

Тектонические Структуры Земной Коры

Строение земной коры

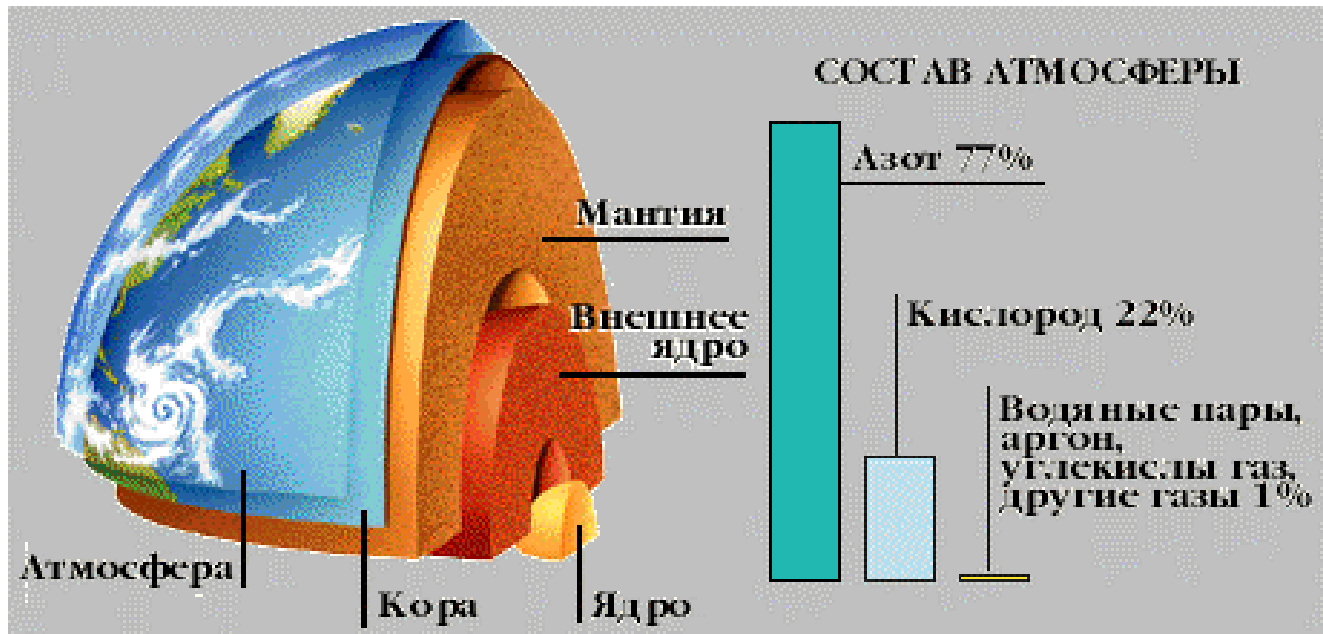
ФОРМА ЗЕМЛИ

☞ **Форма Земли отличается от идеального шара и представляет собой *эллипсоид вращения* или *геоид*.**

Строение Земли

Оболочка	Глубина, км	Плотность, г/см ³	Скорость продольных волн, км/сек	Состав
ЗЕМНАЯ КОРА	70-80	2,7-3		
Осадочный слой	20-30		5	Осадочные породы
Гранито - метаморфический слой	40-50		5,5 — 6,5	Аналог кислых пород
Граница Конрада				
Базальтовый слой	70-80		6,5 — 7,2	Аналог основных пород
Астеносфера	400	3,32-3,65	8	Эклогиты
ВЕРХНЯЯ МАНТИЯ	1000		11	Эклогиты
Граница Голицина				
Нижняя МАНТИЯ	2900	4,68-5,69	13,6	
Граница Гутенберга				
ВНЕШНЕЕ ЯДРО	5000	9,3-11,5	8-8,1	Жидкое ?
Переходный слой	5100	11,5-12,0		
ВНУТРЕННЕЕ ЯДРО	6371	12,0-12,3	11-11,2	Твердое, аналог железо-никелевых метеоритов

Строение Земли



СТРОЕНИЕ ЗЕМНОЙ КОРЫ

- ☞ Земная кора: мощность (толщина) от 6-10 км (под океанами) до 30-40 км под равнинными платформенными районами и 70-80 км - под горными сооружениями, плотность 2,7-3 г/см³. Земная кора состоит из нескольких слоев. **Верхний – осадочный слой**, он состоит из осадочных и магматических пород, имеет мощность до 20-30 км, но может отсутствовать. По присутствию или отсутствию гранитного слоя выделяется два основных типа Земной коры: **континентальный** и **океанический**, между которыми есть переходные разности.
- ☞ Граница между корой и мантией, на которой происходит резкое изменение свойств вещества, получила название **границы А. Мохоровичича (Мохо)** в честь югославского сейсмолога, впервые установившего ее в 1909г.

Гранито-метаморфический слой

- ☞ Ниже следует *гранито - метаморфический слой*; он также может отсутствовать или достигать мощности 40-50 км.
- ☞ Сложен толщами сильнодеформированных, и метаморфизованных пород, а также интрузивными образованиями преимущественно кислого состава.
- ☞ Скорость распространения продольных волн от 5.5. до 6.3.км/сек. Выходит на поверхность в отдельных участках тектонических структур.

Базальтовый слой

- ☞ Ниже следует *базальтовый слой*, достигающий мощности 10-20 км. Правильнее следует называть *гранулит-базитовый слой*. Сложен глубоко-метаморфизованными породами и интрузивами основного и ультраосновного состава, скорость продольных волн 6.5-7.3 км, мощность от 15 до 30 км.
- ☞ Переход от 2 к 3 слою происходит по границе или поверхности Конрада. В одних случаях она достаточно резкая, в других постепенная; характеризуется пониженными скоростями прохождения волн и пониженными плотностями.

Строение мантии

- ☞ **Переход от коры к мантии выражается скачкообразным возрастанием скорости продольных волн до 7.9 - 8.5 км/сек в пределах маломощной зоны, называемой поверхностью Мохоровичича.**
- ☞ **Сама *мантия* разделяется на *верхнюю* и *нижнюю*.**

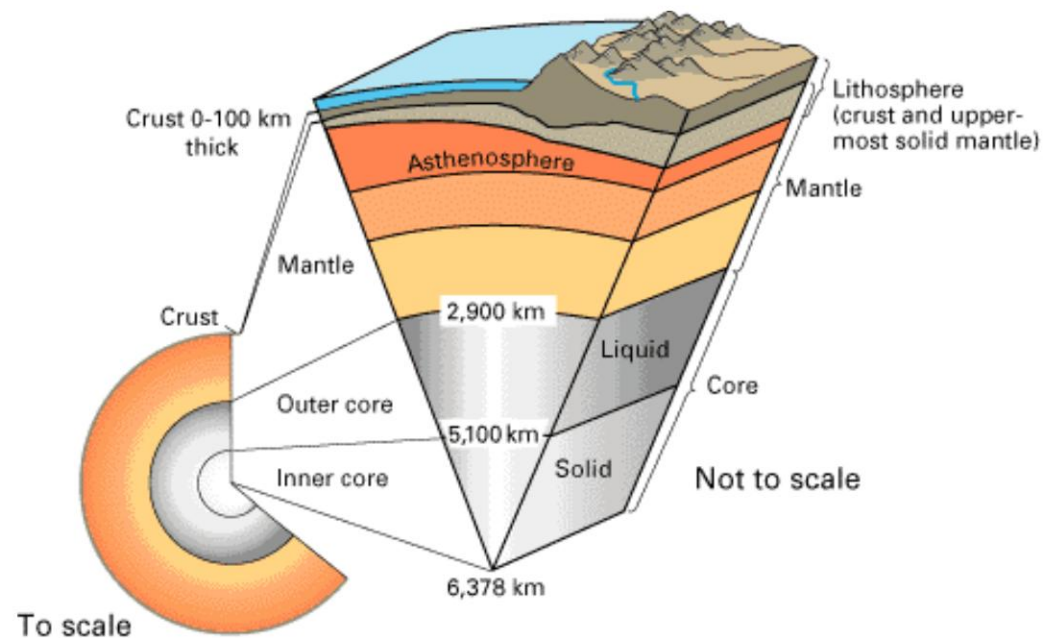
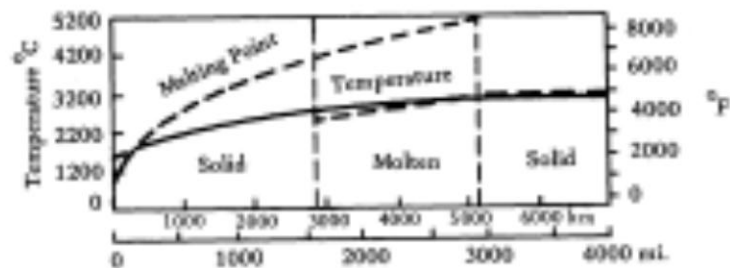
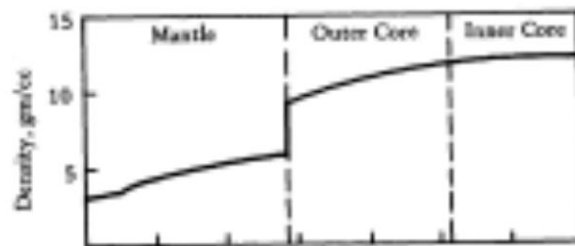
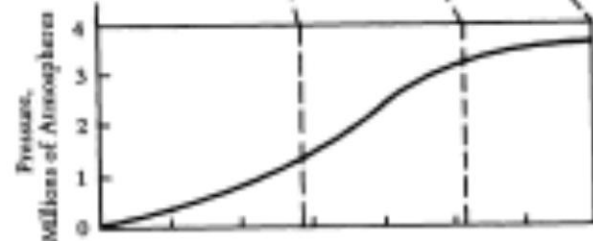
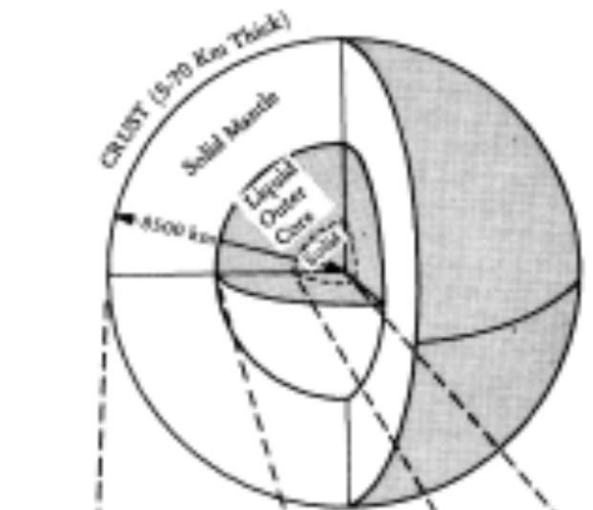
Строение внутренних оболочек Земли

- ☞ В верхней части мантии выделяется слой разуплотненного (полужидкого) вещества (*астеносфера*). и разделяется на *верхнюю* и *нижнюю*. *Астеносфера* - невыдержанный по мощности слой, распространенный до глубин 400 км, имеющий плотность 3,32-3,65 г/см³; по составу сближается с ультраосновными породами, либо эклогитами (метаморфическими породами).
- ☞ Верхняя мантия (включая астеносферу) выделяется до глубин 900-1000 км и имеет плотность 3,65-4,68 г/см³. Отделяется от нижней мантии т.н. границей Голицына (впервые установлена им в 1916 г). В этом слое формируются очаги наиболее глубоких землетрясений. Существуют две точки зрения на состав верхней мантии. Согласно одной из них верхняя мантия состоит из перидотитов — ультраосновных горных пород, богатых железом и магнием, близких по составу наиболее распространенной группе метеоритов хондритам, составляющим 90% всех известных метеоритов. Согласно другой точке зрения верхняя мантия сложена эклогитами, которые по химическому составу отвечает базальту (габбро), но отличается значительно большей плотностью и состоят в основном из граната и пироксена.

Нижняя мантия и ядро

- ☞ **Нижняя мантия** распространяется до глубины 2900 км и имеет плотность 4,68-5,69 г/см³. Поверхность раздела мантии и ядра получила название **границы Б. Гутенберга**.
- ☞ **Внешнее ядро** распространяется до глубины 5000 км и имеет плотность 9,3-11,5 г/см³. Ниже, до глубины около 5100 км, выделяется переходный слой с плотностью 11,5-12,0 г/см³. Предполагается, что внешнее ядро находится в жидкой фазе, поскольку поперечные сейсмические волны через него не проходят.
- ☞ **Внутреннее ядро** простирается до глубины 6371 км при плотности 12,0-12,3 г/см³. Вероятно, оно твердое.

Строение Земли



Типы Земной коры

- ☞ В настоящее время выделяется несколько типов земной коры. Однако преобладающее распространение имеют два основных типа: континентальный и океанический.

☞ Континентальный тип ЗК

- ☞ Характеризуется наличием всех трех слоев — осадочного, гранитного и базальтового. Только на некоторых участках, где выходят на поверхность самые древние магматические и метаморфические породы, осадочный слой отсутствует. Соотношение гранитного и базальтового слоя различное. Мощность (толщина) земной коры континентов в пределах равнин в среднем составляет 30—40 км, местами снижается до 20 км, а в горных областях (Памир, Анды, Гималаи) увеличивается до 60—80 км.

Океанический тип ЗК

- ☞ **Океанический тип земной коры** существенно отличается от континентального. В океанической коре отсутствует гранитный слой. Здесь под осадками небольшой мощности (до 1 км) залегает непосредственно базальтовый слой. Общая мощность земной коры не превышает 10—15 км, составляя в ряде случаев 5—7 км.
- ☞ Типичная океаническая кора развита в пределах ложа Мирового океана ниже области континентального склона (ниже глубин 2500—3000 км). Помимо двух указанных основных типов земной коры, выделяются промежуточные типы — **субокеанический** и **субконтинентальный**.

Субокеанический тип ЗК

☞ *Субокеанический* тип земной коры по строению близок к океаническому, отличаясь от него значительной мощностью (до 10 и более километров, иногда 14—15 км) осадочного слоя. Такой тип коры обнаружен в крупных прогибах окраинных и внутриконтинентальных морей: в южной котловине Каспия, в Черном, Японском, Охотском, Беринговом, Карибском морях, в Мексиканском заливе и других районах. В них под слоем рыхлых иловых осадков залегают консолидированные (уплотненные) осадки большой мощности, под которыми непосредственно располагается базальтовый слой. Общая мощность земной коры в этих местах достигает 20 и более километров (главным образом за счет осадочного слоя). Подобное строение коры характерно также и для некоторых впадин на суше, как, например, для Прикаспийской низменности.

Субконтинентальный тип ЗК

- ☞ **Субконтинентальный** тип земной коры выделен под некоторыми архипелагами островов и прилегающими к ним участками шельфа. Для этого типа характерны: 1) нечеткость разделения гранитного и базальтового слоев, поэтому иногда они объединяются под названием гранитно-базальтового слоя; 2) промежуточное значение скорости распространения сейсмических волн; 3) местами некоторое уменьшение скорости сейсмических волн у границы Мохоровичича.
- ☞ Изучение строения Курило - Камчатской переходной зоны от Азиатского континента к Тихому океану, показало, что в пределах материка наблюдается развитие земной коры континентального типа мощностью до 40 км. Тот же тип коры, но мощностью до 20—25 км отмечен в мелководной части Охотского моря. В Южноохотской котловине он сменяется субокеанической корой мощностью 10—15 км. В районе Южных Курильских островов наблюдается субконтинентальный тип земной коры, который далее в пределах глубоководного желоба сменяется океаническим.

Строение ЗК срединных хребтов

- ☞ **Строение земной коры в области *срединных - океанических* хребтов совершенно иное. В центральной части существует рифт (от англ. “rift”— расселина, ущелье) - грабен глубиной до 2 км, шириной 12—45 км). Здесь развита в целом океаническая кора, но в ней наблюдаются повышенные скорости сейсмических волн и нет четкой границы между земной корой и мантией. Здесь происходит подъем астеносферы, смешение вещества коры и мантии.**

Главнейшие структурные элементы земной коры.

– Структура континентов

– Платформы и складчатые области

- ☞ **Платформы** = изометричные структуры большой площади, двухярусного строения, с хорошо развитым осадочным чехлом.
- ☞ **Складчатые области** - тектонические структуры вытянутой формы, с активным режимом развития и слабо развитым осадочным чехлом.
- ☞ **Древние платформы** - области архейской и раннепротерозойской складчатости. На протяжении всего неогена характеризовались относительно спокойным тектоническим режимом, слабыми вертикальными движениями небольшой амплитуды.
- ☞ **Основные структурные элементы древних платформ: щиты и плиты. Структурные элементы плит: синеклизы и антеклизы.**

Складчатые области

- ✿ ***Байкалиды*** - области байкальской складчатости (поздний протерозой) завершили свое формирование вблизи рубежа протерозой / кембрий (рифей / венд); последние движения - рубеж раннего/среднего кембрия.
- ✿ ***Каледониды*** - области каледонской (раннепалеозойской) складчатости.
- ✿ ***Герциниды*** - области герцинской (позднепалеозойской) складчатости.

Складчатые области

- ☛ ***Киммериды*** - области киммерийской (мезозойской) складчатости.
- ☛ ***Альпиды*** - области альпийской (кайнозойской) складчатости. Завершенная и незавершенная альпийская складчатость.
- ☛ Складчатые (горные) сооружения с одноярусным строением земной коры и межгорные впадины - районы начального формирования чехла.
- ☛ **Структурные элементы складчатых областей; складчатые сооружения и молодые плиты. Древние и молодые платформы. Краевые прогибы и их этапы развития. Рифты и авлакогены.**

ТЕКТОНИЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ

1. ТЕОРИЯ ГЕОСИНКЛИНАЛЕЙ

2. ТЕКТОНИКА ПЛИТ

ТЕОРИЯ ГЕОСИНКЛИНАЛЕЙ

- ☞ *Геосинклинали* - подвижные (тектонически активные) области земной коры, характеризующиеся:
- ☞ а). Интенсивностью и контрастностью тектонических движений;
- ☞ б). Большими мощностями осадочных пород;
- ☞ в). Обширным развитием магматических образований.
- ☞ Развитие геосинклиналей заканчивается формированием складчатого горного сооружения.

Строение и развитие складчатого основания платформ и складчатых областей

- ☞ Платформы. Двухъярусное строение платформ и складчатых областей как отображение геосинклинального, орогенного и платформенного этапов развития структуры земной коры.
- ☞ В теории геосинклиналей было впервые отмечен контроль тектоники над процессами осадконакопления (Джеймс Холл, Дэна).
- ☞ В конце XIX века концепция охватила Европу. Появились термины ***эвгеосинклиналь*** и ***миогеосинклиналь*** (Ганс Штилле).

Этапы развития геосинклинальных прогибов

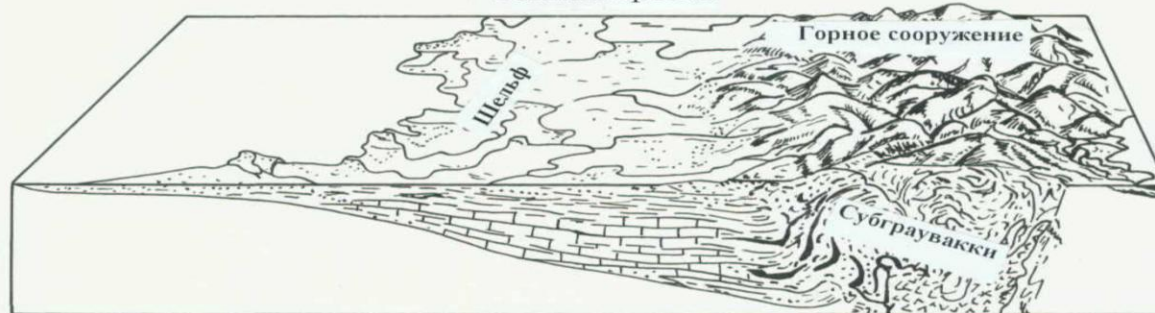
Геосинклиналь (начальная стадия)



Зрелая стадия развития

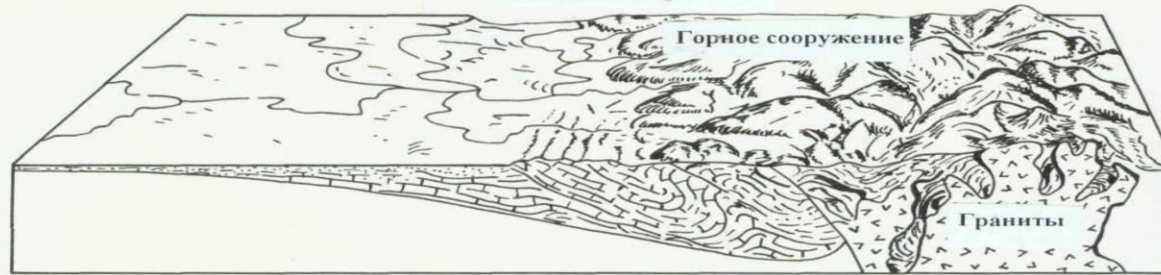


Ранний ороген

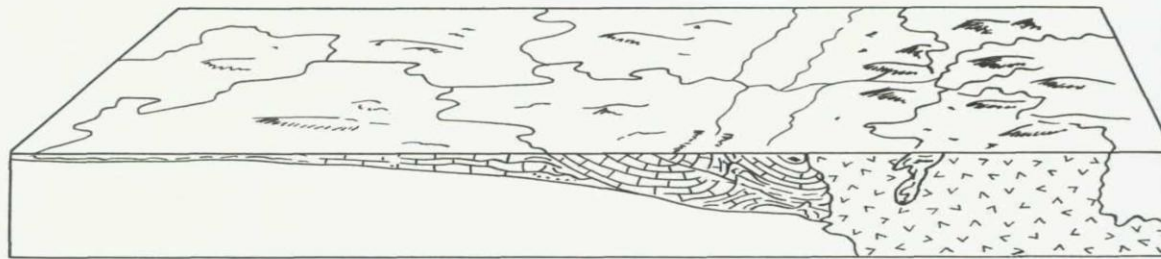


Посторогенная и платформенная стадии

Поздний ороген



Пенепленизация



Посторогенная стадия (блоково-складчатые деформации)



Структурные элементы платформ

Щит Авлакоген Плита Краевой прогиб

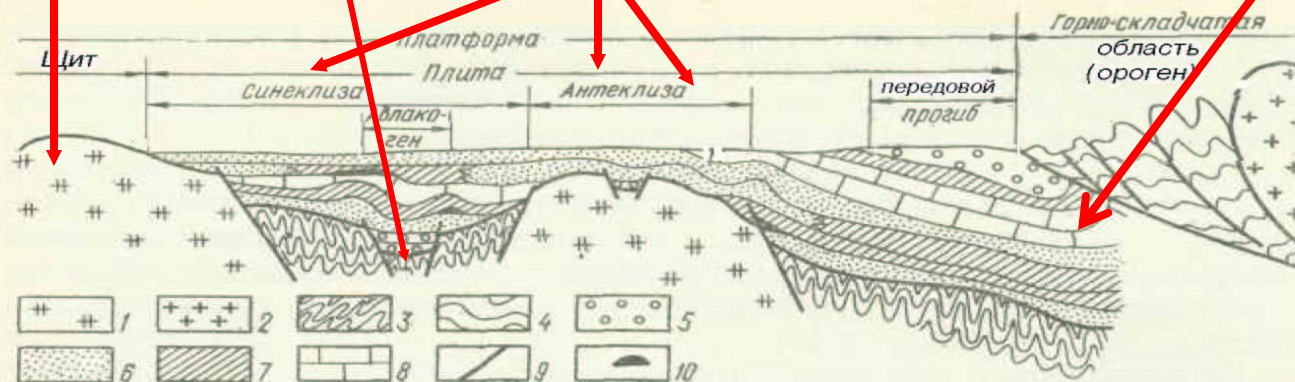


Рис. 44. Геологический разрез через платформу и прилегающую горно-складчатую область (ороген).

Магматические комплексы: 1 — фундамента платформы, 2 — горноскладчатой области; метаморфические комплексы: 3 — фундамента платформы, 4 — горно-складчатой области; 5 — грубообломочные породы; 6 — пески, песчаники; 7 — глины, аргиллиты; 8 — карбонатные породы (известняки, доломиты и т. д.); 9 — разломы; 10 — залежи нефти и газа

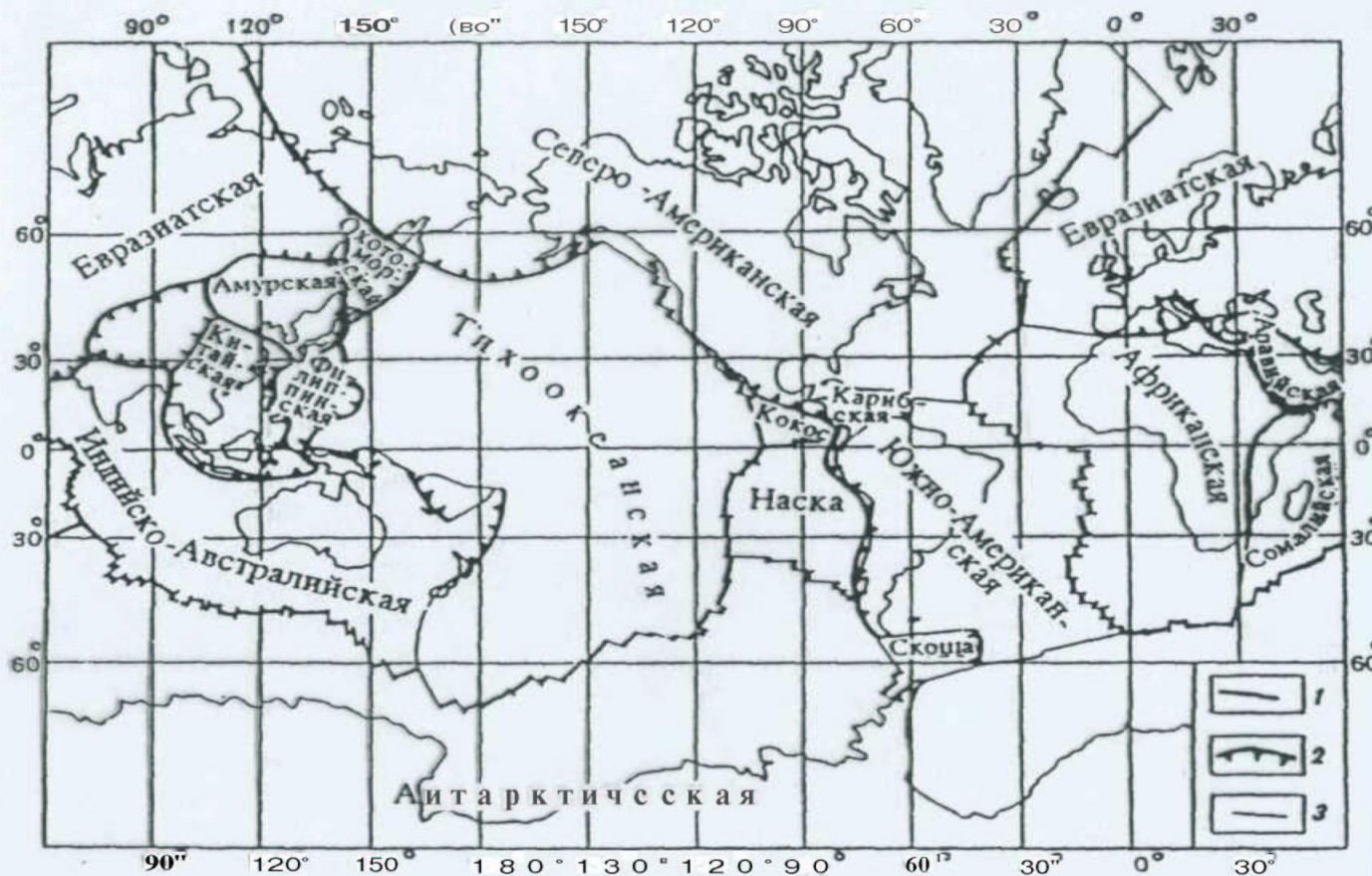
Основы тектоники плит и «цикл Уилсона»

- ☞ Главной слабостью теории геосинклиналей было отрицание значительных горизонтальных перемещений, которые сближали породы, образовавшиеся на обширных пространствах далеко друг от друга, а может быть и от сформированного орогена. Накопленная история геологического строения многих крупных орогенов создала основу для общей модели тектонической эволюции.
- ☞ 1. Открытие океана; 2. Формирование остаточного бассейна с островными дугами и окраинными бассейнами; 3. Финальная стадия столкновения континентов.
- ☞ Появились термины - *спрединг, субдукция, аккреция*

Характеристика подвижного пояса

☞ При этом подвижный пояс или геосинклиналь - это область столкновения литосферных плит, где за счет дегидратации и переплавления океанической коры происходит формирования гранит-метаморфического слоя, то-есть коры континентальной.

Карта литосферных плит

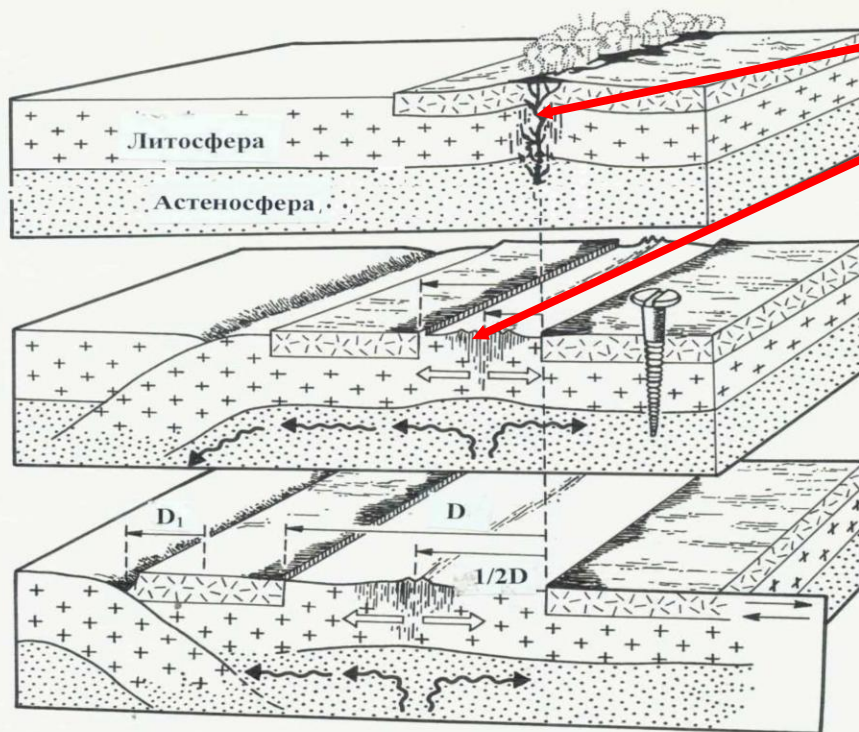


6 крупных
плит и много
мелких;
границы
плит -
свехлубин-
ные разломы

Рис. 82. Карта литосферных плит Земли (Зоненшайн, Кузьмин, 1993).
Заимствовано у Н.Л.Добрецова и А.Г.Кирдяшкина, 1994. Границы плит:
/ - дивергентные, 2 - конвергентные, 3 - трансформные

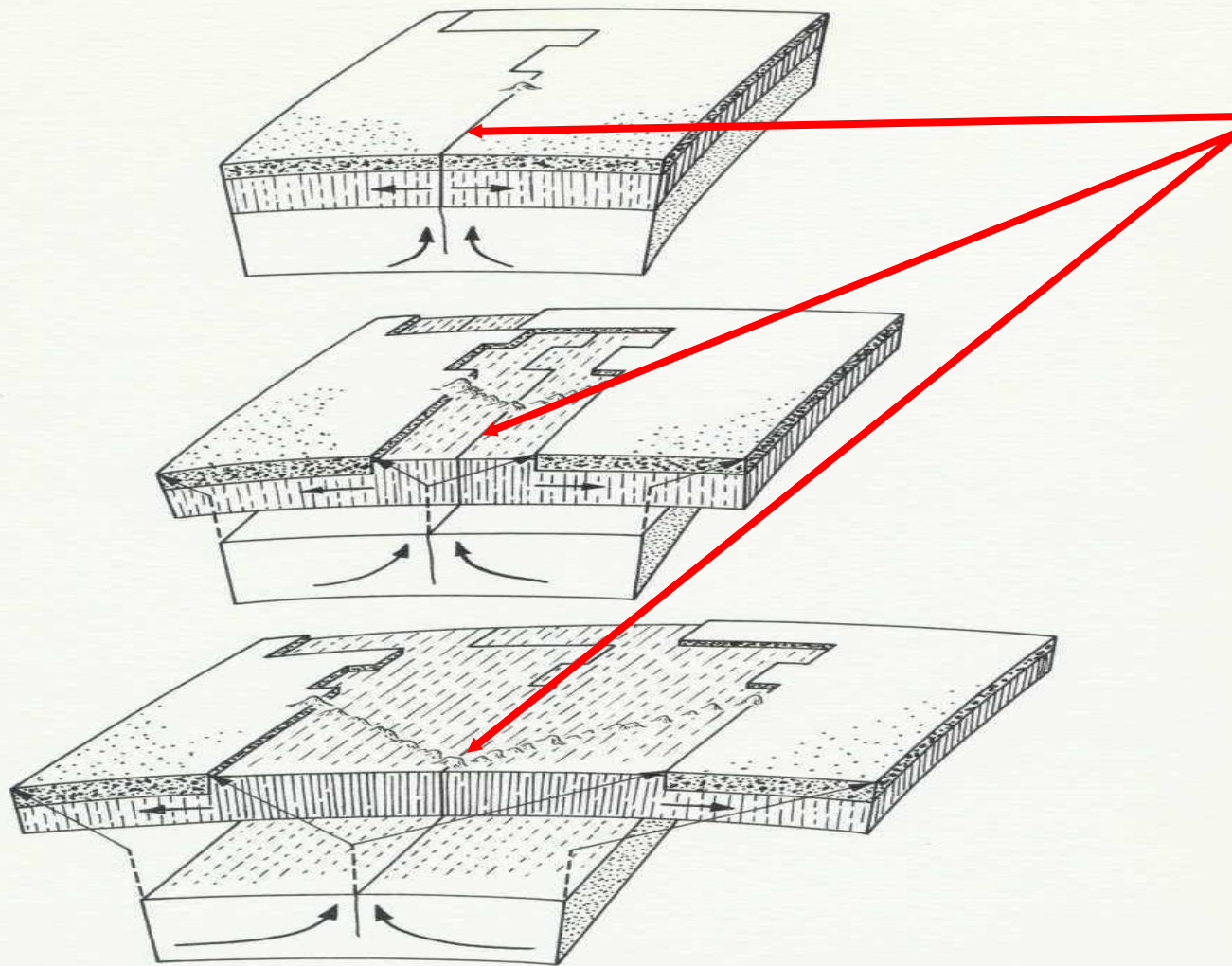
Строение земной коры океанов

- 1. Океанические плиты.
- 2. Срединные океанические хребты.
- 3. Граница океана и континента: активные и пассивные окраины.



Зоны спрединга

Спрединг

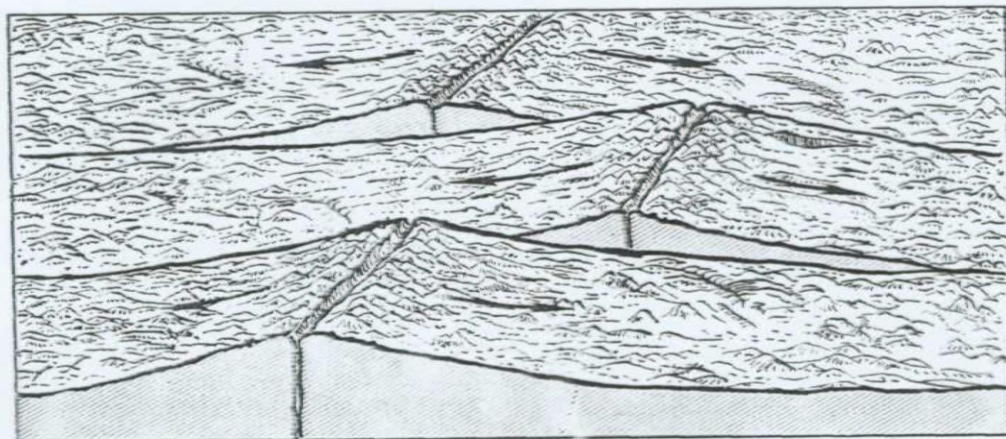
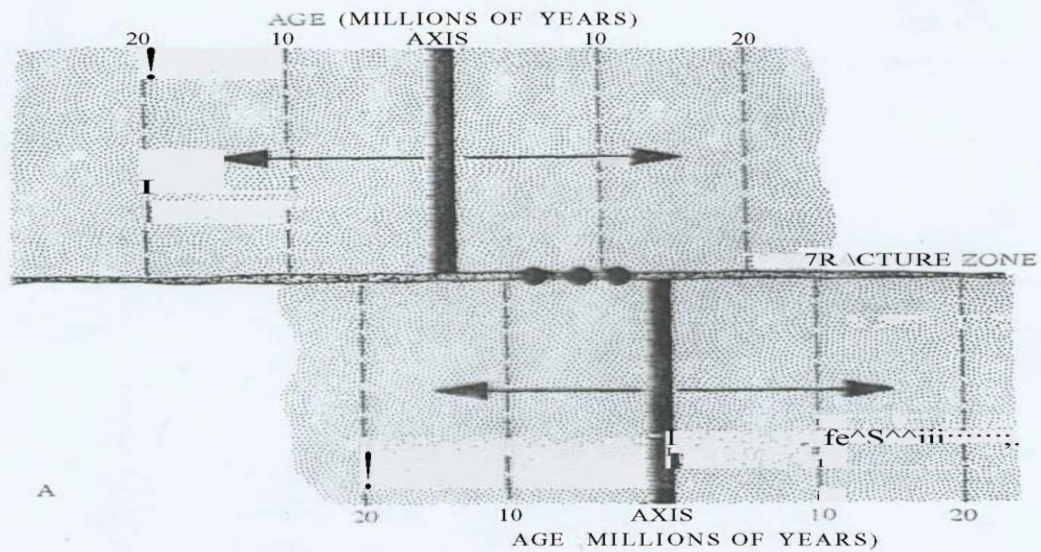


Зоны
спрединга
или
дивергенции

Растяжение
и раздвигание
плит;
формирование
вертикальных
клиньев
базальтов;
старая кора
сдвигается в
стороны

МОЛОДАЯ КОРА

ТРАНСФОРМНЫЕ РАЗЛОМЫ



ТИП АКТИВНОЙ ОКРАИНЫ



РИС. 4.5. Обобщенный разрез внутри-океанической островной дуги [329].

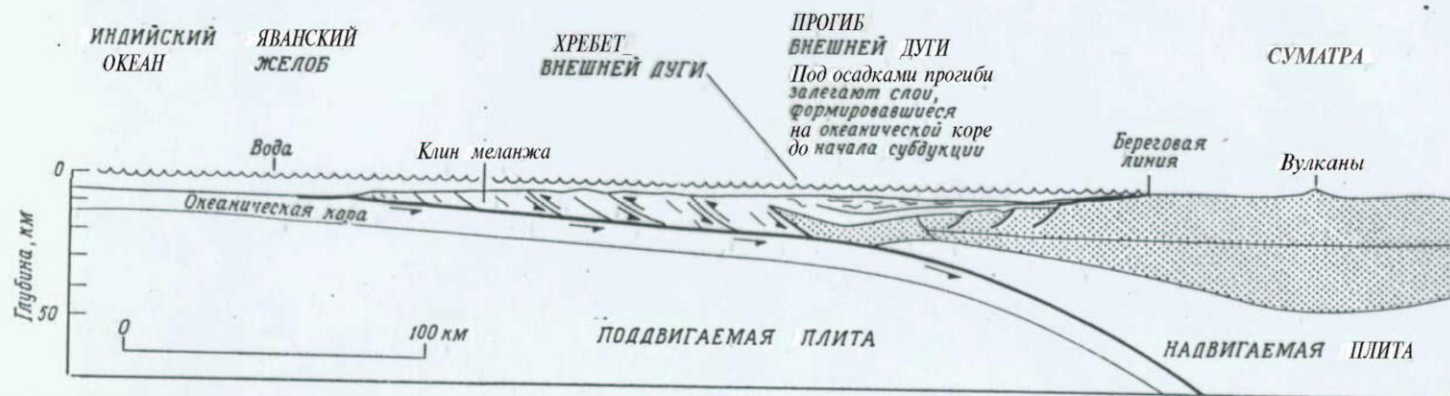
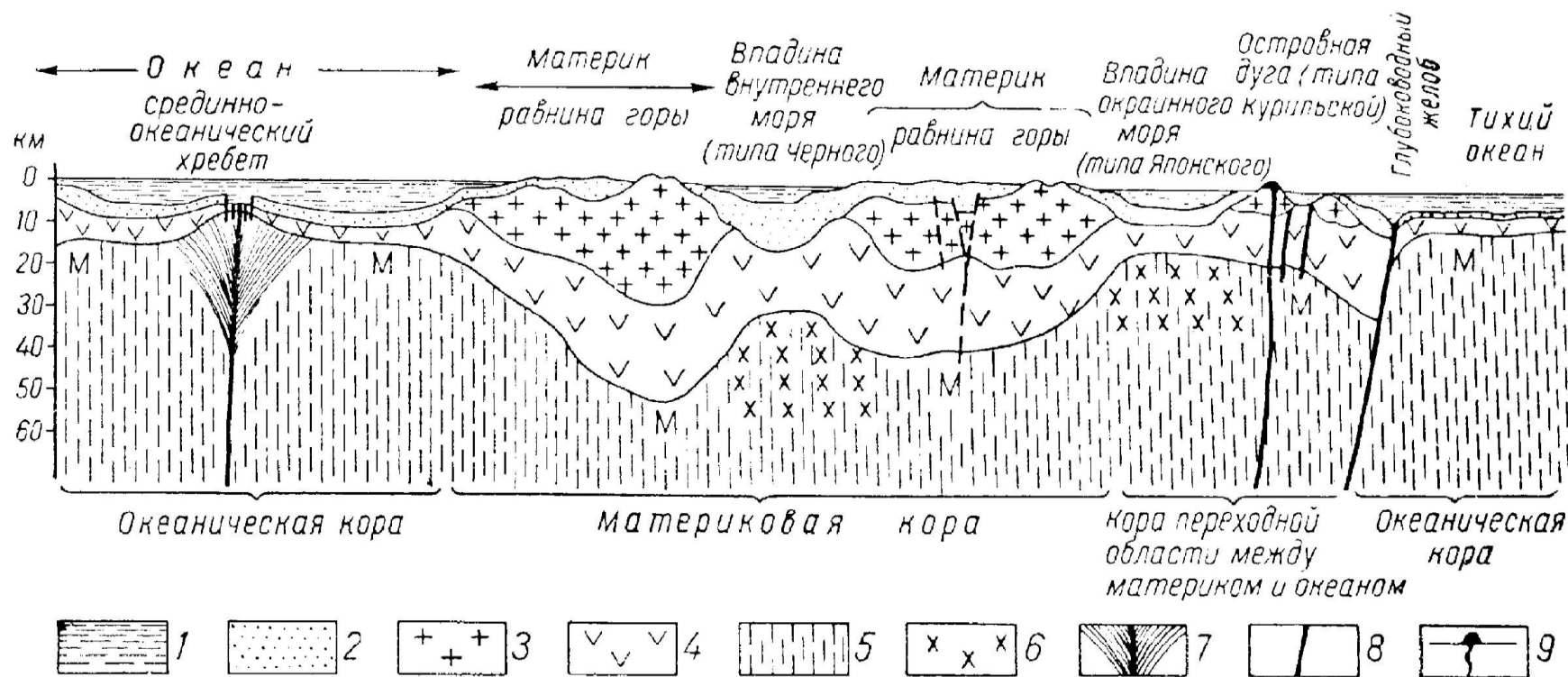


РИС. 4.6. Схематический разрез через зону субдукции в Яванском желобе ([195], с упрощениями).

Строение земной коры материков и океанических впадин



- 1 - вода; 2 - осадочные породы; 3 - гранито - гнейсовый слой земной коры;
- 4 - базальтовый слой; 5 - мантия Земли; М - поверхность Мохоровичича;
- 6 - участки мантии с повышенной плотностью;
- 7 - участки мантии с пониженной плотностью;
- 8 - глубинные разломы; 9 - вулканический конус, магматический канал и очаги.

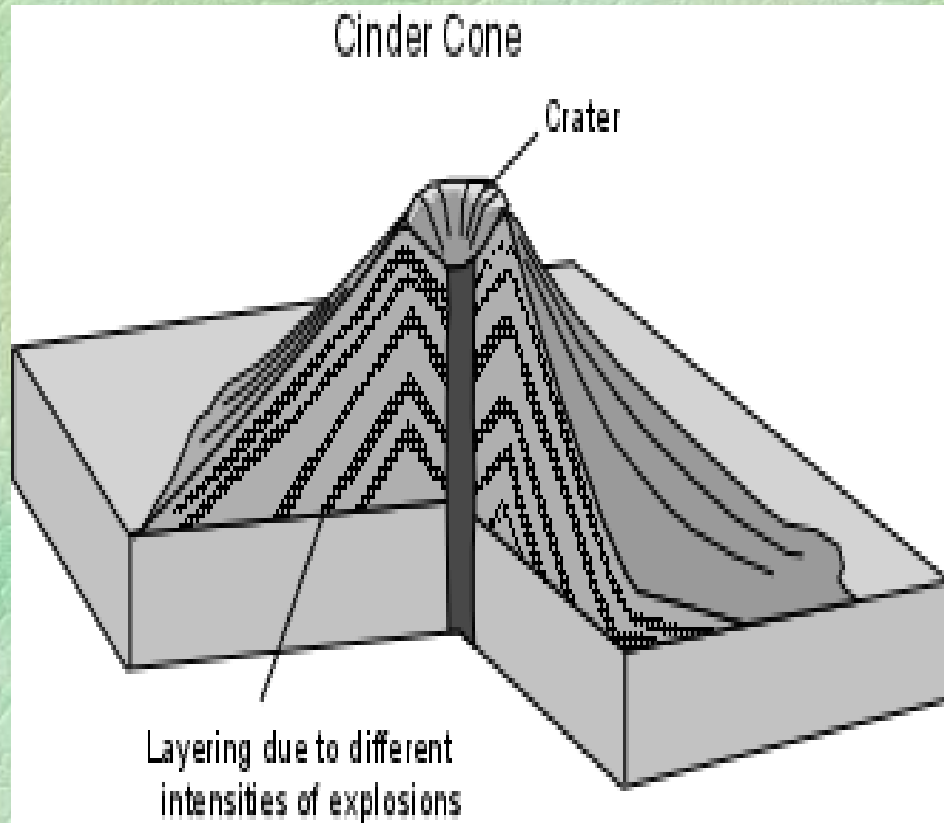
Формации

- ☞ **Формация - парагенетическая ассоциация фаций, характеризующая определенный этап развития земной коры. Соотношение формаций (понятия тектонического) и фаций (понятия физико-географического, ландшафтного).**
- ☞ **Примеры геосинклинальных (океанических) формаций. Эвгеосинклиналь - офиолитовая формация, миогеосинклинальная - флишевая формация. Примеры орогенных формаций: молассовая формация межгорных впадин и краевых прогибов.**
- ☞ **Примеры геосинклинальных платформенных формаций. Меловая формация, лимническая и паралическая угленосные формации.**

Магматические Горные Породы

Название	Кол-во SiO ₂ , %	Горные породы		Формы залегания	
		интрузивные	эффузивные	интрузивные	эффузивные
Ультраосновные	<40	Дуниты Пироксениты Перидотиты	Коматиты	Дайки Лополит	Потоки
Основные	40-52	Габбро	Базальты	Дайки Силлы Лакколиты Лополиты	Покровы Потоки
Средние	52-65	Диориты	Андезиты	Дайки Лакколиты Штоки Батолиты	Потоки
Кислые	>65	Граниты	Риолиты	Штоки Батолиты	Обелиски

Строение некоторых вулканов



Типы лав



**Подушечные и «Кишечные» лавы -
основного состава, образуются при
подводных излияниях**

Типы лав (глыбовые лавы кислого и основного состава)

Кислые



Основные



Типы лав

ПОДВОДНЫЕ ИЗЛИЯНИЯ



ПАЙХОЭХОЭ



**МОРЩИНИСТЫЕ ЛАВЫ
ОСНОВНОГО СОСТАВА**

Магматизм

Метаморфизму подвержены
любые породы

Температура
Давление

Эффузивный
«Флюиды»

Интрузивный

Типы извержений

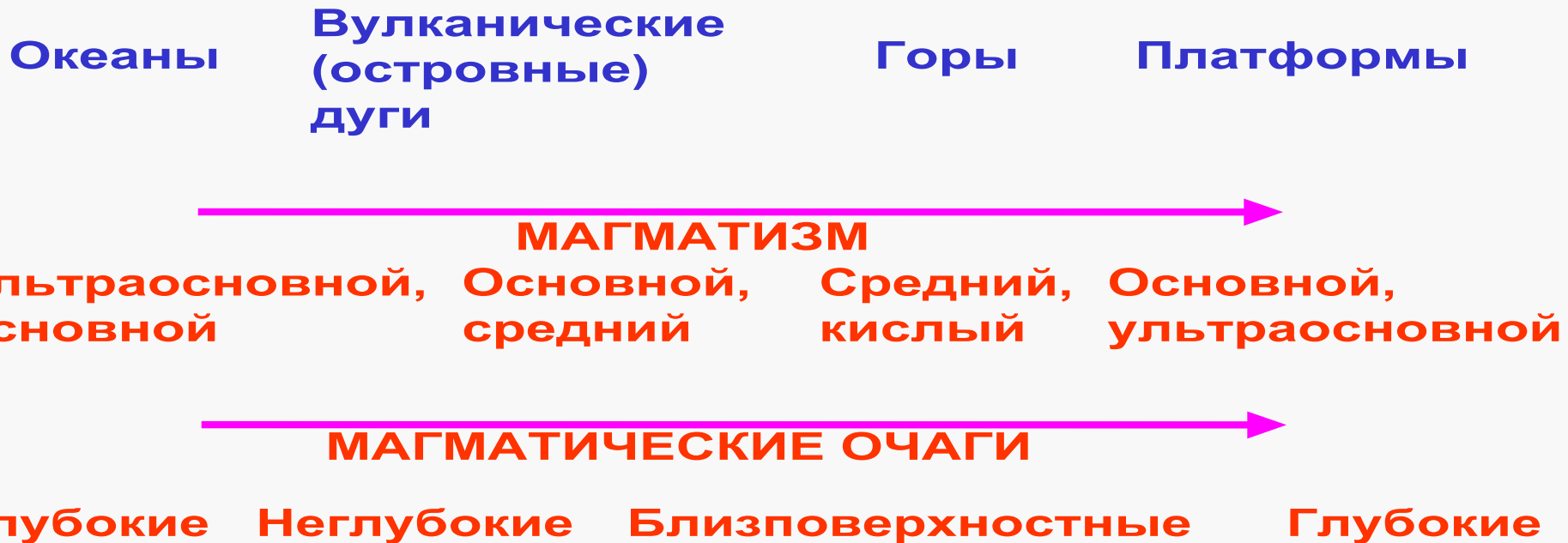
Пелейский



- Магма (порода) – кислая, средняя (андезиты, риолиты)
- $T^{\circ}=700-800^{\circ}$
- Тип постройки – Лавовый конус
- Продукты извержения: лава, пепел, бомбы, шлак, лахары, лавовыеobelisks, отложения «палящих туч»

Характер магматизма в разных областях

Закономерности проявлений магматизма



Типы магматических пород



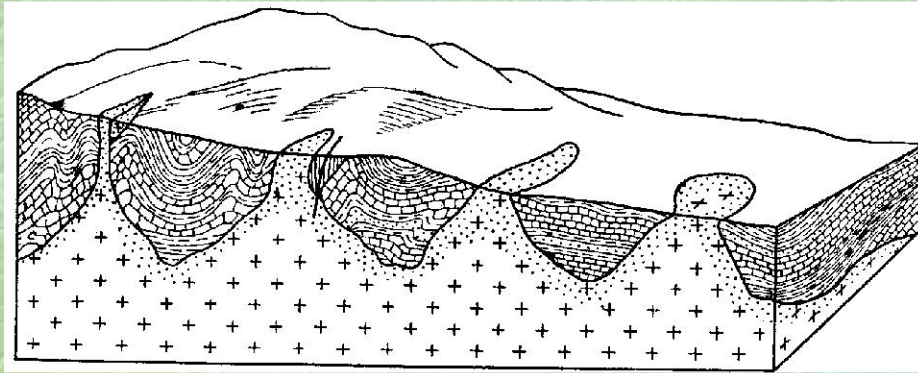
Туфы,
перекрытые
лавовым
потоком



**Интрузивные
магматические тела –
застывшие на глубине**

Несогласные интрузивные тела

Батолиты

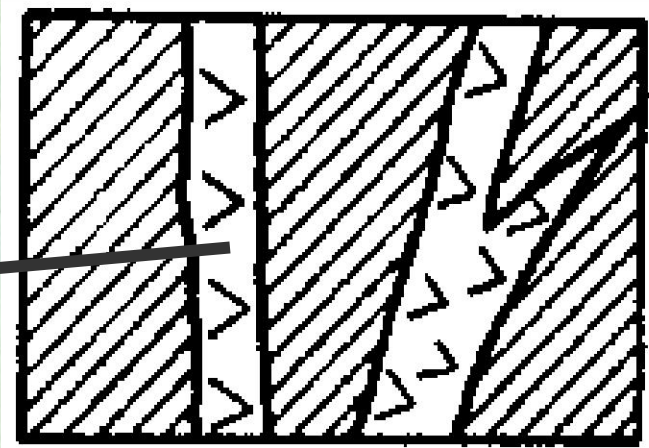


- Огромная протяженность (сотни км.)
- Неправильная форма
- Средний/кислый состав



Несогласные интрузивные тела

Дайки

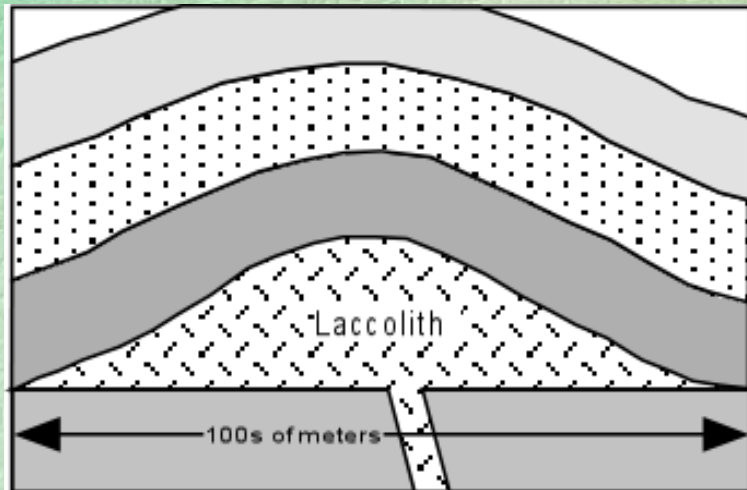


- Длина - до сотен км.
- Небольшая ширина
- Выполняют трещины
- Основной / средний состав



Согласные интрузивные тела

Лакколиты



- Размеры – до десятков км.
- Грибообразная форма
- Малоглубинные
- Средний / кислый состав

МЕТАМОРФИЗМ



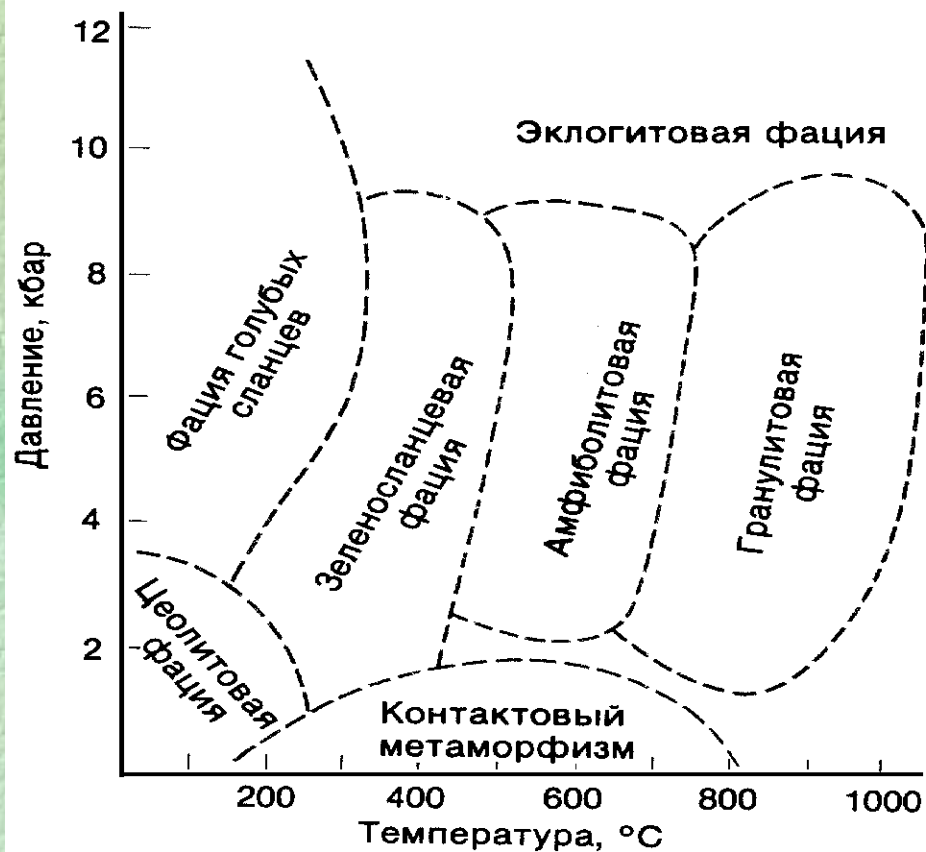
Контактовый



Региональный

Различные типы метаморфизма

Метаморфизм



Фация зеленых сланцев	Хлорит, кальцит, кварц, альбит, мусковит, серицит, актинолит, тремолит, тальк, серпентин, магнетит, гематит
Эпидот-амфиболитовая фация	Роговая обманка, эпидот, биотит, мусковит, кварц, кислые плагиоклазы, гранат, магнетит
Амфиболитовая фация	Роговая обманка, средние плагиоклазы, биотит, кварц, кианит, магнетит
Гранулитовая фация	Ромбические и моноклинные пироксены (диопсид, гиперстен), гранат (альмандин), основные плагиоклазы, ортоклаз, кварц, форстерит

Типы метаморфических пород

Зеленые
сланцы



Типы метаморфических пород

Эклогиты



Типы метаморфических пород

Роговики



ВЫВОДЫ

☞ Рассмотрены:

☞ 1. Строение Земли

☞ 2. Типы Земной коры

☞ 3. Основные структурные
элементы континентов и океанов

☞ 4. Породы магматические,
интрузивные и эффузивные

☞ 5. Метаморфические породы

**Типы
форма
ций**

