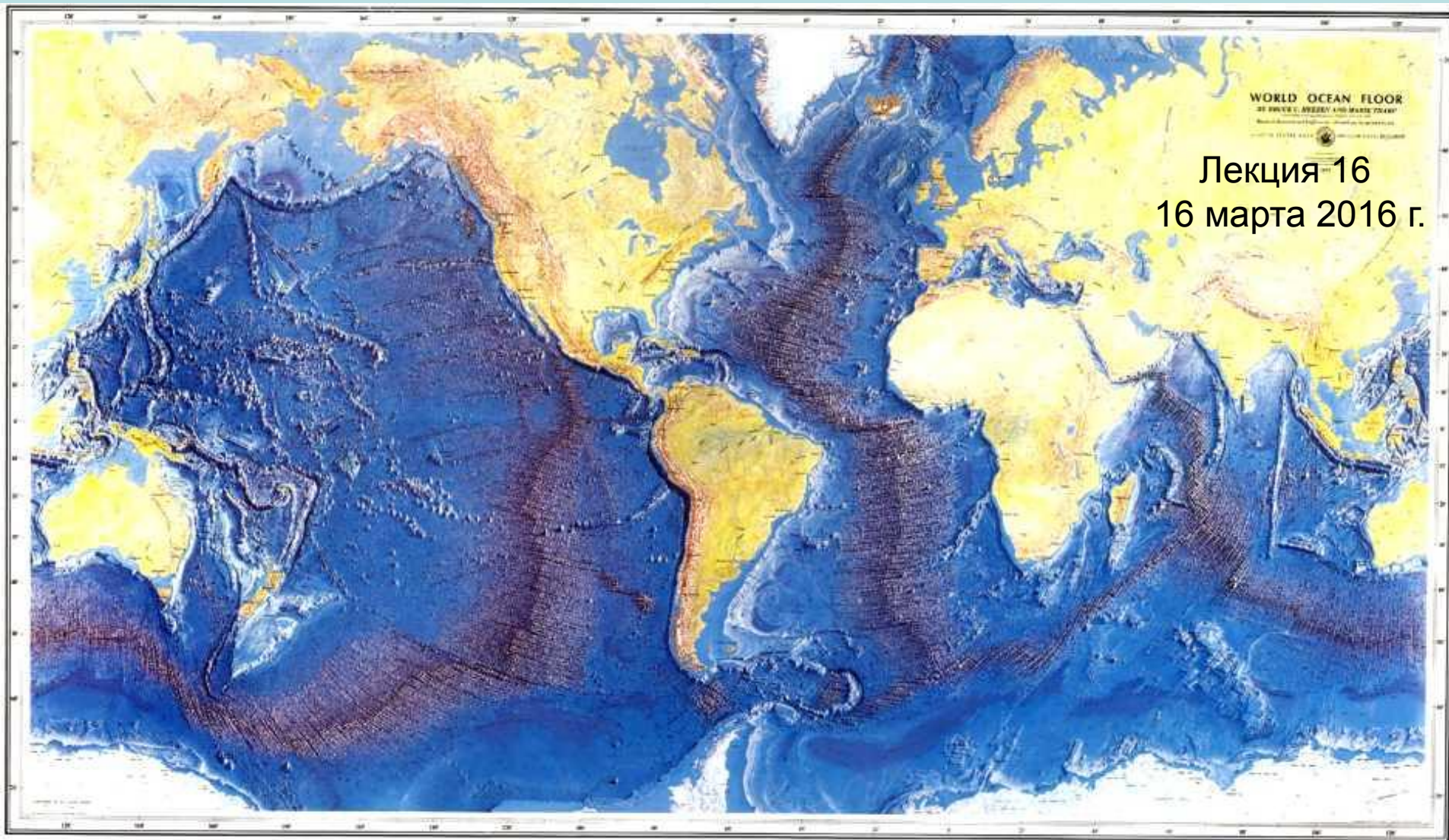


Мировой океан, рельеф дна



«...главнейшими тектоническими областями Земли являются не плиты, а континенты и океаны.»

Ю.М. Пуцаровский

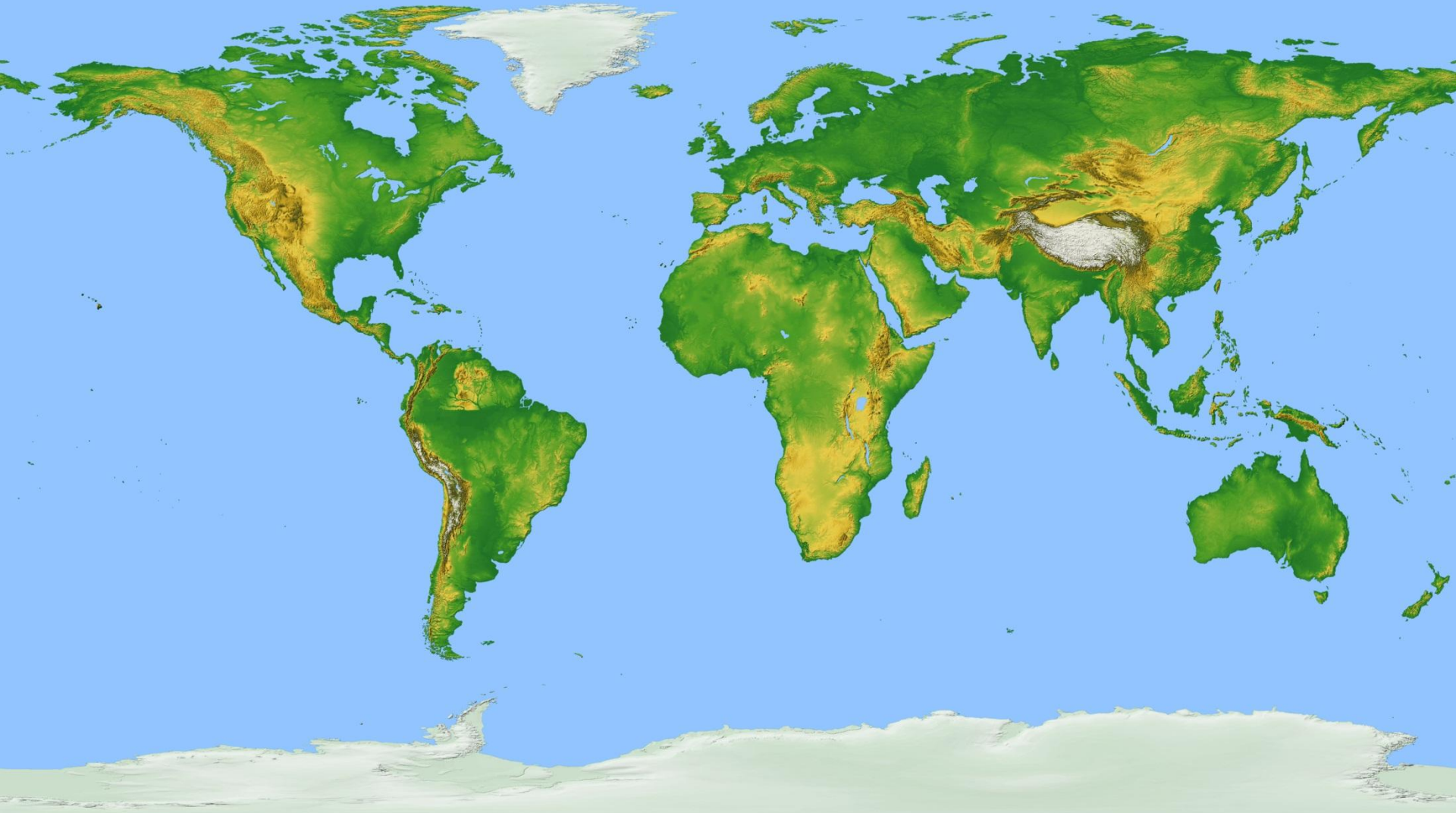
Содержание лекции

- Соотношения площади океанов и континентов, глубина океанов
- История изучения Мирового океана
- Черные курильщики
- Строение дна океанов по геофизическим данным
- Главные элементы рельефа океанических бассейнов
- Срединные океанические хребты, скорости спрединга океанического дна
- Трансформные разломы
- Глубоководные котловины океанов
- Вулканические острова океанов, внеспрединговые океанические возвышенности и хребты
- Микроконтиненты
- Пассивные континентальные окраины
- Активные континентальные окраины

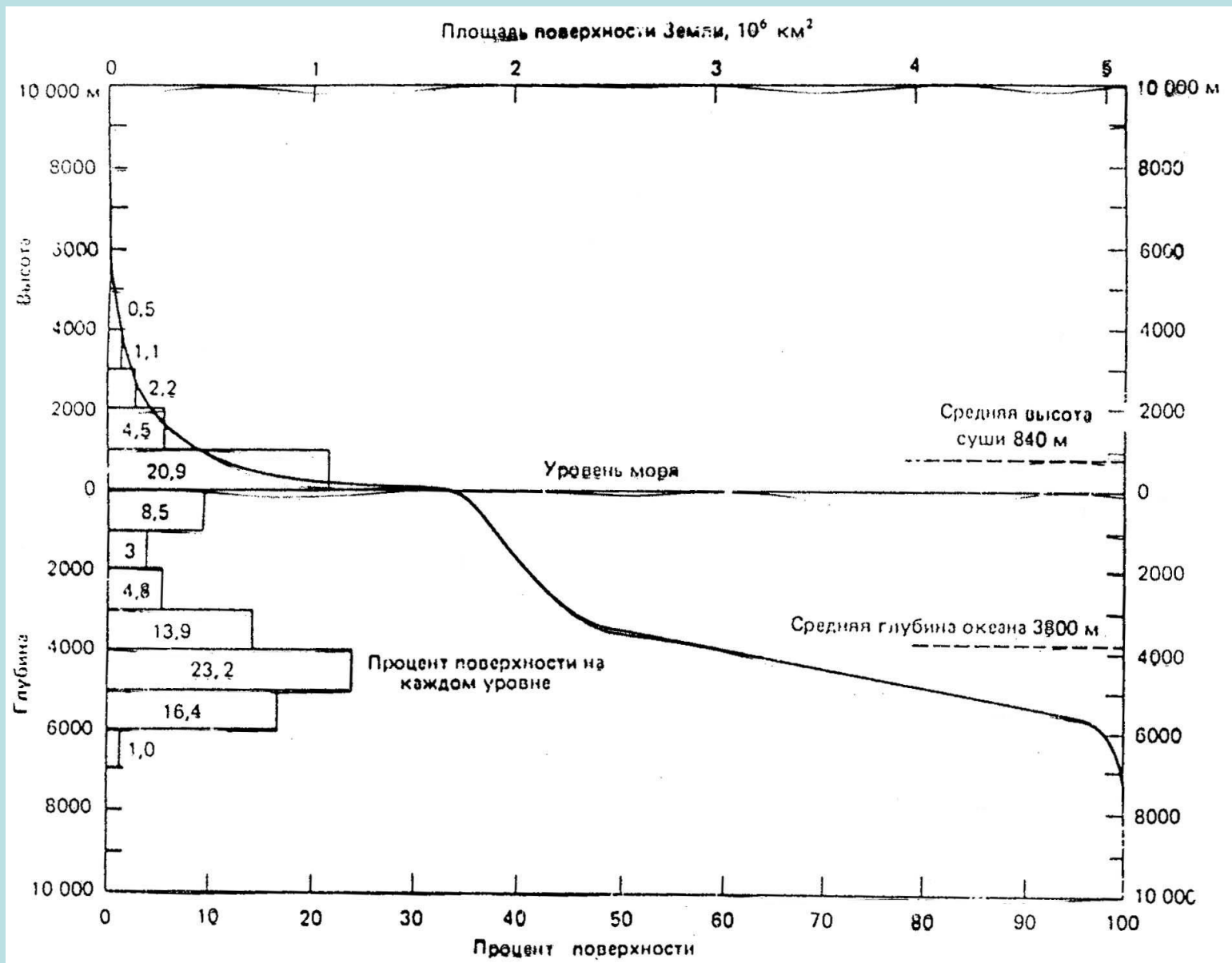
Содержание лекции

- Соотношения площади океанов и континентов, глубина океанов
- История изучения Мирового океана
- Черные курильщики
- Строение дна океанов по геофизическим данным
- Главные элементы рельефа океанических бассейнов
- Срединные океанические хребты, скорости спрединга океанического дна
- Трансформные разломы
- Глубоководные котловины океанов
- Вулканические острова океанов, внеспрединговые океанические возвышенности и хребты
- Микроконтиненты
- Пассивные континентальные окраины
- Активные континентальные окраины

Океаны – 71%, континенты – 29% площади Земли.



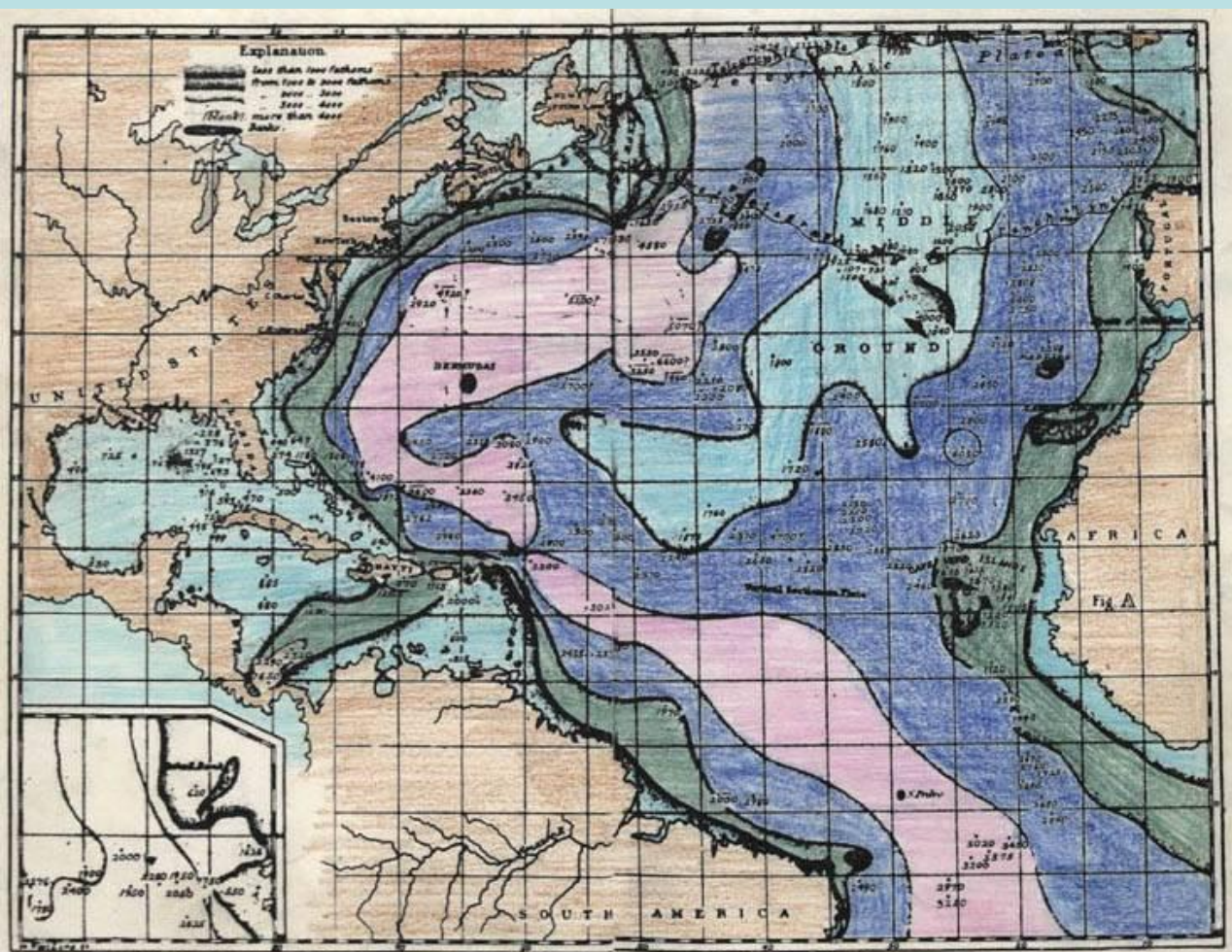
Средняя глубина Мирового океана 3800 метров



Содержание лекции

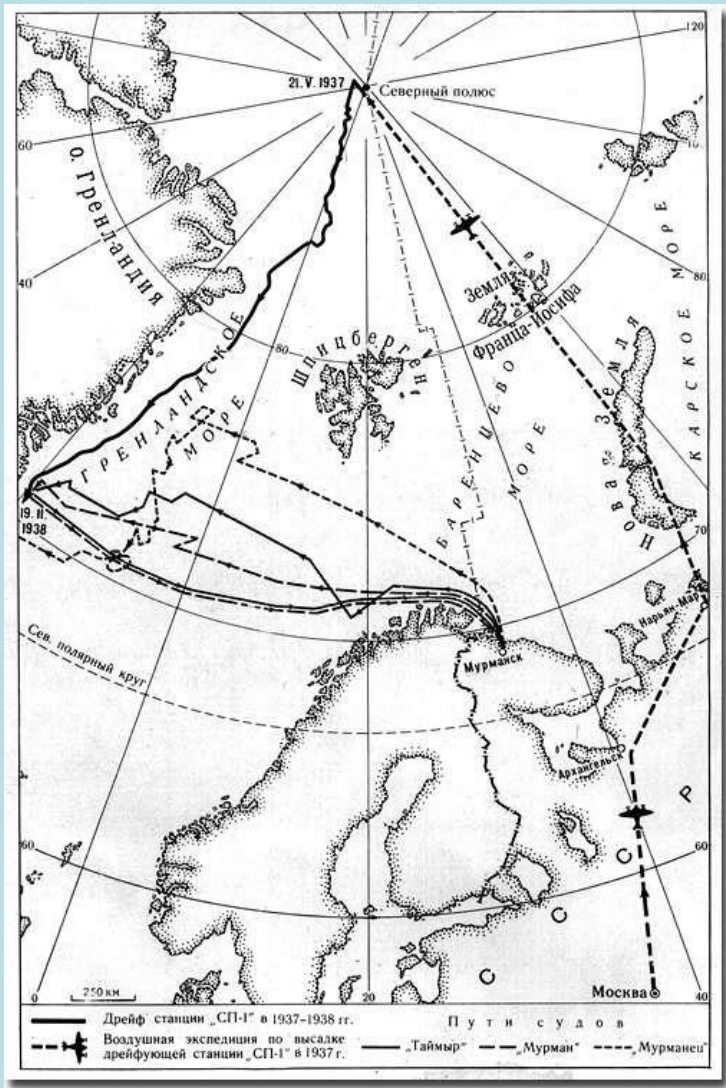
- Соотношения площади океанов и континентов, глубина океанов
- История изучения Мирового океана
- Черные курильщики
- Строение дна океанов по геофизическим данным
- Главные элементы рельефа океанических бассейнов
- Срединные океанические хребты, скорости спрединга океанического дна
- Трансформные разломы
- Глубоководные котловины океанов
- Вулканические острова океанов, внеспрединговые океанические возвышенности и хребты
- Микроконтиненты
- Пассивные континентальные окраины
- Активные континентальные окраины

В 1855 г. лейтенант **М.Ф. Мори (M.F. Maury)** в рапорте министру ВМФ США о результатах прокладки телеграфного кабеля в Атлантическом океане сообщил, что между Ирландией и Ньюфаундлендом обнаружена подводная возвышенность. Так стало известно о существовании **северного фрагмента Срединно-Атлантического хребта.**



Первая батиметрическая карта Северной Атлантики.

СП – 1, 1937 год.

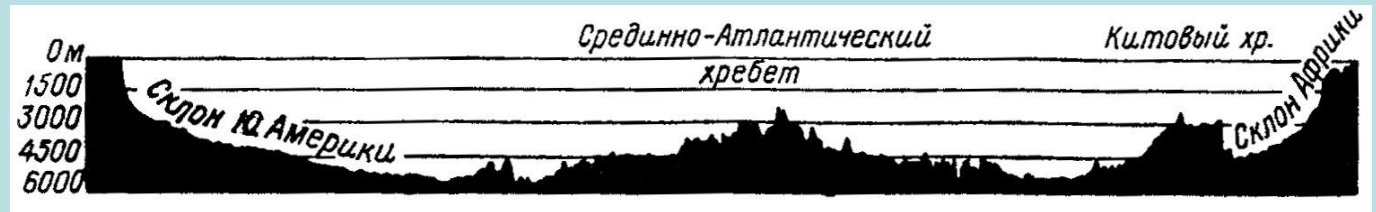


П.П.Ширшов, Э.Т. Кренкель, Е.К. Федоров, И.Д.Папанин.

Эхолот

Непрерывное эхолотирование

$S = v \cdot t$, где S – глубина океана, v – скорость звука в воде, t – время прохождения звуковой волны



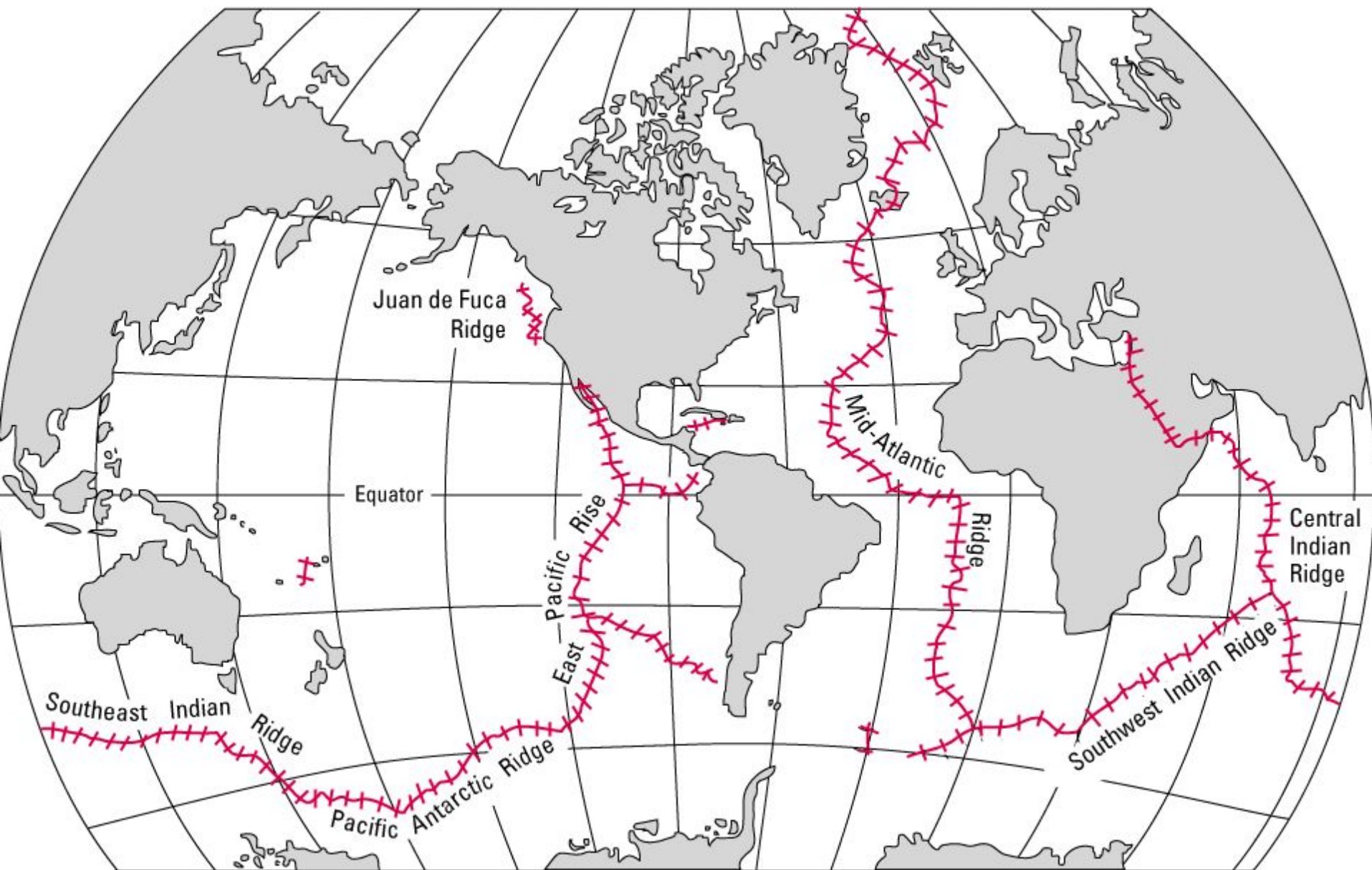
Система срединно-океанских хребтов **СОХ**

Длина свыше 60 тыс. км.

Ширина до 4 тыс. км.

Высота 2-4 км.

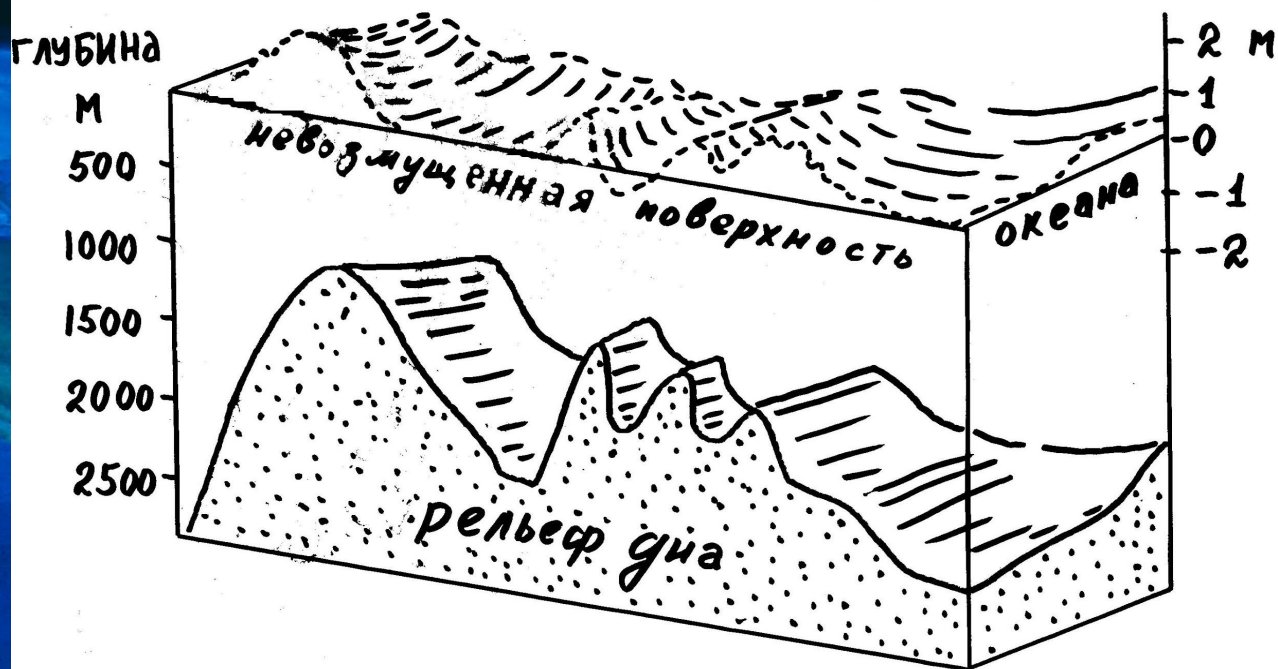
Конец 50-х годов – открытие мировой системы срединно-океанских хребтов.



Спутник Seasat, 1978 год.



спутник
Измерение высоты
поверхности океана



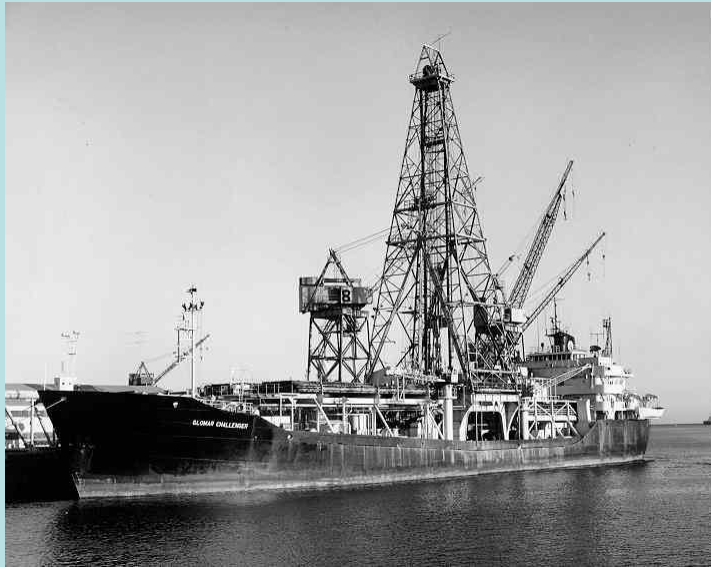
Измерение высот поверхности океана радиолокационным высотомером с точностью 50мм. Невозмущенная поверхность океана отражает рельеф океанского дна.



Компьютерные карты
рельефа дна океанов.

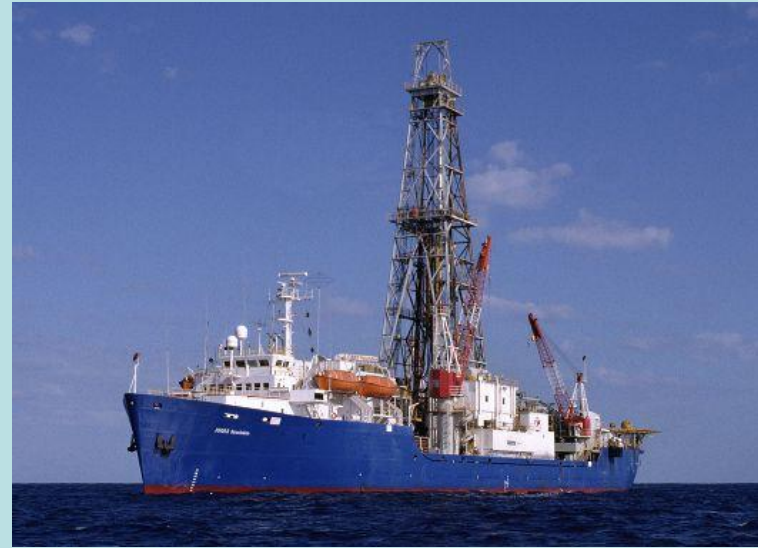


Глубоководное бурение



«Гломар Челленджер»

1968-1983

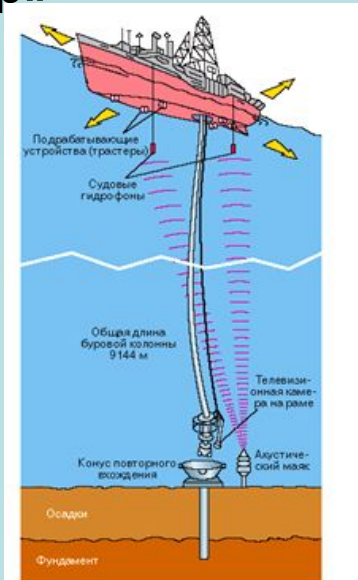


«Джойдес Резолюшн»

с 1985 года



<http://korabl.ucoz.ru/>

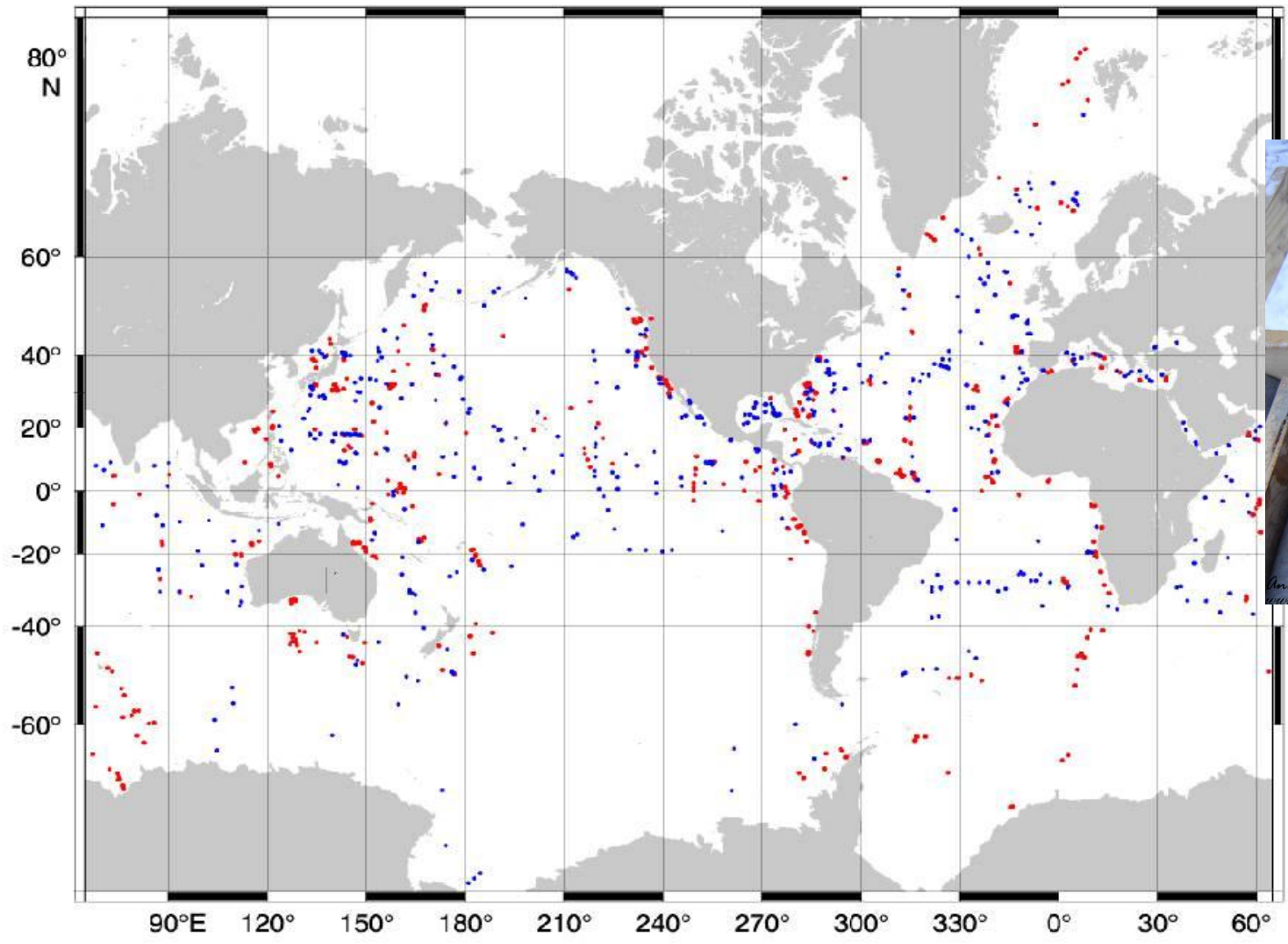


Система повторного вхождения в скважину



<http://korabl.ucoz.ru/>

Схема расположения скважин глубоководного бурения



Керн

Всего пробурено более 1500 скважин.

1999 год



“Discover-Enterprise”

2009 год

“Discover clear leader”

Глубина океана в точке
бурения – 3600 м

Глубина скважины до 12 200 м



Драгирование и управляемые глубоководные аппараты



«Пайсис» (лат. *Pisces* — Рыбы) — серия канадских научно-исследовательских подводных обитаемых аппаратов для океанологических исследований и спасательных работ.

С применением ГОА «Пайсис VII» и «Пайсис XI» в период 1977 по 1991 год Институтом океанологии АН СССР проведено 16 экспедиций в Атлантический, Тихий и Индийский океаны.

«Мир» — серия российских научно-исследовательских подводных глубоководных обитаемых аппаратов (ГОА) для океанологических исследований и спасательных работ. Имеют глубину погружения до 6 км.



Идея аппаратов и начальный проект были проработаны в АН СССР и КБ «Лазурит». Глубоководные аппараты изготовлены в 1987 году финской компанией Rauma Repola.

Экипаж 3 чел

Сухой вес 18,6 т Длина - 7,8 м, ширина корпуса - 3,8 м, высота - 3 м.

Мир на Байкале

Стартует научно-исследовательская экспедиция «Миры на Байкале». Программа рассчитана на два года. В исследовании примут участие глубоководные обитаемые аппараты «Мир»

2008 г.



60 погружений – комплексный мониторинг озера

2009 г.



100 погружений – детальное изучение

● **Глубина погружений** – 1700 м

● **Стоимость проекта** – 6 млн долл.
Мощные светильники

Планируется получить данные:

- О глубинах Байкала
- О тектонических процессах на дне озера
- О состоянии береговой линии
- О запасах полезных ископаемых
- О фоновом уровне загрязнений
- О флоре и фауне водоема
- О археологических артефактах

Итог экспедиции:

Комплекс практических мероприятий и рекомендаций по оптимизации хозяйственной деятельности в Байкальском регионе в целях сохранения уникальных природных ресурсов Байкала

Глубоководный обитаемый аппарат «МИР»



Глубоководный обитаемый аппарат «МИР»

Идея и начальный проект – АН СССР и КБ «Лазурит»

Производство – компания Rauma Repola (Финляндия, 1987 г.)

Технические характеристики:

- Исследования на глубинах до **6000 м**
- Нахождение под водой – до **80 часов**
- Длина – **6,8 м**
- Диаметр – **2,1 м**
- Ширина – **3,6 м**
- Вход в верхней части
- Высота – **3 м**
- Вместимость – **3 чел.**

Принцип работы

- Погружение – балластные цистерны заполняются водой
- Подъем – включаются насосы, вода выкачивается
- Ходовой электродвигатель – питается от аккумуляторов. Скорость движения – 9 км/ч



Интересный факт

Подводные аппараты использовались на съемках фильмов Джеймса Камерона «Титаник» и «Призраки бездны: Титаник»



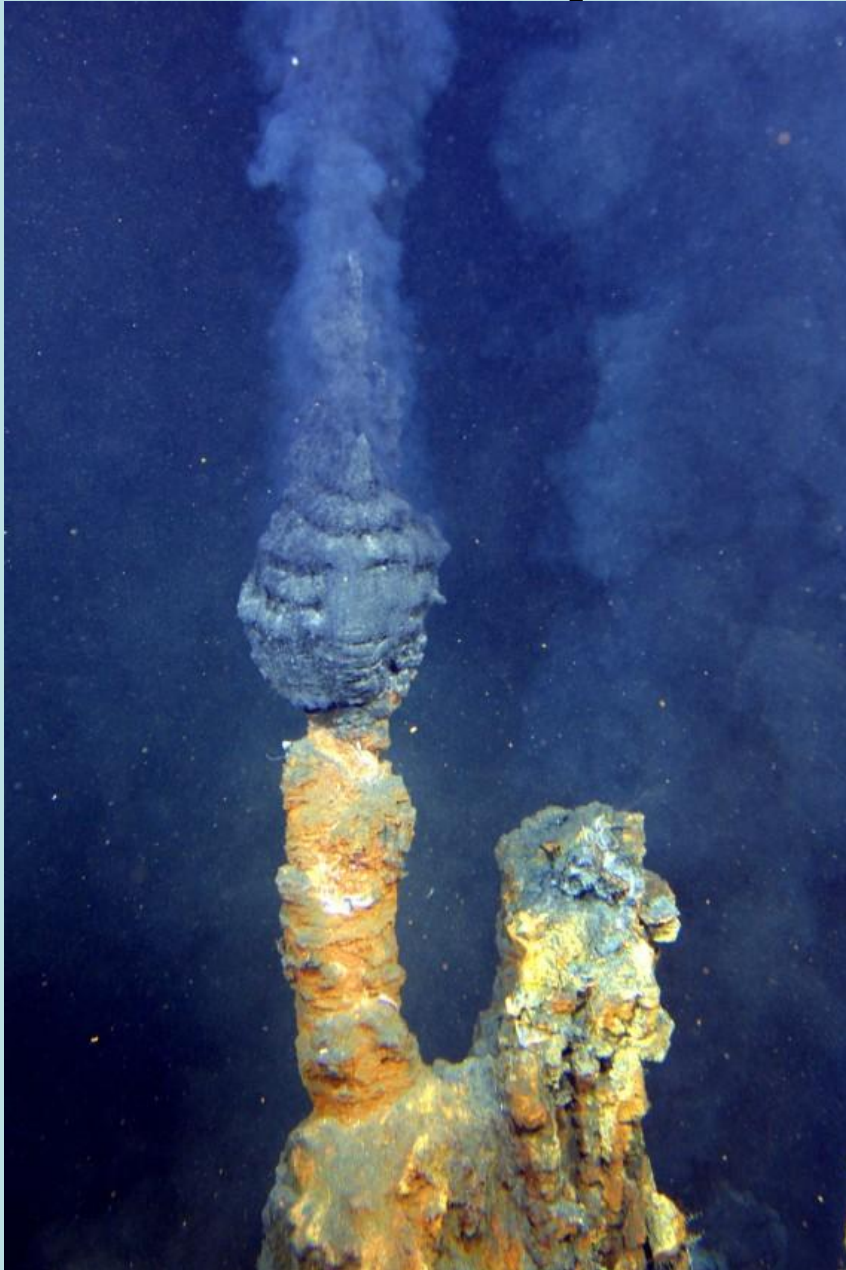
«РИА Новости» © 2008

Любое использование этой публикации возможно только с письменного согласия «РИА Новости». По вопросу использования обращаться по телефону +7 (495) 645-6601 (# 7251) или e-mail: infographic@rian.ru

Содержание лекции

- Соотношения площади океанов и континентов, глубина океанов
- История изучения Мирового океана
- **Черные курильщики**
- Строение дна океанов по геофизическим данным
- Главные элементы рельефа океанических бассейнов
- Срединные океанические хребты, скорости спрединга океанического дна
- Трансформные разломы
- Глубоководные котловины океанов
- Вулканические острова океанов, внеспрединговые океанические возвышенности и хребты
- Микроконтиненты
- Пассивные континентальные окраины
- Активные континентальные окраины

Чёрные курильщики



Это высокотемпературные гидротермальные источники на дне океанов, приуроченные, как правило, к рифтовым зонам срединно-океанических хребтов.

Над жерлами, из которых выделяются струи горячей (до $350\text{ }^{\circ}\text{C}$) воды, насыщенной растворенными газами (водородом, углекислым газом), поднимаются облака из сульфидов, сульфатов и оксидов металлов. Эти растворы выглядят как черный дым, идущий из трубы, что и дало название этим образованиям.

Гидротермальные источники с меньшими температурами выделяют растворы белого цвета ("белые курильщики").

Отложения сульфидов и других соединений достигают мощности в десятки метров и являются примером современного рудообразования.

Благодаря высокой концентрации **сероводорода** вокруг гидротерм бурно развиваются **бактерии**, служащие пищей для более высокоорганизованных организмов, в том числе весьма своеобразных, ранее неизвестных науке.



Рис. 6. Характерные гидротермальные башни из сульфидов на дне котловины Гуаймас. Данные наблюдений с борта ПОА "Пайсис"; по данным А.П. Лисицына и др., 1992.

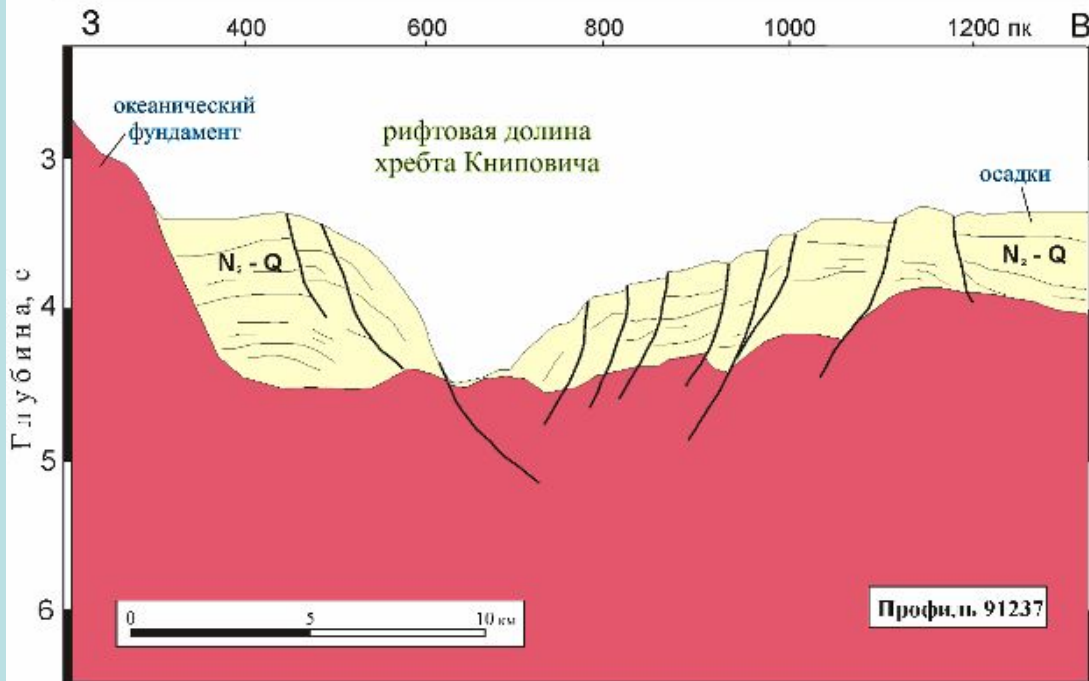
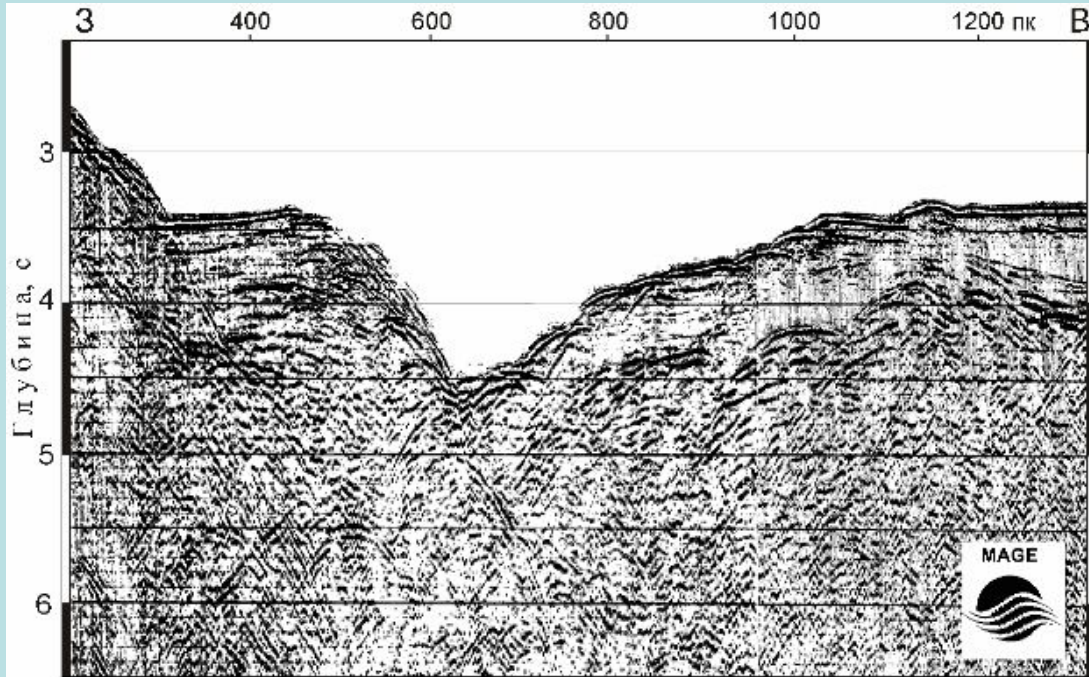


Вестиментиферы — родственники кольчатых червей, типичные обитатели глубоководных гидротермальных оазисов. Вестиментиферы **не имеют пищеварительной системы** и живут за счет симбиотических **серных бактерий**. Их кишечник превратился в тяж, наполненный микроскопическими симбионтами. **Кровь вестиментифер** переносит не только кислород, необходимый самому червю и бактериям для дыхания, но и **сероводород**, который служит бактериям пищей.

Содержание лекции

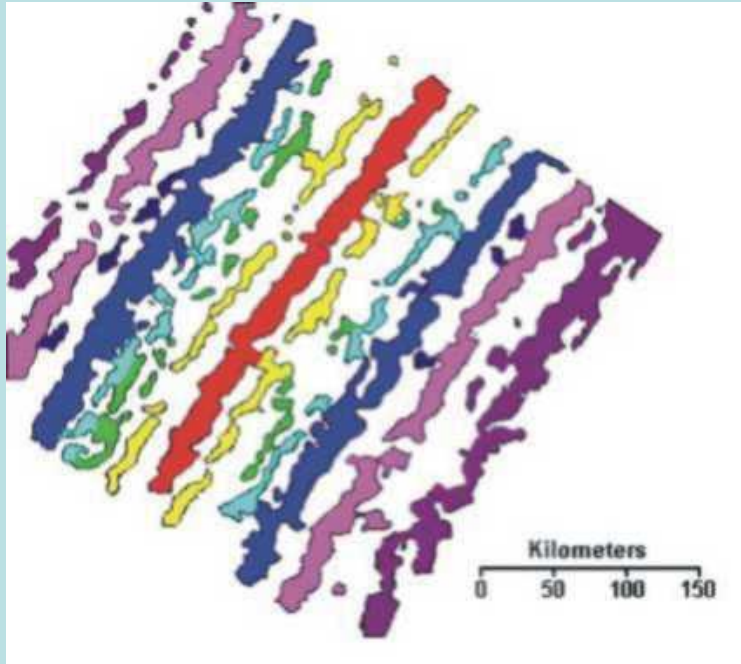
- Соотношения площади океанов и континентов, глубина океанов
- История изучения Мирового океана
- Черные курильщики
- **Строение дна океанов по геофизическим данным**
- Главные элементы рельефа океанических бассейнов
- Срединные океанические хребты, скорости спрединга океанического дна
- Трансформные разломы
- Глубоководные котловины океанов
- Вулканические острова океанов, внеспрединговые океанические возвышенности и хребты
- Микроконтиненты
- Пассивные континентальные окраины
- Активные континентальные окраины

Геофизические исследования

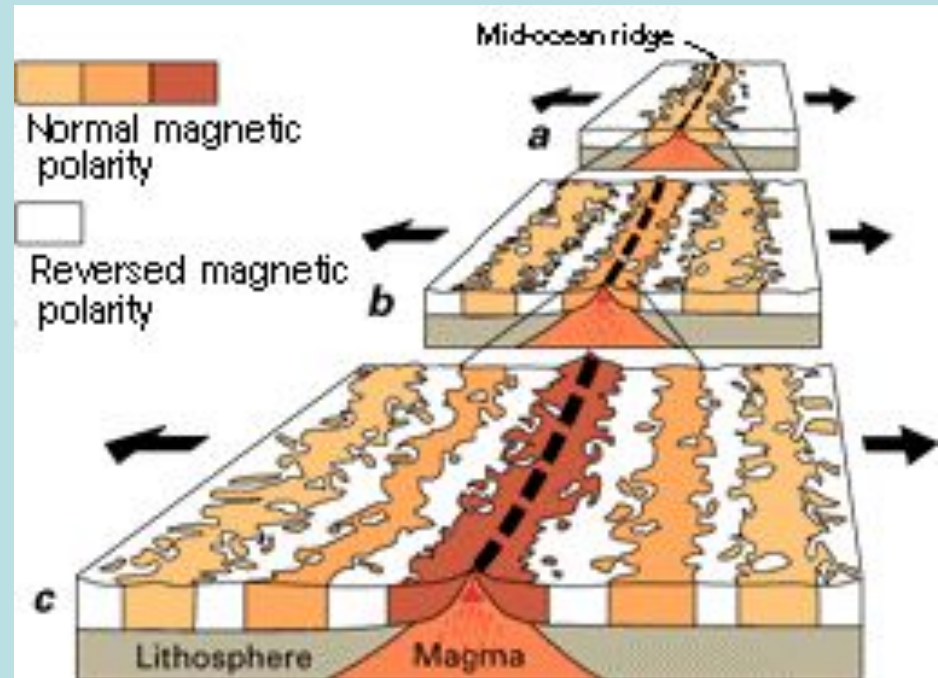


Сейсмический профиль

Исследования магнитного поля



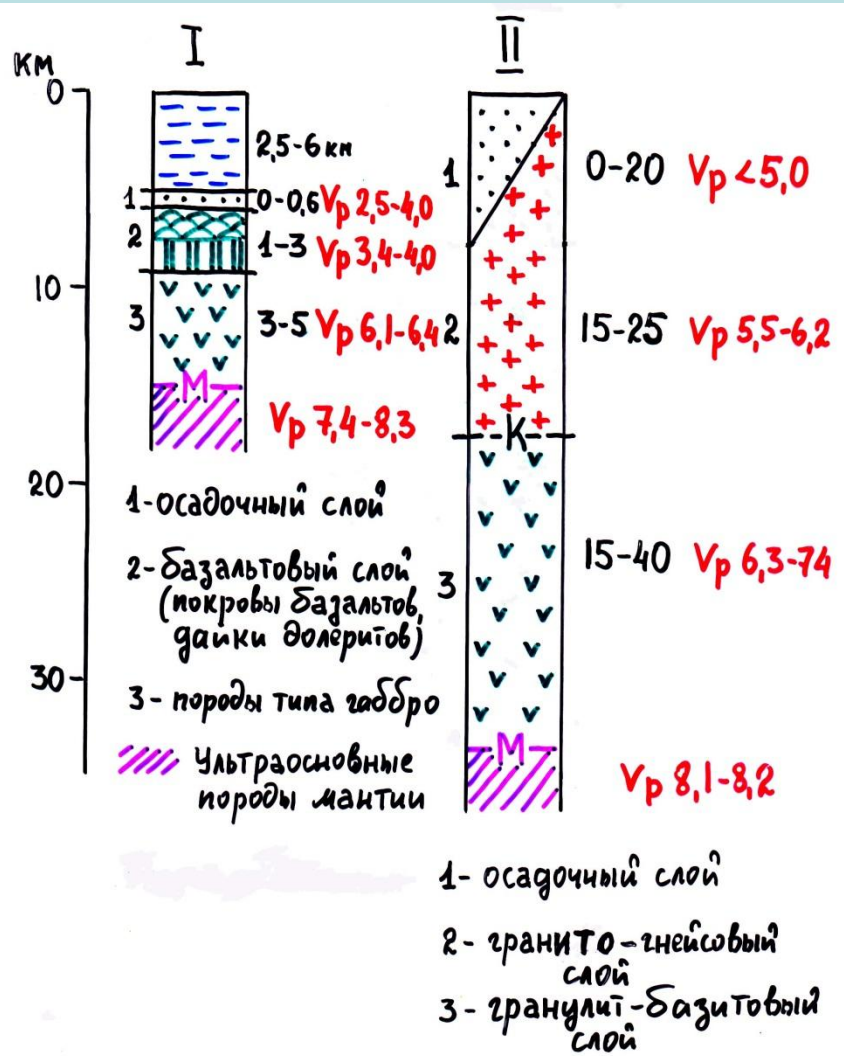
Полосовые магнитные аномалии.



Линейные магнитные аномалии океанической коры, параллельные осям срединных океанических хребтов и **расположенные симметрично** по отношению к ним.

Океанская кора отличается от континентальной!

Обобщенные разрезы океанской (I) и континентальной (II) коры.



Возраст континентальной коры до 4 млрд. лет.

Возраст океанской коры до 180 млн. лет.

Результат – **революция** в представлениях не только о дне Мирового океана, но и о **геологическом строении всей планеты.**

Геологические концепции стали строиться не только на основе обобщения материалов по геологии материков, т.е. меньшей части земной поверхности, но и на базе новых данных по геологии океанов.

Совершенно устарели представления о простоте и выровненности рельефа дна океанов. **Дно океанов построено не менее сложно, чем суша.**

Содержание лекции

- Соотношения площади океанов и континентов, глубина океанов
- История изучения Мирового океана
- Черные курильщики
- Строение дна океанов по геофизическим данным
- **Главные элементы рельефа океанических бассейнов**
- Срединные океанические хребты, скорости спрединга океанического дна
- Трансформные разломы
- Глубоководные котловины океанов
- Вулканические острова океанов, внеспрединговые океанические возвышенности и хребты
- Микроконтиненты
- Пассивные континентальные окраины
- Активные континентальные окраины

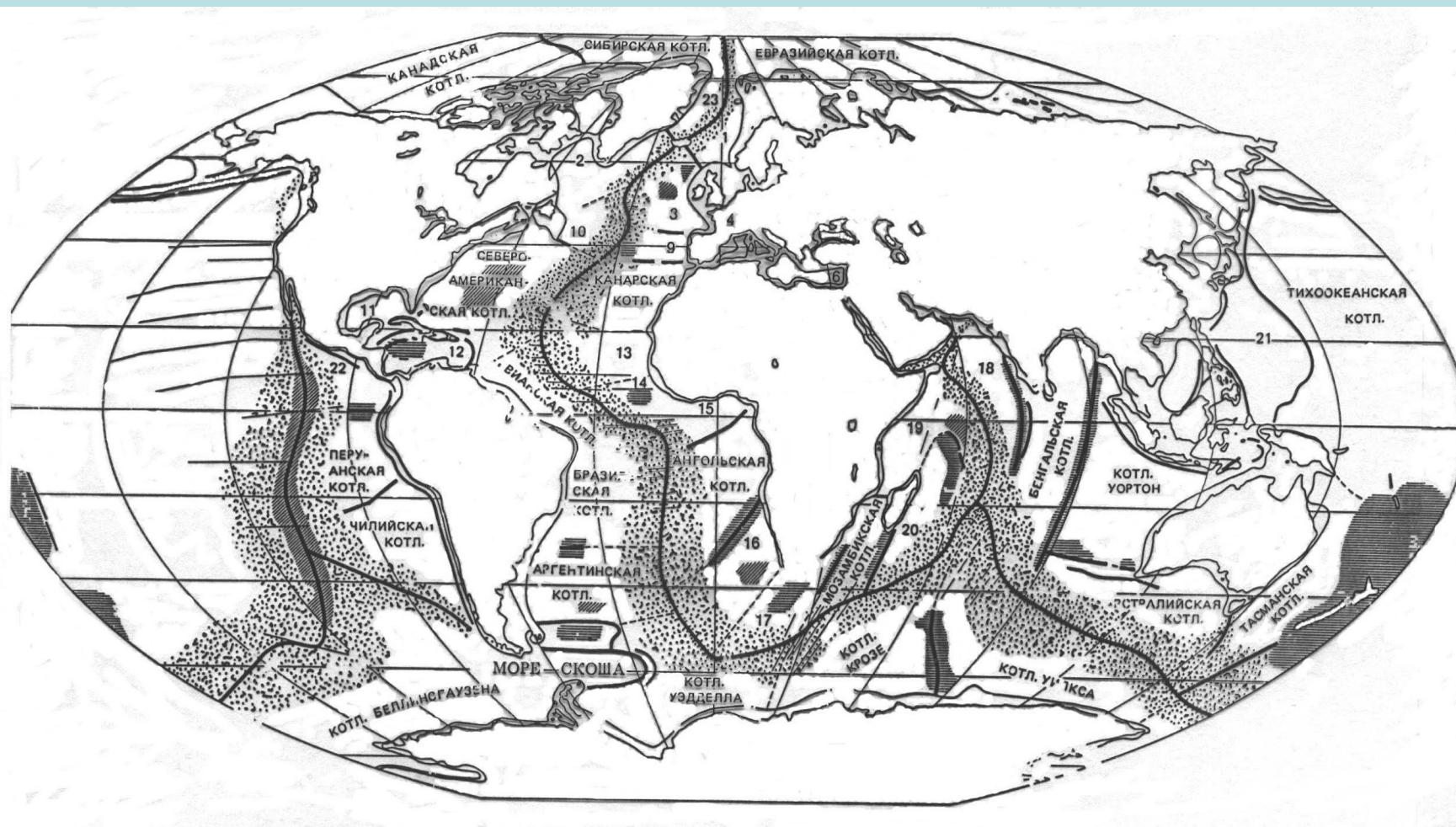
Главные элементы рельефа океанических бассейнов

1. Континентальный шельф
2. Континентальный склоны с подводными каньонами
3. Континентальное подножие
4. Островная дуга
5. Глубоководный желоб
6. Ложе океана с абиссальными равнинами и положительными формами рельефа (вулканические поднятия, гайоты, атоллы)
7. Система срединно-океанских поднятий (хребтов)

Содержание лекции

- Соотношения площади океанов и континентов, глубина океанов
- История изучения Мирового океана
- Черные курильщики
- Строение дна океанов по геофизическим данным
- Главные элементы рельефа океанических бассейнов
- Срединные океанические хребты, скорости спрединга океанического дна
- Трансформные разломы
- Глубоководные котловины океанов
- Вулканические острова океанов, внеспрединговые океанические возвышенности и хребты
- Микроконтиненты
- Пассивные континентальные окраины
- Активные континентальные окраины

Срединно-океанические хребты (СОХ) имеют общую протяженность более 60 000 км. Их ширина может изменяться от 1000 до 4000 км. Превышение над близлежащими котловинами достигает 1500-3000 м. Они занимают около 17% площади Мирового океана

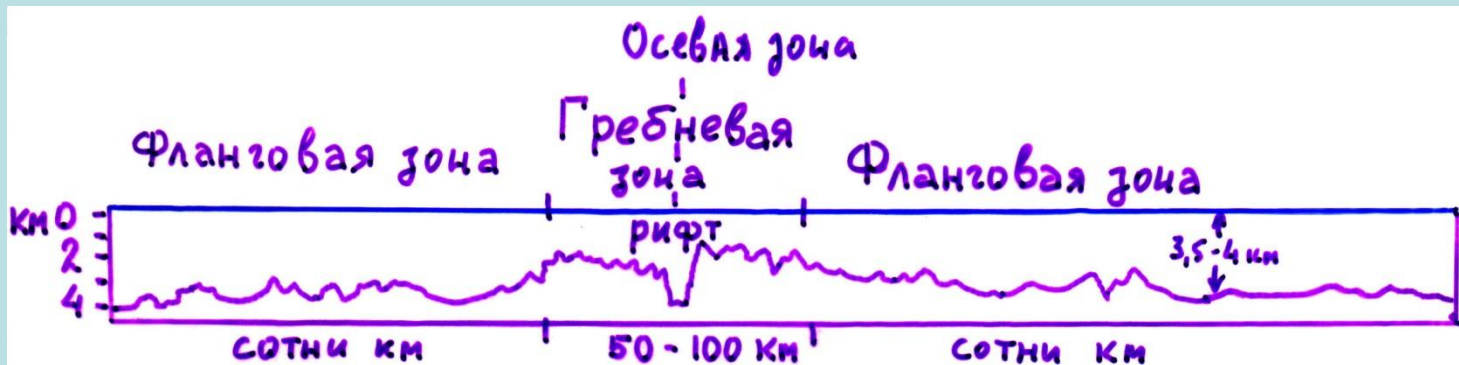


В поперечном сечении срединных хребтов выделяются три типа зон: **осевые, гребневые и фланговые**.

1). **Осевая зона** – в типичном виде – рифт. Глубокое узкое ущелье сложного строения (грабен в грабене).

2). **Гребневая зона** – ширина 50-100 км, разбита продольными разломами на блоки (от 1 до 10 км). Осадки плиоцен – Q возраста выполняют отдельные грабены. Мощность осадков – десятки метров.

3). **Фланговая зона** – наиболее широкая (сотни км). Расчлененный продольными разломами базальтовый фундамент перекрыт тонким слоем осадков, мощность которых постепенно увеличивается к периферии.



Профиль через Срединно-Атлантический хр. на 36° с.ш.
(по П. Р. Фогту и Э. Д. Шнайдеру)

Основные **особенности строения** срединно-океанических хребтов **определяются скоростями растяжения.**

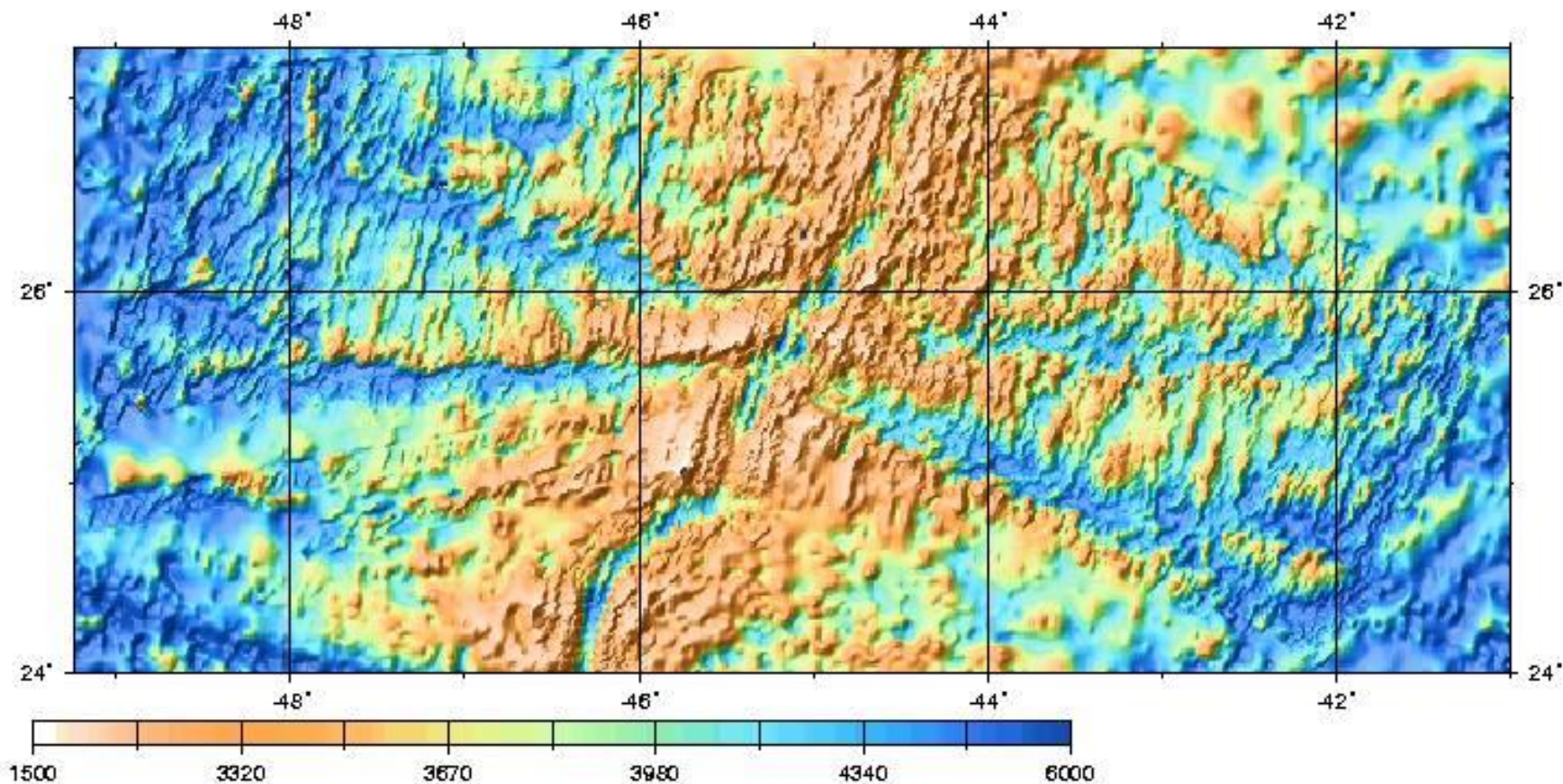
В зависимости от скорости выделяют несколько геодинамических обстановок **спрединга:**

медленная (1 – 5 см/год)

средняя (5 – 8 см/год)

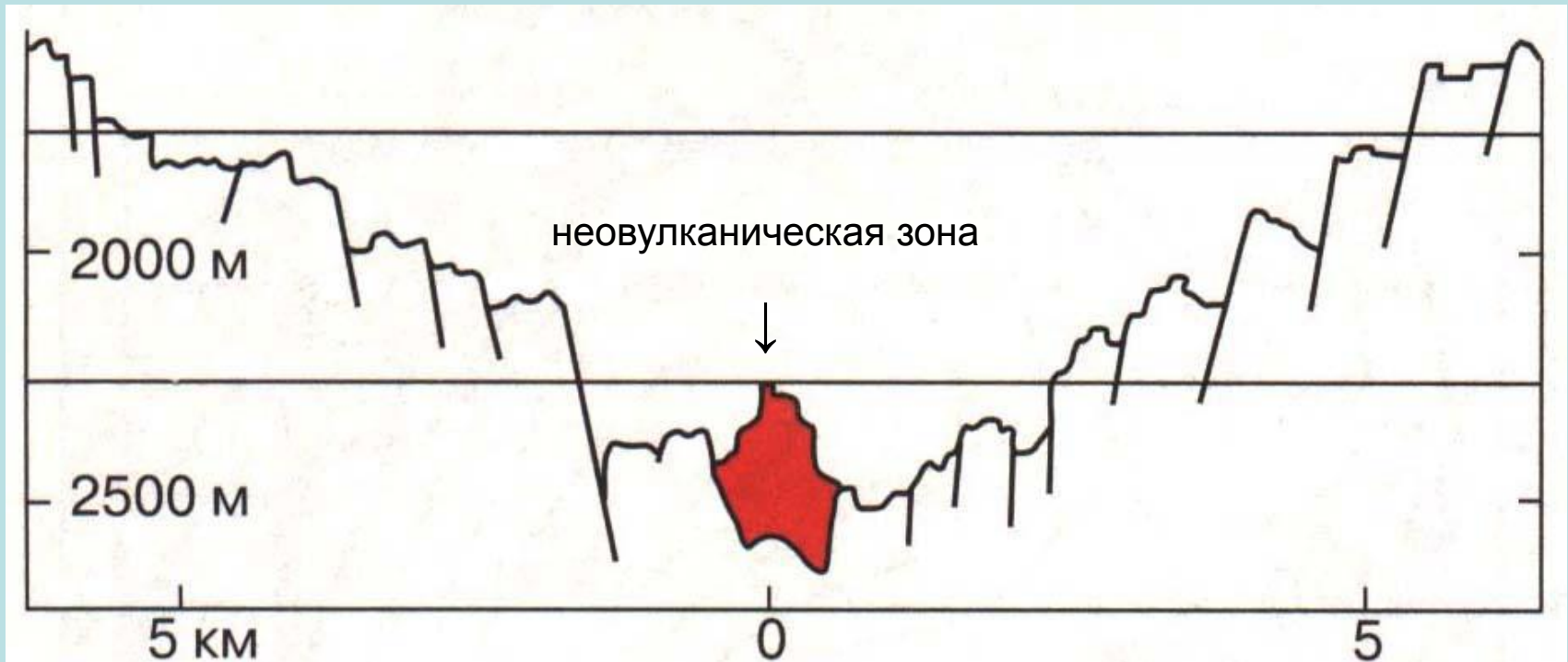
и быстрая (8 -16 см/год).

Медленноспрединговый хребет (Срединно-Атлантический) - формируется при невысоких скоростях спрединга (1-5 см/год). Это протяженное поднятие океанического дна, с расчлененным рельефом, хорошо выраженной вдоль осевой части рифтовой долины шириной от 10 до 50 км и глубиной от 500 до 2000 и более м. Такие хребты отличаются редкими (5 - 10 тыс. лет) извержениями.

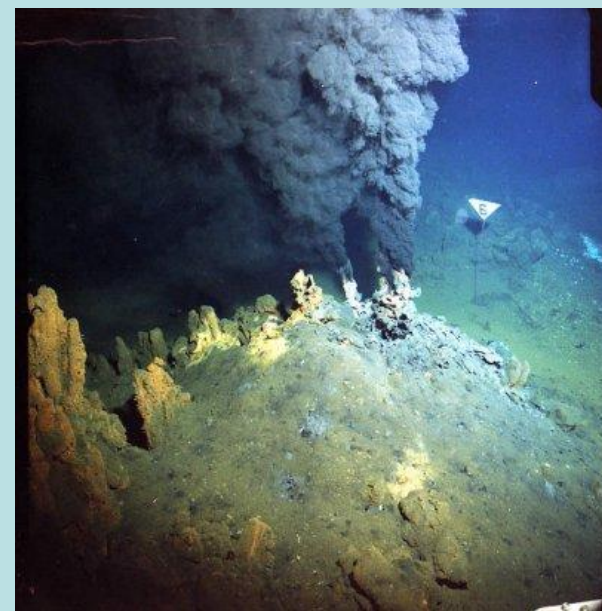
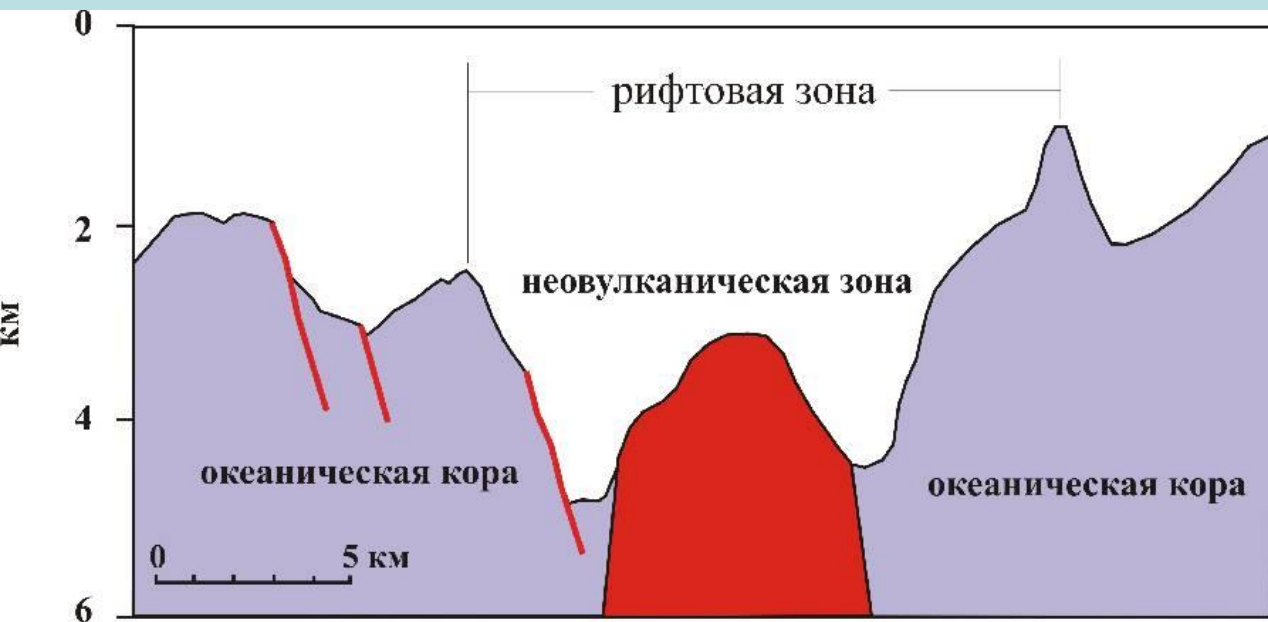


Рифтовая долина - грабен в осевой части медленноспрединговых хребтов протяженностью от первых десятков до многих сотен км при ширине до нескольких десятков км. Амплитуды рельефа могут достигать 3000 м.

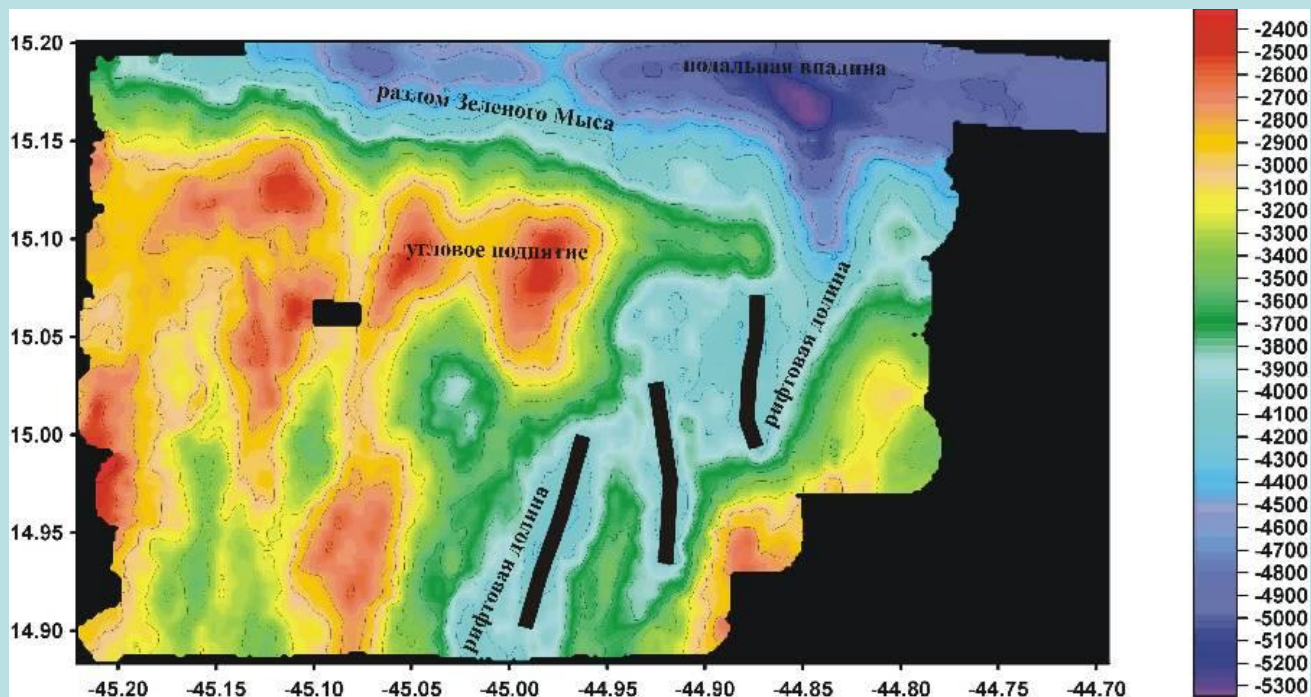
Рифтовая долина имеет незначительные по площади участки относительно ровного дна, над которыми возвышаются линейные вулканические хребты, экструзии или цепи вулканов центрального или трещинного типа, в пределах которых формируются новые порции океанической коры (**неовулканическая зона**).



Неовулканические хребты - узкие (до 5 км) и протяженные (десятки км) положительные формы рельефа. Их высота может достигать 600 м. Они формируются в результате **трещинных излияний базальтов** и их вершина сложена, как правило, свежими стекловатыми базальтами. С отдельными вулканическими конусами могут быть связаны активные гидротермальные поля. Здесь же могут присутствовать и **осадочные породы**, мощность которых достигает **нескольких см.**



Строение дна может также **осложняться** вытянутыми или изометричными **депрессиями**, расположенными в плане **субпараллельно оси рифта или кулисообразно**. Осадочный чехол практически отсутствует. Склоны долины образованы сбросами, имеют ступенчатое строение. В основании склонов или отдельных ступеней формируются осыпные накопления. Коренные породы, которые слагают борта рифта, - базальты, габбро или гипербазиты. С осевой частью рифтовой долины связана интенсивная положительная магнитная аномалия, повышенные тепловой поток и сейсмичность.

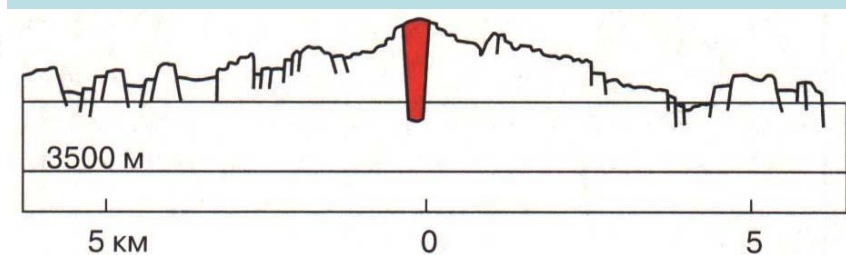
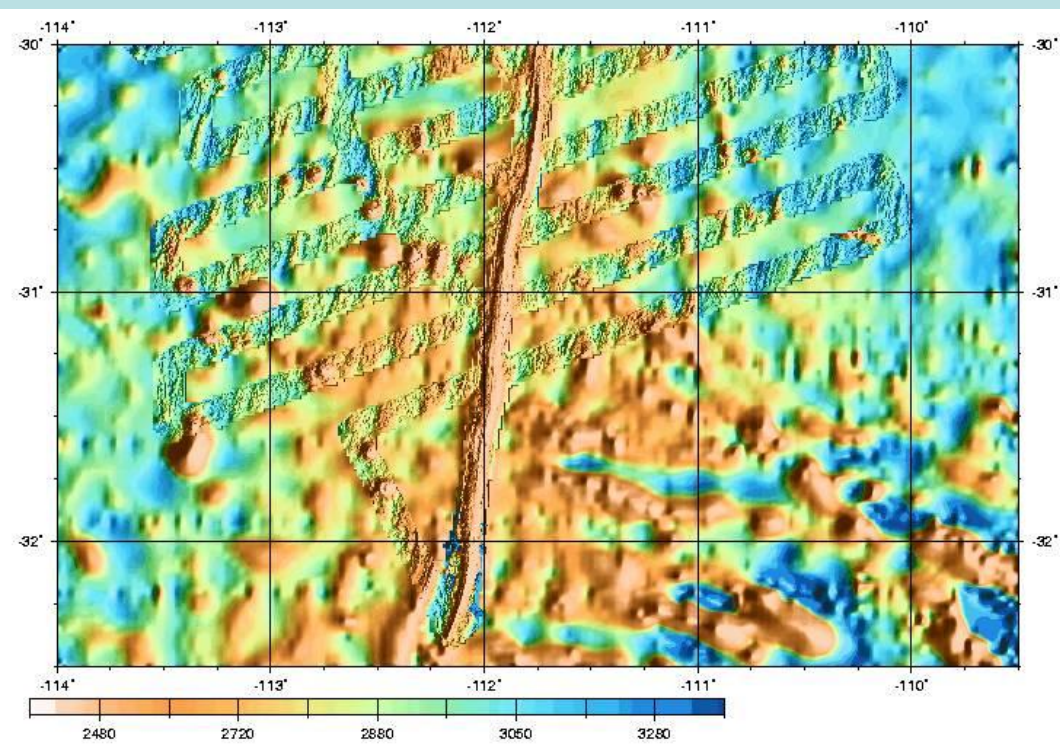


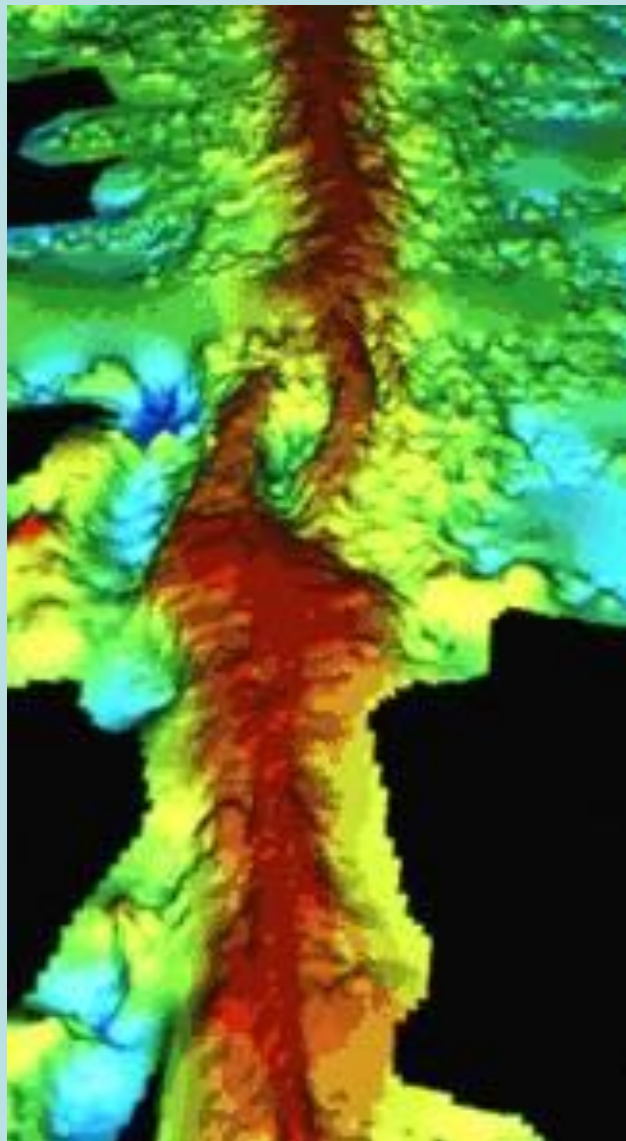
Хребты со средней скоростью растяжения (5 - 8 см/год) имеют многие черты сходства с медленноспрединговыми, однако отличаются **меньшей контрастностью рельефа**. Рифтовая долина имеет превышение в 50 - 200 м. Неовулканическая зона имеет значительную протяженность. Извержения происходят через каждые 300 - 600 лет. Характерными примерами могут быть **Галапагосский хребет** и наиболее северная часть Восточно-Тихоокеанского поднятия.



Профиль осевой части Галапагосского хребта.

Восточно-Тихоокеанское поднятие представляет собой пример **быстросрединного хребта**. Это **широкое** (от 2000 до 4000 км) и **пологое** протяженное поднятие океанического дна, **со сглаженным рельефом**, которое имеет вдоль **осевой части горстоподобное поднятие**, иногда ограниченное по флангам депрессиями. Осевой грабен практически отсутствует, а если он и есть, то имеет глубину от **5 - 10 до 30 - 40 м**, при ширине в **40 - 300 м**.

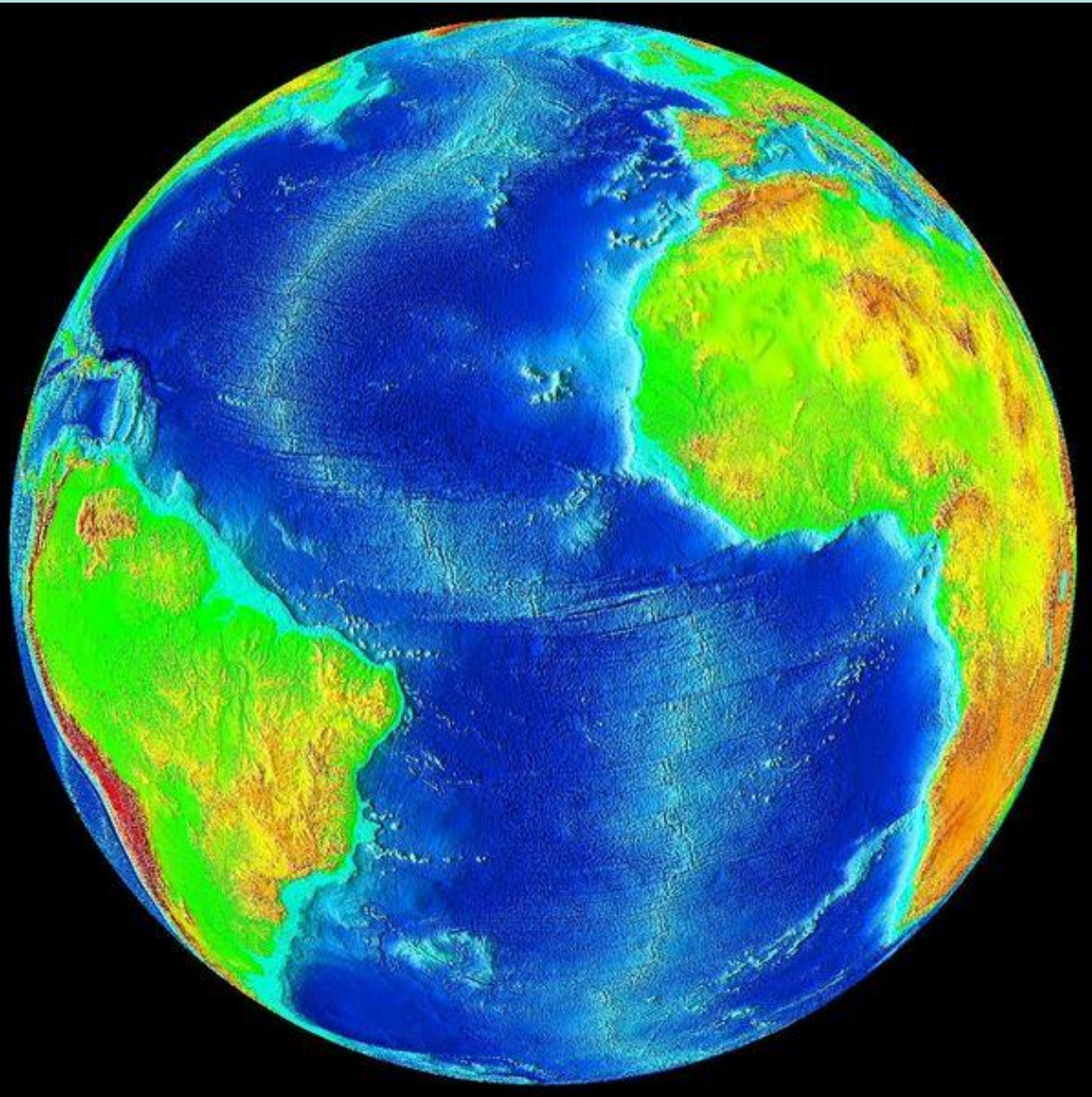




Хребты этого типа отличаются **частыми** (каждые 50 - 500 лет) **извержениями**. Под их осевыми частями сейсмическими методами устанавливается **наличие магматических камер**. Для быстроспредиговых хребтов характерно формирование **вулканических куполов** (диаметр 200 м, высота 20 м), **лавовых озер**, а также наличием продвигающихся навстречу друг другу центров спрединга (от англ. **overlapping spreading centers**) - областей формирования новых порций океанической коры, которые **продвигаются субпараллельно навстречу друг другу**.

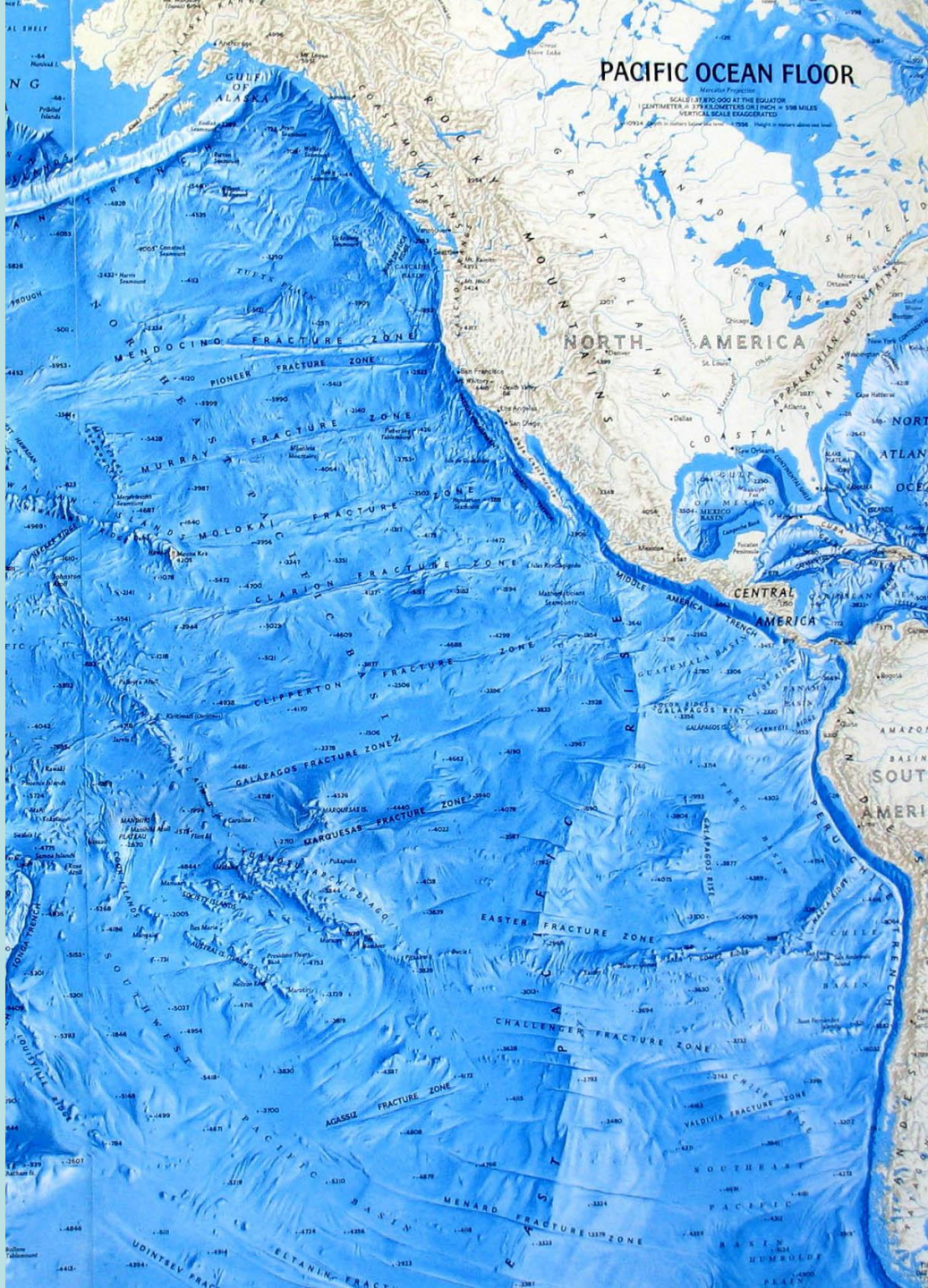
Содержание лекции

- Соотношения площади океанов и континентов, глубина океанов
- История изучения Мирового океана
- Черные курильщики
- Строение дна океанов по геофизическим данным
- Главные элементы рельефа океанических бассейнов
- Срединные океанические хребты, скорости спрединга океанического дна
- **Трансформные разломы**
- Глубоководные котловины океанов
- Вулканические острова океанов, внеспрединговые океанические возвышенности и хребты
- Микроконтиненты
- Пассивные континентальные окраины
- Активные континентальные окраины



Срединно-океанские хребты пересечены многочисленным и поперечными **трансформными разломами** (Дж. Т. Вильсон, 1965).

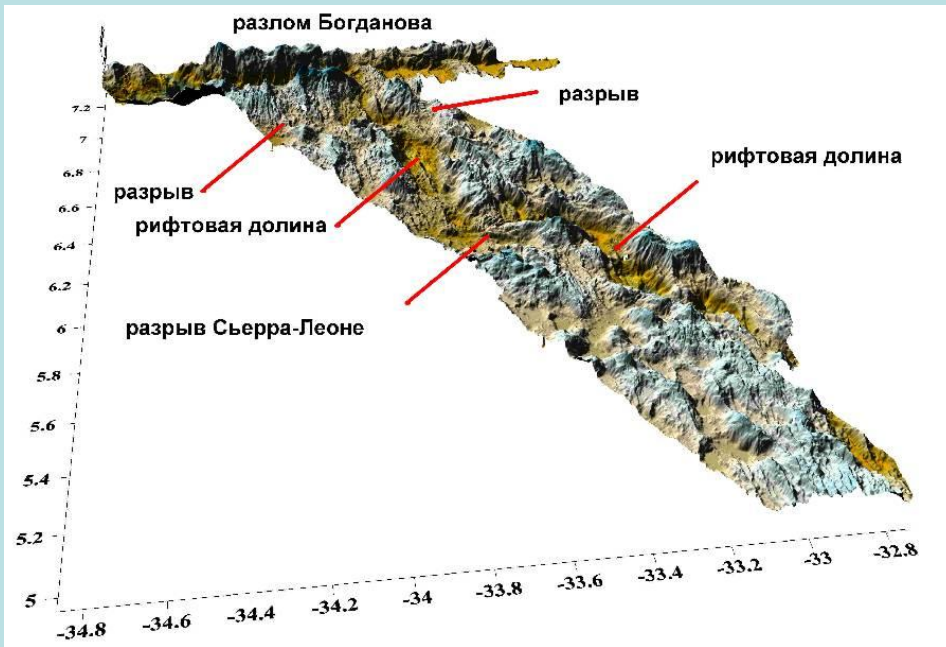
Выражены уступами, иногда высотой более 1 км, и вытянутыми вдоль них узкими ущельями глубиной до 1,5 км.



Крупнейшие широтные трансформные разломы Тихого океана. Длиной в несколько тысяч км.

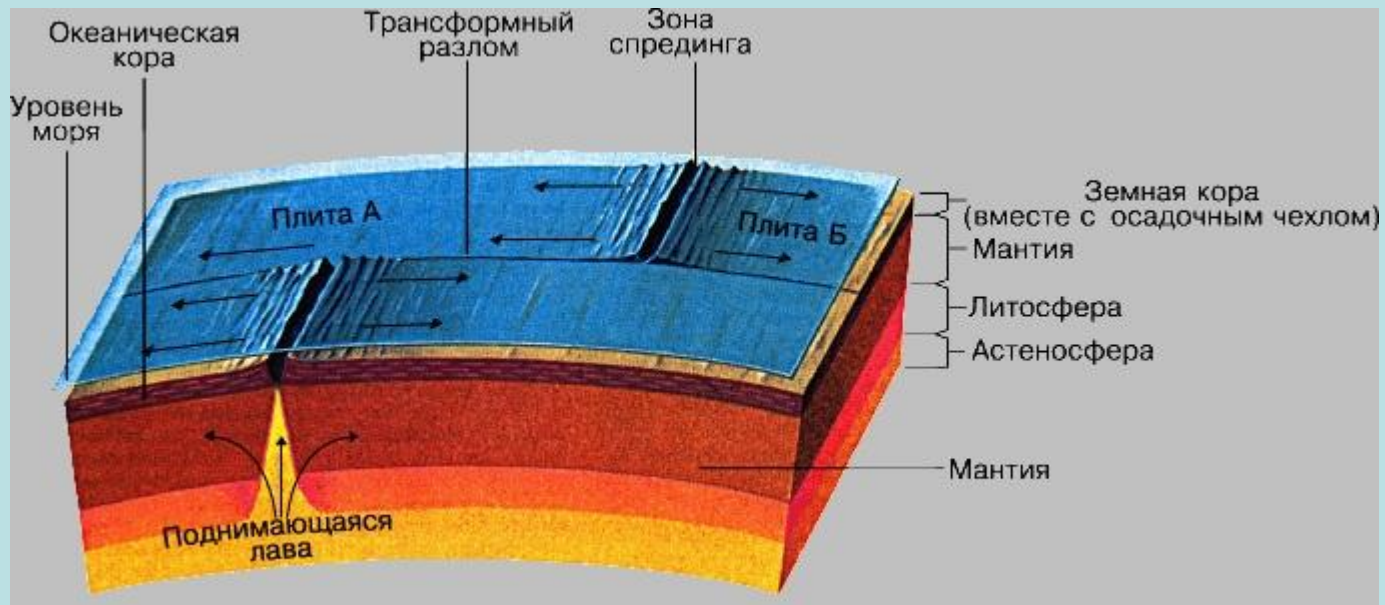
Амплитуды вертикальных смещений по трансформным разломам достигают 3-5 км.

В их стенках могут выходить породы верхней мантии.

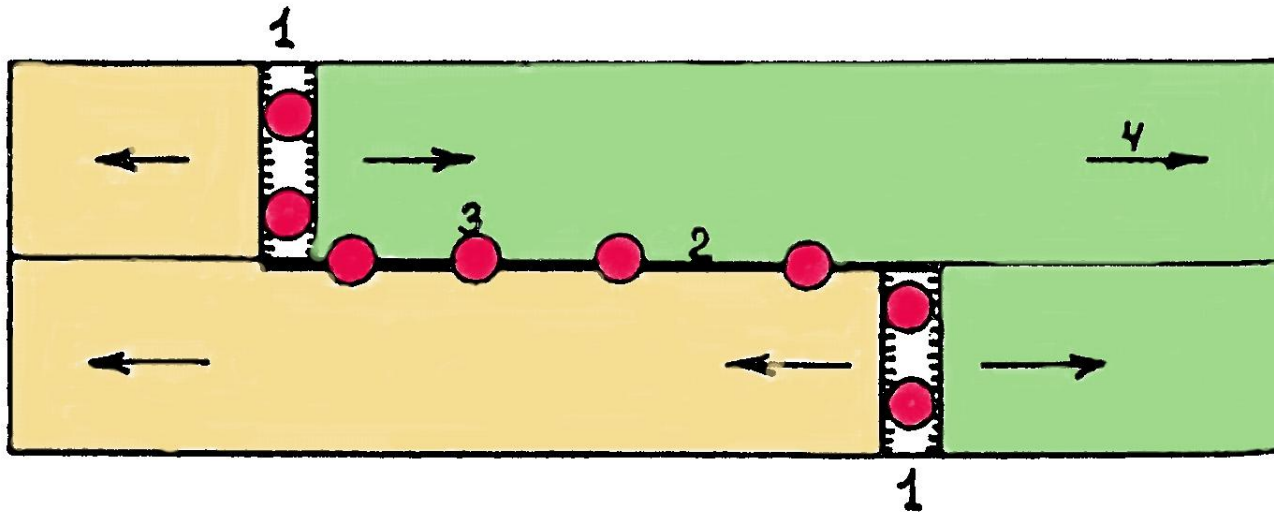


Трансформные разломы смещают в горизонтальном направлении осевые рифты срединных хребтов, иногда на первые сотни километров.

Трехмерное изображение Срединно-Атлантического хребта между 7 и 5⁰с. ш. по А.О.Мазаровичу



Собственно **сдвиговые**, т.е. противоположные по знаку **смещения** по трансформным разломам происходят **лишь на центральном отрезке** между пересечениями с рифтами и только на этом отрезки разлом обладает сейсмичностью (**активная часть разлома**).



Трансформный разлом. 1 — рифтовая долина, 2 — трансформный разлом, 3 — эпицентры землетрясений, 4 — направление перемещения масс

За пределами этого отрезка **смещения** происходят в **одном направлении**, но с разной скоростью (пассивная часть разлома).

Содержание лекции

- Соотношения площади океанов и континентов, глубина океанов
- История изучения Мирового океана
- Черные курильщики
- Строение дна океанов по геофизическим данным
- Главные элементы рельефа океанических бассейнов
- Срединные океанические хребты, скорости спрединга океанического дна
- Трансформные разломы
- **Глубоководные котловины океанов**
- Вулканические острова океанов, внеспрединговые океанические возвышенности и хребты
- Микроконтиненты
- Пассивные континентальные окраины
- Активные континентальные окраины

Ложе океана.

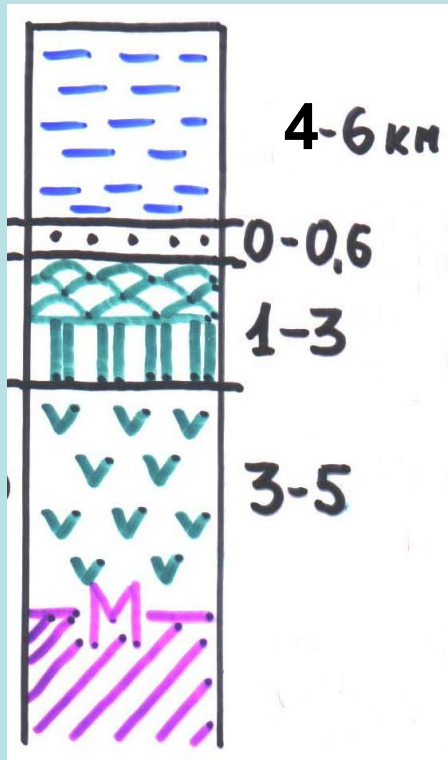
Занимает основное пространство дна Мирового океана (**более 50%**) с преобладающими глубинами более 4000 м, расположено между подножиями срединных хребтов и подводными окраинами континентов.

Крупнейшая отрицательная форма рельефа, один из главных элементов геологической структуры Земли.

Важнейшими элементами рельефа ложа океана являются **глубоководные котловины** и разделяющие их срединно-океанические хребты, пассивные части трансформных разломов, возвышенности, подводные плато и подводные горы.

Глубоководные котловины.

Котловины представляют собой **замкнутые понижения дна** более или менее изометричной формы, ооконтуренные изобатами 3000, 4000 или 5000 м. Всего в Мировом океане выделяется **292** котловины.



Кора котловин обладает **типичными** для океана строением и мощностью. **Осадочный чехол маломощный** (сотни метров), представлен преимущественно **радиоляриевыми** и **диатомовыми** илами, **красной глубоководной глиной**. В **нижней**, более древней части чехла могут появляться **пелагические карбонаты**.

Мощность 5-10 км

Глубоководные карбонатные осадки (Атлантический океан).

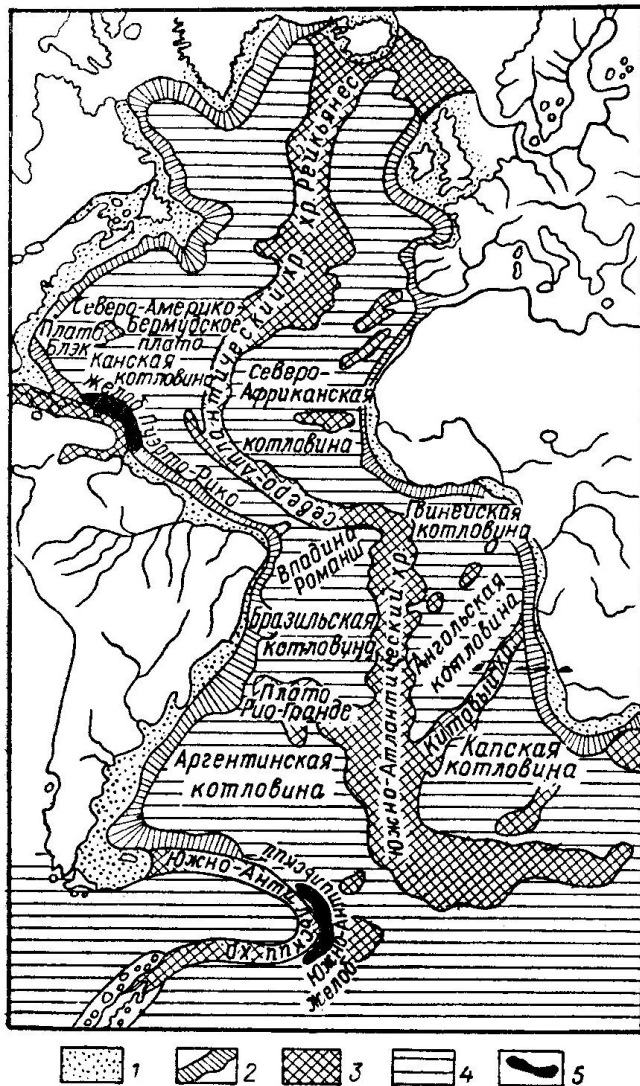


Фото - П. Мороцци
(Институт Морской
Геологии, Болонья, Италия).

Рельеф глубоководных котловин может быть весьма разнообразным.

В Атлантическом и Индийском океанах — это почти **идеально ровные поверхности** с уклонами в сотые или тысячные доли градуса (**абиссальные равнины**).

Все неровности поверхности базальтового слоя затянуты слоем осадков.



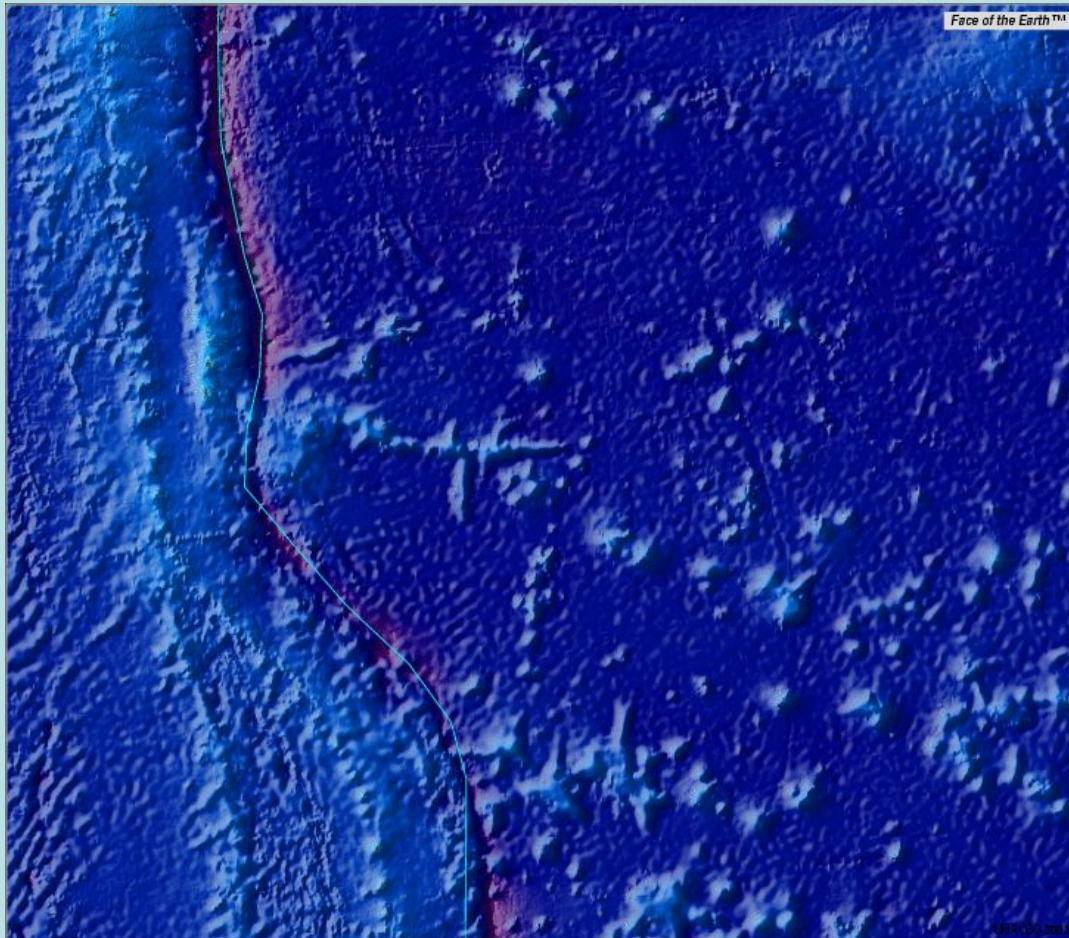
Схематическая карта рельефа дна Атлантического океана (по О. К. Леонтьеву).

1 — материковая отмель; 2 — материковый склон; 3 — подводные хребты; 4 — равнины океанических котловин; 5 — глубоководные желоба.

Содержание лекции

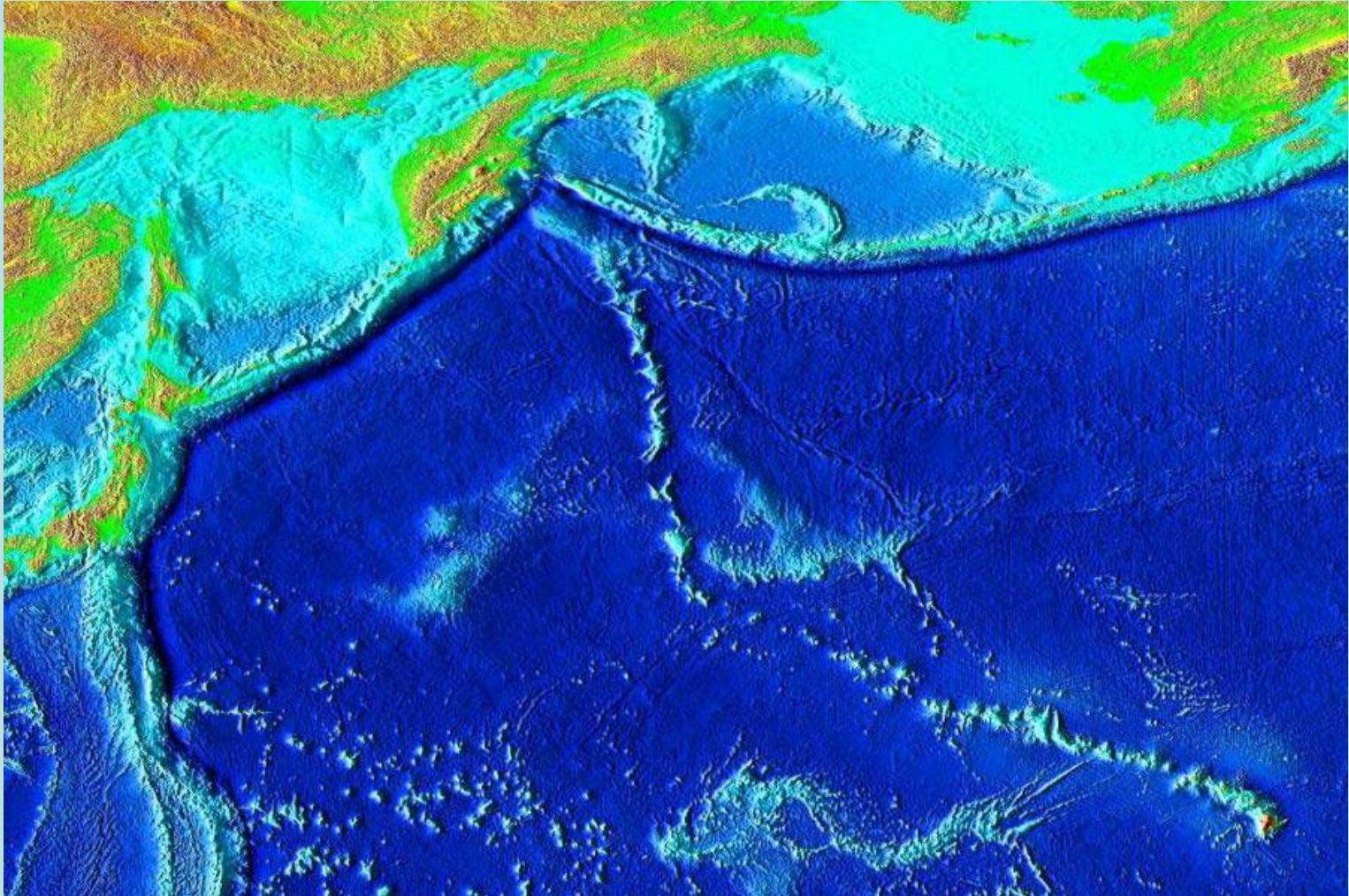
- Соотношения площади океанов и континентов, глубина океанов
- История изучения Мирового океана
- Черные курильщики
- Строение дна океанов по геофизическим данным
- Главные элементы рельефа океанических бассейнов
- Срединные океанические хребты, скорости спрединга океанического дна
- Трансформные разломы
- Глубоководные котловины океанов
- **Вулканические острова океанов, внеспрединговые океанические возвышенности и хребты**
- Микроконтиненты
- Пассивные континентальные окраины
- Активные континентальные окраины

Глубоководные котловины в **Тихом океане** характеризуются **холмистым рельефом**, обычно отражающим неровности базальтового слоя, возникшие еще во время его формирования на срединном хребте.



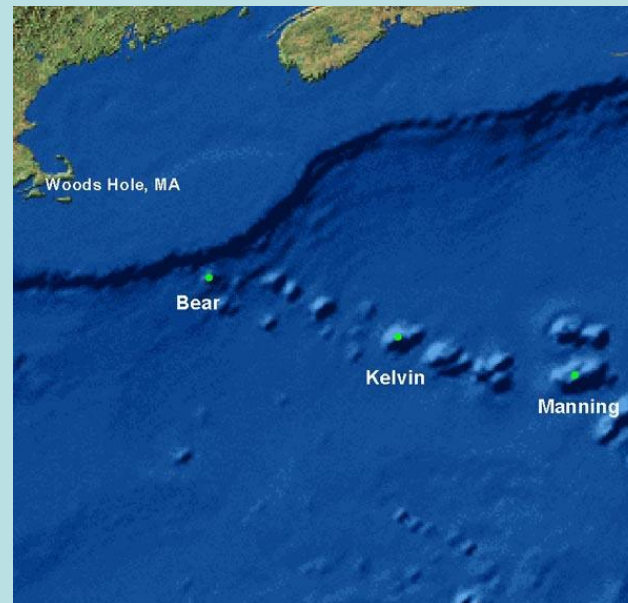
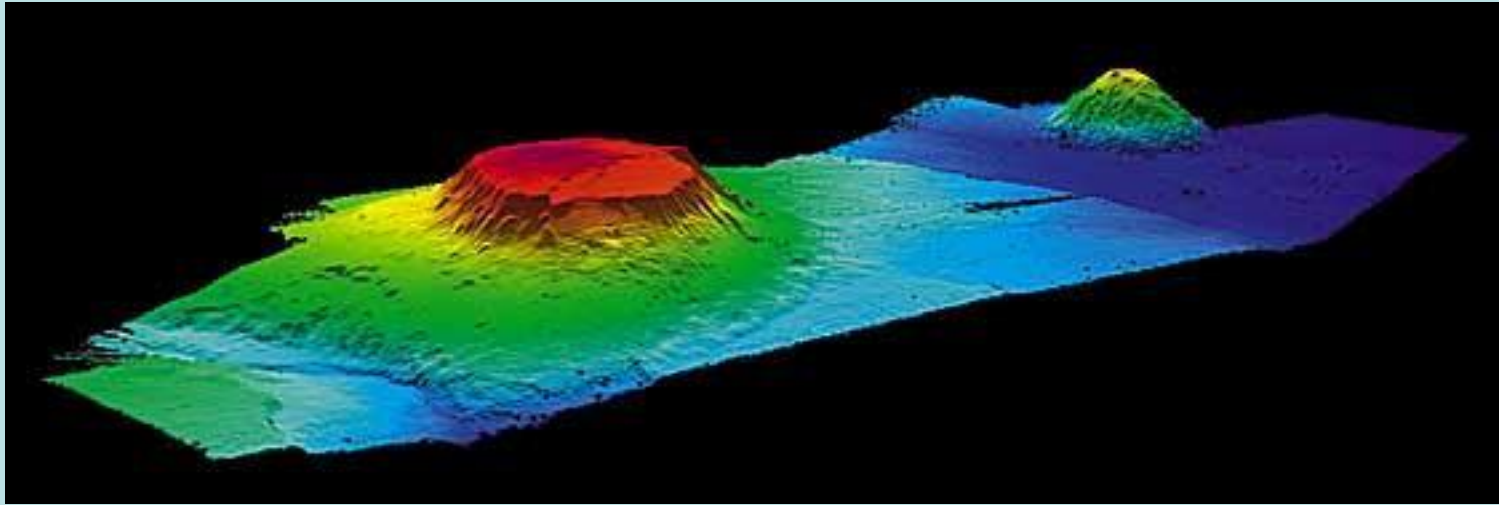
Кроме того, среди равнин Тихого океана возвышаются тысячи вулканических гор.

Некоторые выступают на поверхности в виде
вулканических островов.

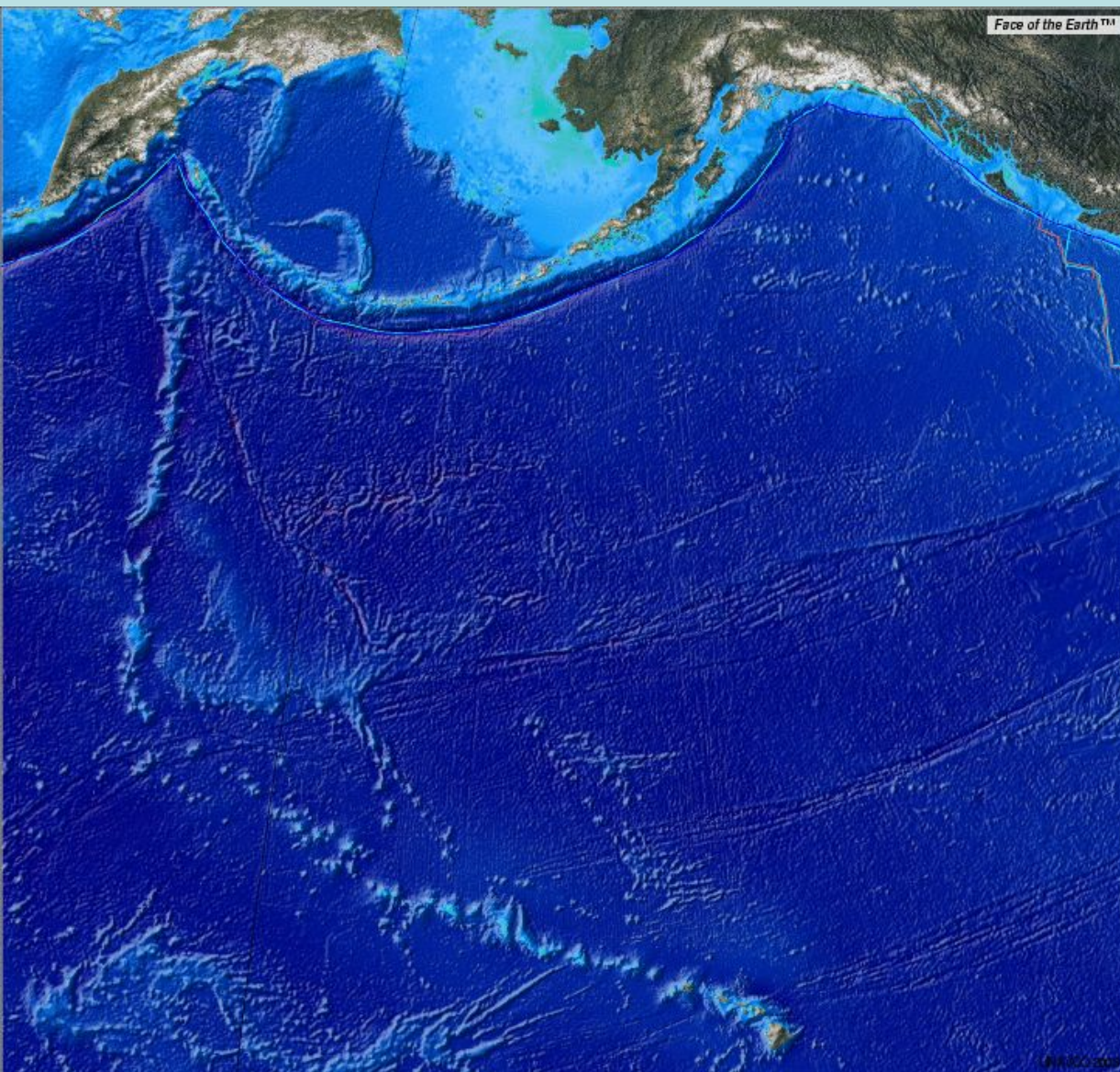


Гавайско-Императорский хребет.

Особая разновидность – **гйоты (гайоты)** – плосковершинные вулканические возвышенности, встречающиеся на глубинах до 2 км.



Сев.
Атлантика.



Рельеф глубоководных котловин Тихого океана **осложняют** также **пассивные части трансформных разломов**.

Они выражены поднятиями на дне океанов или линейными депрессиями в базальтовом фундаменте, которые заполнены осадками мощностью в сотни метров.

Океанические возвышенности и хребты.

Кроме срединно-океанских спрединговых хребтов в Мировом океане существует **большое количество крупных подводных возвышенностей и хребтов иного происхождения**, разделяющих глубоководные котловины.

Поднимаются над смежными котловинами на **2-3 км**, наиболее возвышенные участки образуют подводные банки, острова, архипелаги островов.

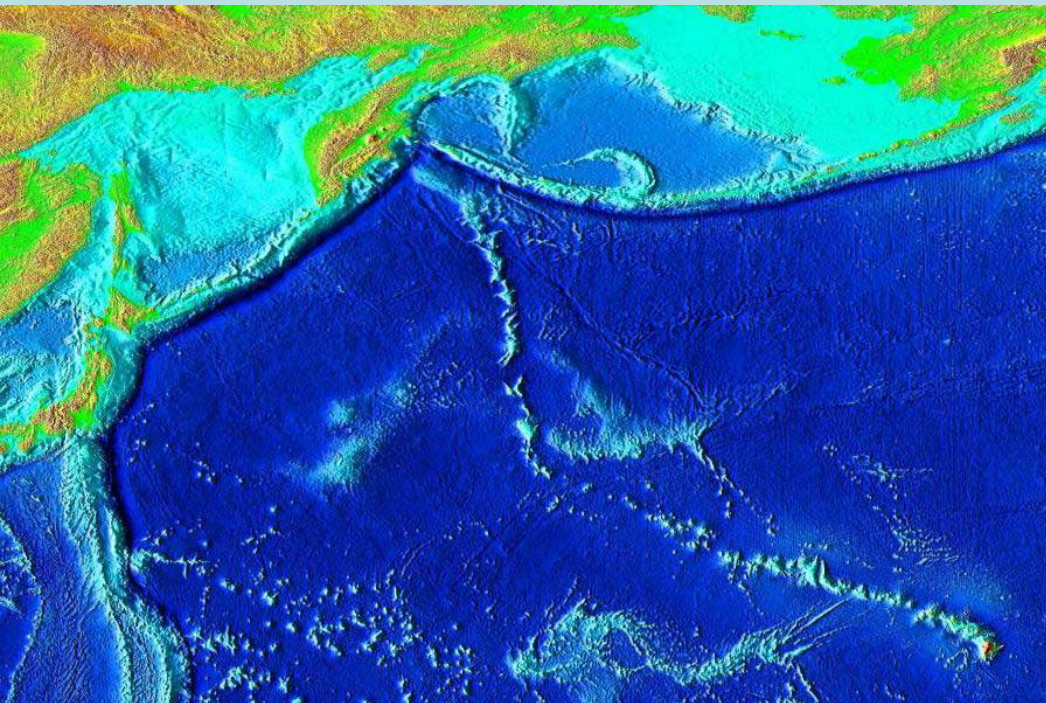
Обладают **утолщенной до 20-30 км** (Исландия – 40 км) **океанской корой** (в основном за счет второго слоя).

Осадочный слой достигает мощности **1-1,5 км**, благодаря тому, что **свод поднятий находится выше глубины растворения карбонатов**.

Для большинства очевидно **вулканическое происхождение**.

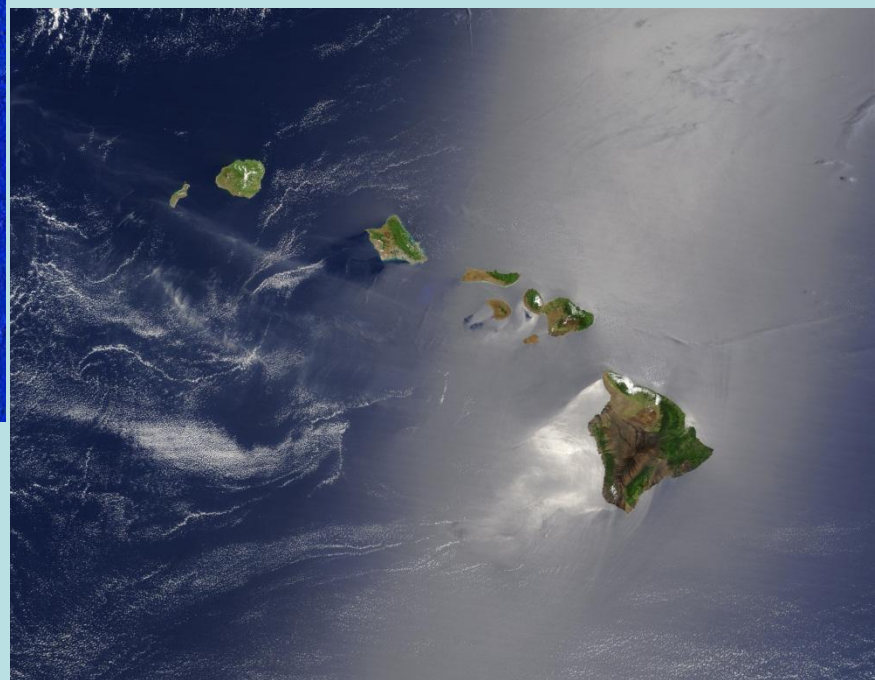
По морфологии (видимо, и по происхождению) может быть выделено несколько типов.

Линейные архипелаги.

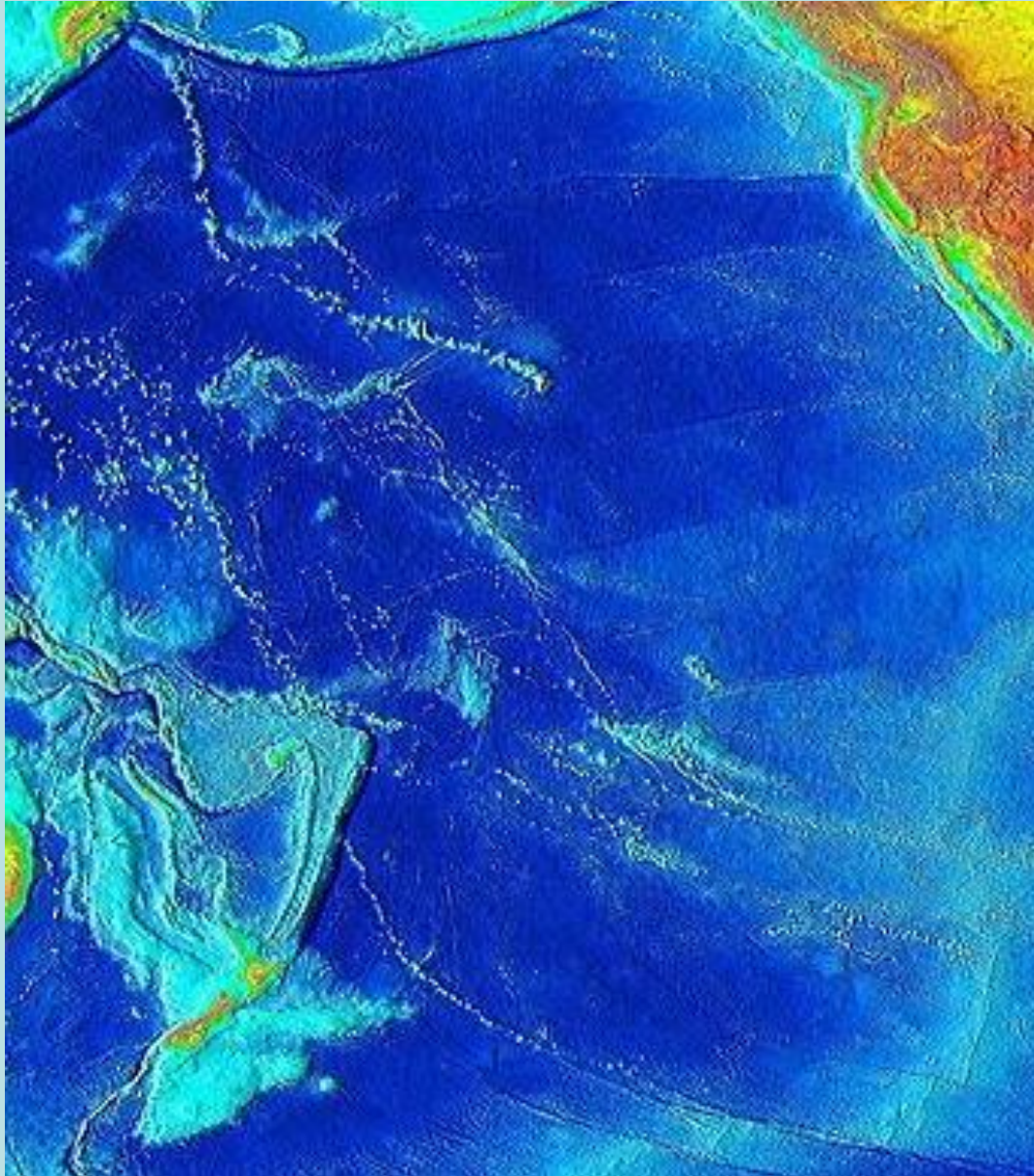


Гавайско- Императорский хребет.

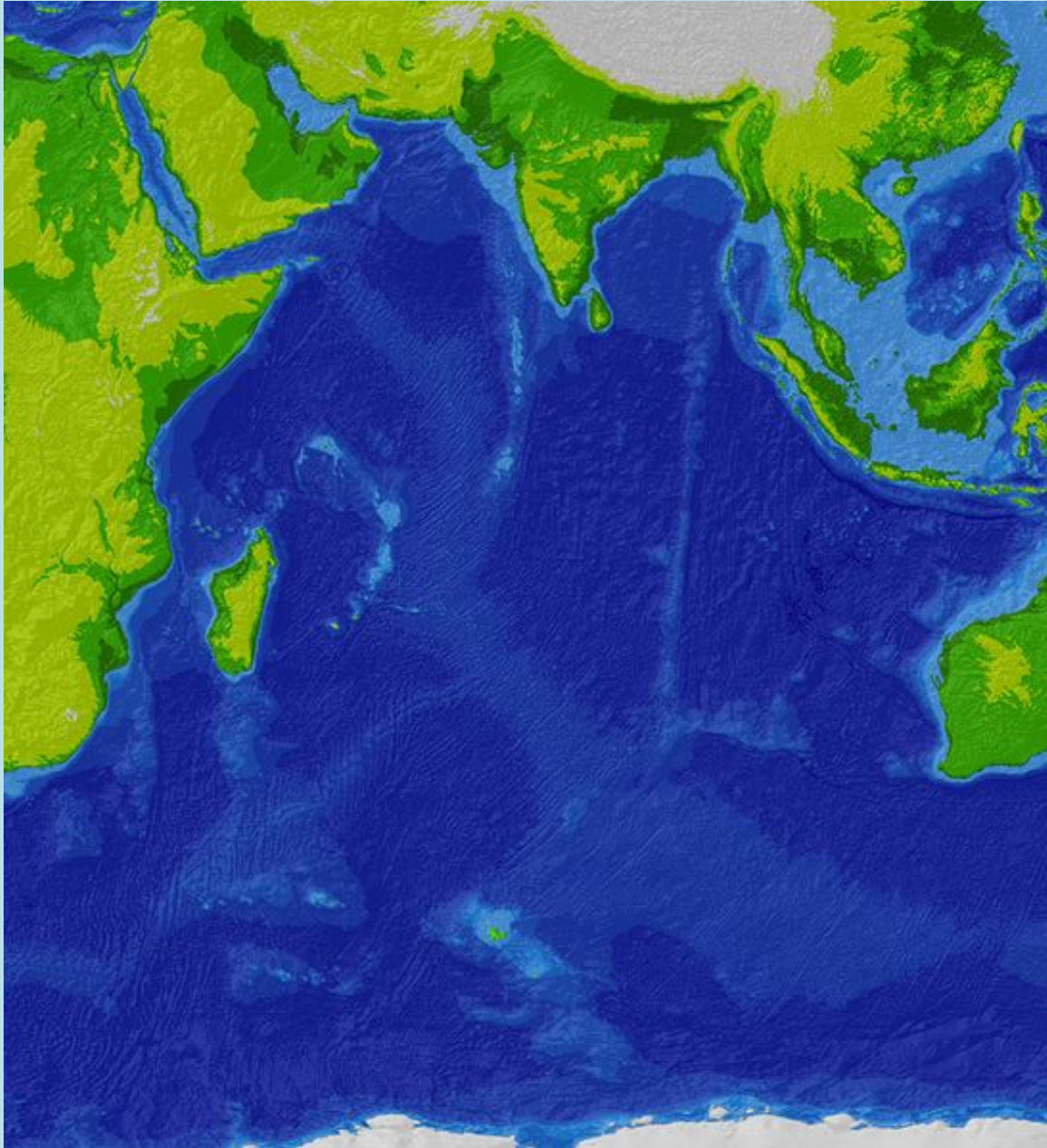
Тихий океан.



Другие линейные хребты Тихого океана.



Индийский океан.



Восточно-Индийский хребет (Хребет 90°).

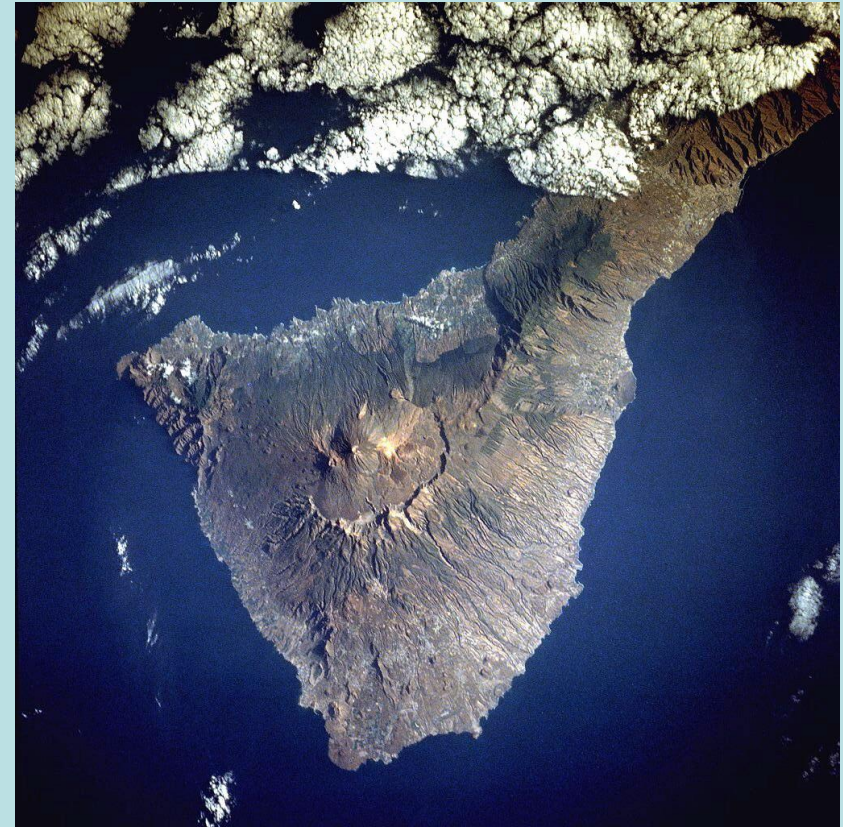
Мальдивский хребет.



Мальдивы.

Атлантический океан.

Канарские острова.



о. Тенерифе.

влк. Пико дель Тейде



Фотография
Гребенюк
Анастасии

Изометричные группы вулканических островов.

Атлантический океан.

Острова Мадейра.



Острова Зеленого Мыса.



o. Фогу



влк. Фогу. Фото А.О. Мазаровича

Подводные изометричные поднятия

Heezen et al., 1959 – отдельные обширные (сотни – первые тыс. кв. км) относительно изометричные формы рельефа, возвышающиеся над окружающим дном на несколько сотен м, не связанные ни со срединно-океаническим хребтом, ни с материковым подножием.

Рельеф меняется от выровненного до сильно расчлененного.

Имеют большую мощность коры океанского типа (свыше 18 км).

Примеры:

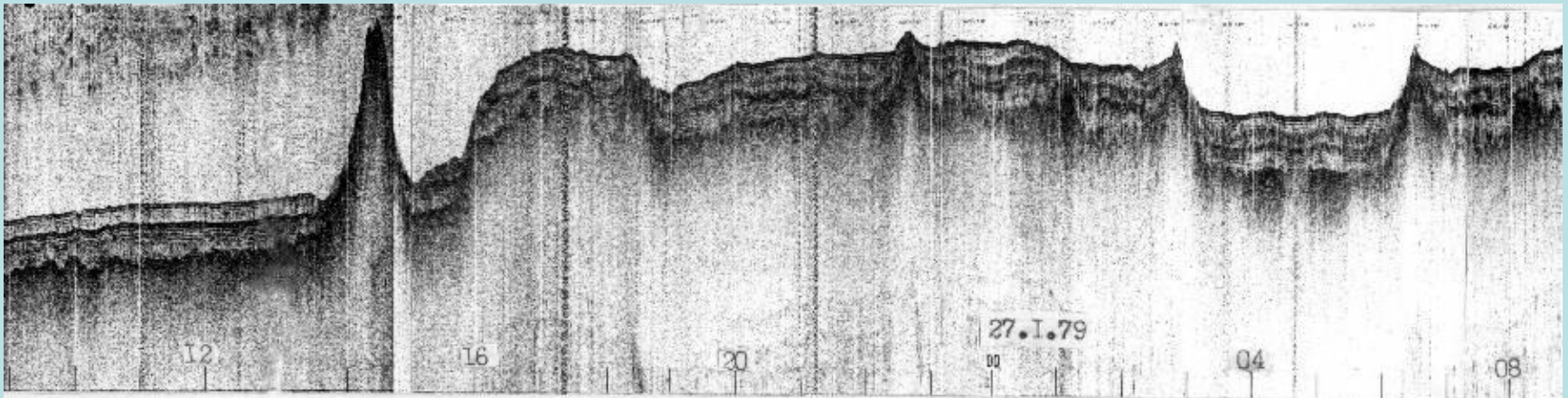
Атлантика: поднятия Сьерра-Леоне, Риу-Гранди, Бермудское.

Индийский океан: поднятие Крозе.

Тихий : поднятие Шатского, Хесса.

Все имеют вулканическое происхождение.

Доказано бурением и сейсмическими данными.



Поднятие Сьерра-Леоне

Содержание лекции

- Соотношения площади океанов и континентов, глубина океанов
- История изучения Мирового океана
- Черные курильщики
- Строение дна океанов по геофизическим данным
- Главные элементы рельефа океанических бассейнов
- Срединные океанические хребты, скорости спрединга океанического дна
- Трансформные разломы
- Глубоководные котловины океанов
- Вулканические острова океанов, внеспрединговые океанические возвышенности и хребты
- **Микроконтиненты**
- Пассивные континентальные окраины
- Активные континентальные окраины

Микроконтиненты.

Особый тип поднятий. Подстилаются типичной, но утоненной до 25-30 км континентальной корой.

Обычно обладают выровненной поверхностью, лежащей на глубинах менее 2-3 км.

Морфологически выражены подводными плато с банками иногда островами.

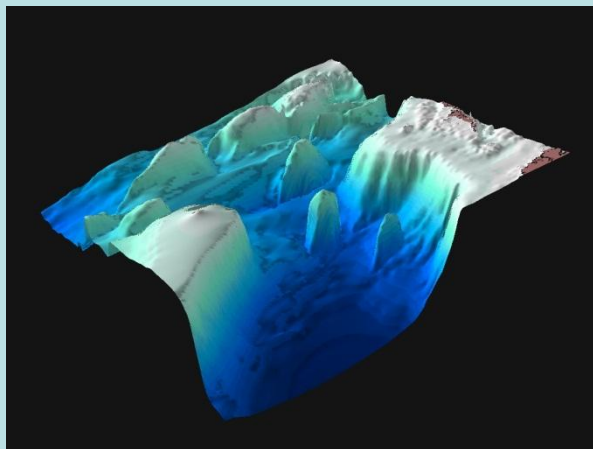
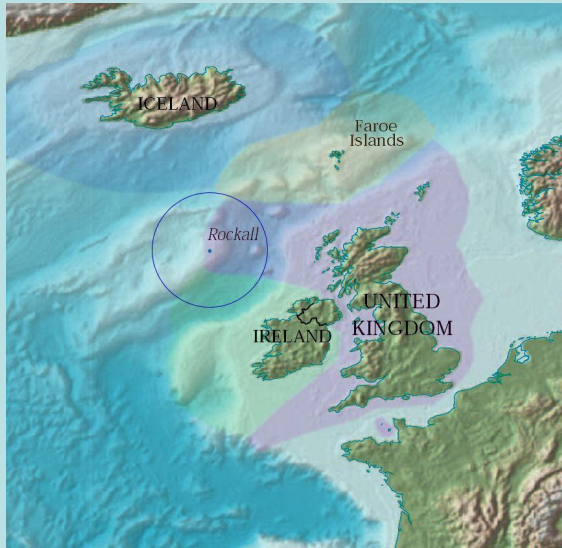
Могут непосредственно прилегать к подводной окраине континента – краевые плато.

Могут отделяться от континента узким желобом с океанской корой.

Могут быть отделены от континента широким (сотни и тысячи км) океанским пространством.

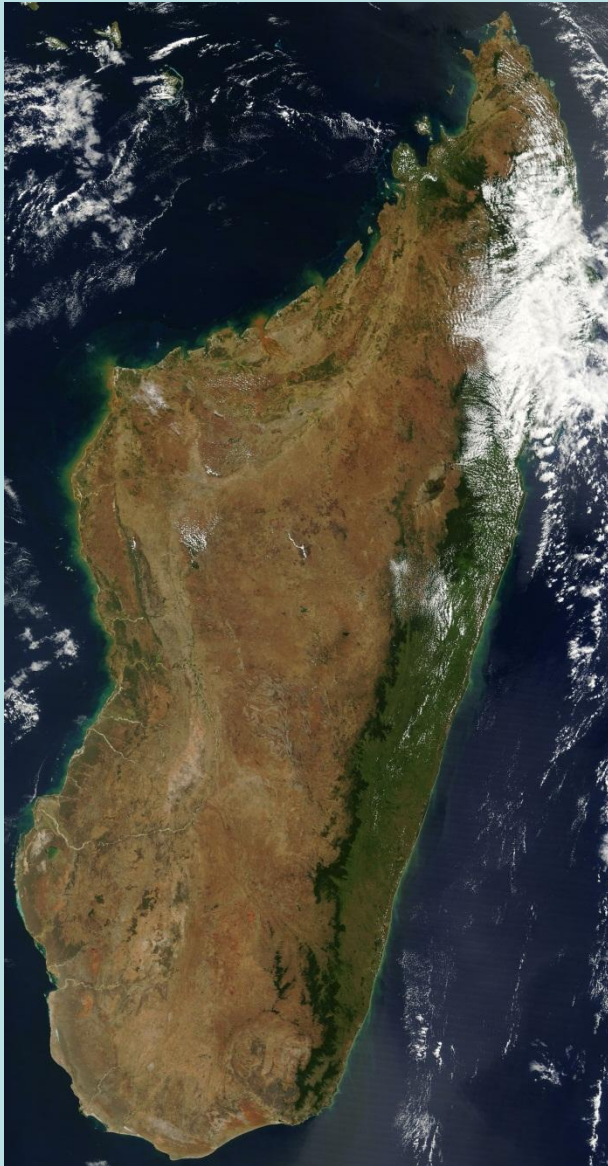
Число микроконтинентов довольно ограничено.

В Атлантике – **банка Орфан** у Ньюфаундленда, **плато Хаттон-Роколл** близ Британских островов, **Ян-Майен** к северу от Исландии.



Скала Роколл.

В Индийском – **Мадагаскар** с его южным подводным продолжением.



о. Мадагаскар.

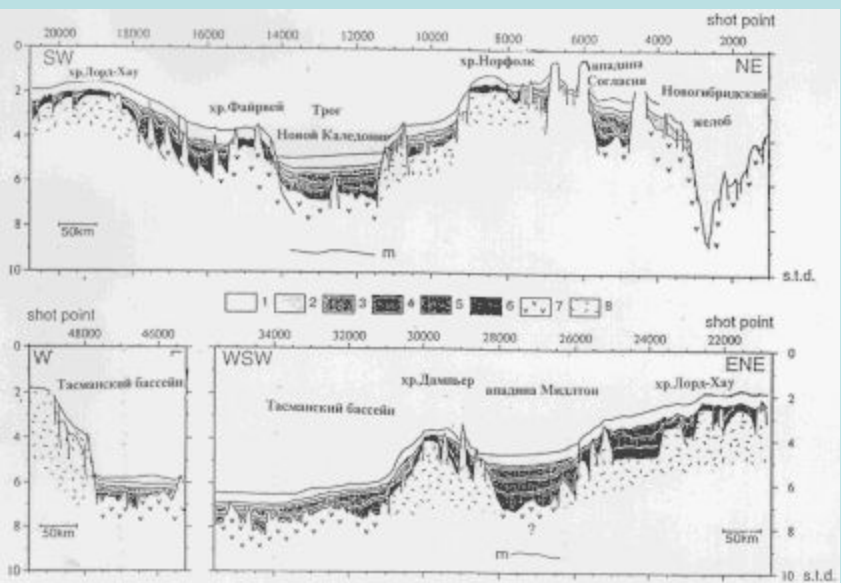
Сейшельские острова.



В Тихом океане – хребты **Лорд-Хау** и **Норфолк**, **Новая Зеландия** с Новозеландским подводным плато к востоку от неё.



о. Лорд-Хау

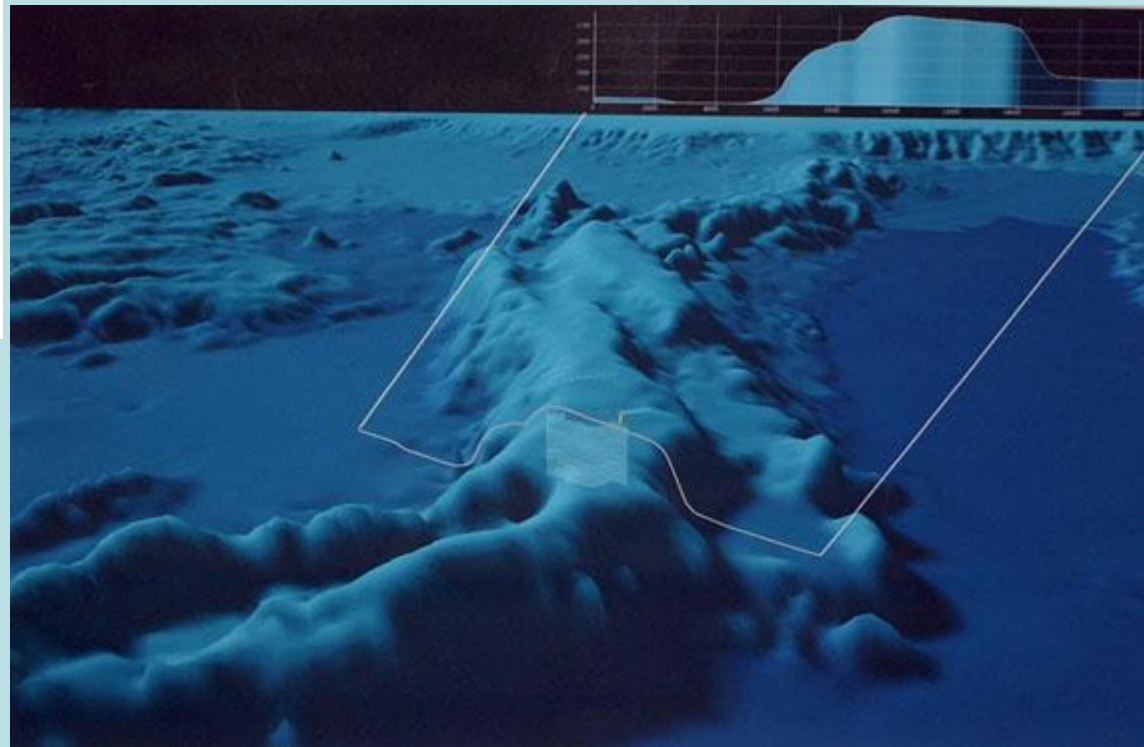
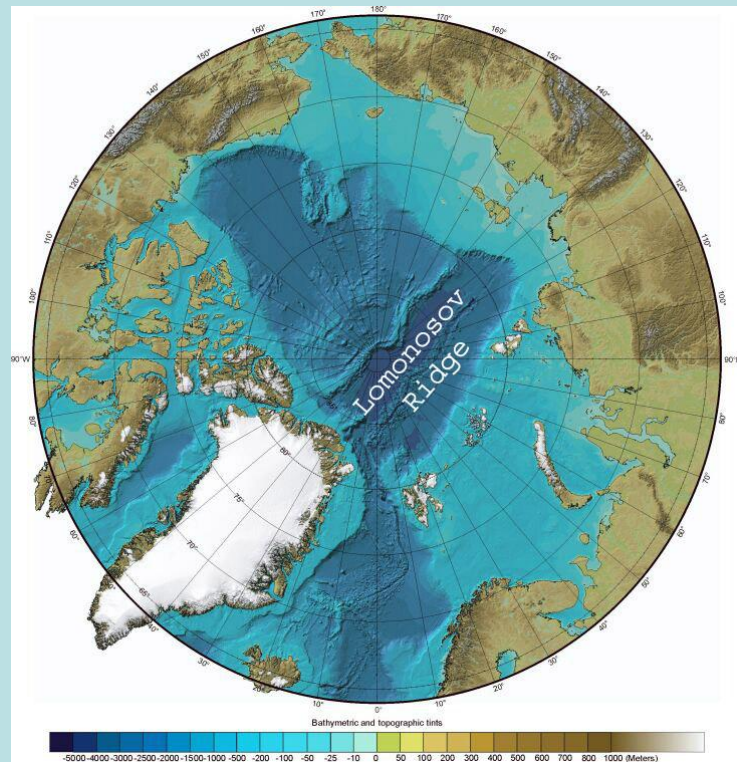


Новозеландское подводное плато.



Новая Зеландия.

В Северном Ледовитом океане – хребет Ломоносова.



Содержание лекции

- Соотношения площади океанов и континентов, глубина океанов
- История изучения Мирового океана
- Черные курильщики
- Строение дна океанов по геофизическим данным
- Главные элементы рельефа океанических бассейнов
- Срединные океанические хребты, скорости спрединга океанического дна
- Трансформные разломы
- Глубоководные котловины океанов
- Вулканические острова океанов, внеспрединговые океанические возвышенности и хребты
- Микроконтиненты
- Пассивные континентальные окраины
- Активные континентальные окраины

Области перехода континент / океан.

Занимают ~ 20% площади океанов. Имеют особое значение.

Здесь накапливается **основная масса осадков** и вулканитов,

здесь они подвергаются **наиболее интенсивным деформациям,**

здесь континентальная кора **замещается** субокеанской или океанской , а океанская **преобразуется** в континентальную.

Области перехода континент – океан – **основные зоны нефтегазонакопления.**

Континентальные окраины.

С позиции тектоники плит их подразделяют на:

- 1). **Пассивные** (внутриплитные, рифтового или трансформного происхождения).
- 2). **Активные** (на границе плит: субдукционные и трансформные).

Строение пассивных окраин (окраины Атлантического типа).



Атлантическая
окраина.

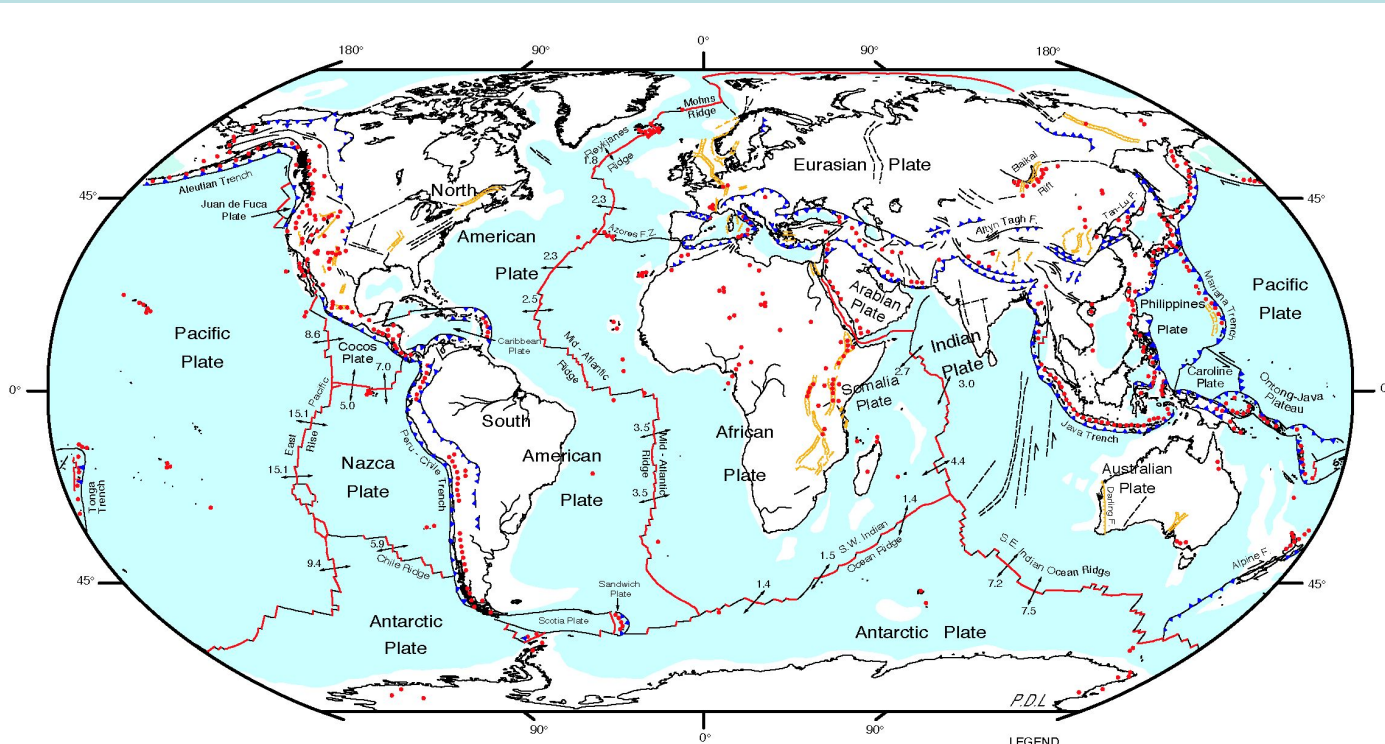


Эдуард Зюсс
(1831-1914)



Тихоокеанская
окраина.

Главная особенность пассивных окраин – их внутриплитное положение, низкая сейсмическая и вулканическая активность, отсутствие глубинных сейсмофокальных зон.



GLOBAL TECTONIC ACTIVITY MAP OF THE EARTH
Tectonism and Volcanism of the Last One Million Years
DTAM - 1



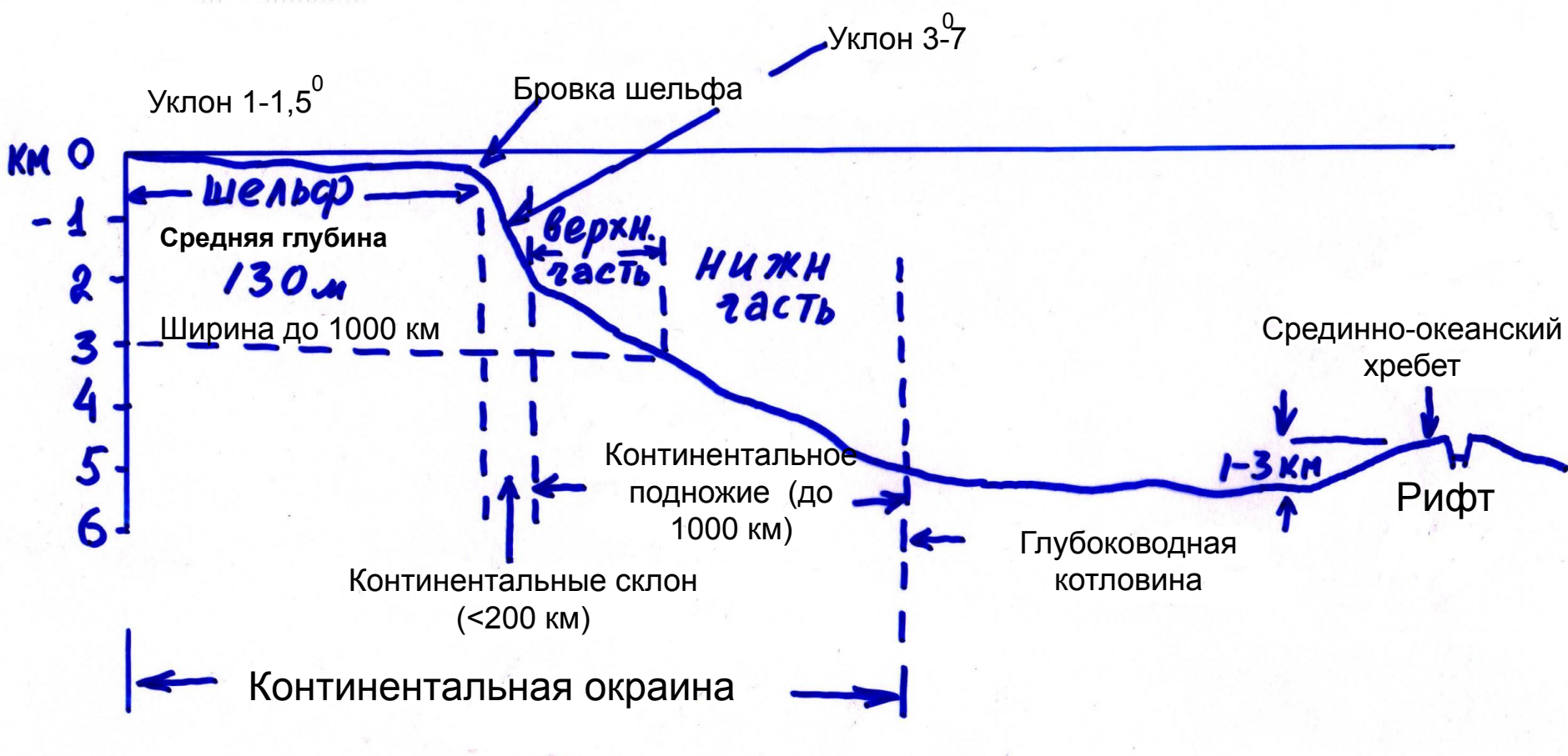
NASA/Goddard Space Flight Center
Greenbelt, Maryland 20771

Robinson Projection
 Mainly oceanic crust
 Mainly continental crust
 October 2002

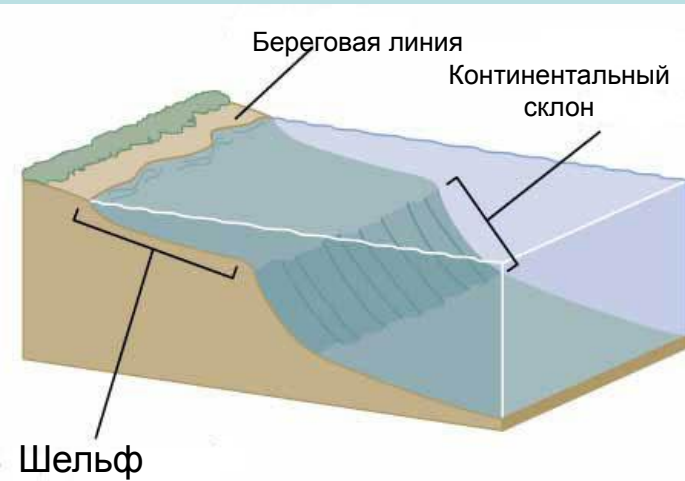
LEGEND
— Actively-spreading ridges and transform faults
1.4 Total spreading rate, cm/year
— Major active fault or fault zone; dashed where nature, location, or activity uncertain
— Normal fault or rift; hachures on downthrown side
— Reverse fault (overthrust, subduction zones); generalized; barbs on upthrown side
••• Volcanic centers active within the last one million years; generalized. Minor basaltic centers and seamounts omitted.

Пассивные окраины характерны для молодых океанов: Атлантического, Индийского и Северного Ледовитого.

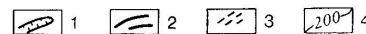
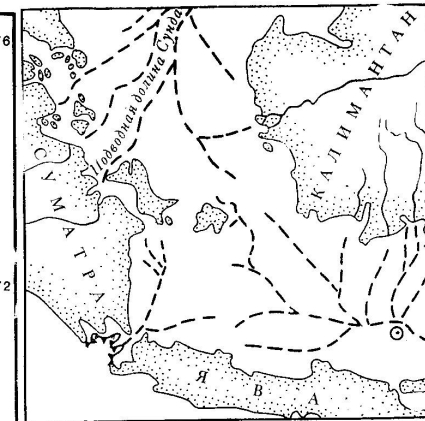
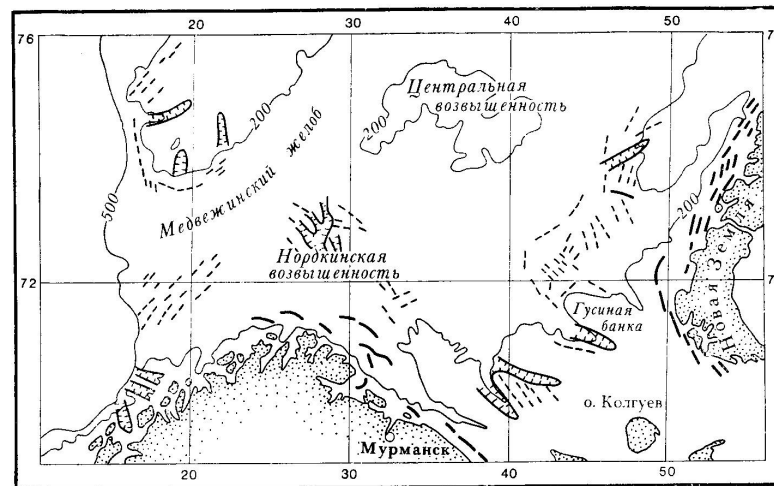
В строении типичных пассивных окраин всегда выделяются три главных элемента: 1) шельф; 2) континентальный склон; 3) континентальное подножие.



Шельф – подводное продолжение прибрежной равнины материка. Обладает пологим ($1-2^{\circ}$) наклоном в сторону океана. Ширина изменчива, максимальная у арктического побережья России.

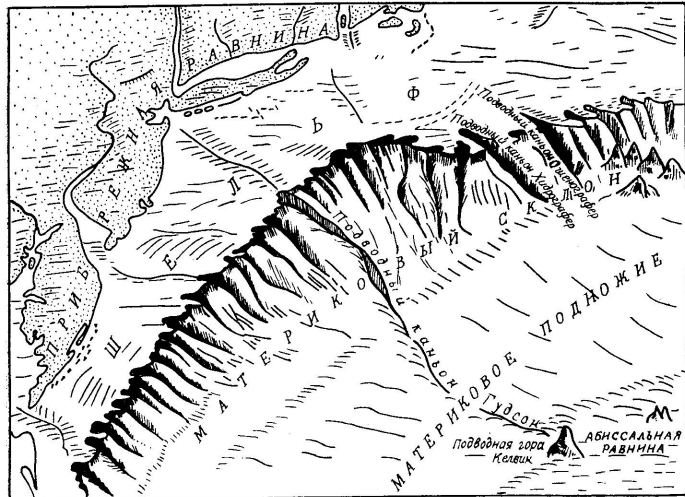


Поверхность шельфа – обычно **аккумулятивная равнина**. В его пределах встречаются древние береговые линии затопленных морских террас, подводные продолжения речных долин и другие формы рельефа континентального или прибрежно-морского происхождения.



Реликтовый субазальный рельеф на шельфе; слева — ледниковый рельеф на дне Баренцева моря (по Матишову, 1977); справа — затопленные речные долины Яванского шельфа:
 1 — ледниковые долины, 2 — молодые моренные образования, 3 — древние моренные образования; 4 — изобаты

Континентальный склон – узкая (< 200 км) полоса дна с крутым уклоном ($3-7^{\circ}$), иногда ступенчатого строения, что связано с разрывами.



Атлантическая подводная окраина Северной Америки: шельф, материковый склон с каньонами и материковое подножие

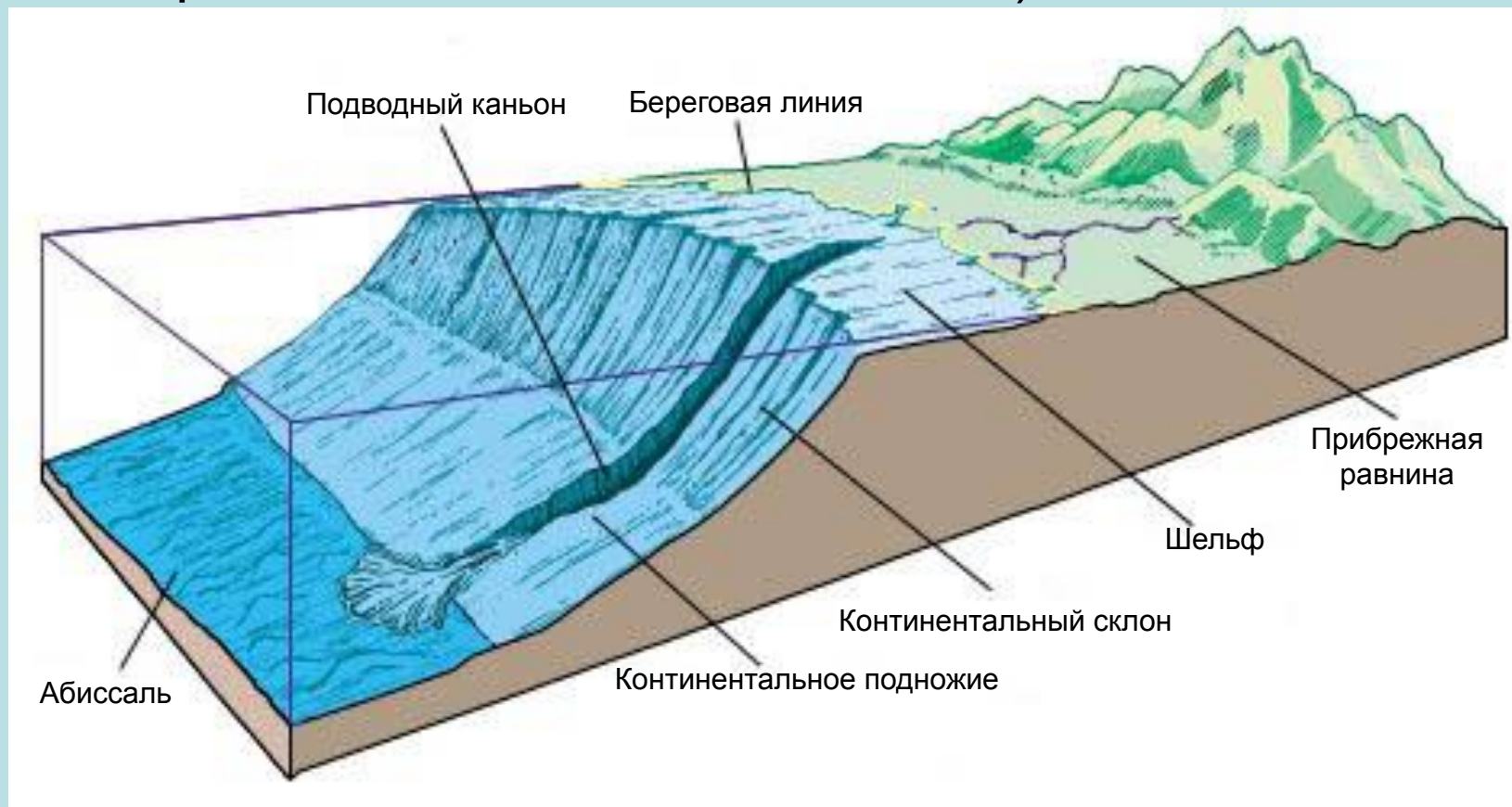
Поверхность изрезана **подводными каньонами** глубиной до 1000 и более метров.

Каньоны начинаются у бровки шельфа, выходят в пределы континентального подножия и на ложе океана.

Часть каньонов – подводное продолжение крупных речных долин. Большинство – результат придонных мутьевых потоков, возникающих при землетрясениях, ударах цунами, резкого стока воды с суши.

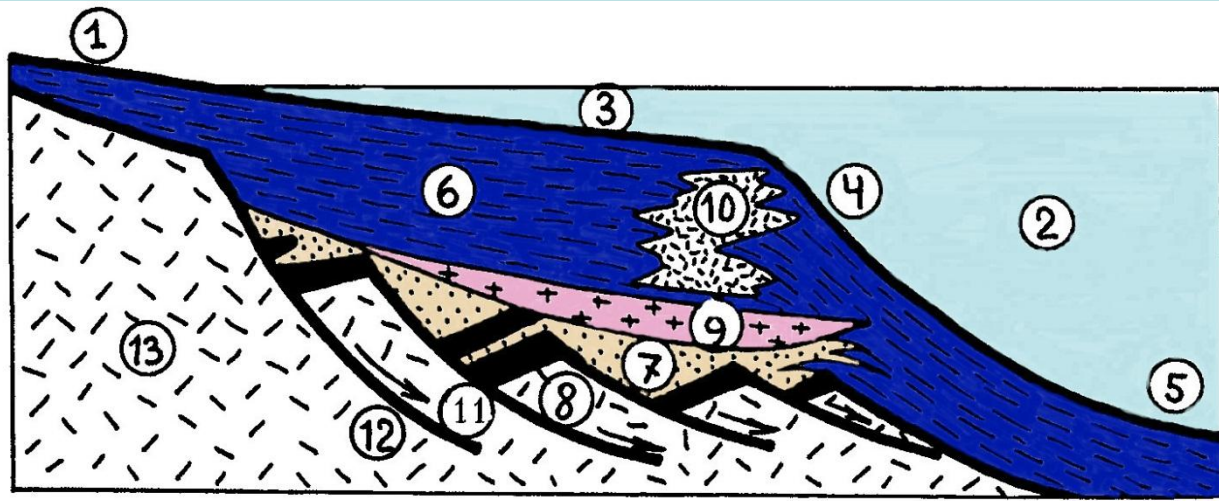
Высокая плотность потоков, их большая скорость – значительная эродирующая способность.

Континентальное подножие – ширина до 100 км (Индийский океан). Наклонено в сторону глубоководной котловины (круче, чем шельф, но много положе, чем склон).



Основная область разгрузки обломочного и взвешенного материала, приносимого с суши. Мощность осадков до 15 км.

Строение пассивной окраины.



Пассивная континентальная окраина: 1 — суша, 2 — океан, 3 — шельф, 4 — континентальный склон, 5 — континентальное поднятие, 6 — морские осадки, 7 — континентальные осадки, 8 — базальты, 9 — каменная соль, 10 — рифовый массив, 11 — направление смещения блоков, 12 — листрические сбросы, 13 — континентальная кора

1) Шельфы обычно подстилаются утоненной (25-30 км) континентальной корой.

2) Верхняя часть коры — чередование горстов и грабенов, заполненных континентальными обломочными осадками.

3) На континентальных осадках несогласно залегают лагунные отложения (эвапориты).

4) Выше эвапориты сменяются нормально-морскими, сначала мелководными, а затем и более глубоководными отложениями.

В аридном климате на бровке шельфа растут карбонатные барьерные рифы (пример, Большой Барьерный риф Северо-Восточной Австралии).

Континентальные склоны и внутренние части континентальных подножий (continental rise) подстилаются переходной или субокеанской корой, т.е. резко утоненной, переработанной и частично пронизанной дайками основных магматических пород первично континентальной корой.

Граница этой переходной коры и собственно океанской проходит в средней части континентального подножия.

Активные континентальные окраины (окраины Тихоокеанского типа).

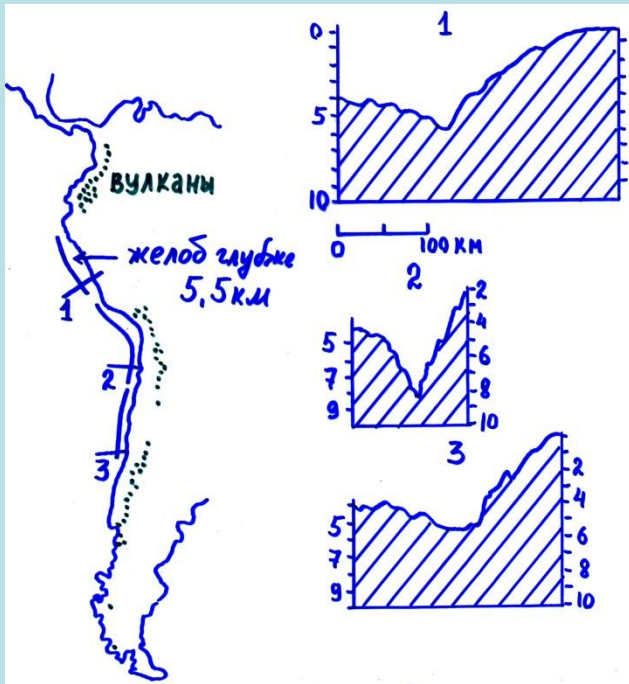
Имеют гораздо более сложное строение и развитие.

Главная особенность – наличие активной наклонной сейсмофокальной зоны, с которой связаны и сейсмичность, и магматическая деятельность, и складчато-надвиговые деформации и метаморфизм.

Среди активных окраин четко выделяется два типа:

- 1) Приконтинентальный (или восточно-тихоокеанский).
- 2) Островодужный (или западно-тихоокеанский).

Приконтинентальный (восточно-тихоокеанский) тип.

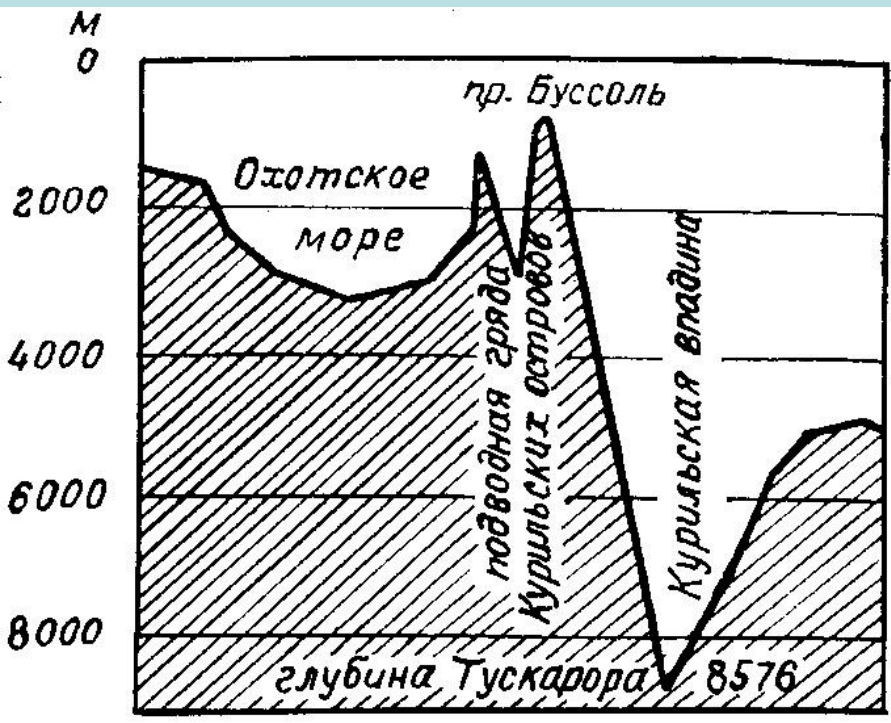


Построен просто. Переход от глубоководного желоба к континенту выражен крутым **внутренним склоном желоба**, который **одновременно является континентальным склоном и узким шельфом**. Ширина всей зоны около 200 км. Край континента приподнят и надстроен вулканоплутоническим поясом. Типичный пример, тихоокеанская окраина Южной Америки (Анды), отсюда другое название **андский тип активной окраины**.

Батиметрические профили у берегов Южной Америки.



Островодужный (западно-тихоокеанский) тип.

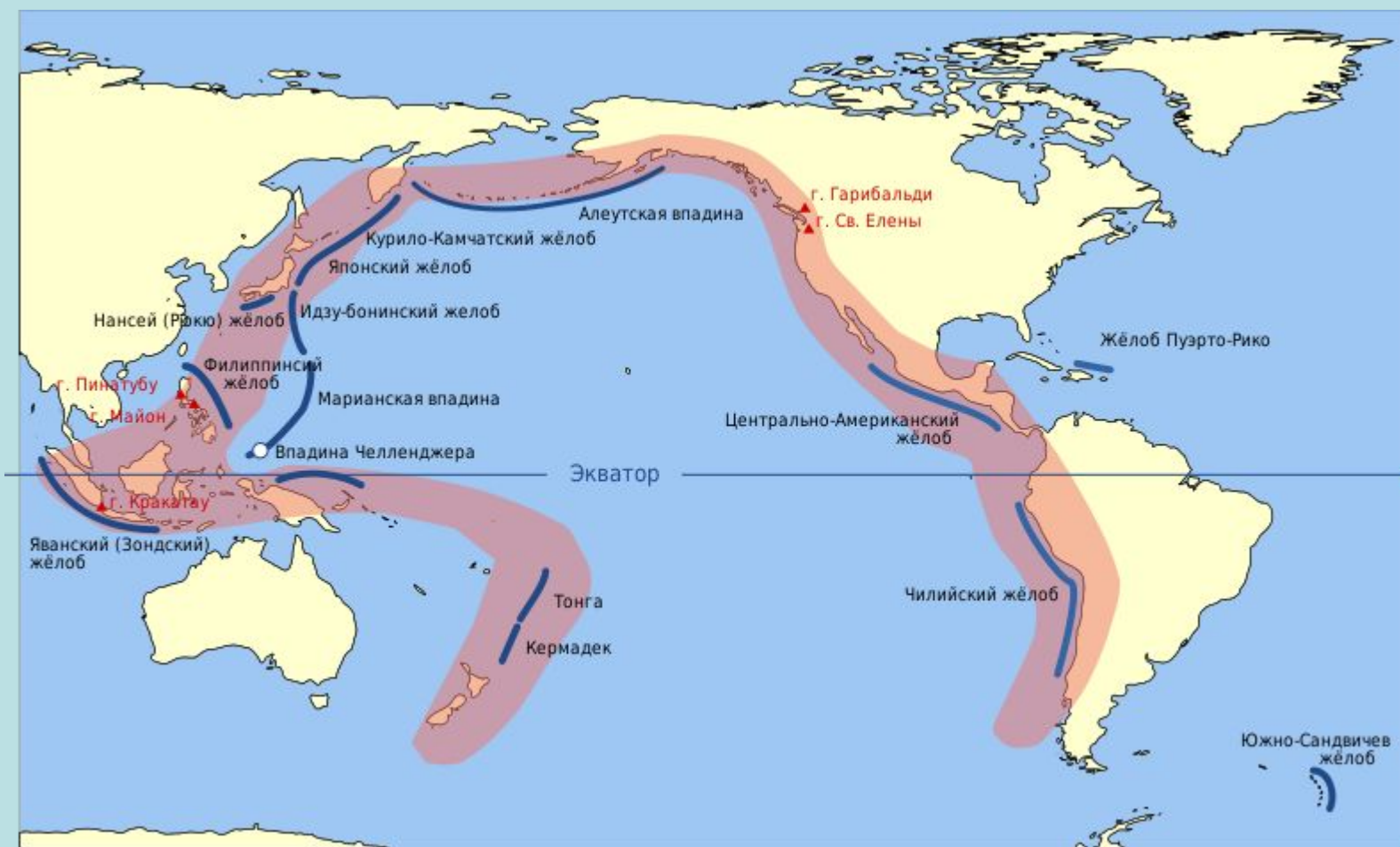


Батиметрический профиль через Курильскую островную дугу (по О.К. Леонтьеву).

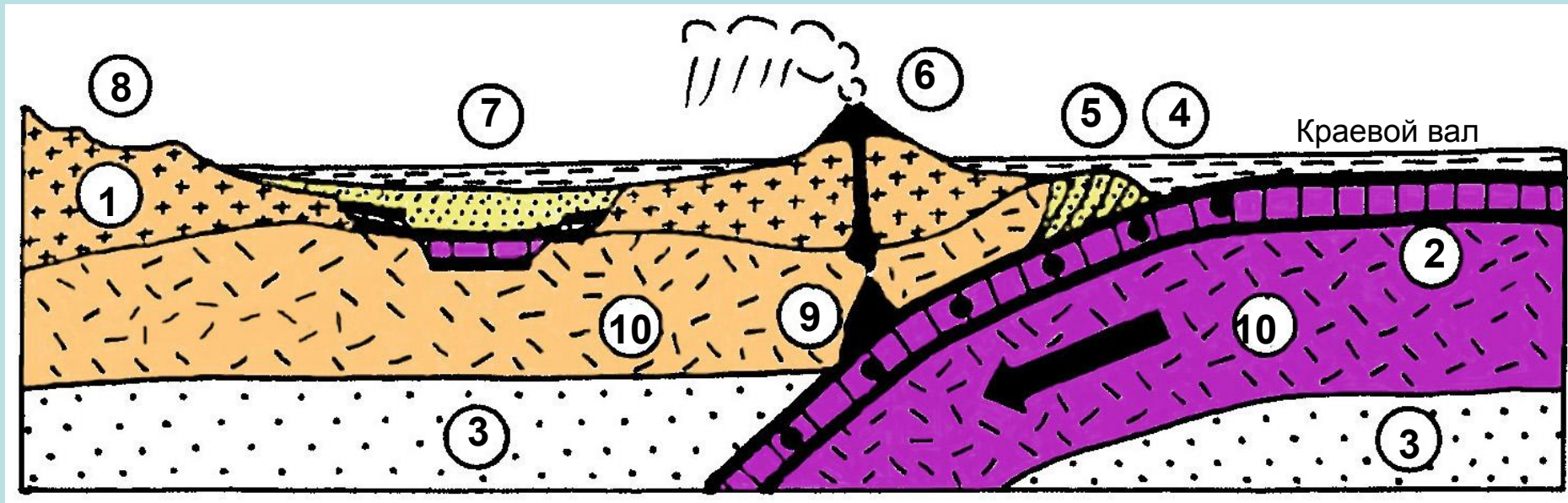
Включает следующие элементы:

- 1) собственно континентальная окраина (мало отличается от пассивной, но более узкая),
- 2) глубоководная котловина окраинного моря,
- 3) вулканическая островная дуга,
- 4) глубоководный желоб,
- 5) краевой вал океанской литосферы.

В настоящее время этот тип окраины наиболее полно развит в **западной части Тихого океана**, включая **Зондскую дугу** Индонезийского архипелага, а также расположенные между Тихим и Атлантическим океанами **Антильско-Карибскую область** и область **моря Скотия (Скоша)**.



Строение островодужной активной окраины



- 1) континентальная литосфера; 2) океанская литосфера;
- 3) астеносфера; 4) глубоководный желоб (внешний склон – 5° , внутренний – $10-20^\circ$); 5) аккреционный клин;
- 6) вулканическая островная дуга (50-300 км от желоба);
- 7) окраинное море; 8) континентальная суша;
- 9) первичный магматический очаг;
- 10) надастеносферная мантия.

Заключение

- Океаны занимают $2/3$ площади Земли
- Значительный прогресс в изучении Мирового океана заложил основы современной геологической парадигмы – тектоники литосферных плит, получившей мощное развитие с начала 1970-х годов в становлении нового направления «Геодинамика» - науки о процессах, протекающих на Земле, и о силовых полях, проявляющихся в этих процессах.
- В отличие от океанов, геодинамика континентов остается слабо разработанной дисциплиной.