

ОЧАГОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ КРЫМА

Е.И. Поречнова, З.Н. Сыкчина

Отдел сейсмологии Института геофизики НАН Украины, г. Симферополь, seismosilver@mail.ru

В 2004 г. было рассчитано 12 амплитудных и энергетических спектров для четырех землетрясений Крымского региона в диапазоне эпицентральных расстояний $\Delta=60\text{--}321$ км с энергетическим классом $K_{II}=9.0\text{--}10.6$ [1, 2] и Новодарьевского землетрясения в Луганской области Украины $K_{II}=10.2$ [3]. Очаговые параметры землетрясений получены по амплитудным спектрам поперечных волн землетрясений, зарегистрированных региональными сейсмическими станциями Крыма «Алушта», «Севастополь», «Симферополь», «Судак» и «Ялта». Записи получены на стандартной аппаратуре, скорость развертки составляла 60 мм/мин. Пространственное распределение эпицентров землетрясений, для которых получены спектры, представлено на рис. 1.

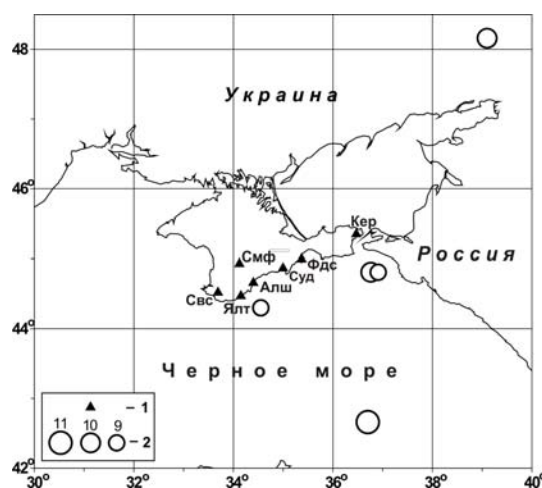


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений, для которых рассчитаны спектры

1 – сейсмическая станция; 2 – энергетический класс K_{II} .

Очаги землетрясений, для которых были рассчитаны спектры, расположены во втором, пятом, девятом районах Крыма и в Луганской области (табл. 1).

Таблица 1. Список землетрясений Крыма, для которых рассчитаны спектры в 2004 г.

№	Дата, д м	t_0 , ч мин с	Эпицентр		h , км	Магнитуды			K_{II}	Район
			φ° , N	λ° , E		M_s	M_w	$MPSP$ m_b		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	18.01	02 29 40.8	44.81	36.76	22		3.1	4.0/7 3.8/4	9.6	Керченско-Анапский (№ 5)
2	30.01	05 09 26.0	42.66	36.70	22	3.9	3.9	4.0/5 4.1/8	10.6	Черноморская впадина (№ 9)
3	11.05	01 37 16.0	48.16	39.10	0	3.4	3.2	3.5/3	10.2	Новодарьевское, $I_0=5$ баллов Луганская область, Украина
4	05.07	00 03 14.2	44.30	34.35	27	2.0	2.8		9.0	Ялтинский (№ 2)
5	18.10	23 15 24.1	44.81	36.91	25	2.3	3.2	3.8/3 3.5/2	9.4	Керченско-Анапский (№ 5)

Примечание. Параметры землетрясений в графах 2–8, 10, 11 соответствуют таковым в [2]; в графе 9 магнитуды $MPSP$ взяты из [4], m_b из [5].

На рис. 2 представлены рассчитанные амплитудные спектры и результаты их аппроксимации прямыми линиями. Методика оцифровки сейсмограмм и расчета спектральных и очаговых параметров описана в [6].

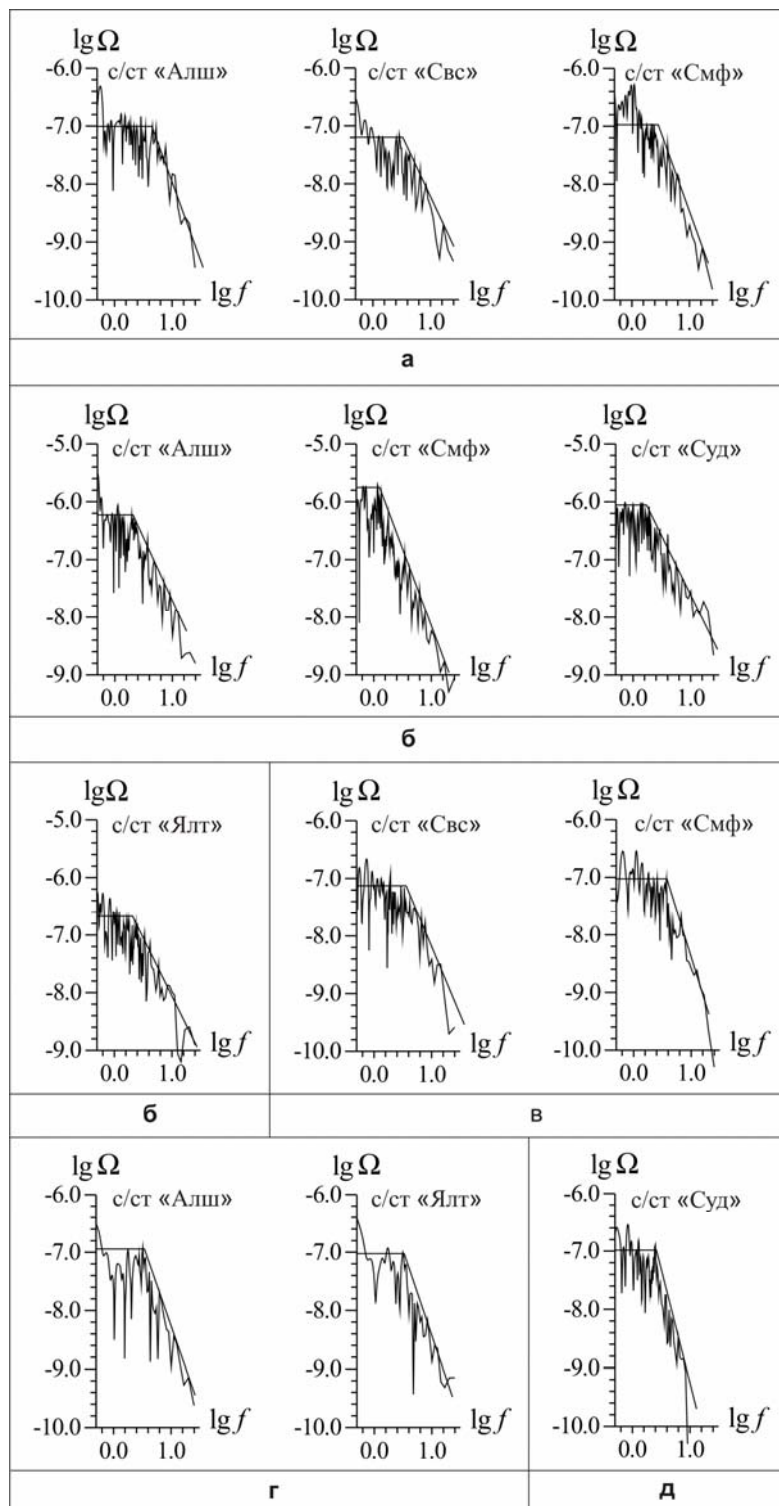


Рис. 2. Амплитудные спектры землетрясений: 18 января в 02^h29^m (а), 30 января в 05^h09^m (б), 5 июля в 00^h03^m (в), 18 октября в 23^h15^m (г), 11 мая в 01^h37^m (д)

Аппроксимация спектров и расчет динамических параметров очагов землетрясений проводился по методике Брюна [7, 8]. Полученные спектры достаточно хорошо удовлетворяют модели Брюна, что позволяет уверенно выделить спектральные параметры: угловую частоту f_0 и

спектральную плотность Ω_0 . Характеристики амплитудных спектров f_0 и Ω_0 использованы для расчета динамических параметров очагов землетрясений Крыма. В табл. 2 представлены следующие параметры очагов землетрясений: Δ – эпицентральное расстояние, Ω_0 – спектральная плотность, f_0 – угловая частота, M_0 – сейсмический момент, r_0 – радиус круговой дислокации, $\Delta\sigma$ – сброшенное напряжение, ε – деформация сдвига, \bar{u} – средняя подвижка по разрыву. Здесь же приведены средние некорректированные (S) и скорректированные (S_k) значения динамических параметров.

В табл. 2 представлены также значения моментной магнитуды M_w , рассчитанной по сейсмическому моменту M_0 . Вычисления выполнены по средним некорректированным значениям сейсмического момента по формуле Канамори [9]:

$$M_w = 2/3 \cdot \lg M_0 - 10.7.$$

В системе СИ формула Канамори приобретает вид:

$$M_w = 2/3 \cdot (\lg M_0 + 7) - 10.7.$$

Таблица 2. Спектральные и динамические параметры очагов землетрясений Крыма за 2004 г.

Станция	Составляющая	Δ , км	Ω_0 , 10^{-6} м·с	f_0 , Гц	M_0 , 10^{13} Н·м	M_w	r_0 , км	$\Delta\sigma$, 10^5 Па	ε , 10^{-6}	\bar{u} , 10^{-2} м
Землетрясение 18 января: $t_0 = 02^h 29^m 40.8^s$, $\varphi = 44.81^\circ$, $\lambda = 36.76^\circ$, $h = 22$ км, $K_{II} = 9.6$ [2]										
Алушта	N-S	187	0.0975	4.27	5.137	3.1	0.30	8.774	29.25	0.625
Севастополь	N-S	245	0.0627	3.13	4.313	3.1	0.4	2.898	9.66	0.282
Симферополь	N-S	209	0.1079	2.82	6.345	3.2	0.45	3.125	10.42	0.337
S					5.2	3.1	0.38	4.299	14.33	0.390
S_k					5.558	3.1	0.39	4.131	13.77	0.388
Землетрясение 30 января: $t_0 = 05^h 09^m 26.0^s$, $\varphi = 42.66^\circ$, $\lambda = 36.70^\circ$, $h = 22$ км, $K_{II} = 10.6$ [2]										
Алушта	N-S	284	0.5781	2.04	58.427	3.8	0.65	9.237	30.79	1.454
Симферополь	E-W	321	1.8535	1.26	211.432	4.2	1.06	7.836	26.12	2.001
Судак	E-W	273	0.875	1.72	85.054	3.9	0.77	8.065	26.88	1.506
Ялта	E-W	283	0.2028	2.03	20.422	3.5	0.65	3.206	10.69	0.506
S					68.061	3.9	0.77	6.577	21.92	1.22
S_k					69.883	3.9	0.73	8.021	26.74	1.405
Землетрясение 11 мая: $t_0 = 01^h 37^m 16.0^s$, $\varphi = 48.16^\circ$, $\lambda = 39.10^\circ$, $h = 0$ км, $K_{II} = 10.2$ [3]										
Судак	E-W	462	0.1	2.51	6.928	3.2	0.42	4.173	13.91	0.421
Землетрясение 5 июля: $t_0 = 00^h 03^m 14.2^s$, $\varphi = 44.30^\circ$, $\lambda = 34.35^\circ$, $h = 27$ км, $K_{II} = 9.0$ [2]										
Севастополь	E-W	60	0.0697	3.51	1.62	2.8	0.38	1.308	4.36	0.12
Симферополь	N-S	75	0.0929	3.74	2.618	2.9	0.36	2.563	8.54	0.22
S					2.059	2.8	0.37	1.831	6.1	0.162
S_k					2.486	2.9	0.36	2.256	7.52	0.198
Землетрясение 18 октября: $t_0 = 23^h 15^m 24.1^s$, $\varphi = 44.81^\circ$, $\lambda = 36.91^\circ$, $h = 25$ км, $K_{II} = 9.4$ [2]										
Алушта	E-W	198	0.1096	3.42	7.735	3.2	0.39	5.786	19.29	0.543
Ялта	N-S	220	0.0979	3.13	7.666	3.2	0.43	4.38	14.6	0.449
S					7.701	3.2	0.41	5.034	16.78	0.494
S_k					11.83	3.3	0.51	4.026	13.42	0.491

Л и т е р а т у р а

1. Пустовитенко Б.Г., Кульчицкий В.Е. Об энергетической оценке землетрясений Крымского региона // Магнитудно-энергетическая классификация землетрясений. Т. 2. – М.: АН РАН, 1974. – С. 113–124.
2. Свидлова В.А., Сыччина З.Н., Козиненко Н.М. (отв. сост.). Каталог землетрясений Крыма за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).

3. **Свидлова В.А.** Подробные данные о землетрясении в Луганской области Украины за 2004 год // Сейсмологический бюллетень Украины за 2004 год. – Симферополь: ОС ИГ НАНУ, 2006. – С. 35–36.
4. **Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2004 год** / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ГС РАН, 2004–2005.
5. **Bulletin of the International Seismological Centre for 2004.** – Berkshire: ISC, 2006–2007.
6. **Пустовитенко Б.Г., Пантелеева Т.А.** Спектральные и очаговые параметры землетрясений Крыма.– Киев: Наукова думка, 1990. – 249 с.
7. **Brune J.N.** Tectonic stress and the spectrum of seismic shear waves from earthquake // J. Geophys. Res. – 1970. – **75.** – N 26. – P. 4997–5009.
8. **Brune J.N.** Corrections // J. Geophys. Res. – 1976. – **76.** – N 20. – P. 5002.
9. **Hanks T.S., Kanamori H.** A moment magnitude scale // J. Geophys. Res. – 1979. – **84.** – N 135. – P. 2348–2350.