

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ОДНОМЕРНЫХ СКОРОСТНЫХ МОДЕЛЕЙ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЙ ОЧАГОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ КАМЧАТСКОГО РЕГИОНА

Назарова З.А., Дрознина С.Я., Сениюков С.Л., Дрознин Д.В.

Камчатский филиал Геофизической службы РАН, г. Петропавловск-Камчатский, [sva04@emsd.ru](mailto:sva04@emsd.ru)

### Введение

Работа является продолжением поэтапно проведенных работ по исследованию факторов, оказывающих влияние на определение положений гипоцентров землетрясений [3]. Наиболее важными из них являются программа локации очагов землетрясений и одномерная скоростная модель среды, используемая в этой программе. В работе [3] было показано, что программа DIMAS (автор Д.В. Дрознин) [1] может быть использована для обработки землетрясений Камчатки наряду с другими протестированными программами. В настоящее время программа DIMAS применяется в лаборатории исследований сейсмической и вулканической активности (ИСВА) в оперативной обработке, и в 2010 г. планируется ее использовать для создания окончательного каталога землетрясений Камчатки и прилегающих островных дуг.

Был проведен сравнительный анализ, который заключался в том, чтобы определить, каким образом влияет замена используемого регионального годографа И.П. Кузина [2] в программе DIMAS на другие имеющиеся варианты годографов при определении координат положений гипоцентров. Были исследованы две одномерные скоростные модели [4, 5], полученные в результате томографических исследований и мировая модель IASP91.

### Методика исследований и результаты

Были рассмотрены реальные тектонические землетрясения, которые произошли в зоне ответственности КФ ГС РАН. Для исследований были отобраны события с четкими временами вступления и гипоцентрами в интервале глубин от 0 до 160 км, рис.1. Это ограничение связано с общей предельной глубиной для рассматриваемых одномерных скоростных моделей.

В программу DIMAS были встроены одномерные скоростные модели, рассчитанные для Камчатки (рис.2): 1) региональная модель И.П. Кузина [2]; 2) модель А. Горбатова [4]; 3) модель, разработанная европейской группой авторов под руководством Е. Кисслинга [5] и 4) мировая модель – IASP91.

Оценивалось влияние одномерных скоростных моделей на определение положений гипоцентров.

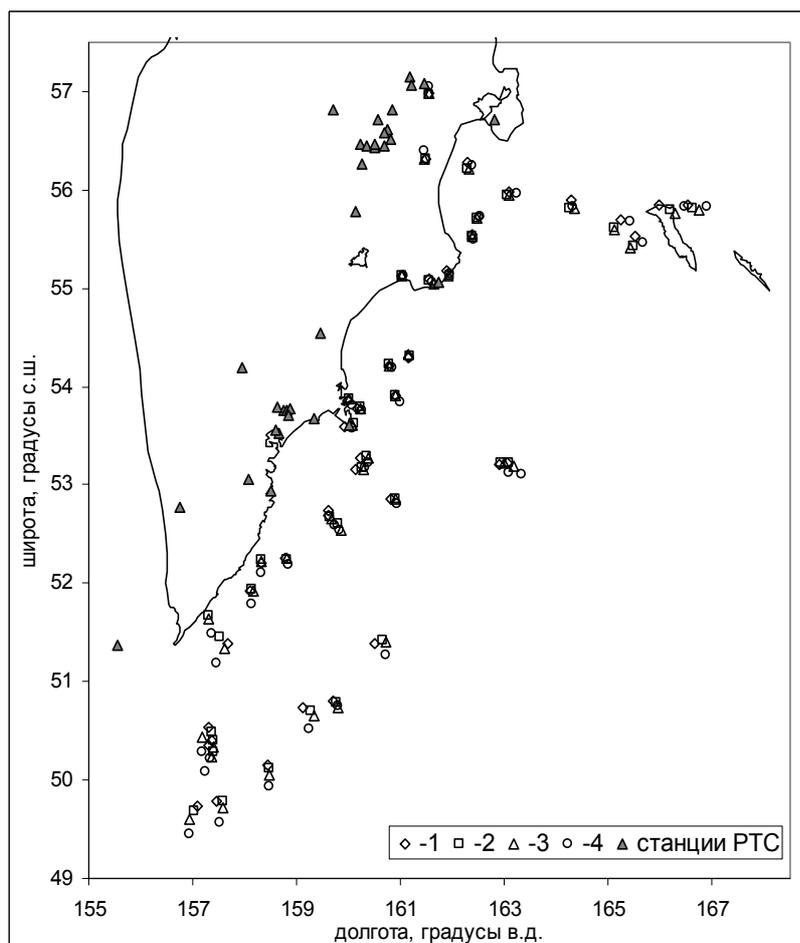


Рис. 1. Схема с 176 эпицентрами, рассчитанными по четырем одномерным скоростным моделям: 1 – мировая, 2 – региональная, 3 – автор А. Горбатов, 4 – автор Е. Кисслинг. Сеть радиотелеметрических станций (РТСС).

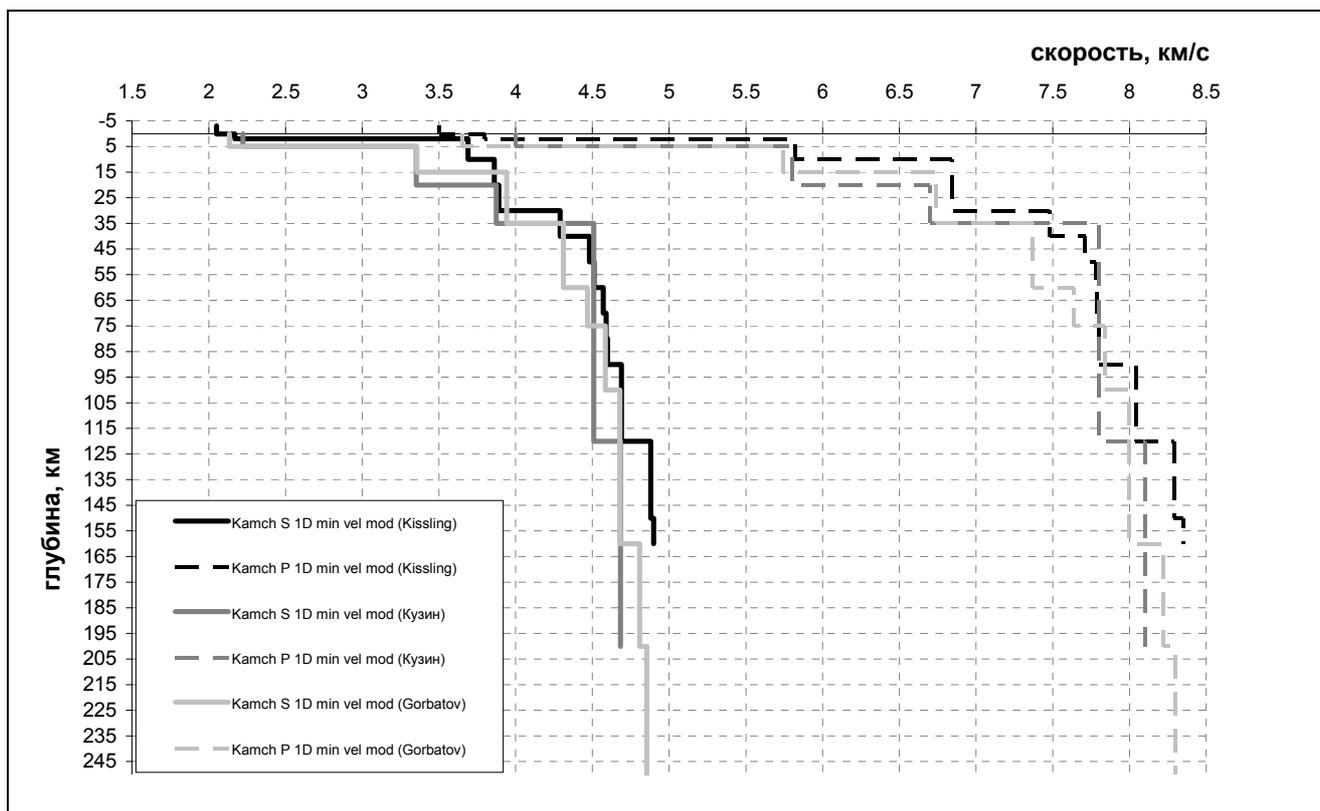


Рис. 2. Одномерные скоростные модели.

Таблица 1. Значения отклонений полученных для 1D-моделей, созданных для Камчатского региона, при расчете основных параметров в программе DIMAS. 1D-модели: 1- мировая (iasp91), 2- И.П. Кузина, 3- А. Горбатов, 4 - Е. Кисслинг. Ошибки определения положения очага землетрясения:  $\Delta_{\min}$ ,  $\Delta_{\text{ср.}}$ ,  $\Delta_{\max}$ , для основных параметров.

Основные параметры	1-D модели	$\Delta_{\min}$	$\Delta_{\text{ср.}}$	$\Delta_{\max}$
$T_0$ (сек.)	1	0.87	2.20	5.29
	2	0.66	2.04	5.29
	3	0.72	2.08	5.23
	4	0.74	2.08	5.56
$\varphi, \lambda$ (км)	1	9.2	30.78	71.2
	2	8.1	29.26	66.2
	3	10.4	29.54	66.3
	4	9.0	28.87	69.1
$H$ (км)	1	5.8	33.82	91.2
	2	4.3	30.05	93.8
	3	5.1	31.22	98.4
	4	7.8	32.00	85.6

Из камчатского каталога были выбраны 44 землетрясения, удовлетворяющие заданным условиям. Для каждого землетрясения были рассчитаны 4 варианта определения положения его очага с использованием 4 разных одномерных скоростных моделей. Таким образом, были получены 176 решений (рис.1), для которых был проведен следующий анализ.

В программе DIMAS при локации очага землетрясения определяются также ошибки определения основных параметров: 1)  $t_0$  – время в очаге; 2)  $(\varphi, \lambda)$  – положение в плане; 3)  $h$  – глубина. Ошибки, полученные при определении положения, были условно разделены на минимальные – (4–10 км), средние – (30–33 км) и максимальные – (70–112 км) (таблица 1). Стандартное отклонение для данной выборки в плане получилось равным 18.2 км и аналогичное по глубине – 16.1 км.

Полученные результаты представлены на рисунке 3, на котором ошибки определения изображены в соответствии с масштабом схем.

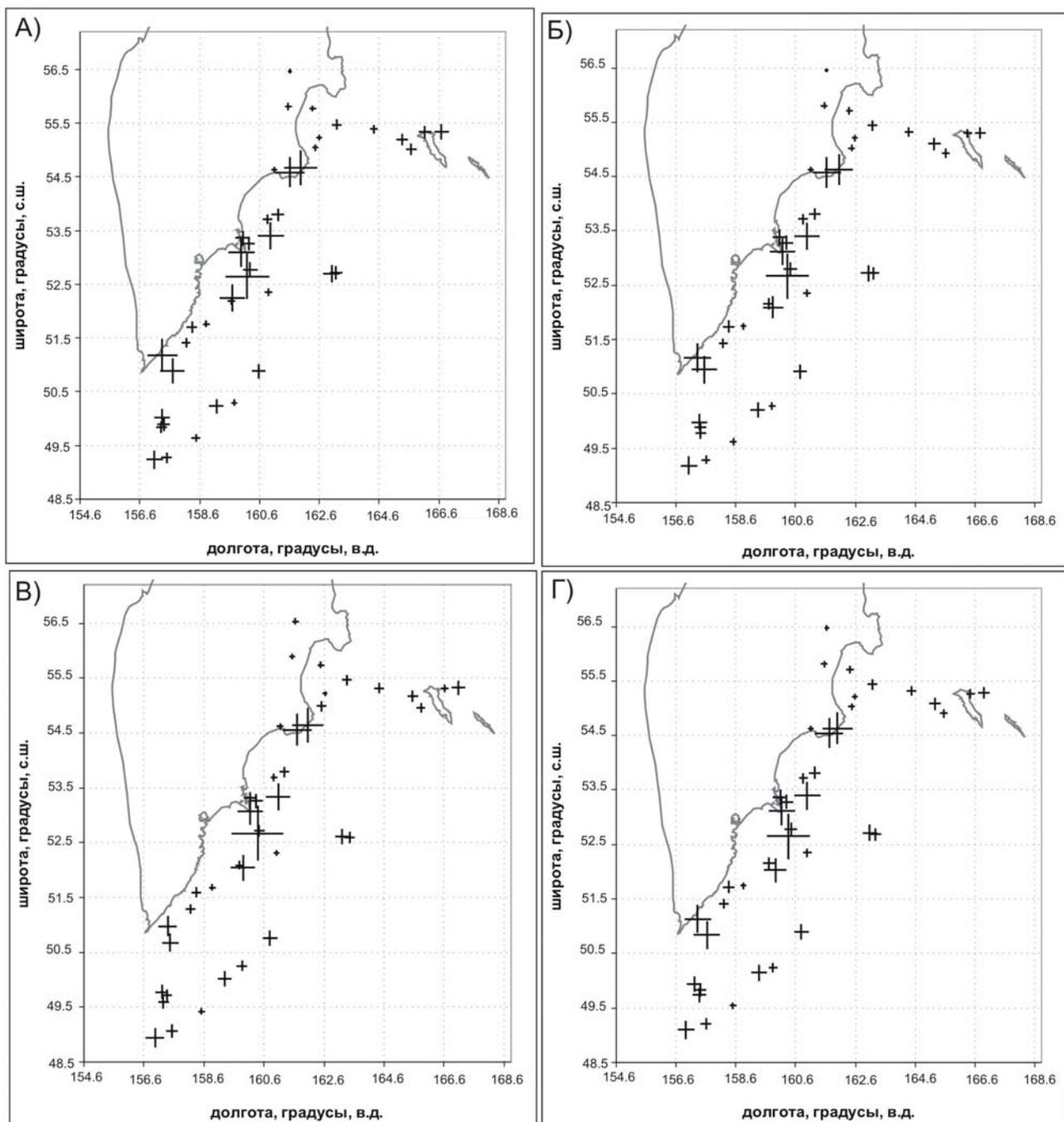


Рис. 3. Результаты определения эпицентров 44 землетрясений с использованием разных 1-D моделей: А) IASP91, Б) региональная – автор И.П. Кузин 1974 г., В) Е. Кисслинг, Г) А. Горбатов. Размер символа зависит от величины полученной погрешности.

Для того чтобы проследить, в интервале каких значений находится основная часть полученных ошибок, были построены графики, на которых значения ошибок были упорядочены в порядке возрастания (рис. 4, 5). На рисунке 4 представлены ошибки при определении положений очагов землетрясений в плане, а на рисунке 5 – по глубине. Из 176 ошибок около 140 находятся в диапазоне допустимых погрешностей (10–40 км) для всех представленных одномерных моделей.

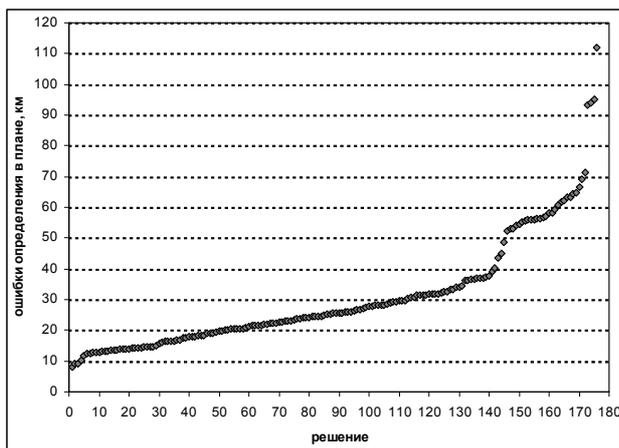


Рис. 4 График ошибок при определении положений очагов землетрясений в плане.

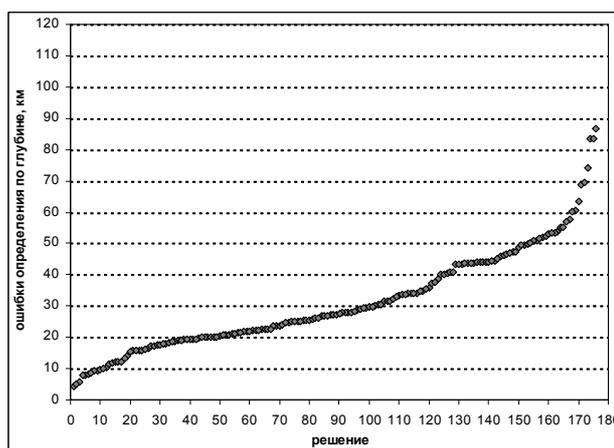


Рис. 5 График ошибок при определении положений очагов землетрясений по глубине.

График на рисунке 4 показывает, что основная часть ошибок (~ 80%) при определении положений очагов землетрясений в плане расположена в интервале 10–40 км, ~ 20% – в интервале 50–70 км, и менее 1 % – интервале 70–112 км. При этом наблюдаются скачки между выделенными интервалами ошибок. Возможно, что это связано с подборкой данных.

На рисунке 5 представлен аналогичный график ошибок при определении положений очагов землетрясений по глубине. По сравнению с графиком на рисунке 4, для графика на рисунке 5 характерна более пологая форма, без скачков. Максимальные значения погрешностей по глубине расположены в интервале 60–90 км, что на 20 км меньше чем в плане.

### Заключение

Главным результатом проведенных исследований является тот факт, что использование различных одномерных моделей, рассчитанных для Камчатки, незначительно влияет на определение положений очагов землетрясений, и полученные ошибки находятся в пределах погрешностей определений, обусловленных регистрирующей сетью сейсмических станций.

Для различных районов Камчатки необходимо провести работы по уточнению одномерных скоростных моделей, потому что скоростное строение региона существенно неоднородно по результатам томографических построений, и использование локальных моделей приведет к уточнению положений очагов землетрясений, и, следовательно, к более разумной интерпретации результатов.

### Список литературы

1. Дроздин Д.В. Интерактивная программа обработки сейсмических сигналов «DIMAS» // Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России. Тезисы докладов. 2007. 87 с.
2. Кузин И.П. Фокальная зона и строение верхней мантии в районе Восточной Камчатки. М.: Наука, 1974. 132 с.
3. Назарова З.А. Оценка результатов определения координат гипоцентров программами HIPO, GIP и ARC в условиях камчатской сети радиотелеметрических станций. // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2006. №2. С. 188–194.
4. Gorbatov A., Dominguez J., Suarez G. et al. Tomographic imaging of the P– wave velocity structure beneath the Kamchatka peninsula // Geophys. J. Int. 1999. V. 137. P. 269-279.
5. Nizkous I., Gontovaya L., Kissling E., Sanina I. High – resolution approaches to Kamchatka seismic tomography. Abstract. EGS-AGU-EUG Joint Assembly, Nice, France, April, 2004. ISSN 1029–7006.