

Внутреннее строение и физика Земли.

Земля - планета Солнечной системы

Звезда - небесное тело, в котором естественным образом происходили, происходят или с необходимостью будут происходить реакции термоядерного синтеза.

Планета

- 1) планета - не звезда, обращается вокруг звезды (например, Солнца).
- 2) достаточно массивна, чтобы под действием собственного тяготения стать шарообразным.
- 3) достаточно массивна, чтобы своим тяготением расчистить пространство вблизи своей орбиты от других небесных тел

Галактика — система из миллиардов звёзд, связанных взаимным тяготением и общим происхождением.

Галактика Млечный Путь



Солнечная система



Теории происхождения Солнечной системы

1. Небулярная теория Канта—Лапласа - Солнечная система возникла в результате закономерного развития туманности.

И. Кант считал, что в эволюционном развитии холодной пылевой туманности сначала возникло центральное массивное тело — Солнце, а потом родились и планеты.

П. Лаплас считал первоначальную туманность газовой и очень горячей, находящейся в состоянии быстрого вращения. Под действием центробежных сил от него последовательно отделялись кольца, превращаясь в результате охлаждения и конденсации в планеты. Таким образом планеты образовались раньше Солнца.

2. Теория Дж. Х. Джинса - Солнце столкнулось с другой звездой, в результате чего из него была вырвана струя газа, которая, сгущаясь, преобразовалась в планеты.

3. Гипотеза О.Ю. Шмидта - современные представления - планеты солнечной системы образовались из холодного газопылевого облака, окружавшего Солнце миллиарды лет назад.

Планетарные характеристики Земли

Основные характеристики планеты Земля

1. Масса – $5,976 \cdot 10^{27}$ г.
2. Средний радиус – 149,6 млн. км
3. Скорость (период) вращения вокруг оси – 24 ч
или 86400 с

Внутреннее строение Земли: сейсмический метод

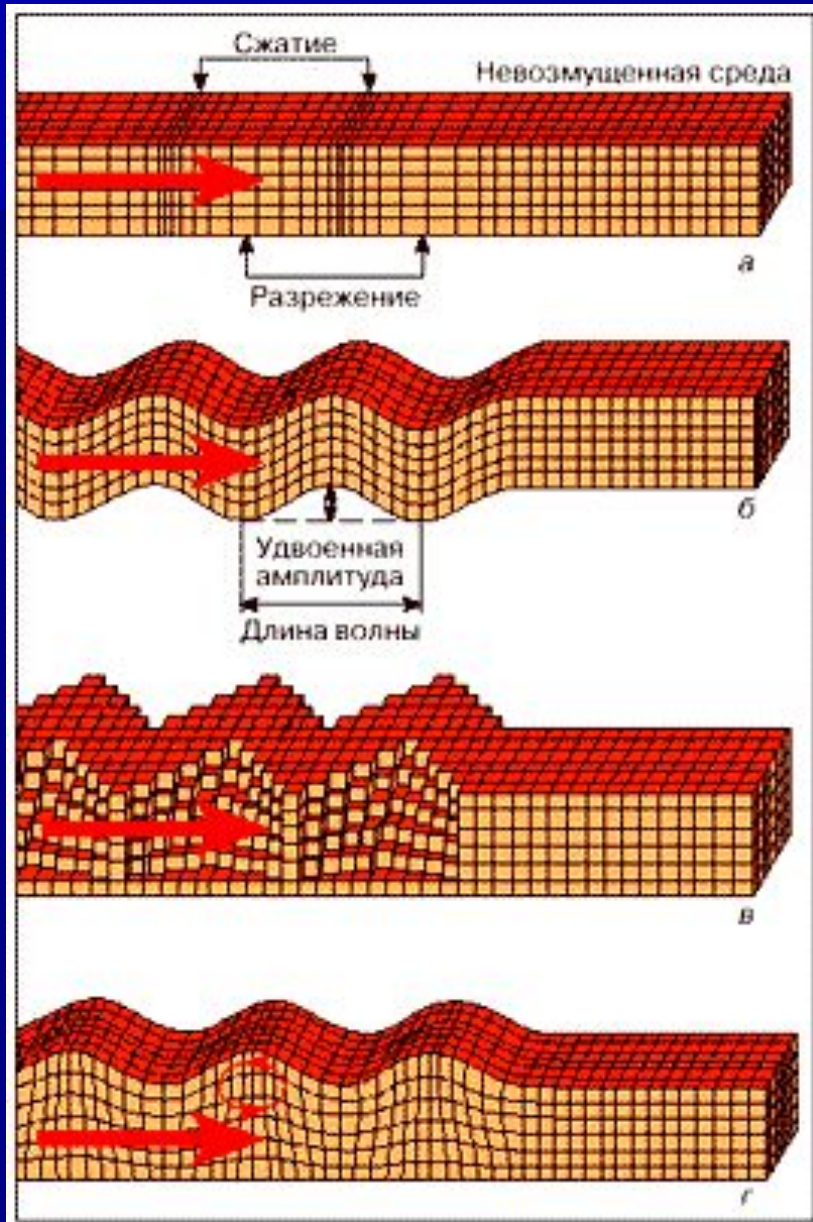


Рис. 3. Типы сейсмических волн:
а - продольные Р,
б - поперечные S,
в - поверхностные Лява L,
г - поверхностные Рэлея R.
Красной стрелкой показано направление распространения волны

Объемные волны

Продольные сейсмические волны - упругие колебания вещества около своего среднего положения в направлении распространения самой волны, т. е. переменное его сжатие и разряжение.

Эти волны распространяются в любых средах. Скорость их распространения в 1,7 раза больше скорости поперечных волн, они регистрируются раньше и называются первичными, или волнами Р (от лат. Prima – первые).

Поперечные волны - колебания вещества в направлении, перпендикулярном распространению волны. Они связаны со сдвигом вещества, т. е. с изменением его формы.

Эти волны могут проходить только через твердое тело и затухают в жидком и газообразном веществах, ибо два последних не сопротивляются изменению формы. Регистрируются после прохождения продольных волн, то они получили название вторичных, или S-волн (от лат sekundo – вторые).

Скорость распространения **продольных волн** v_p зависит от
плотности среды в данной точке ρ ,
модуля сжатия $K_{сж}$
модуля сдвига $\mu_{сдв}$

$$v_p = \sqrt{(K_{сж} + 1,33\mu_{сдв})/\rho}$$

Скорость распространения **поперечных волн** v_s зависит от
плотности среды ρ
модуля сдвига $\mu_{сдв}$.

$$v_s = \sqrt{\mu_{сдв}/\rho}$$

Поскольку в *жидких средах* модуль сдвига $\mu_{сдв}=0$, то это
означает, что в них скорость распространения **продольных**:

$$v_p = \sqrt{K_{сж}/\rho}$$

Скорость **поперечных волн**:

$$v_s=0.$$

Поверхностные волны

Поверхностные волны (L-волны, от лат. *longa*—длинные) возникают на границе разнородных сред у поверхности материков и океанического дна.

Вызывают одновременно деформацию объема и сдвига. Имеют большую длину, чем продольные и поперечные волны, а скорость их меньше.

Бывают двух типов: волны Рэлея и волны Лява.

Изучены англ. физиком Дж. Рэлеем в 1885 г. и Лявом в 1911 г.

При землетрясениях в рэлеевской волне смещение частиц почвы происходит с вертикальной плоскости, а сами частицы описывают эллипс, двигаясь против часовой стрелки.

В волнах Лява смещение частиц почвы происходит в горизонтальной плоскости перпендикулярно к направлению движения волн.

В поверхностных волнах величина смещения максимальна на поверхности и по экспотенциальному закону убывает с ростом глубины.

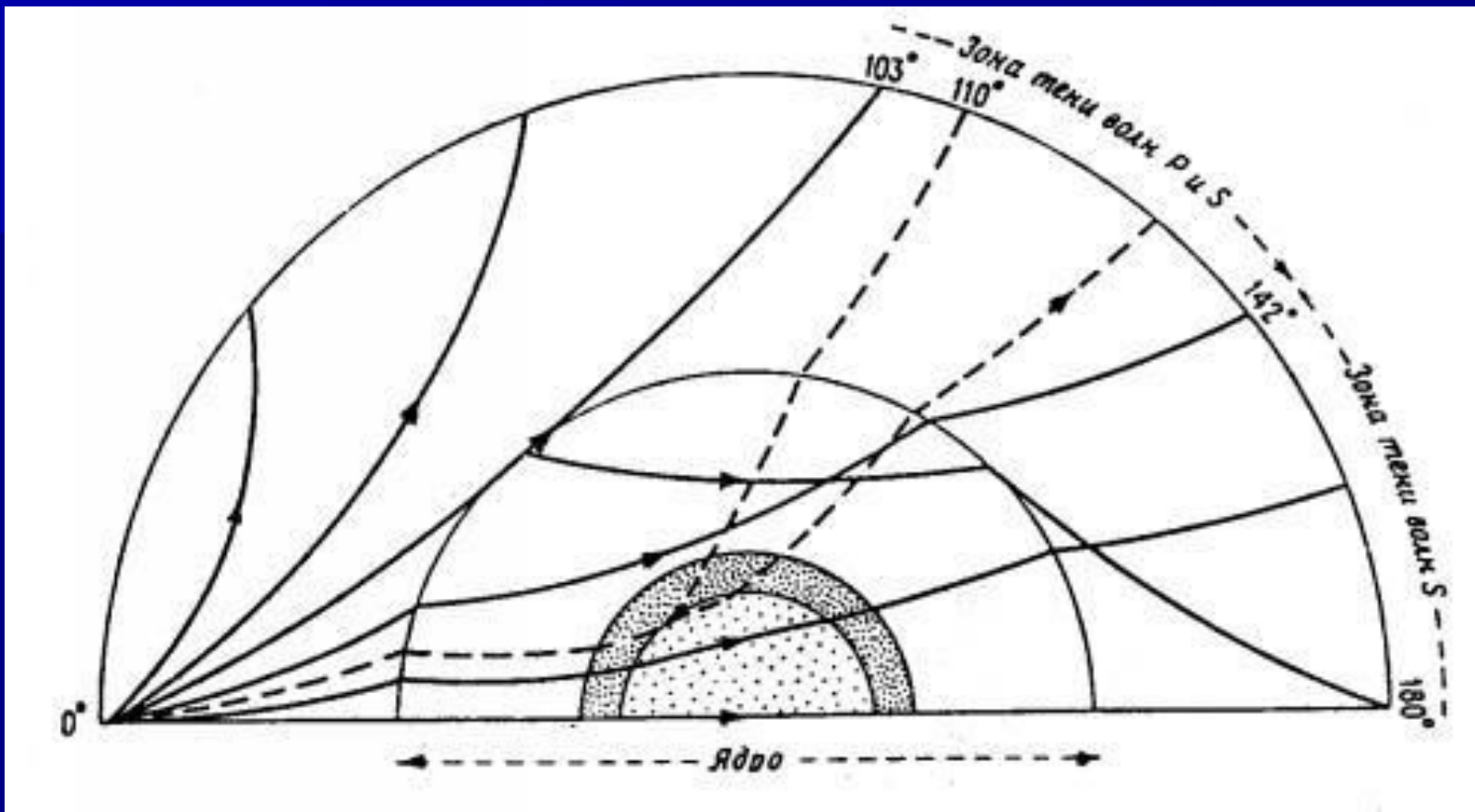


Рис. Преломление волн на границах раздела внутренних геосфер Земли

Модели внутреннего строения Земли

Сейсмическая модель Джеффриса-Гутенберга

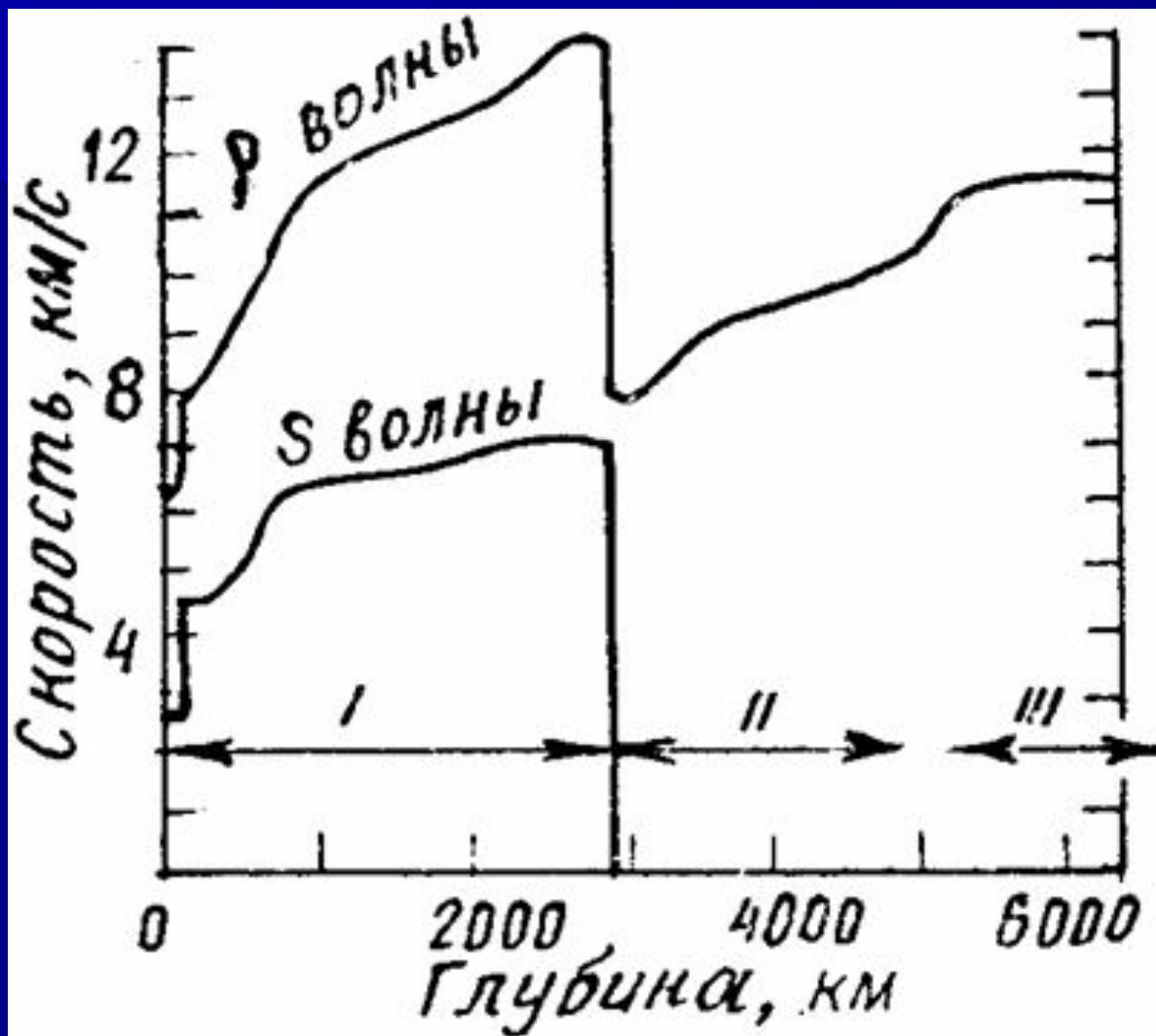


Рис. Изменение скоростей для волн P и S внутри Земли: I - мантия; II - внешнее ядро; III - внутреннее ядро

Сейсмическая модель Буллена

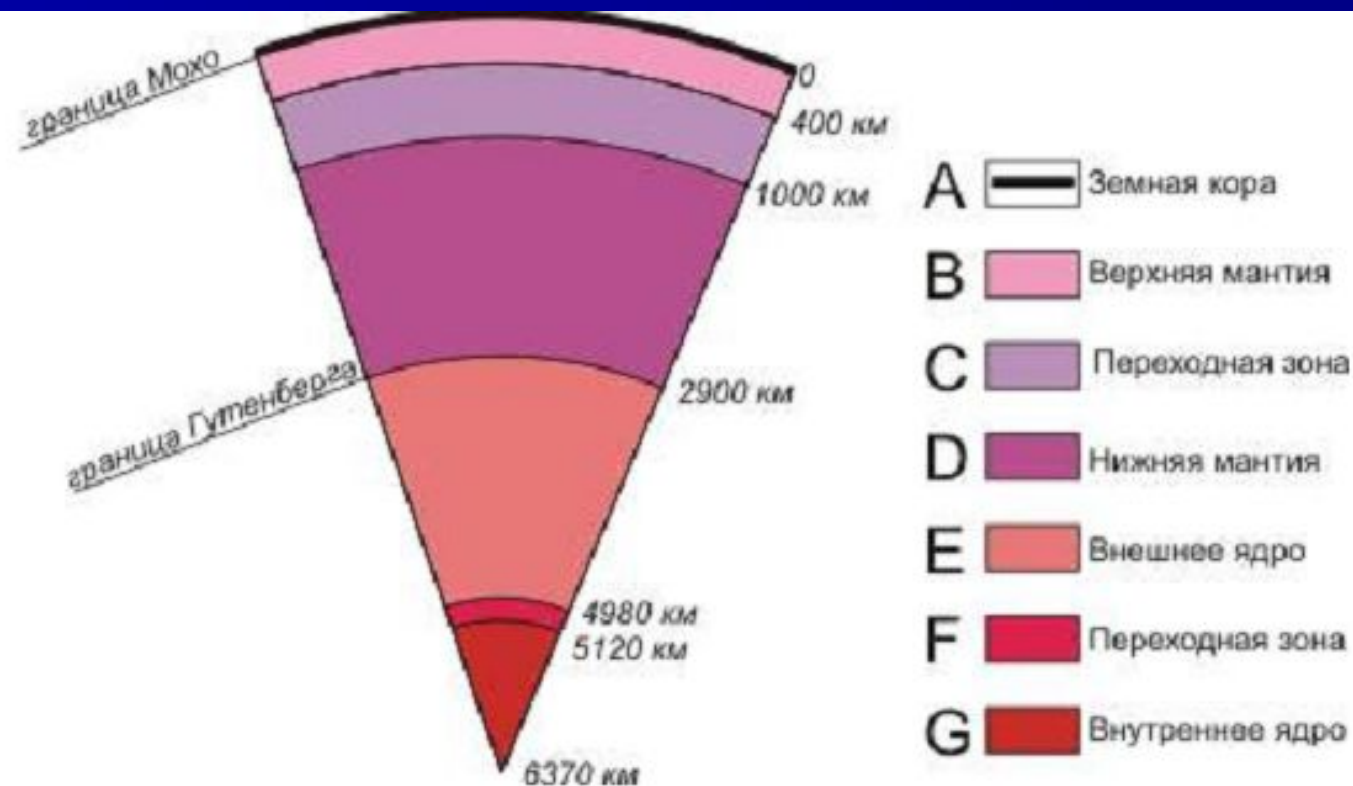


Рис. 2

Схема глубинного строения Земли (по К.Е.Буллену)

Положение границ, скорости распространения и затухания сейсмических волн внутри Земли

Слой	Глубина, км	Скорость волн, км/с		Q
		P	S	
A	0 – 33	6,75	3,8	450
B	33 – 400	8,06 – 9,64	4,5	60
C	400 – 900	11,4	7,18	150 – 550
D	900 – 2900	13,60	7,18	2000
E	2900 – 5000	7,50 – 10,0	0	4000
F	5000 – 5100	10,26	0	4000
G	5100 – 6371	11,28	3,6	400

Физическое состояние вещества геосфер

Плотность

Средняя плотность **земной коры** (0-33 км) известна из непосредственных определений и составляет – 2,7-3,0 г/см³.

Средняя плотность вещества Земли определяется из закона Ньютона:

$$g = \frac{GM}{R^2} \quad M = \frac{4\pi}{3}R^3\rho$$

$$\rho = \frac{3 \cdot g}{4 \cdot \pi \cdot GR}$$

$$\rho = 5,517 \text{ г/см}^3$$

Таблица 1

Зона	Наименование		Глубина	Плотность
A	Земная кора	Земная кора	~0-33 км	3,2 г/см ³
Граница Мохоровичича (граница Мохо, граница М)				
B	Верхняя мантия	Мантия	33-400 км	3,5 г/см ³
C	Переходная зона		400-1000 км	4,0 г/см ³
D	Нижняя мантия		1000-2900 км	5,0 г/см ³
Граница Вихерта-Гутенберга				
E	Внешнее ядро	Ядро	2900-4980 км	10-11 г/см ³
F	Переходная зона		4980-5120 км	
G	Внутреннее ядро		5120-6370 км	12 г/см ³

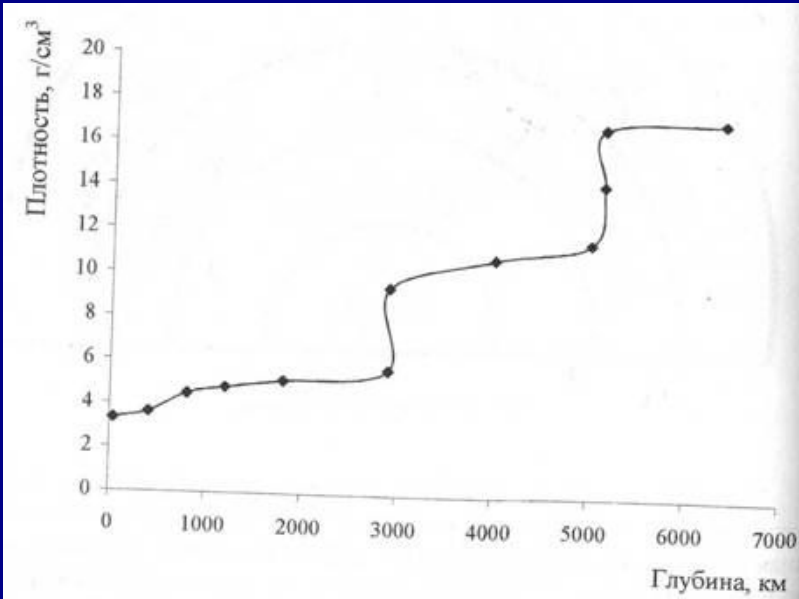


Рис. 5.2. Распределение плотности вещества внутри Земли

Давление

Наращение давления P с глубиной r в недрах Земли подчиняется гидростатическому закону:

$$P = \rho \cdot g \cdot r$$

Давление изменяется как непрерывная функция, возрастающая с глубиной от 0 атм на поверхности до $1,3 \cdot 10^6$ атм на границе внешнего ядра и $4 \cdot 10^6$ атм в центре Земли.

Сила тяжести

Зная закон распределения плотности с глубиной, можно рассчитать изменение ускорения силы тяжести:

$$g(\rho) = \frac{4\pi G}{R^2} \int_0^R \rho(r)r^2 dr$$

