

УДК 550.347 + 550.344

СКОРОСТНАЯ ГЛУБИННАЯ СТРУКТУРА ЗЕМНОЙ КОРЫ И ПОДКОРОВОЙ МАНТИИ КАМЧАТКИ ПО ПРОДОЛЬНЫМ ПРИЕМНЫМ ФУНКЦИЯМ ДАЛЕКИХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Хритова М.А.^{1,2}, Мордвинова В.В.¹, Кобелева Е.А.^{1,2}, Кобелев М.М.^{1,2}, Сенюков С.Л.³, Назарова З.А.³

¹ Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск, hritova@crust.irk.ru

² Байкальский филиал ФИЦ ЕГС РАН, г. Иркутск

³ Камчатский филиал ФИЦ ЕГС РАН, г. Петропавловск-Камчатский

Введение

Положение полуострова Камчатка в переходной зоне между материком и океаном обусловило сложность его строения и тектонической обстановки. Формирование глубинной структуры исследователями в основном связывается с субдукционным механизмом и деформацией плит в коллизионной зоне [1, 3]. На основании многочисленных исследований, выполненных в основном методами сейсмической томографии по данным местных землетрясений (применялось также и физическое моделирование – пересчет тепловых аномалий в скоростные) получены выводы о слоисто-блоковой структуре среды в коре и мантии Земли. Расширение круга используемых методов, безусловно, позволяет более определенно судить о глубинной структуре.

Мы представляем разрез коры и подкоровой мантии под Восточно-Камчатским вулканическим поясом, выполненный методом продольной приемной функции Л.П. Винника по данным ценного материала из архива сейсмических записей Камчатского филиала Геофизической службы за период 2011–2013 года (рис. 1) [6]. Инверсия выделяемых из записей приемных функций осуществляется программой Косарева Г.П. [5].

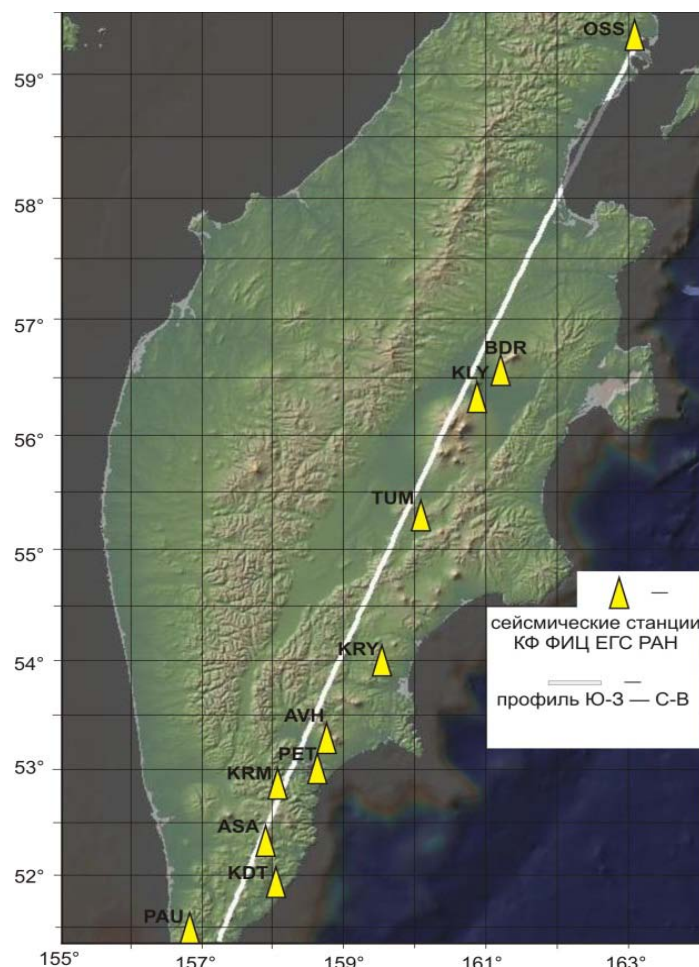


Рис. 1. Расположение сейсмостанций и направление построенного Vs – разреза.

Методика

Метод приемной функции замечателен тем, что зондирует глубины близ-вертикальными сейсмическим лучами, в результате давая возможность получить представление о скоростной структуре коры и мантии в непосредственной близости от сеймостанции, т.е. без осреднения по большой территории. Одномерные модели $V_S(h)$ рассчитываются с высокой точностью – по глубине не менее 1 км, по скорости – 0.1 км/с). Точность же получаемых на их базе двумерных моделей – скоростных разрезов $V_S(h, r)$ – определяется системой наблюдений. Во-первых, чем плотнее расстановка станций вдоль профиля, тем более детальное представление о распределении глубинных неоднородностей будет получено; во-вторых, как и в любой томографии, зондирующие лучи (волны) далеких землетрясений должны приходить в створе с профилем наблюдений, то есть примерно по одной линии с сеймостанциями ($\pm 20^\circ$).

В данном случае для выделения продольных приемных функций использованы записи около 40 сильных землетрясений с эпицентральных расстояний более 30° , с обратными азимутами в диапазоне $190\text{--}240^\circ$.

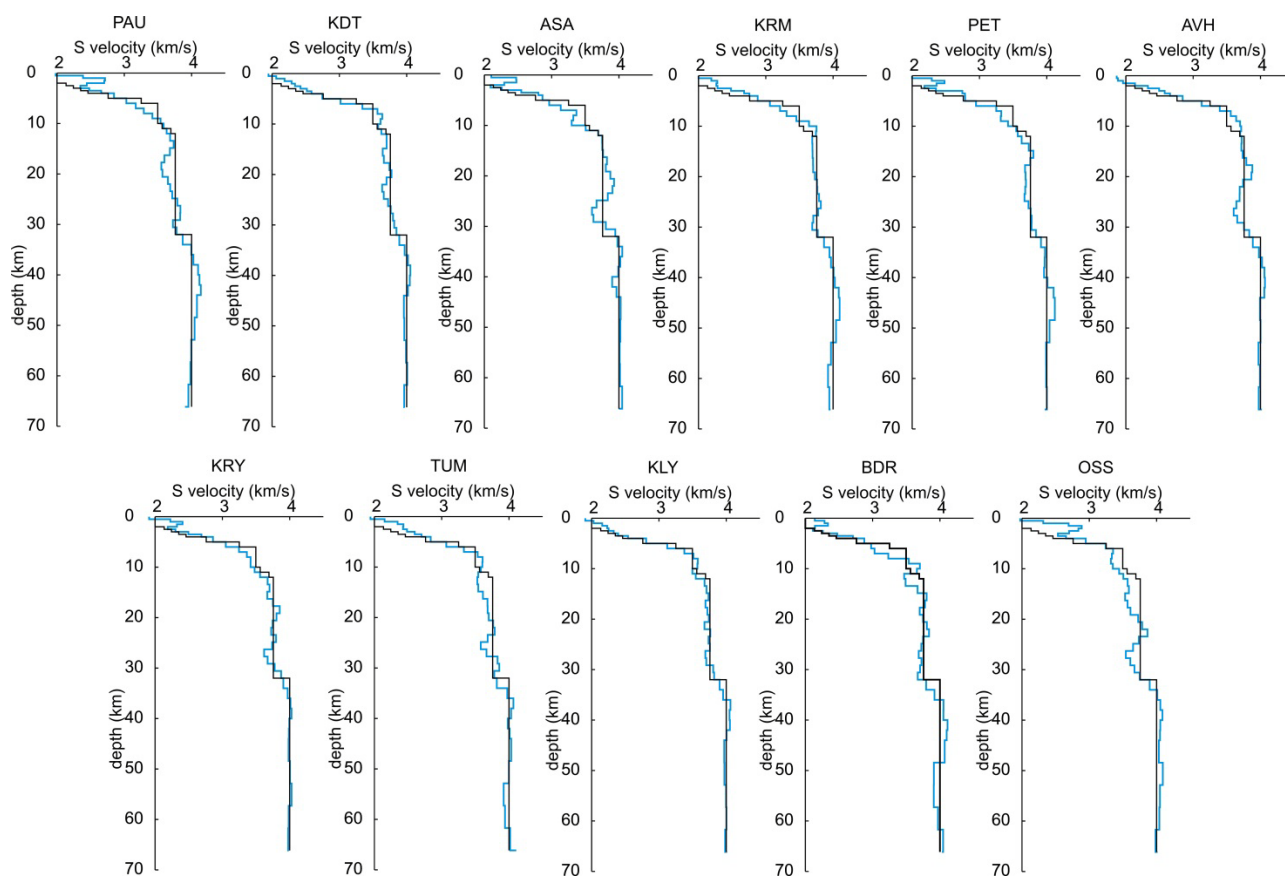


Рис. 2. Одномерные скоростные разрезы по данным приемных функций сеймостанций, установленных вдоль Восточно-Камчатского вулканического пояса (черная линия соответствует начальному приближению, синяя линия – результат моделирования).

В процедуре инверсии приемных функций в качестве 1-го приближения до глубины 75 км [5] используется сглаженная зависимость скорости от глубины, представленная слоями толщиной от долей километра в наиболее неоднородной верхней части модели до 2–5 км в верхней мантии. Соответствующая скоростям плотность рассчитывается исходя из закона Берча [4]. Как правило, для ускорения процесса поиска присущего исследуемому региону распределения скорости по глубине, в качестве первого приближения привлекаются средние значения скоростей, найденные ранее какими-либо рекогносцировочными исследованиями. В Байкальской рифтовой зоне, например, это результаты глубинного сейсмического зондирования. Для Камчатского региона в качестве начального приближения использован скоростной разрез, рассчитанный с учетом исследований Дрозниной С.Я. и Шапиро Н.М [2]. За 1-е приближение был принят 4-слойный S-скоростной разрез до глубины 30 км, скорости в котором сравнительно плавно увеличиваются от слоя к слою, скорости V_P и V_S в мантии были приняты равными 7.2 и 4.0 км/с.

Для инверсии приемных функций (при вычислении одномерных скоростных разреза для каждой станции профиля) (рис. 2) в качестве начального приближения использован скоростной разрез, рассчитанный с учетом исследований Дроздиной С.Я. и Шапиро Н.М. [2].

Скоростное строение земной коры и подкоровой мантии под Восточно-Камчатским вулканическим поясом

На базе данных одномерных моделей построен двумерный скоростной разрез (рис. 3).

На разрезе обнаруживается слоистая структура коры и 45 километров подкоровой мантии. Вслед за предшественниками данную структуру с некоторой натяжкой можно назвать слоисто-блоковой.

Жирной изолинией 3.8 км/с обозначена подошва коры. Надо отметить, что по сравнению с континентальными коромантийными разрезами, например, многочисленными скоростными разрезами, выполненными нами на юге Сибирского кратона, в Байкальской рифтовой зоне и в Монголии, коромантийный переход выглядит непривычно. В континентальных регионах коромантийная граница проявляется себя уверенно сгущением изолиний от 3.8 до 4.0 км. Здесь же на скоростном разрезе похожая ситуация только на северо-востоке разреза. Южнее – с таким же, и даже большим основанием – за «Мохо» можно принять изолинию 3.9 (поскольку она более пологая).

Однако сходство под большинством сейсмостанций глубин выделенной нами границы Мохо с глубинами схемы мощности земной коры в работе Л.И. Гонтовой и др. (2007) поддерживают данный выбор положения коромантийной границы в полученной нами скоростной модели для Восточно-Камчатского вулканического пояса [1].

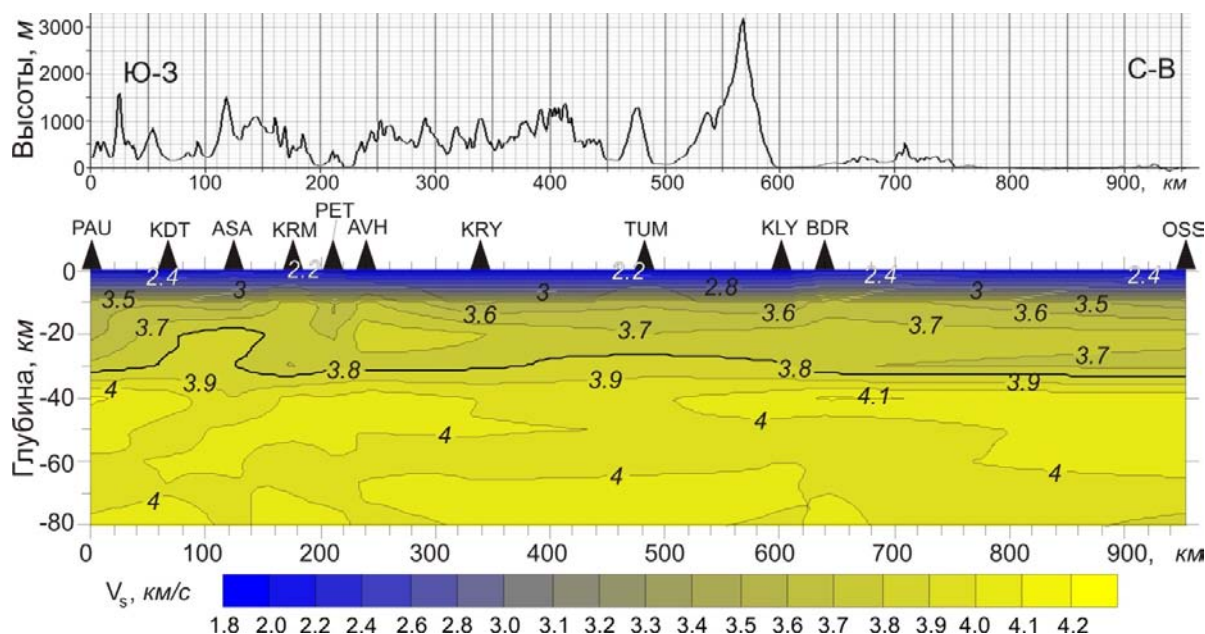


Рис. 3. Двумерный скоростной разрез (V_s -модель) по результатам инверсии приемных функций и топография вдоль Восточно-Камчатского вулканического пояса. Треугольниками с соответствующими кодами отмечены позиции сейсмостанций; изолинии в интервале скоростей от 1.8 до 3 км/с проведены с шагом 0.2, от 3–4.2 км/с – с шагом 0.1 км/с.

Список литературы

1. Гонтовая Л.И., Гордиенко В.В., Попруженко С.В., Низкоус И.В. Глубинная модель верхней мантии Камчатки. Вестник КРАУНЦ. НАУКИ О ЗЕМЛЕ. 2007. № 1. Выпуск № 9. С. 90–104.
2. Дроздина С.Я., Шапиро Н.М. и др. Скоростные модели поперечных волн для отдельных районов п-ва Камчатка по кросс-корреляциям сейсмического шума // Физика Земли. 2017. № 3. С. 23–32.
3. Низкоус И.В., Санина И.А., Кислинг Э., Гонтовая Л.И. Скоростные свойства литосферы переходной зоны океан–континент в районе Камчатки по данным сейсмической томографии. 2006. № 4. С. 18–29.
4. Birch F. Density and composition of mantle and core // J. Geophys. Res. 1964. V. 69, P. 4377–4388.
5. Kosarev G.L., Petersen, N.V., Vinnik, L.P., Roecker S.W. Receiver functions for the Tien Shan analog broadband network: Contrasts in the evolution of structures across the Talass–Fergana fault // J. Geophys. Res. 1993. V. 98. № B3. P. 4437–4448.
6. Vinnik L.P. Detection of waves converted from P to S in the mantle // Physics of the Earth and Planetary Interiors. 1977. V. 15. P. 39–45.