

## КРЫМ

*А.Н. Пустовитенко, В.А. Свидлова, А.А. Пустовитенко, Е.И. Поречнова, З.Н. Сыкчина*

В 1996 г. в Крыму продолжали работать семь сейсмических станций (табл. 1).

**Таблица 1.** Сейсмические станции Крыма, работавшие в 1996 г.

№	Станция			Дата открытия	Координаты			Принадлежность
	Название	Код			φ°, N	λ°, E	h, м	
		Межд.	Рег.					
1	Ялта	YAL	Ялт	12.09.1927	44.48	34.15	23.6	Отдел сейсмологии ИГ НАН Украины
2	Феодосия	FEO	Фдс	11.10.1927	45.02	35.39	40	"
3	Симферополь	SIM	Смф	14.05.1928	44.95	34.12	275	"
4	Севастополь	SEV	Свс	28.06.1928	44.54	33.68	42	"
5	Алушта	ALU	Алш	03.10.1951	44.68	34.40	61	"
6	Казантип	KZP	Кзн	08.09.1981	45.45	35.84	3	"
7	Судак	SDK	Суд	18.10.1988	44.89	35.00	108	"

Параметры используемой на них аппаратуры и режим работы представлены в табл. 2. В параметрах сейсмической аппаратуры по сравнению с таковыми в 1995 г. [1], существенных изменений не произошло, если не считать, что для экономии осциллографной фотобумаги был уменьшен шаг винта регистратора на каналах СКД и СД-1, в результате чего смена сейсмограмм стала производиться один раз в сутки. Существенным моментом также явилось прекращение регистрации заглубленным каналом СД-1 на станции "Симферополь" (в связи с выходом из строя 100-секундного гальванометра SPG-4) и заглубленным каналом на станции "Севастополь".

**Таблица 2.** Параметры сейсмографов основных каналов сейсмических станций Крыма в 1996 г.

№	Название станции	Тип прибора	Компоненты	T <sub>s</sub> , с	D <sub>s</sub>	T <sub>g</sub> , с	D <sub>g</sub>	σ <sup>2</sup>	V <sub>max</sub>	ΔT <sub>max</sub> , с	Скорость развертки, мм/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Ялта	СХ СХ, КПЧ	N,E,Z	0.75	0.70	0.29	2.00	0.19	20000	0.20-0.50	60
			N,Z	0.67	0.55	0.20	3.00	8.5*10 <sup>-4</sup>	1000	0.20-0.50	60
			E	0.67	0.55	0.14	4.00	5.2*10 <sup>-3</sup>	2000	0.20-0.50	60
2	Феодосия	СХ СКМ-3	N,E	1.00	0.70	0.40	3.60	0.04	10000	0.10-0.70	60
			Z	1.00	0.70	0.40	3.60	0.02	10000	0.10-0.70	60
3	Симферополь	СХ	N,E	1.00	0.70	0.36	3.00	0.10	10000	0.10-0.80	60
			Z	1.00	0.70	0.36	4.20	0.127	10000	0.10-0.80	60
		СХ, КПЧ	N,E	0.95	0.62	0.09	12.00	2.9*10 <sup>-3</sup>	500	0.10-0.80	360
			Z	0.97	0.60	0.09	14.00	3.4*10 <sup>-3</sup>	500	0.10-0.80	360
			СКД	N,E,Z	25.00	0.50	1.20	8.00	0.25	1000	0.20-20
		СКД, КПЧ	N,E	22.40	0.45	1.40	7.00	1.4*10 <sup>-4</sup>	50	0.20-18	30
			Z	22.40	0.45	1.15	8.00	2.1*10 <sup>-4</sup>	50	0.20-18	30
СД-1	N,E	25.00	1.00	100.0	0.50	0.13	700	18-50	15		
	Z	25.00	1.00	100.0	0.50	0.24	1000	18-50	15		
4	Севастополь	СКМ-3 УСФ	N,E,Z	1.00	0.68	0.78	1.70	0.10	30000	0.20-0.60	60
			N,E	0.50	-	0.36	-	-	300000*	0.20-0.40	60
			Z	0.50	-	0.36	-	-	100000*	0.20-0.40	60

№	Название станции	Тип прибора	Компоненты	$T_s$ , с	$D_s$	$T_g$ , с	$D_g$	$\sigma^2$	$V_{max}$	$\Delta T_{max}$ , с	Скорость развертки, мм/мин	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
5	Алушта	СХ	N	0.76	0.74	0.22	1.74	0.246	20000	0.20-0.50	60	
			СКМ-3	E	0.76	0.74	0.22	1.74	0.035	20000	0.20-0.50	60
			СХ	Z	0.73	0.74	0.22	1.74	0.122	20000	0.20-0.50	60
			СХ, КПЧ	N	0.61	0.57	0.19	2.00	$9.3 \cdot 10^{-4}$	1000	0.10-0.50	120
				E	0.72	0.72	0.19	2.00	$4.2 \cdot 10^{-4}$	2000	0.20-0.40	120
				Z	0.59	0.56	0.22	1.80	$4.2 \cdot 10^{-3}$	1000	0.20-0.50	120
6	Казантип	СМ-3	N,E,Z	1.00	-	-	-	-	1900*	0.30-0.60	60	
7	Судак	СКМ-3	N,E,Z	1.00	0.70	0.27	1.80	$1.8 \cdot 10^{-2}$	20000	0.10-0.60	60	
			СКМ-3, КПЧ	N	0.98	0.67	0.09	5.30	$6.6 \cdot 10^{-4}$	1000	0.10-0.60	360
				E,Z	0.92	0.67	0.09	5.30	$7.5 \cdot 10^{-4}$	1000	0.10-0.60	360

Примечание. Знаком \* помечены каналы с электронным усилителем. Каналы СХ,КПЧ в "Симферополе" и СКМ-3,КПЧ в "Судаке" работают с большой скоростью развертки на осциллографах К-12-22, на остальных станциях – на отдельных регистраторах РС-2. Канал СКД, КПЧ в "Симферополе" работает на основном регистраторах и пишет с малым увеличением поверх основной высокочувствительной записи.

Распределение числа землетрясений и суммарной выделившейся энергии представлено в табл. 3, пространственное распределение землетрясений показано на карте эпицентров рис. 1.

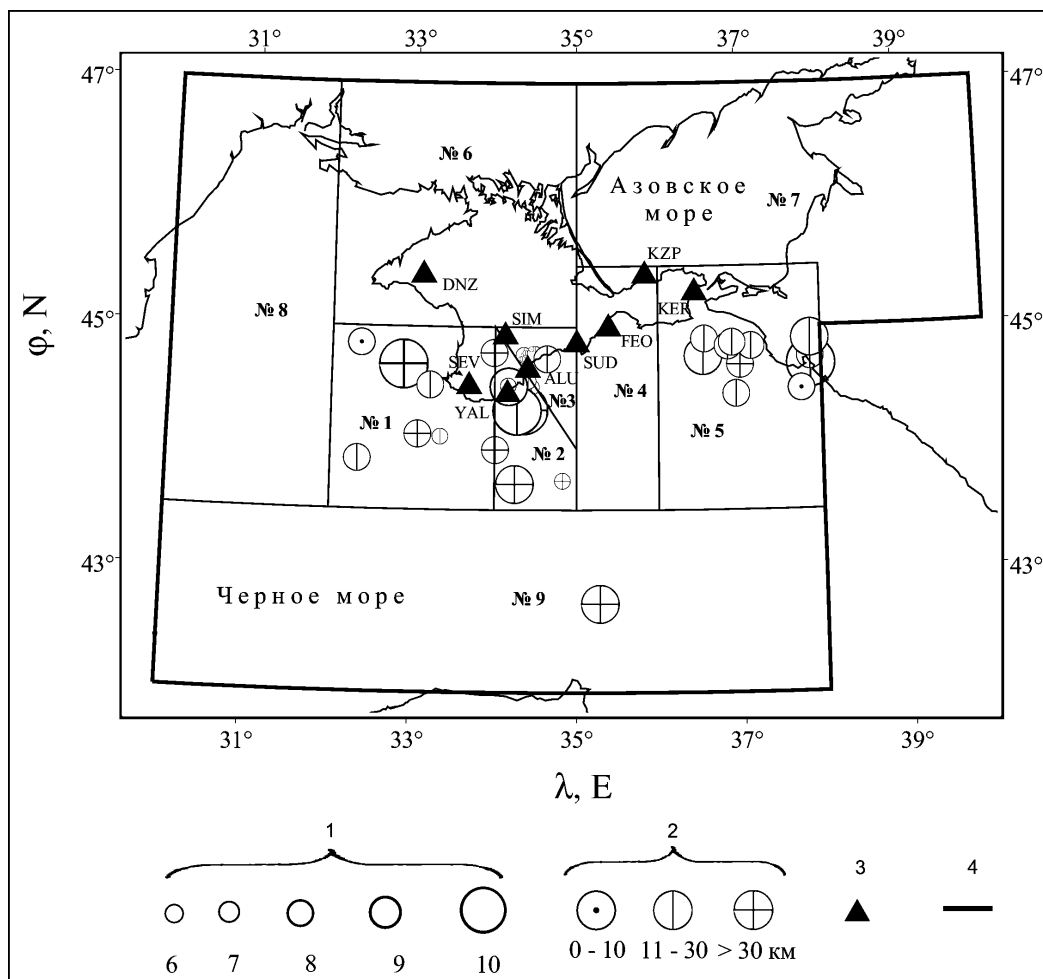


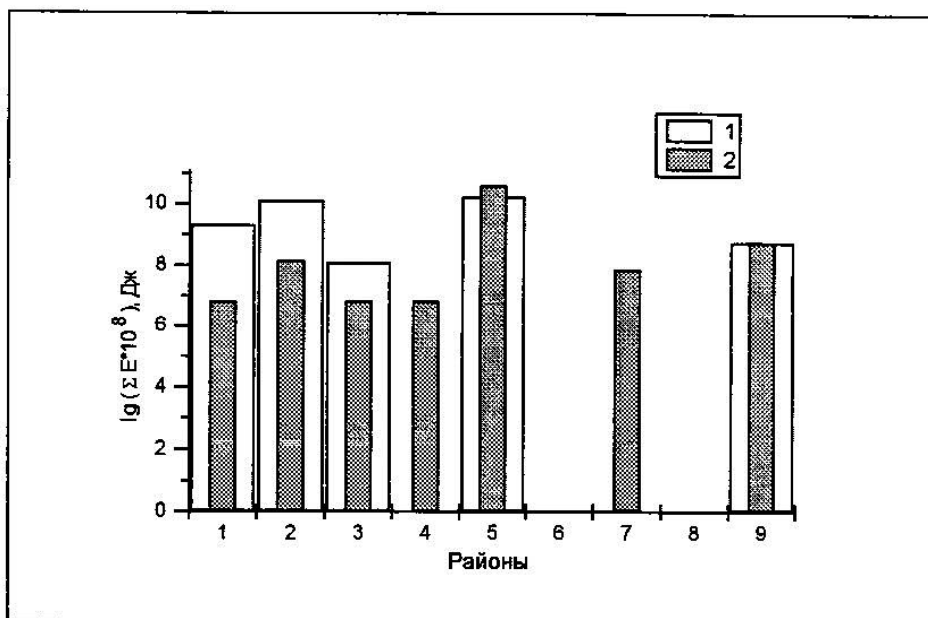
Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений Крыма за 1996 г.

1 – энергетический класс  $K_{II}$ ; 2 – глубина  $h$  гипоцентра, км; 3 – сейсмическая станция; 4 – граница региона.

**Таблица 3.** Распределение числа землетрясений по энергетическим классам  $K_{II}$  и суммарная сейсмическая энергия  $\Sigma E$  по районам

№	Район	$K_{min}$	$K_{II}$								$N_{\Sigma}$	$\Sigma E \cdot 10^9$ , Дж
			4	5	6	7	8	9	10	11		
1	Севастопольский	9	-	-	-	2	4	1	-	-	7	2.087
2	Ялтинский	8	-	1	3	5	3	1	2	-	15	13.074
3	Алуштинский	8	-	4	5	5	1	-	-	-	15	0.125
4	Судакский	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Керченско-Анапский	9	-	-	-	-	8	2	1	-	11	17.987
6	Степной Крым	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	Азово-Кубанский	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	Северо-Западный	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	Черноморская впадина	10	-	-	-	-	-	1	-	-	1	0.631
	Всего											33.904

Из табл. 3 и карты эпицентров видно, что в районах №4,6,7,8 в 1996 г. наблюдалось сейсмическое затишье – не произошло ни одного землетрясения. В районах №1-3 сейсмическая активность по сравнению с таковой в 1995 г. заметно увеличилась, но в Керченско-Анапском районе снизилась [1]. В 1996 г. число землетрясений в этом районе значительно меньше, чем в районах №2,3.



**Рис. 2.** Сейсмическая энергия по районам №1–9 за 1995 г. (1) и 1996 г. (2), соответственно

Рассчитано 24 амплитудных и энергетических спектра для 8 землетрясений с  $K_{II}=8.3 \div 10.2$ , с эпицентрными расстояниями  $\Delta=43 \div 333$  км. Для интерпретации полученных амплитудных спектров принята наиболее распространенная в практической сейсмологии модель Брюна [2], согласно которой амплитудные спектры аппроксимируются двумя пересекающимися прямыми. На рис. 3 представлены примеры амплитудных спектров и показан результат их аппроксимации. Методика оцифровки сейсмограмм и расчета спектральных и очаговых параметров описана в [3].

Спектры позволяют уверенно определить спектральные параметры очага (угловую частоту  $f_0$ , спектральную плотность  $\Omega_0$ ) и рассчитать очаговые параметры (сейсмический момент  $M_0$ , радиус круговой дислокации  $r_0$ , сброшенное напряжение  $\Delta\sigma$ , деформацию сдвига  $\epsilon$  и среднюю подвижку по разрыву  $u$  (табл. 4)). Здесь же приведены средние значения динамических параметров  $S$  и средние скорректированные значения  $S_k$  [3].

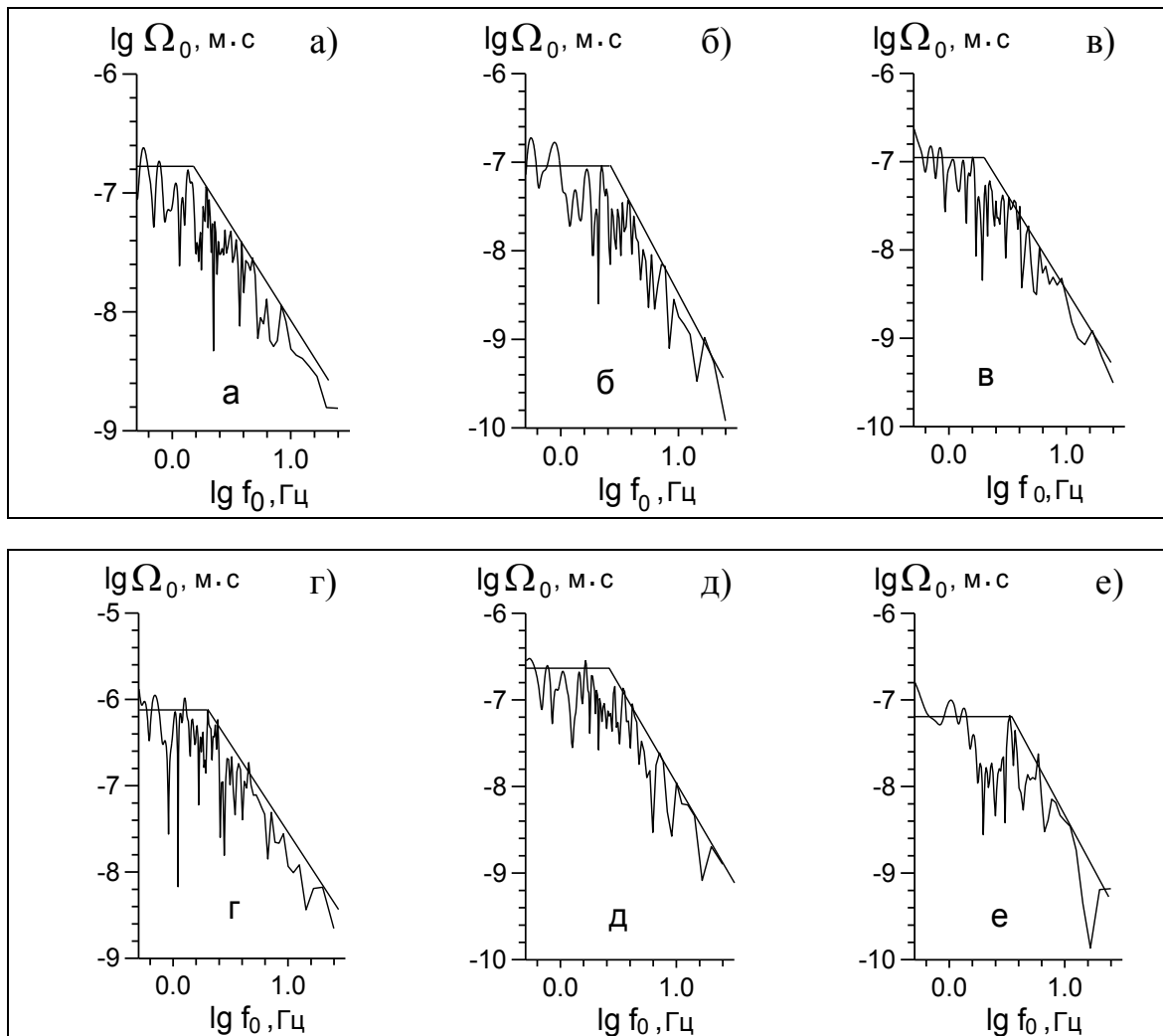


Рис. 3. Амплитудные спектры землетрясения 21 августа ( $t_0=20^h33^m$ ,  $K_{II}=8.4$ ), записанного станциями "Ялта" (а), "Алушта" (б), "Судак" (в) и землетрясения 23 ноября ( $t_0=18^h24^m$ ,  $K_{II}=9.5$ ), записанного станциями "Алушта" (г), "Севастополь" (д) (компонента E), "Севастополь" (е) (компонента Z).

Таблица 4. Спектральные и динамические параметры очагов землетрясений Крыма за 1996 г.

Станция	Комп.	$\Delta$ , км	$\Omega_0 \cdot 10^{-6}$ , м·с	$f_0$ , Гц	$M_0 \cdot 10^{13}$ , Н·м	$r_0$ , км	$\Delta\sigma \cdot 10^5$ , Па	$\varepsilon \cdot 10^{-6}$	$\bar{u} \cdot 10^{-2}$ , м
Землетрясение 15 марта: $t_0=03^h03^m50.4^s$ , $\varphi=44.32^\circ$ , $\lambda=34.35^\circ$ , $h=31$ км, $K_{II}=9.9$									
Симферополь	N	72	0.847	1.64	23.471	0.81	1.924	6.41	0.377
Судак	N	82	0.495	1.61	15.339	0.82	1.204	4.01	0.239
Судак	Z	82	0.049	3.13	5.626	0.74	0.619	2.06	0.110
Среднее					18.974	0.82	1.522	5.07	0.300
Среднее, скоррект.					12.681	0.66	1.898	6.33	0.304
Землетрясение 26 апреля: $t_0=14^h02^m34.8^s$ , $\varphi=44.76^\circ$ , $\lambda=36.56^\circ$ , $h=18$ км, $K_{II}=9.1$									
Судак	N	124	0.125	2.51	4.383	0.50	1.529	5.10	0.185
Алушта	N	171	0.058	3.04	2.791	0.41	1.724	5.75	0.172
Ялта	N	193	0.046	3.62	2.495	0.35	2.610	8.70	0.219
Среднее					3.125	0.42	1.902	6.34	0.191
Среднее, скоррект.					4.221	0.49	1.614	5.38	0.189

Станция	Комп.	$\Delta$ , км	$\Omega_0 \cdot 10^{-6}$ , м·с	$f_0$ , Гц	$M_0 \cdot 10^{13}$ , Н·м	$r_0$ , км	$\Delta\sigma \cdot 10^5$ , Па	$\varepsilon \cdot 10^{-6}$	$\bar{u} \cdot 10^{-2}$ , м
Землетрясение 11 июля: $t_0=18^h07^m53.0^s$ , $\varphi=44.69^\circ$ , $\lambda=37.88^\circ$ , $h=21$ км, $K_{II}=10.2$									
Судак	Z	228	0.189	2.18	44.808	1.00	1.960	6.53	0.474
Судак	E	228	1.080	1.83	69.199	0.69	9.300	31.00	1.546
Алушта	Z	275	0.100	1.49	28.557	1.47	0.397	1.32	0.141
Алушта	E	275	0.241	3.09	18.600	0.41	12.029	40.10	1.184
Симферополь	E	298	0.922	0.87	77.078	1.45	1.109	3.70	0.388
Севастополь	Z	333	0.124	1.92	42.840	1.14	1.281	4.27	0.351
Среднее					46.293	0.74	4.987	16.62	0.892
Среднее, скоррект.					35.430	0.65	5.762	19.21	0.899
Землетрясение 14 августа: $t_0=09^h00^m53.3^s$ , $\varphi=44.27^\circ$ , $\lambda=34.29^\circ$ , $h=25$ км, $K_{II}=8.3$									
Севастополь	N	57	0.113	2.36	2.486	0.56	0.614	2.05	0.083
Среднее, скоррект.					7.840	0.65	1.243	4.14	0.196
Землетрясение 21 августа: $t_0=20^h33^m32.1^s$ , $\varphi=44.52^\circ$ , $\lambda=33.21^\circ$ , $h=28$ км, $K_{II}=8.4$									
Ялта	E	75	0.176	1.29	4.981	1.03	0.201	0.67	0.05
Алушта	E	96	0.082	2.44	2.899	0.55	0.787	2.62	0.103
Судак	E	147	0.101	2.33	5.343	0.57	1.257	4.19	0.173
Среднее					4.257	0.68	0.583	1.94	0.096
Среднее, скоррект.					5.610	0.73	0.644	2.15	0.113
Землетрясение 29 августа: $t_0=18^h18^m09.1^s$ , $\varphi=42.73^\circ$ , $\lambda=35.28^\circ$ , $h=33$ км, $K_{II}=8.8$									
Алушта	E	228	0.135	1.83	10.994	0.73	1.256	4.19	0.220
Судак	E	241	0.101	2.36	8.685	0.56	2.146	7.15	0.291
Среднее					9.771	0.64	1.642	5.47	0.253
Среднее, скоррект.					9.585	0.64	1.641	5.47	0.252
Землетрясение 23 ноября: $t_0=18^h24^m29.9^s$ , $\varphi=44.31^\circ$ , $\lambda=34.27^\circ$ , $h=29$ км, $K_{II}=9.5$									
Алушта	E	43	0.824	1.86	15.107	0.72	1.814	6.05	0.313
Севастополь	E	54	0.211	2.86	4.572	0.47	1.994	6.65	0.224
Севастополь	Z	54	0.076	3.09	6.101	0.75	0.640	2.13	0.116
Среднее					8.311	0.58	1.902	6.34	0.265
Среднее, скоррект.					14.313	0.63	2.468	8.23	0.377
Землетрясение 15 декабря: $t_0=07^h01^m04.5^s$ , $\varphi=44.69^\circ$ , $\lambda=32.87^\circ$ , $h=33$ км, $K_{II}=9.2$									
Симферополь	E	102	1.586	1.14	60.104	1.17	1.661	5.54	0.468
Алушта	E	121	0.322	1.49	14.276	0.89	0.884	2.95	0.190
Судак	Z	169	0.059	2.56	13.305	0.90	0.795	2.65	0.173
Среднее					29.292	1.02	1.212	4.04	0.298
Среднее, скоррект.					19.406	0.78	1.797	5.99	0.338

Значения динамических параметров очагов, полученные по данным 1996 г., согласуются с долговременными характеристиками очагов Крымских землетрясений за предыдущие годы [3].

### Л и т е р а т у р а

1. Пустовитенко А.Н., Свидлова В.А., Сыкчина З.Н., Поречнова Е.И. 2001. Крым // Землетрясения Северной Евразии в 1995 году. М.:Изд-во ОИФЗ РАН. С. 9-11.
2. Brune J.N. 1970. Tectonic stress and the spectrums of seismic shear waves from earthquake. J. Geophys. Res. V.75. №26. P. 4997-5009.
3. Пустовитенко Б.Г., Пантелеева Т.А. 1990. Спектральные и очаговые параметры землетрясений Крыма. Киев: Наукова Думка. 249 с.