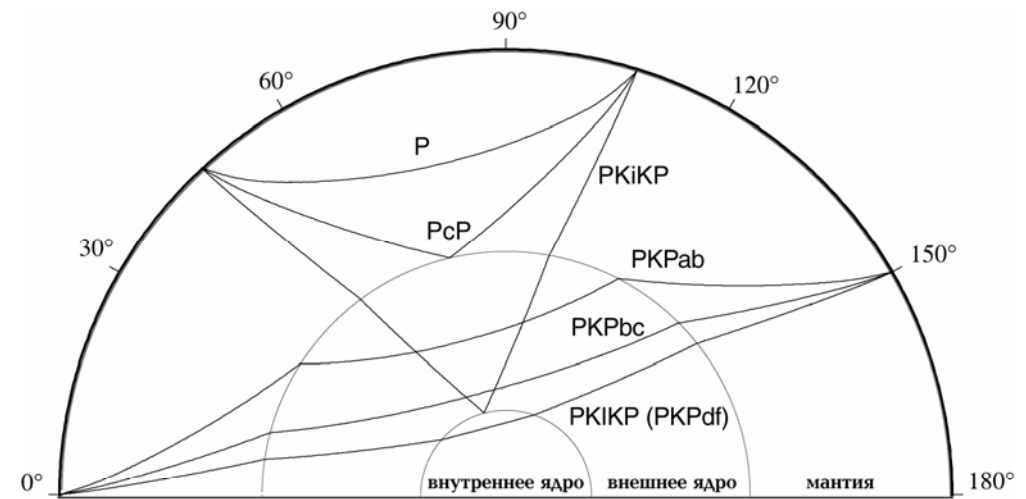
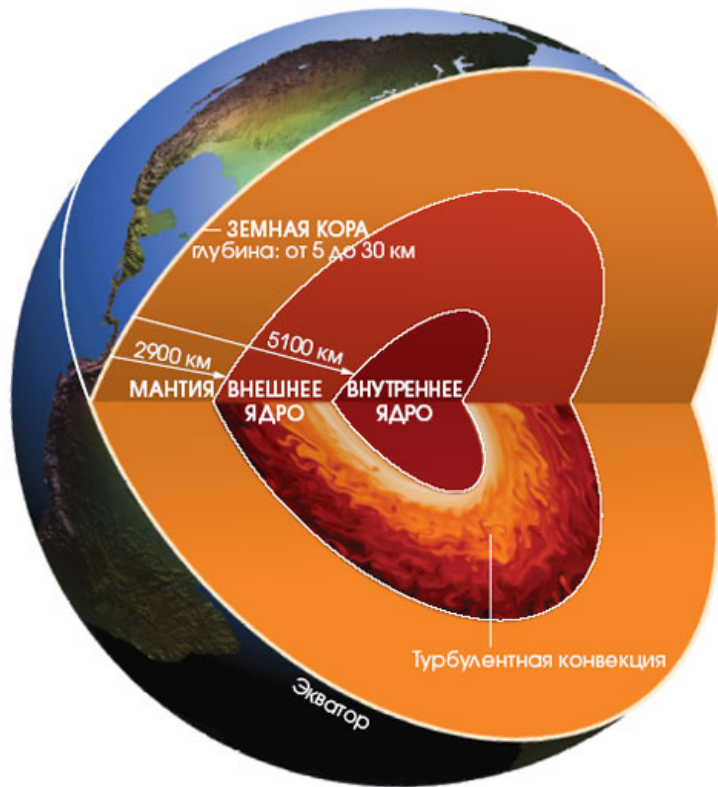


*Структура границы внутреннего  
ядра как отражение динамических  
процессов*

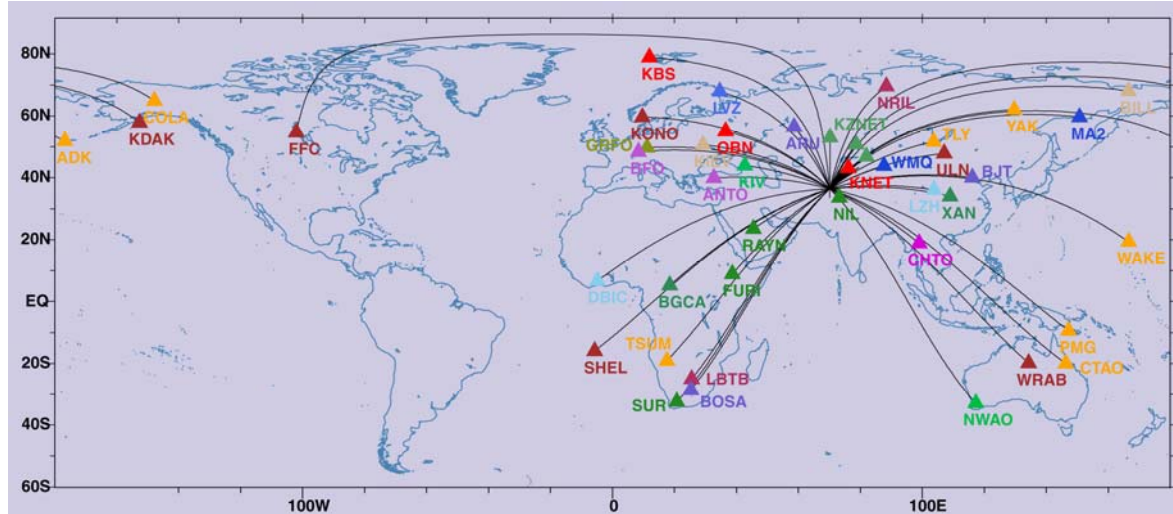
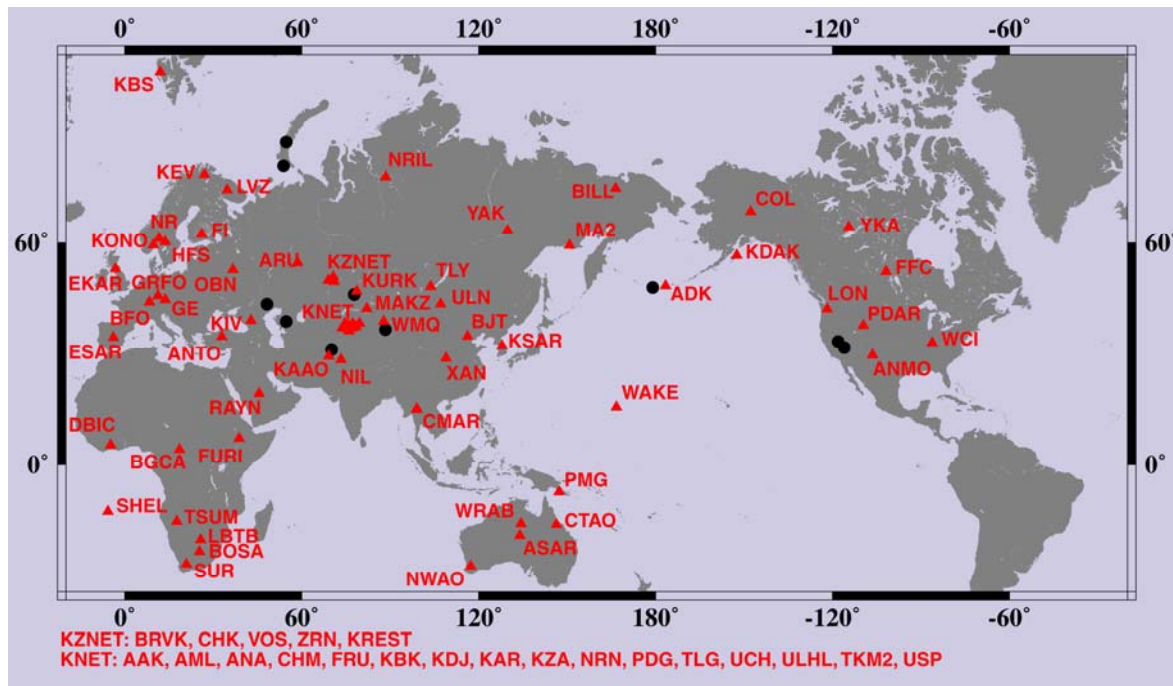
**Адушкин В.В., Овчинников В.М.**  
Институт динамики геосфер РАН

5 Февраля 2008

# Сейсмические волны и их лучевые диаграммы



# Положение точек отражения



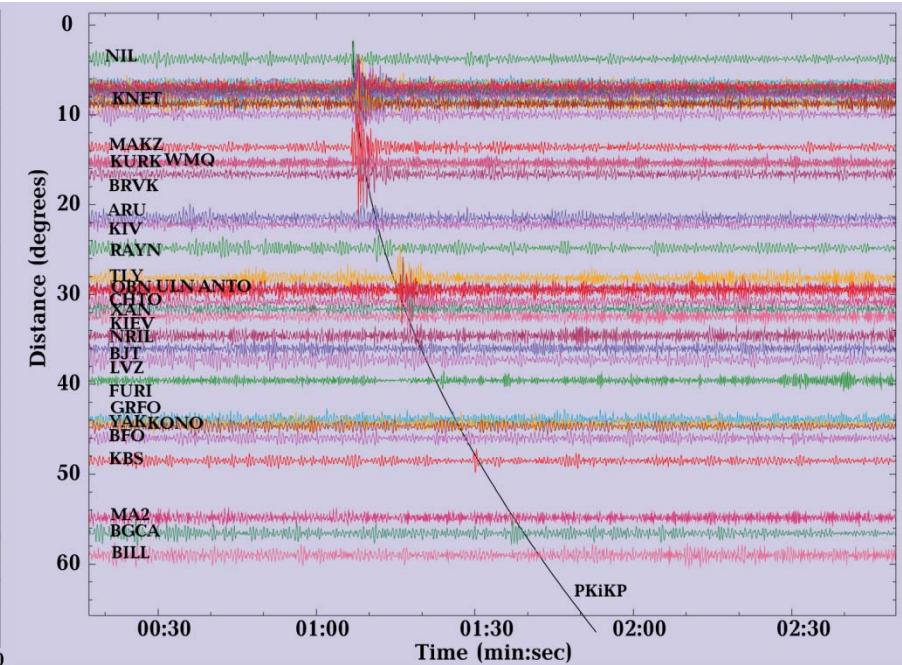
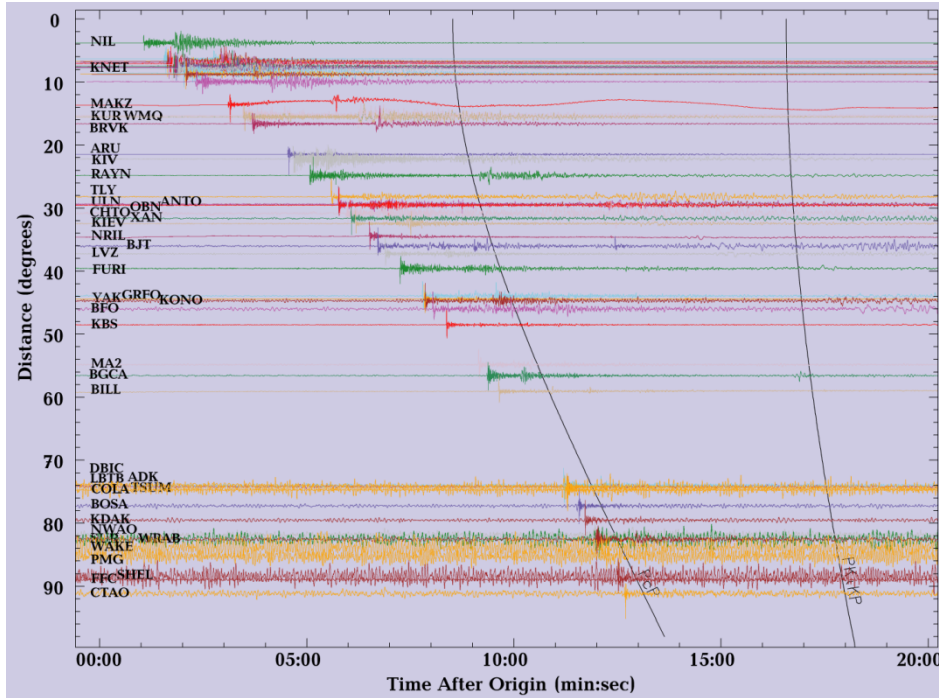
*Проекции точек отражения на дневную поверхность в основном покрывают Центральную Азию, частично Юго-Восточную Азию, Европу и полярную область.*

# ДАННЫЕ

PcP

PKiKP

PKiKP



Параметры  
землетрясения  
21 марта 1998

$t=18:22:28.4$ ,

$\varphi=36.43$ ,  $\lambda=70.13$

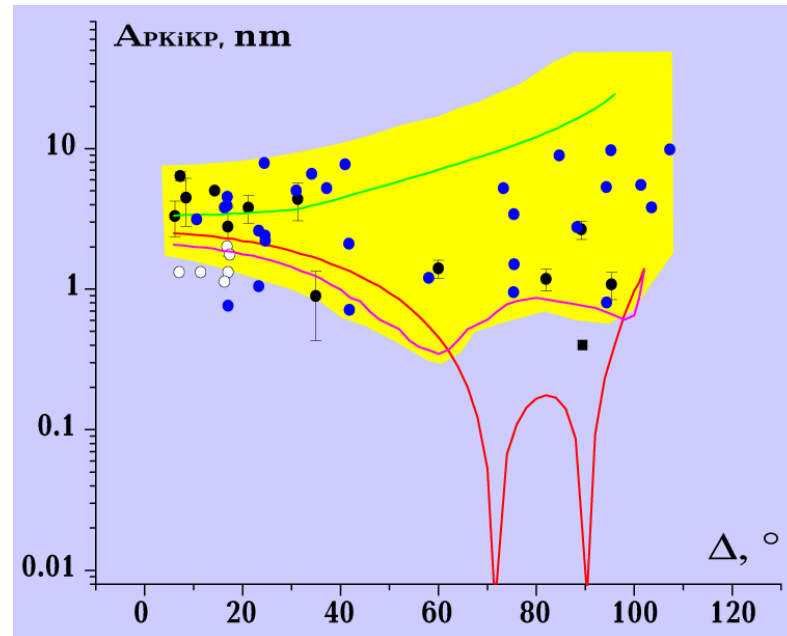
$m=5.8$   $h=228$

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

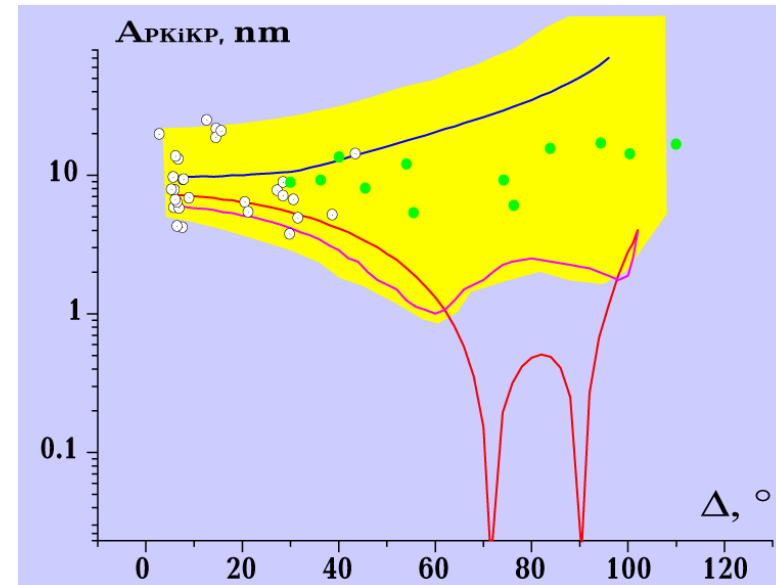
Времена пробега фазы PKiKP хорошо согласуются с моделью PREM: для взрывов в пределах 0.5 с, а для землетрясений в пределах 1.5 с.

# Измерения амплитуд

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



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

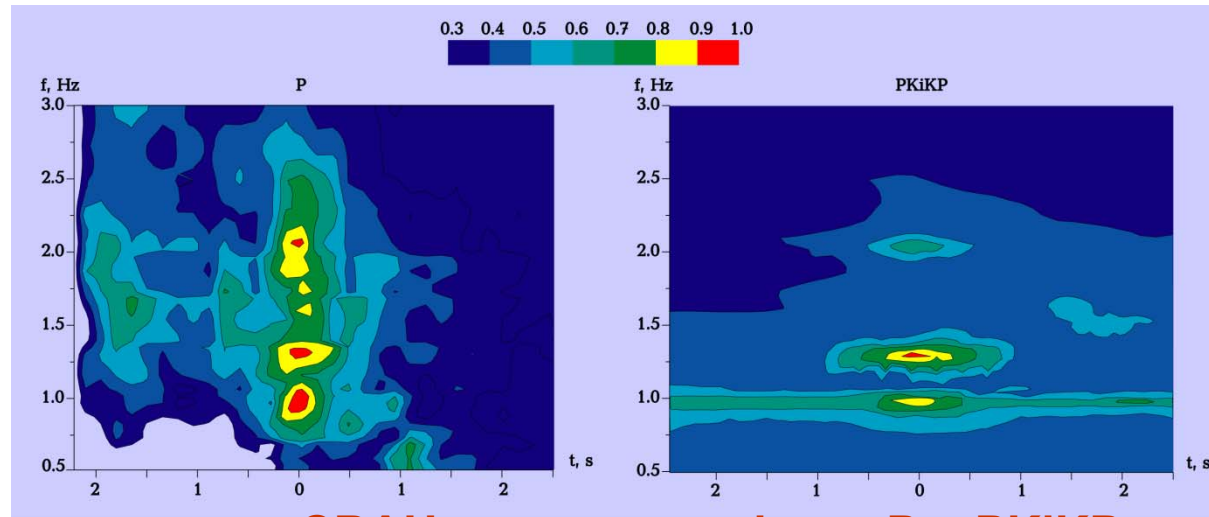


Зеленые точки – измерения на группах  
Светлые точки – 3 комп. измерения

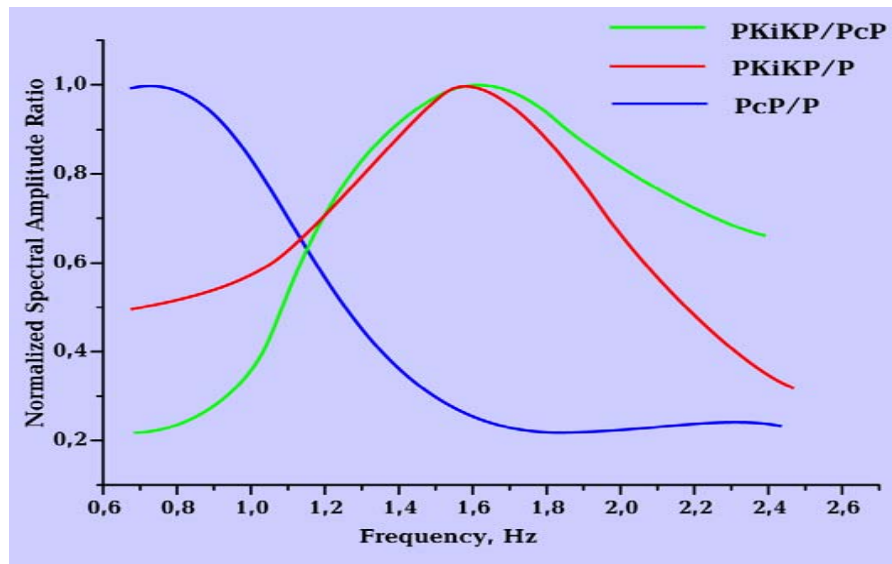
Амплитуды фазы PKiKP не согласуются с амплитудами для модели PREM с резкой границей. Расхождение достигает 100 раз на расстояниях 70-90 градусов.

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.*

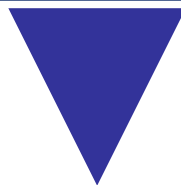
Это может быть следствием тонкослоистой структуры границы

Спектральное отношение на станции Зеренда (ZRN) в Казахстане

## Частотный состав волны PKiKP

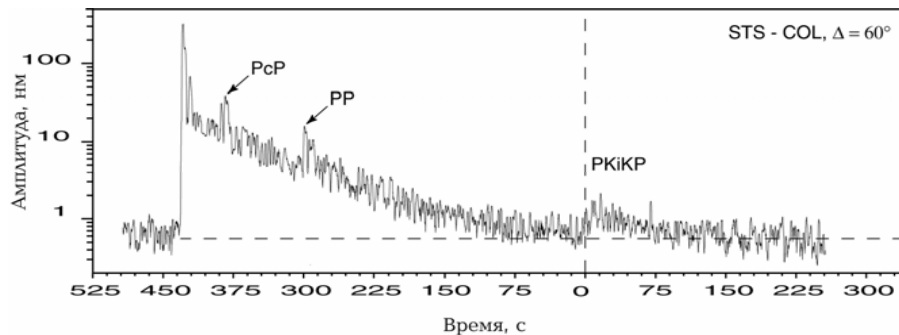
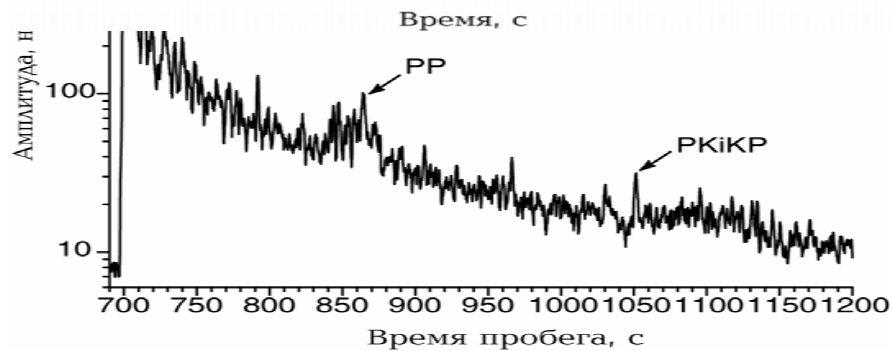
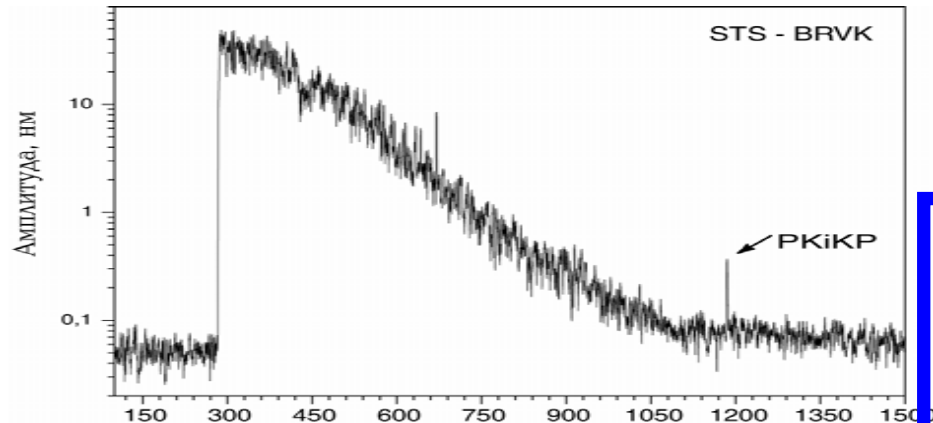
Волна	PcP			PKiKP			t	P
	T, с	$\sigma$ , с	n	T, с	$\sigma$ , с	n		
07.10.94	0.67	0.083	13	0.54	0.133	14	3.0996	0.005
15.05.95	0.66	0.089	5	0.52	0.079	10	2.9914	0.010
17.08.95	0.68	0.177	16	0.57	0.125	12	1.8723	0.073
08.06.96	0.69	0.13	13	0.53	0.15	9	2.7354	0.012

*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**



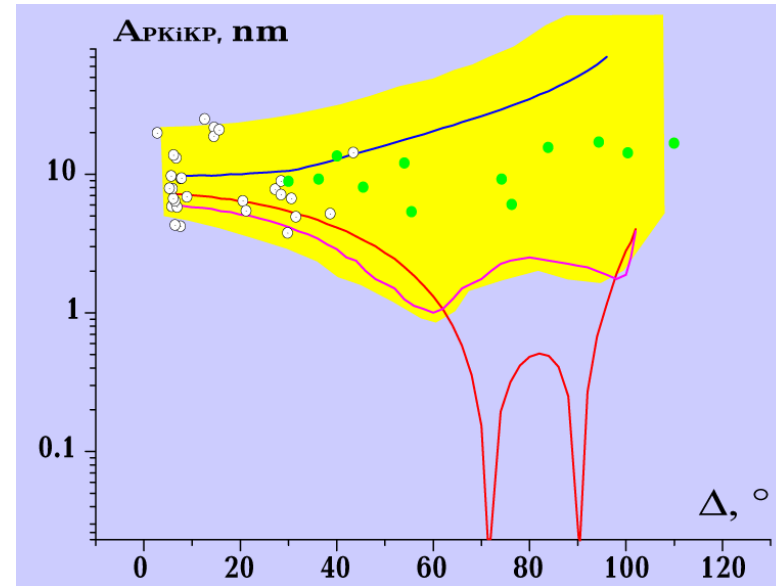
# Возможные модели ICВ 1

## 1. Модель с резкой границей

$\rho$	$V_p$	$V_s$	
12.16	10.36	0	outer core
12.76	11.03	3.5	inner core

PKiKP

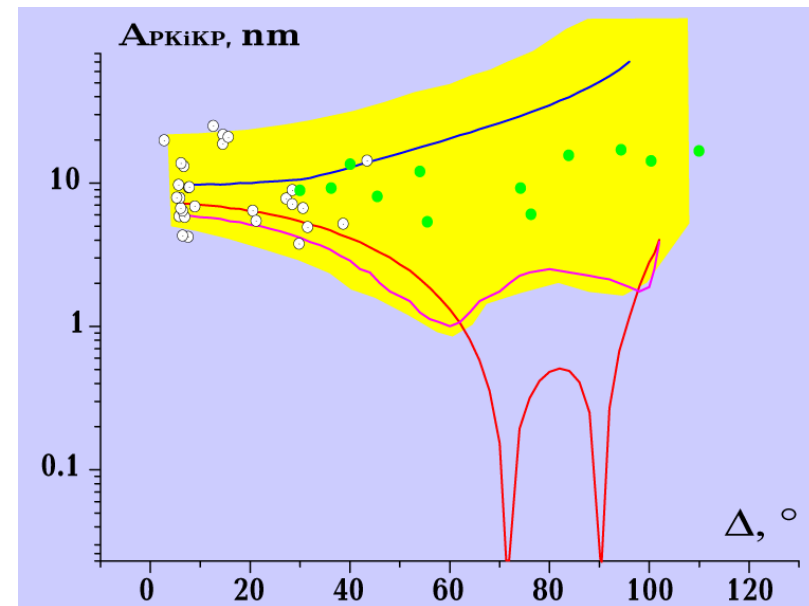
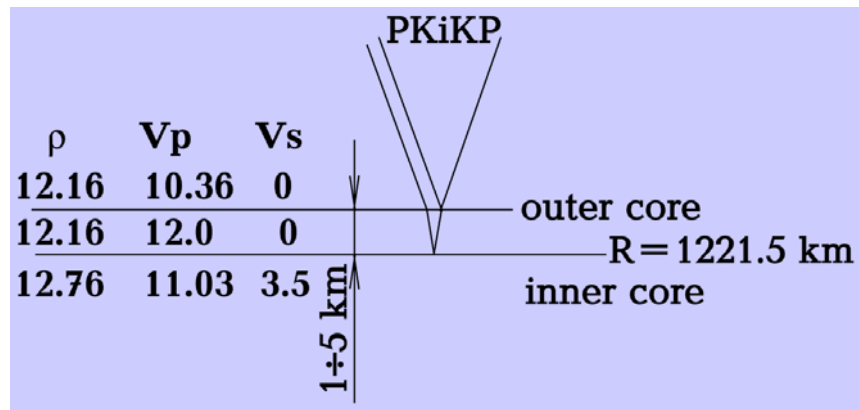
R = 1221.5 km



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

# Возможные модели ИСВ

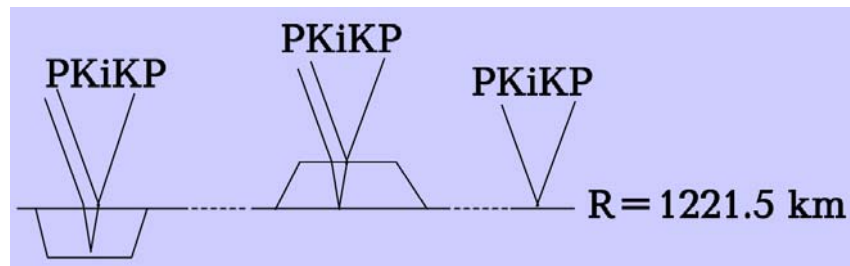
## 2. Модель с глобальным тонким слоем



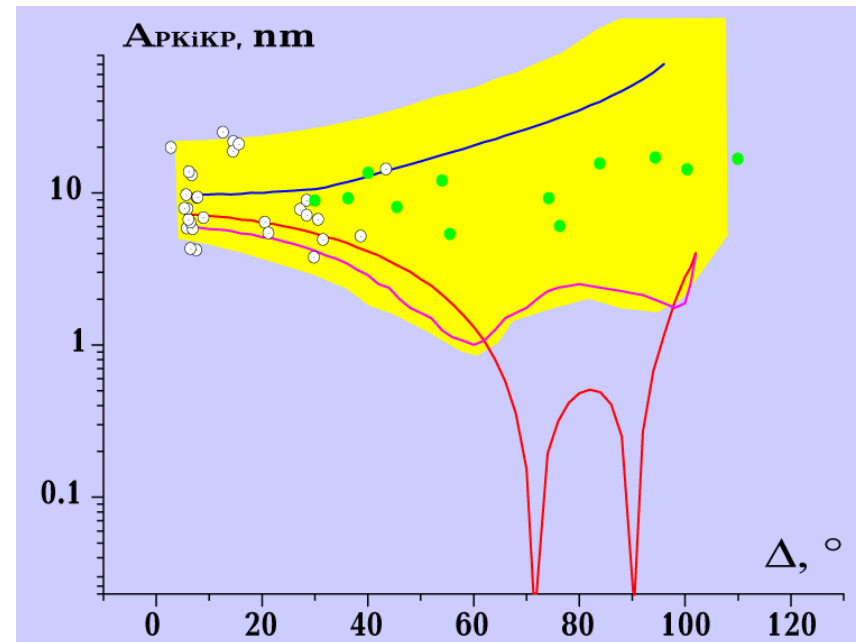
- ⇒ хорошая согласованность времен пробега
- ⇒ обеспечивает требуемый частотный состав
- ⇒ не полностью объясняет характер изменения амплитуды с расстоянием
- ⇒ объясняет характер коды в виде отдельных вступлений

# Возможные модели ИСВ

## 3. Латерально неоднородная модель

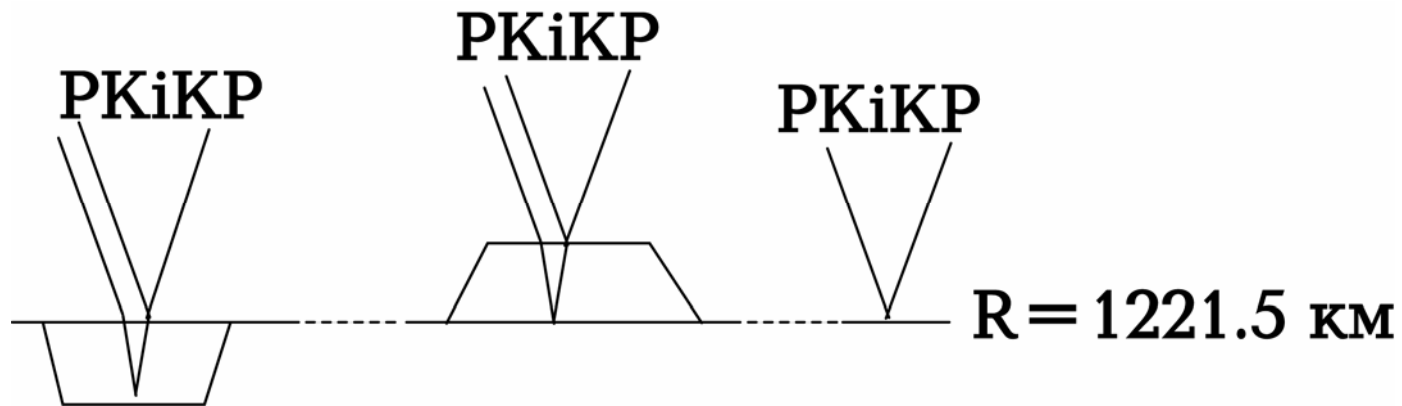


- ⇒ удовлетворяет наблюдаемым амплитудам и частотному составу фазы PKiKP
- ⇒ частично объясняет код PKiKP



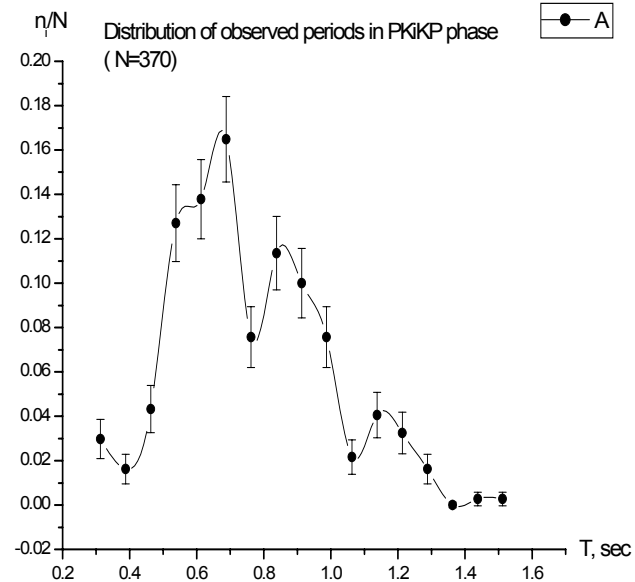
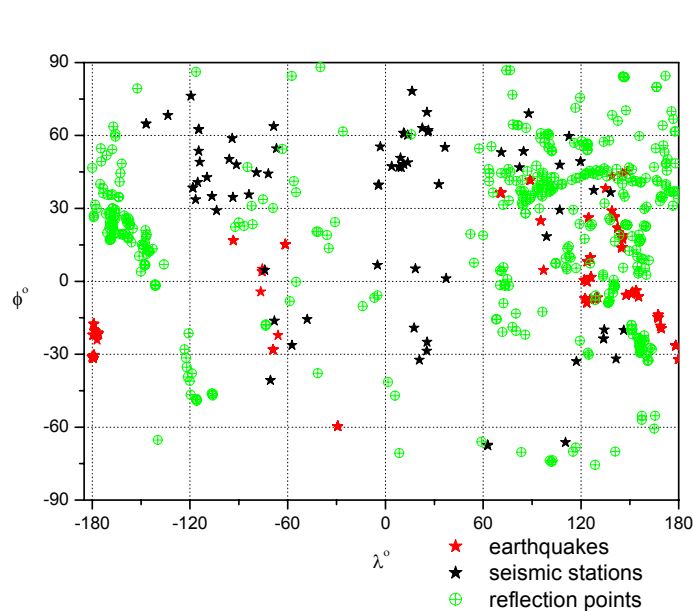
# Вывод

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

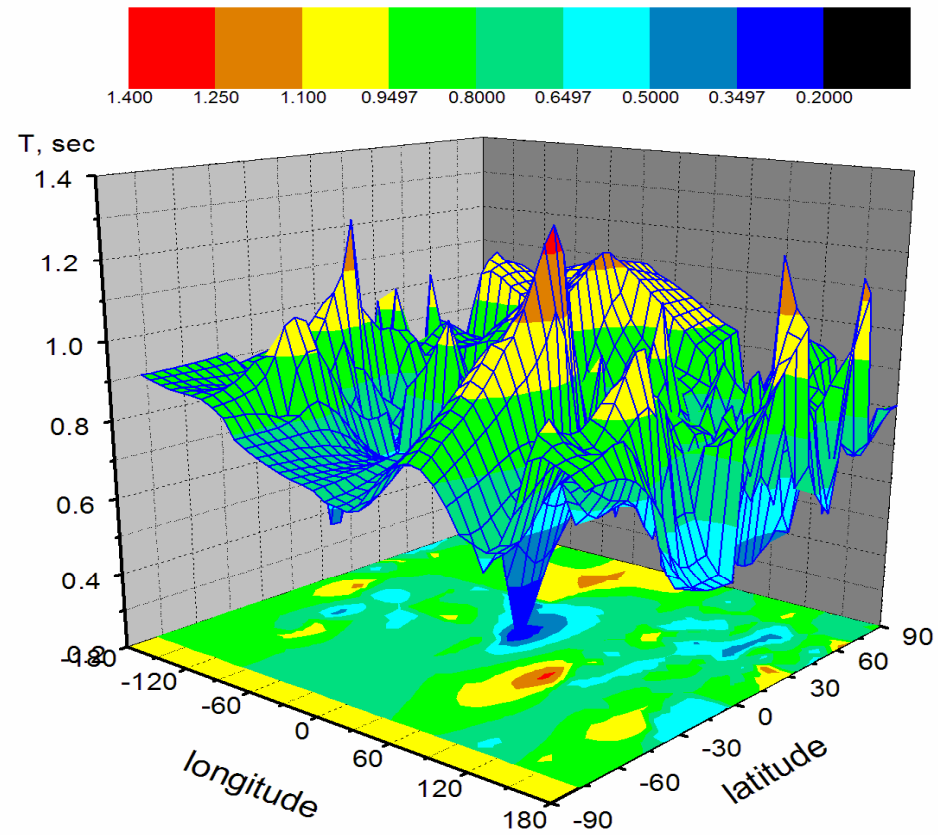
## Плотность распределения периодов волн PKiKP



**Плотность распределения периодов имеет многомодовый характер**

# Мозаика периодов отраженных волн

## ВОЛН

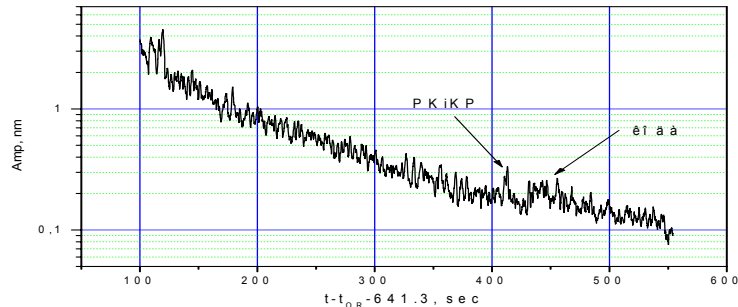


Особенностью последнего десятилетия является всплеск интереса к исследованиям внутреннего ядра Земли. Это связано,

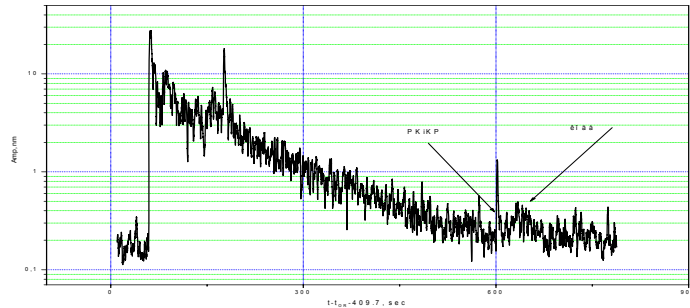
- во-первых, с тем, что внутреннее ядро участвует в процессе поддержания конвекции в жидком ядре, оказывая тем самым влияние на магнитное поле Земли,
- во-вторых, достигнут значительный прогресс в сейсмологии, в частности, цифровой наблюдательной сети, обеспечившей проведение прецизионных измерений с 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

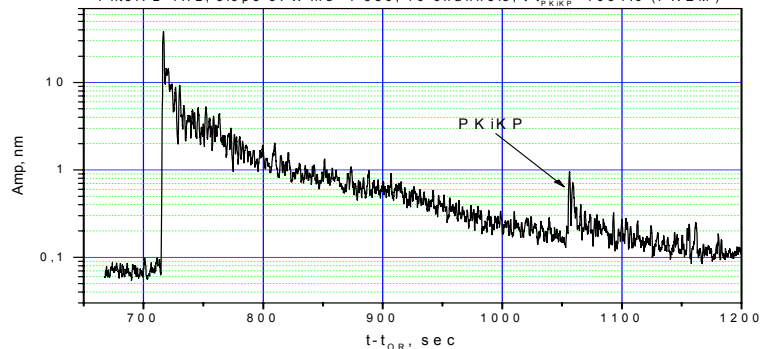
LopNor(1995-05-15) - W Rar, D=74.3°, Az=326.2°, mb=5.7, CoordRefPKiKP: 11.7°, 114.4°  
Filter: 2-4Hz, slope 3. Wind=1 sec, 19 channels, t-t<sub>PKiKP</sub>=1050.3 (PREM)



LopNor(1995-05-15) - FINess, D=41.8°, Az=89°, mb=5.7  
Filter: 2-4Hz, slope 3, t-t<sub>PKiKP</sub>=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<sub>PKiKP</sub>=1054.6 (PREM)



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