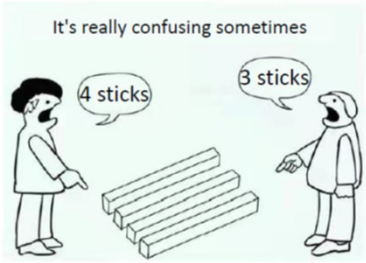
2. Литосфера и астеносфера

3.1 Понятие о литосфере и астеносфере
3.2 Сейсмическая литосфера и астеносфера
3.3 Литосфера и астеносфера по электропроводности
Термальная литосфера (будет рассмотрена отдельно)
Упругая литосфера (будет рассмотрена отдельно)

3.4 Реология верхних оболочек Земли

1

Что мы «видим»? от чего это зависит?



Our research depends on what we focus on ?

2

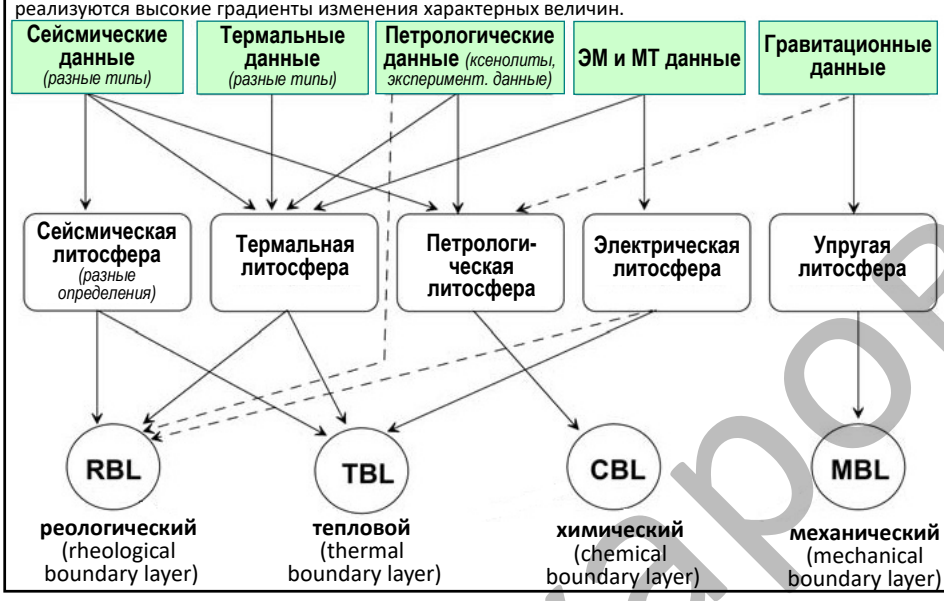
В.С. Захаров

3.1 Понятие о литосфере и астеносфере

Положение границы литосферы и астеносферы зависит от методов исследования

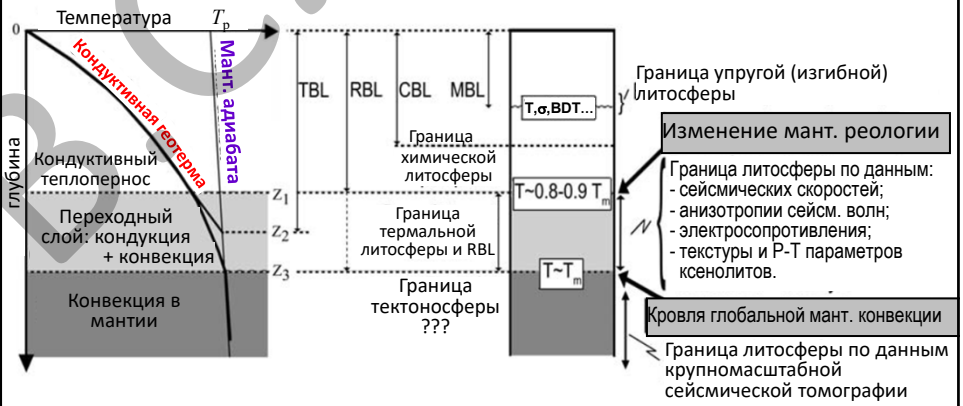
Литосфера как погранслой

Пограничный слой: тонкий (по сравнению с горизонтальными размерами) слой, в котором реализуются высокие градиенты изменения характерных величин.



Соотношение между разными определениями границы литосферы

Граница литосферы и погранслои (разного типа)



T_m – температура мантии (в соответствии с мантийной адиабатой),
$(dT/dz)_{ad}$ - адиабатический градиент ~ 0.5 (0.3-0.7) К/км в верхней мантии.
T_p–потенциальная температура мантии (точка продолжения мантийной адиабаты на поверхность).

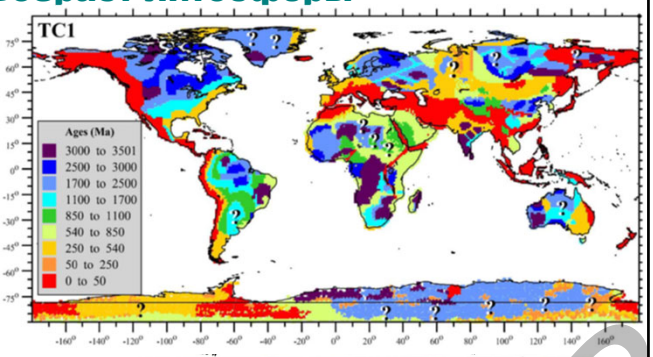
4

В.С. Захаров

Возраст литосферы

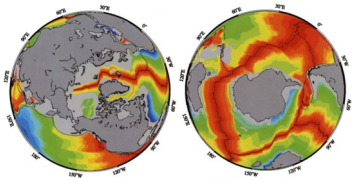
Возраст континентальной и океанической литосферы значительно различается

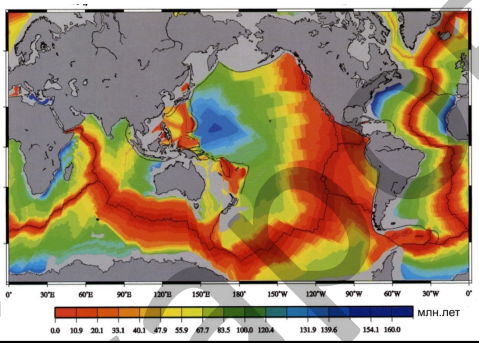
Тектонический возраст континентальной литосферы



[Artemieva, 2006]

Возраст пород океанического дна (=возраст океанической литосферы)

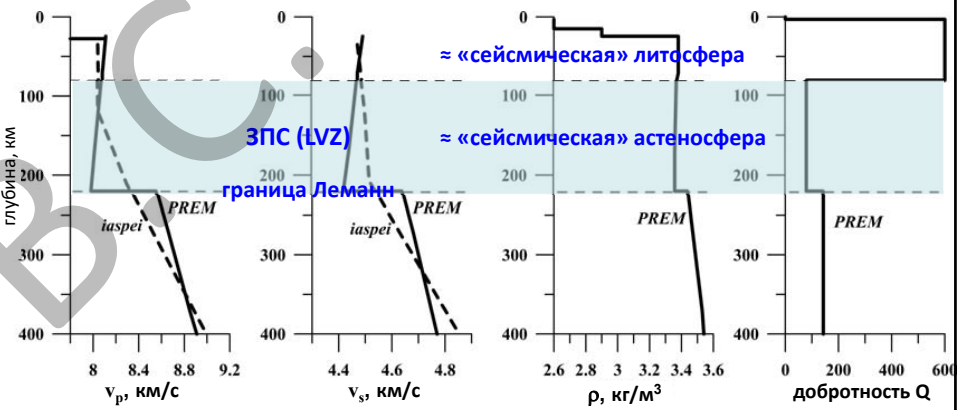




по [Muller et al., 2002]

5

3.2 Сейсмическая литосфера и астеносфера



«Сейсмическая» литосфера (*seismic lid*), выделяемая по скоростям сейсмических волн – слой в верхней мантии с (относительно) **повышенной скоростью и добротностью**.

ЗПС (LVZ) - зона **пониженных** скоростей и **пониженной добротности** примерно соотносится с **астеносферой** (слоем **пониженной вязкости**) - **«сейсмическая» астеносфера.**

Верхняя граница ЗПС примерно соотносится с границей (сейсмической) литосферы.

Нижняя граница ЗПС - **граница Леман** (**L**), имеет прерывистое строение с заметными вариациями глубины.

по [Artemieva, 2011]

6

В.С. Захаров

Возможные объяснения образования ЗПС

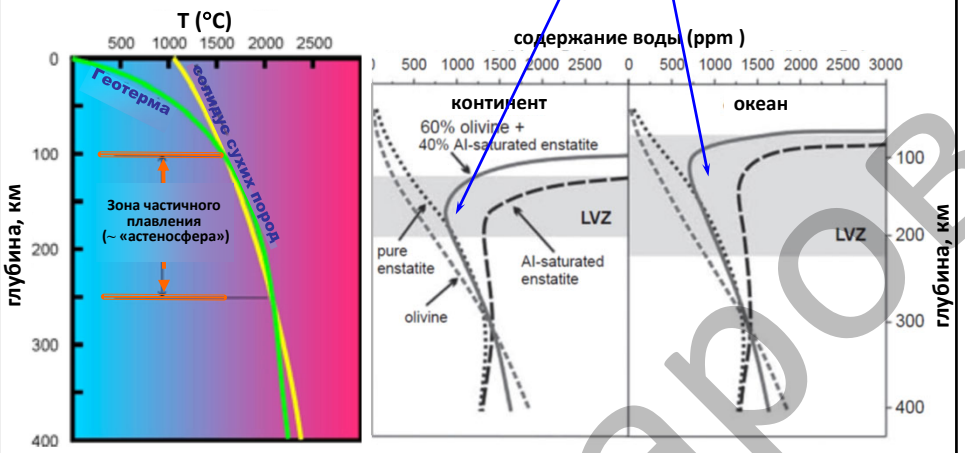
➢ **Частичное плавление**

(первые % расплава из-за близости T солидуса);

➢ **Наличие флюида (воды)**

ЗПС ≈соответствует **диапазону глубин,** в котором **содержание связанной (минеральной) воды в минералах мантии минимально.**

Выделяющаяся «свободная» **вода снижает вязкость** пород, а также **понижает T солидуса**

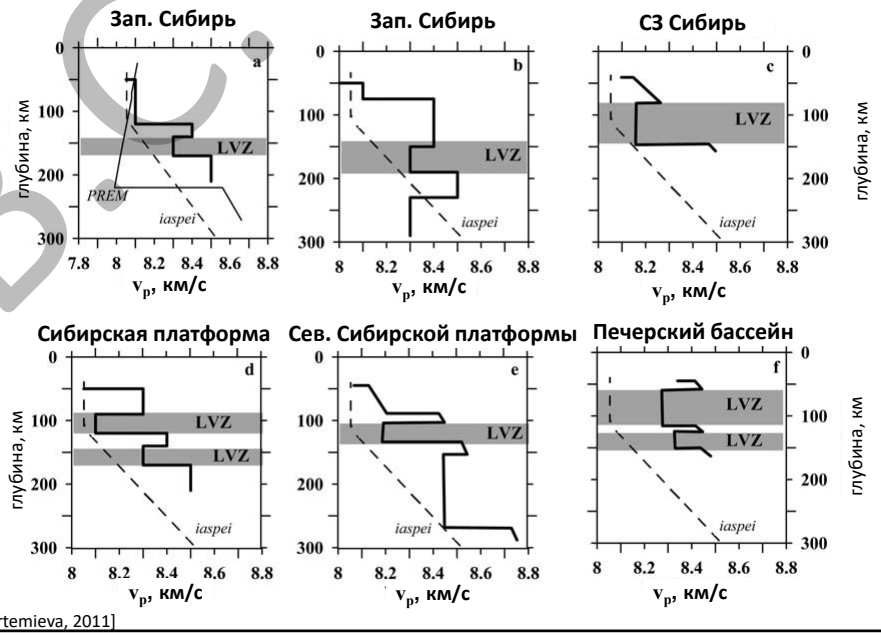


12

Все сложнее: вариации положения ЗПС

(и сейсмической литосферы и астеносферы)

в разных регионах



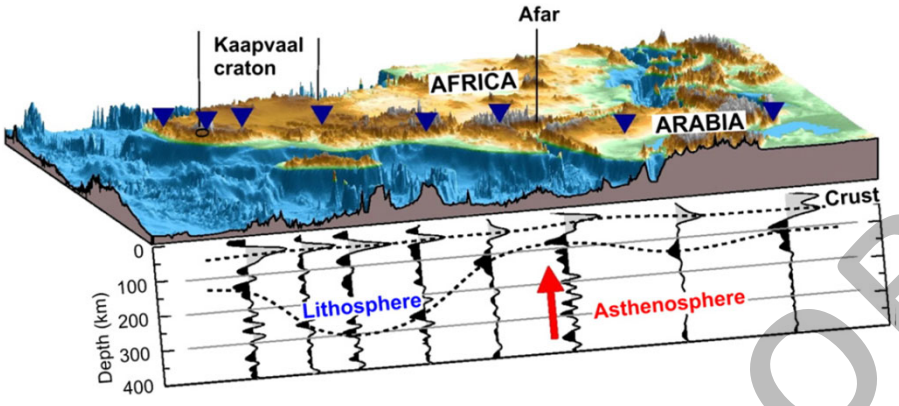
по [Artemieva, 2011]

8

В.С. Захаров

Изменение мощности литосферы

при переходе от докембрийских щитов к тектонически активному региону Афар



Наиболее глубокий литосферный киль наблюдается под архейским кратоном Каапвааль.
Треугольники - сейсмические станции.

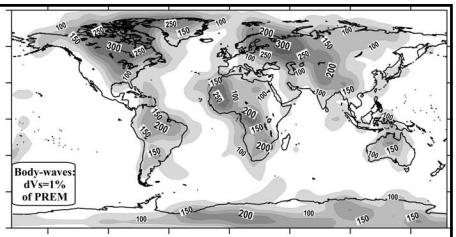
Eaton et al., 2009

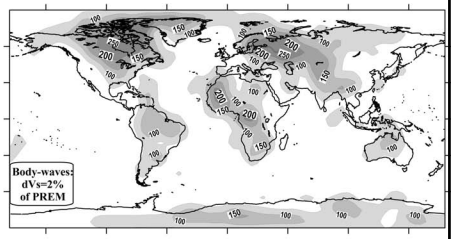
9

Мощность сейсмической литосферы

по данным сейсмической томографии (разные типы волн и разная величина контраста скорости δV, по которой проводится граница)

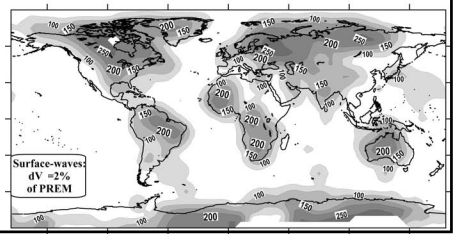
по **объемным** волнам (V_S)
[Grand, 1997, 2002]





Нижняя граница литосферы:
- **не контрастная**, зависит от критерия ее выделения;
- **варьирует** (положение зависит от состава, теплового режима, наличия воды, тектонической обстановки,…)

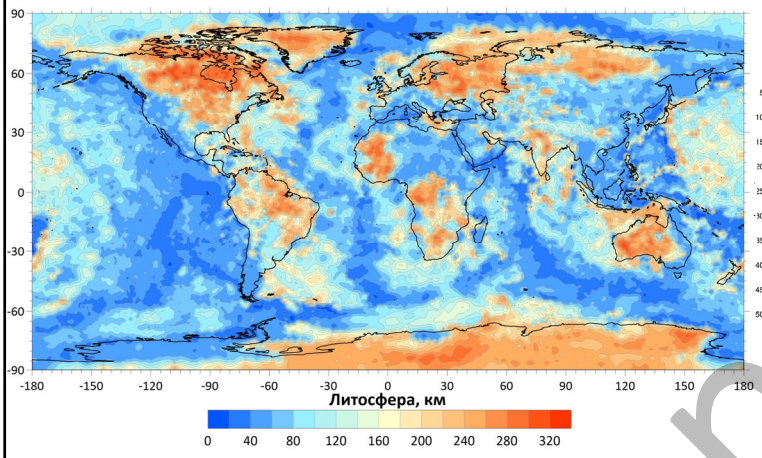
по **поверхностным** волнам
[Shapiro, Ritzwoller, 2002]



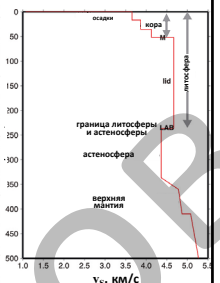
В.С. Захаров

Мощность литосферы
по модели LITHO1.0
(разрешение 1x1°)

На основании данных (в основном)
- по скоростям объемных волн
- по дисперсии поверхностных волн (Лава и Рэлея)



Типичный профиль скорости



https://igppweb.ucsd.edu/~gabi/litho1.0.html

[Pasyanos et al., 2014]

11

В.С. Захаров