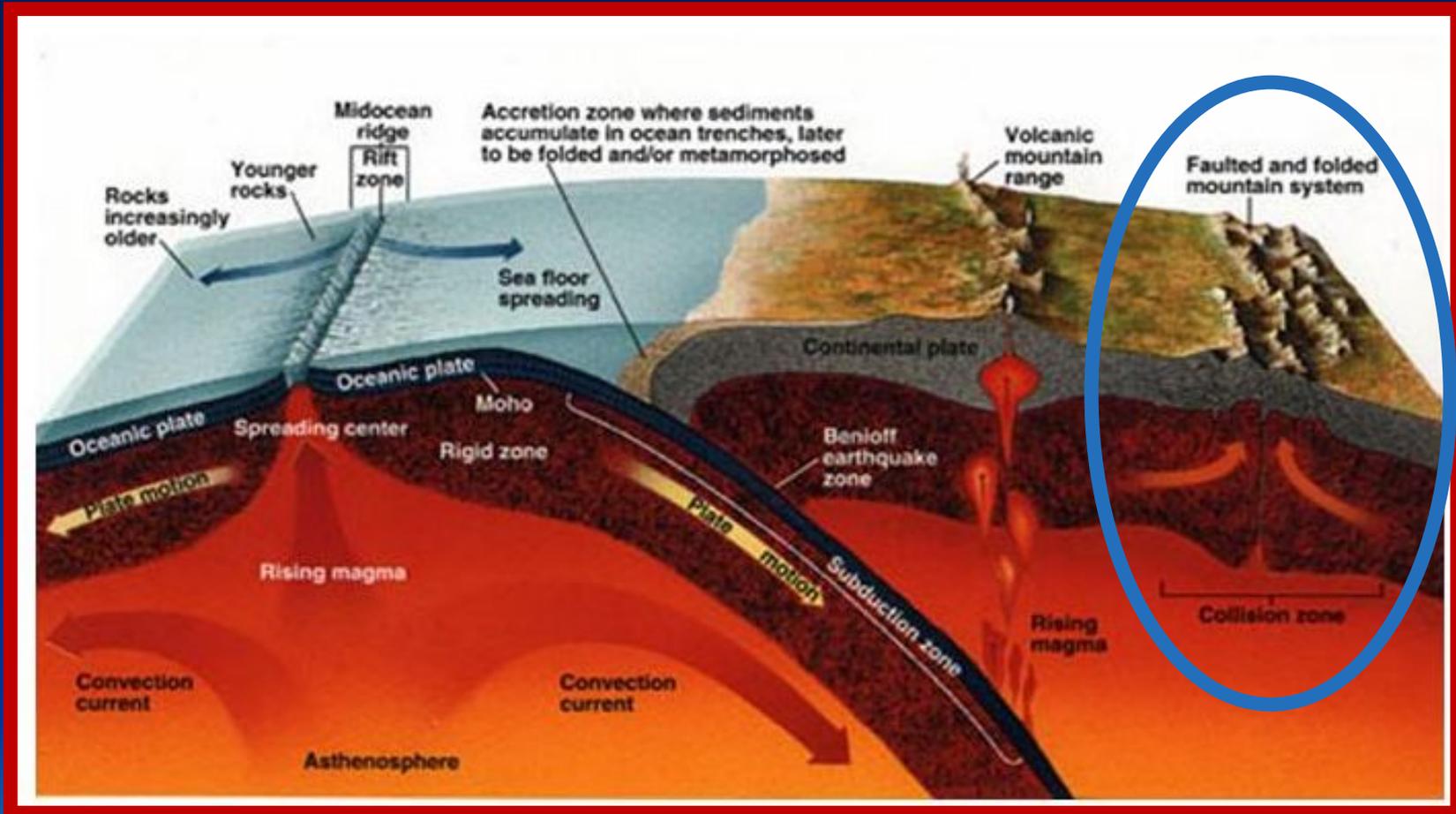
Платформы и орогены

Орогенез (образование орогенов) возникает в зонах, где литосферные плиты сталкиваются друг с другом (зоны коллизии).



http://www.ducksters.com/science/earth_science/tectonic_plate_convergence.gif

Платформы и орогены





<http://www.geologyforinvestors.com/minerals-on-the-edge-plate-boundaries-and-minerals/>

Гималайский горно-складчатый пояс образовался в результате столкновения Индостанской и Евразийской плит



Экзогенные процессы

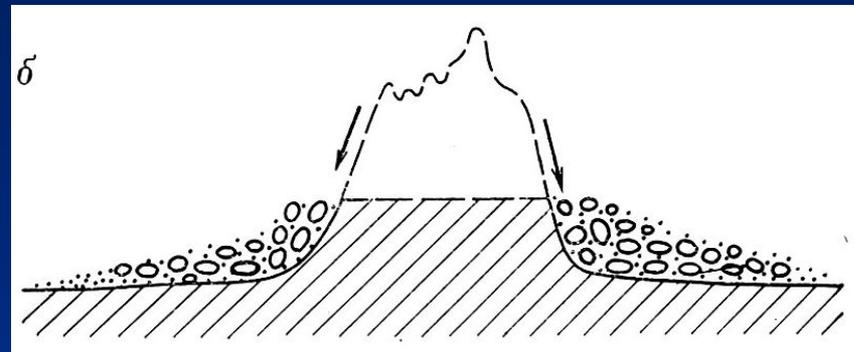
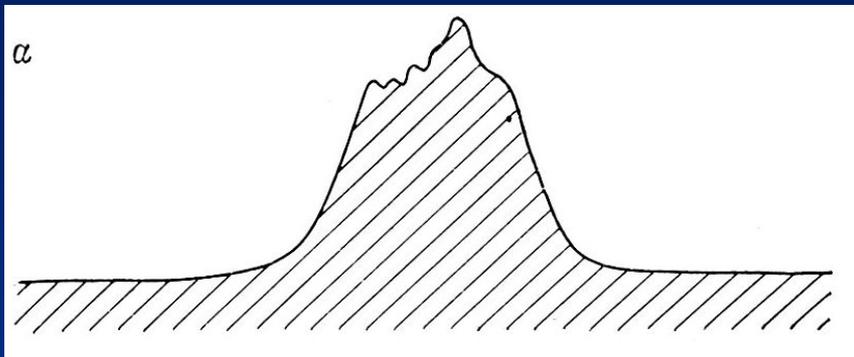
Денудация- заполнение обломками пород впадин и углублений земной поверхности, приводящее к общему выравниванию рельефа.

Пенепленизация- процесс выравнивания горного рельефа под действием поверхностных факторов

Пенеплен- выровненное горно-складчатое сооружение. Типичная форма- полого-холмистая равнина.



Пенепленезация



Выветривание

Выветривание- процесс разрушения горных пород под действием поверхностных факторов (внутрисуточные и внутригодовые колебания температуры, замерзание воды в трещинах и порах, химическая агрессия воды и растворенных в ней веществ, работа корневой системы растений и т.п.).

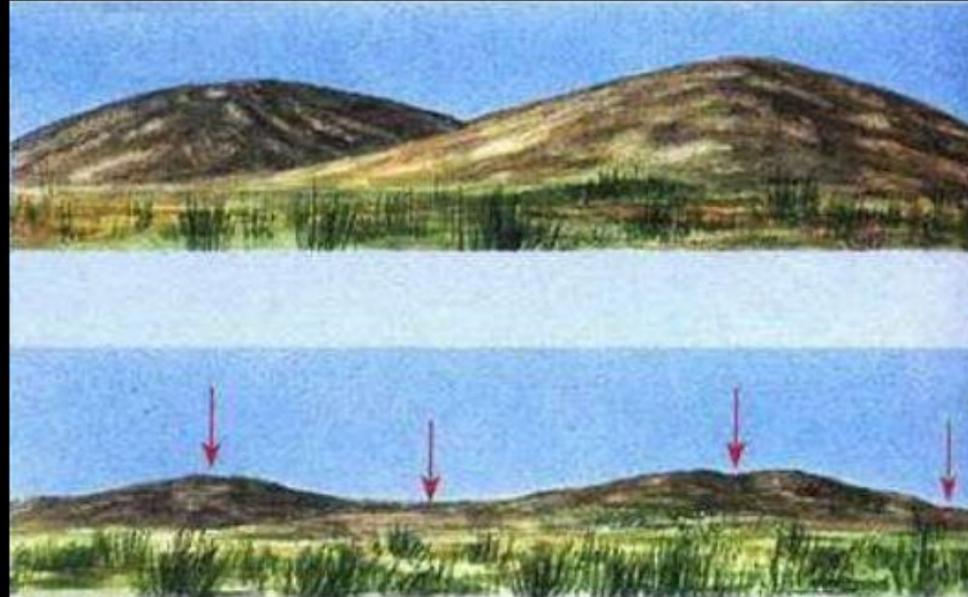
Ветер (как это не странно) здесь по большому счету не причем.



Пенеплен

а- пенепленизация
горной системы

а



б- пенеплен
Центрального
Казахстана

б



Выветрелые остатки скал- останцы



<http://denkubani.ru/291-%C2%AB%D0%9F%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BE%D0%BD%C2%BB-%D0%9A%D0%BB%D1%83%D0%B1-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D1%83-%D0%B7%D0%B0-30/25939-%D1%83%D0%B4%D0%B8%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5?limit=50&start=50>

Выветрелые остатки скал- останцы



Выветрелые остатки скал- останцы (США, штат Аризона, Долина Монументов)



***Кора выветривания- слой,
сложенный продуктами
выветривания и
перекрывающий первичную
коренную породу***



Кора выветривания



<http://fizgeo1.narod.ru/Mramor.JPG>