

ОЧАГОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ МИРА

А. И. Захарова, Л. С. Чепкунас

Для 17 сильных землетрясений мира 1994 г., в основном, с магнитудой M_S более 6.5, рассмотрены основные параметры очагов по публикациям разных центров. Они представлены в табл. 1, где I – Оперативный сейсмологический бюллетень ОМЭ ИФЗ РАН [1], II, III – Earthquake Data Report [2]. Параметры t_0 , φ , λ , h в I и II относятся к начальной фазе развития сейсмического процесса в очаге и получены по временам первых вступлений продольных волн P на основе годографа Джеффриса-Буллена. Относительно небольшие расхождения значений этих параметров можно объяснить разными системами наблюдений в Службах России и США. Вместе с тем наблюдаются устойчивые различия в значениях магнитуд M_S по I и II до 0.3 единицы M_S и более, как отмечалось ранее [3,4]. В III параметры t_0 , φ , λ , h соответствуют максимальной фазе процесса в очаге и получены по методу тензора момента центра [5], поэтому их отклонения от таковых в I и II представляются вполне объяснимыми.

Все рассматриваемые землетрясения, кроме одного, приурочены к Тихоокеанскому сейсмическому поясу, причем большинство – к его восточной части. Два из них произошли в районе о. Хонсю Японии, семь – в Курило-Камчатской зоне России, два – в районе о. Тайвань, три – в Индонезии, одно – на Филиппинах. Одно землетрясение возникло у побережья Северной Калифорнии и одно – в Трансазиатском сейсмическом поясе в пределах территории России (восточнее оз. Байкал).

Таблица 1. Сведения о землетрясениях 1994 г.

№	Дата, д м	Ист.	t_0 , ч мин с	Эпицентр		h , км	Магнитуды			Район
				φ°, N	λ°, E		MPSP, mь	MPLP	M_S	
1	21.01	I	02 24 32.3	1.20	127.86	33	6.6	7.1	6.9	Остров Хальмахера, Индонезия
		II	02 24 29.96	1.01	127.73	19.9	6.2		7.2	
		III	02 24 37.3	1.20	127.80	15				
2	15.02	I	17 07 47.6	-4.25	104.36	33	6.4	6.5	7.0	Юг острова Суматры, Индонезия
		II	17 07 43.8	-4.97	104.30	23.1	5.9		7.0	
		III	17 07 51.7	-5.15	104.27	16.2				
3	08.04	I	01 10 43.6	40.62	143.65	33	6.3	6.6	6.8	У побережья острова Хонсю, Япония
		II	01 10 40.84	40.61	143.68	13.3	6.0		6.3	
		III	01 10 46.1	40.62	143.94	15.0				
4	24.05	I	04 00 47.3	24.24	122.49	47	6.4	6.6	7.0	Район острова Тайвань
		II	04 00 42.18	23.96	122.45	16.3	6.2		6.7	
		III	04 00 47.8	23.94	122.43	15.0				
5	02.06	I	18 17 36.6	-10.29	113.09	33	5.9	6.8	7.1	Южнее острова Ява, Индонезия
		II	18 17 34.02	-10.48	112.83	18.4	5.7		7.2	
		III	18 18 15.8	-11.03	113.04	15.0				
6	14.08	I	00 46 22.4	44.46	150.06	41	6.6	6.5	6.2	Район Курильских островов, Россия
		II	00 46 22.4	44.66	150.13	33	5.9		5.8	
		III	00 46 26.4	45.41	149.73	15.0				
7	18.08	I	04 42 58.2	44.56	150.03	33	6.9	6.7	6.8	Район Курильских островов, Россия
		II	04 42 59.6	44.67	150.17	33	6.1		6.5	
		III	04 43 03.2	44.68	150.19	15.0				
8	20.08	I	04 38 52.1	44.63	149.04	41	6.8	6.6	6.3	Курильские острова, Россия
		II	04 38 51.6	44.67	149.14	33	6.1		6.0	
		III	04 38 56.3	44.61	149.19	18.0				

№	Дата, д м	Ист.	t ₀ , ч мин с	Эпицентр		h, км	Магнитуды			Район
				φ°,N	λ°,E		MPSP, m _b	MPLP	MS	
9	21.08	I	15 56 00.6	56.62	117.82	29	6.2	6.3	6.3	Восточнее озера Байкал, Россия
		II	15 56 01.8	56.66	117.82	33	5.7		5.8	
		III	15 56 03.3	56.90	117.95	27.5				
10	28.08	I	18 37 23.8	44.89	149.99	50	6.6	6.7	6.8	Курильские острова, Россия
		II	18 37 19.7	44.71	150.17	14	6.0		6.5	
		III	18 37 28.0	44.85	150.23	15.0				
11	01.09	I	15 15 51.8	40.29	-125.77	10	7.0	6.8	7.0	У побережья Северной Калифорнии
		II	15 15 53.2	40.41	-125.65	10	6.6		7.0	
		III	15 15 58.7	40.28	-125.72	15.0				
12	16.09	I	06 20 22.1	23.30	118.49	14	7.0	7.1	7.0	Район острова Тайвань
		II	06 20 18.3	22.55	118.74	12	6.5		6.7	
		III	06 20 22.1	22.51	118.53	19.1				
13	04.10	I	13 22 59.1	43.60	147.25	50	7.6	7.8	8.4	Курильские острова, Россия
		II	13 22 58.3	43.71	147.33	33	7.4		8.1	
		III	13 23 27.3	43.64	147.44	59.0				
14	09.10	I	07 55 40.7	43.69	147.85	52	7.1	7.3	7.6	Курильские острова, Россия
		II	07 55 38.0	43.90	147.90	23	6.5		7.0	
		III	07 55 49.3	43.91	147.80	29.6				
15	14.11	I	19 15 31.1	13.75	121.04	33	6.3	6.6	7.0	Остров Минданао, Филиппины
		II	19 15 30.7	13.53	121.09	33	6.1		7.1	
		III	19 15 37.1	13.54	121.25	15.0				
16	15.11	I	20 39 40.2	47.65	154.87	33	6.2	6.4	6.4	Курильские острова, Россия
		II	20 39 40.3	47.46	155.10	33	5.7		6.0	
		III	20 39 42.3	47.26	155.01	15.0				
17	28.12	I	12 19 26.1	40.59	143.29	51	6.5	7.5	7.9	У побережья острова Хонсю, Япония
		II	12 19 23.6	40.45	143.49	33	6.4		7.5	
		III	12 19 57.5	40.40	143.12	34.0				

Для всех 17 землетрясений рассчитаны механизмы очагов по знакам первых вступлений Р-волн [6, 8] на ряде сейсмических станций России и Мира. Элементы механизмов очагов этих землетрясений помещены в разделе "Каталоги механизмов" настоящего сборника. Стереодиаграммы механизмов в проекции нижней полусферы даны на рис. 1. Как видно, в очагах двух землетрясений из района о. Хонсю, Япония (№№ 3,17 в табл.1), семи землетрясений Курило-Камчатской зоны (№№ 6-8,10,13,14,16) возникли подвижки взбросового типа по плоскостям северо-северо-восточного простирания под действием сжимающих напряжений, ориентированных в юго-восточном направлении. Такой же тип подвижек отмечается в очаге землетрясения из района Индонезии, о. Ява (№5), но по плоскостям северо-западного простирания. Механизмы очагов землетрясений в районах оз. Байкал (№9) и о. Тайвань (№№ 4,12) обусловлены растягивающими напряжениями. В первом случае в движении по обеим плоскостям северо-восточного простирания преобладают сбросы, во втором случае наблюдаются сбросы, осложнённые сдвиговой компонентой по плоскостям северо-восточного, северо-западного и близширотного простирания. Практически чистые сдвиги по круто-падающим плоскостям северо-восточного и северо-западного простирания наблюдаются в очагах землетрясений Индонезии на о. Хальмахера и о. Суматре (№№ 1,2), в Калифорнии (№11) и на Филиппинах (№15).

Спектральные характеристики очагов (уровень Σ_0 длиннопериодной ветви спектра, частота f_n точки перелома спектра, частота f_0 угловой точки спектра) и их динамические параметры (сейсмический момент M_0 , сброшенное $\Delta\sigma$ и кажущееся $\eta\sigma$ напряжения), а также характеристики разрыва в очагах (длина L и подвижка u) рассчитывались по записям цифровой аппаратурой IRIS

на станции "Обнинск" по методике [7, 8]. Станционные спектры, приведенные к очагу, показаны на рис. 2, значения параметров представлены в табл. 2.

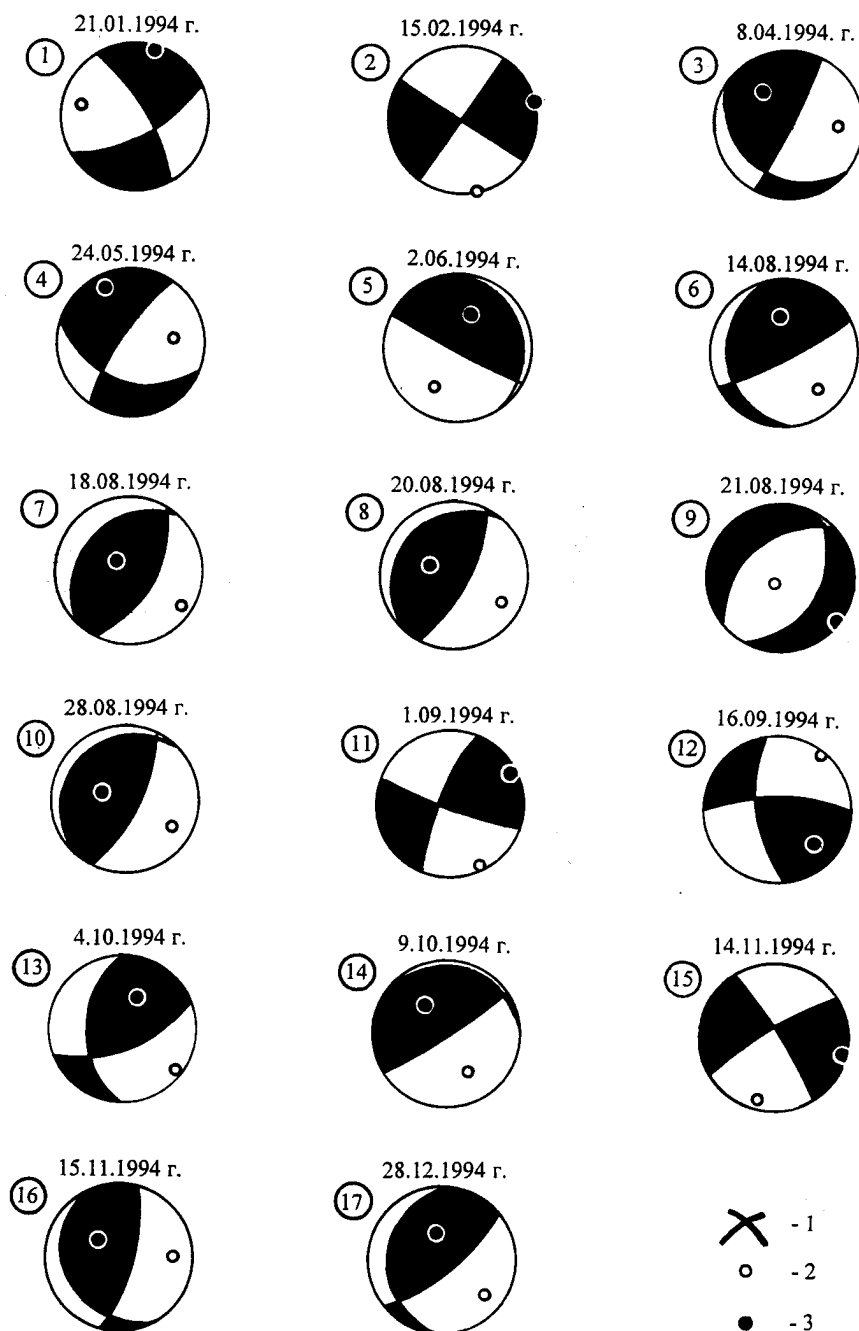


Рис. 1. Механизмы очагов землетрясений

1 – нодальные линии; 2,3 – оси главных напряжений, сжатия (2) и растяжения (3); зачернены области сжатия.

Таблица 2. Характеристики спектров Р-волн и динамические параметры очагов землетрясений 1994 г. по станции "Обнинск"

№	MS	Δ°	$\Sigma_0 \cdot 10^{-4}$, 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	$\Delta\sigma \cdot 10^5$, Н/м ²	$\bar{\eta}\sigma \cdot 10^5$, Н/м ²	\bar{u} , м
1	6.9	89.8	0.3	13.5	21.4	2.0	28	32	25	0.93
2	7.0	81.0	0.2	6.9	22.9	1.1	22	36	63	0.83
3	6.8	66.3	0.3	5.6	12.0	1.2	41	6	29	0.26
4	7.0	68.2	0.3	1.0	17.0	2.5	34	22	64	0.34
5	7.1	90.8	1.4	4.5	5.9	10.0	54	22	10	1.25
6	6.2	66.0	0.1	2.4	15.1	0.3	32	3	14	0.11
7	6.8	65.9	0.4	4.0	14.4	1.5	34	13	23	0.47
8	6.3	65.4	0.1	2.3	11.0	0.6	44	2	11	0.10
9	6.3	43.1	0.1	2.6	17.4	0.4	28	6	16	0.18
10	6.8	65.6	0.5	2.7	13.8	3.4	42	16	24	0.31
11	7.0	83.8	0.4	13.8	16.2	2.4	30	31	29	0.97
12	7.0	66.7	0.6	1.8	17.4	2.4	28	38	29	1.11
13	8.4	65.5	28.8	2.6	10.0	210.0	58	377	96	9.94
14	7.6	65.7	3.2	2.3	7.9	24.0	73	22	53	0.72
15	7.0	75.7	0.3	6.8	18.2	1.4	27	25	50	0.70
16	6.4	65.2	0.1	2.3	12.6	0.6	39	4	15	0.14
17	7.9	66.1	6.3	4.4	11.0	27.0	44	111	132	2.22

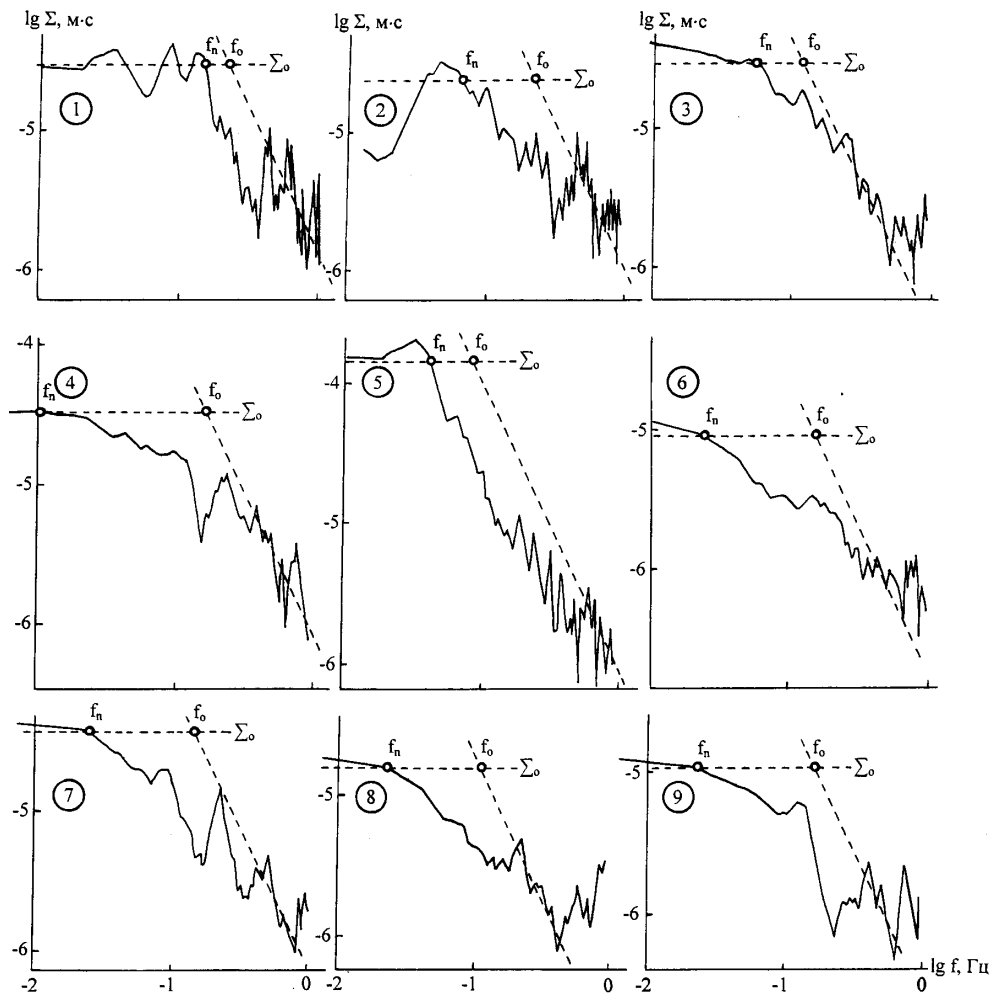


Рис. 2 Очаговые спектры Р-волн, записанные на станции "Обнинск"

Нумерация дана в соответствии с табл. 1.

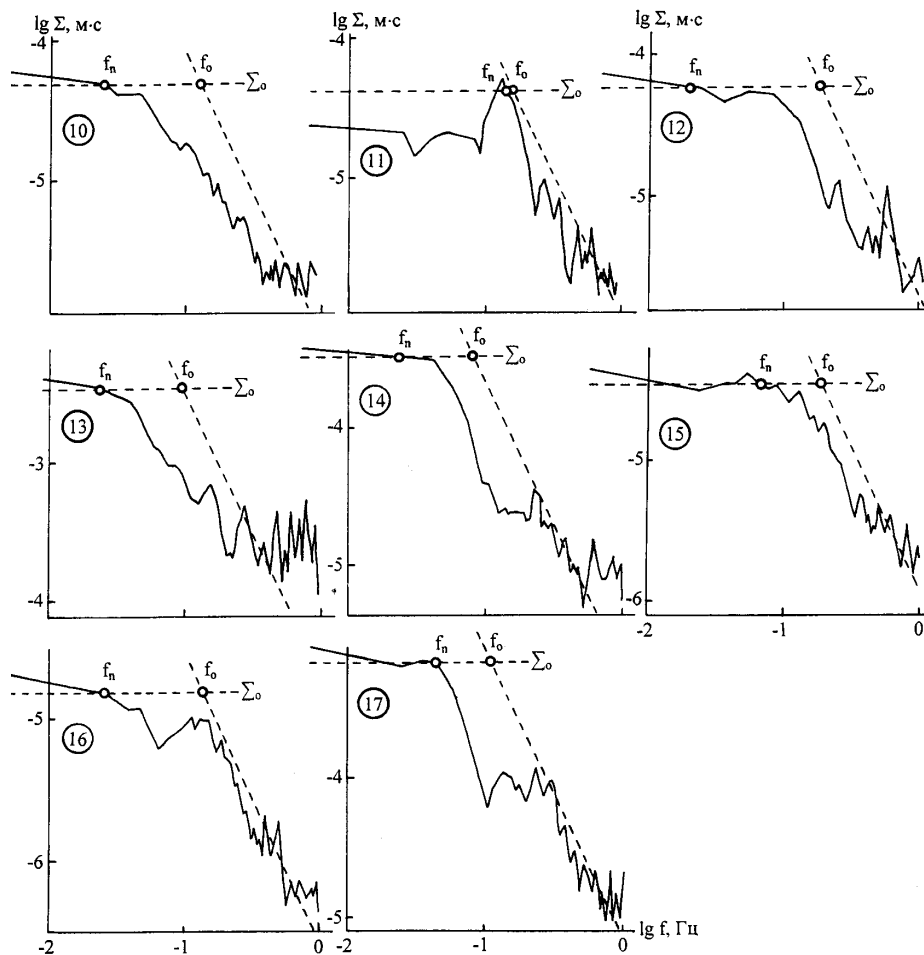


Рис. 2. (продолжение) Очаговые спектры Р-волн, записанные на станции "Обнинск"

Л и т е р а т у р а

1. Сейсмологический бюллетень за 1994 г. (ежедекадный). 1994. // Отв. ред. О.Е. Старовойт, А.И. Захарова. Обнинск: ОМЭ ИФЗ РАН.
2. Earthquake Data Report. Jan.-Dec. 1994. // U.S. Department of the Interior Geological Survey.
3. 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.
4. Захарова А.И., Чепкунас Л.С. 1999. Очаговые параметры сильных землетрясений мира // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. М: НИИ-Природа. С. 136-139.
5. Dziewonski A., Chou T. and Woodhouse J. 1981. Determination of earthquake source parameters from waveform data for studies of global and regional seismicity // J. Geophys. Res. V. 86. №B4. P. 2825-2852.
6. Старовойт О.Е., Чепкунас Л.С., Аптекман Ж.Я., Бармин М.П. 1983. Об определении механизма очагов на ЭВМ ЕС-1030 // Физика сейсмических волн и внутреннее строение Земли. М.: Наука. С. 86-91.
7. Аптекман Ж.Я., Дараган С. К., Долгополов Д. В., Захарова А.И., Зобин В.М., Коган С.Я., Корчагина О.А., Москвина А.Г., Поликарпова Л.А., Чепкунас Л.С. 1985. Спектры Р-волн в задаче определения динамических параметров очагов землетрясений. Унификация исходных данных и процедуры расчёта амплитудных спектров // Вулканология и сейсмология. №2. С. 60-70.
8. Аптекман Ж.Я., Белавина Ю.Ф., Захарова А.И., Зобин В.М., Коган С.Я., Корчагина О.А., Москвина А.Г., Поликарпова Л.А., Чепкунас Л.С. 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.