

Лекция 5

Основы геотектоники и геодинамики.

Строение и состав Земли.

- **Методы исследований Земли**
- **Строение и состав Земли**
- **Астеносфера и литосфера**
- **Источники внутренней энергии Земли**

Геотектоника

(гр. «tectonikos» - относящийся к
строительству)

*наука о строении, движениях, деформациях
и развитии литосферы в связи с эволюцией планеты,
обусловленной глубинными процессами*

**общая
геотектоника**

**региональная
геотектоника**

**морфологическая
геотектоника**

**историческая
геотектоника**

Геодинамика

(гр. «dynamos» - сила)



наука о причинах и силах, порождающих тектонические движения и деформации



**рассматривает все эндогенные процессы
(сейсмические, магматические и др.)
и планету в целом**

Методы исследований

```
graph TD; A[Методы исследований] --> B[собственные (геологические)]; A --> C[заимствованные]; B --> D[полевые наблюдения]; B --> E[изучение включений]; B --> F[глубинное бурение]; B --> G[анализ фаций и формаций]; C --> H[геофизические]; C --> I[геохимические]; C --> J[геодезические]; C --> K[математическое и физическое моделирование];
```

**собственные
(геологические)**

полевые наблюдения

изучение включений

глубинное бурение

**анализ фаций и
формаций**

заимствованные

геофизические

геохимические

геодезические

**математическое и
физическое
моделирование**

Геологические методы

**естественные
обнажения**



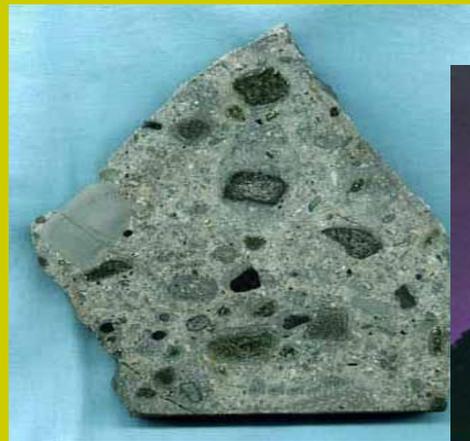
**сверхглубокая
скважина**



шахта



включения

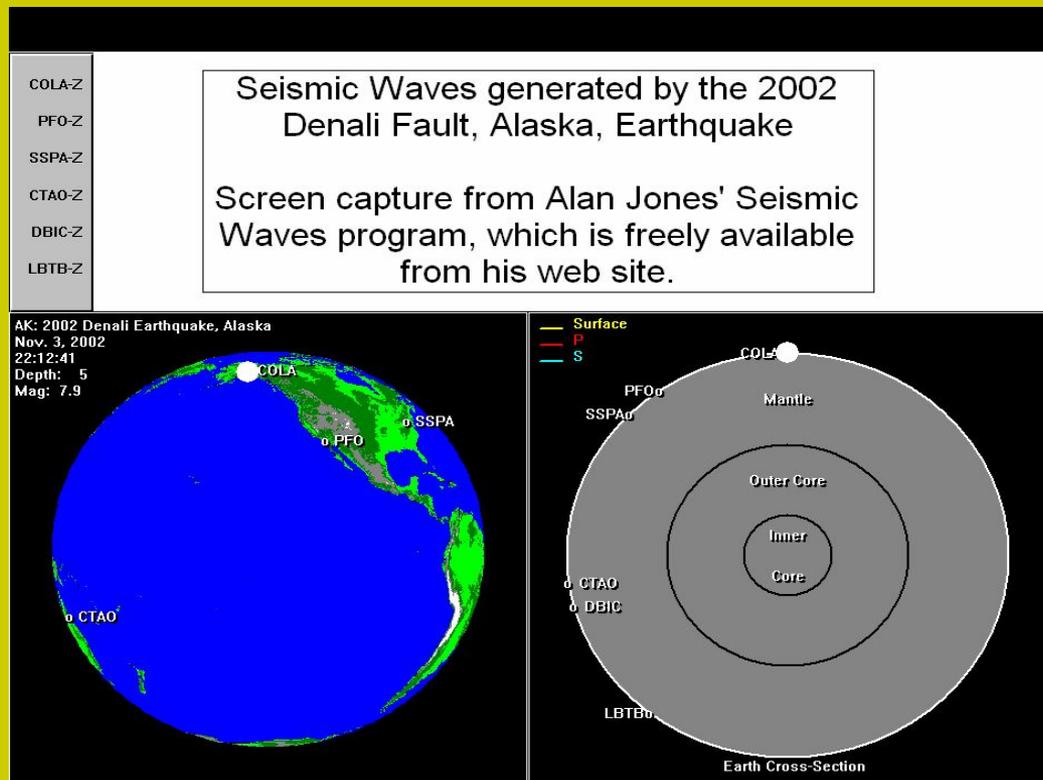


вулканы

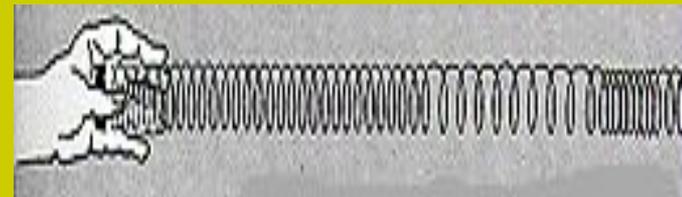
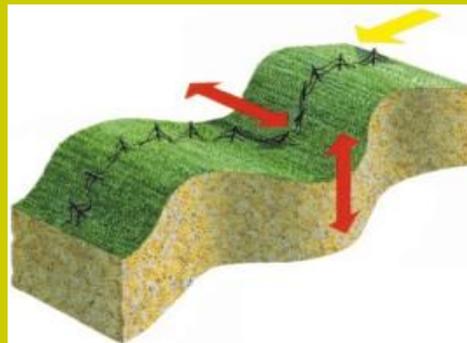
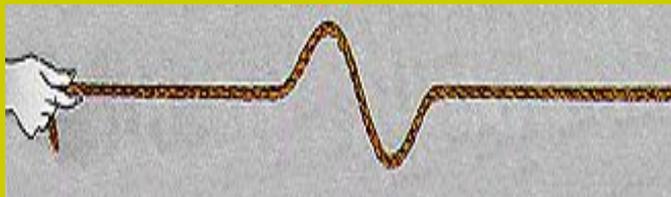
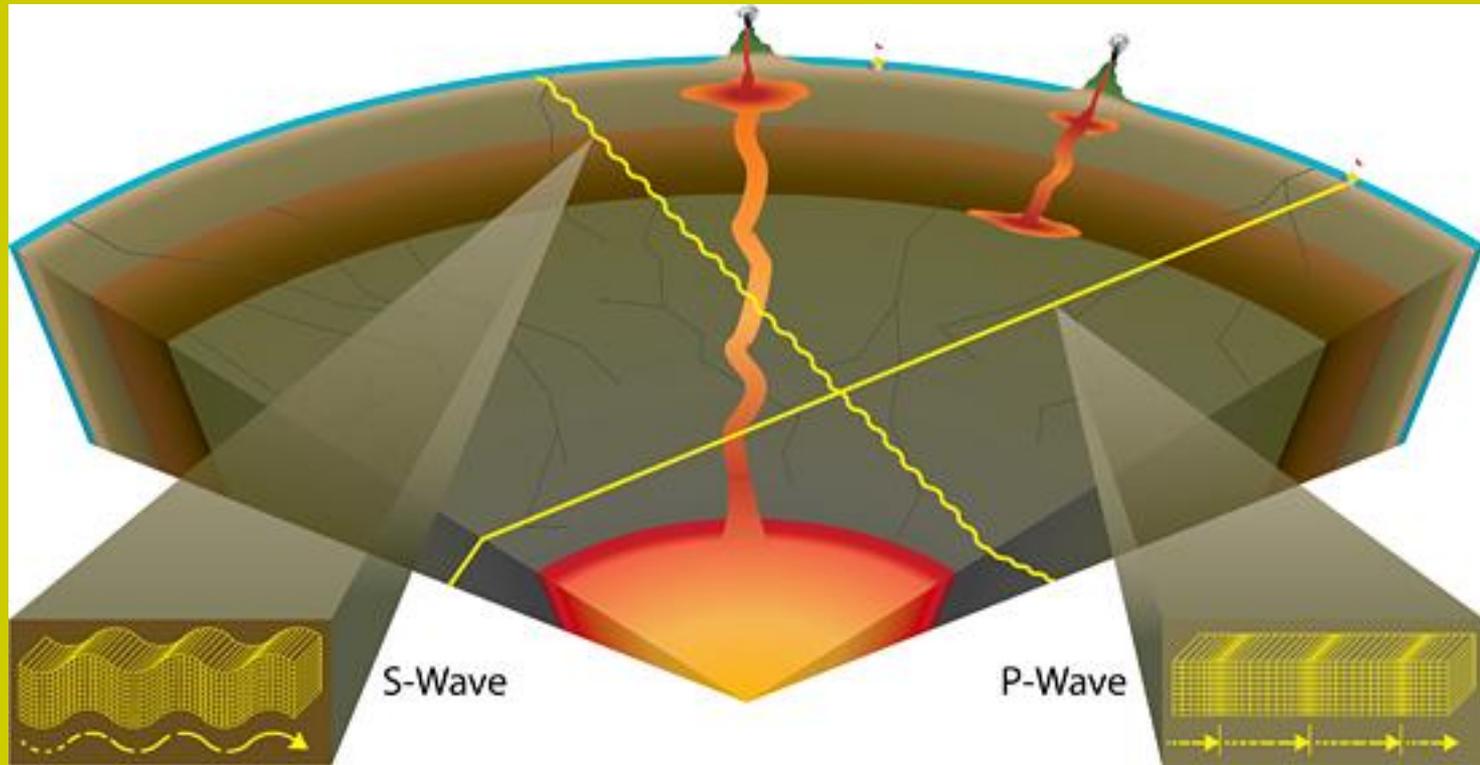


Сейсмический метод

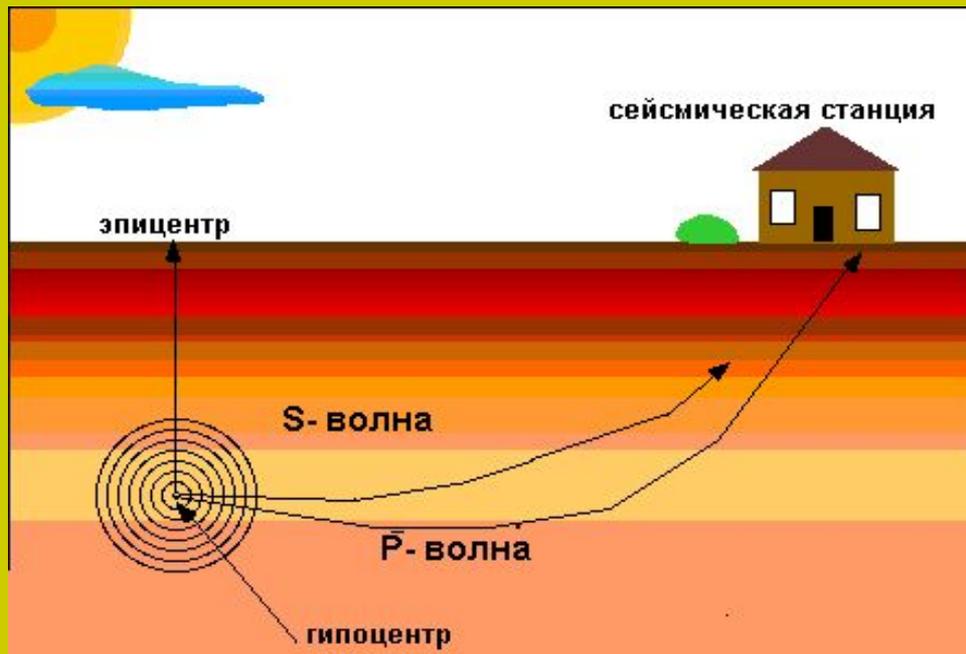
*изучение сейсмических волн
(упругих колебаний), возникающих при
землетрясениях или искусственных взрывах*



Сейсмические волны

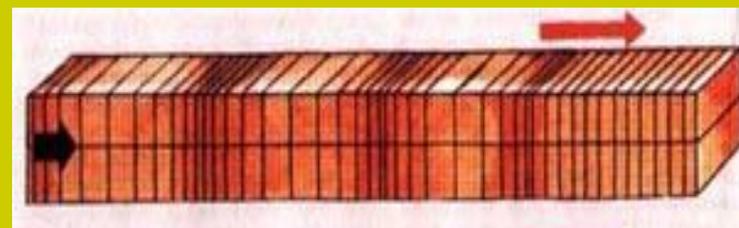
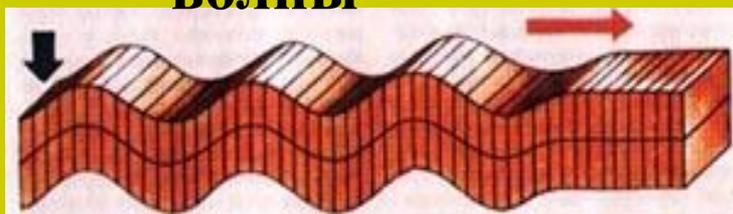


Распространение сейсмических волн

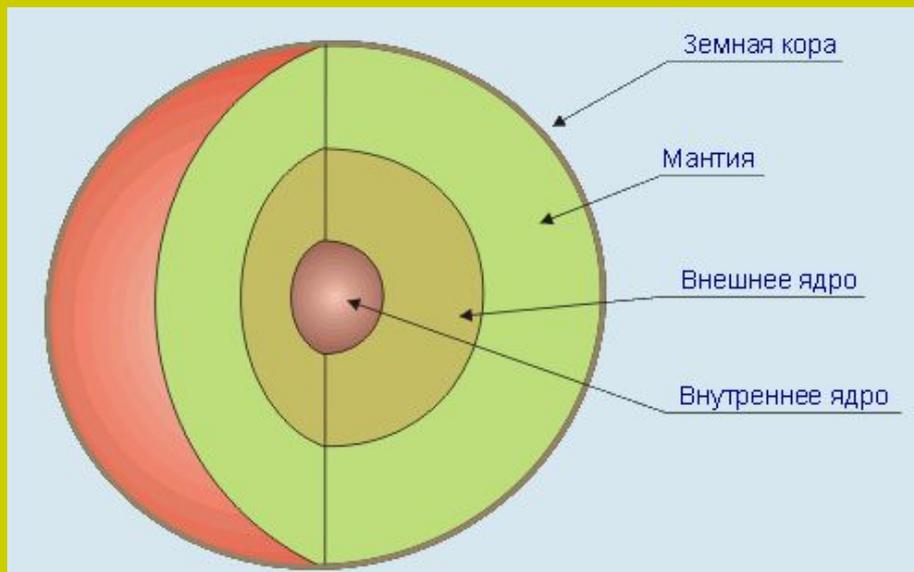
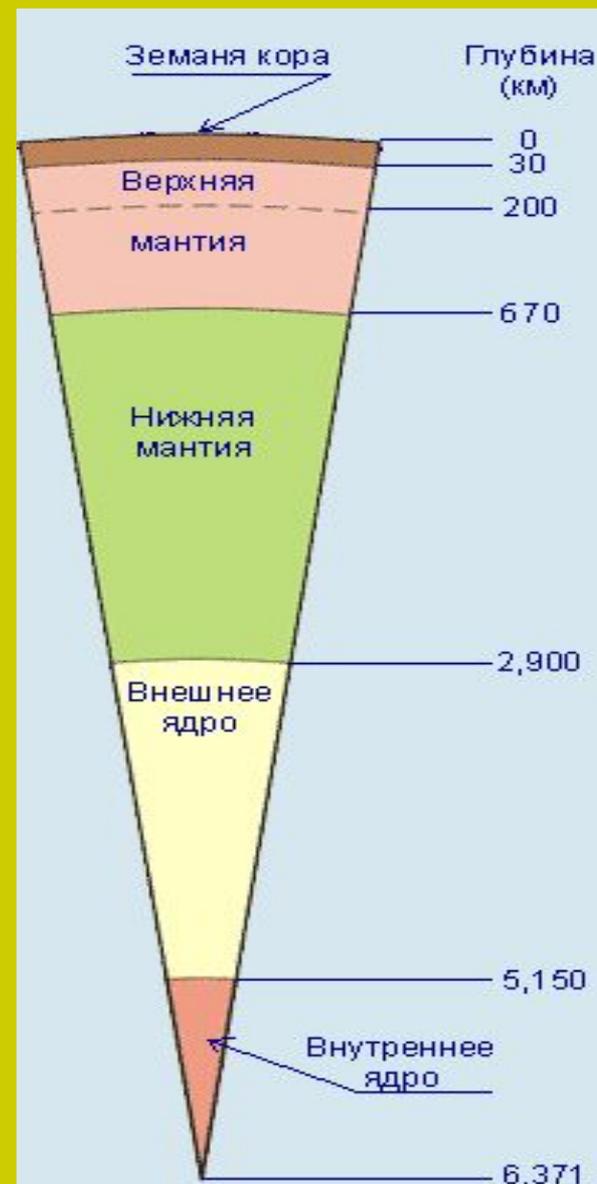
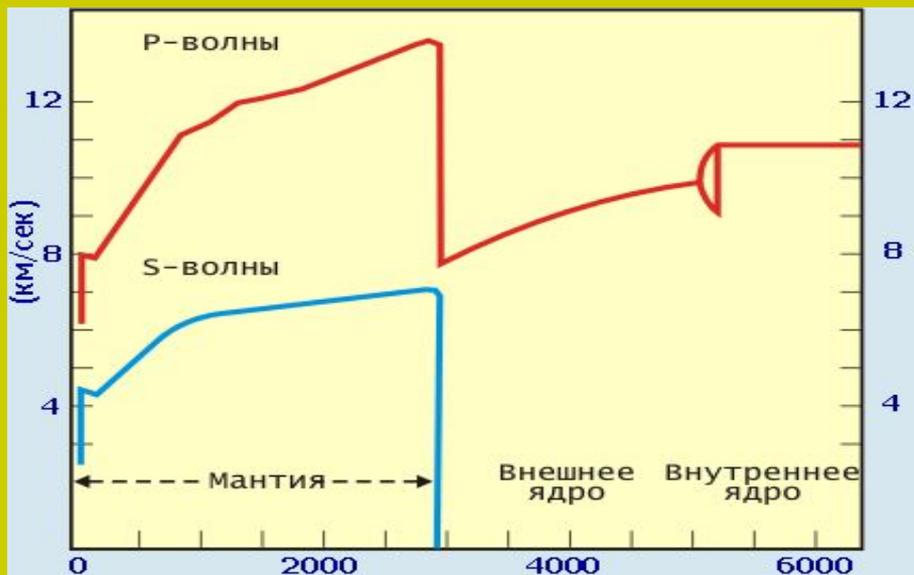


**S-
волны**

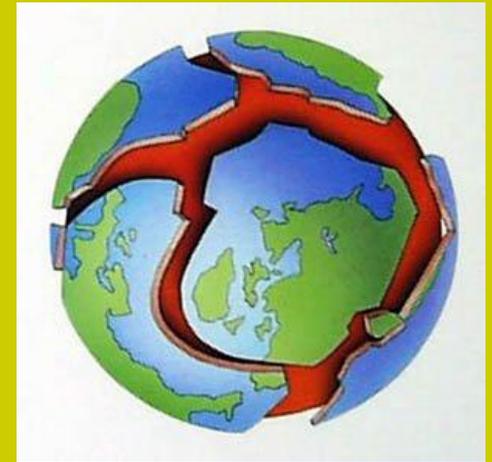
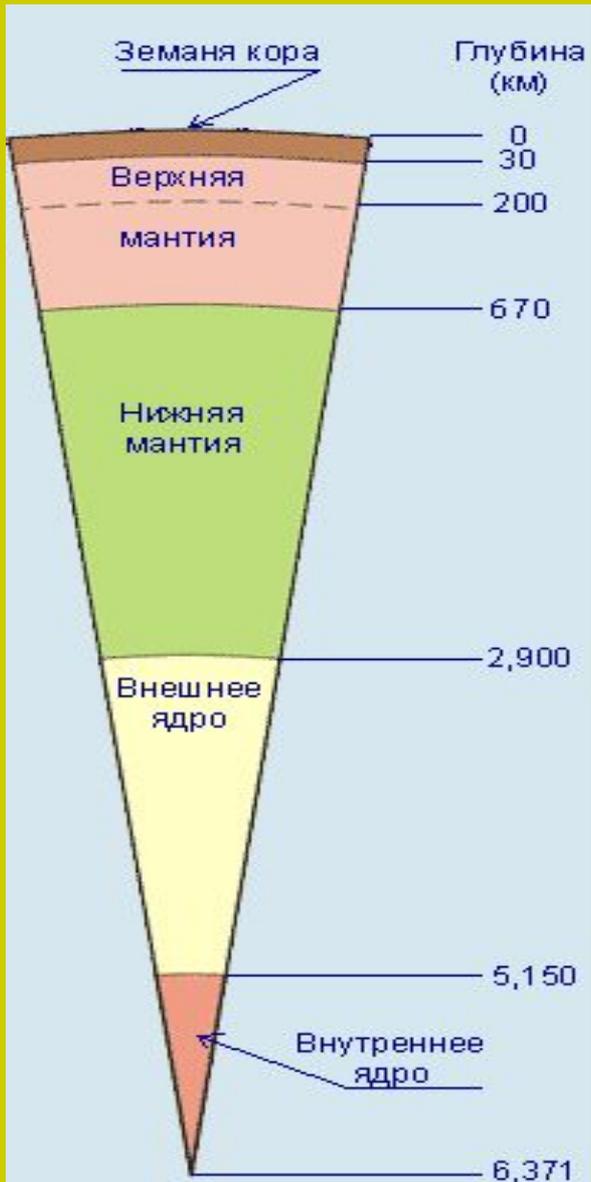
P-волны



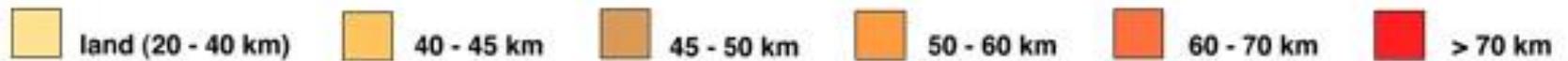
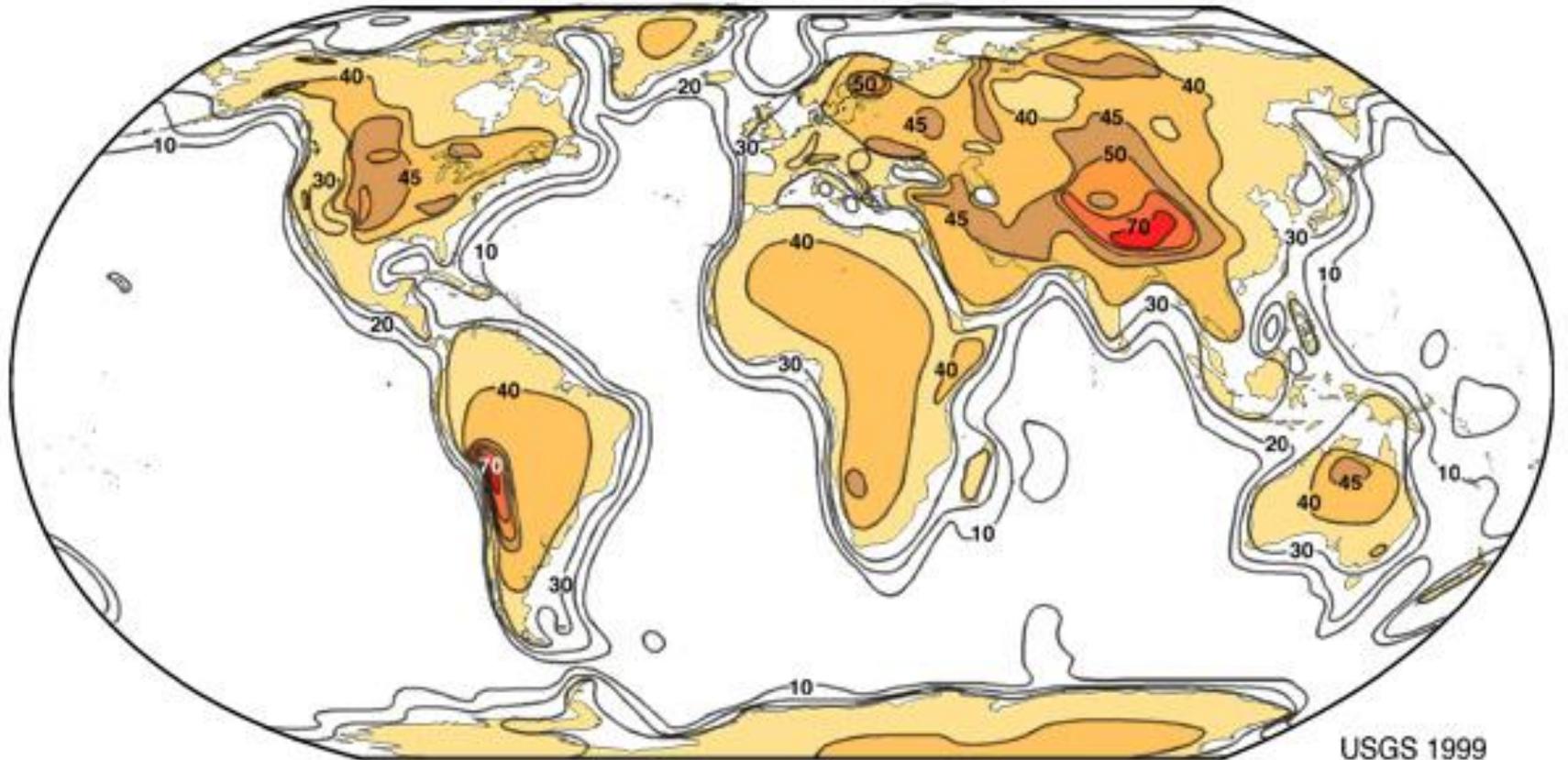
Строение Земли



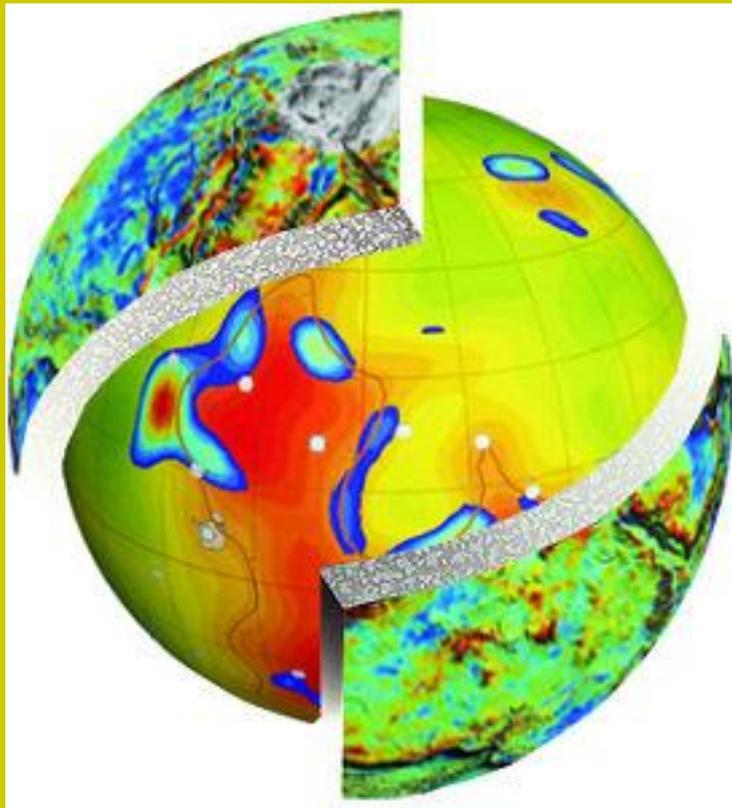
Земная кора



Мощность земной коры

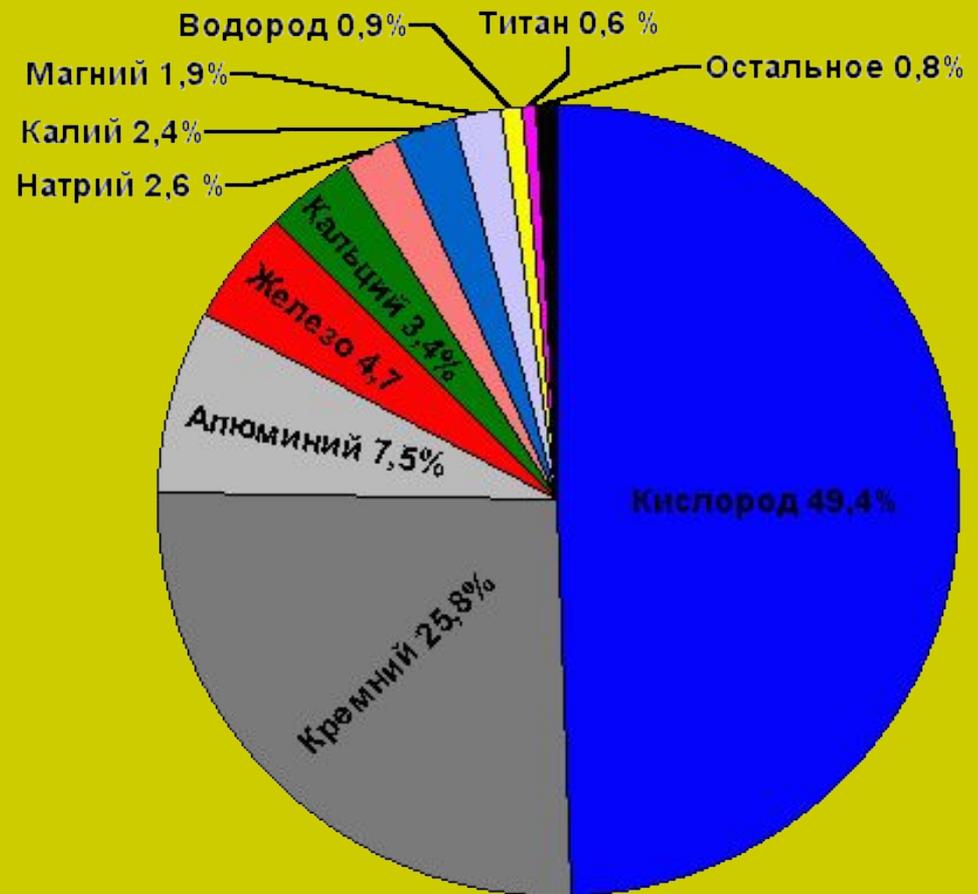


Масса земной коры

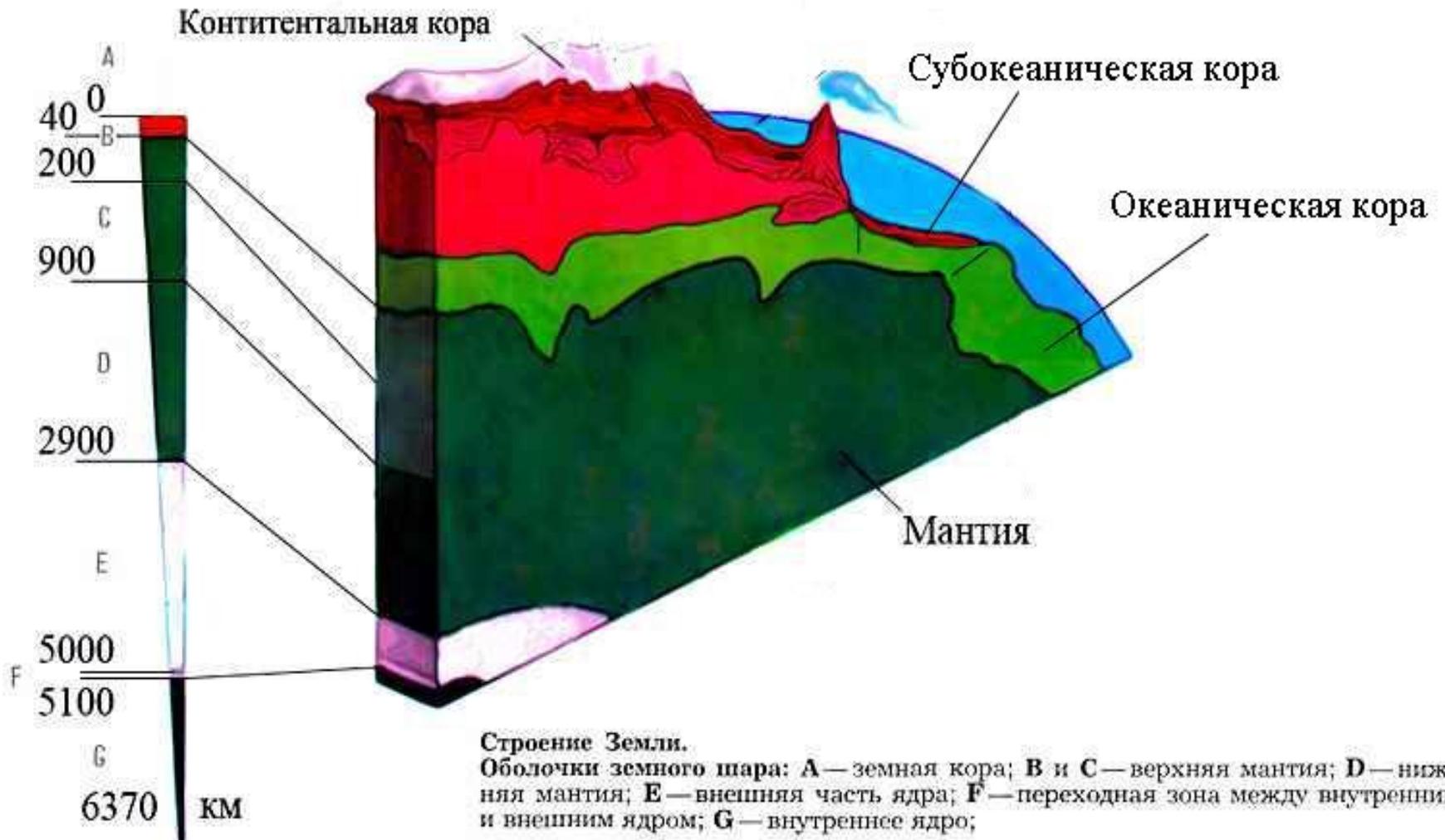


**0,8 % от массы
Земли**

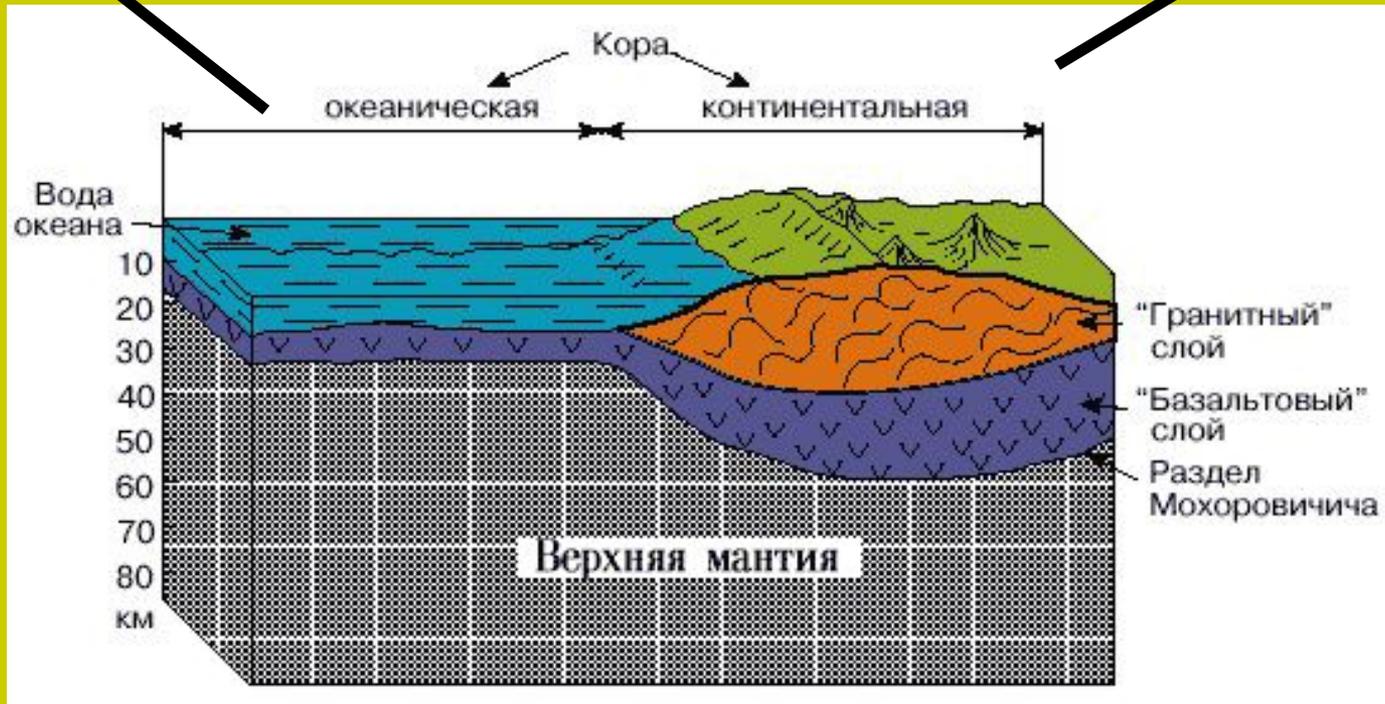
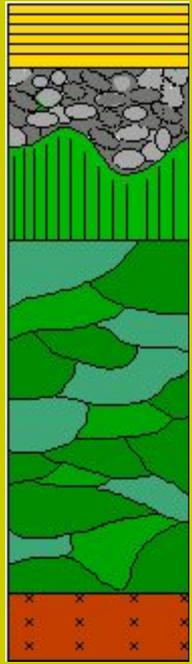
Химический состав земной коры



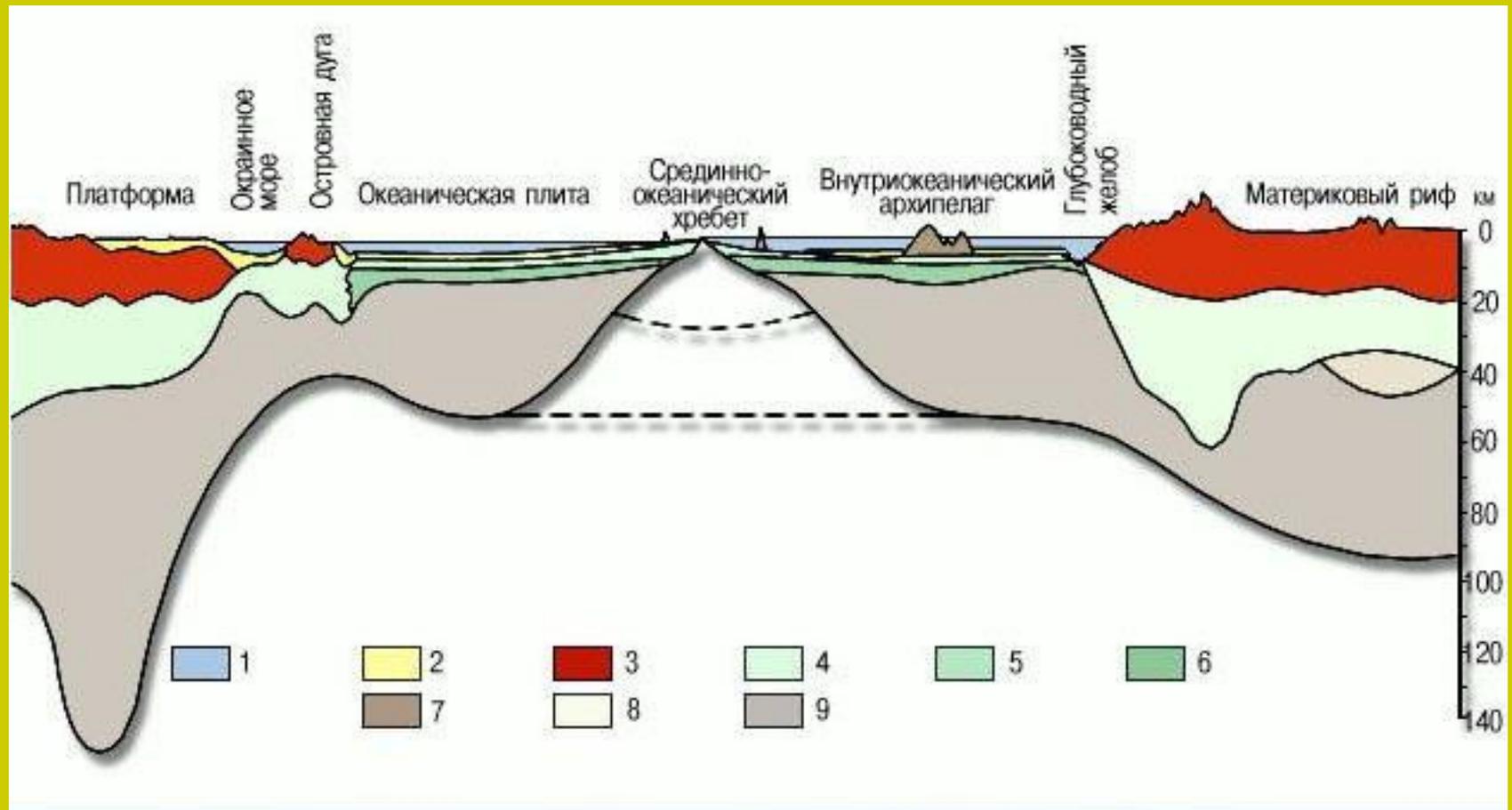
Типы земной коры



Основные типы земной коры

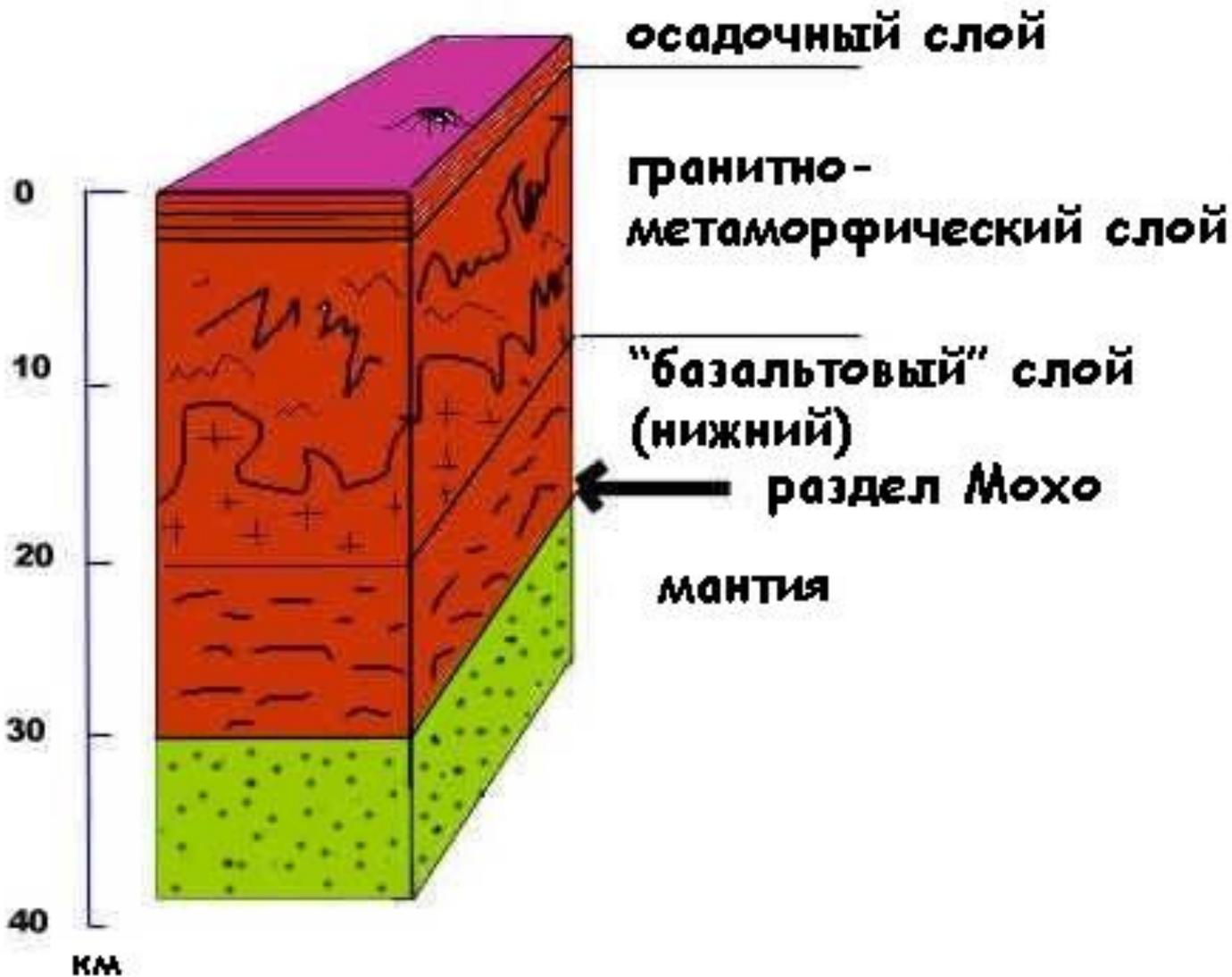


Континентальная земная кора

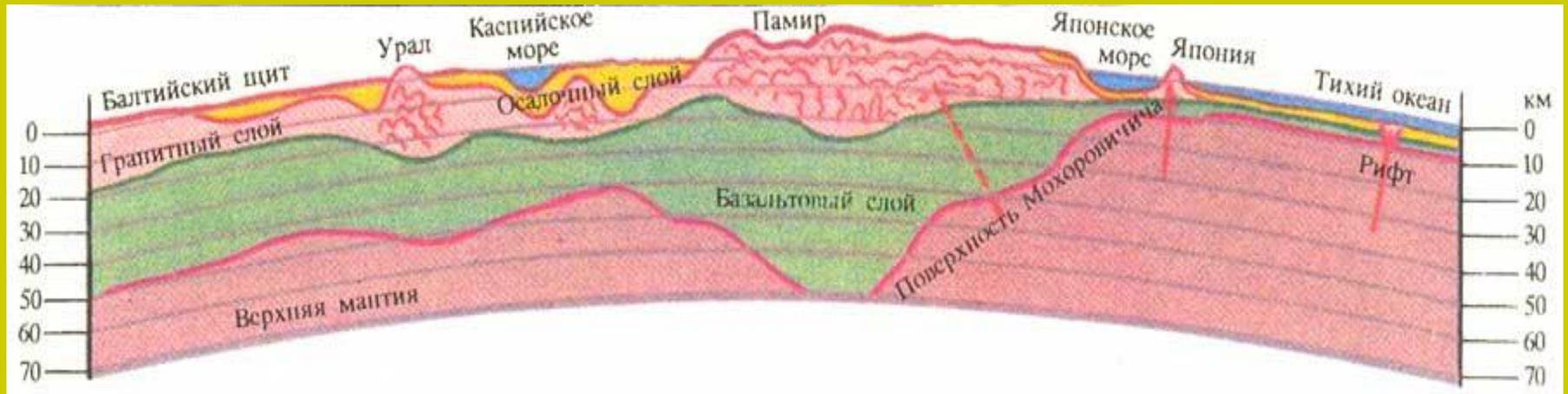


Строение земной коры: 1 — вода; 2 — осадочный слой; 3 — гранитный слой; 4 — базальтовый слой континентальной коры; 5 — базальтовый слой океанической коры; 6 — магматический слой океанической коры (породы габроидного состава); 7 — вулканические острова; 8,9 — мантия (ультраосновные магматические породы).

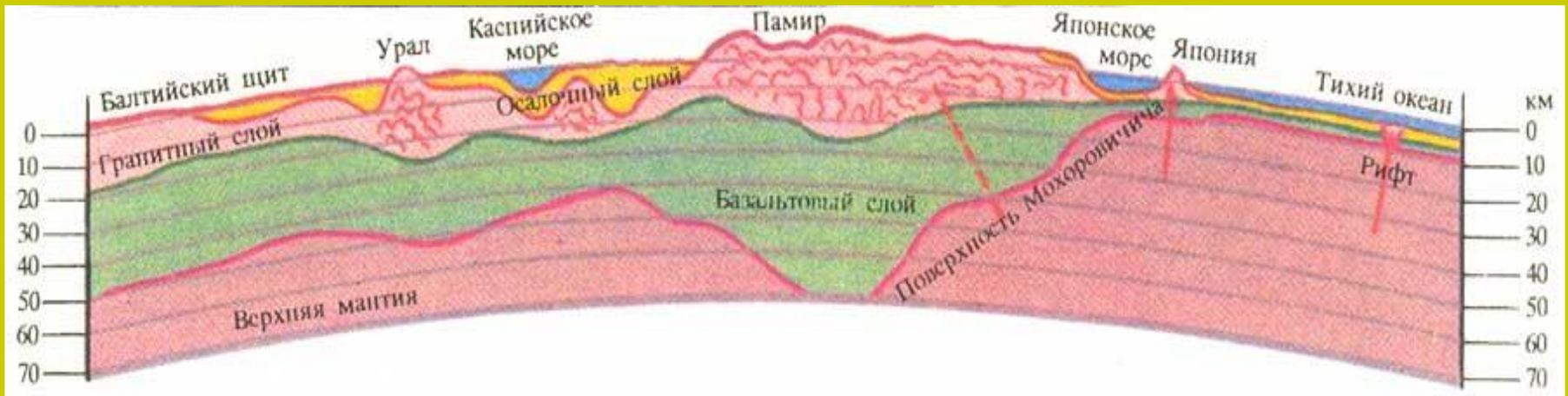
Строение континентальной земной коры



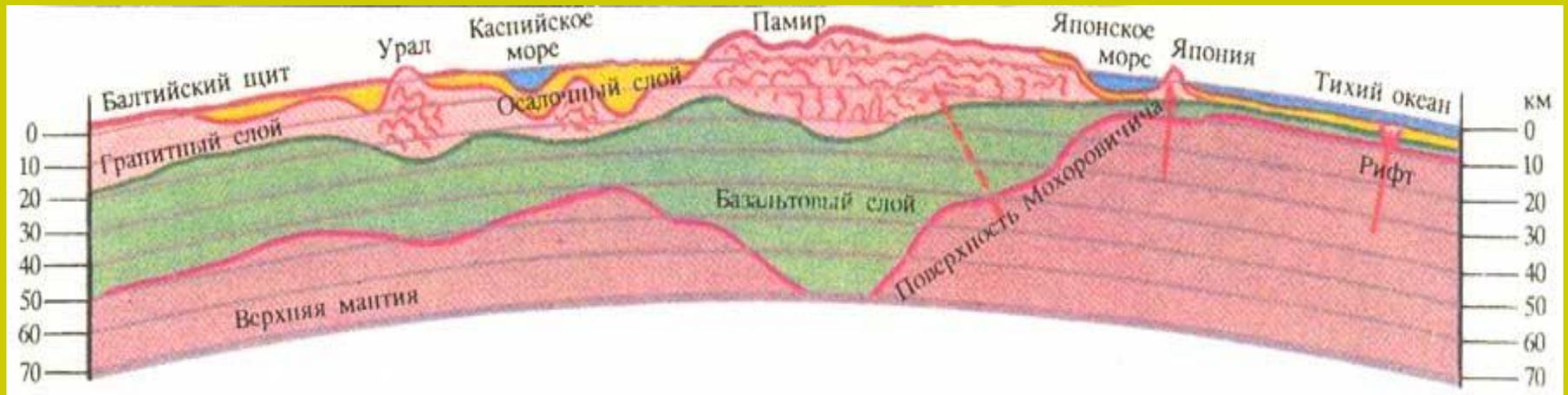
Осадочный слой



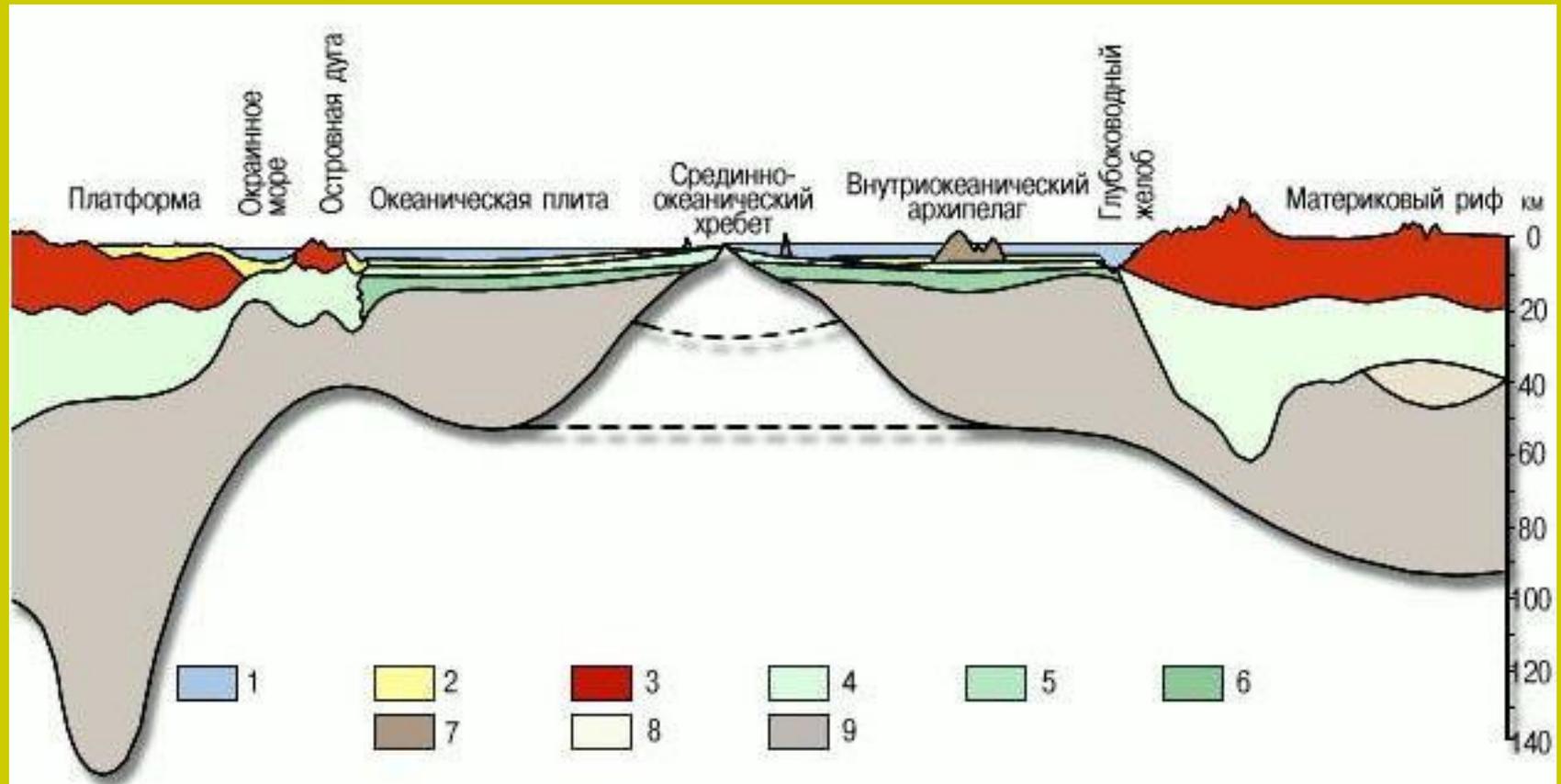
Гранитно-метаморфический слой



Гранулит-базитовый слой

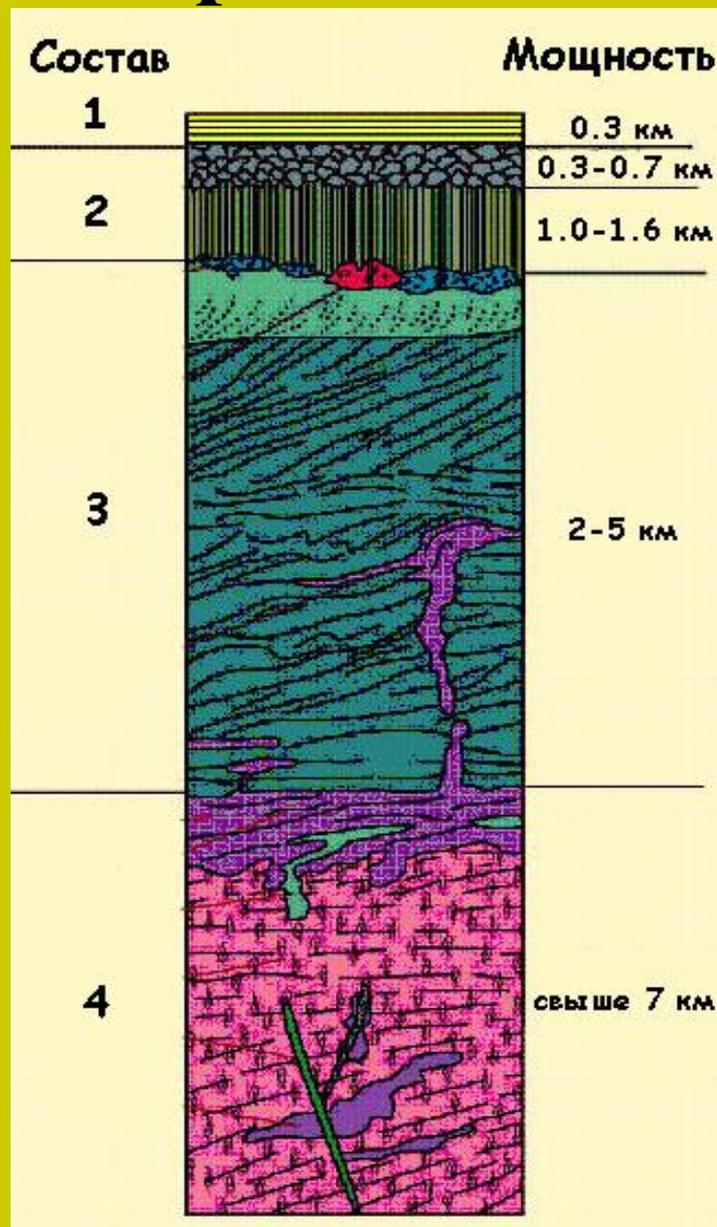


Океаническая земная кора



Строение земной коры: 1 — вода; 2 — осадочный слой; 3 — гранитный слой; 4 — базальтовый слой континентальной коры; 5 — базальтовый слой океанической коры; 6 — магматический слой океанической коры (породы габроидного состава); 7 — вулканические острова; 8,9 — мантия (ультраосновные магматические породы).

Строение океанической земной коры

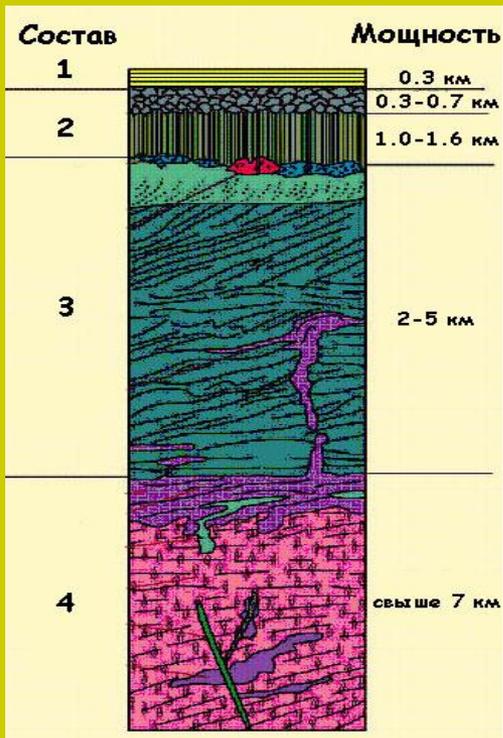


1 - глубоководные осадки
2 – базальты (подушечные лавы и дайки)

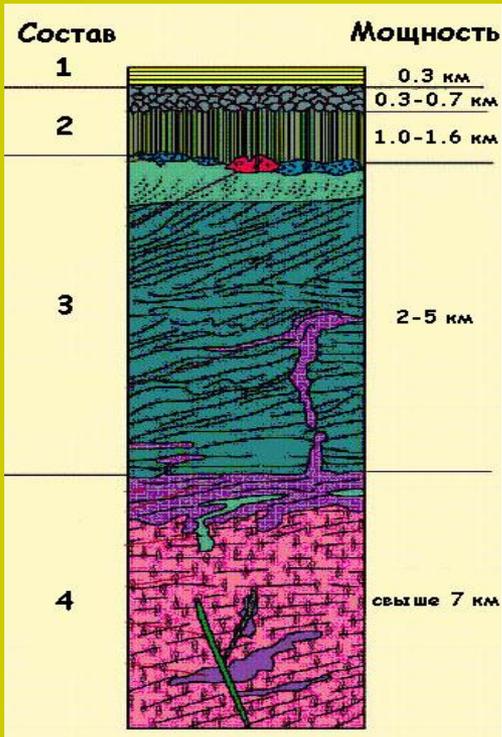
3 – габброиды

4 – ультраосновные породы мантии

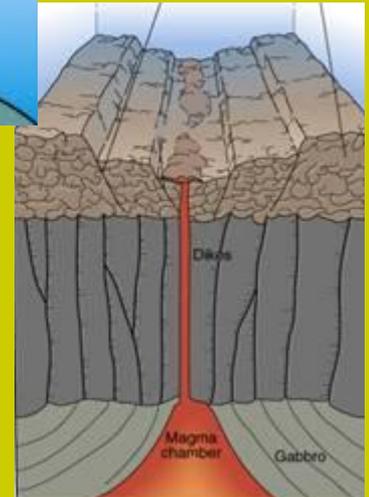
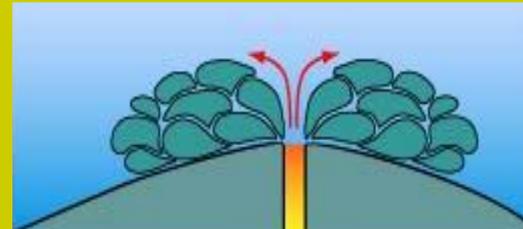
Осадочный слой



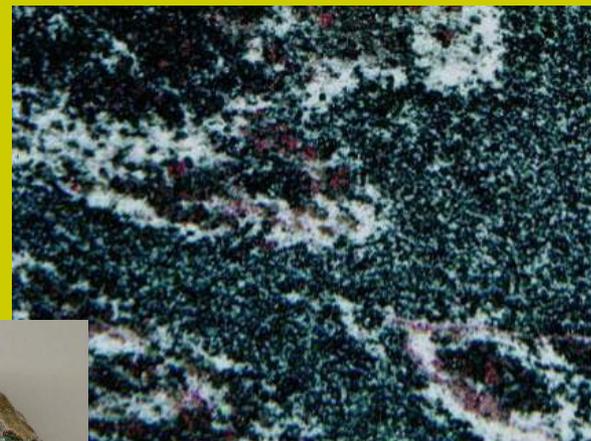
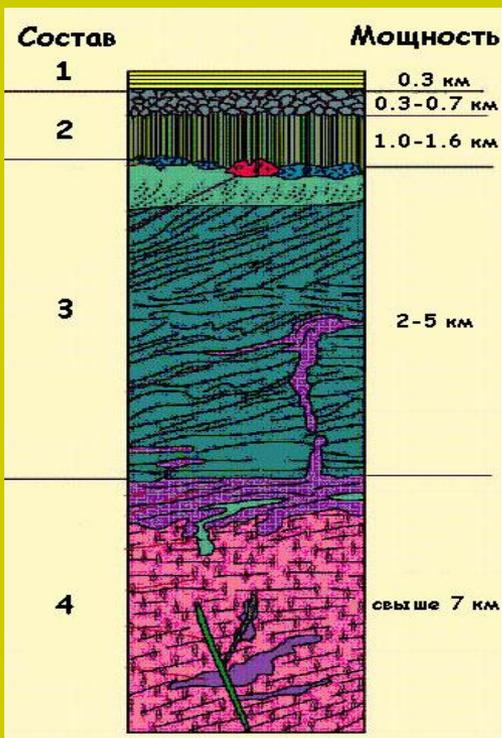
Базальтовый слой



подушечные лавы



Слой основных и ультраосновных пород



амфиболит



габбро



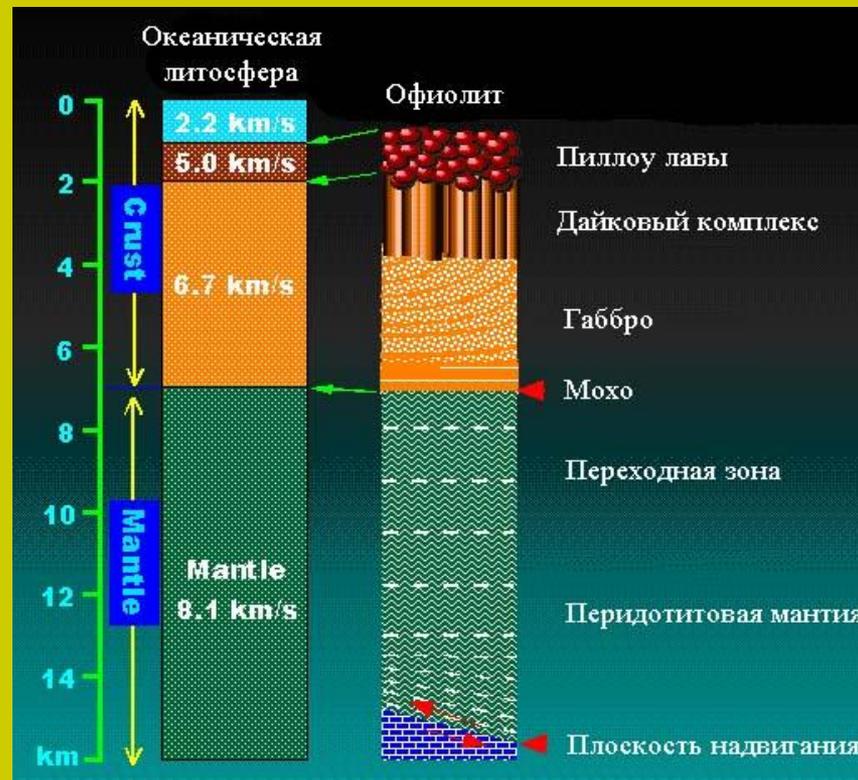
пироксенит



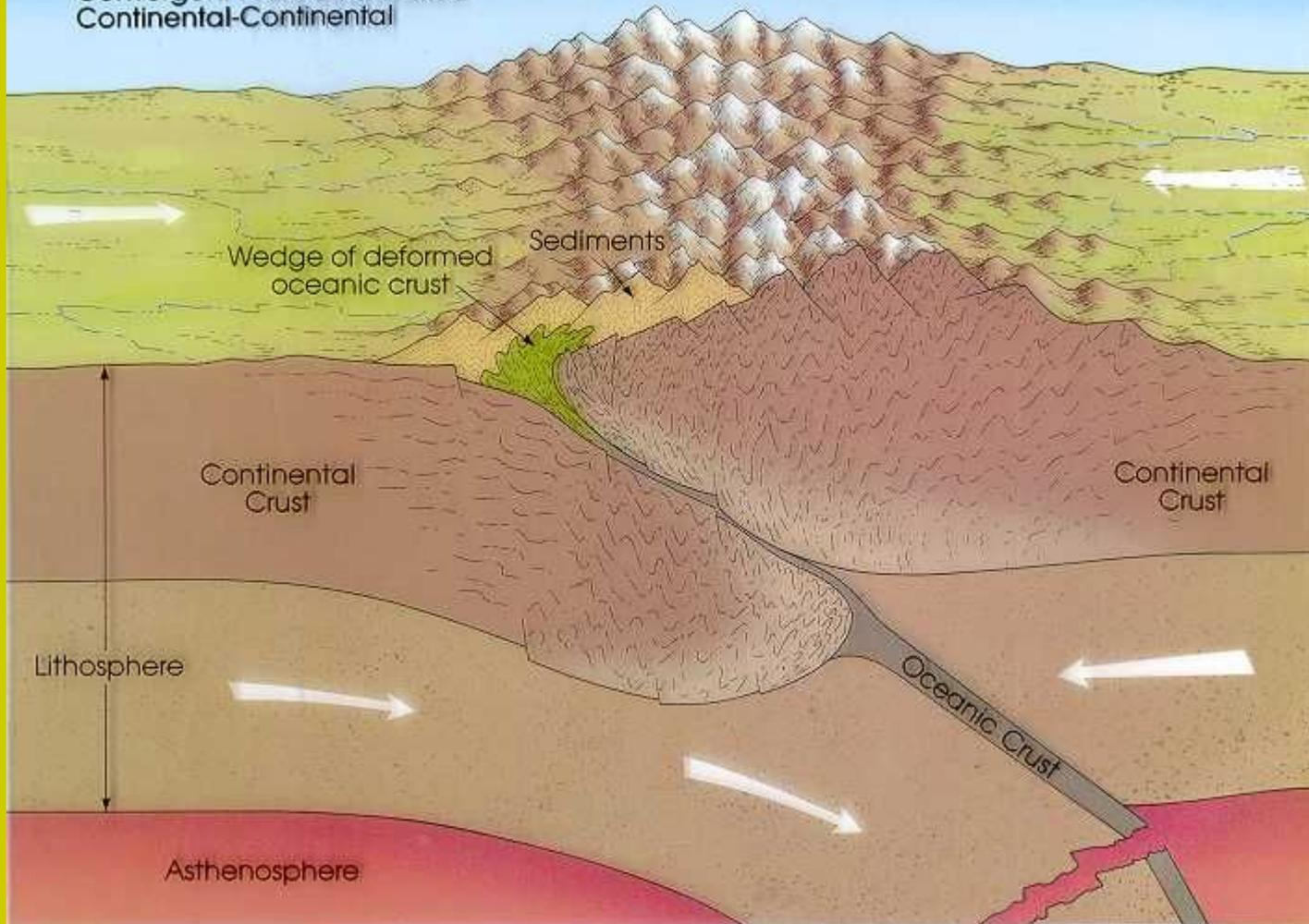
серпентинит

Офиолитовый комплекс

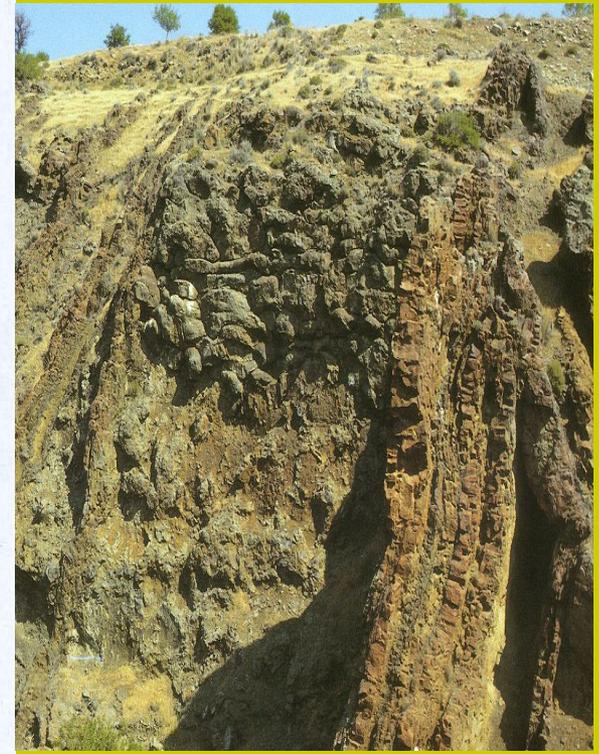
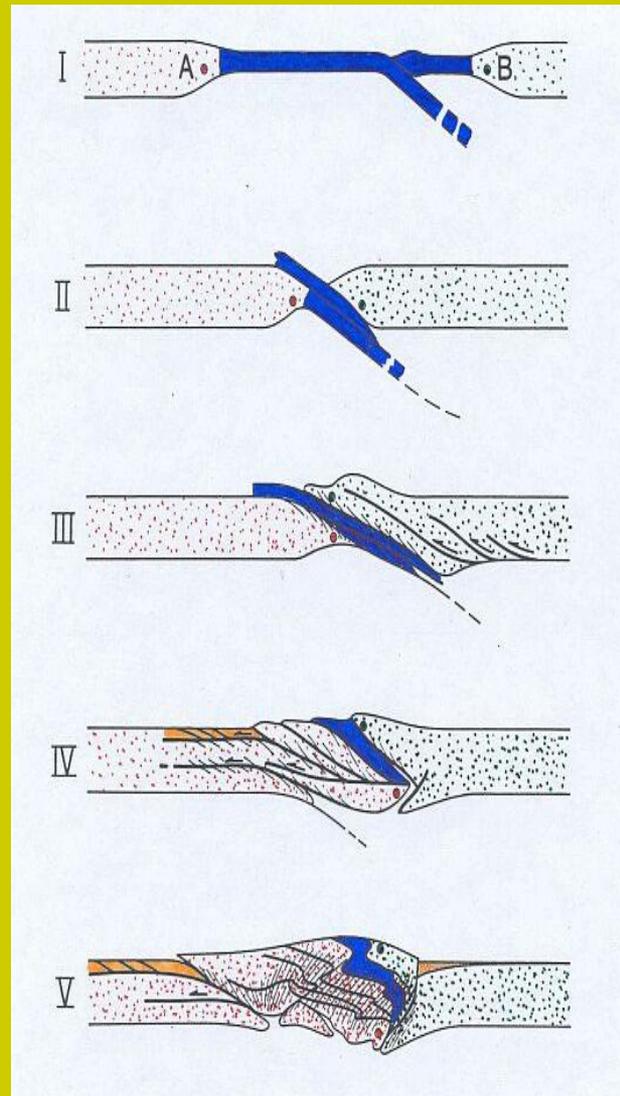
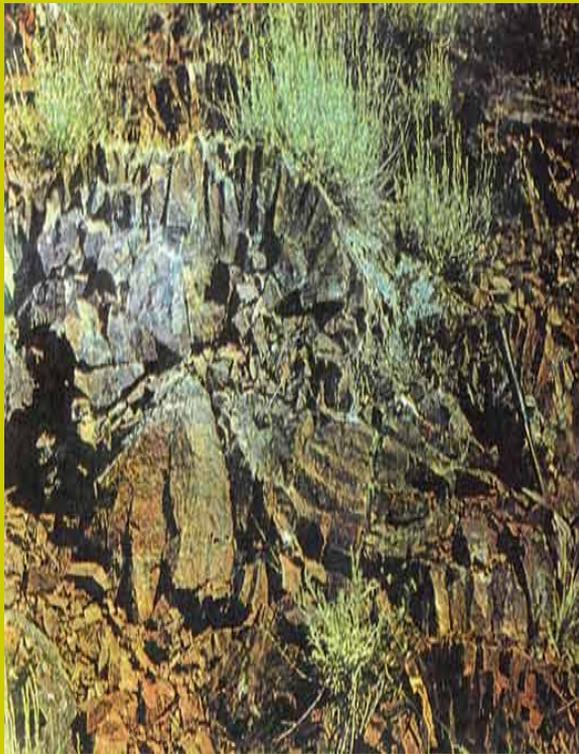
древний аналог океанической коры, сохранившийся в складчатых областях континентов и состоящий из трех слоев: кремнистые осадочные породы, базальты, габбро



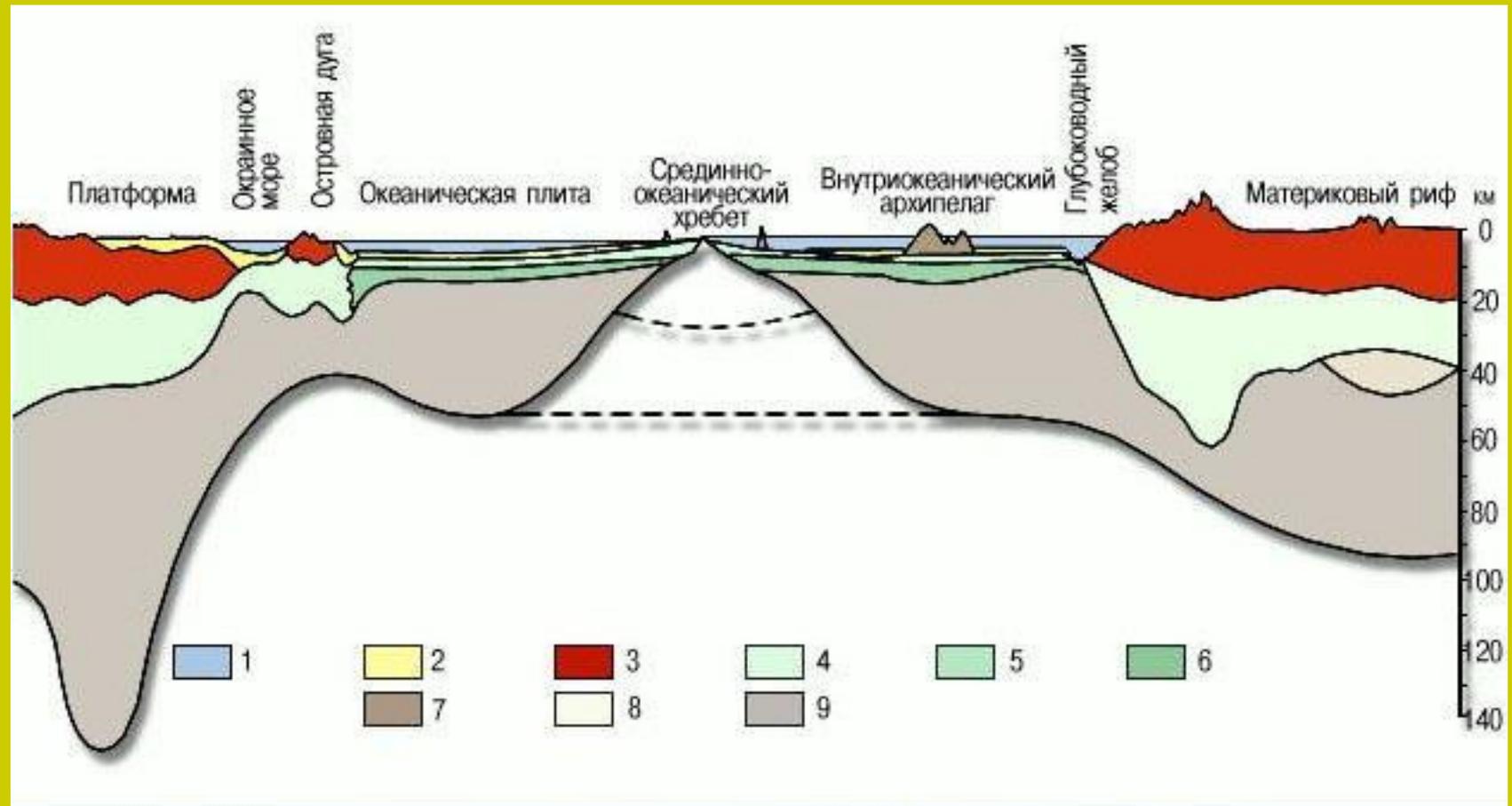
Convergent Plate Boundaries:
Continental-Continental



Образование офиолитового комплекса

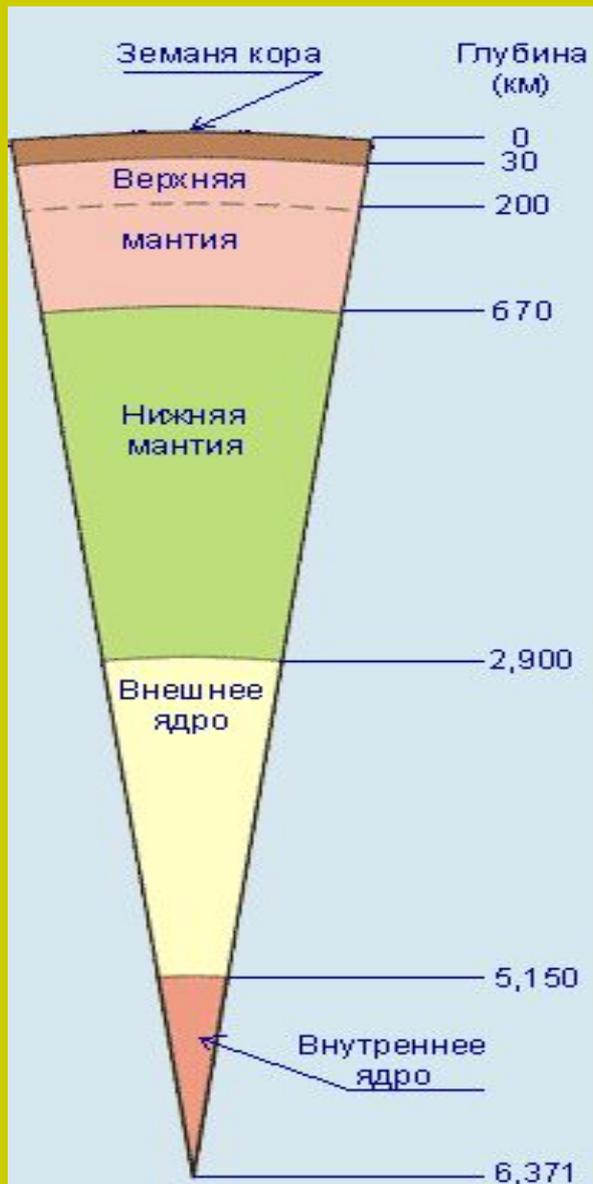


Субконтинентальная и субокеаническая кора



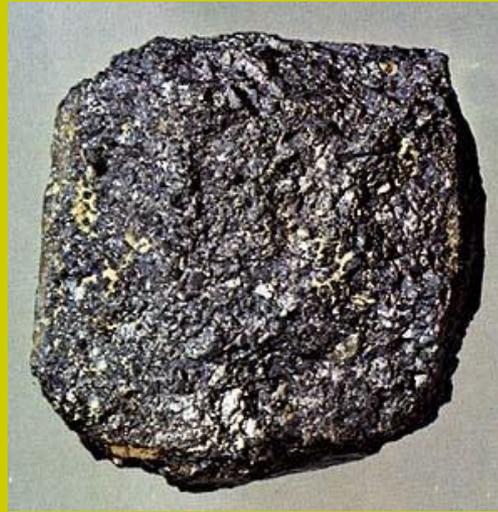
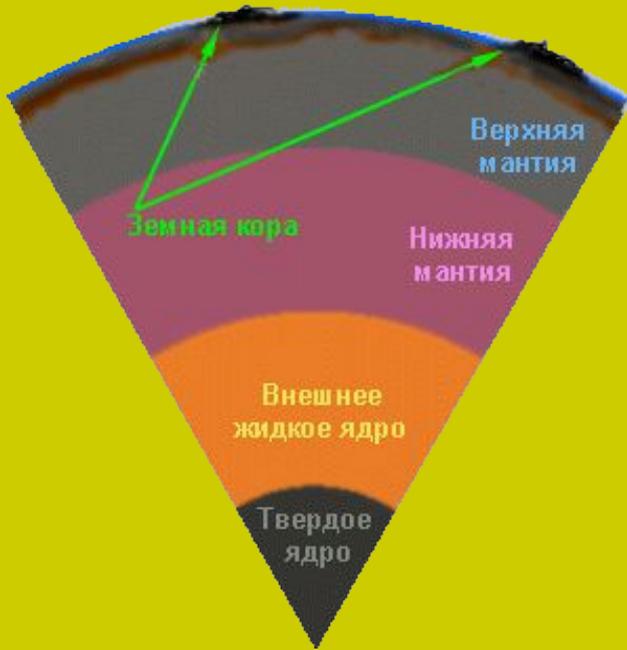
Строение земной коры: 1 — вода; 2 — осадочный слой; 3 — гранитный слой; 4 — базальтовый слой континентальной коры; 5 — базальтовый слой океанической коры; 6 — магматический слой океанической коры (породы габброидного состава); 7 — вулканические острова; 8,9 — мантия (ультраосновные магматические породы).

Мантия



**67 % от массы
Земли**

Верхняя мантия (слой В)



дунит

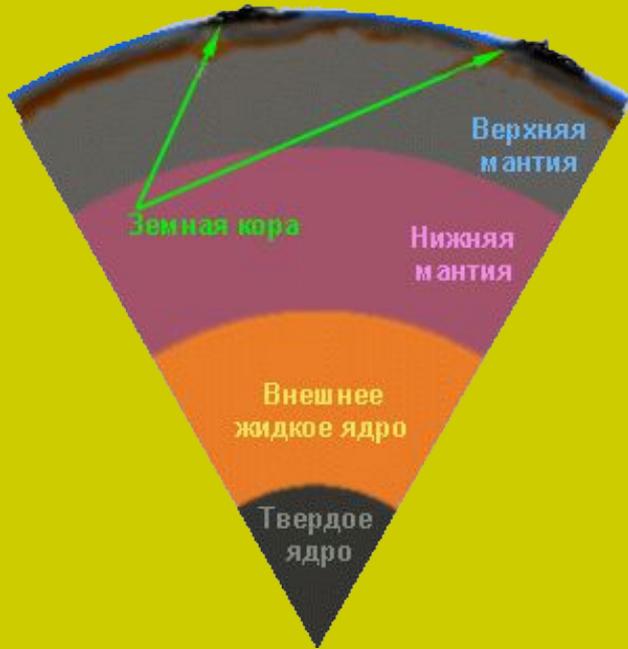


перидотит



ЭКЛОГИТ

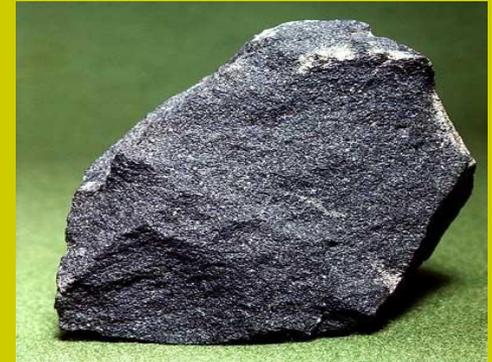
Верхняя мантия (слой С)



оливин



пироксены



**пироксены
высокого давления**

4 %



шпинель

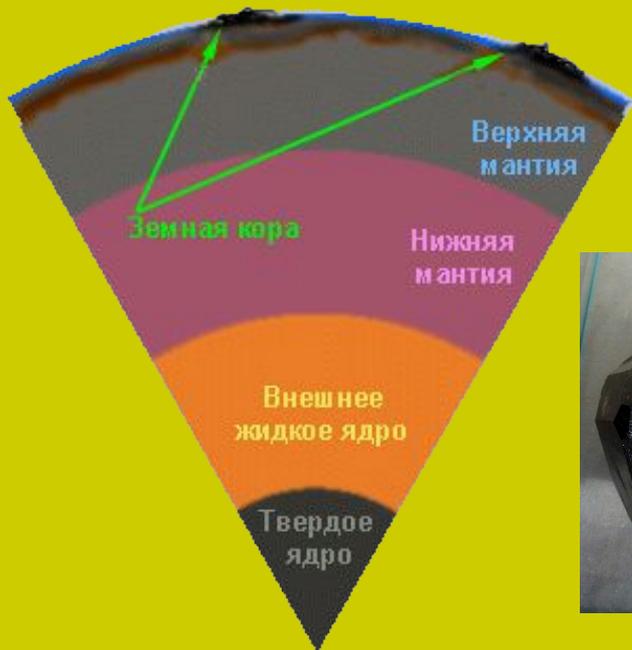
57 %



гранат

39 %

Нижняя мантия



шпинель



гранат



пироксены



ильменит

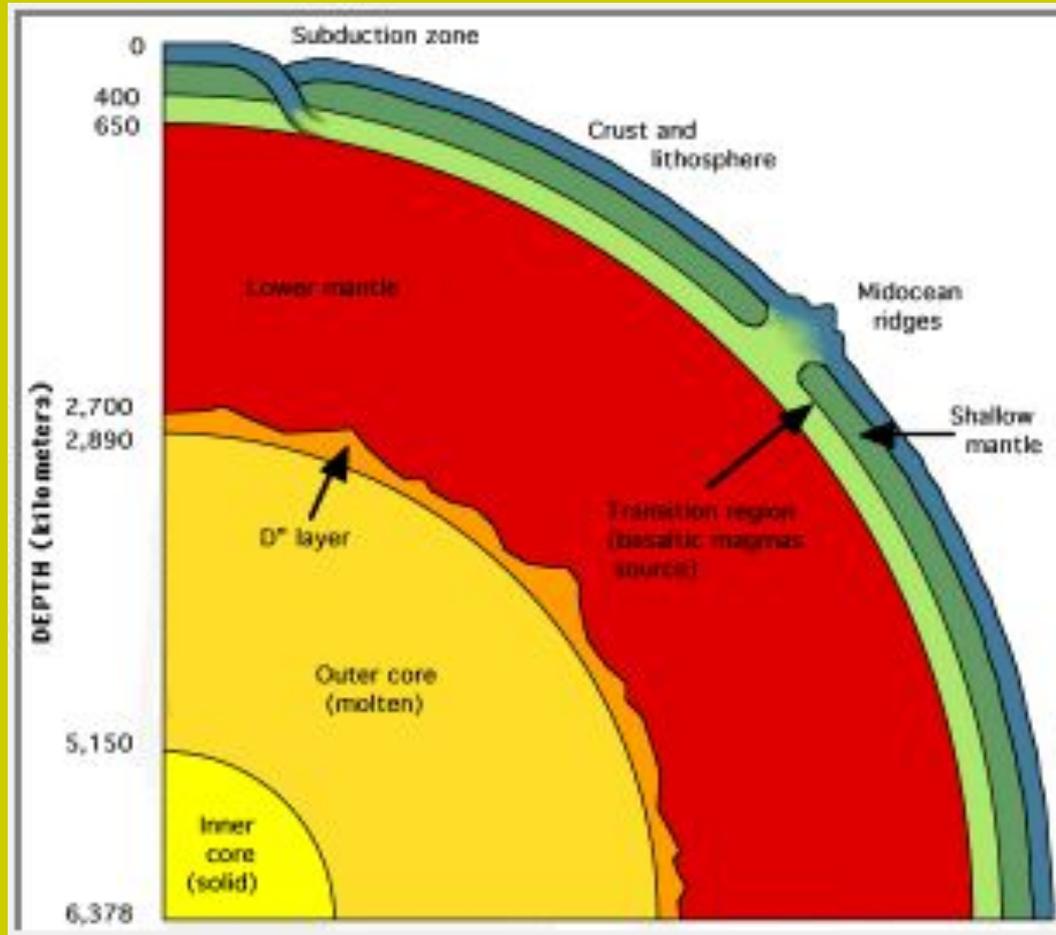
91 %



перовски

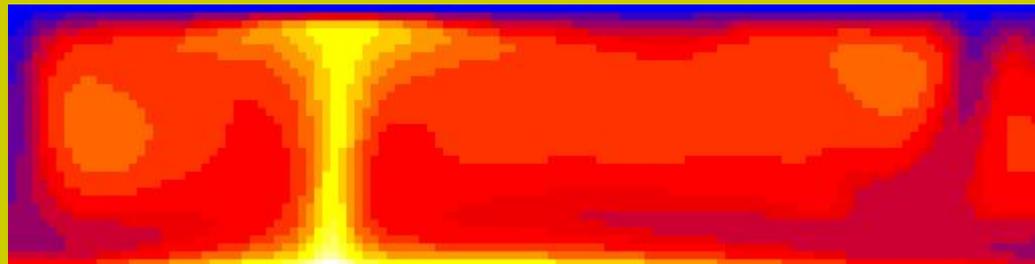
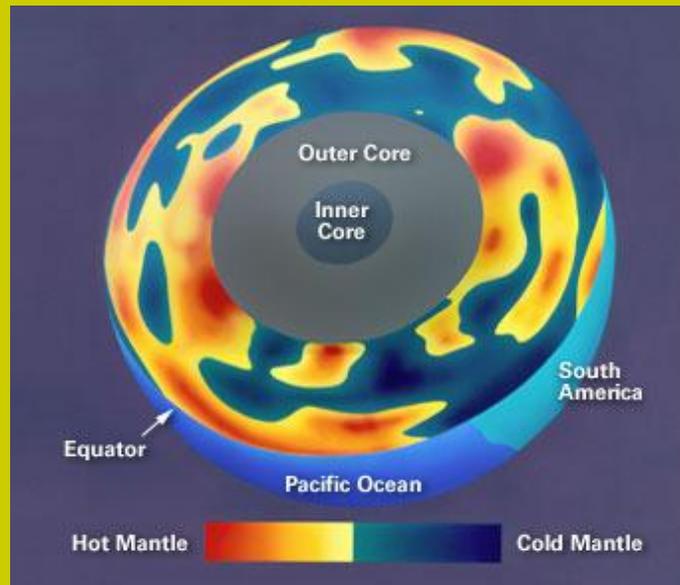
9 %

Нижняя мантия (слой D')



Конвекция в мантии

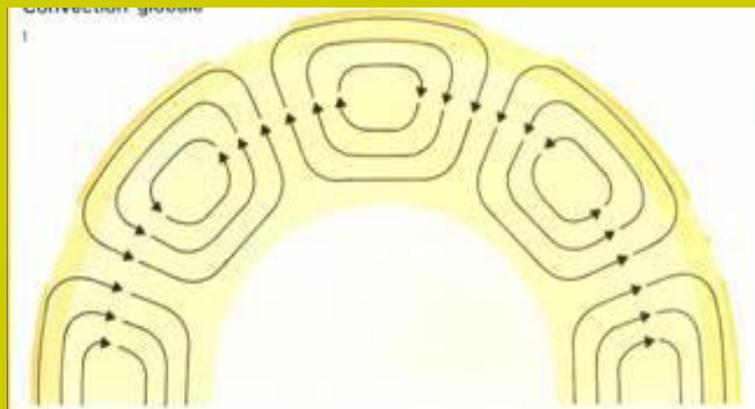
движение мантийного вещества из областей с высокой плотностью в области с низкой плотностью



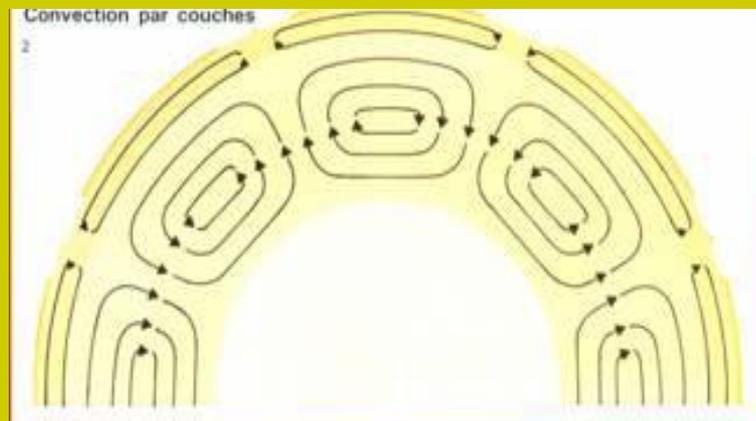
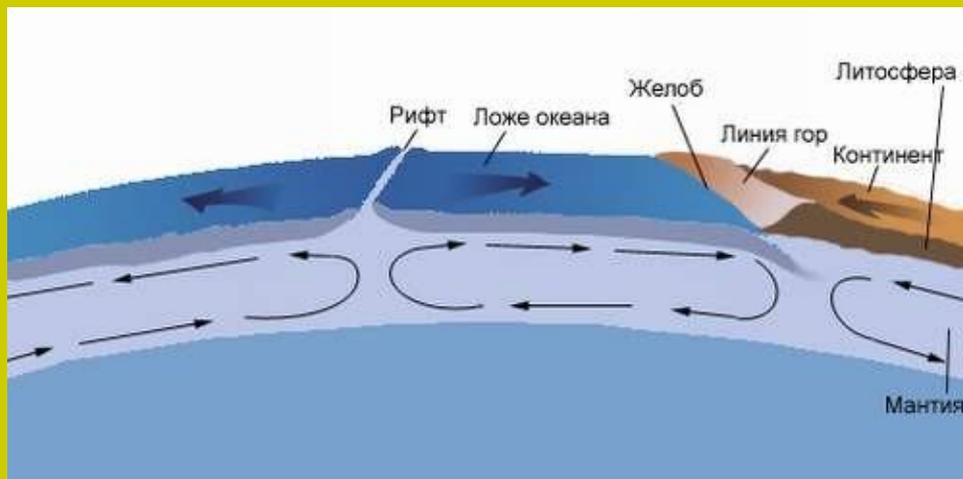
Модели мантийной конвекции



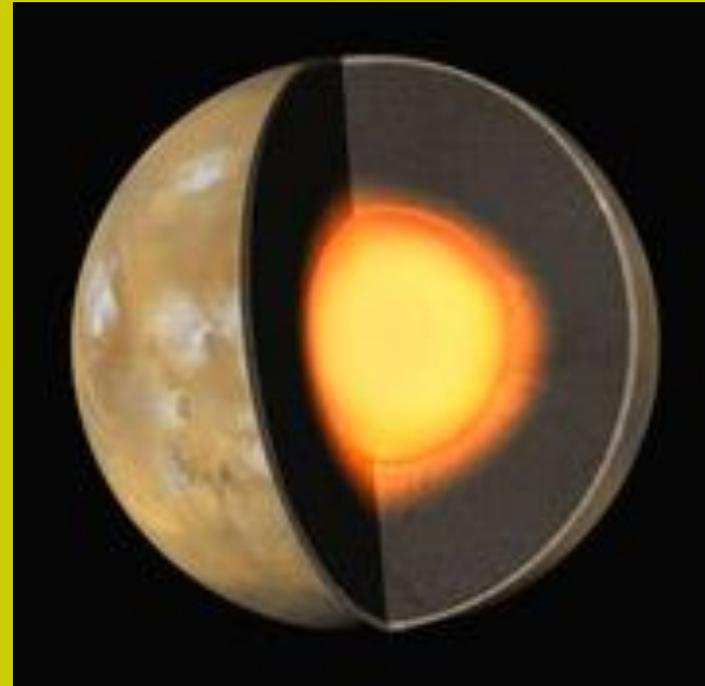
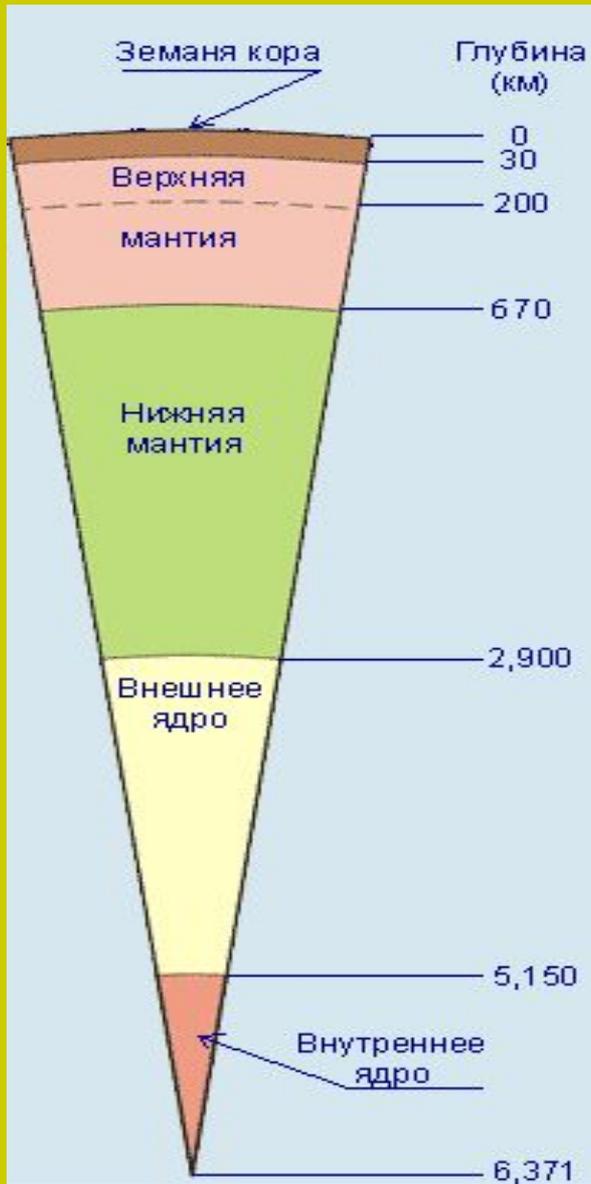
СКВОЗЬМАНТИЙНАЯ



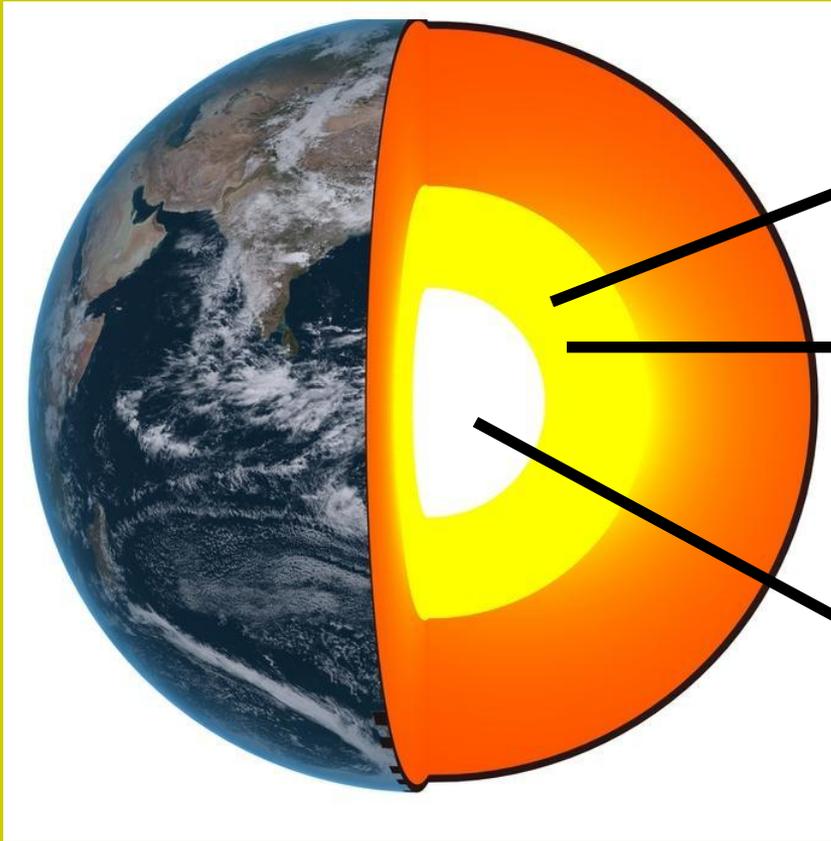
ДВУХЪЯРУСНАЯ



Ядро



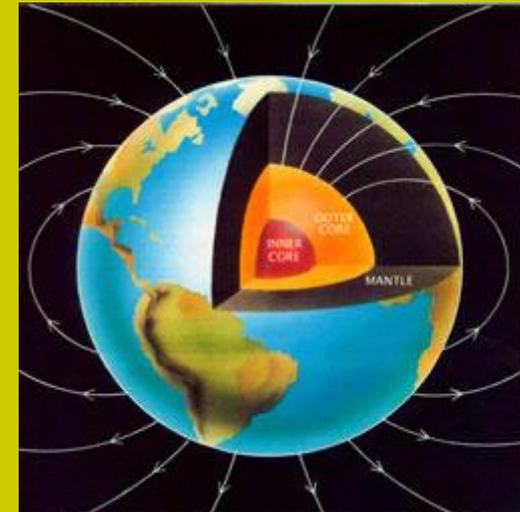
Строение и состав ядра



Fe – 86 %

Ni – 2 %

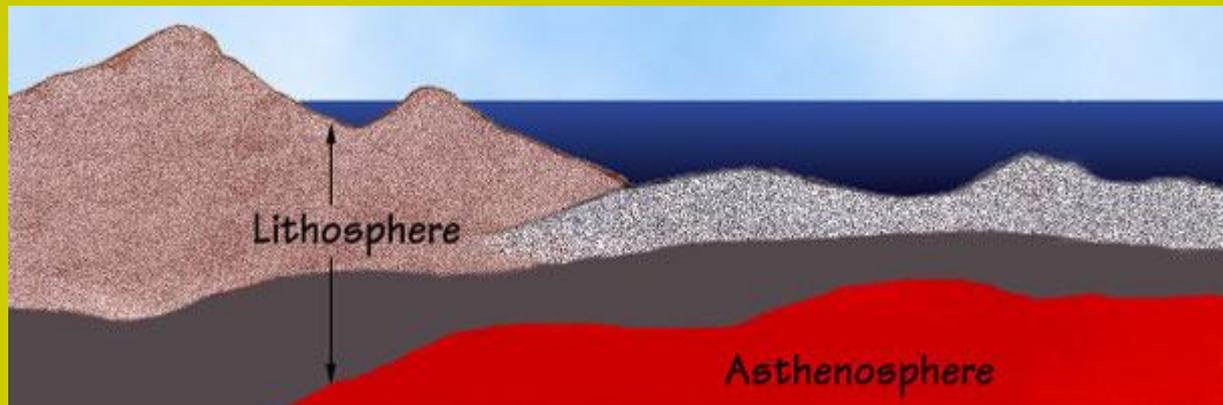
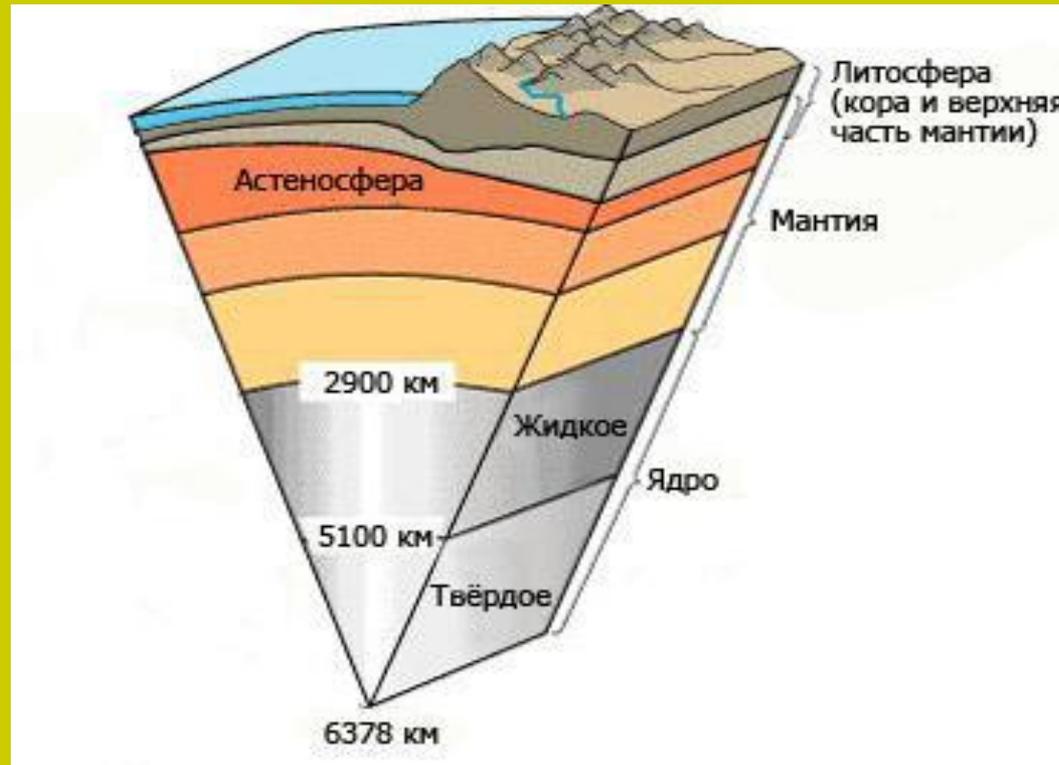
S, O₂, Si – 12 %



Fe – 80 %

Ni – 20 %

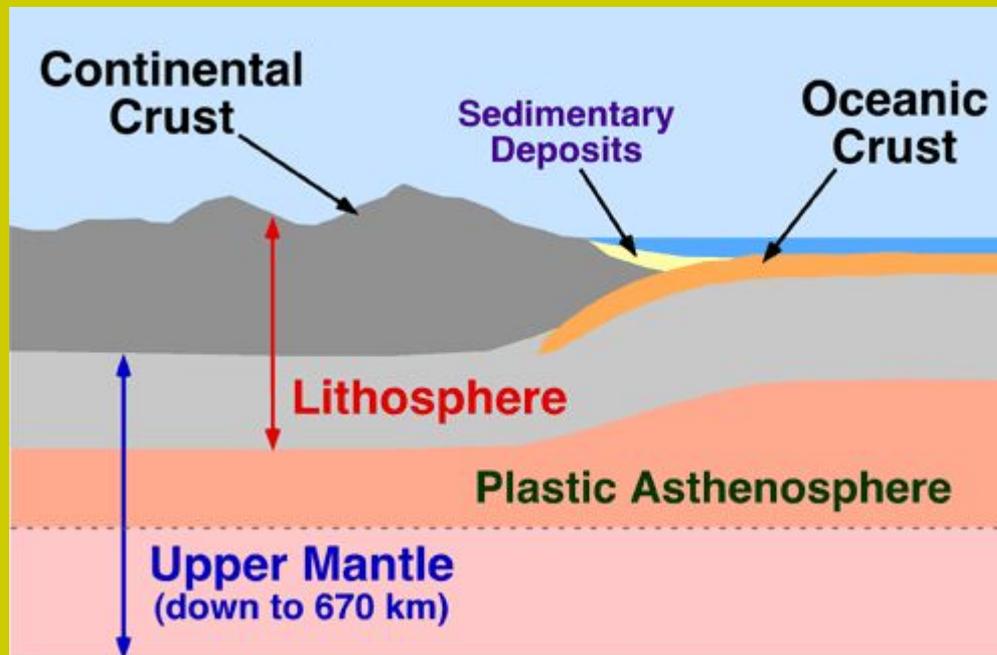
Астеносфера и литосфера



Астеносфера



слой в верхней мантии, где вещество обладает пониженной плотностью и повышенной пластичностью



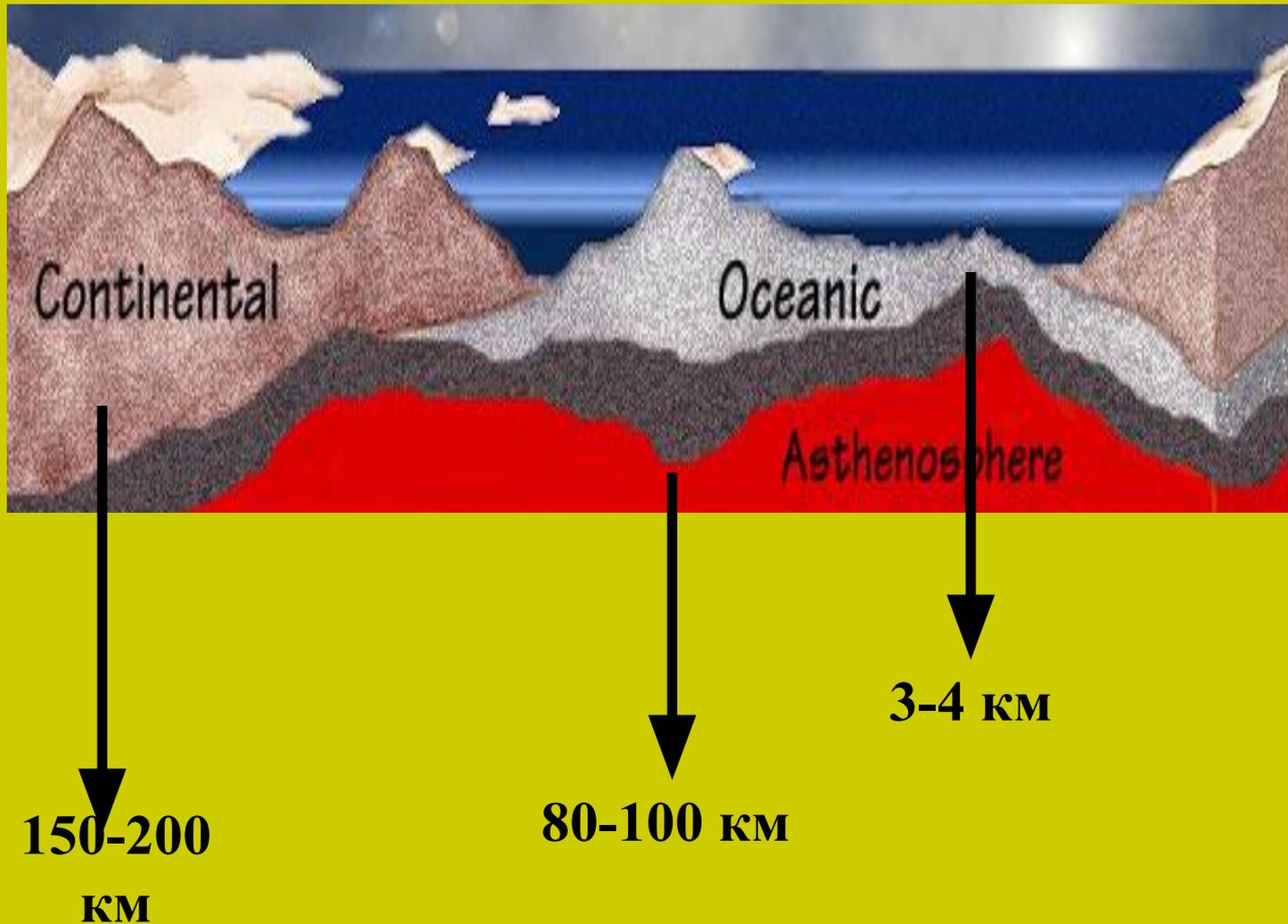
Литосфера



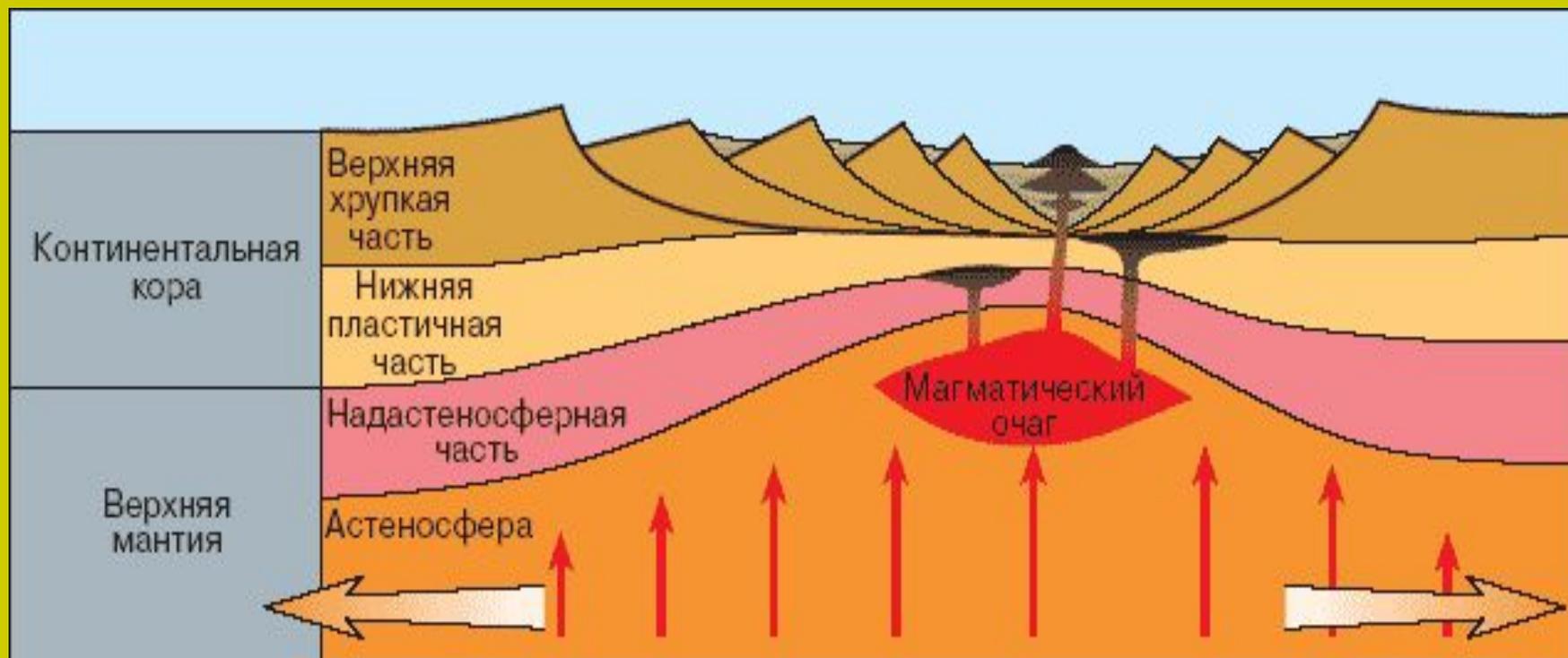
*верхняя твердая оболочка Земли,
включающая земную кору и
верхнюю (надастеносферную) часть мантии*



Границы астеносферы



Астеносфера – главный источник магматической деятельности

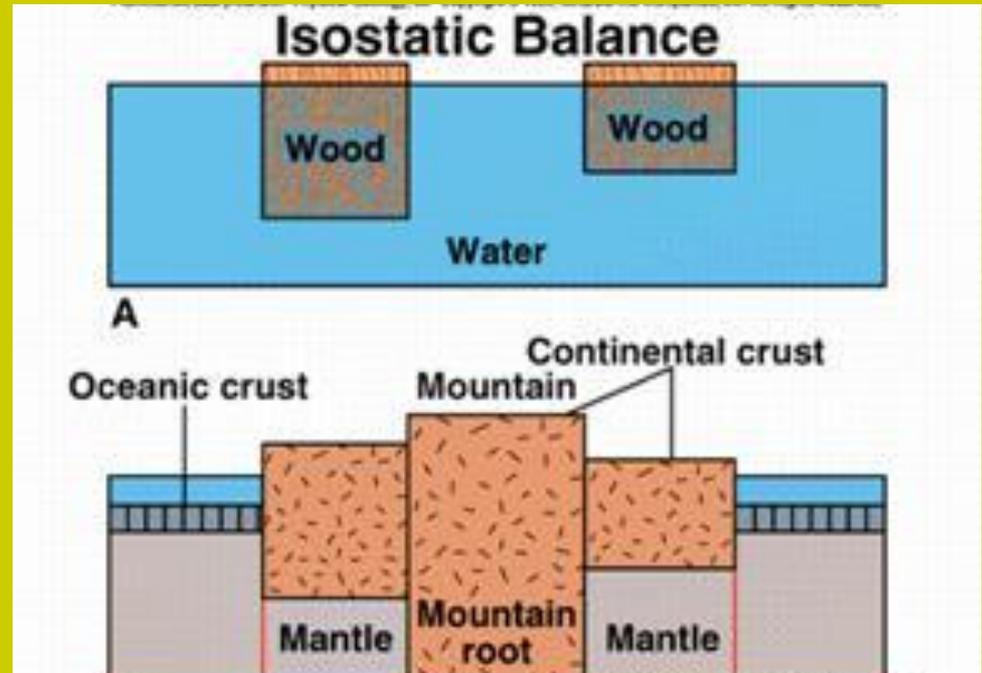
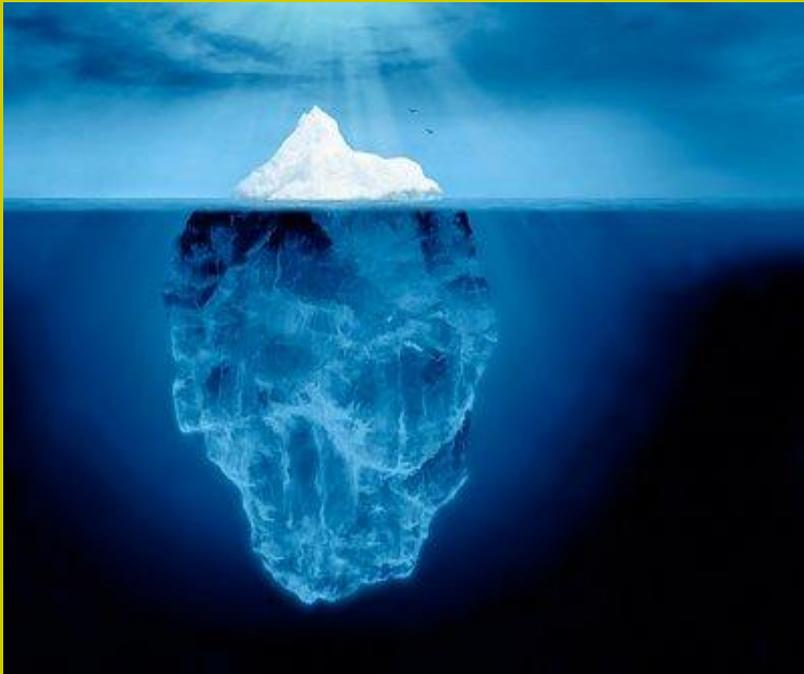


Изостазия

(гр. «stasis» - равновесие)



*равновесное состояние литосферы,
при котором она «плавает»
на астеносфере*



Рельеф земной поверхности

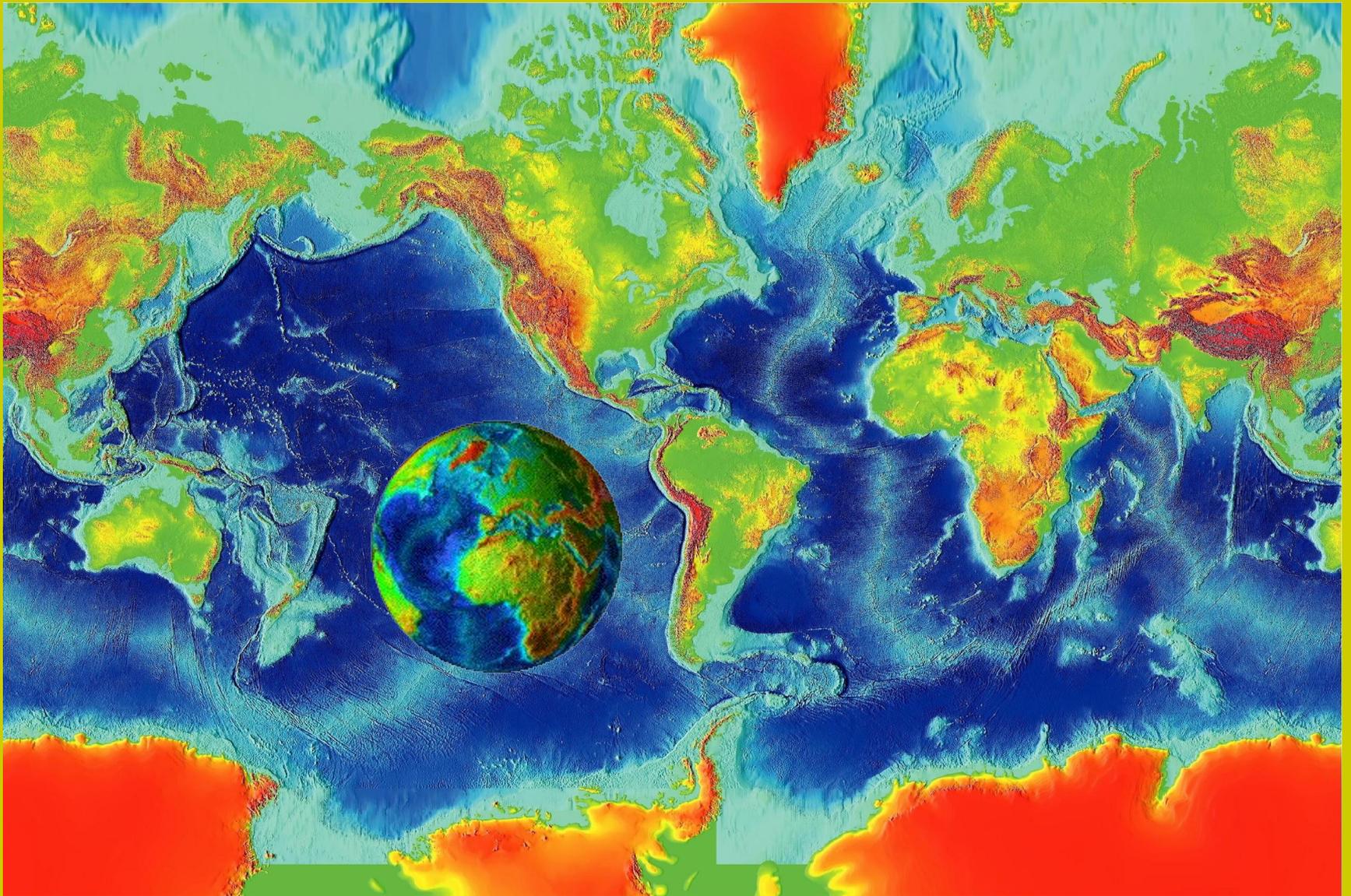


Схема изостатического равновесия (Дж. Эри)

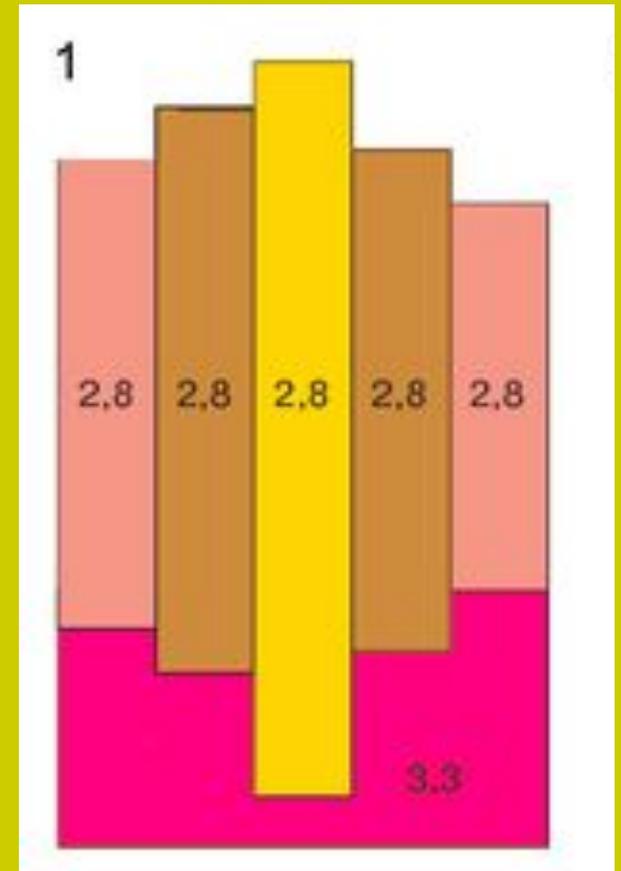
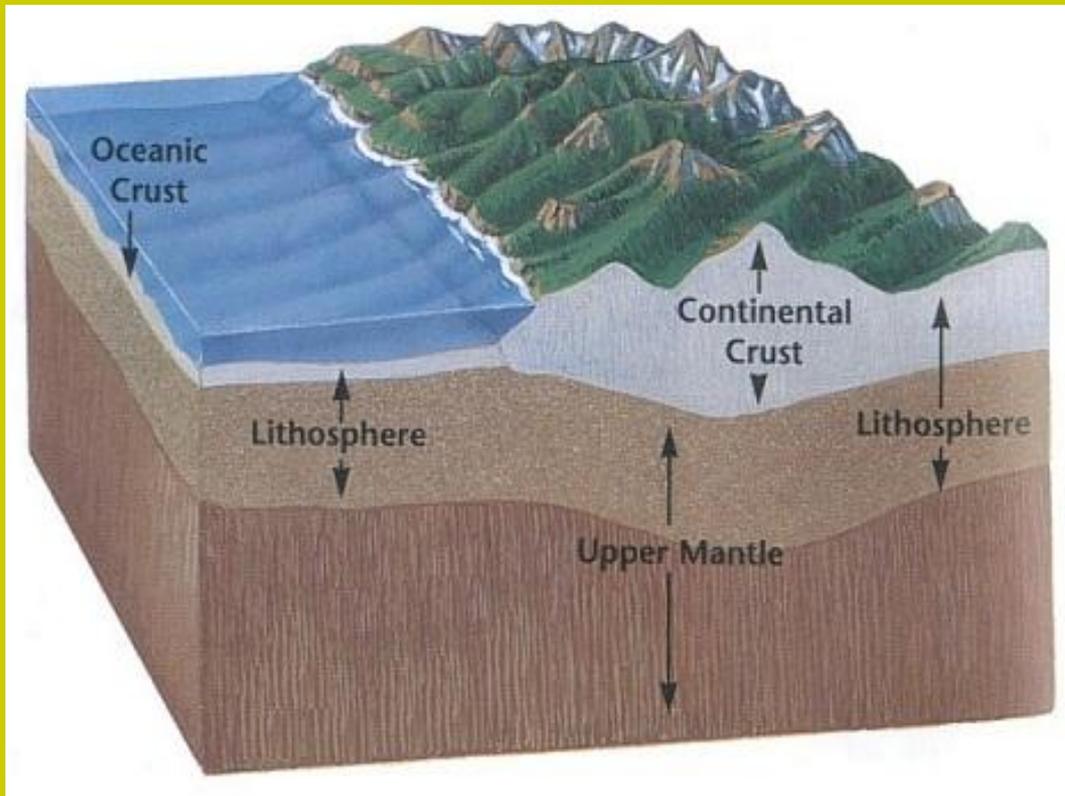
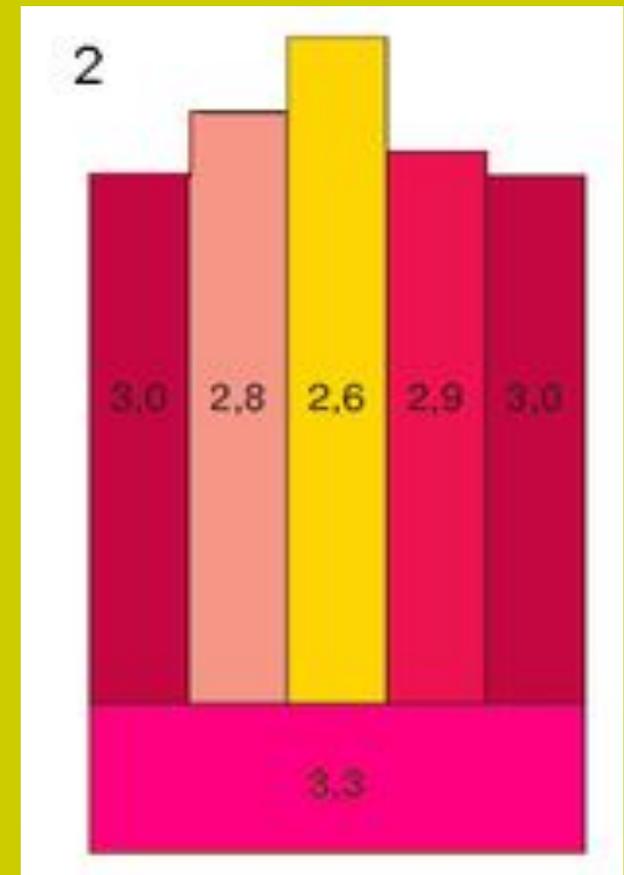
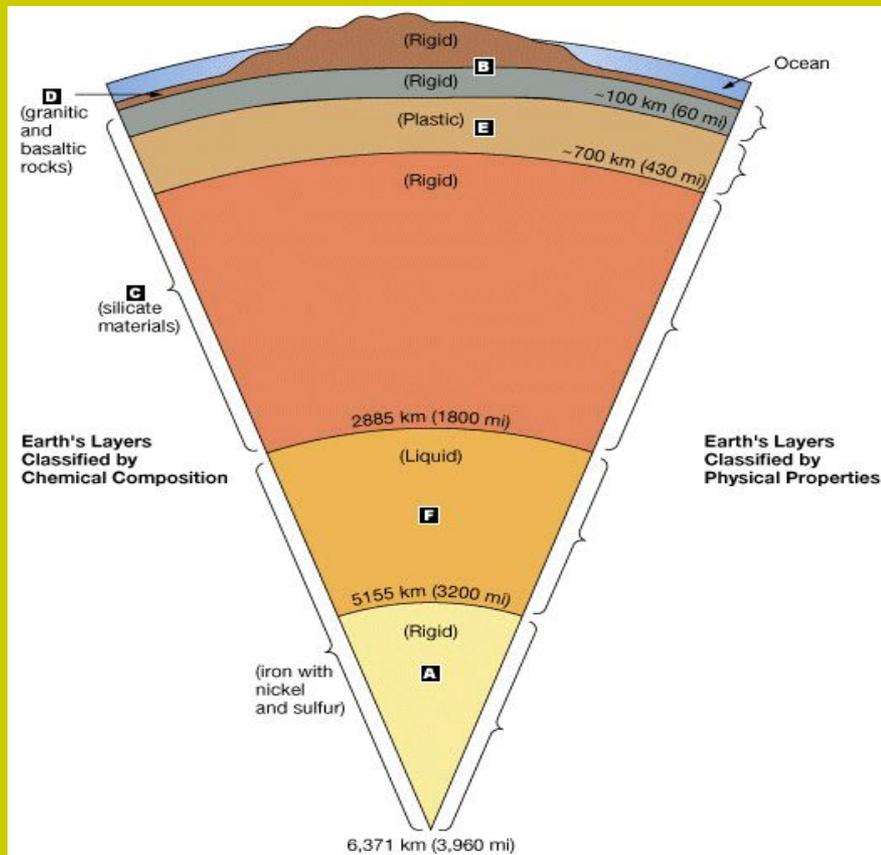
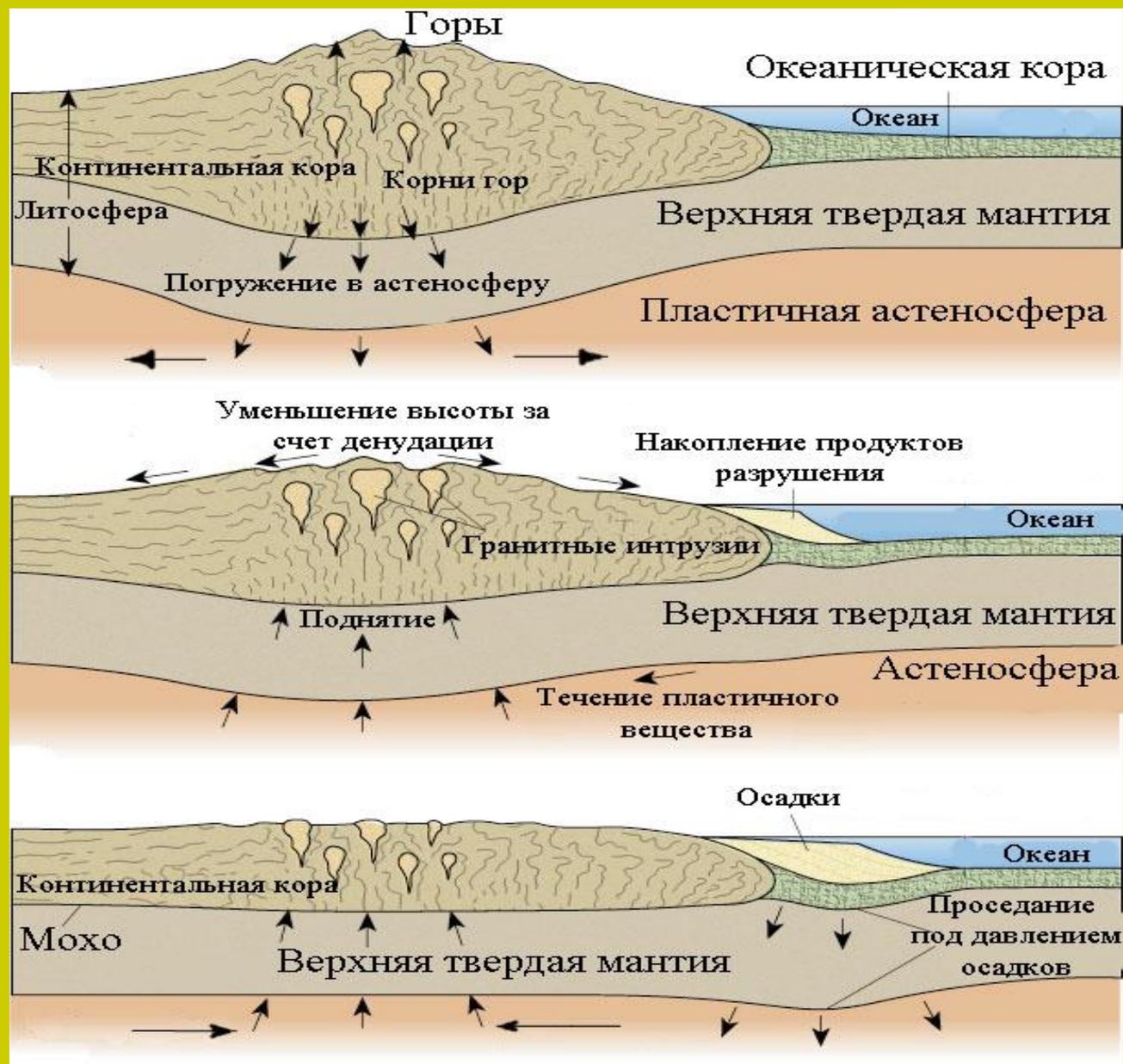


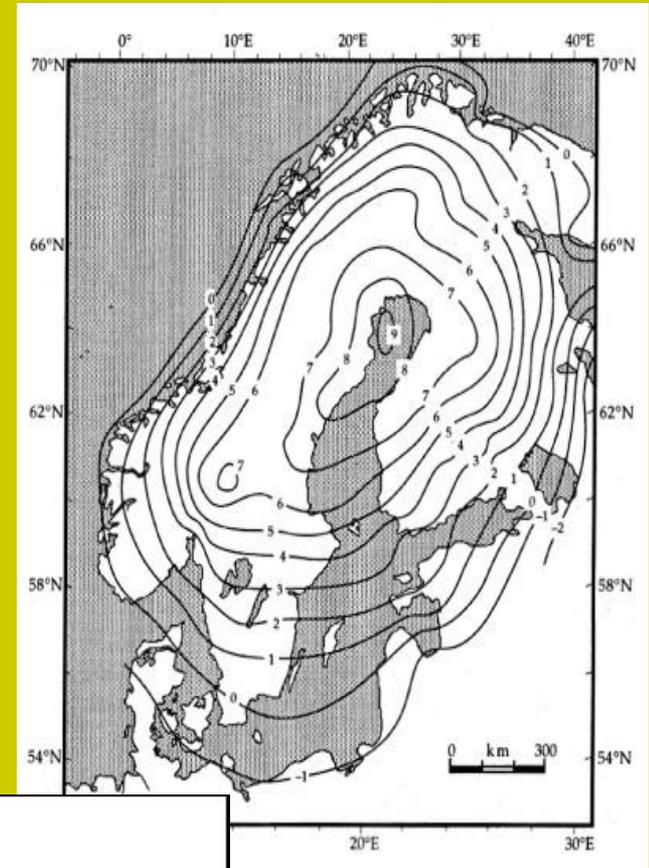
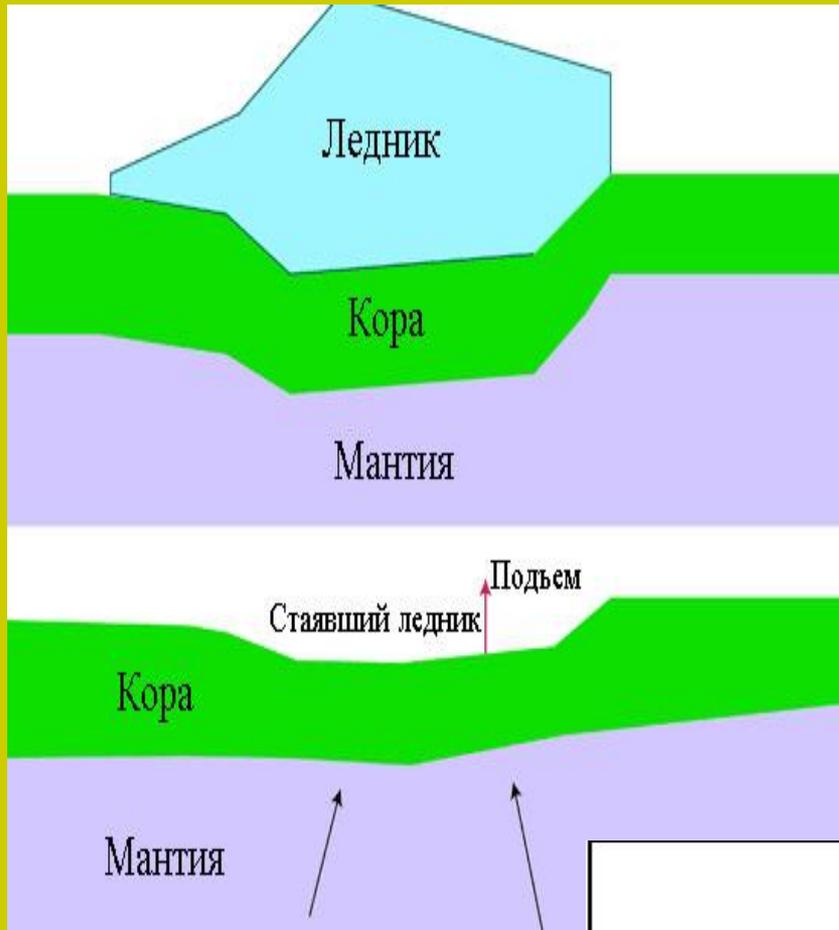
Схема изостатического равновесия (Дж. Пратт)



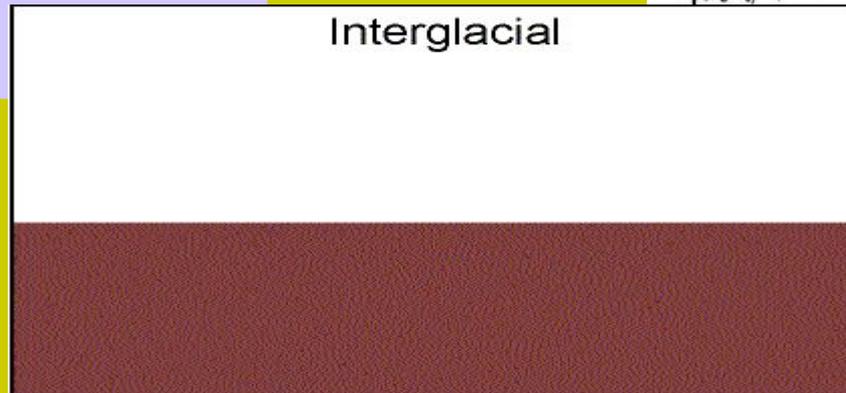
Обеспечение изостатического равновесия



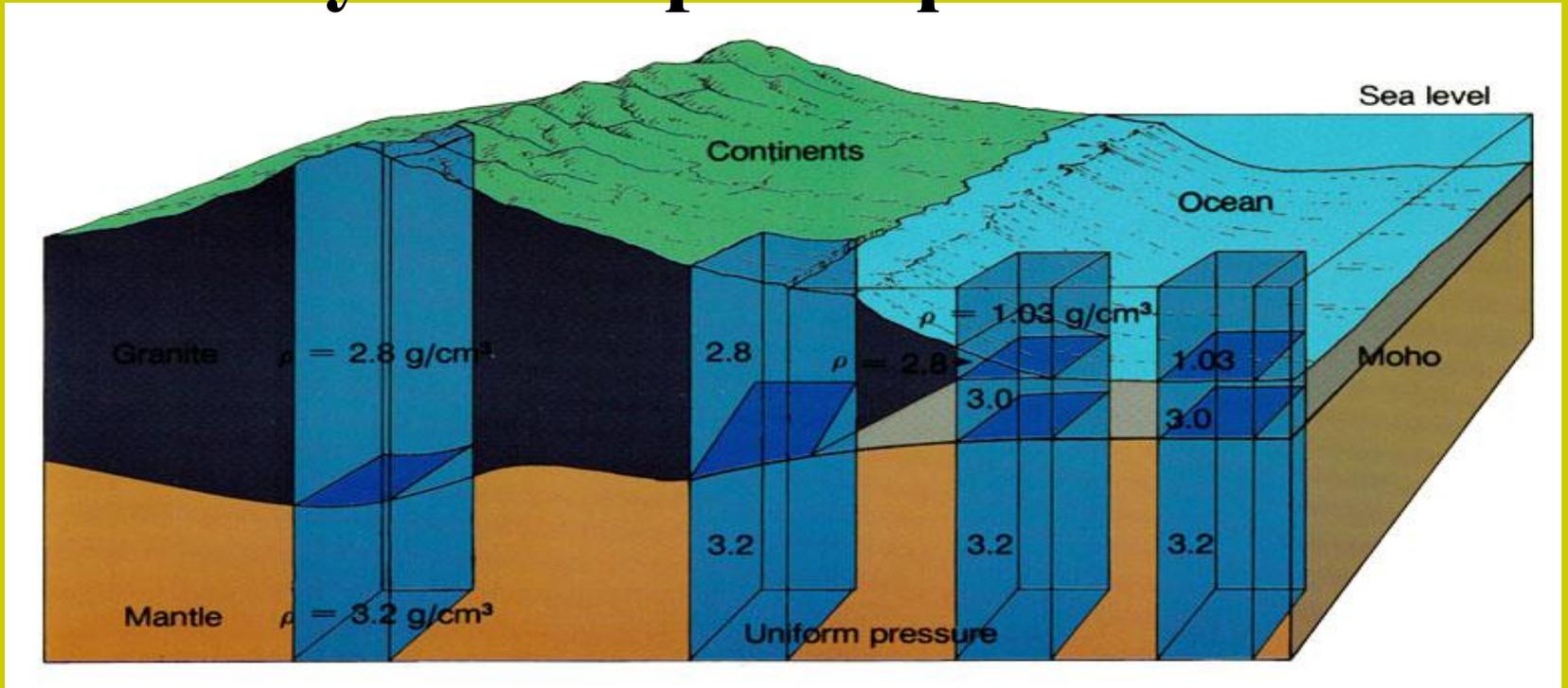
Обеспечение изостатического равновесия



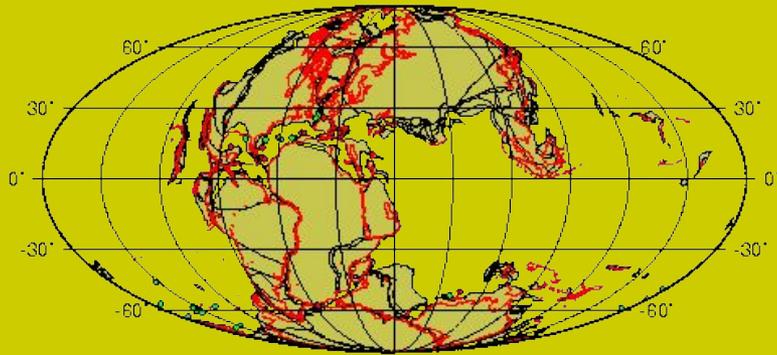
Interglacial



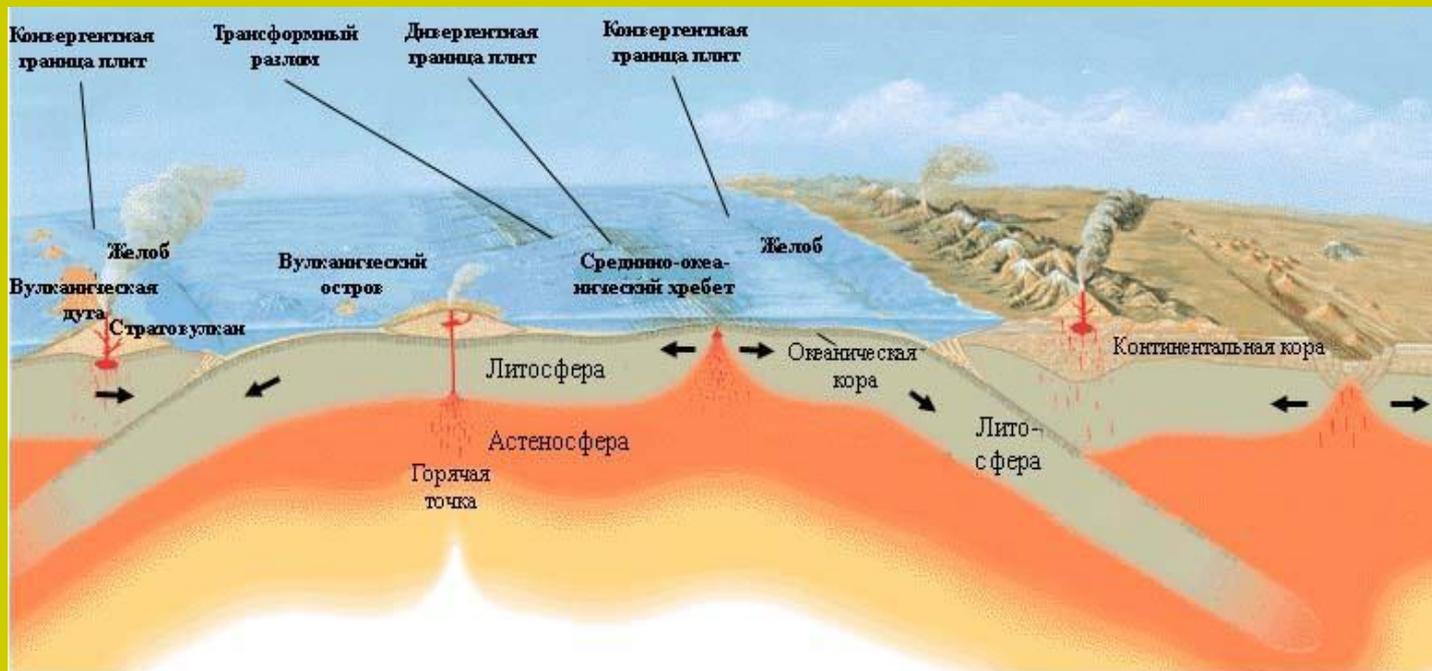
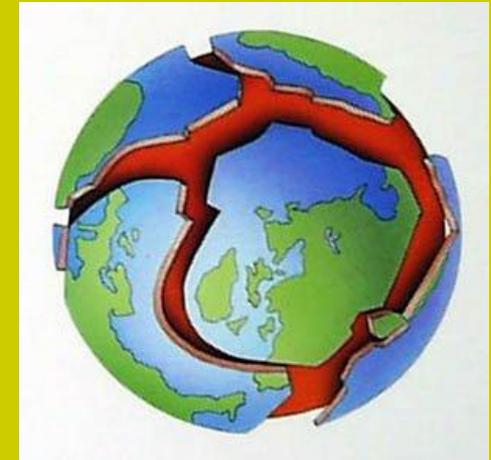
Ступени в рельефе Земли



Астеносфера и движение литосферных плит



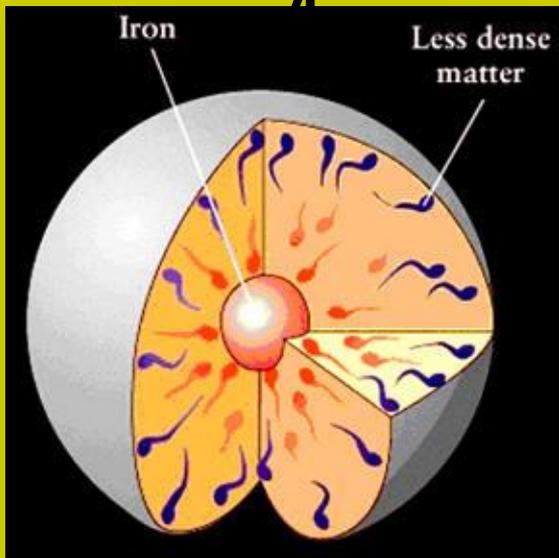
150 My Reconstruction



Источники внутренней энергии Земли

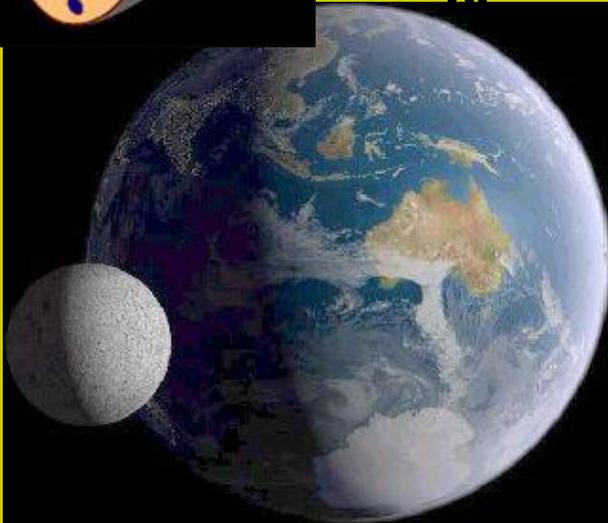
гравитационная
дифференциация

Я



прилив

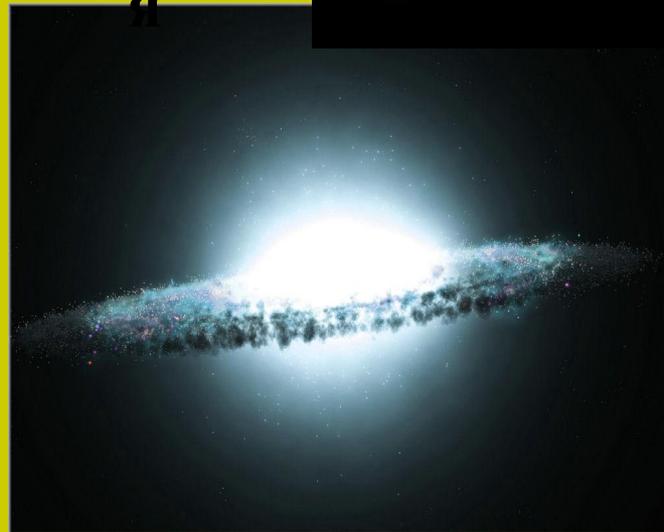
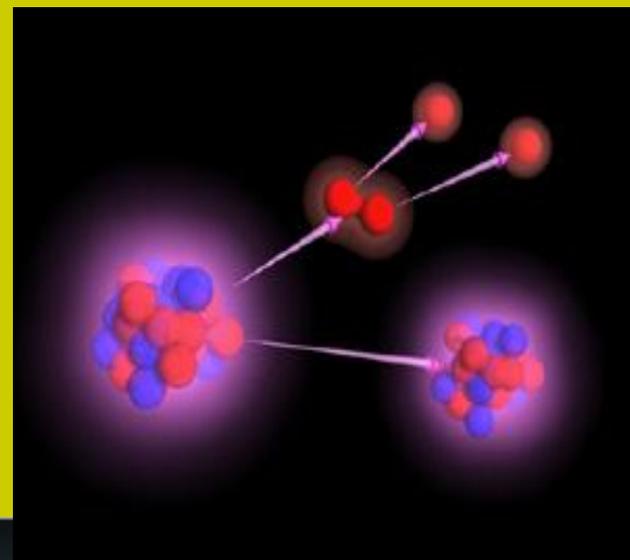
ы



распад радиоактивных
элементов

аккреци

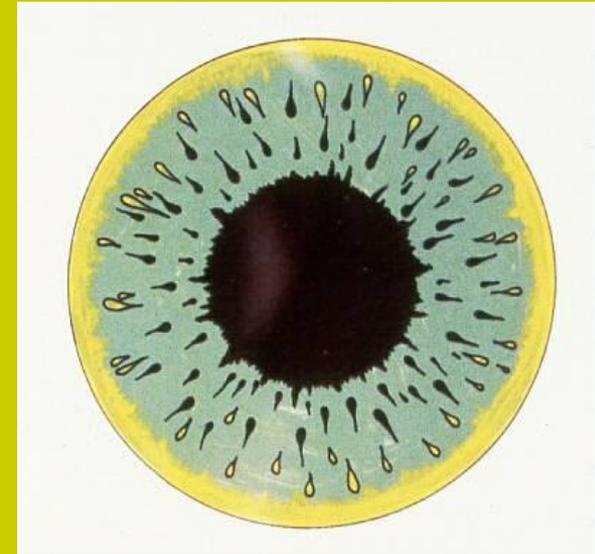
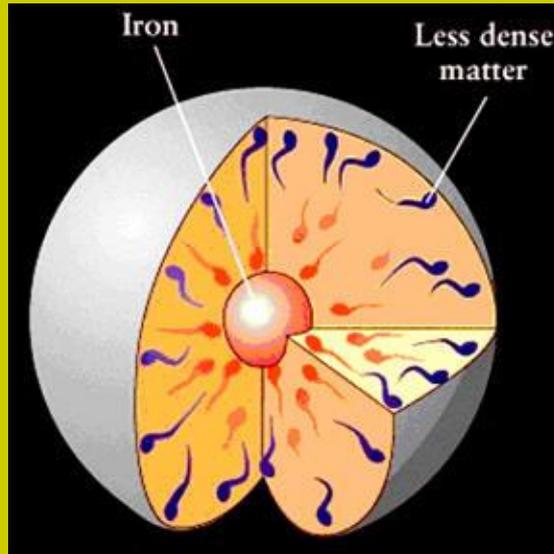
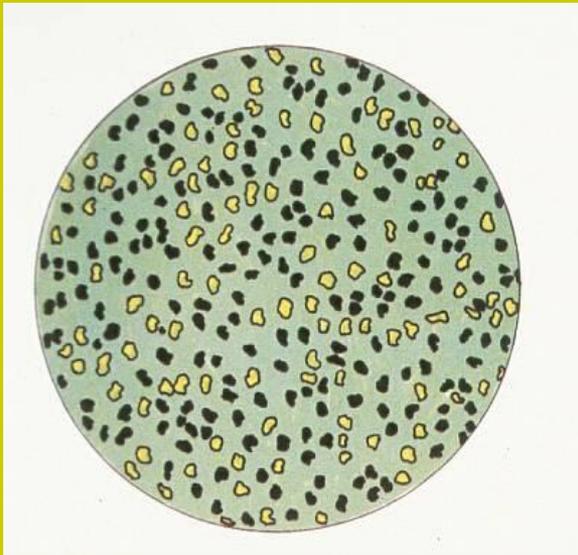
я



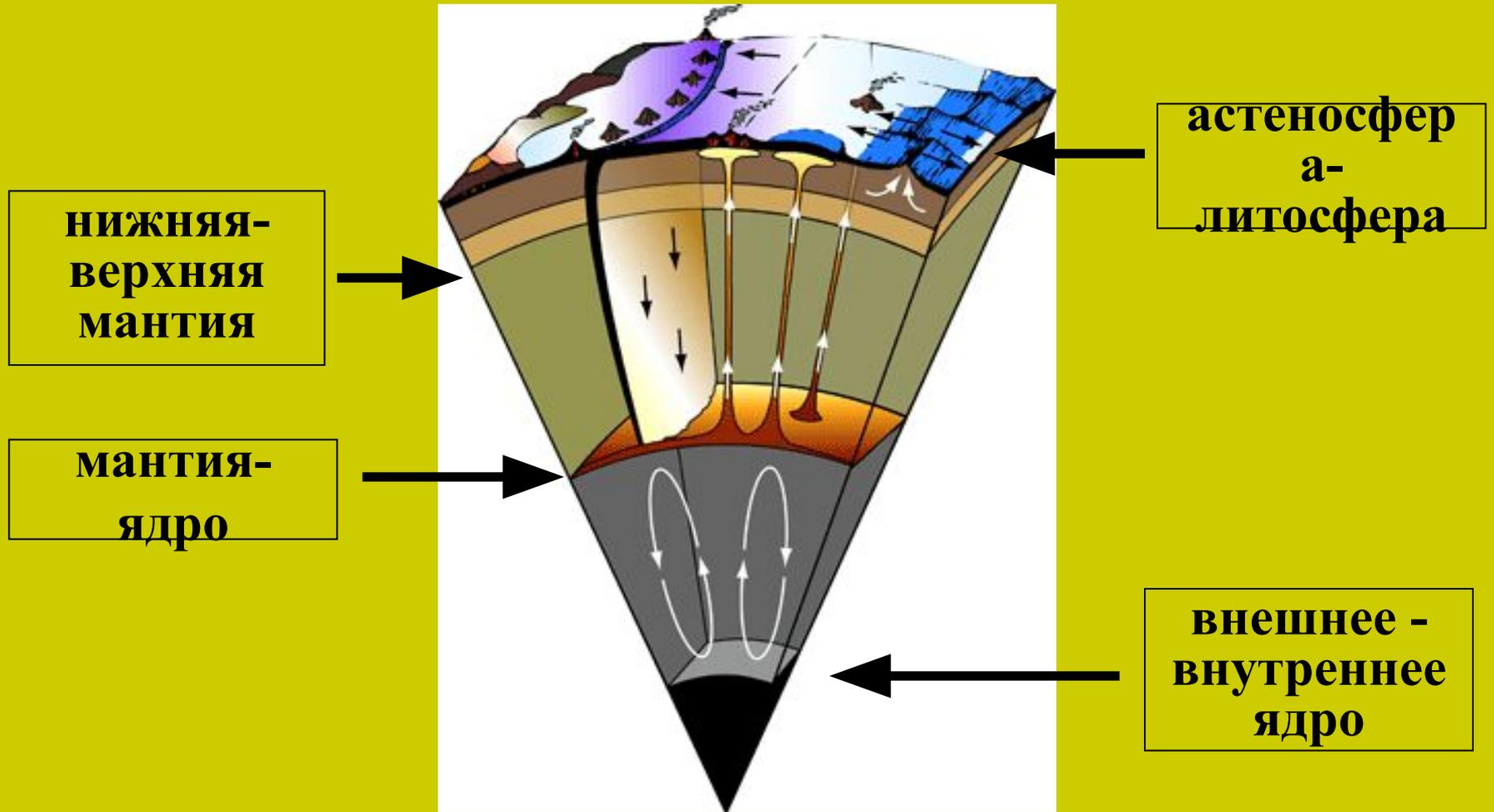
Гравитационная дифференциация



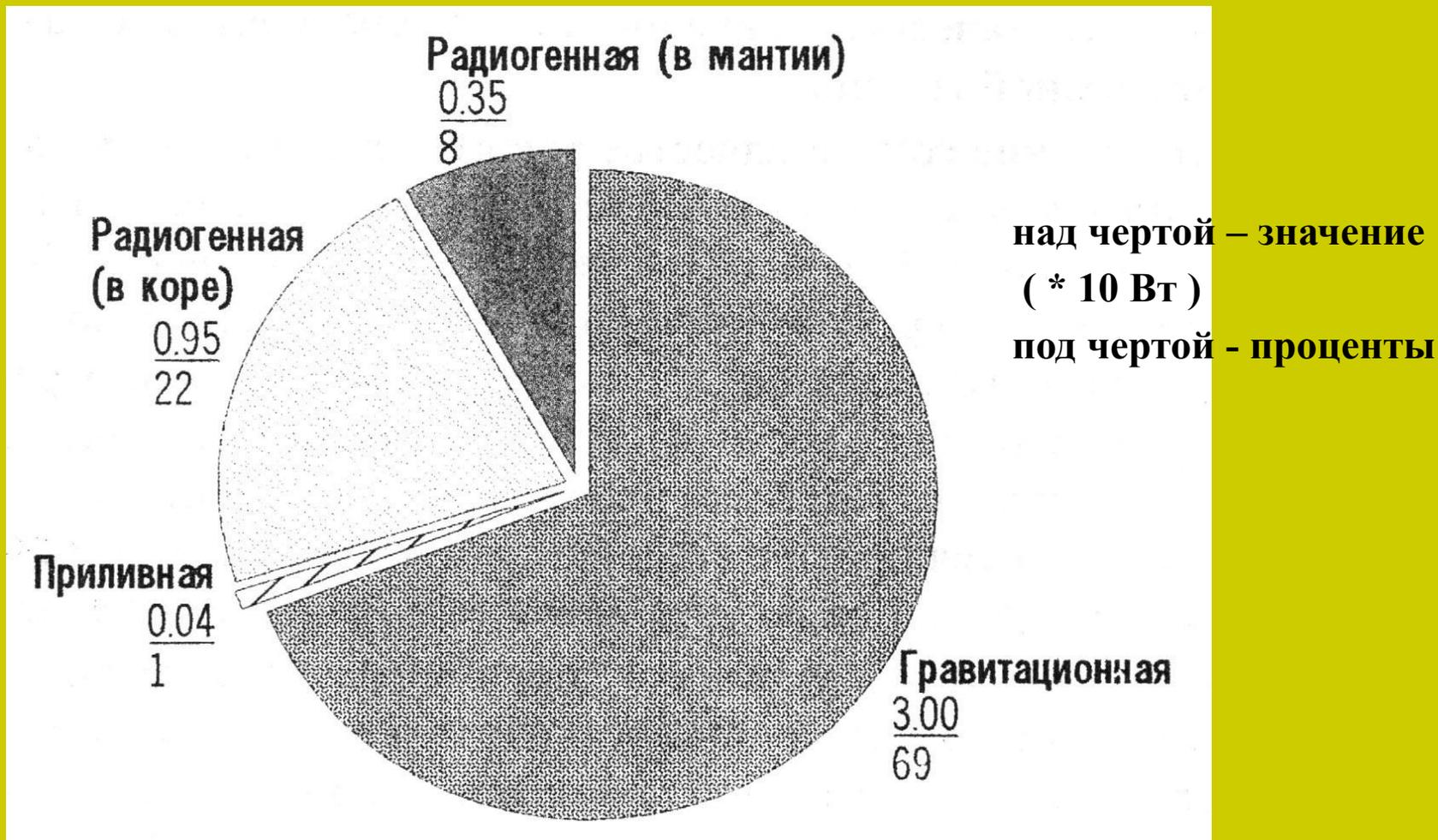
*выделение тепла при разделении
земного вещества по плотности
на ядро, мантию и земную кору*



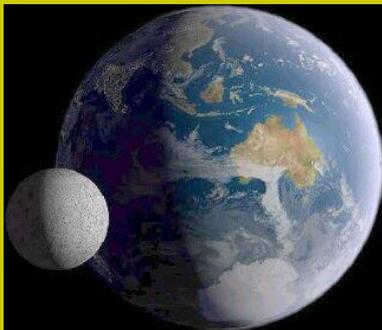
Уровни дифференциации



Скорость выделения видов энергии в современной Земле



Выделившаяся суммарная энергия Земли

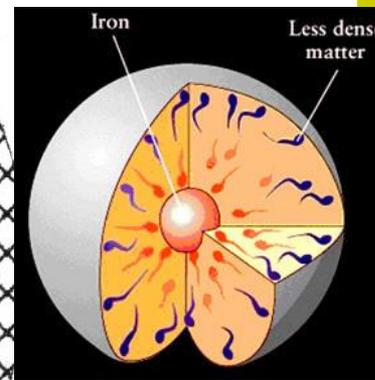
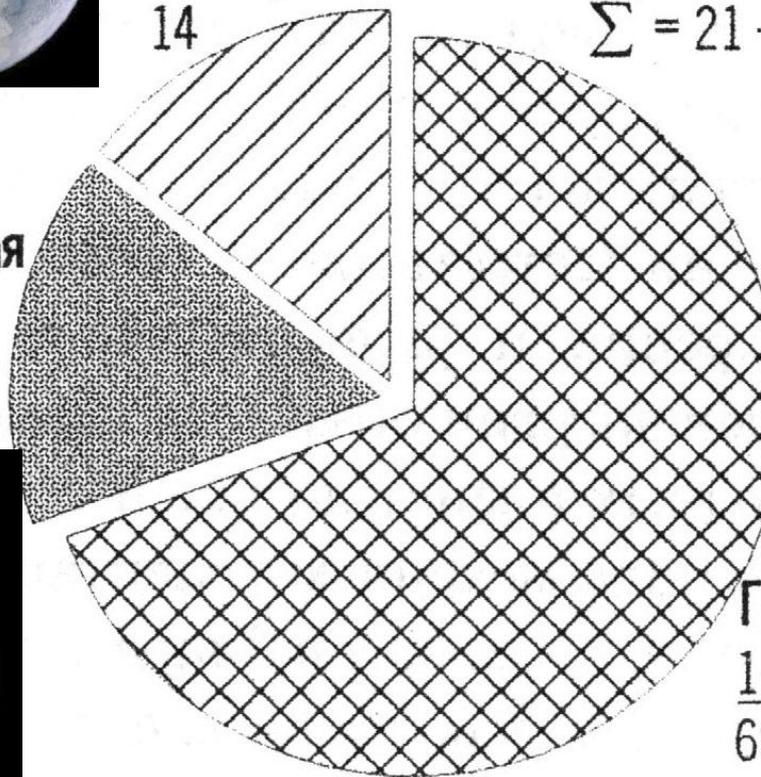


3.00 Приливная
14

$$\Sigma = 21 \cdot 10^{30} \text{ Дж}$$

Радиоогенная

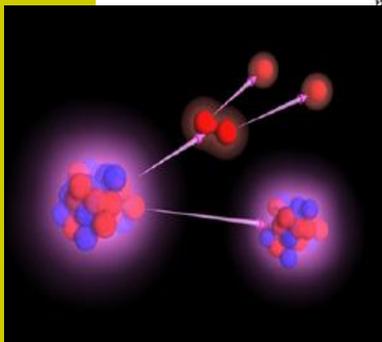
3.40
16



Гравитационная

14.50
69

над чертой – значение
($\times 10^{30}$ Дж)
под чертой - проценты



1. Расположите химические элементы в порядке убывания в земной коре:

- а) кальций
- б) алюминий
- в) кислород
- г) железо
- д) кремний
- е) калий
- ж) магний
- з) натрий



2. Мощность земной коры колеблется:

- а) от 0 до 75 км
- б) от 5 до 55 км
- в) от 0 до 20 км

3. Континентальная земная кора

распространена на:

- а) континентах, шельфе, микроконтинентах
- б) континентах
- в) континентах, шельфе



4. Современная континентальная земная кора образуется

на:

- а) континентах
- б) активных окраинах
- в) континентах и активных окраинах

5. Континентальная земная кора включает слои:

- а) осадочный, гранито-метаморфический
- б) осадочный, гранулит-базитовый
- в) осадочный, гранито-метаморфический, гранулит-базитовый



6. Океаническая земная кора

распространена под:

- а) ложем, шельфом
- б) ложем, глубоководными котловинами окраинных морей
- в) ложем, глубоководными котловинами окраинных морей, глубокими впадинами континентов

7. Океаническая земная кора образуется:

- а) в рифтовых зонах срединно-океанических хребтов
- б) в глубоководных желобах
- в) на шельфе

8. Океаническая земная кора включает слои:

- а) осадочный, гранито-метаморфический
- б) осадочный, базальтовый
- в) осадочный, базальтовый, породы основного состава

9. Для мантии характерно:

- а) состояние твердой ползучести, силикатный состав**
- б) твердое состояние, железо-никелевый состав**
- в) жидкое состояние, силикатный состав**



10. Слой в верхней мантии, где вещество обладает меньшей плотностью и вязкостью, но большей пластичностью по отношению к выше- и нижележащим породам называется...

11. Верхняя твердая оболочка Земли, включающая земную кору и верхнюю часть мантии (до астеносферы), называется...