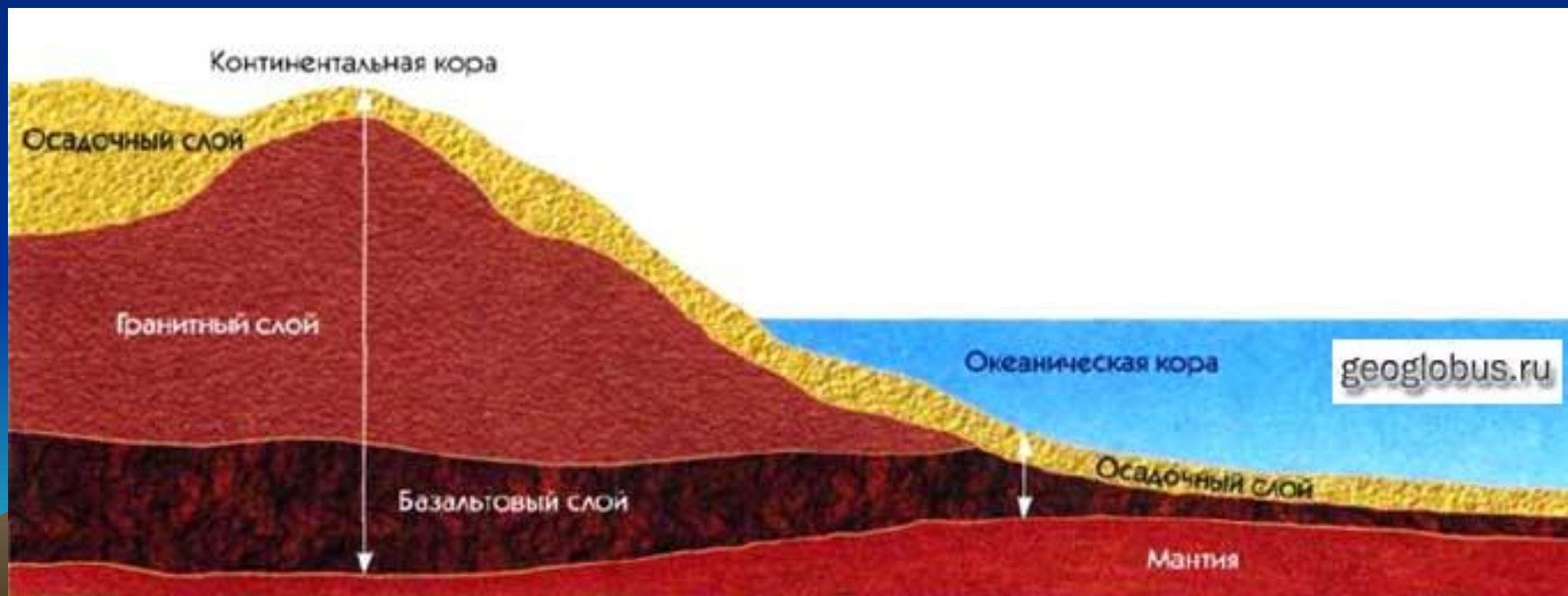


# Структуры земной коры

Главнейшими элементами земного рельефа являются континенты и океаны.



- Изучение геологического строения Земли начиналось с континентов.
- Земная кора: на континентах ее мощность достигает 30-70 км, на дне океанов – 5-15 км. Первый тип земной коры – континентальный, второй – океанический.
- Для изучения глубинного строения Земли широко используются сейсмические методы, основанные на разной скорости прохождения сейсмических волн в разных типах пород.

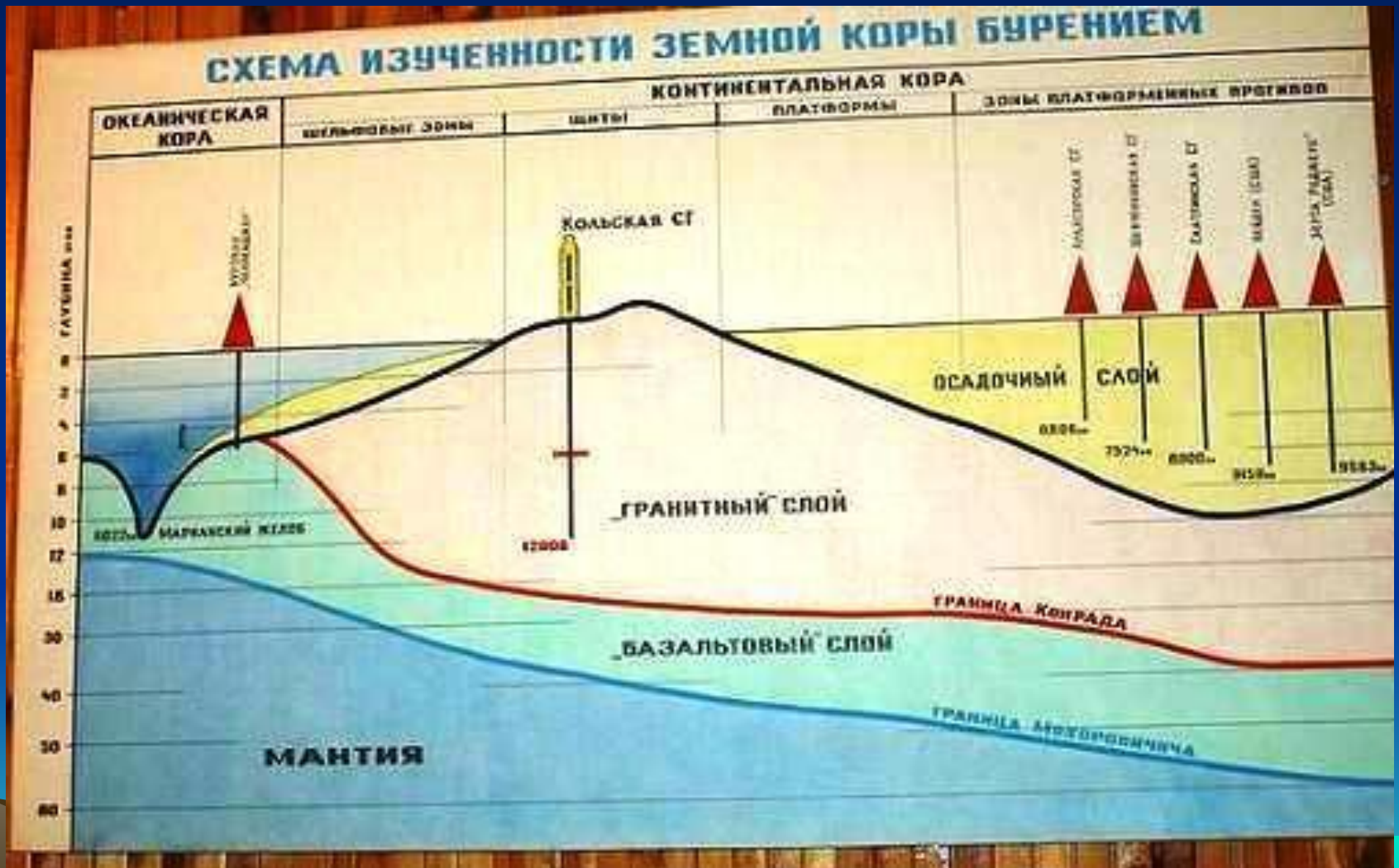


# Кольская сверхглубокая скважина

- Скважина была заложена на севере Кольского полуострова в 1970 году.



# Схема проходки Кольской сверхглубокой скважины



- Глубина Кольской сверхглубокой скважины – 12 262 метра.
- Скважина не достигла предполагаемых базальтов (вся скважина пройдена по гранитам и гранито-гнейсам).
- На больших глубинах – высокая трещиноватость и насыщенность пород водой.
- Резко повышенный температурный градиент (на глубине 5 км температура достигла 70 градусов С, на глубине 12 км – 220 градусов С).
- Основной вывод: скважина не подтвердила прогноз геологического строения земной коры, данный на основании сейсмических данных.



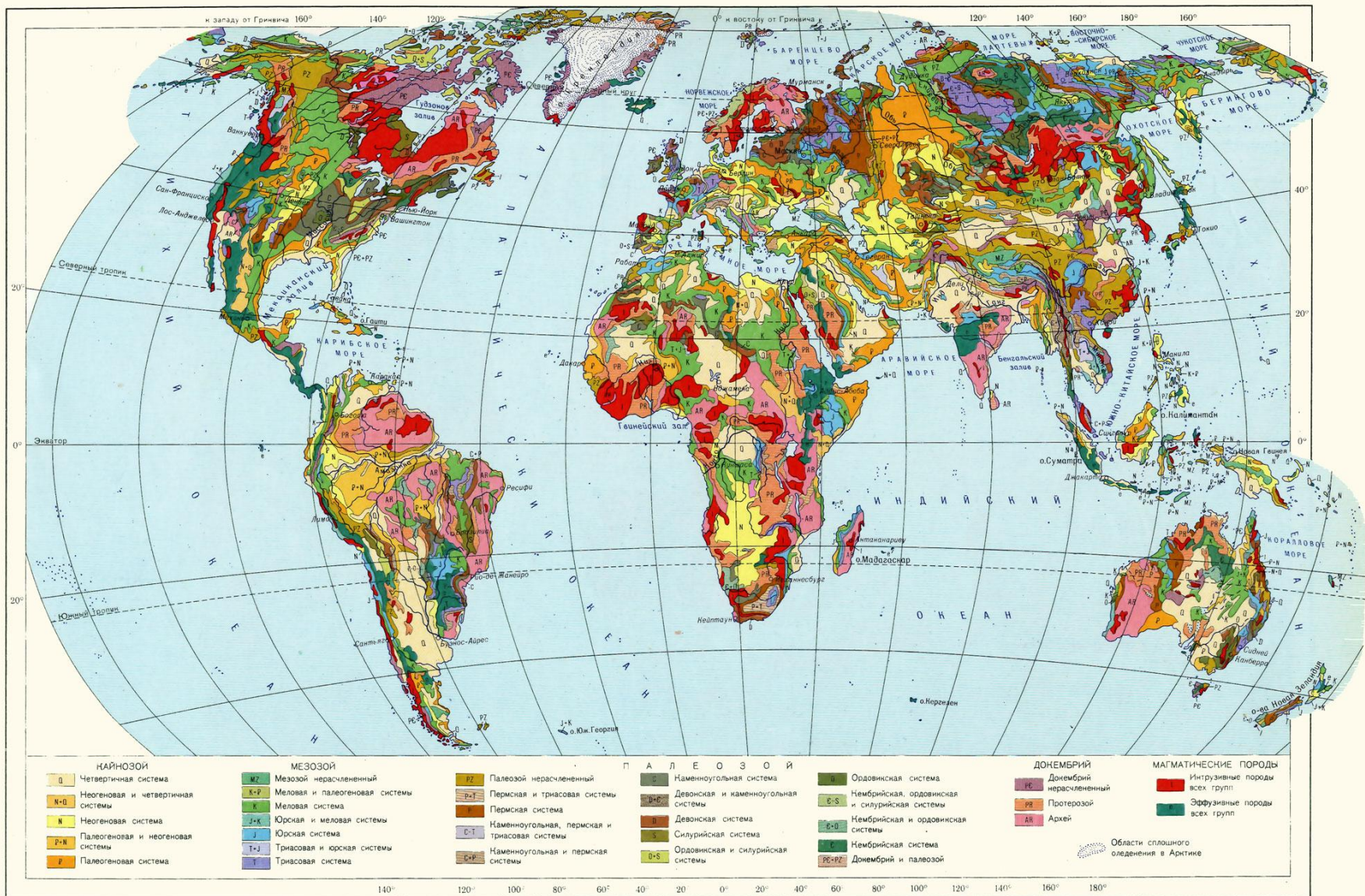
## Структуры земной коры континентов

Главнейшие элементы современной структуры континентов – **складчатые области и платформы.**

Для складчатых областей характерно:

- Линейность их контуров;
- Большая мощность отложений (15-25 км);
- Выдержанность состава и мощности отложений по простиранию и резкие изменения вкрест простирания;
- Наличие своеобразных формаций – комплексов пород (аспидная, спилит-кератофировая, флишевая).
- Интенсивный магматизм;
- Сильный метаморфизм;
- Сильная складчатость, разломы.





- В зависимости от возраста фундамента различают:
- - *древние* платформы (докембрийские);
- - *молодые* платформы (эпипалеозойские).

История Земли ранее рассматривалась с точки зрения развития геосинклиналей (геосинклинальная гипотеза).

В настоящее время большинство исследователей рассматривают историю Земли с точки зрения теории тектоники литосферных плит.





# Теория тектоники литосферных плит

- Теория дрейфа континентов.
- Немецкий геолог Альфред Вегенер (1915 год).



Альфред Вегенер (1880-1930)

## Дрейф континентов:

- Существование единой первичной континентальной массы, названной «Пангея» (греч. «вся земля»).
- Распад Пангеи на отдельные части.
- Дрейф континентальной коры по «морю» более плотной океанической коры.
- Вздыбливание горных хребтов на краях массивов континентальной коры.

*Шотландец Артур Холмс позже полностью поддержал теорию континентального дрейфа.*

*Данные в пользу перемещения материков:*

1. *Совмещение краев континентов.*
2. *Палеонтологические данные.*
3. *Палеомагнитные данные.*



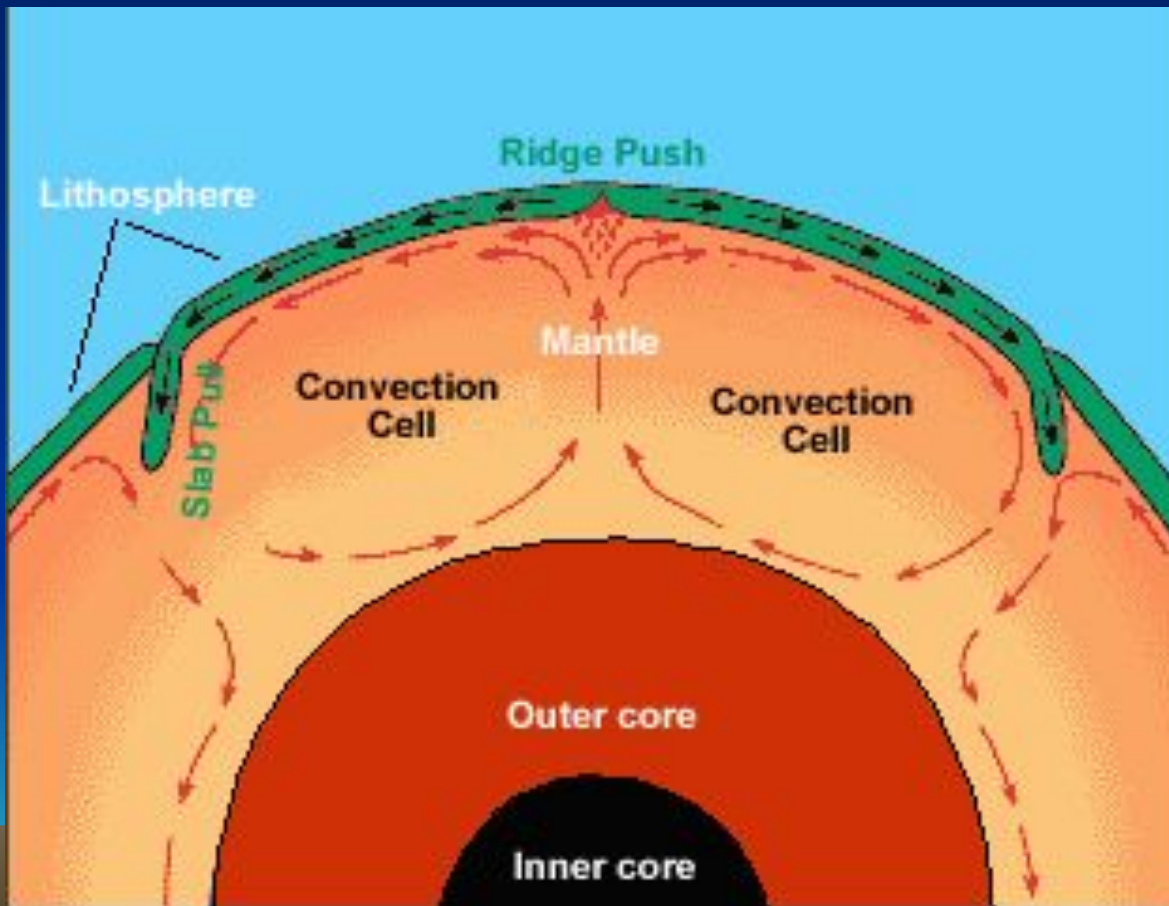
## Морские исследования 1950-60-х годов (США).



- Американское научно-исследовательское судно «Гломар Челленджер» с буровой установкой, позволявшей бурить сквозь толщу воды в 5 км.

В 1962 г. Гарри Хесс (США) разработал и обобщил теорию раздвигания (спрединга) океанического дна.

- В мантии происходит конвекция со скоростью 1 см в год.



- Восходящие ветви конвективных ячеек располагаются под срединно-океаническими хребтами;
- С существованием конвективных ячеек связано возникновение наблюдаемого теплового потока;
- Мантийный материал поступает к поверхности в гребневой части хребтов;
- Срединно-океанические хребты – образования с продолжительностью жизни 200-300 млн. лет;
- Весь океан полностью очищается каждые 300-400 млн. лет;
- Континенты пассивно переносятся поверх мантии в результате конвекции;
- Передние края континентов подвергаются интенсивной деформации, когда сталкиваются с погружающимися конвективными ветвями;
- Океанические бассейны – преходящие образования, а континенты – постоянные.



# Спрединг океанического дна

Срединно-океанические хребты – область возникновения океанической коры.  
Глубоководные желоба – область поглощения океанической коры в результате субдукции.



РИС. 20.17

Гипотетический разрез океана, на котором показан срединно-океанический спрединговый хребет (слева), несколько вулканических океанических островов и зона субдукции у островной дуги или окраины андского типа. Базальтовая лава изливается на океаническом хребте и в процессе спрединга к зоне субдукции перекрывается осадками. Край зоны субдукции маркируется желобом, в котором накапливаются глубоководные осадки. Во время субдукции осадки соскребаются с погружающейся коры, сминаются в складки и нарушаются разрывами. За счет высокого давления в породах под желобом идет метаморфизм фации голубых сланцев. В еще более глубоких горизонтах базальт переходит в амфиболит и далее в эклогит. На глубине около 100 км начинается частичное плавление, и образующиеся расплавы поднимаются к поверхности, формируя вулканы с андезитовым составом излияний и вулканические островные дуги. (Из работы Спенсера, 1977; по Хессу, Рингвуду, Грину и Миасиро.)

- Из работы Аллисон, Палмер, 1984.

## Доказательства спрединга:

Характерные особенности срединно-океанических хребтов:

1. Распространены по всему миру;
2. Почти лишены осадков;
3. Сложены свежими базальтами вместе с перидотитами;
4. Положительные аномалии силы тяжести (внизу – тяжелые породы);
5. Осевой рифт и разрывы – обстановка растяжения;
6. Парные системы магнитных аномалий с чередующейся полярностью;
7. Повышенный тепловой поток;
8. Проявление мелких землетрясений;
9. Трансформные разломы.



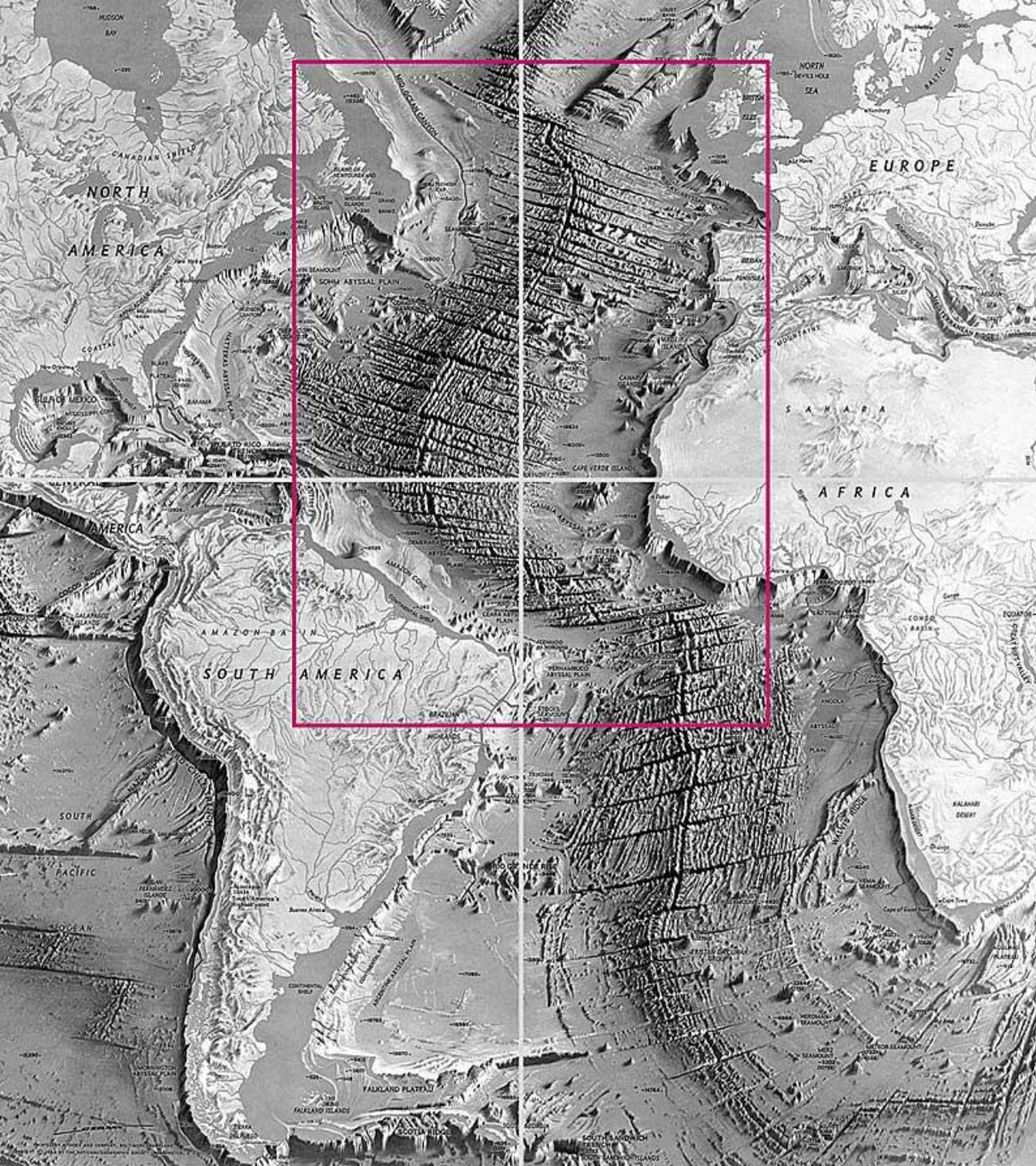


РИС. 20.19

Чередование полосовых магнитных аномалий с разной полярностью (разного знака), располагающихся благодаря спредингу океанического дна симметрично по обеим сторонам хребта Рейкьянес (отрезок Срединно-Атлантического хребта); по данным аэромагнитного картирования. Рифт, с возникновения которого начинается спрединг, рассекает Исландию, проходя через действующие вулканы Суртсэй и Хеймаэй. (Из работы Салливана, 1974; по данным Вайна, 1966.)

- Из работы Аллисон, Палмер, 1984.





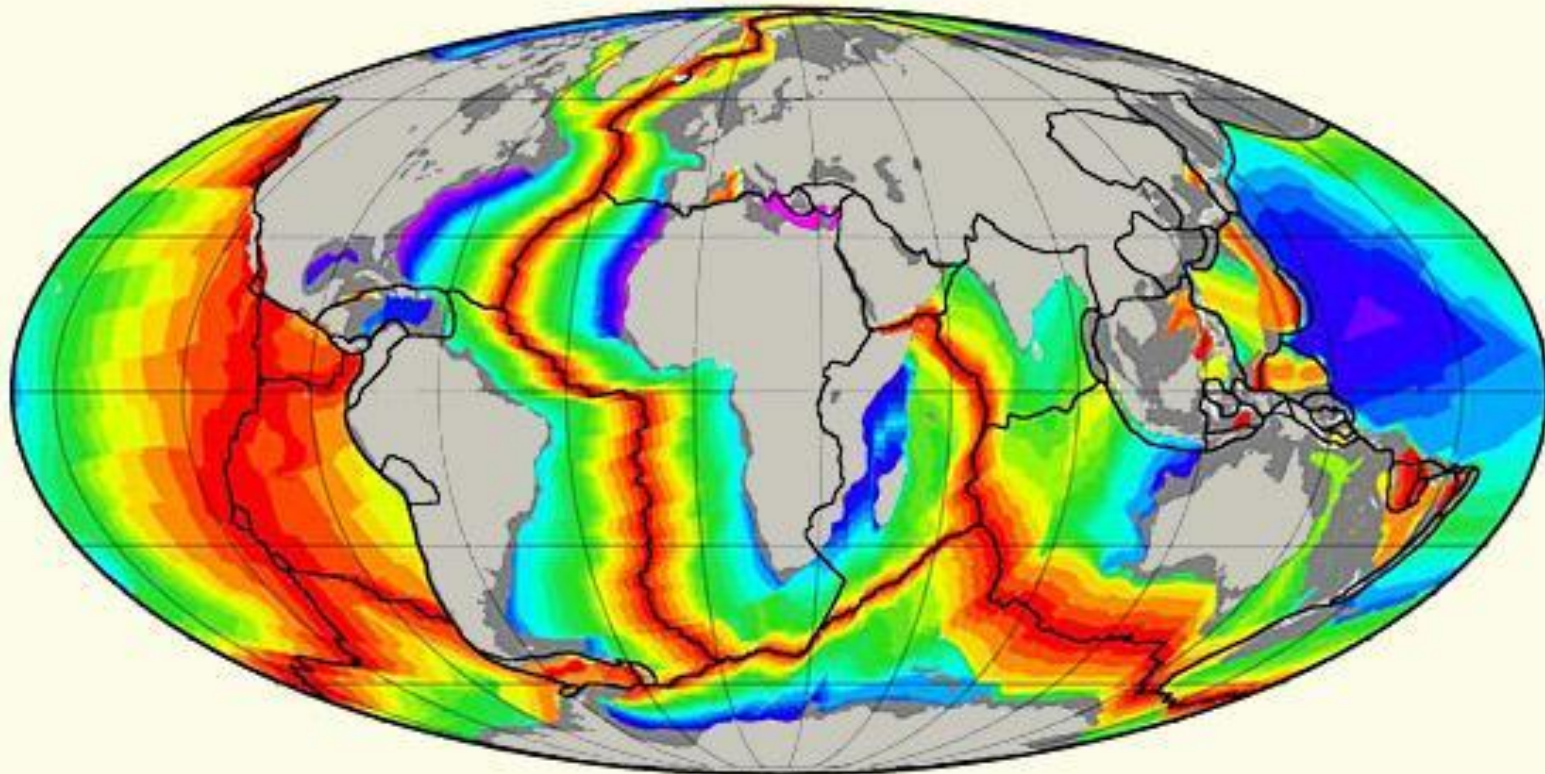
- Трансформные разломы

## Характерные особенности океанического дна:

1. Линейные магнитные аномалии;
2. Увеличение мощности и возраста осадков по мере удаления от срединно-океанических хребтов;
3. Уменьшение теплового потока по мере удаления от хребтов;
4. Большие горизонтальные смещения по трансформным разломам;
5. Углубление океана по мере удаления от хребтов;
6. Горячие подводные источники в зонах трансформных разломов.



## Возраст отложений на дне океанов



### Modern ocean floors colour-coded by geological age

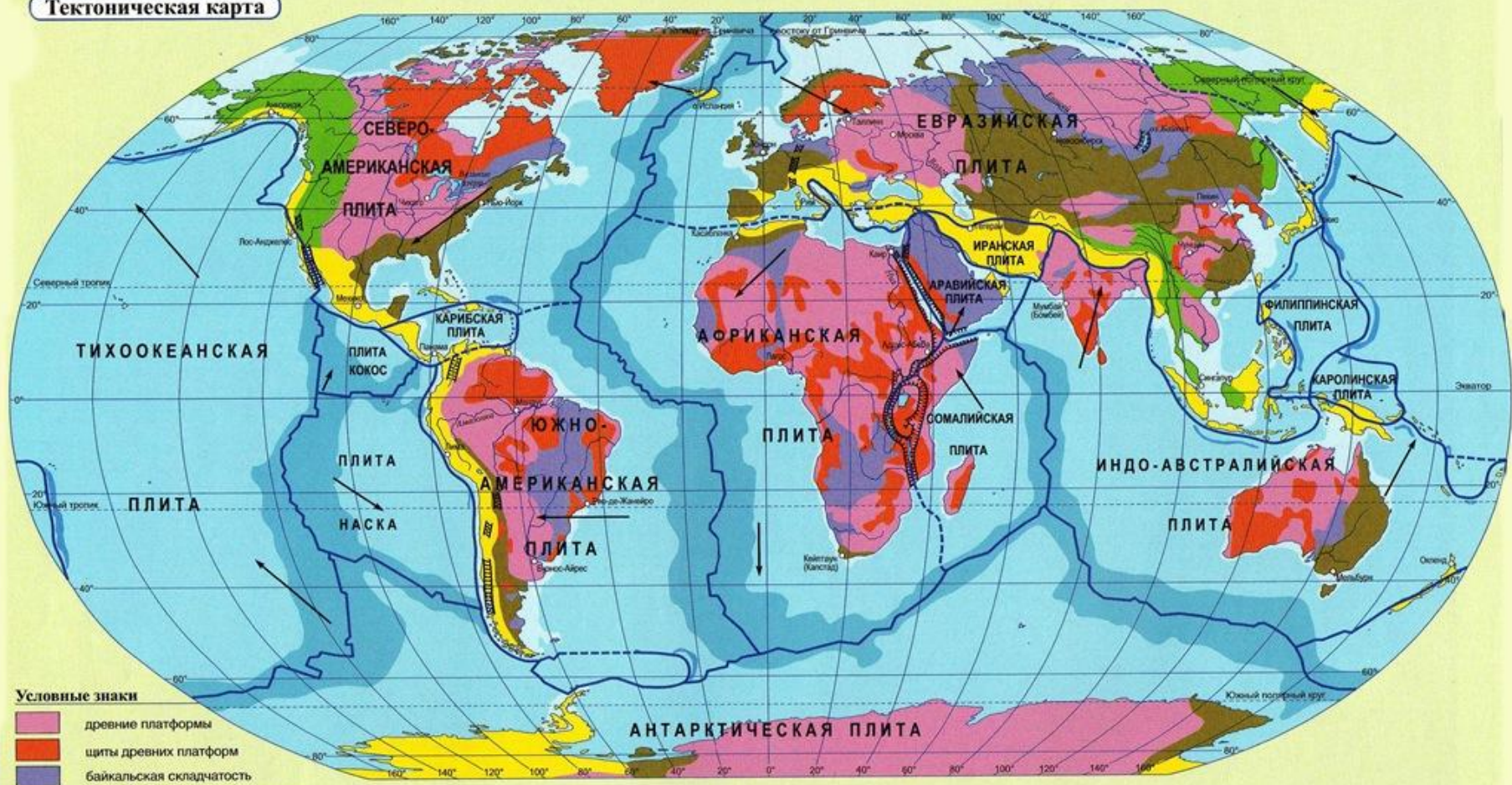
The crust either side of the spreading centres becomes progressively older. Note how the floor of the Pacific Ocean has been subducting eastwards under North and South America.

## Тектоника плит

- Океанические и континентальные плиты. 7 крупнейших плит:
  1. Евразийская;
  2. Африканская;
  3. Северо-Американская;
  4. Южно-Американская;
  5. Тихоокеанская;
  6. Индо-Австралийская;
  7. Антарктическая.

Более мелкие плиты: Аравийская, Карибская, Филиппинская, Наска и др.





Условные знаки

- древние платформы
- щиты древних платформ
- байкальская складчатость
- области древней (палеозойской) складчатости
- области средней (мезозойской) складчатости
- области новой (кайнозойской) складчатости
- континентальный шельф
- ложе океана
- срединно-океанические хребты
- глубоководные желоба
- границы плит литосферы
- разломы (тектонические разрывы)

Земля в прошлом, настоящем и будущем



200 млн лет назад

135 млн лет назад

65 млн лет назад

сегодня

через 30 млн лет

## Океанические желоба и зоны субдукции

Основные активные в настоящее время желоба – у границ Тихого океана (Чилийско-Перуанский, Мексиканский, Алеутский, Курильский, Японский, Марианский, Филиппинский и др.).

Опускающаяся плита сохраняет свою целостность до глубины 400-700 км, после чего она расплавляется и поглощается веществом мантии. Частичное плавление происходит на глубине от 50 до 100 км, что приводит к образованию магмы, которая поднимается к поверхности (островные вулканические дуги, андезиты).



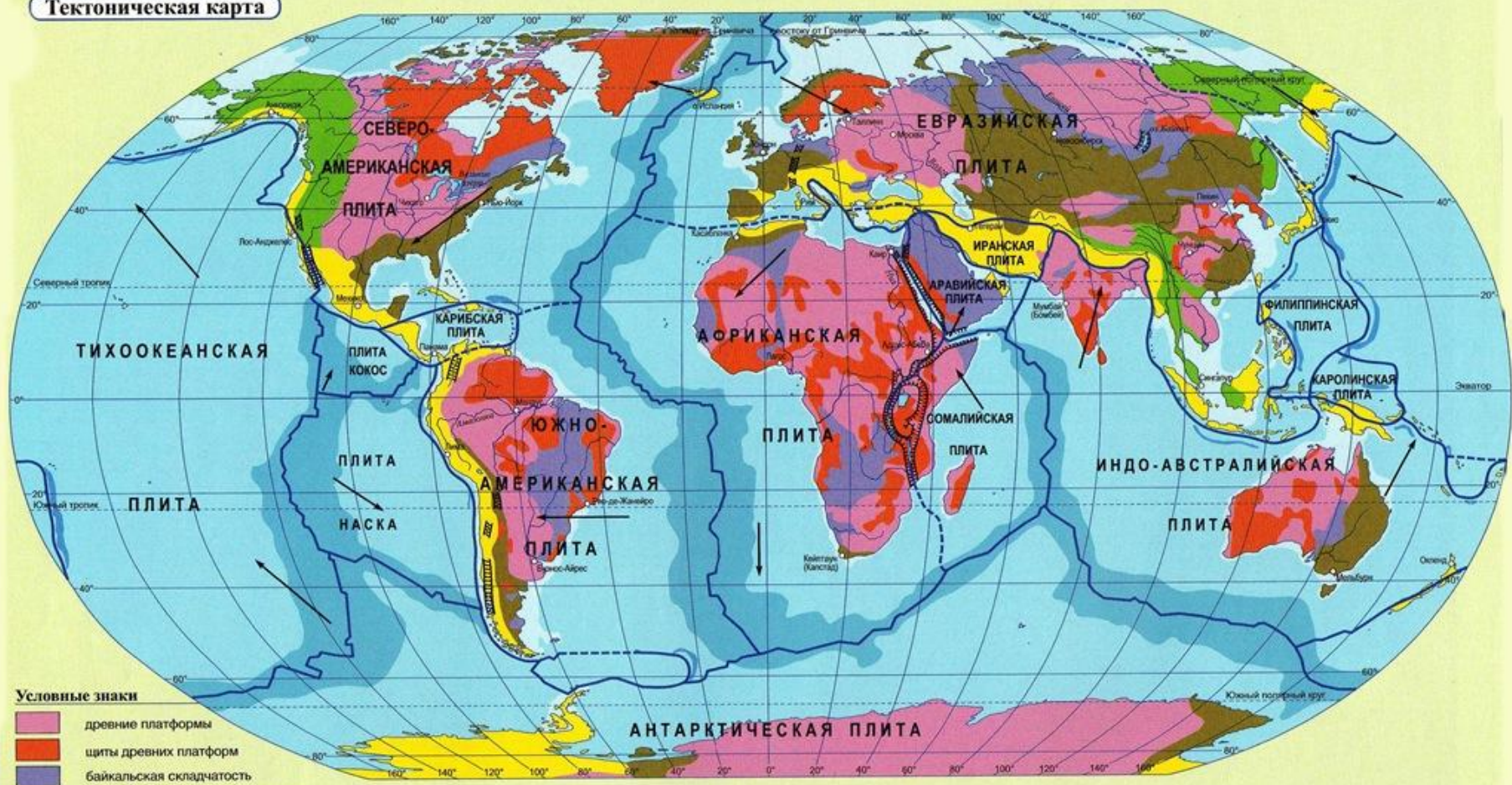
# Границы плит

Границы плит варьируют. Они могут быть:

1. Дивергентными (границами растяжения, когда плиты растаскиваются);
2. Конвергентными (границами сжатия в зонах субдукции);
3. Трансформными (когда плиты скользят по трансформным разломам).

Все складчатые сооружения трактуются как результат столкновения плит и субдукции (Анды, Гималаи, Альпы и др.).





Условные знаки

- древние платформы
- щиты древних платформ
- байкальская складчатость
- области древней (палеозойской) складчатости
- области средней (мезозойской) складчатости
- области новой (кайнозойской) складчатости
- континентальный шельф
- ложе океана
- срединно-океанические хребты
- глубоководные желоба
- границы плит литосферы
- разломы (тектонические разрывы)

Земля в прошлом, настоящем и будущем



200 млн лет назад

135 млн лет назад

65 млн лет назад

сегодня

через 30 млн лет



Трансформный разлом Сан-Андреас  
между Северо-Американской и  
Тихоокеанской плитами





Землетрясение 1906 года  
в Сан-Франциско



## Механизм движения плит

- **Конвекция.** Многие геологи и геофизики считают, что конвекция происходит только в верхней мантии. Проявление конвекции известно только в жидкостях и газообразных материалах, поэтому некоторые геофизики считают конвекцию в твердом веществе невозможной.
- **Источники энергии.** Радиоактивность – основной источник.

