

Геология океанов и морей



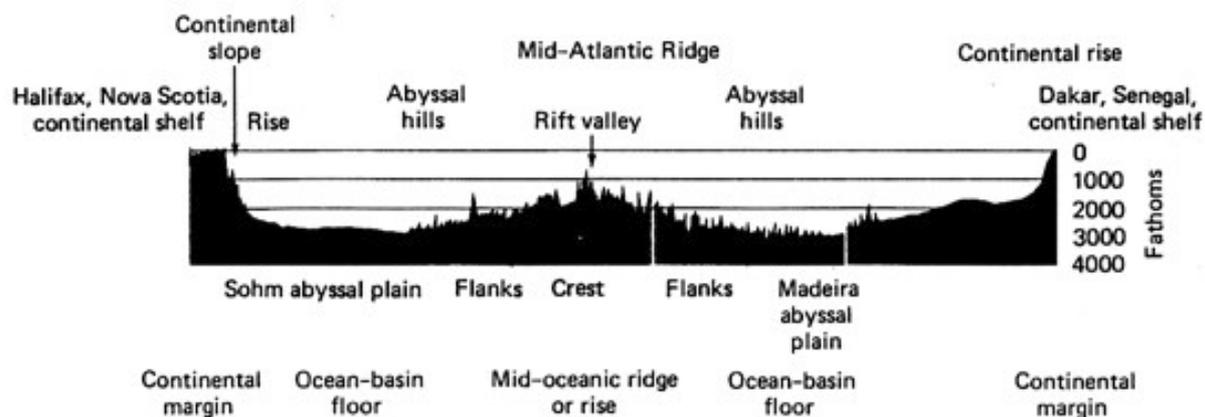
Срединно-океанические хребты. Рифты. Активные части трансформных разломов

Лекция 2 (февраль 2005)

Основные элементы строения Атлантического океана

Ключевые слова: шельф, континентальный склон, континентальное подножье, абиссальная котловина, провинция абиссальных холмов, срединно-океанический хребет (рифтовая зона, фланги)

Субширотный профиль через Атлантический океан

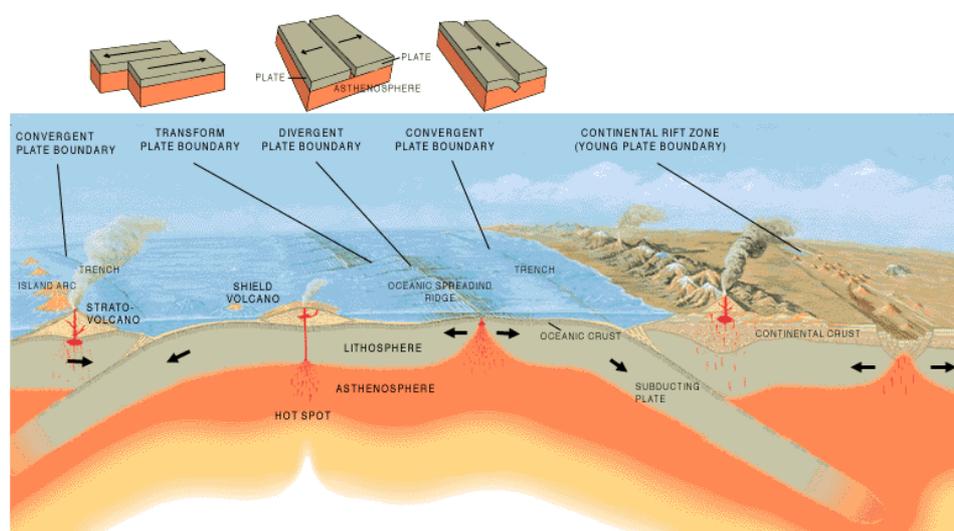


<http://www.rses.anu.edu.au/~uli/Teaching/PlateTec/MOR/>

Континентальный склон – крупнейший элемент рельефа Земли, один из морфологических типов зоны перехода от континента к океану. Представляет собой высокий (несколько тыс.м.) уступ, с уклоном в среднем 3-5 град. (местами до 30-40 град), верхняя граница которого совпадает с краем шельфа (глубина 150-200 м), а нижняя (подножие) – образована перегибом поверхности дна при переходе к ложу океана (глубина 3000-5000 м), дну океанского желоба (глубина до 7000-10000 м). У основания континентального склона обычно расположены конуса выноса, аккумулятивные шлейфы.

Континентальное подножие – аккумулятивный шлейф у подножия континентального склона, сформированный слившимися конусами выноса и шлейфами, образованными суспензионными потоками, обвалами, оползнями в сочетании с осадением взвеси.

Основные типы границ плит: дивергентные, конвергентные и трансформные



<http://pubs.usgs.gov/>

Дивергентная граница [от англ. - divergent boundary]- граница между двумя расходящимися литосферными плитами. В океане выражены срединно-океаническими хребтами, которые, в зависимости от скорости спрединга, имеют различную морфологию.

Конвергентная граница [от англ. - convergent boundary] - граница между двумя сходящимися литосферными плитами. В океане выражены, например, системой

глубоководный желоб - островная дуга - окраинное море (активная окраина западно-тихоокеанского типа)

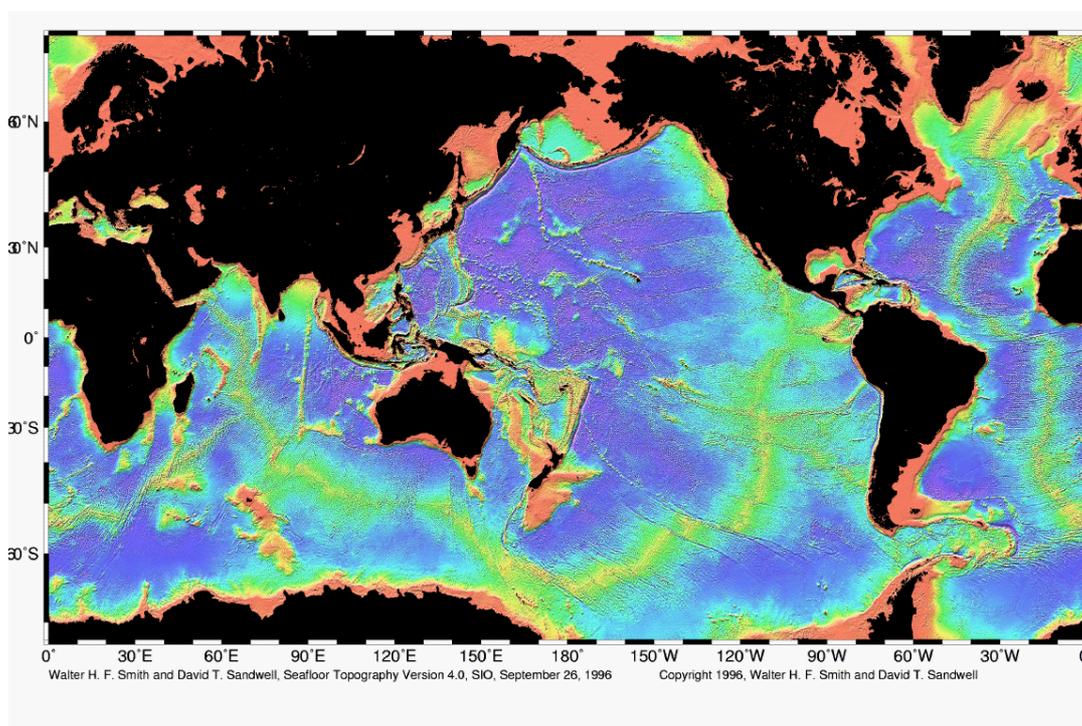
Трансформная граница [от англ. - transform boundary] - граница скольжения между двумя литосферными плитами. В океане выражены, например, в срединно-океанических хребтах с невысокой скоростью спрединга в активных частях трансформных разломов

Срединно-океанические хребты

Протяженность порядка 60 000 км. Ширина - от 1000 до 4000 км. Превышение над близлежащими котловинами 2000-3000 м. Занимают около 17% площади Мирового океана.

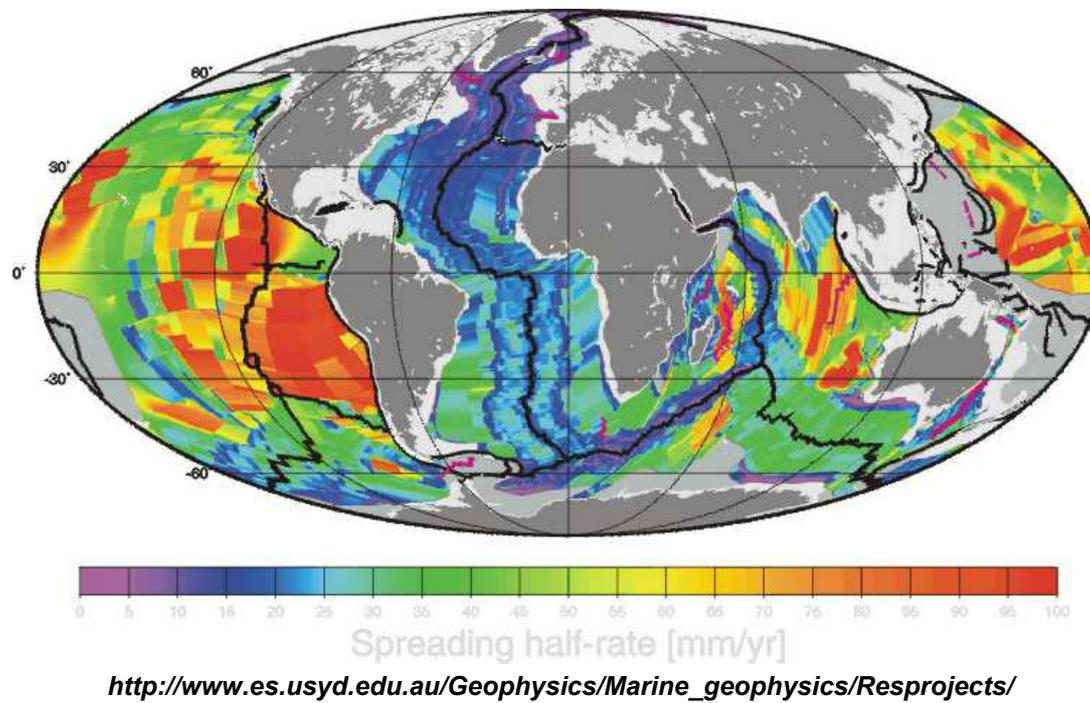
Океаническая рифтовая система - непрерывная подводная система рифтовых долин, смещенная трансформными разломами. Она расположена в осевой части срединно-океанических хребтов и характеризуется повышенной сейсмичностью и активным магматизмом основного состава. В ней происходит образование новой океанической коры (аккреция). Рифтовая система сегментирована - вдоль ее простирания отмечается изменение рельефа и составов как мантийных, так и коровых пород

Являются объектом пристального внимания - создано большое количество международных (InterRidge) и национальных (США, Великобритания, Франция и некоторые другие) программ.



<http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/>

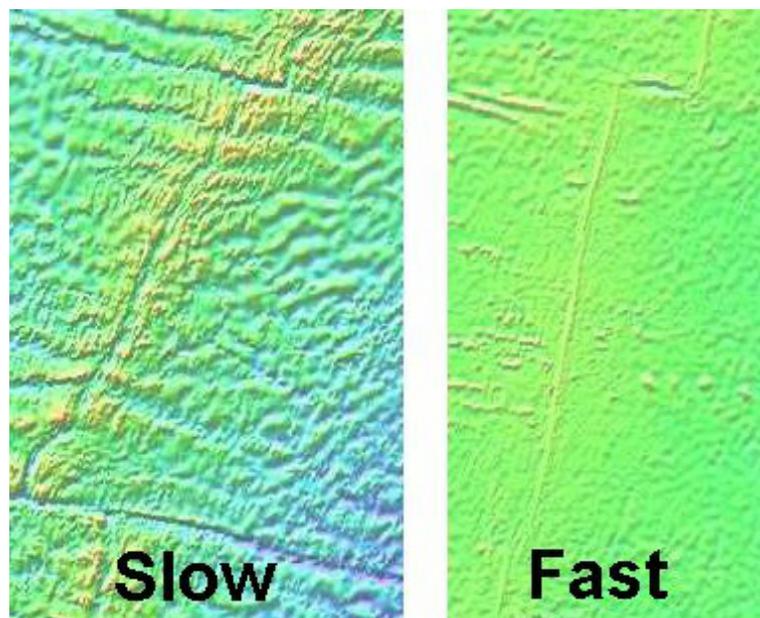
Основные особенности строения срединно-океанических хребтов с различными скоростями растяжения



Скорости спрединга

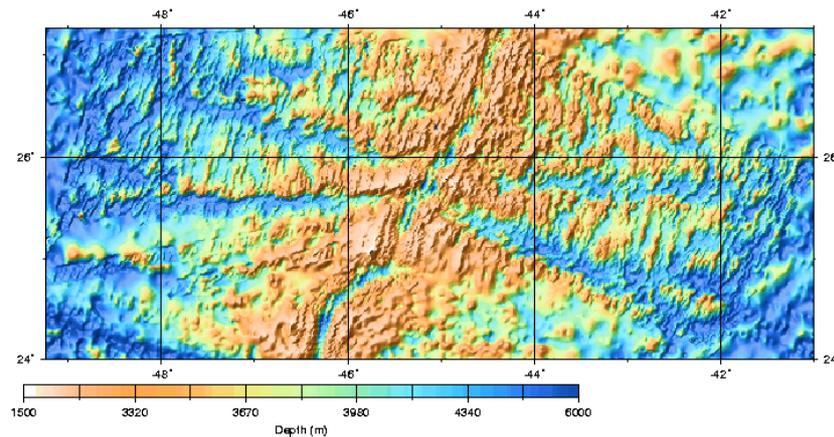
медленная	1 - 4 (5) см/год
средняя	5 - 8 (9) см/год
быстрая	8 (9) - 12 см/год
ультрорбыстрая	12 - 16 см/год

Морфологические отличия медленноспрединговых (слева) и быстроспрединговых (справа) хребтов



<http://diotima.mpch-mainz.mpg.de/~jesnow/Ozeanboden/2001/>

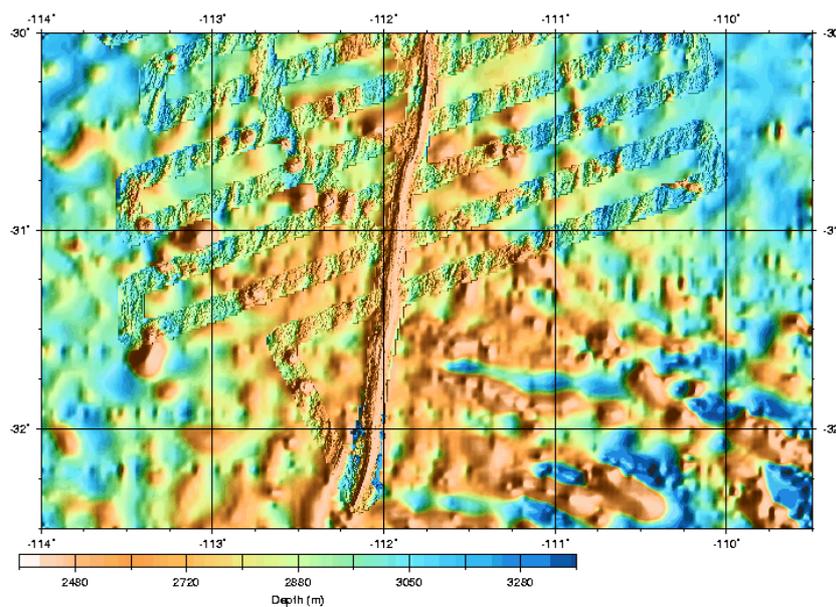
Срединно-Атлантический медленноспрединговый хребет



Отчетливо видна рифтовая долина

http://ocean-ridge.ideo.columbia.edu/n_mar/html/grids.html

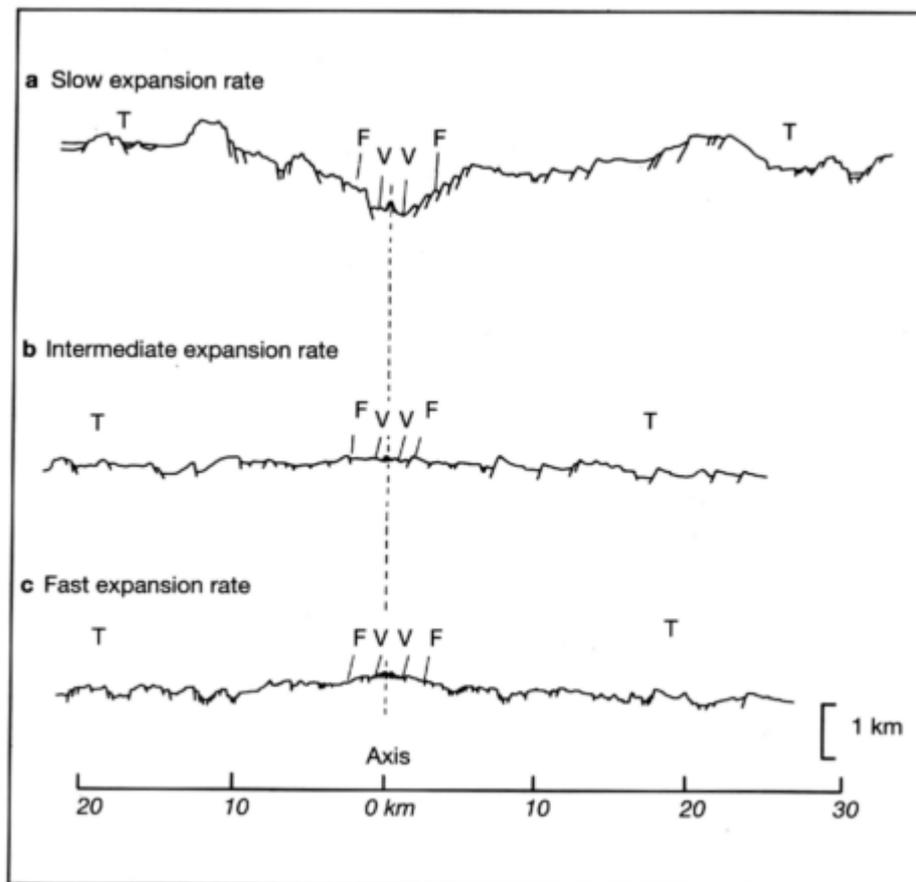
Восточно-Тихоокеанское поднятие - быстроспрединговый хребет



Отчетливо видно осевое поднятие

http://ocean-ridge.ideo.columbia.edu/n_mar/html/grids.html

Профили через хребты с различными скоростями растяжения

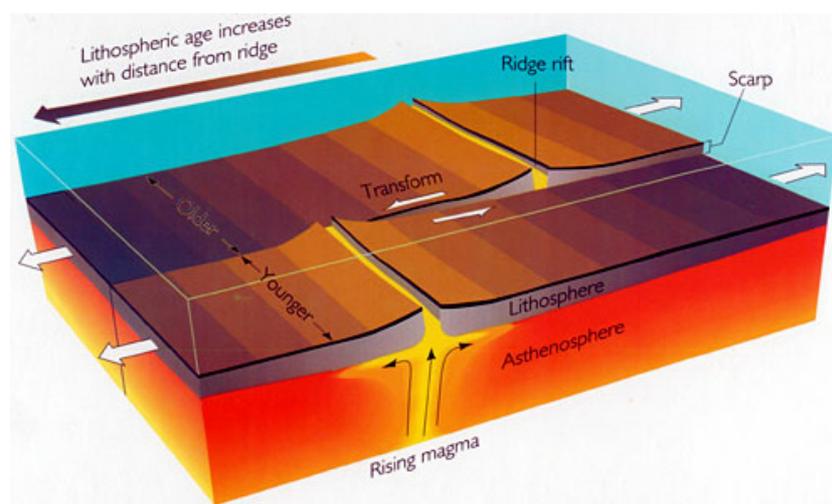


a - низкая скорость спрединга, b - промежуточная, c - высокая

<http://diotima.mpch-mainz.mpg.de/~jesnow/Ozeanboden/2001/>

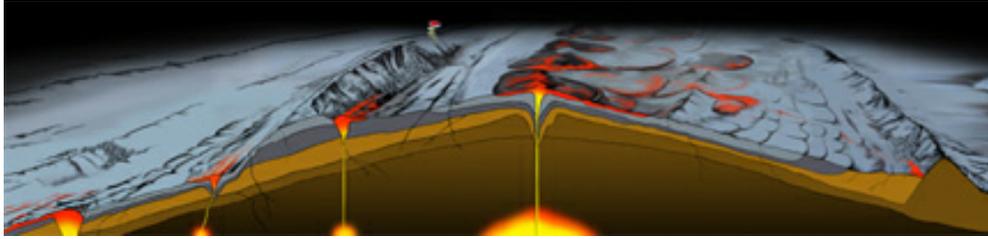
Принципиальные модели строения срединно-океанических хребтов с различными скоростями растяжения

низкая скорость спрединга



<http://vishnu.glg.nau.edu/people/jhw/GLG101/>

высокая скорость спрединга



<http://www.whoi.edu/atlantis117/>

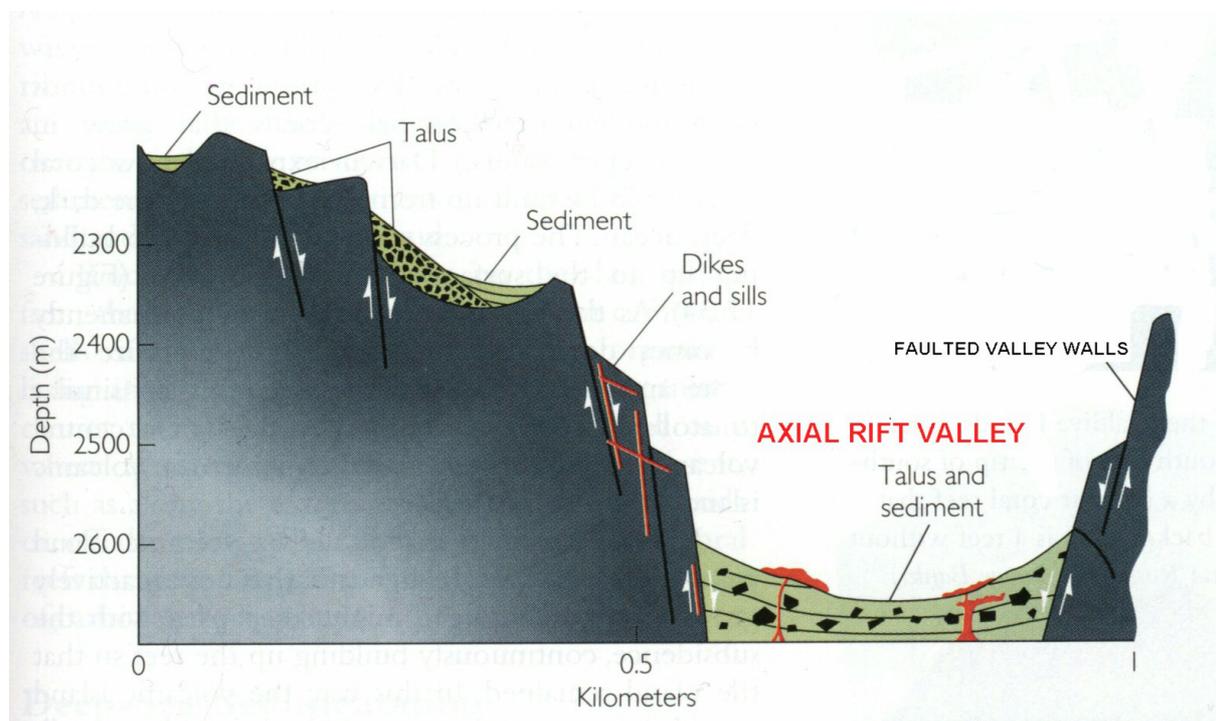
Хребты с невысокой скоростью растяжения (1 - 4 (5) см/год)

Медленноспрединговый хребет [от англ. - slow spreading ridge] – срединно-океанический хребет, который формируется при невысоких (медленная - 1 - 4 (5) см/год, средняя - 5 - 8 (9) см/год) скоростях спрединга. Представляет собой протяженные поднятия океанического дна, с расчлененным рельефом, которые имеют вдоль осевой части хорошо выраженную рифтовую долину (см.) симметричного или асимметричного профиля, шириной от 10 до 50 км и с превышениями рельефа от 500 до 2000 м; в пределах такого типа хребтов происходят резкие изменения характера рельефа как вдоль его простирания, так и поперек); отличаются редкими (1000 (5000) - 10 000 лет) извержениями; наличие магматической камеры надежно не устанавливается сейсмическими методами. **Примеры:** **Срединно-Атлантический, Африкано-Антарктический, Америко-Антарктический хребты**

Характерно - хорошо развитая рифтовая долина вдоль осевой зоны - превышение 500-3000 м; ширина - 10-50 км

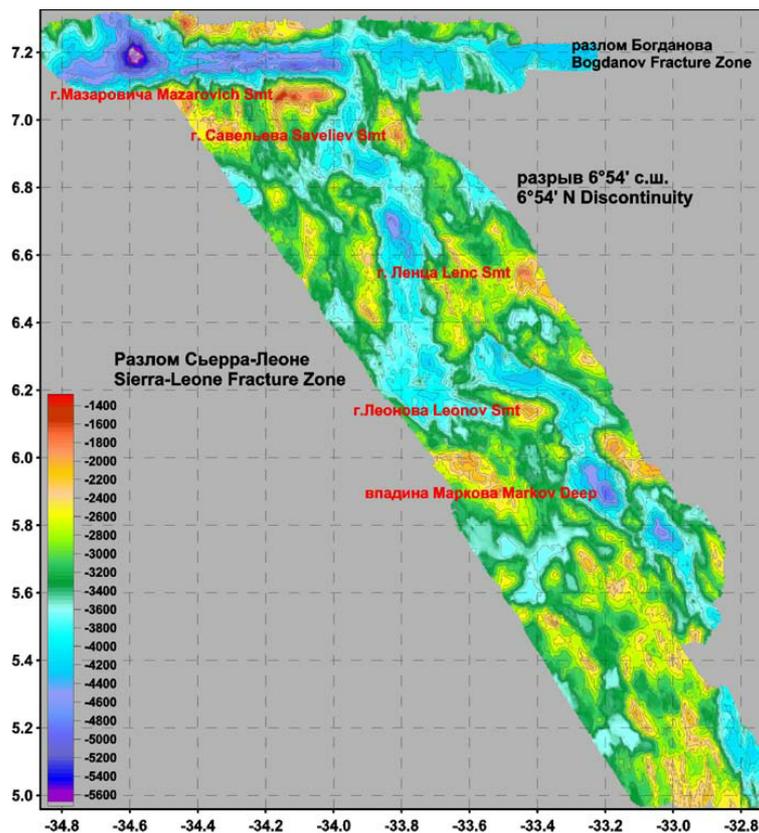
Рифтовая долина - грабен симметричного или асимметричного профиля, расположенный в осевой части медленноспредингового хребта, плечи которого представлены рифтовыми горами. Может иметь протяженность от первых десятков до многих сотен миль при ширине до нескольких десятков миль. Амплитуды рельефа могут достигать 3000 м. В плане представляет собой линейный объект, который может искривляться или образовывать эшелонные депрессии. Долины рифтовые смещаются трансформными разломами на расстояние от первых до нескольких сотен км. Имеет относительно ровное дно, осложненное линейными вулканическими хребтами, экструзиями или цепями вулканов центрального типа в пределах которых формируются новые порции океанической коры. Строение дна может также осложняться линейными или относительно изометричными депрессиями, которые расположены в плане как субпараллельно оси, так и под углами. Продольные и поперечные уступы и гьяры (открытые трещины) также усложняют строение рифтовой долины. Осадочный чехол практически отсутствует. Склоны долины имеют, как правило, ступенчатый характер, что связано с формированием сбросов. В основании склонов или отдельных ступеней формируются осыпные образования. Коренные породы представлены в разных пропорциях базальтами, габбро или гипербазитами, часто серпентинизированными. С осевой частью рифтовой долины связана интенсивная положительная магнитная аномалия, повышенные тепловой поток и сейсмичность.

Идеализированный профиль через рифтовую долину



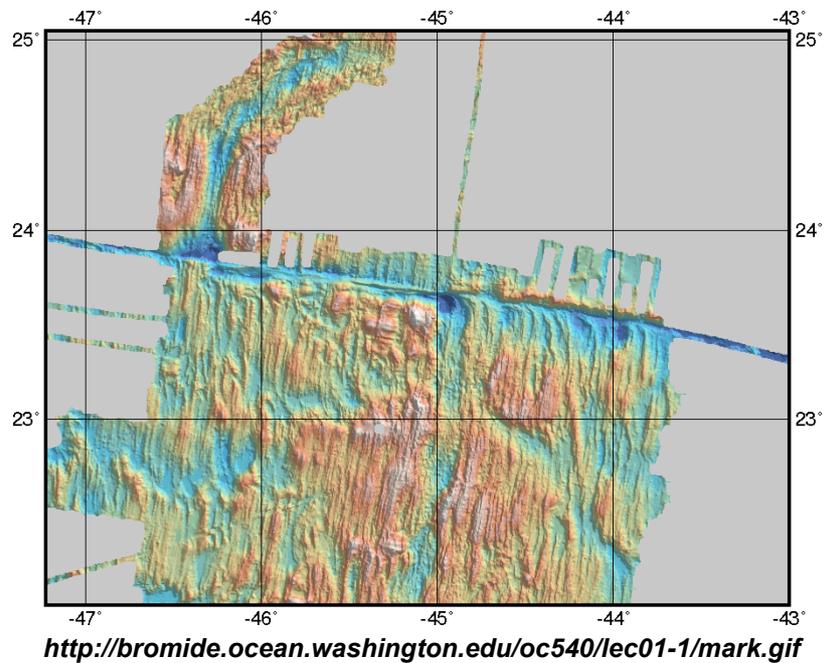
[http:// ess.geology.ufl.edu](http://ess.geology.ufl.edu)

Медленноспрединговый хребет - Срединно-Атлантический хребет (5° с.ш.)

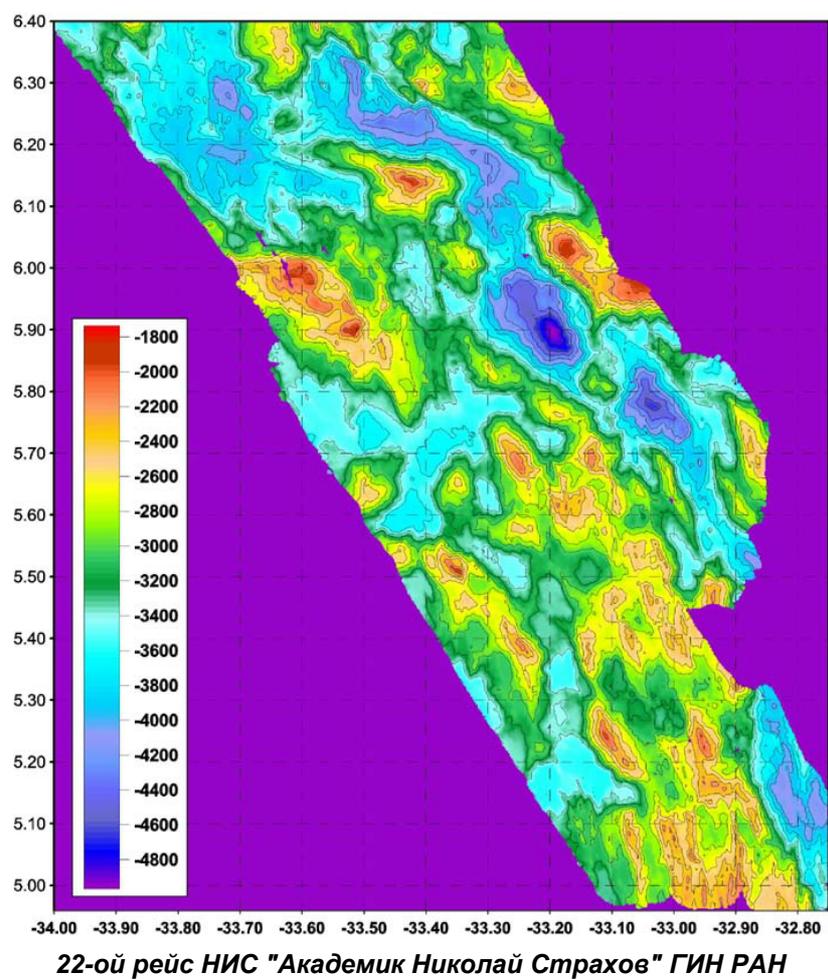


22-ой рейс НИС "Академик Николай Страхов" ГИН РАН

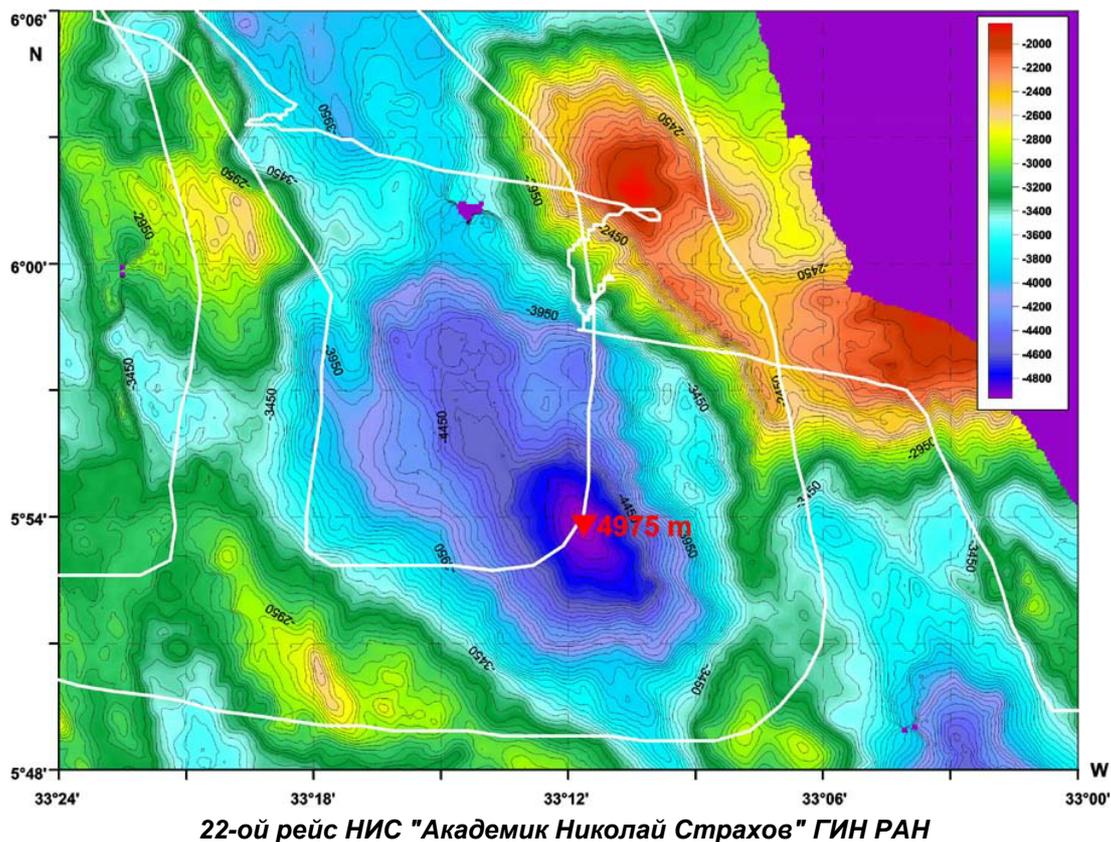
Медленноспрединговый хребет - Срединно-Атлантический хребет (23-25° с.ш.)



Для этого типа хребтов характерен сложный рельеф как вкrest рифтовой долины, так и поперек



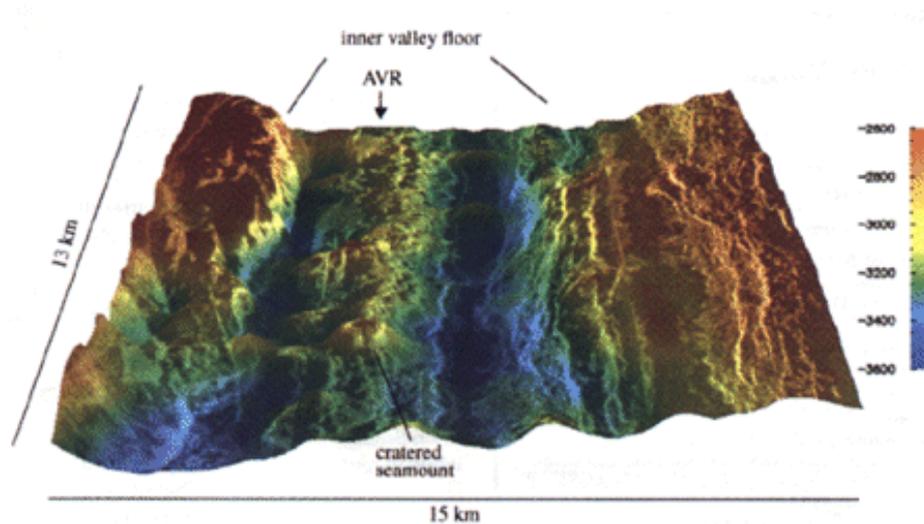
Глубочайшая впадина в пределах рифтов - впадина Маркова



В рифтовой зоне присутствует неовулканическая зона

Неовулканический хребет [от англ. - neovolcanic ridge], Brown J.R., Karson J.A., 1988 – узкая (до 5 км) и протяженная (десятки км) положительная форма рельефа на дне рифтовой долины, которая может иметь высоту до 600 м. Формируется (Allerton et al., 1995) трещинными излияниями базальтов. Вершина слагается свежими стекловатыми базальтами, а основание - измененными базальтами с осадочными породами, мощность которых достигает нескольких см. На вершине хребта могут располагаться отдельные вулканические конусы, высотой до 100 м, которые отстоят друг от друга на 1-2 км. Более древние базальты неовулканического хребта разбиты роями трещин, простирающие которых совпадает с простираением Срединно-Атлантического хребта. С отдельными пиками могут быть связаны активные гидротермальные поля (например - Снейк Пит). **Примеры:** рифтовая долина между разломом Кейн и примерно 23°25' с.ш.

Осевой вулканический хребет Атлантический океан 29° с.ш.



(Smith et al., 1997)

извержения в пределах медленносрединговых хребтов происходят каждые 1000 (5000) - 10 000 лет
расстояние между трансформными разломами - 20 - 500 км

Хребты со средней скоростью растяжения (5 - 8 см/год)

Характерно - рифтовая долина вдоль осевой зоны - превышение 50-200 м
Сглаженный рельеф

Неовулканическая зона имеет значительную протяженность

Извержения - 300 - 600 лет

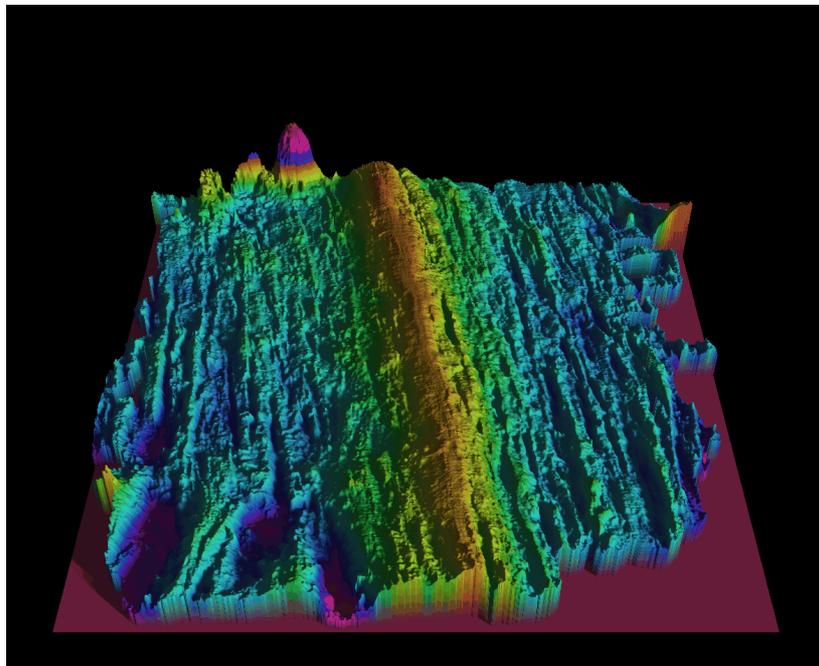
Примеры: Галапагосский срединный центр, наиболее северная часть Восточно-Тихоокеанского поднятия

Хребты с высокой скоростью растяжения (8 - 16 см/год)

Быстросрединный хребет [от англ. – fast spreading ridge] –

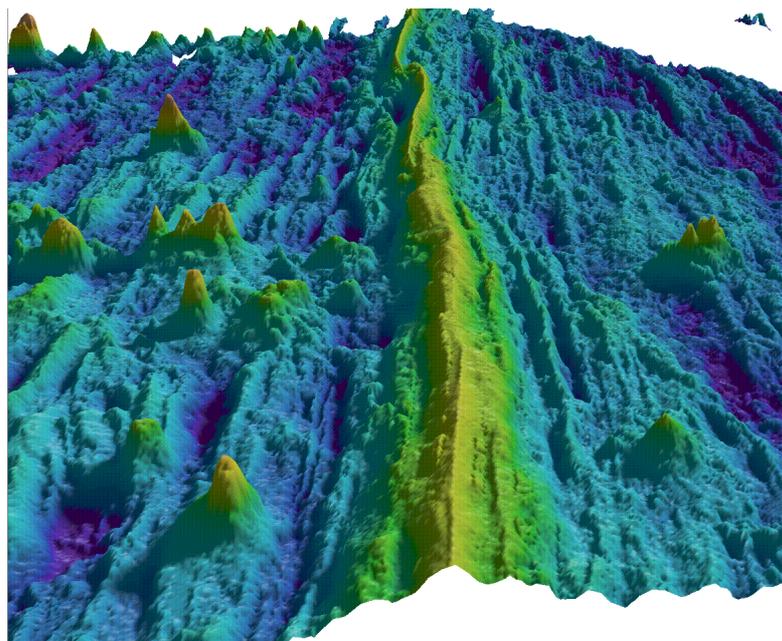
срединно-океанический хребет, который формируется при быстрых (8 (9) - 12 см/год) или ультрабыстрых (12 - 16 см/год) скоростях спрединга. В рельефе - широкое и пологое протяженное поднятие океанического дна, со сглаженным рельефом, которое имеет вдоль осевой части горстоподобное поднятие. Он отличается частыми (каждые 50 лет) извержениями, наличием магматической камеры, которая устанавливается сейсмическими методами, а также формированием продвигающихся навстречу друг другу центров спрединга. Примеры: Восточно-Тихоокеанское поднятие

Быстросрединный хребет - Восточно-Тихоокеанское поднятие (9° N)



Отчетливо видно осевое поднятие

<http://dusk.geo.orst.edu/>

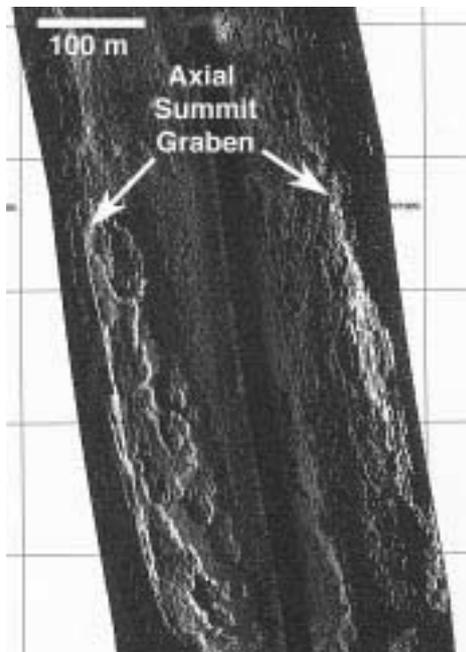


Отчетливо видно осевое поднятие

<http://dusk.geo.orst.edu/>

В хребтах этого типа практически нет осевого грабена, если он есть, то имеет превышение 5- 10 м - 30-40 м, ширину - 40 - 300 м

Осейвой грабен

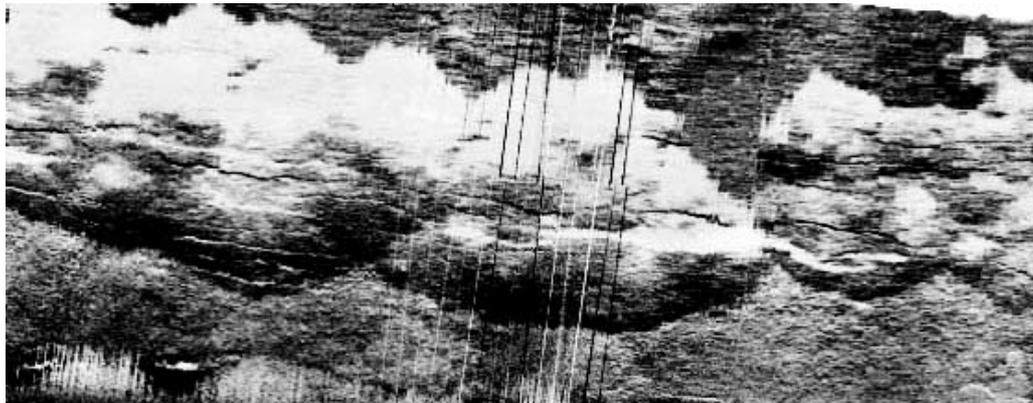


Fornari, Mike, 2003

Извержения - каждые 50 - 500 лет

Формирование вулканических куполов (200 м диаметр, 20 м высотой)

Вулканические купола



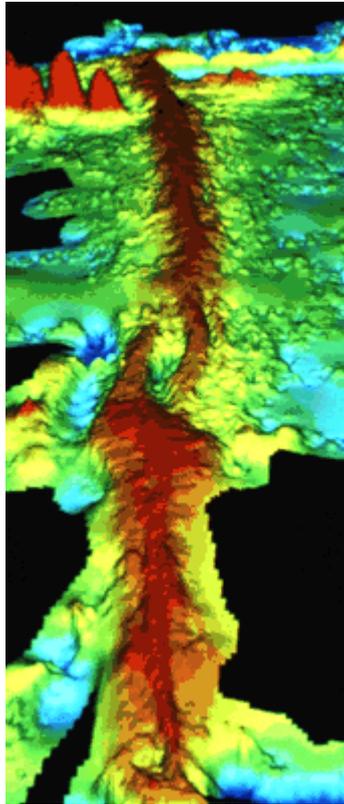
White et al., 1999

Характерны - частично перекрывающиеся центры спрединга .

Перекрывающиеся центры спрединга [от англ. – "overlapping spreading centers"] - более точный смысловой перевод "области формирования новых порций океанической коры, которые продвигаются субпараллельно навстречу друг другу"

Примеры перекрывающихся центров спрединга

Восточно-Тихоокеанское поднятие



<http://pubs.usgs.gov/publications/>