

Магматизм океанов



Петрография II слоя океанической коры

Плечов Павел Юрьевич,
проф. каф. петрологии МГУ



Лекторы

Татьяна Ивановна Фролова (1922-2007), профессор каф. петрологии, д.г.-м.н., академик РАЕН

Читала лекции по курсу с момента основания каф. литологии и морской геологии в 1984 г. по 2001 г.

Павел Юрьевич Плечов (1967-...), профессор каф. петрологии, д.г.-м.н.,

Читает лекции по курсу с 2002 г.

Е-mail: pavel@web.ru

Тел.: 939-18-41

комн. Ц-03 (лев.ус)



Страница курса в Интернете

Геологический факультет МГУ:Магматизм океанов — wiki.web.ru - Mozilla Firefox

Файл Правка Вид Журнал Закладки Инструменты Справка

http://wiki.web.ru/wiki/Геологический_факультет_МГУ:Магматизм_океанов

Самые популярные Начальная страница Лента новостей

Геологический факультет МГУ:Магматизм океанов

Все о Геологии Геовикипедия
wiki.web.ru

Поиск по геол. сайтам

Все о геологии Конференции: Календарь / Материалы Каталог ссылок Словарь Форумы В помощь студенту Последние поступления

Навигация

- Главная страница
- Тематический каталог
- Библиотека GeoWiki
- Свежие правки
- Новые статьи
- Популярные статьи
- Требуемые страницы
- Случайная статья
- Справка
- Авторское право

Личные инструменты

- Pavel
- Моя страница обсуждения
- Мои настройки
- Мой список наблюдения
- Мой вклад
- Завершение сеанса

Инструменты

- Ссылки сюда
- Связанные правки
- Загрузить файл
- Спецстраницы
- История

Геологический факультет МГУ:Магматизм океанов

Материал из GeoWiki - открытой энциклопедии по наукам о Земле.

Краткий курс, читающийся на [Геологическом факультете МГУ](#) для групп 519(литология), 525(морская геология), магистрантов первого года обучения по специальностям "литология", "морская геология", "историческая и региональная геология".

- Лектор: [Павел Юрьевич Плечов](#)
- Объем курса: 24 часа (10 лекций, 2 семинарских занятия)
- Форма отчетности: зачет
- Осенний семестр
- Лекции и семинары проходят с 1 октября по 25 декабря по средам, с 10:50 по 12:25, в ауд.604 Главного Здания МГУ.

Материалы: [править]

- [Материалы по курсу](#)
- [Магматические формации современных геодинамических обстановок. Материалы к лекциям А.А.Арискина](#)

Презентации, подготовленные студентами по материалам лекций в 2007 году

- Лекция 1 - Общие сведения о геологии и тектонике океана
- Лекция 2 - Классификация эффузивных пород и вулканических серий
- Лекция 7 - Вторичные изменения базальтов в подводных условиях, гальмиролиз и рудообразование
- Лекция 12 - Происхождение и эволюция океанов

Литература [править]

- [Фролова Т.И., Бурикова И.А. "Магматические формации современных геотектонических обстановок", М."Изд.МГУ", 1997, 320 с.](#)
- [Классификация магматических \(изверженных\) пород и словарь терминов \(рекомендации подкомиссии по систематике изверженных пород](#)

Готово

И 152
293

$\frac{11}{111}$

НАКАЗЪ

БЛАГОРОДНОМУ ВОСПИТАННИКУ.

18 ————— 38
25

МОСКВА.

ВЪ УНИВЕРСИТЕТСКОЙ ТИПОГРАФИИ.

1836.



Фр. 31-4283

§ 5. Пришедъ домой, по окончаніи классовъ, долженъ ты все вновь пройденное тамъ повторить по имѣющимся у тебя учебнымъ книгамъ; класныя записки пересмотрѣть, опущенное въ нихъ добавить, и всякую ошибку поправить. Не оставляй повторять и старыхъ уроковъ по всѣмъ предметамъ ученія, или назначивъ для сего особый день недѣли, или размѣстивъ такое повтореніе по всѣмъ днямъ.

Студенты 2002 г.



Слева направо: Водомерова Марина А. (525), Шумилина Маша В. (519), Тищенко Илья (525), Гаврилов Сергей (спереди), Никульшин Александр (сзади), Орлов Сергей, Сирачков Филипп (519), Клочков Анатолий (525)

Студенты 2007 г.



Слева направо: Спиридонова Варя, Гурин Роман, Андреева Надя, Кутукова Наталья, Шарапова Александра, Макеева Юлия, Косенко Алена, Шао Минцзюань.

Структура курса

План лекций "Магматические породы океанической коры"

Общие сведения о геологии и тектонике океана, данные о коре, строение слоев и мощности классической офиолитовой последовательности, типы границ плит (дивергентные, конвергентные, трансформные), основные геотектонические обстановки в океанах (срединно-океанические хребты, внутриплитные рифты, островные дуги, активные континентальные окраины, задуговые бассейны, океанические острова, зоны внутриплитной активизации, горячие точки).

Вещественный состав. Классификация эффузивных горных пород. Минералогия, химизм главных элементов, режим летучих компонентов. Типы серий (однородные, непрерывные, контрастные). Роль мантии и коры в формировании разных типов серий. Разделение серий по щелочности. Толеитовые и известково-щелочные тренды дифференциации. Индекс Пикока. Понятие о коэффициентах распределения (K_d), когерентных и некогерентных элементах. Селективное фракционирование элементов-примесей. Геохимические группы элементов (крупноионные литофильные, высокозарядные, сидерофильные, летучие и др.). Построение нормированных диаграмм (спайд-диаграмм). Геохимически значимые изотопные системы, фракционирование стабильных изотопов, радиогенные системы, короткоживущие космогенные изотопы.

Структура курса

Магматизм океана. Место магматических пород в общей системе магматизма.

Генетические серии магматических пород: толеитовая, субщелочная, щелочная, известково-щелочная. Строение двух типов СОХ (медленного и быстрого спрейдинга), переходы СОХ на континент. Глубинное строение океана: тепловой поток, типы мантийных резервуаров. Механизмы плавления мантии: 1) за счет прогрева, 2) адиабатическая декомпрессия, 3) инициализированное флюидом. Степень плавления мантии и ее влияние на состав первичных расплавов.

Офиолитовая формация СОХ. Срединно-океанические хребты, их строение и особенности базальтов СОХ. Скорости спрейдинга различных участков СОХ. Строение Срединно-Атлантического хребта и Восточно-Тихоокеанского поднятия. Современные методы изучения СОХ (драгирование, сейсмика, программы бурения в океанах, стратотипные офиолитовые формации). Химизм базальтов СОХ. Понятие о TOP-1, TOP-2 (N-MORB, E-MORB, T-MORB). Модели магматизма срединно-океанических хребтов.

Описание шлифов толеитовых базальтов MORB. Описание типичных шлифов эффузивов Исландии, хр. Рейкьянес, Северо-Атлантического хребта, Галапагосского рифта, Восточно-Тихоокеанского поднятия, Западно-Австралийской котловины. Общие характерные черты, характерные для вулканитов СОХ.

Структура курса

Интрузивные породы СОХ. Геологическое положение базит-гипербазитовых океанических комплексов. Получение образцов интрузивных пород. Реситогенные и подиформные гипербазиты. Типы слоистости подиформных гипербазитов. Примеры строения древних подиформных гипербазитовых интрузивов как аналогов массивов под срединно-океаническими хребтами. Габброиды СОХ и их генетическое родство с базальтами. Комплиментарность гипербазитов с габброидами и базальтами СОХ.

Вторичные преобразования пород океанической коры. Гальмиролиз и его типы, метасоматоз, гидротермальные процессы, региональный метаморфизм. Рудообразование в СОХ. Черные и белые курильщико. Модели образования колчеданных руд.

Внутриплитный магматизм. Строение океанических плит. Понятие о мантийных плюмах и горячих точках. Известные на сегодняшний день горячие точки. Относительное перемещение горячих точек и литосферных плит, подводные хребты и их возраст. Связь горячих точек с крупными магматическими (трапповыми) провинциями. Типы магматических серий океанических островов. Сценарии магматизма горячих точек. Отличие вулканитов океанических островов от базальтов СОХ. Мантийные источники, выделяемые по изотопным данным (DM, PREMA, NIMU, EM1, EM2). Общая модель океанического магматизма с участием всех типов мантийных резервуаров.

Структура курса

Примеры: Гавайи, Исландия, Канарские острова. Положение и возраст Гавайского архипелага и Императорского хребта. Взаимоотношение гавайского плюма и океанической литосферы по данным SWELL. Гавайский тип извержений. Геологическое строение Исландии. Исландитовый тренд фракционирования расплавов. "Горячая точка" Исландии и ее возможная связь с образованием Атлантического океана. Крупнейшие извержения трещинного типа (Катла, трещина Лаки). Подледные извержения и связанные с ними формы. Роль мантийного плюма в магматизме Исландии. Глубинное строение Исландского мантийного плюма. Щелочной вулканизм Канарского архипелага.

Описание шлифов пород внутриплитного вулканизма. Описание типичных шлифов океанических островов (Гавайи, Рабида, Тенерифе, Исландия) и окраинных морей (Японское море).

Островные дуги. Параметры островодужного вулканизма и островодужной мантии. Преддуговые зоны, вулканический фронт, задуговые бассейны. Двучленные островные дуги. Поперечная геохимическая зональность вулканитов островных дуг. Модели образования островодужных магм. Проблема андезитового вулканизма.

Происхождение океана. Роль процессов магматизма в образовании магматической коры. Возраст океанов. Мантийная конвекция и ее движущие силы. Моделирование конвекции и плюмообразование. Древние офиолитовые формации. Возможность существования древних океанов и их отличия от современных.

Зачет с 22 по 29 декабря

- Нужно представить полное описание зачетного шлифа с определением типа породы и геодинамической обстановки формирования.
- На зачете происходит собеседование по материалу лекций.
- Критерий зачета – “правило 3/4” (пришло к нам в 2010 г. из Новосибирского у-нта).

Рекомендованная литература

- Страница курса в Геовики http://wiki.web.ru/wiki/Геологический_факультет_МГУ:Магматизм_океанов
- Плечов П.Ю. <http://geo.web.ru/~pavel/Education/Ocean/>
- Фролова Т.И., Бурикова И.А. "Происхождение магматических серий", М. "Изд.МГУ", 1997, 320 с.
- Классификация магматических (изверженных) пород и словарь терминов (рекомендации подкомиссии по систематике изверженных пород Международного союза геологических наук). М., Недра. 1997
- Лапин Б.Н., Фролова Т.И. "Атлас структур базальтов мирового океана". Труды Ин-та геологии и геофизики СО РАН, выпуск 814, ВО "Наука", Новосибирск, 1992, 259 с.

Сегодняшняя лекция

- **Общие сведения о геологии и тектонике океана, данные о коре, строение слоев и мощности классической офиолитовой последовательности, типы границ плит (дивергентные, конвергентные, трансформные), основные геотектонические обстановки в океанах (срединно-океанические хребты, внутриплитные рифты, островные дуги, активные континентальные окраины, задуговые бассейны, океанические острова, зоны внутриплитной активизации, горячие точки).**

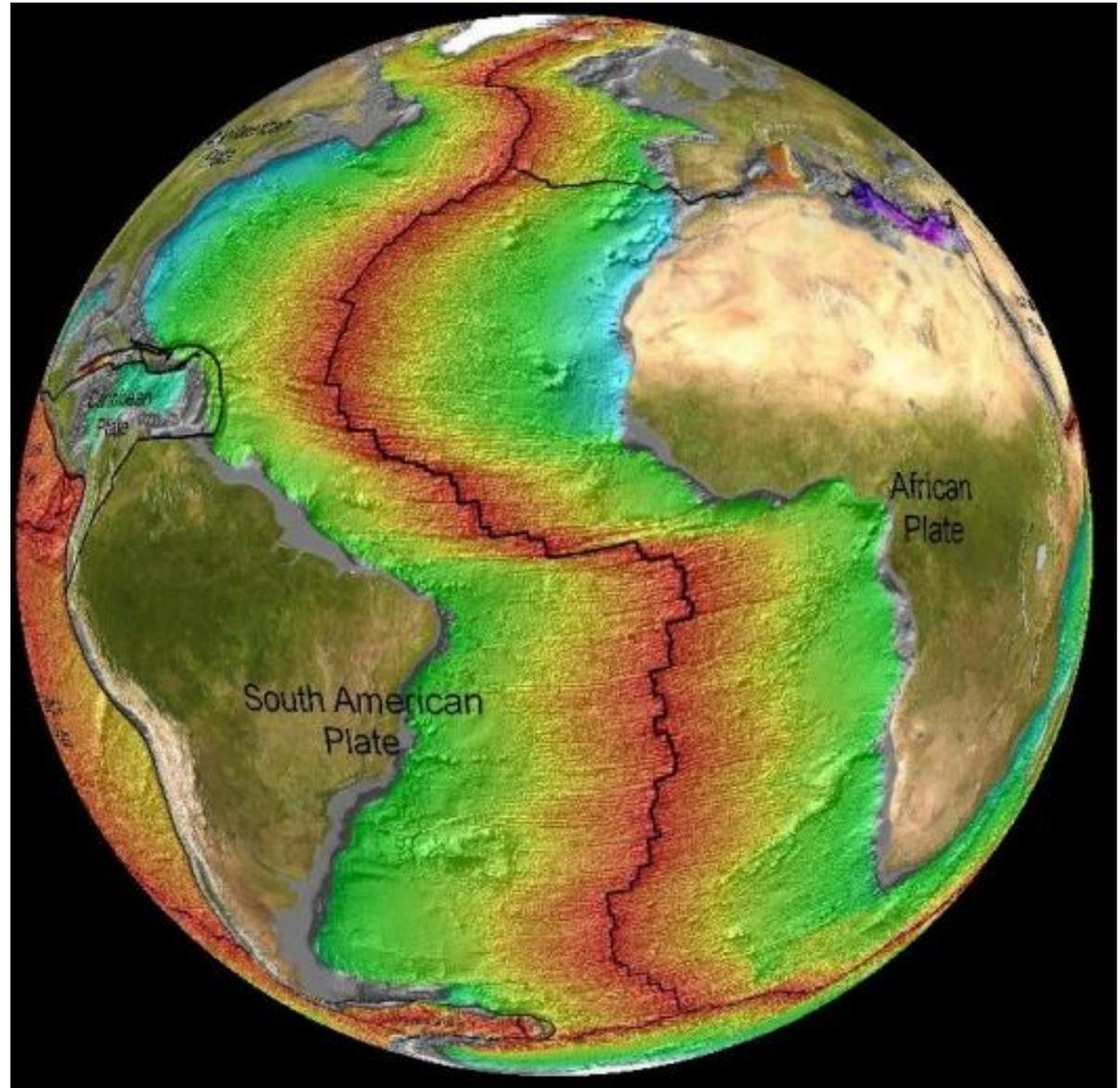
Вопрос №1. Что такое океан?



Обложка альбома группы «Океан любви», 2006 г.

С геологической точки зрения

- Признаками океанов является кора океанического типа и наличие срединно-океанического хребта

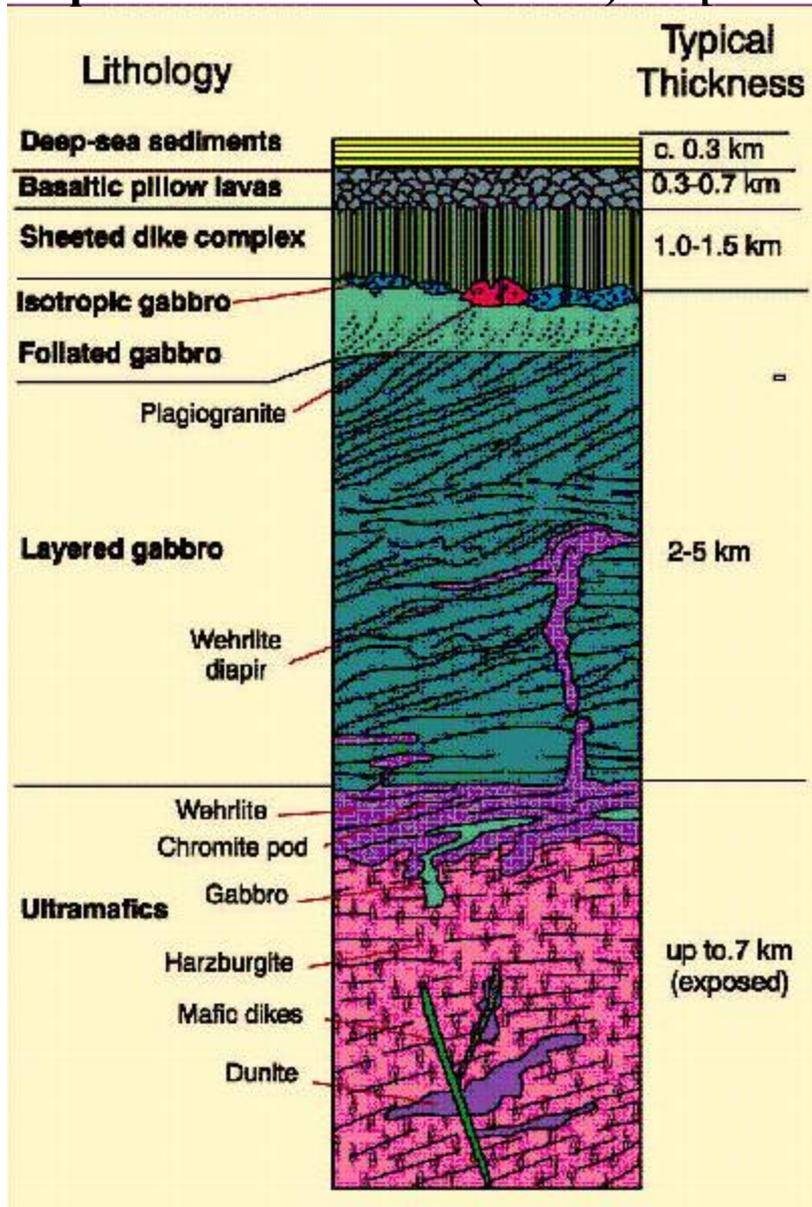


Океан (*Ωκεανός*)

В 2000 г. Международная гидрографическая организация утвердила существование 5 океанов.

- Океан это крупнейший водный объект, составляющая часть мирового океана, расположенный среди материков, обладающий системой циркуляции вод.
- Общая площадь – 361 млн. км². 71% поверхности Земли

Строение слоев и мощности классической офиолитовой последовательности офиолитов Самиял (Оман) по [Boudier&Nicolas, 1985].

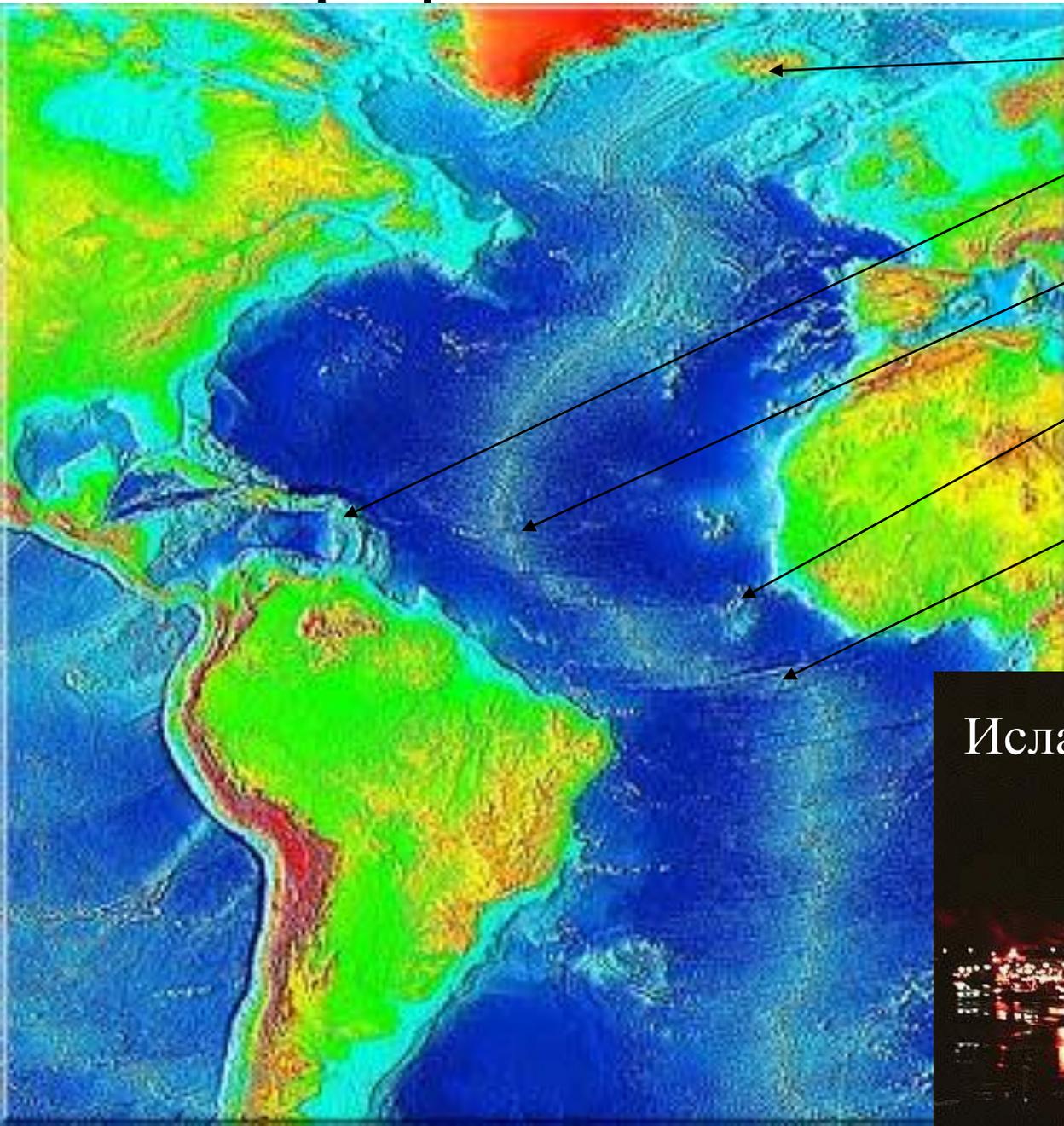


- Слой 1 - глубоководные осадки
- Слой 2 - подушечные лавы и дайковый комплекс
- Слой 3 - габброиды
- Слой 4 - ультрамафиты

	Мощность, км	Vp км/с
Слой 1	от 0.5 до 10-15	1.7 - 2
Слой 2	от 2 до 5-5.5	5-5.5
Слой 3	от 5 до 7.5	6.5 - 7.5

Петрография II слоя – все об эффузивных породах океанов. Почти логично, если судить о строении океанов по офиолитовым формациям.

География Атлантического океана



Исландия

М.Антильские острова

Срединно-
Атлантический хребет

Острова Зеленого Мыса

Трансформные
разломы

Исландия



География Тихого океана

Императорский хребет

Гавайи

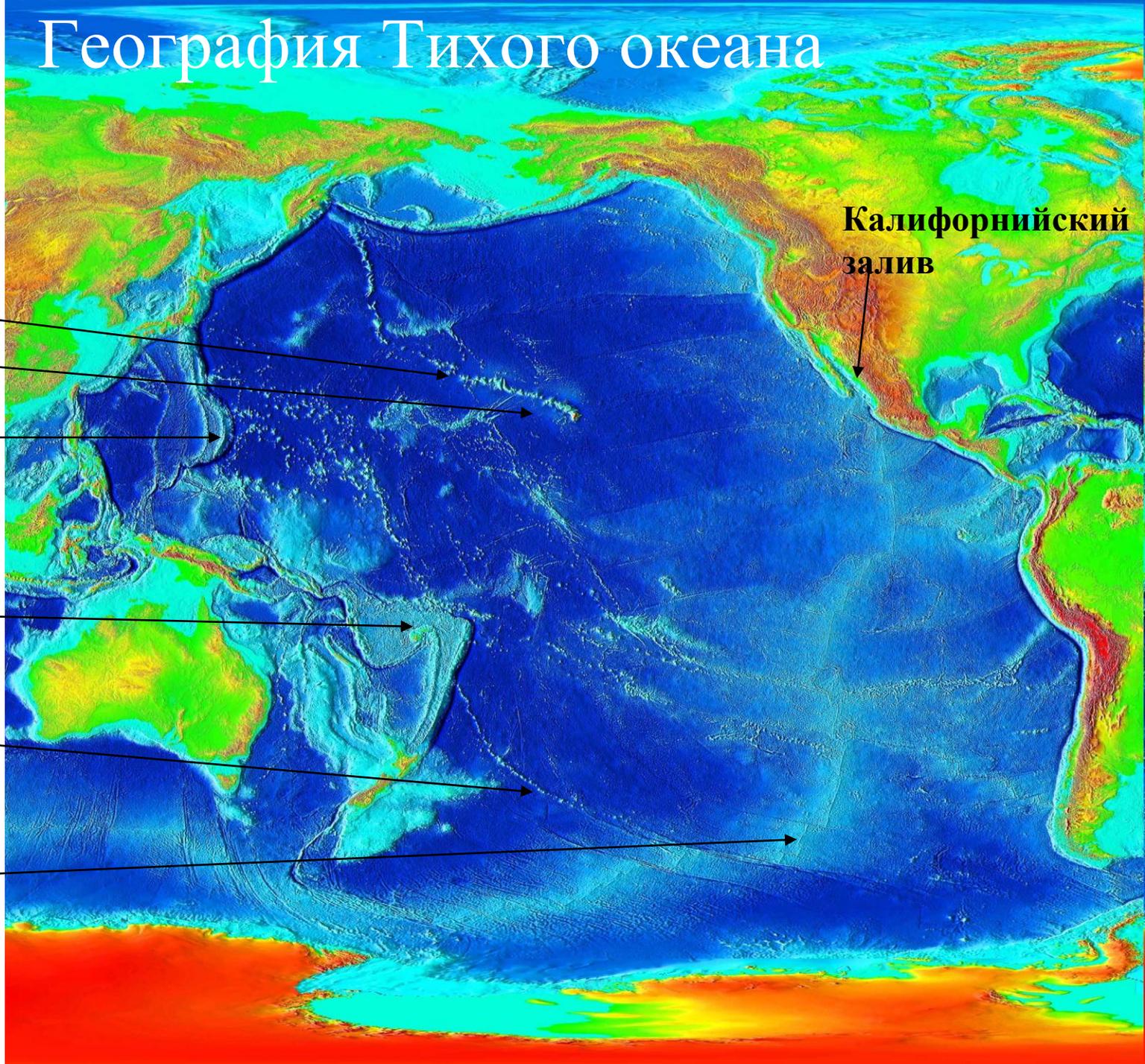
Марианы

Фиджи

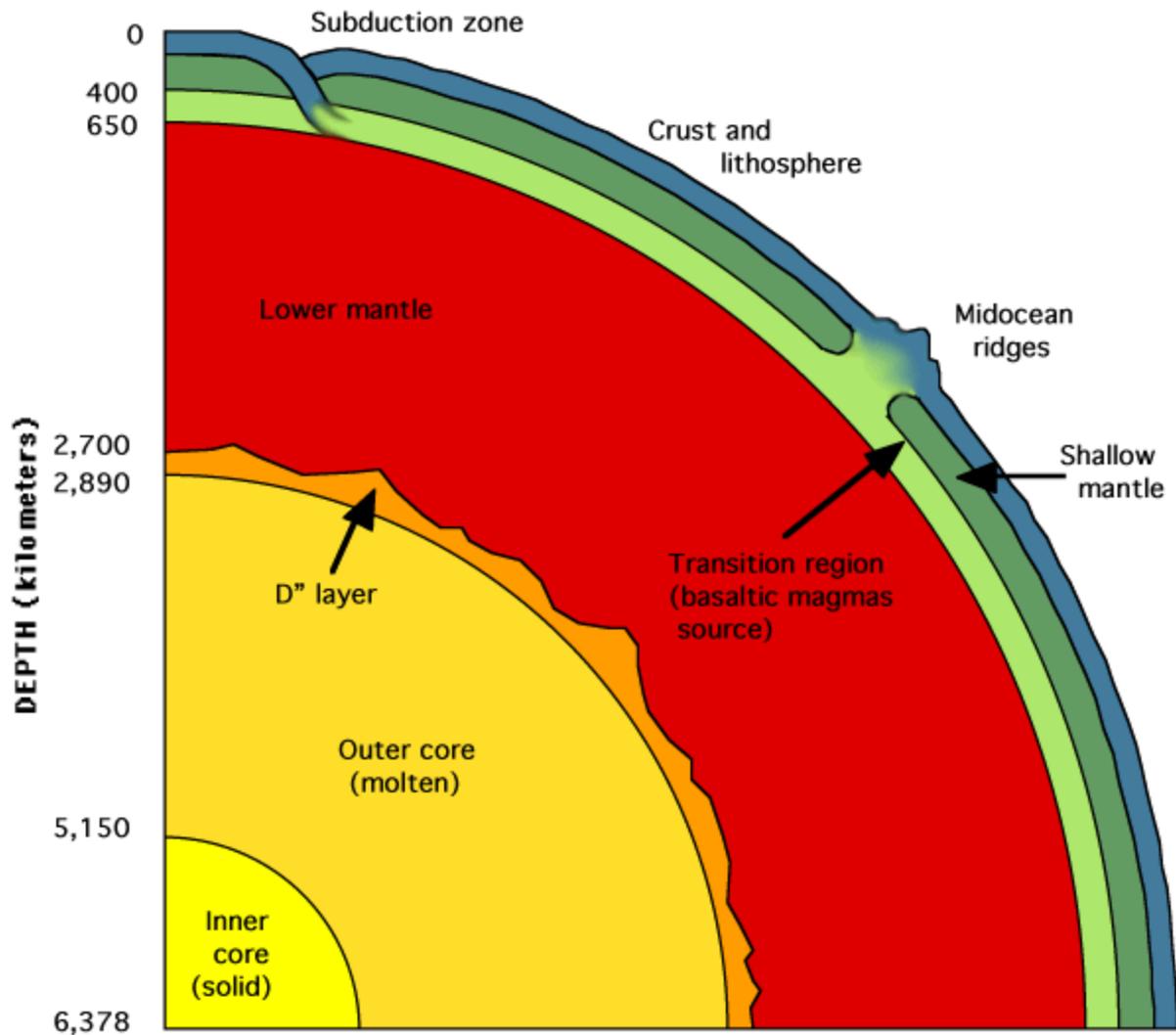
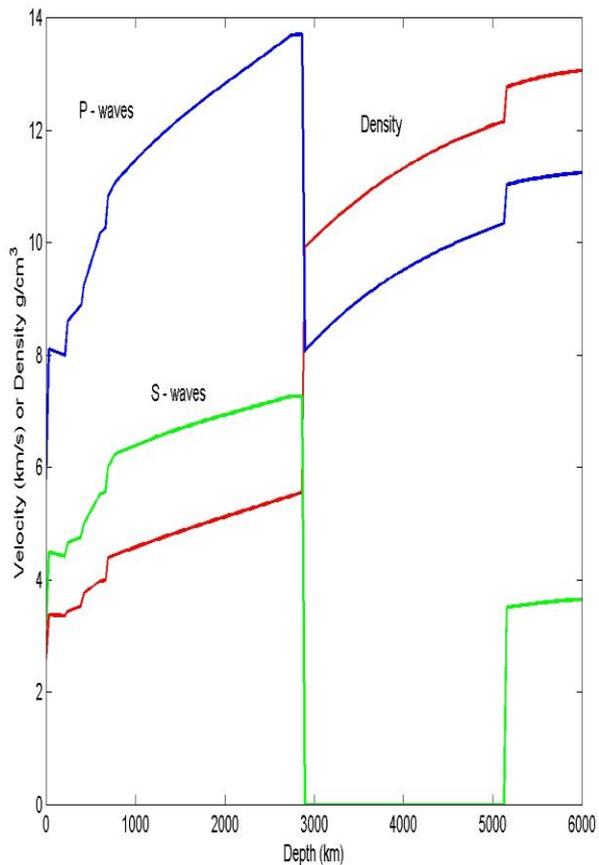
Трансформы

ВТП

Калифорнийский залив



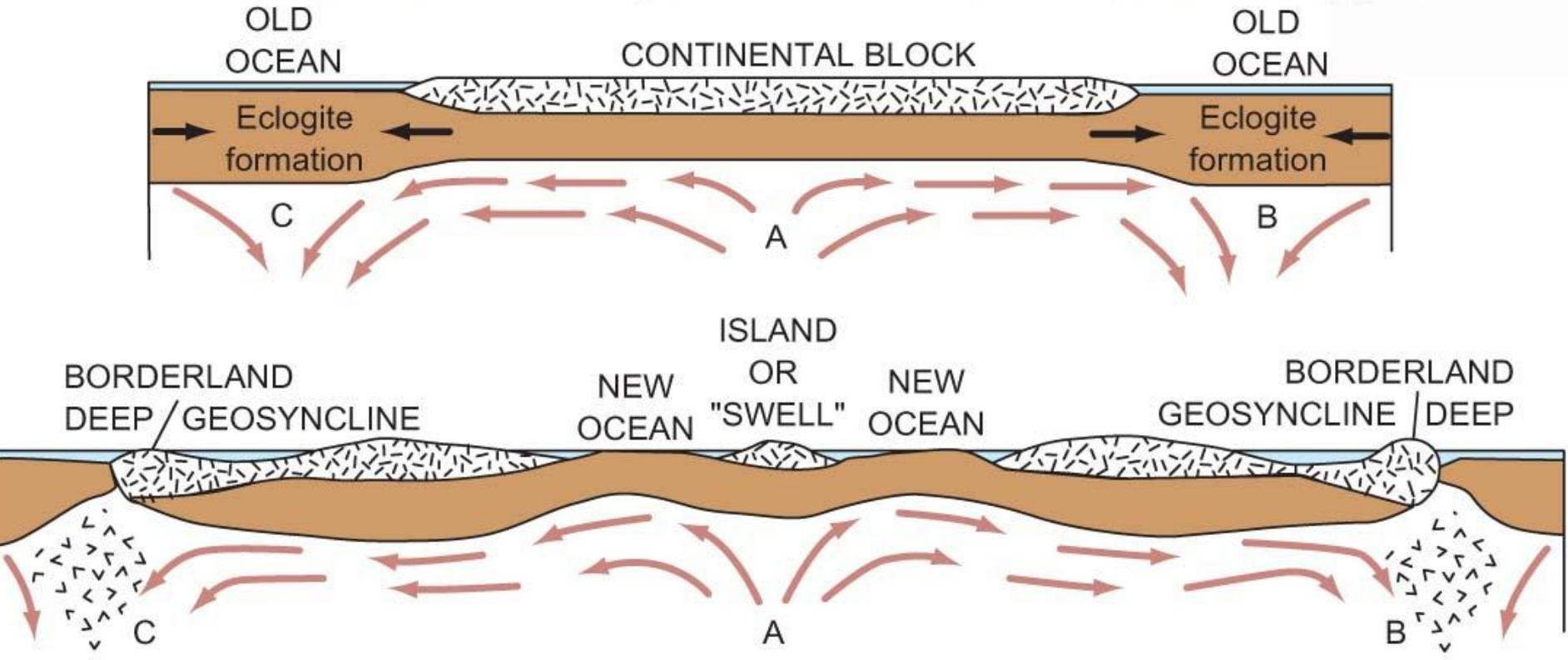
Сейсмическая модель строения Земли





Arthur Holmes
 в 1928 предположил
 существование
 мантийной конвекции
 как причину дрейфа континентов

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

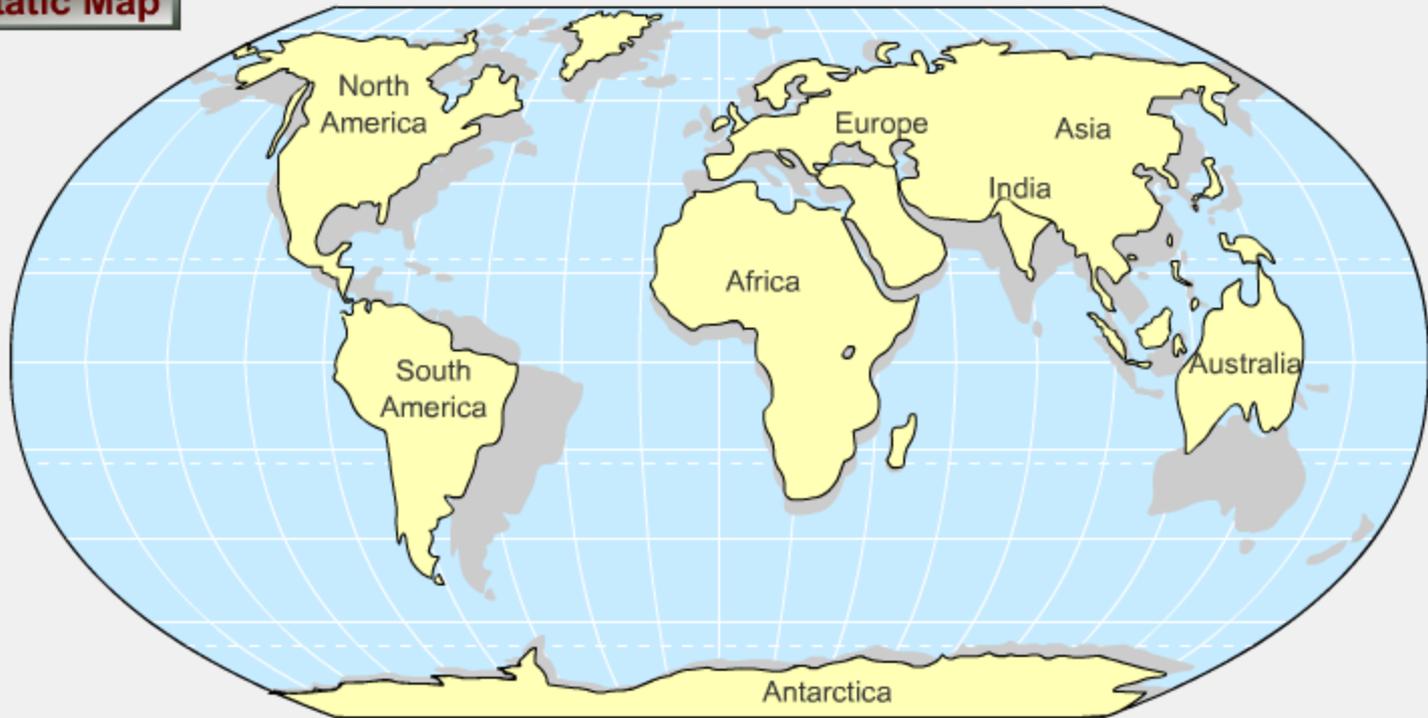


License

Credits

© 2003 Prentice Hall, Inc.
A Pearson Company

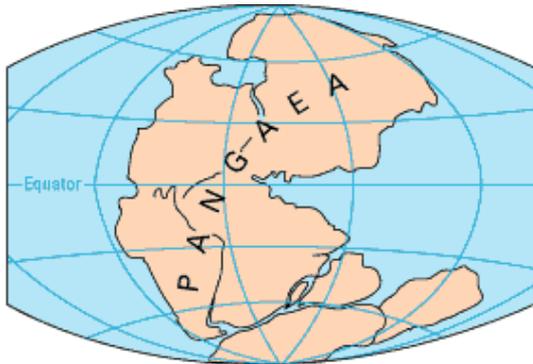
Static Map



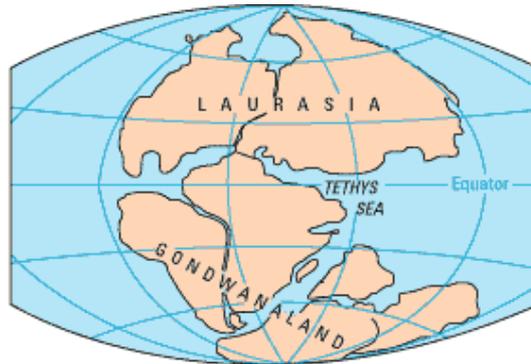
+ 50 Million years into the future

Labels Off

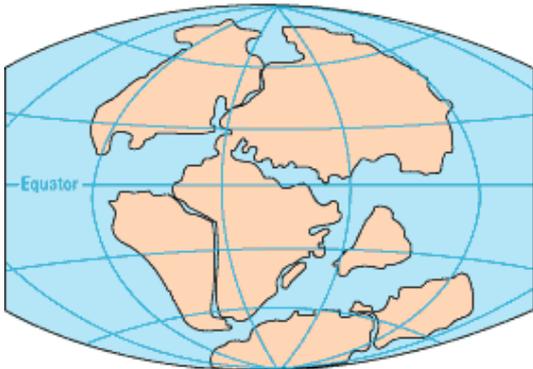




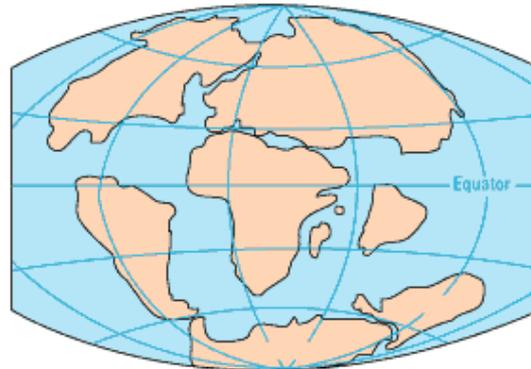
PERMIAN
225 million years ago



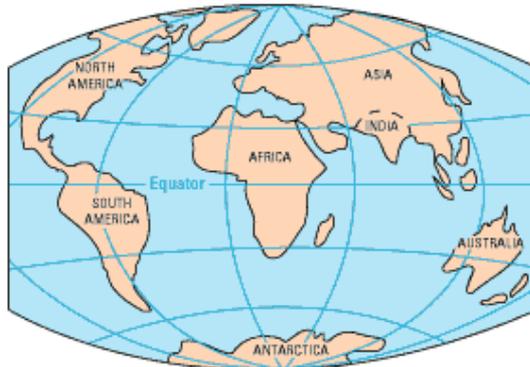
TRIASSIC
200 million years ago



JURASSIC
135 million years ago



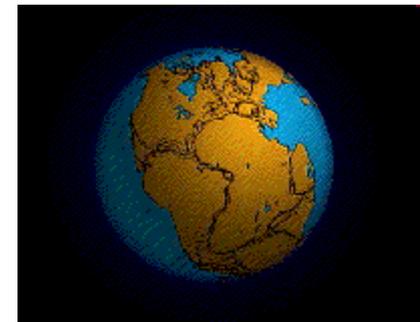
CRETACEOUS
65 million years ago



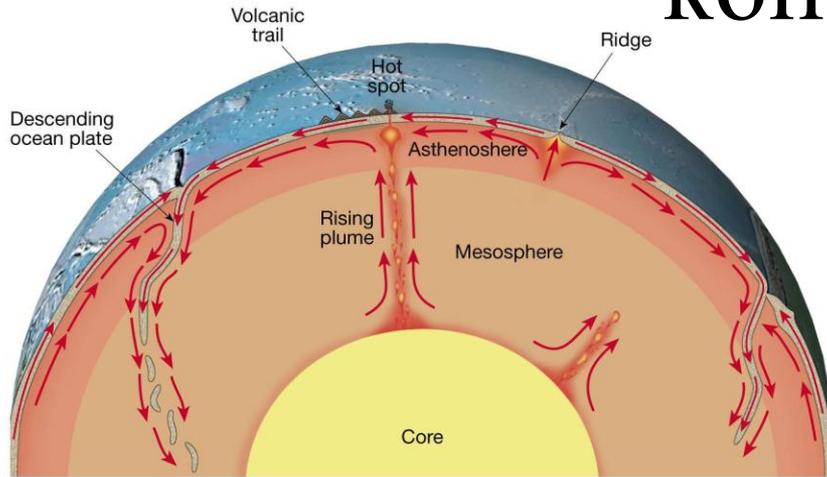
PRESENT DAY

Суперконтиненты:

- Ур – 3 млрд. л.н.
(Rogers, 2002)
- Кенорленд – 2.7 млрд. л.н.
(Williams et al., 1991)
- Нуна (Коламбия) – 1.8-1.5 млрд. л.н.
(Rogers & Santosh, 2002)
- Родиния – 1.1-0.7 млрд. л.н.
(Dalziel, 1991)
- Паннотия – 600-540 млн. л.н.
(Dalziel, 1997)
- Пангея – 250 млн. л.н.
(Wegener, 1920)

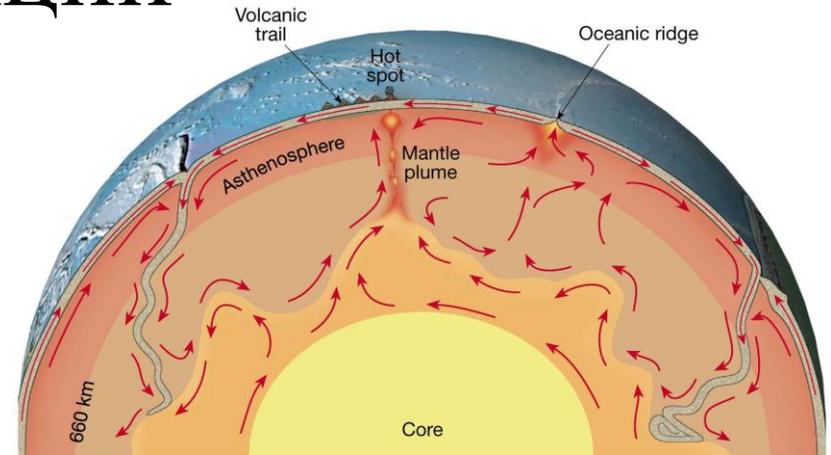


Три возможных сценария КОНВЕКЦИИ



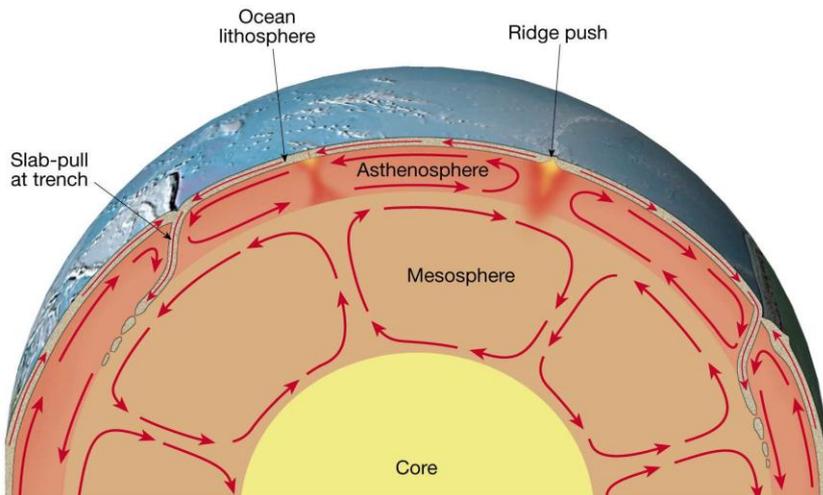
B. Whole-mantle convection

Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.



C. Deep-layer model

Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.



A. Layering at 660 kilometers

Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

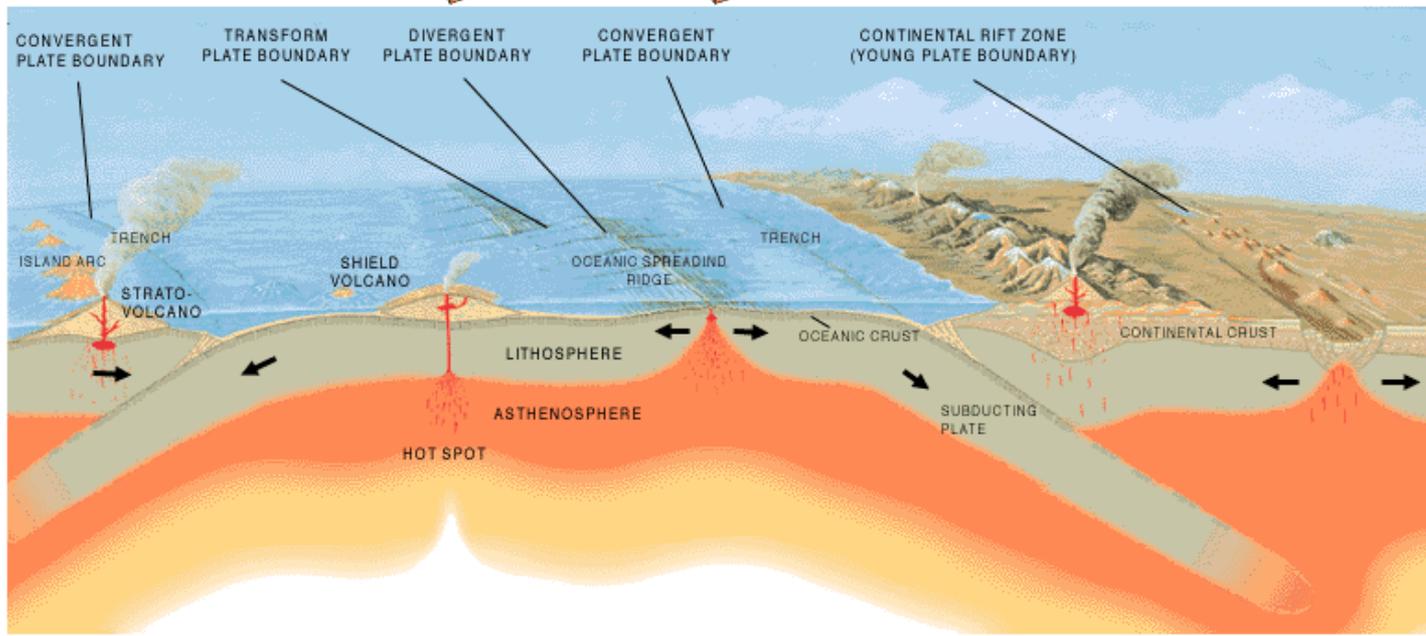
Проверочные наблюдения:

- 1) Сейсмические данные и тепловые потоки
- 2) Размеры ячеек и вулканизм
- 3) Изменение вулканизма во времени, дрейф континентов и складчатость

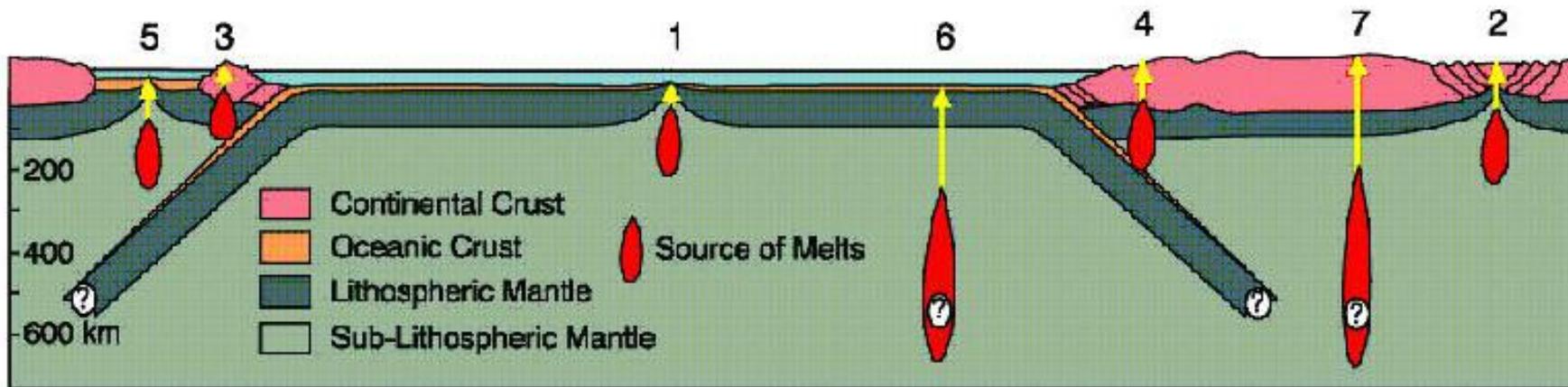
Границы плит – места активного вулканизма

1. Трансформные границы - границы, в которых кора не появляется и не разрушается, поскольку плиты скользят горизонтально одна относительно другой.
2. Дивергентные (раздвигающиеся) границы - места, в которых образуется новая кора за счет отползания одной плиты от другой.
3. Конвергентные границы - места, в которых кора исчезает за счет поддвига одной плиты под другую.

Зоны границы плит - широкие пояса в которых границы нечетко определены и эффекты взаимодействия плиты неясны.



Геотектонические обстановки магматизма



Основные геотектонические обстановки:

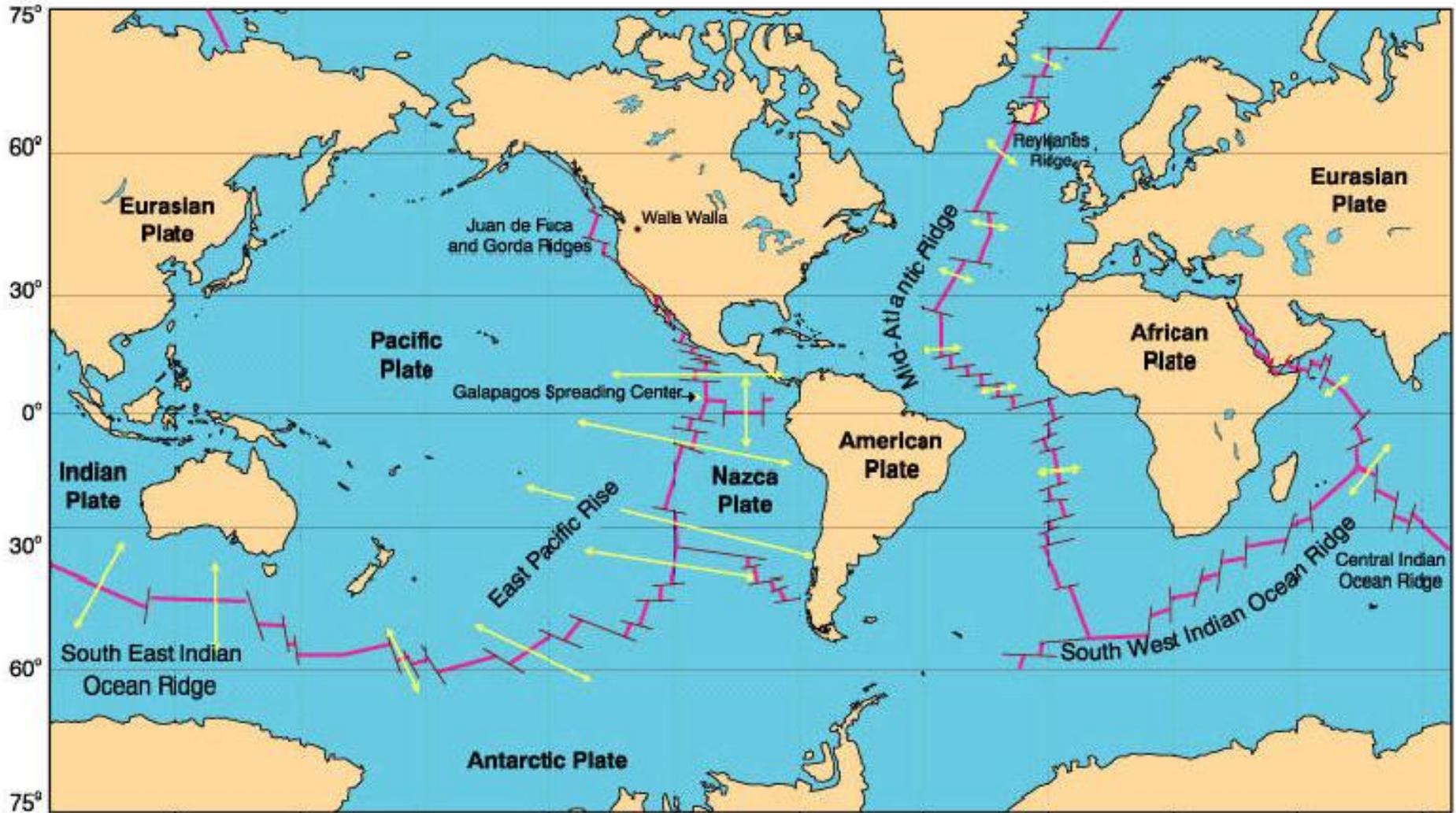
1. Срединно-океанические хребты
2. Внутриплитные рифты
3. Островные дуги
окраины
4. Активные континентальные
5. Задуговые бассейны
6. Океанические острова
7. Зоны внутриплитной активизации.

Срединно-океанические хребты и трансформные разломы

Срединно-океанический хребет - сеть хребтов расположенных в центральных частях всех океанов. Возвышаются над абиссальными равнинами на 2-3 км. Общая протяженность хребтов более 60 тыс. км. В этих структурах происходит образование новой океанической коры и процесс спрединга.

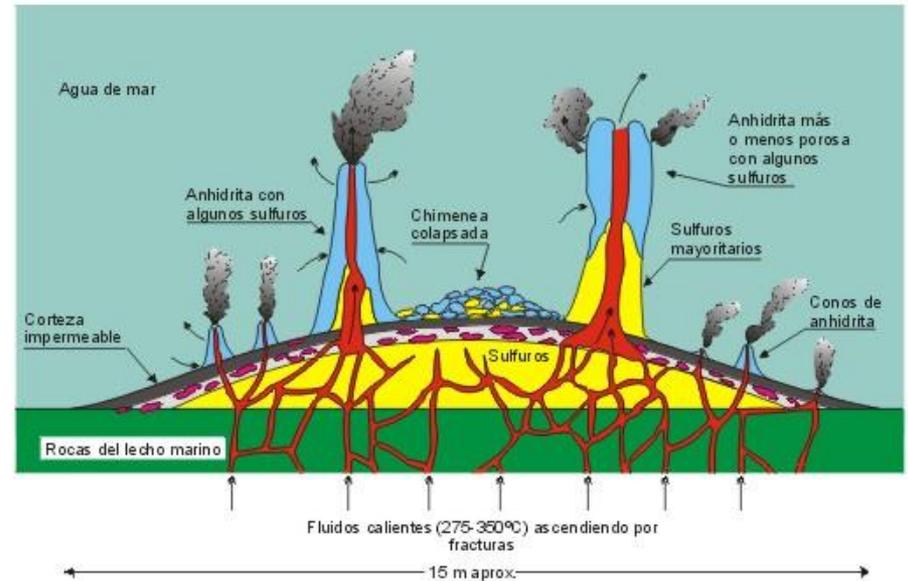
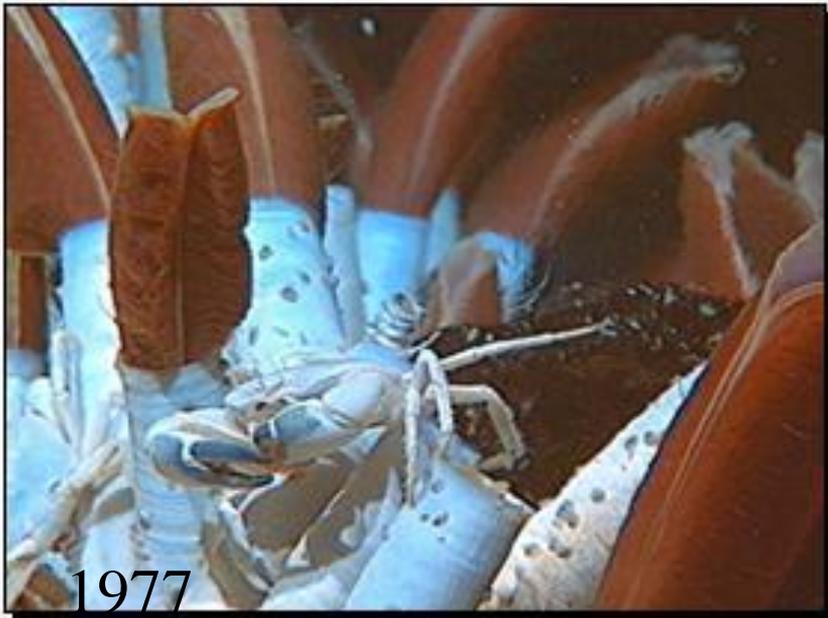
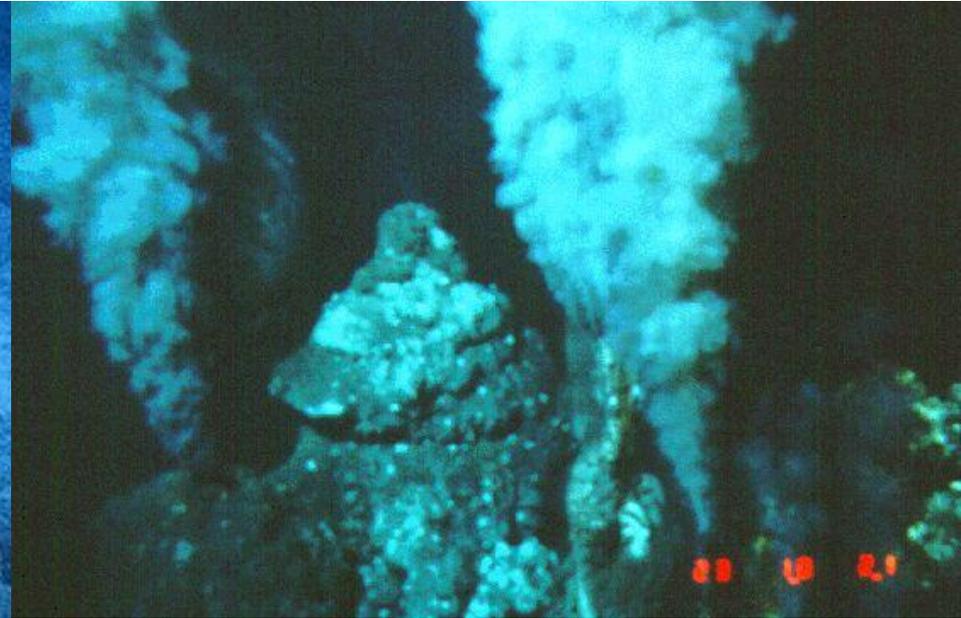
Выделяют 2 типа СОХ –

1. медленного спрединга (Срединно-Атлантический Хребет - 1.5-7 см/год, узкие хребты)
2. быстрого спрединга (Восточно-Тихоокеанское поднятие - 12-16 см/год, широкие хребты)

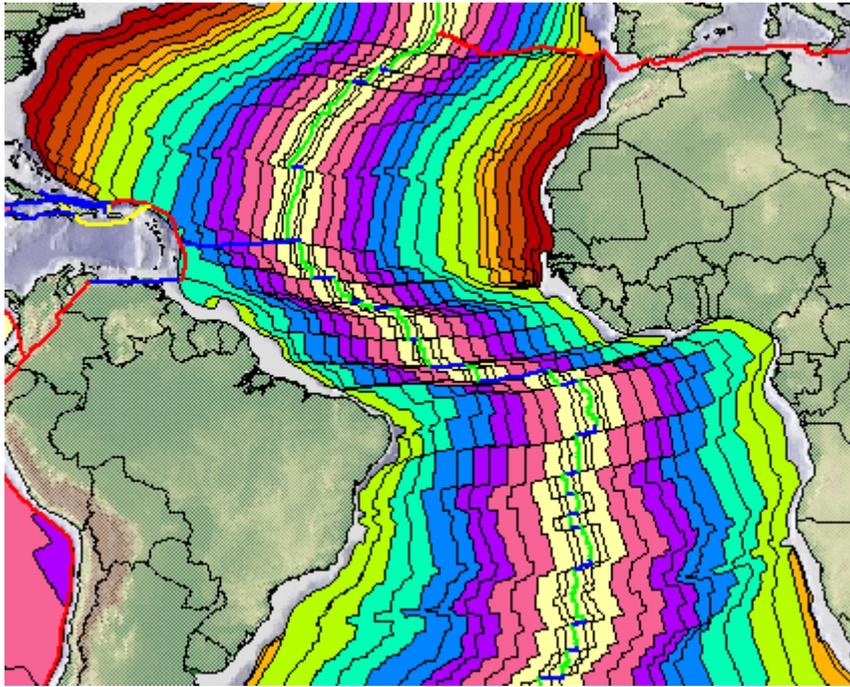


Срединно-океанические хребты, рифты и трансформные разломы (Срединно-Атлантический хребет, Восточно-Тихоокеанское поднятие, Аравийско-Индийский хребет, Галапагосский разлом, Зеленомысский разлом - 15'20", хребет Рейкьянес и др.)

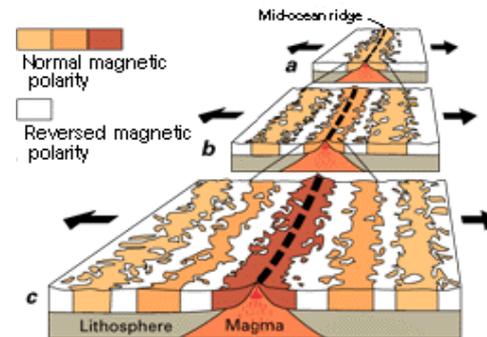
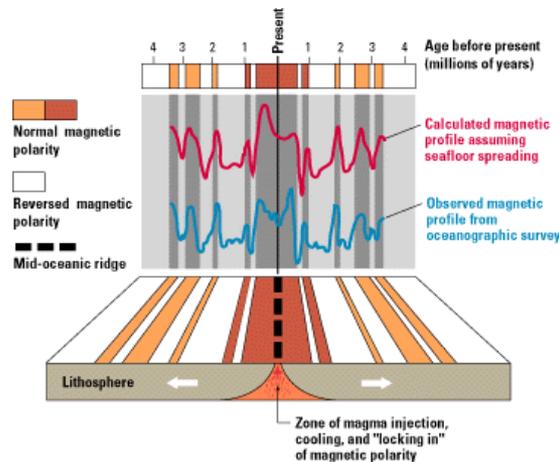
Современные рифты



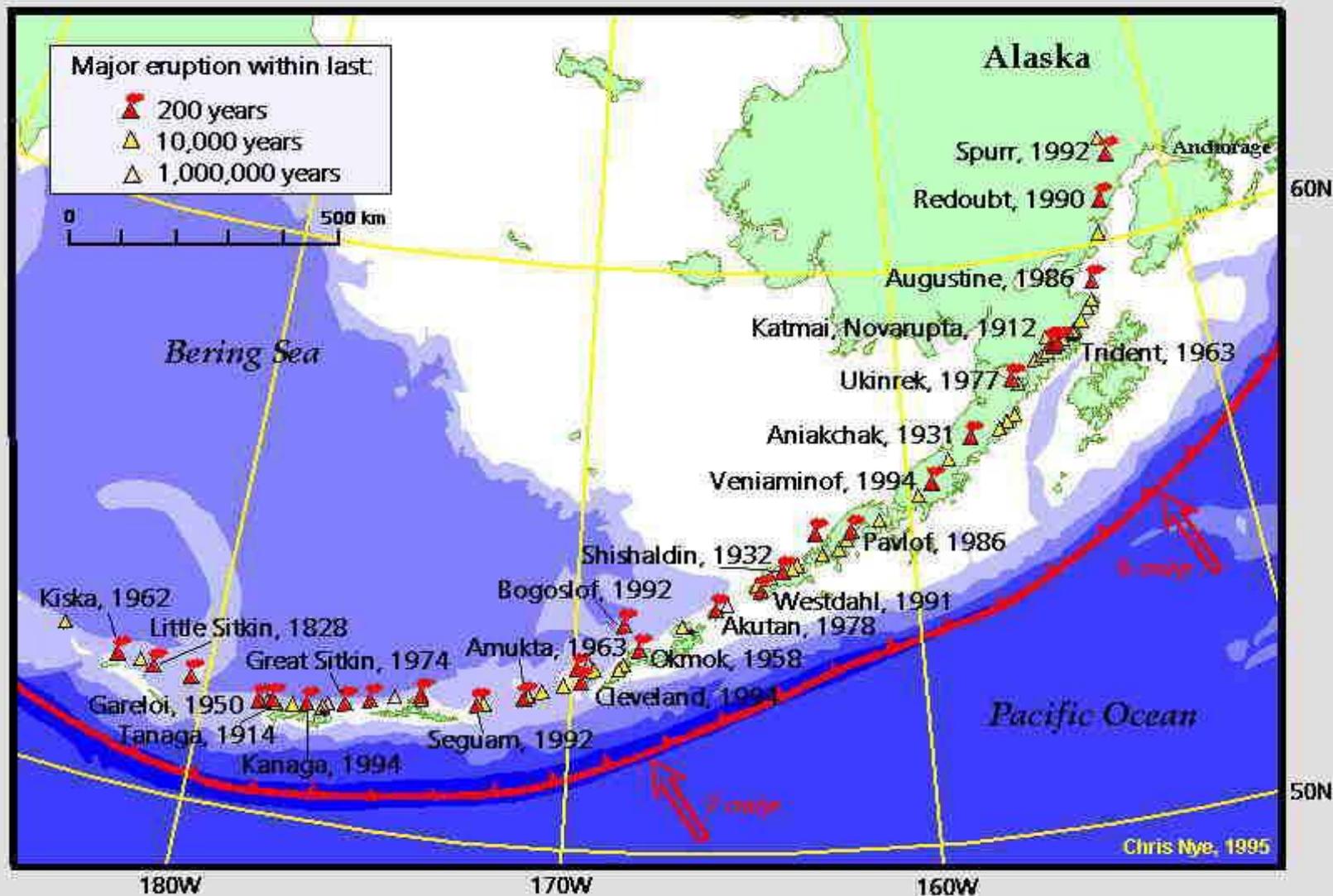
Полосовые магнитные аномалии



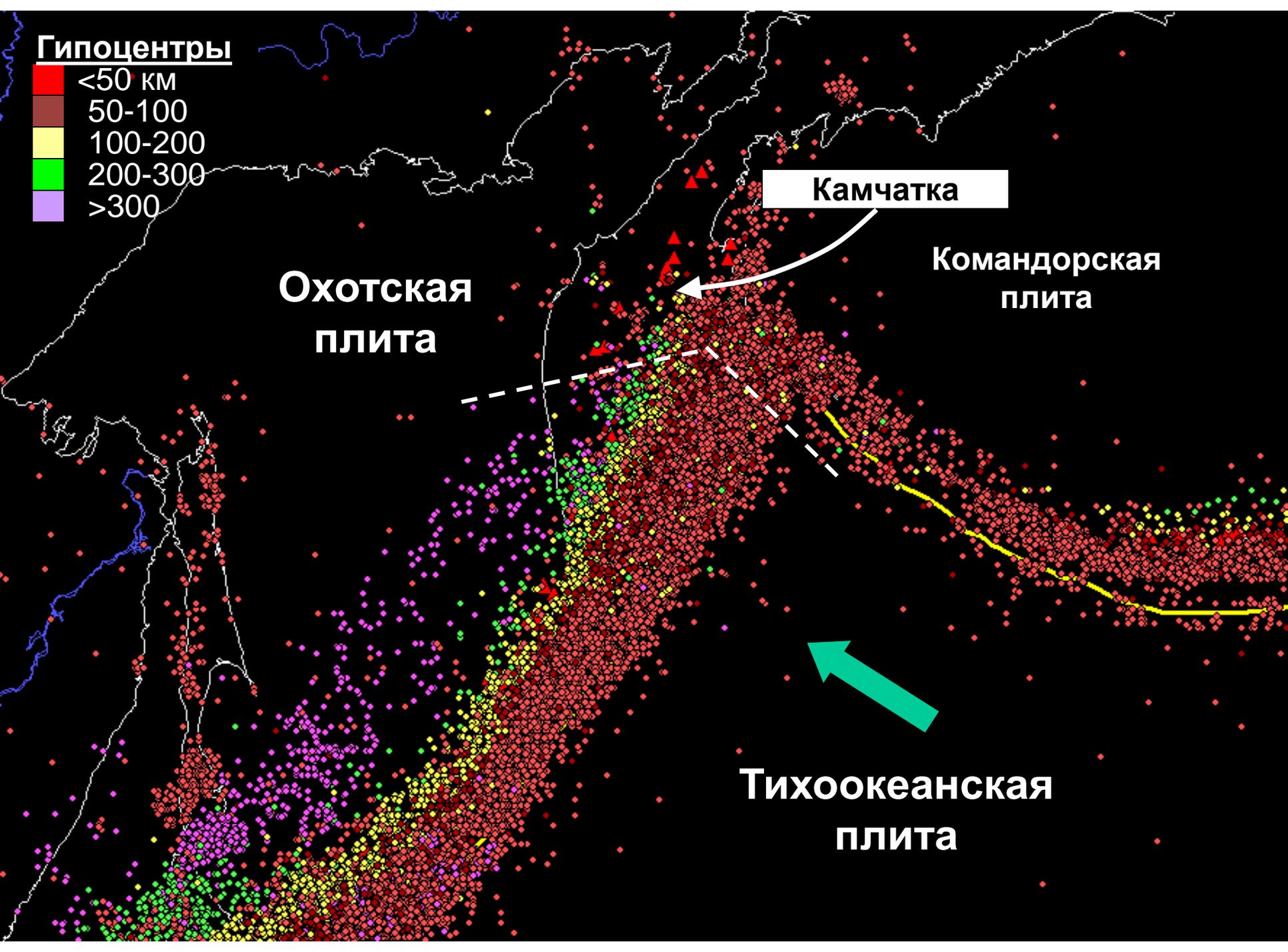
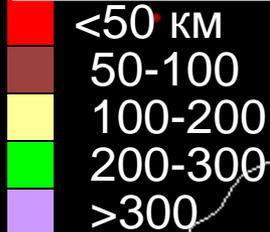
Палеомагнитные зоны, выделенные в Атлантическом океане. Видно, что Атлантический океан раскрывался частями, неравномерно и с большими промежутками между раскрытием отдельных участков.



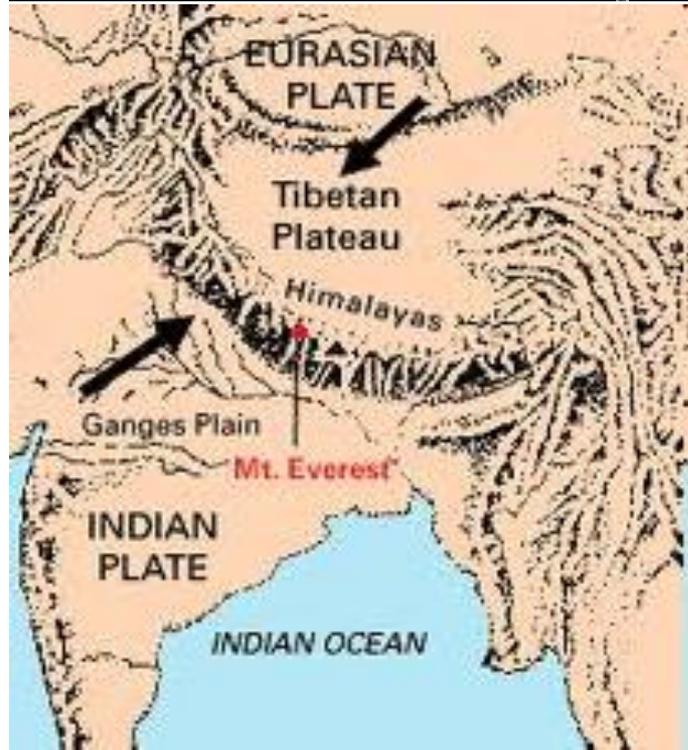
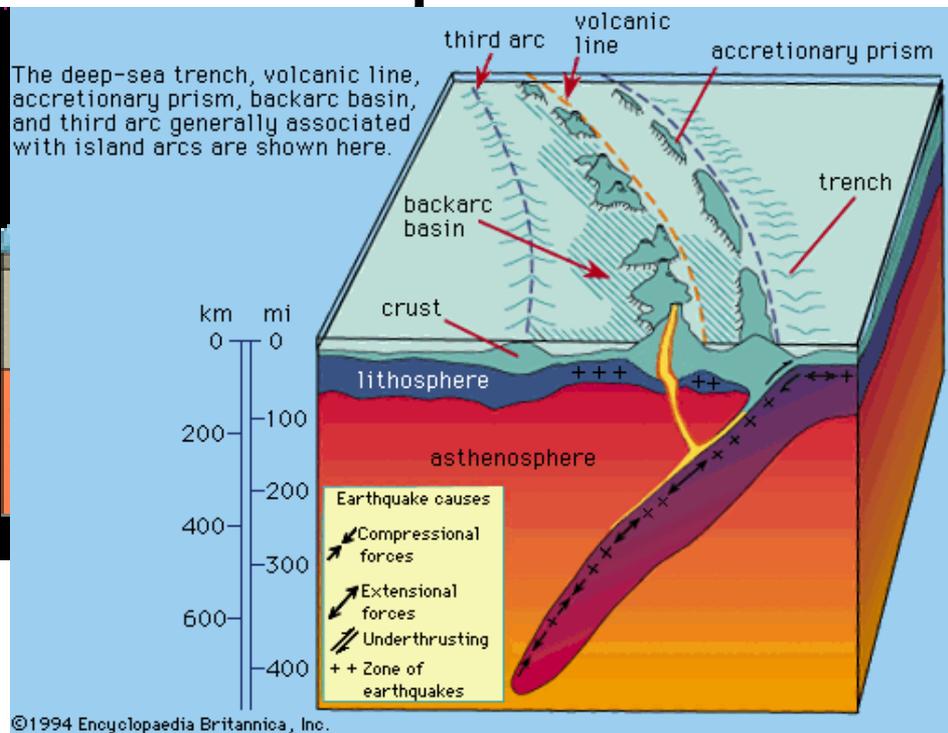
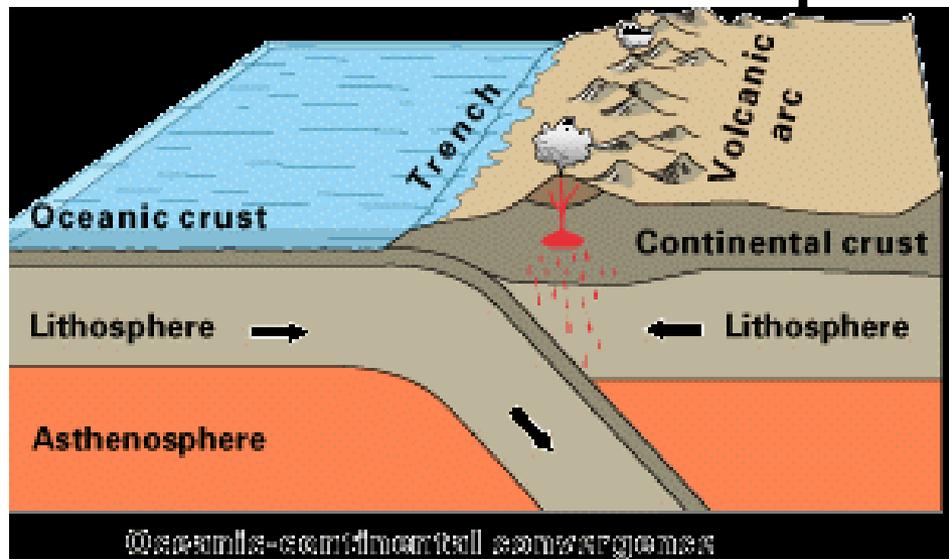
Островные дуги, Алеуты



Гипоцентры



Типы конвергентных окраин



1. **Океаническая плита субдуцирует под континентальную**
2. **Океаническая плита субдуцирует под океаническую**
3. **Континентальная плита субдуцирует под континентальную (коллизия плит)**

Глубоководные желоба

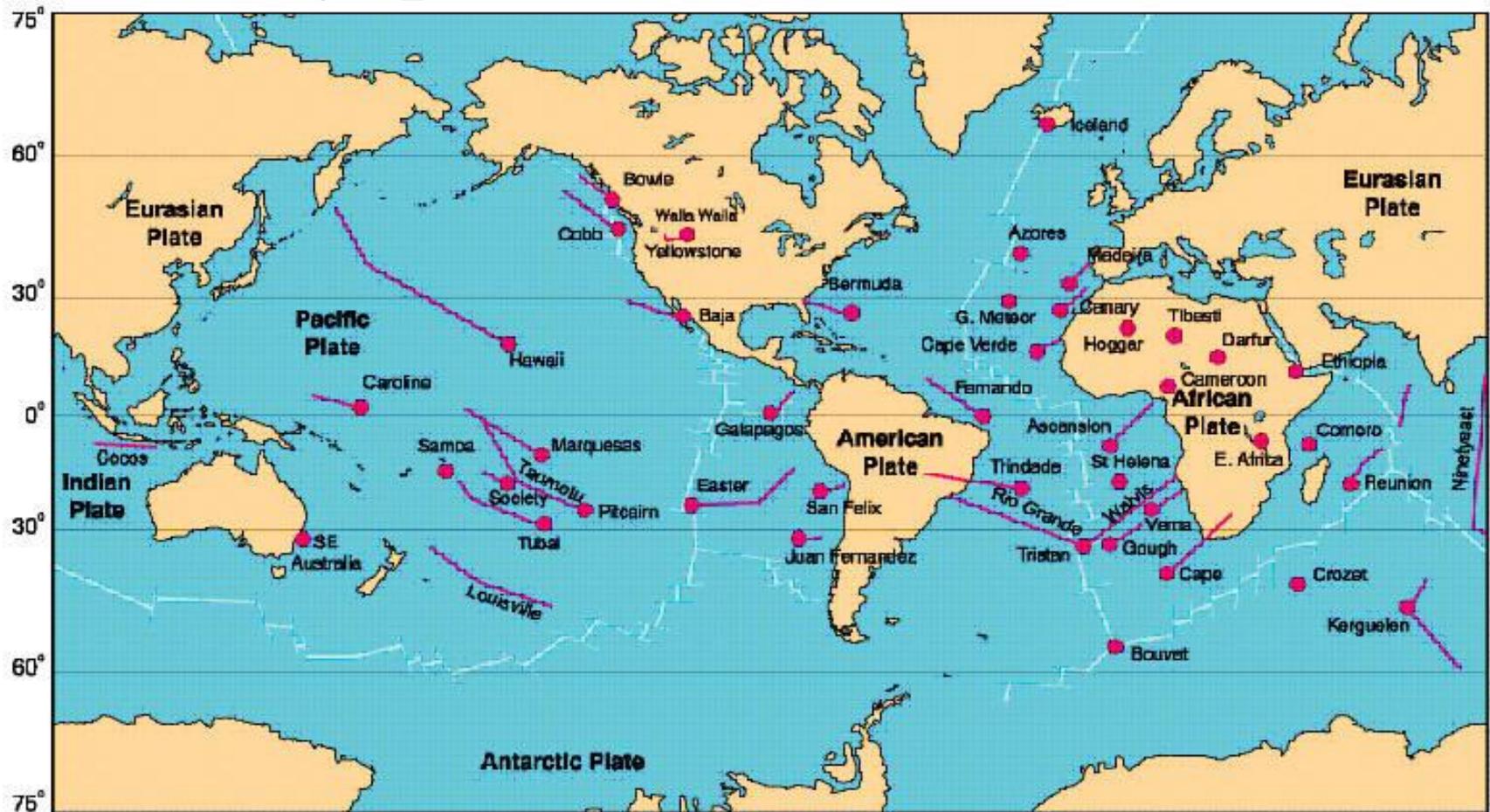
- Глубоководные желоба и преддуговые части
 - Изу-Бонинский
 - Марианский
 - Муссау
 - Гебридский
 - Центрально-Американский
 - Тонга-Кермадек

Желоба-форма рельефа океанического дна в виде ассиметричного V - образного жёлоба с более пологим склоном, обращенным в сторону океана. Как правило располагается вдоль фронтальных склонов островных дуг, ориентированных в сторону океана, или вдоль молодых горных сооружений на восточном побережье Тихого океана, а также на северо-востоке Индийского океана, на юге Атлантического океана, в Карибском бассейне и на других участках. Глубина океанов в пределах желобов достигает 7 - 9 километров и более (Марианский желоб - 11022 м).

Извержения вулканов островных дуг

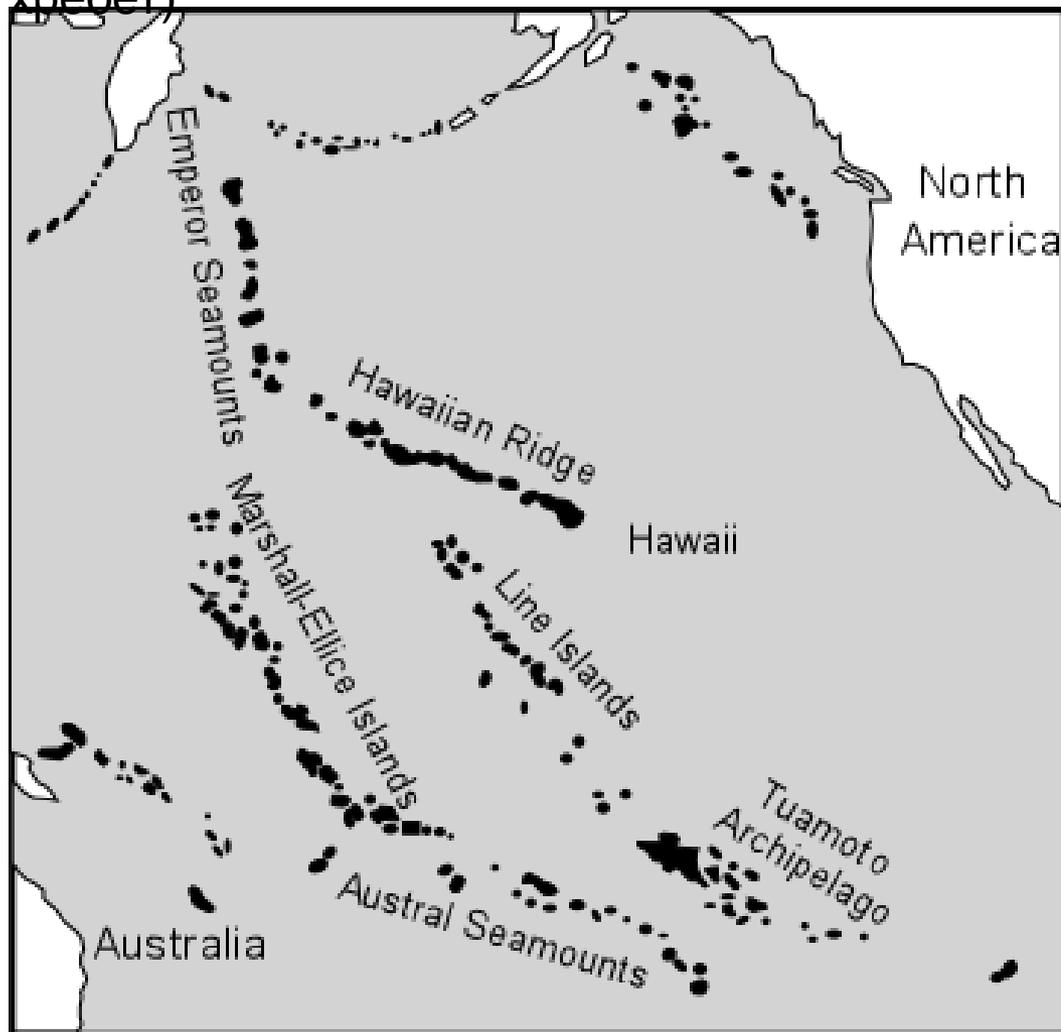


Горячие точки (Hotspots) – внутриплитный магматизм



4. Океанические острова (Гавайи, Рабида, Таити, Гран-Канария). Приурочены к горячим точкам, представленных на этом рисунке (различными исследователями на земном шаре насчитывается от 16 до 122 горячих точек, но на данной схеме показана 41).

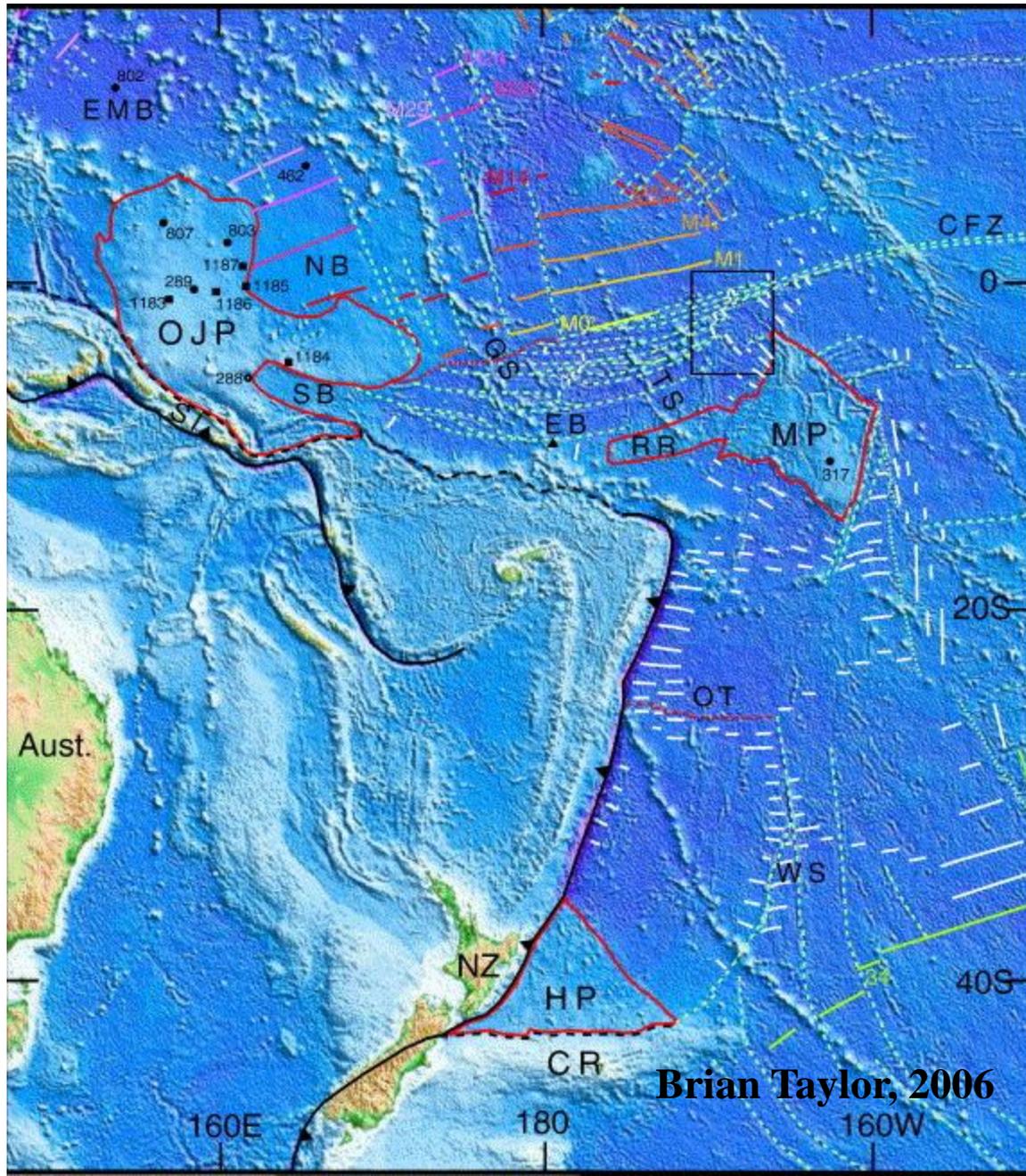
3. Подводные поднятия и хребты (Императорский хребет, плато Огасавара, Маркус-Неккер, хр.Китовый, г.Ампер, о-ва Зел. мыса, Восточно-Индийский хребет)



Часть из них связана с горячими точками (HotSpot), часть с трансформными разломами, часть с островными дугами.

Описано несколько тысяч подводных вулканических поднятий и отдельных гор, не связанных с известными горячими точками.

Океанические плато



Вулканические плато:
Онтонг-Ява
Манихики
Хикуранги
Агульяс (СЗ Инд.ок.)
Карибское (Атл. ок.)
Эксмус (Инд.ок.)
Кергулен (Инд.ок.)
Маскарен (Инд.ок.)
Натуралистов (Инд.ок.)
Воринг (Сев.Атл.ок.)
Ермак (Арктика)

Юж. часть Тихого океана:
Плато Кэмпбелла,
Плато Челленджера -
Погруженные континенты

Brian Taylor, 2006

- **Океаны являются зоной активного современного вулканизма, разнообразного в своих проявлениях.**
- **В пределах океана мы будем рассматривать следующие геодинамические обстановки, сопровождающихся магматизмом:**

Срединно-океанические хребты

Трансформные разломы

Горячие точки

Океанические плато

Островные дуги

Глубоководные желоба

Задуговые бассейны

Преобладающие вулканические породы

Обстановка

**Преобладающие
вулканические породы**

**Срединно-
океанические хребты**

**Базальты
(MORB)**

**Трансформные
разломы**

Базальты

Горячие точки

Базальты (OIB)

Океанические плато

Базальты (OPB или LIPB)

Островные дуги

Андезиты и базальты (IAB)

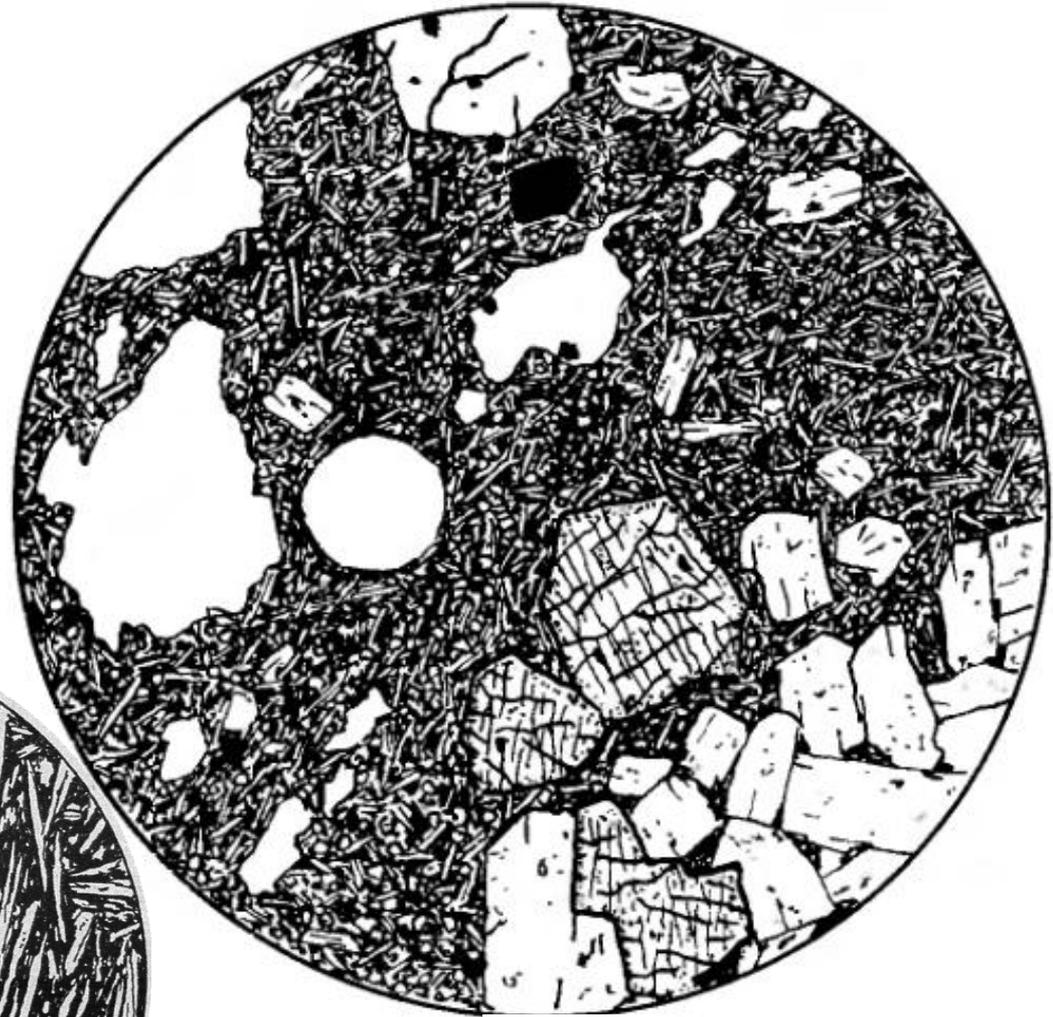
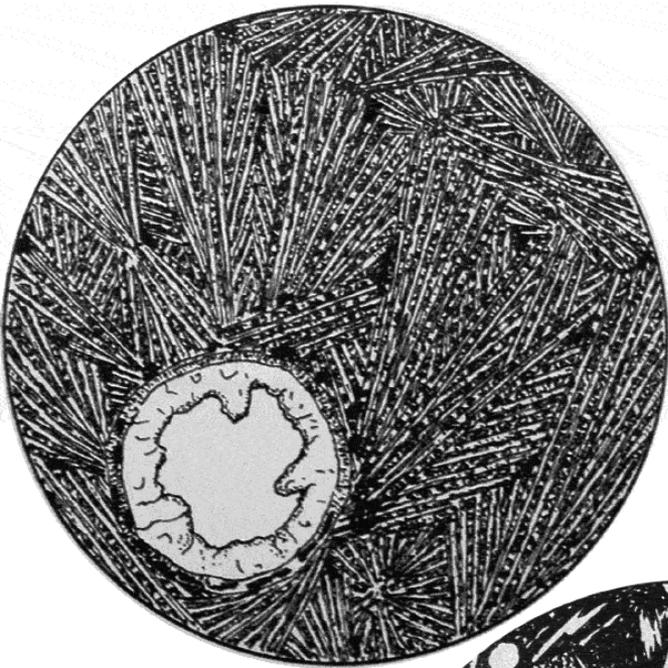
Глубоководные желоба

Базальты??

Задуговые бассейны

Базальты (BABB)

Петрографические отличия базальтов различных обстановок



Гавайи