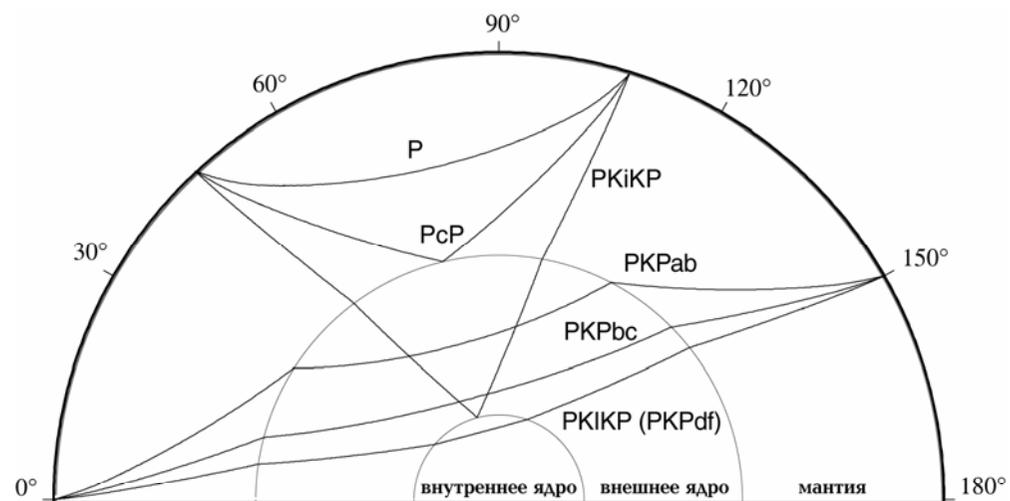
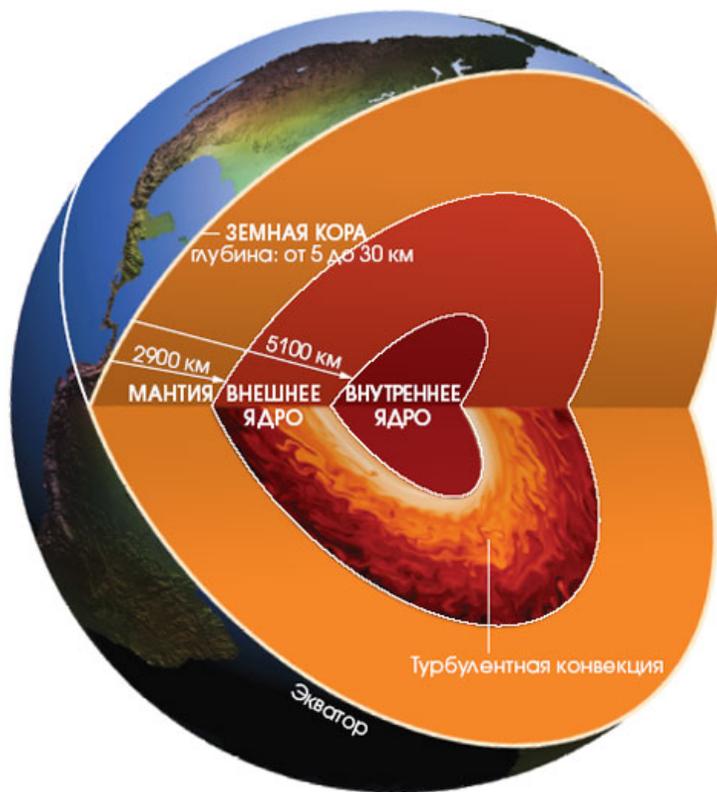


*Структура границы внутреннего
ядра как отражение динамических
процессов*

Адушкин В.В., Овчинников В.М.
Институт динамики геосфер РАН

5 Февраля 2008

Сейсмические волны и их лучевые диаграммы

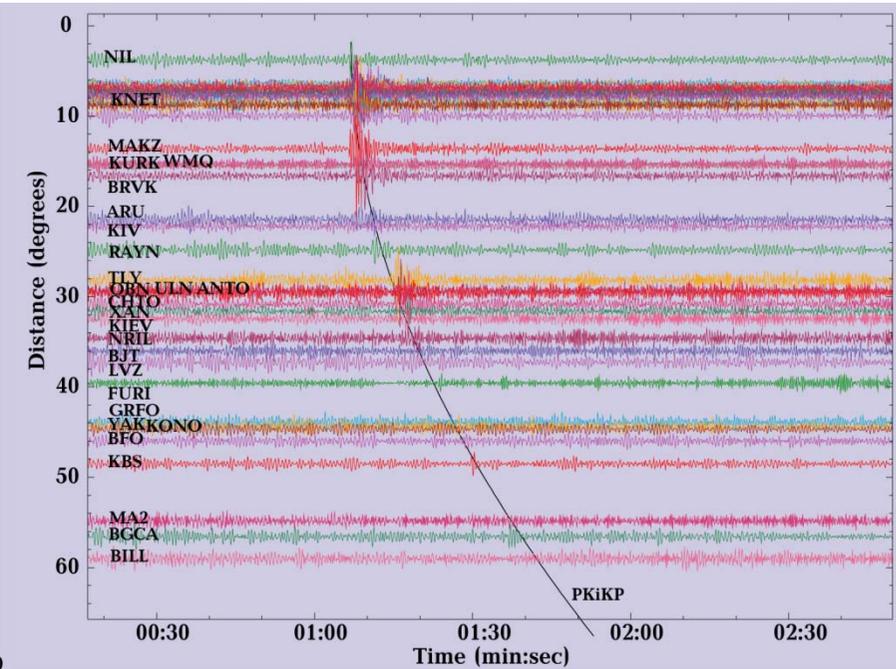
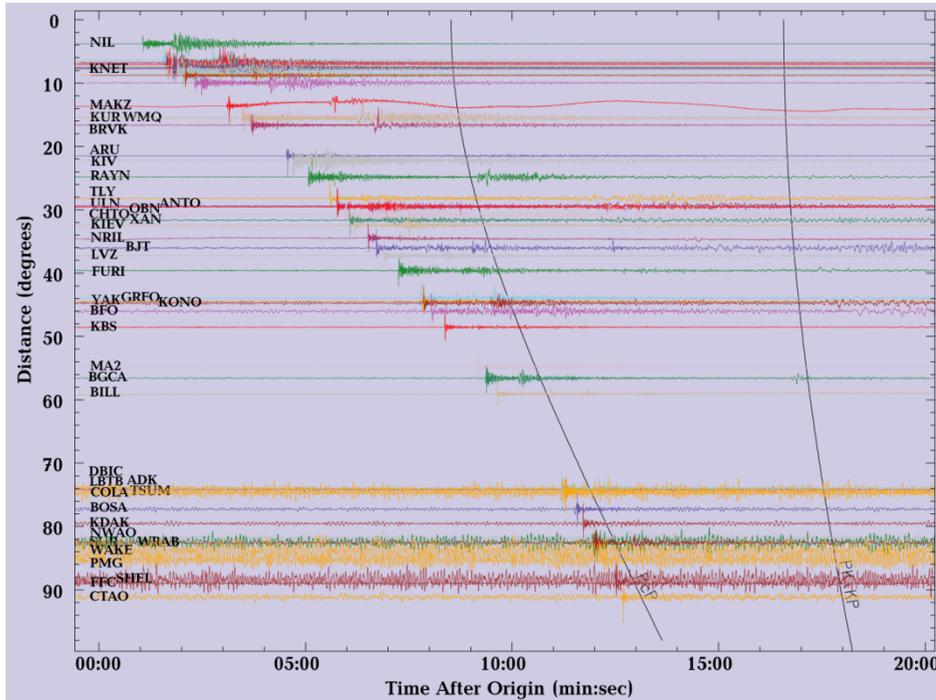


ДАННЫЕ

PcP

PKiKP

PKiKP



Параметры
землетрясения
21 марта 1998

$t=18:22:28.4,$

$\varphi=36.43, \lambda=70.13$

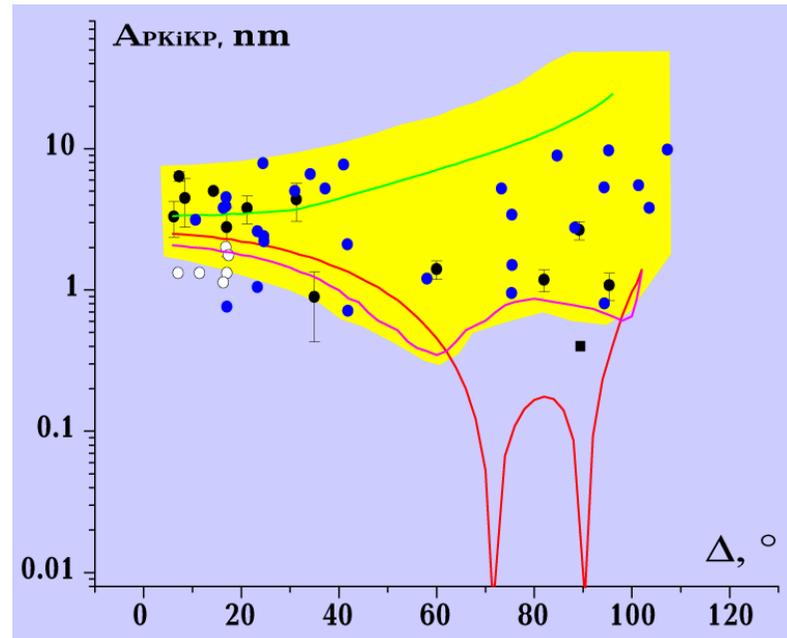
$m=5.8 \ h=228$

Фаза PKiKP отчетливо прослеживается на вертикальных каналах на расстояниях от 3 до 40 град.

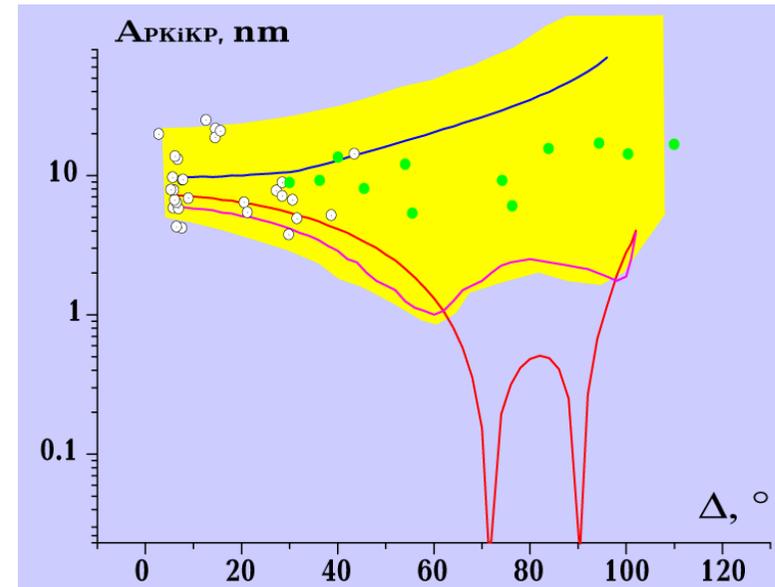
Времена пробега фазы PKiKP хорошо согласуются с моделью PREM: для взрывов в пределах 0.5 с, а для землетрясений в пределах 1.5 с.

Измерения амплитуд

Амплитуды фазы PKiKP для взрывов (слева) и для землетрясений(справа)



Синие точки – взрывы в Китае
Черные точки – взрывы в СССР

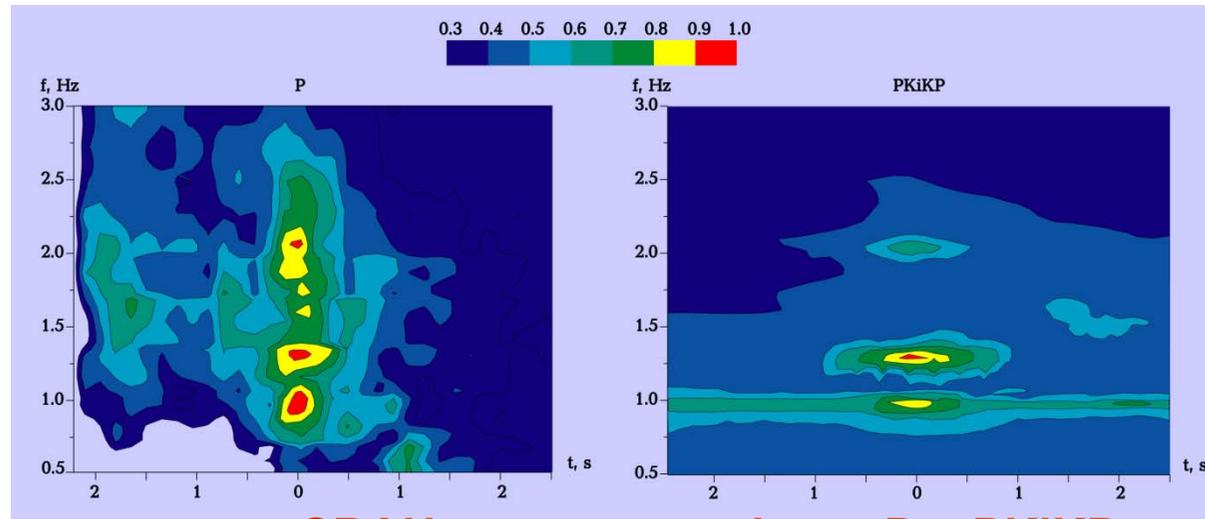


Зеленые точки – измерения на группах
Светлые точки – 3 комп. измерения

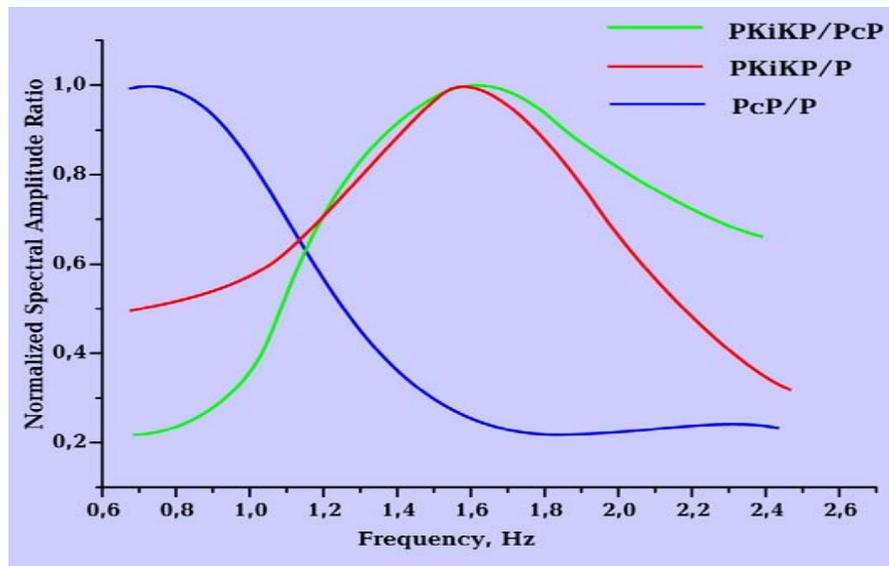
Амплитуды фазы PKiKP не согласуются с амплитудами для модели PREM с резкой границей. Расхождение достигает 100 раз на расстояниях 70-90 градусов.

Необходима корректировка модели PREM

Спектральные свойства фазы PKiKP



СВАН диаграммы фазы P и PKiKP



Спектры фазы PKiKP обогащены высокочастотными компонентами по сравнению с фазами P и PcP.

Это может быть следствием тонкослоистой структуры границы

Спектральное отношение на станции Зеренда (ZRN) в Казахстане

Частотный состав волны PKiKP

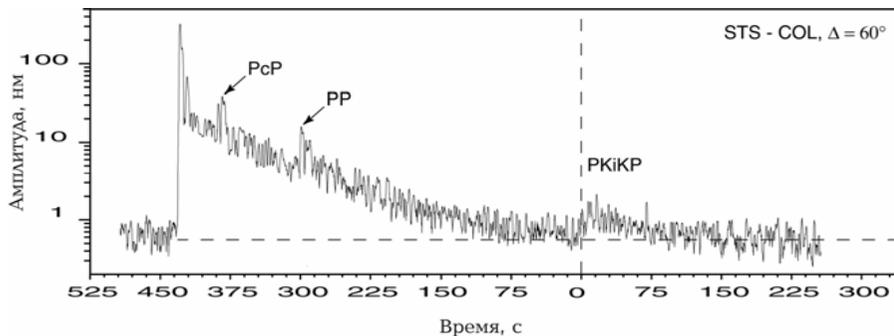
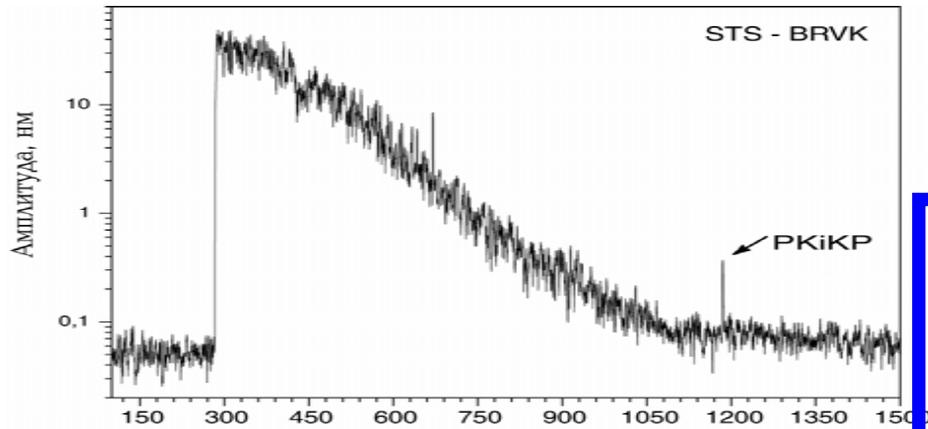
Волна	PcP			PKiKP			t	P
	T, с	σ , с	n	T,с	σ , с	n		
07.10.94	0.67	0.083	13	0.54	0.133	14	3.0996	0.005
15.05.95	0.66	0.089	5	0.52	0.079	10	2.9914	0.010
17.08.95	0.68	0.177	16	0.57	0.125	12	1.8723	0.073
08.06.96	0.69	0.13	13	0.53	0.15	9	2.7354	0.012

Средние периоды волн PKiKP и PcP значительно различаются. При этом $T(PKiKP) < T(PcP)$.



Это может быть следствием тонкослоистой структуры границы

Огибающая сейсмограммы



$$F^2(t) = \max_{\mathbf{k}} \left\{ (2\tau)^{-1} \int_{t-\tau}^{t+\tau} \left[n^{-1} \sum_{i=1}^n f(t' - \mathbf{k}\mathbf{r}_i) \right]^2 dt' \right\}$$

Фаза PKiKP часто сопровождается высокоскоростными колебаниями (кодой) длительностью до 200 с, которые отсутствуют, например, у фазы PсP. Скорость распространения коды близка к скорости фазы PKiKP. Кода имеет более высокочастотный состав.

Кода может быть результатом либо реверберации в тонкослоистой среде, либо рассеяния на отражателях в верхней части ядра

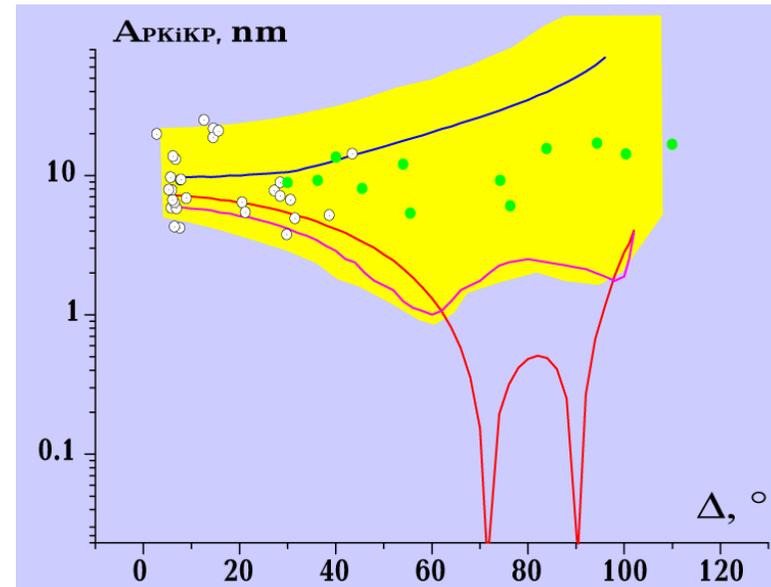
Возможные модели ICВ 1

1. Модель с резкой границей

ρ	V_p	V_s	
12.16	10.36	0	outer core
12.76	11.03	3.5	inner core

PKiKP

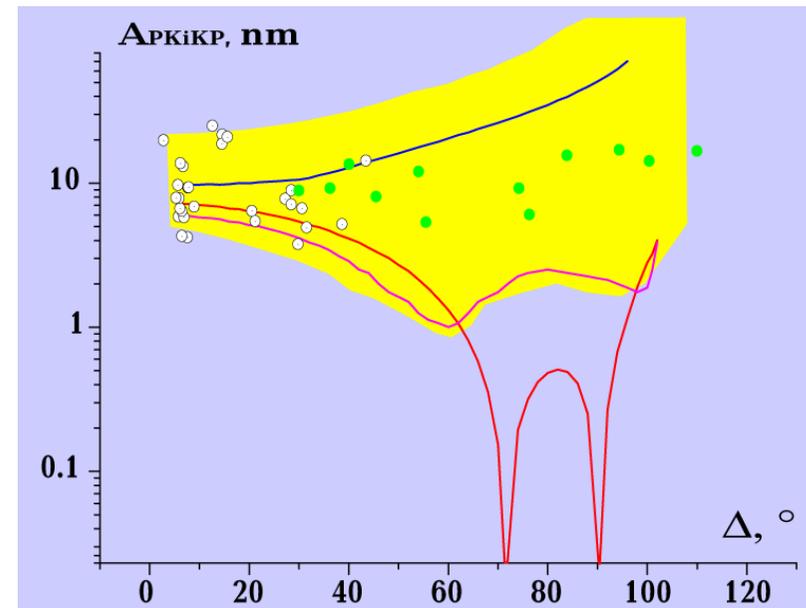
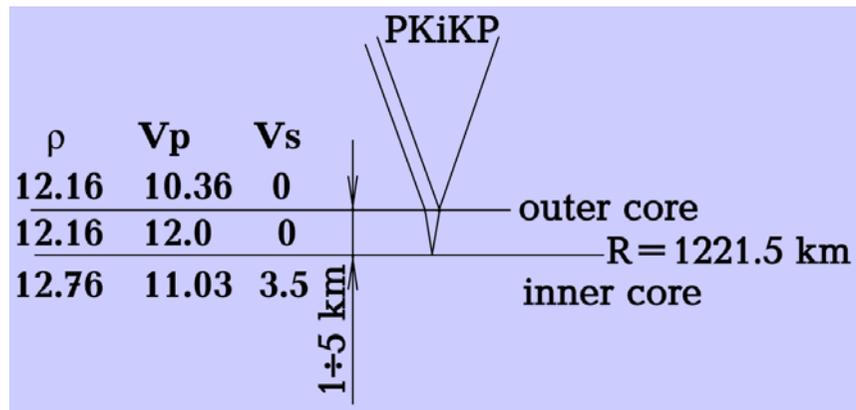
R = 1221.5 km



- ⇒ хорошая согласованность времен пробега
- ⇒ не объясняет большие амплитуды в транспарентной зоне
- ⇒ не объясняет высокочастотный состав фазы PKiKP

Возможные модели ИСВ

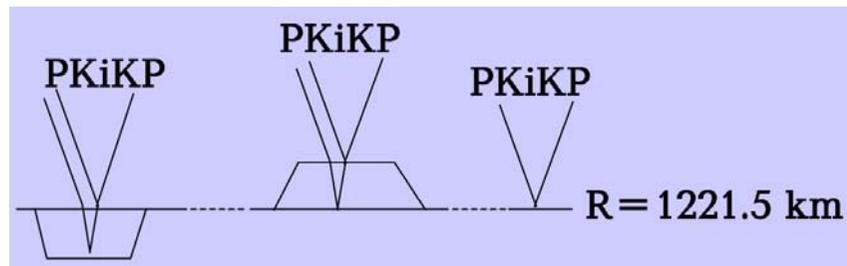
2. Модель с глобальным тонким слоем



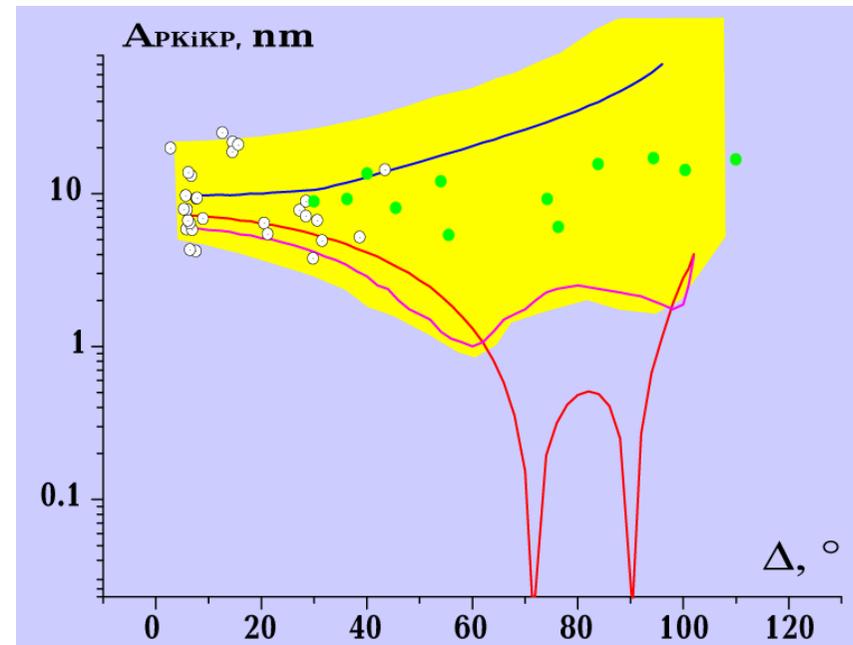
- ⇒ хорошая согласованность времен пробега
- ⇒ обеспечивает требуемый частотный состав
- ⇒ не полностью объясняет характер изменения амплитуды с расстоянием
- ⇒ объясняет характер коды в виде отдельных вступлений

Возможные модели ИСВ

3. Латерально неоднородная модель

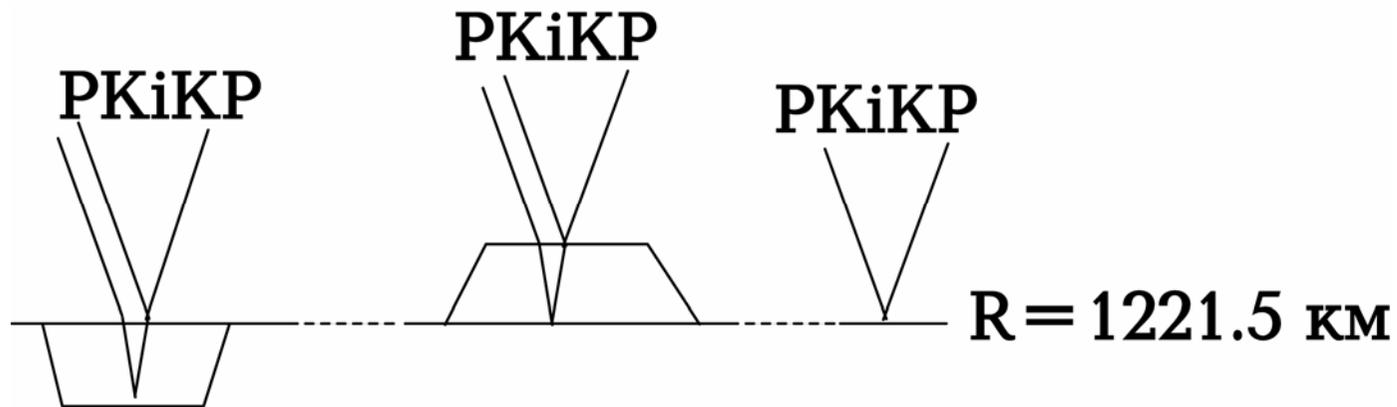


- ⇒ удовлетворяет наблюдаемым амплитудам и частотному составу фазы PKiKP
- ⇒ частично объясняет коду PKiKP



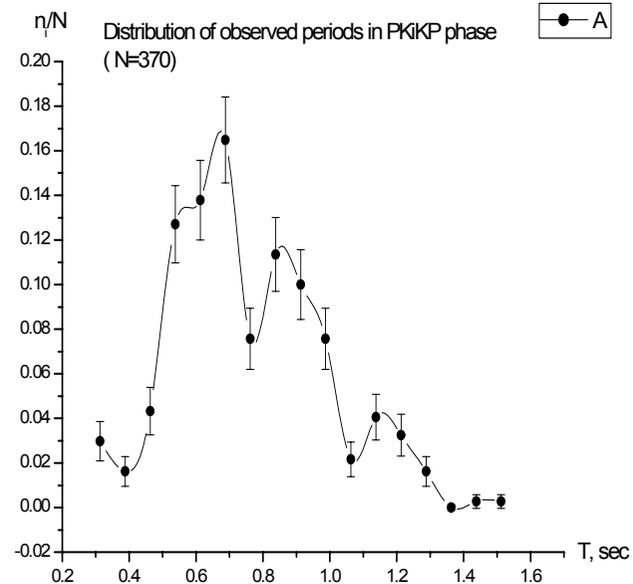
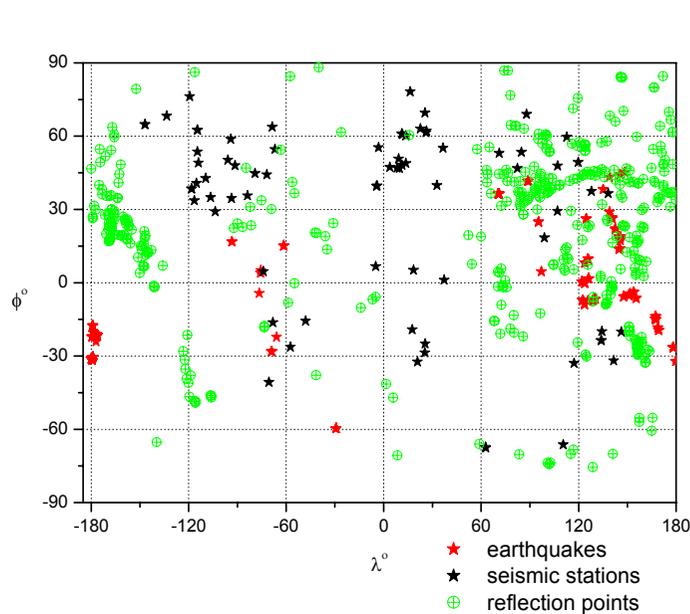
Вывод

Переход от внешнего к внутреннему ядру представляет собой область со структурой, основными элементами которой являются либо тонкие слои в основании внешнего или в вершине внутреннего ядра, либо резкая граница, в результате чего возникает мозаичная картина отражений от границы ICВ.



Postscriptum

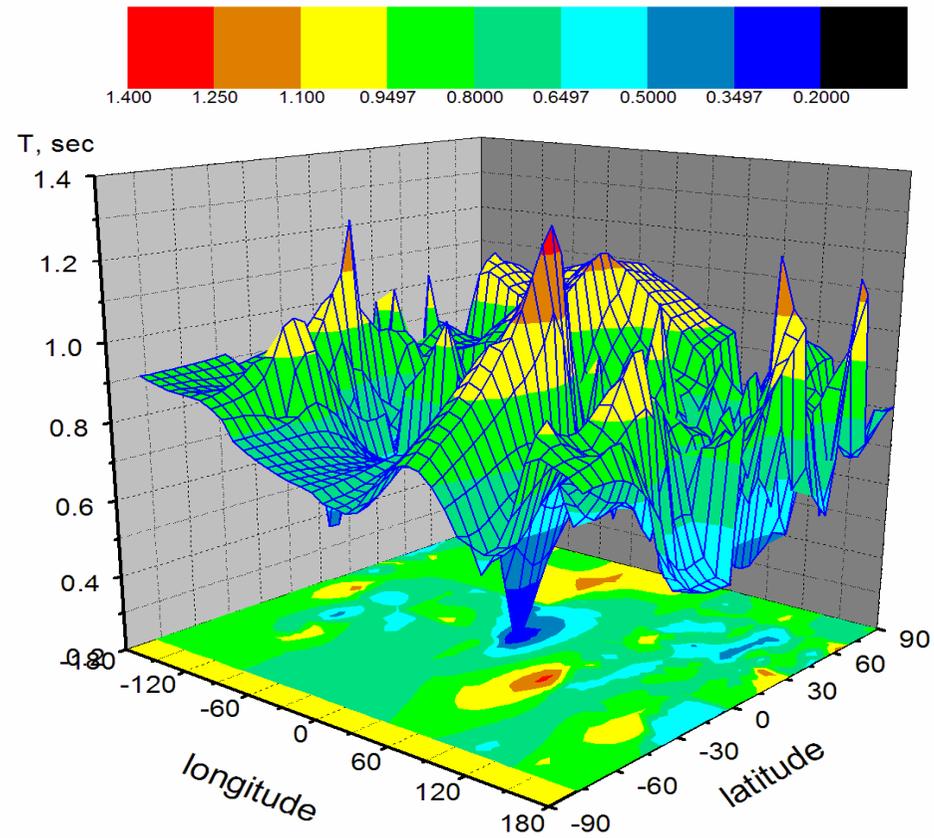
Плотность распределения периодов волн PKiKP



Плотность распределения периодов имеет многомодовый характер

Мозаика периодов отраженных волн

ВОЛН

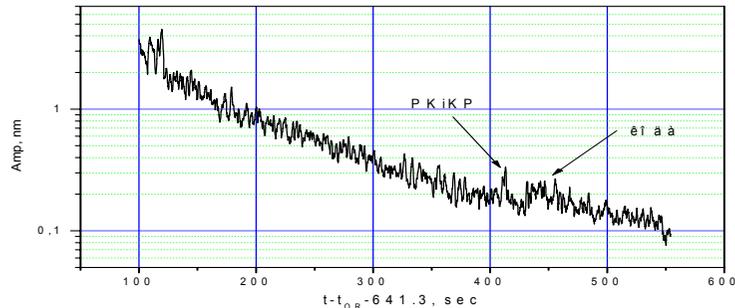


Особенностью последнего десятилетия является всплеск интереса к исследованиям внутреннего ядра Земли. Это связано,

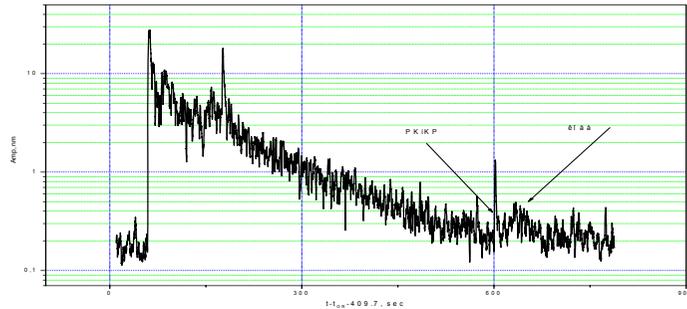
- во-первых, с тем, что внутреннее ядро участвует в процессе поддержания конвекции в жидком ядре, оказывая тем самым влияние на магнитное поле Земли,
- во-вторых, достигнут значительный прогресс в сейсмологии, в частности, цифровой наблюдательной сети, обеспечившей проведение прецизионных измерений с применением средств вычислительной техники ,
- в-третьих, большие успехи были достигнуты в лабораторных испытаниях материалов при температуре и давлениях в условиях внутреннего ядра Земли,
- в-четвертых, развитием вычислительных методов, позволяющих рассчитывать свойства материалов, слагающих недра Земли, при сверхвысоких давлениях.

Огибающая сейсмограммы

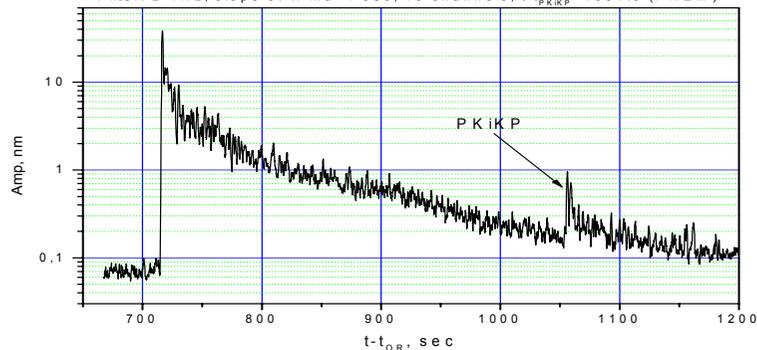
LopNor(1995-05-15) - W Rar, D=74.3°, Az=326.2°, mb=5.7, CoordRefPKiKP: 11.7°, 114.4°
Filter: 2-4Hz, slope 3. Wind=1 sec, 19 channels, t-t_{PKiKP}=1050.3 (PREM)



LopNor(1995-05-15) - FINess, D=41.8°, Az=89°, mb=5.7
Filter: 2-4Hz, slope 3, t-t_{PKiKP}=1011.2 (PREM)



LopNor(1995-05-15) - Asar, D=77.2°, Az=327.0°, mb=5.7, CoordRefPKiKP: 9.7°, 113.8°
Filter: 2-4Hz, slope 3. Wind=1 sec, 19 channels, t-t_{PKiKP}=1054.6 (PREM)



Фаза *PKiKP* часто сопровождается высокоскоростными колебаниями (кодой) длительностью до 200 с, которые отсутствуют, например, у фазы *PcP*.

Скорость распространения коды близка к скорости фазы *PKiKP*.

Кода имеет более высокочастотный состав.

Кода может быть результатом либо реверберации в тонкослоистой среде, либо рассеяния на отражателях в верхней части ядра