

**ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОЧАГОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ****ОЧАГОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ МИРА***А. И. Захарова, Л. С. Чепкунас*

Рассмотрены 10 сильных землетрясений мира. Для всех найдены решения механизмов очагов по данным ряда сейсмических станций, для 9 – определены очаговые параметры по записям станции "Обнинск". При этом все исследованные события приурочены к Тихоокеанскому сейсмическому поясу, причем большинство – к его восточной части: два землетрясения произошли на Камчатке, пять в Японии (три близ острова Хоккайдо, одно – близ острова Хонсю, одно – на островах Рюкю), одно на Аляске, одно близ Марианских островов. Одно землетрясение произошло в западной части Тихоокеанского пояса - в Мексике. В табл. 1 представлены основные параметры землетрясений по данным сейсмических служб России [1] – I и США [2] – II, III, соответственно. Как и прежде [4], значения параметров  $t_0$ ,  $\varphi$ ,  $\lambda$ ,  $h$  для I и II получены по временам первых вступлений продольных Р-волн на основе годографа Джеффриса-Буллена. Параметры III получены по методу СМТ [3].

**Таблица 1.** Сведения о землетрясениях 1993 г.

№	Дата, д м	Ист.	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		h, км	Магнитуды			Район
				$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$		MPSP, $m_b^*$	MPLP	MS	
1.	15.01	I	11 05 58.2	42.99	144.26	82	6.9	7.5	7.4	Район о-ва Хоккайдо, Япония
		II	11 06 05.95	43.300	143.691	102.2	6.9*	-	-	
		III	11 06 15.6	43.06	144.29	100.0	-	-	-	
2.	07.02	I	13 27 49.6	37.88	137.24	66	6.6	6.9	6.8	Западное поб. о-ва Хонсю, Япония
		II	13 27 42.01	37.634	137.245	10.6	6.3*	-	6.2	
		III	13 27 49.4	37.74	137.21	15.0	-	-	-	
3.	13.05	I	11 59 47.9	55.07	-160.40	44	6.7	6.7	6.9	Полуостров Аляска
		II	11 59 49.25	55.177	-160.458	32.3	6.4*	-	6.8	
		III	11 59 56.5	54.70	-159.95	40.7	-	-	-	
4.	08.06	I	13 03 34.0	51.25	157.77	54	6.5	6.8	7.4	Восточнее поб. Камчатки
		II	13 03 36.48	51.218	157.829	70.6	6.4*	-	-	
		III	13 03 57.4	51.36	158.75	45.9	-	-	-	
5.	12.07	I	13 17 11.3	42.79	139.21	20	7.0	8.0	7.9	Район о-ва Хоккайдо, Япония
		II	13 17 11.96	42.851	139.197	16.7	6.6*	-	7.6	
		III	13 17 36.9	42.71	139.2	16.5	-	-	-	
6.	07.08	I	00 00 34.3	26.74	125.54	126	6.4	-	6.3	Северо-восточнее о-ва Тайвань
		II	00 00 37.07	26.585	125.612	155	6.0*	-	-	
		III	00 00 42.2	26.68	125.84	164.9	-	-	-	
7.	07.08	I	19 42 44.2	42.04	139.80	33	6.4	6.8	6.6	Район о-ва Хоккайдо, Япония
		II	19 42 41.91	41.985	139.839	13.8	6.2*	-	6.1	
		III	19 42 48.1	42.00	139.79	26.9	-	-	-	
8.	08.08	I	08 34 23.1	13.12	144.72	46	7.3	7.6	7.8	Марианские острова
		II	08 34 24.93	12.982	144.801	59.3	7.1*	-	-	
		III	08 34 49.3	13.06	145.31	59.3	-	-	-	
9.	10.09	I	19 12 54.4	14.73	-92.69	36	6.4	7.2	7.3	Побережье Чьяпас, Мексика
		II	19 12 54.62	14.217	-92.645	34.1	6.2*	-	7.3	
		III	19 13 03.2	14.41	-92.99	29.1	-	-	-	
10.	13.11	I	01 18 06.2	51.95	158.67	52	6.5	6.8	7.1	Восточнее поб. Камчатки
		II	01 18 04.18	51.934	158.647	34	6.5*	-	7.0	
		III	01 18 16.3	52.00	159.27	54.2	-	-	-	

Наблюдаемые расхождения между параметрами  $t_0$ ,  $\varphi$ ,  $\lambda$ ,  $h$  в I и II (табл. 1), в основном, не превышают случайных ошибок. Как и ранее [4], имеются некоторые тенденции запаздывания

времени в очаге по I относительно II. В отдельных случаях эти расхождения возможно связаны с системами наблюдений сейсмических служб России и США, отличающихся друг от друга. По-видимому, эта проблема требует специального исследования при использовании достаточно большого массива данных. Параметры  $t_0$ ,  $\varphi$ ,  $\lambda$ ,  $h$  в III соответствуют максимальной фазе сейсмического процесса, а в I и II – его начальной фазе. Поэтому их расхождения вполне закономерны.

Анализ значений MS по I и II также показывает их различия, причем, достаточно устойчивые. В подавляющем числе случаев значения MS по I завышены относительно MS по II на 0.3 единицы магнитуды и более. Этот эффект, возможно, связан с методическими приемами расчета MS в указанных службах – имеется в виду учет глубины, эпицентральных расстояний, калибровочных кривых и др. [5].

Для получения очаговых параметров использовались характеристики амплитудных спектров смещений Р-волн. Они рассчитывались по записям цифровой аппаратуры IRIS на станции "Обнинск" по методике [6,7]. Следует отметить, что использование записей цифровой аппаратурой вместо аналоговой позволяет провести более точную оценку сейсмических моментов  $M_0$ . Как показано в [4], это особенно важно при рассмотрении сильнейших событий, так как в случае аналоговой аппаратуры для них занижаются значения спектральных плотностей в области длинных периодов.

Спектральные характеристики очагов (уровень длинопериодной ветви спектра  $\Sigma_0$ , частота точки перелома спектра  $f_n$ , угловая точка спектра  $f_0$ ) и их динамические параметры (сейсмический момент  $M_0$ , сброшенное и кажущееся напряжения), а также характеристики разрыва в очагах (длина  $L$  и подвижка  $\bar{u}$ ) даны в табл. 2. Станционные спектры, приведенные к очагу, показаны на рис. 1.

**Таблица 2.** Характеристики спектров Р-волн и динамические параметры очагов землетрясений 1993 г. по станции "Обнинск".

№	MS	$\Delta^\circ$	$\Sigma_0 \cdot 10^{-4}$ , м·с	$f_n \cdot 10^{-2}$ , Гц	$f_0 \cdot 10^{-2}$ , Гц	$M_0 \cdot 10^{19}$ , Н·м	$L \cdot 10^3$ , м	$\Delta\tau^{Pmax}$ , с	$\Delta\sigma \cdot 10^5$ , Н/м <sup>2</sup>	$\bar{\eta}\sigma \cdot 10^5$ , Н/м <sup>2</sup>	$\bar{u}$ , м
1	7.4	64.7	8.13	4.4	12.6	56.0	46	1.9	201	16	4.21
2	6.8	65.4	0.20	15.1	16.6	0.7	35	2.3	6	11	0.09
3	6.9	69.3	0.79	4.5	12.0	6.5	48	1.3	21	17	0.45
4	7.4	63.3	2.51	2.0	6.9	17.7	84	8.0	10	36	0.40
5	7.9	62.5	4.57	12.0	12.0	22.0	41	-	112	71	4.76
6	6.3	68.4	0.23	2.5	11.5	1.7	50	-	4	13	0.10
7	6.6	63.4	0.14	16.6	22.9	0.7	22	5.0	16	35	0.38
8	7.8	89.4	6.31	2.8	12.0	78.0	48	9.5	247	33	5.39
9	7.3	98.3	0.63	4.4	4.6	11.0	128	8.0	2	41	0.11

Примечание. Номера землетрясений в первой графе те же, что и в табл. 1.

Механизмы очагов землетрясений, указанных в табл. 1, рассчитаны по знакам первых вступлений Р-волн на ряде сейсмических станций по программе А. С. Ландера и Ж. Я. Аптекман. Эта программа написана для персонального компьютера и представляет более удобную для пользователя версию программы [8]. Элементы механизмов очагов этих землетрясений помещены в разделе «Каталоги механизмов» настоящего сборника. Стереогаммы механизмов в проекции нижней полусферы даны на рис. 2.

В очагах 8 землетрясений [из районов Японии (№№ 1, 2, 5-7), Курило-Камчатской зоны (№№ 4,10), а также Аляски (№ 3)] под действием сжимающего напряжения, ориентированного в близширотном, юго-восточном или в близмеридиональном направлениях, возникли подвижки взбросового типа по плоскостям, в основном, северо-северо-восточного простирания. Такой же тип подвижек отмечается в очаге землетрясения из района Марианских островов, а также Мексики, но по плоскостям северо-западного простирания.

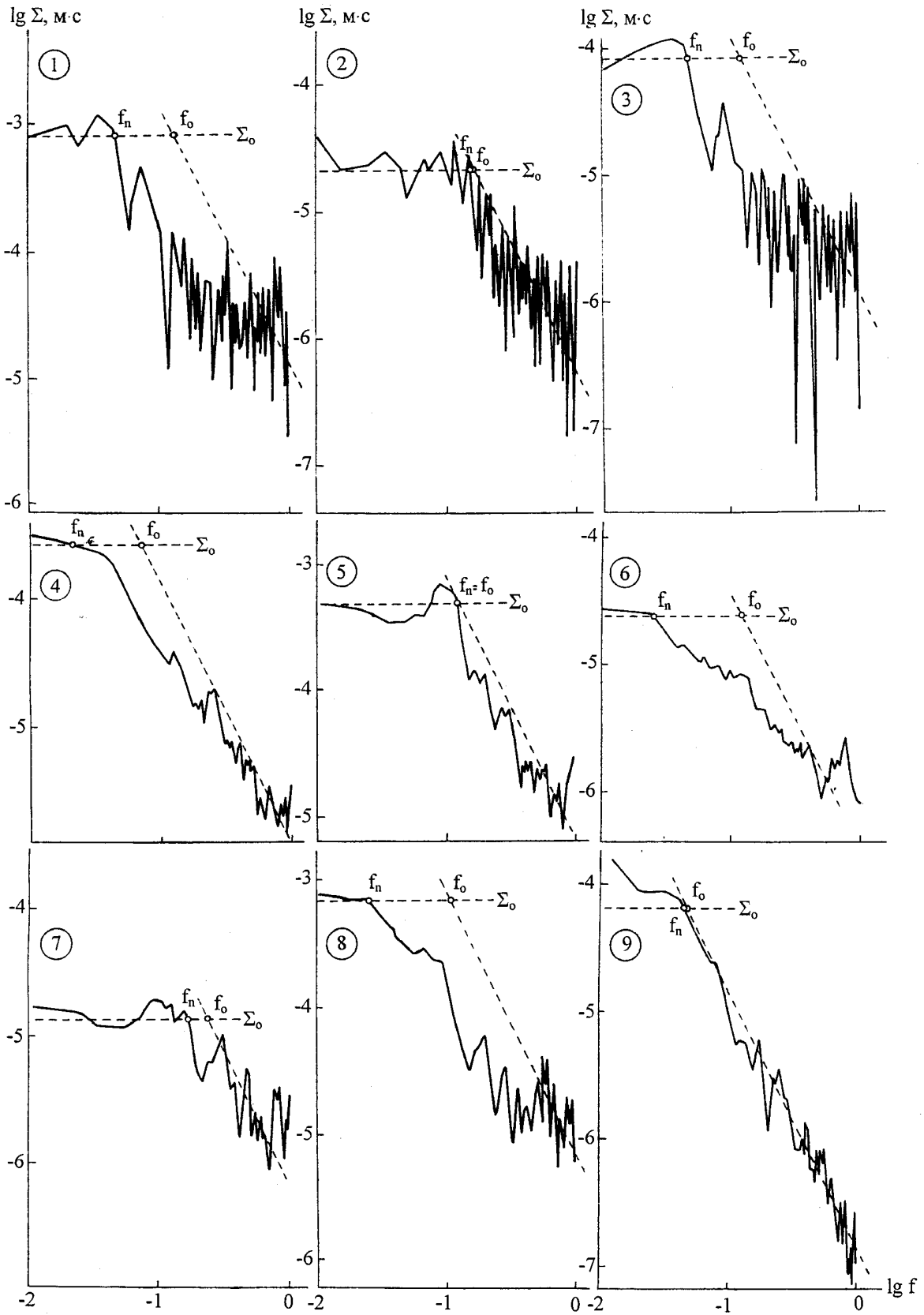


Рис. 1. Очаговые спектры Р-волн, записанные на ст. "Обнинск"  
 Нумерация дана в соответствии с табл. 1.

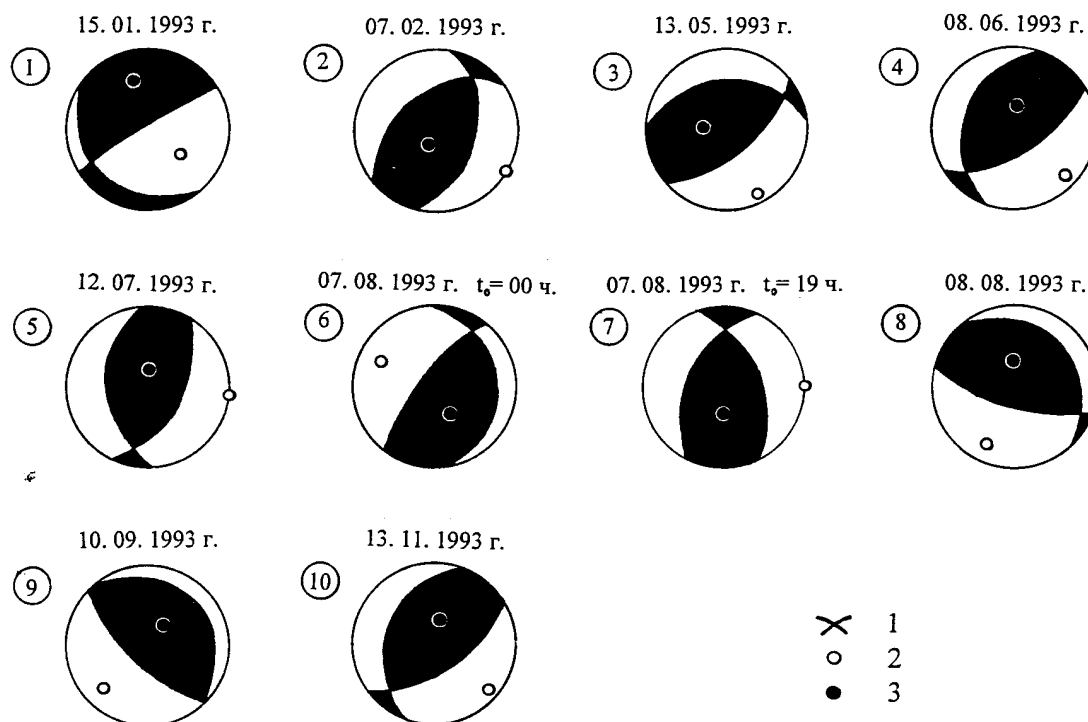


Рис. 2. Механизмы очагов землетрясений  
1 - нодальные линии; 2,3 - оси главных напряжений, сжатия (2) и растяжения (3); зачернены области сжатия.

### Л и т е р а т у р а

1. Сейсмологический бюллетень за 1993 г. (ежедекадный). 1993. / Отв. ред. О.Е. Старовойт, А.И. Захарова. Обнинск: ОМЭ ИФЗ РАН.
2. Earthquake Data Report. Jan.-Dec. 1993. // U.S. Depart. Int. Geol. Surv.
3. Dziewonski A., Chou T. and Woodhouse J. 1983. Determination of earthquake source parameters from waveform data for studies of global and regional seismicity // J. Geophys. Res.86. P. 2825-2852.
4. Захарова А.И., Чепкунас Л.С. 1997. Спектральные и динамические характеристики очагов сильных землетрясений мира // Землетрясения Северной Евразии в 1992 году. М: Геоинформмарк. С. 120-126.
5. Ambraseys N.N. 1997. Surface-wave magnitude calibration for European region earthquakes // J. of Earthquake Engineering. V. 1. №1. P. 1-22.
6. Аптекман Ж.Я., Дараган С. К., Долгополов Д. В. и др. 1985. Спектры Р-волн в задаче определения динамических параметров очагов землетрясений. Унификация исходных данных и процедуры расчета амплитудных спектров // Вулканология и сейсмология. № 2. С. 60-70.
7. Аптекман Ж.Я., Белавина Ю.Ф., Захарова А.И. и др. 1989. Спектры Р-волн в задаче определения динамических параметров очагов землетрясений. Переход от стационарного спектра к очаговому и расчет динамических параметров очага // Вулканология и сейсмология. № 2. С. 66-79.
8. Старовойт О.Е., Чепкунас Л.С., Аптекман Ж.Я. и др. 1983. Об определении механизма очагов на ЭВМ ЕС-1030 // Физика сейсмических волн и внутреннее строение Земли. М.: Наука. С. 86-91.