

## КРЫМ

А.Н. Пустовитенко, В.А. Свидлова

Отдел сейсмологии Института геофизики НАН Украины, г. Симферополь, [seismosilver@mail.ru](mailto:seismosilver@mail.ru)

В 2004 г. в Крымской сети работали семь стационарных сейсмических станций (табл. 1). На сейсмических станциях «Симферополь» и «Ялта» продолжалась непрерывная регистрация землетрясений как стандартной аналоговой, так и цифровой аппаратурой SDAS, изготовленной в ЦГО «Обнинск». Все остальные станции оборудованы только аналоговой аппаратурой с гальванометрической регистрацией на фотобумагу.

Обработка полученных цифровых материалов наблюдений на станциях «Симферополь» и «Ялта» выполнялась по программе WSG 4.5 и WSG 4.994 (используется в основном для экспорта записей короткопериодных каналов в архив и сохранения их в нем).

Цифровая регистрация ведется двумя трехкомпонентными каналами: широкополосным длиннопериодным ВН и узкополосным короткопериодным ЕН. Длиннопериодный канал работает на сейсмометрах СД-1 с собственным периодом  $T=25$  с, короткопериодный – на сейсмометрах СМ-3 с периодом  $T=1$  с.

Таблица 1. Сейсмические станции Крыма, работавшие в 2004 г.

№	Станция			Дата открытия	Координаты			Принадлежность
	Название	Код			$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$	$h, м$	
		межд.	рег.					
1	Феодосия	ФЕО	Фдс	11.10.1927	45.02	35.39	40	Отдел сейсмологии ИГ НАН Украины
2	Ялта	YAL	Ялт	13.03.1928	44.48	34.15	23.6	–«–
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	Судак	SDK	Суд	18.10.1988	44.89	35.00	108	–«–
7	Керчь	KRCH	Кер	19.05.1997	45.31	36.46	50	–«–

Вся первичная обработка цифровой информации осуществляется на месте сотрудниками станций «Симферополь» и «Ялта». Срочные донесения и сводная информация за прошедшие сутки передаются по электронной почте в Обнинск. Между сейсмическими станциями Крыма существует только телефонная связь. Телеметрии нет по причине отсутствия финансовых возможностей.

Параметры основных типов аналоговой аппаратуры представлены в табл. 2.

Таблица 2. Параметры сейсмографов основных и заглубленных аналоговых каналов сейсмических станций Крыма в 2004 г.

№	Название сеймостанций	Тип прибора	Компоненты	$T_s, с$	$D_s$	$T_g, с$	$D_g$	$\sigma^2$	$V_{max}$	$T_{max}, с$	Скорость развертки, мм/мин
1	Симферополь	СХ	N, E	1.00	0.70	0.36	3.0	0.22	16000	0.2–0.8	60
			Z	1.00	0.70	0.36	4.2	0.12	10000	0.2–0.8	60
			N	0.92	0.52	0.093	11.6	$3.4 \cdot 10^{-3}$	500	0.05–0.8	360
		КПЧ	E	0.92	0.52	0.097	11.1	$3.0 \cdot 10^{-3}$	500	0.05–0.8	360
			Z	0.97	0.6	0.096	14.5	$3.5 \cdot 10^{-3}$	500	0.05–0.8	360
			N	25	1	103.3	0.5	0.177	700	20–50	15
		СД-1	E	25	1	100.3	0.54	0.157	700	20–50	15
			Z	25	1	80.4	0.46	0.187	1000	20–50	15

№	Название сейсмостанций	Тип прибора	Компоненты	$T_s, c$	$D_s$	$T_g, c$	$D_g$	$\sigma^2$	$V_{max}$	$T_{max}, c$	Скорость развертки, мм/мин
2	Севастополь	СКМ-3	N	0.89	0.625	0.28	2.4	0.063	20000	0.1–0.7	60
			E	0.94	0.625	0.28	2.4	0.047	20000	0.1–0.7	60
			Z	0.96	0.625	0.28	2.4	0.061	20000	0.1–0.7	60
3	Ялта	СХ	N	0.75	0.7	0.29	2.0	0.19	20000	0.2–0.6	60
			E	0.74	0.7	0.29	2.0	0.177	20000	0.2–0.6	60
			Z	0.72	0.7	0.29	2.0	0.176	20000	0.2–0.55	60
		СКМ-3 КПЧ	N	0.67	0.53	0.25	2.3	$4.6 \cdot 10^{-3}$	1000	0.1–0.6	60
			E	0.66	0.55	0.13	4.4	$1.74 \cdot 10^{-2}$	1000	0.1–0.6	60
			Z	0.65	0.55	0.255	2.3	$4.5 \cdot 10^{-3}$	1000	0.1–0.6	60
4	Алушта	СХ	N	0.752	0.74	0.22	1.7	0.220	20000	0.2–0.5	60
			E	0.744	0.74	0.22	1.7	0.0320	20000	0.2–0.5	60
			Z	0.765	0.74	0.223	1.7	0.165	20000	0.2–0.5	60
		СКМ-3 КПЧ	N	0.61	0.587	0.19	2.0	$8.9 \cdot 10^{-4}$	1000	0.1–0.5	120
			E	0.72	0.73	0.19	2.0	$4.0 \cdot 10^{-4}$	2000	0.2–0.4	120
			Z	0.63	0.62	0.20	1.9	$8.0 \cdot 10^{-4}$	1000	0.2–0.5	120
5	Судак	СКМ-3	N	1.0	0.7	0.27	1.8	$1.66 \cdot 10^{-2}$	20000	0.19–0.55	60
			E	0.97	0.7	0.27	1.8	$1.82 \cdot 10^{-2}$	20000	0.15–0.55	60
			Z	1.0	0.7	0.26	1.8	$2.01 \cdot 10^{-2}$	20000	0.15–0.55	60
		СКМ-3 КПЧ	N	0.98	0.69	0.095	5.13	$8.8 \cdot 10^{-4}$	1000	0.15–0.65	360
			E	0.96	0.69	0.092	5.16	$9.6 \cdot 10^{-4}$	1000	0.15–0.55	360
			Z	0.98	0.69	0.096	4.89	$9.1 \cdot 10^{-4}$	1000	0.15–0.55	360
6	Феодосия 1 режим	СКМ-3 СХ	N	1.0	0.7	0.4	3.6	0.043	10000	0.1–0.7	60
			E	0.97	0.7	0.4	3.6	0.038	10000	0.1–0.7	60
			Z	0.97	0.7	0.4	3.6	0.017	10000	0.1–0.7	60
			N	1.0	0.7	0.4	3.6	$1.08 \cdot 10^{-2}$	5000	0.1–0.7	60
			E	0.97	0.7	0.4	3.6	$9.4 \cdot 10^{-3}$	5000	0.1–0.7	60
7	Керчь	УСФ	N	1.0	0.5	0.225	2.0	0.029	10000	0.1–0.5	60
			E	0.56	0.6	0.31	1.83	0.083	10000	0.1–0.5	60
			Z	0.8	0.78	0.313	1.45	0.0188	5000	0.1–0.5	60

Цифровые станции «Ялта» и «Симферополь» работают с июля 2000 г. [1]. Датчики цифровых станций установлены на тех же постаментов, что и аналоговые сейсмографы. Коэффициенты увеличений каналов ВН и ЕН цифровых станций (табл. 3) были рассчитаны в 2001 г. [2] и с тех пор не изменялись.

**Таблица 3.** Данные об аппаратуре цифровых станций Крыма по [3]

Название станции	Тип АЦП и сейсмометра	Перечень каналов	Частотный диапазон, Гц	Частота опроса данных, Гц	Эффективная разрядность АЦП	Чувствительность, велосигграф – отсчет/(м/с)
Симферополь	SDAS+СКД	ВН (N, E, Z) v	0.01–4	20	16	$2.5 \cdot 10^8$
	SDAS+СМ-3	ЕН (N, E, Z) v	0.1–20	100	16	$1.9 \cdot 10^9$
Ялта	SDAS+СКД	ВН (N, E, Z) v	0.015–4	20	16	$3.3 \cdot 10^9$
	SDAS+СМ-3	ЕН (N, E, Z) v	0.2–20	100	16	$3.1 \cdot 10^9$

На сейсмической станции «Алушта» продолжают ухудшаться условия наблюдений с того времени, как выносной павильон с сейсмометрами, расположенный в 500 м от станции на выходах скальных пород, был разрушен грабителями. Чудом уцелевшую аппаратуру пришлось установить в подвале сейсмической станции, в результате чего резко возрос уровень помех от проходящего по автотрассе транспорта.

На сейсмической станции «Керчь» были проанализированы записи землетрясений и замечено, что при существующих амплитудно-частотных характеристиках плохо прописывается волна S, так как ее частотный состав выходит за пределы АЧХ. Новые параметры для этой станции представлены в табл. 2.

На сейсмической станции «Феодосия» под воздействием возобновивших работу городских промышленных предприятий начал регистрироваться высокий уровень помех. По этой причине регистрация переведена на два уровня увеличений: 1-й режим с увеличением  $V=10000$ , второй –  $V=5000$  (табл. 2). На первом режиме можно регистрировать только ночью и в выходные дни.

В 2004 г. сетью крымских станций зарегистрировано 62 землетрясения Крымско-Черноморского региона с энергетическими классами  $K_{II}=4.8-10.6$ , для 50 из них определены координаты гипоцентра. Основные параметры землетрясений, для которых определены координаты гипоцентра, приведены в каталоге [4]. На рис. 1 представлена карта эпицентров землетрясений.

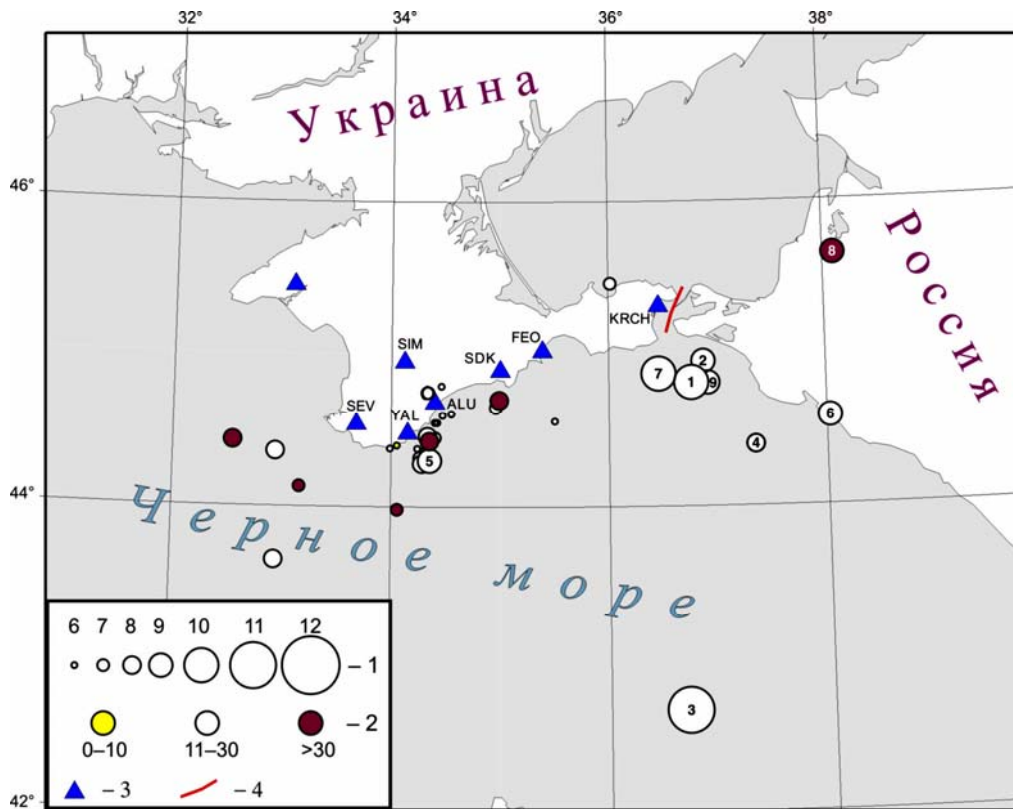


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений Крымского региона за 2004 г.

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

Распределение числа землетрясений и суммарной энергии, выделившейся по районам региона за 2004 г., приведено в табл. 4, а в целом по региону за период с 1986 по 2004 гг. – на рис. 2.

Таблица 4. Распределение числа землетрясений по энергетическим классам  $K_{II}$  и суммарная сейсмическая энергия  $\Sigma E$  по районам за 2004 г.

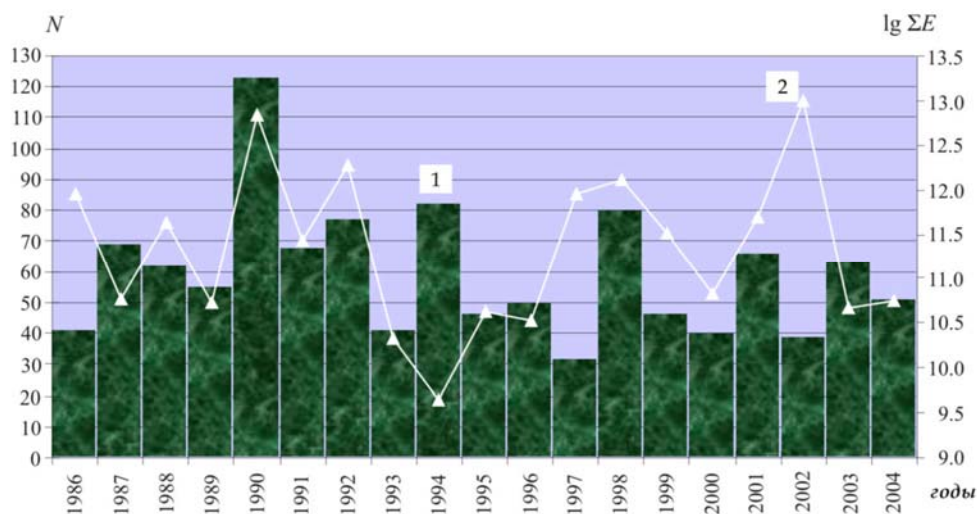
№	Район	$K_{II}$							$N_{\Sigma}$	$\Sigma E,$ $10^9 \text{ Дж}$
		5	6	7	8	9	10	11		
1	Севастопольский	1		1	2				4	0.153
2	Ялтинский		4	6	3	1			14	1.632
3	Алуштинский	2	11	3	1				17	0.159
4	Судакский		1	1					2	0.005
5	Керченско-Анапский				2	5	2		9	14.716
6	Степной Крым									0.000
7	Азово-Кубанский			1		1			2	0.526
8	Северо-Западный									0.000
9	Черноморская впадина				1			1	2	40.010
	Всего	3	16	12	9	7	2	1	50	57.202

Из табл. 5 и рис. 2 видно, что в 2004 г., так же как и в 2003 г., сейсмический процесс малоактивен: суммарная выделившаяся энергия по региону на порядок ниже среднего многолетнего уровня, в то время как число землетрясений за год находится на среднем уровне за продолжительный период наблюдений.

**Таблица 5.** Распределение числа землетрясений по энергетическим классам  $K_{II}$  и суммарная сейсмическая энергия  $\Sigma E$  Крыма за 1992–2004 гг.

№	$K_{II}$										$N_{\Sigma}$	$\Sigma E, 10^9 \text{ Дж}$	
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
1992		3	15	15	17	14	6	4	2			76	1861.72
1993	1	5	11	9	6	6	2					40	21.109
1994	23	22	13	5	13	4						81	4.345
1995	4	4	12	13	9	2		1				45	42.326
1996		5	8	12	16	5	3					49	33.904
1997		1	7	8	5	5	5	1	2			31	904.407
1998		1	15	28	13	11	7	3	1			79	1310.927
1999		3	6	7	12	10	4	3				45	321.38
2000	3	2	13	8	6	4	2	1				39	66.109
2001	2	6	22	14	8	8	3	4				65	482.53
2002	1	7	9	10	4	6				1		38	10006.063
2003	1	11	16	11	15	5	2	1				62	46.293
2004		3	16	12	9	7	2	1				50	57.202
Сумма	35	73	163	152	133	87	36	19	5	1	700	15158.315	
Среднее	2.69	5.61	12.54	11.69	10.23	6.69	2.77	1.46	0.38	0.08	53.85	1166.024	

Примечание. Таблица за 1992–2003 г. дана по [3].



**Рис. 2.** Распределение числа землетрясений  $N$  (1) и логарифма суммарной выделившейся энергии  $\Sigma E$  (2) по годам за 18 лет

В Севастопольском районе (№ 1) наблюдалось заметное снижение высвободившейся энергии в очагах четырех зарегистрированных землетрясений с  $K_{II}=5.4–7.9$ .

В наиболее активной части региона, Ялтинском (№ 2) и Алуштинском (№ 3) районах, произошло 62% землетрясений от общего числа. В Ялтинском районе отмечено 14 событий энергетических классов  $K_{II}=5.6–9.0$ . Энергия их на порядок выше таковой в 2003 г. Большинство эпицентров землетрясений находится в море на расстояниях 14–27 км от сейсмической станции «Ялта».

В Алуштинском районе зарегистрировано 17 слабых толчков с  $K_{II}=4.8–8.1$ . Как и в 2003 г., продолжается регистрация землетрясений на суше на расстояниях 8–13 км северо-западнее станции «Алушта».

На три порядка снизилась выделившаяся сейсмическая энергия землетрясений в **Судакском районе (№ 4)**. Здесь отмечено только два слабых землетрясения: 26 мая в 01<sup>h</sup>27<sup>m</sup> с  $K_{II}=6.2$  и 17 августа в 13<sup>h</sup>51<sup>m</sup> с  $K_{II}=6.5$  [4].

Продолжается активизация сейсмического процесса в **Азово-Кубанском районе (№ 7)**, ранее малоактивном. Крымской сетью зафиксировано из этого района два землетрясения: 7 апреля в 18<sup>h</sup>35<sup>m</sup> с  $K_{II}=7.4$ , 1 октября в 18<sup>h</sup>51<sup>m</sup> с  $K_{II}=8.7$ .

Восстанавливается сейсмическая активность **Керченско-Анапского района (№ 5)**. Суммарная выделившаяся энергия зарегистрированных восьми землетрясений возросла почти в три раза, по сравнению с таковой в 2003 г. Энергетические классы их  $K_{II}=8.0-9.6$ . Максимальное значение  $K_{II}=9.6$  имело землетрясение, зарегистрированное 18 января в 02<sup>h</sup>29<sup>m</sup>.

Самое сильное землетрясение года зарегистрировано в **Черноморской впадине (район № 9)**. На этот район приходится и максимум высвободившейся энергии в очагах двух землетрясений: 30 января в 05<sup>h</sup>09<sup>m</sup> с  $K_{II}=8.3$  и 12 октября в 22<sup>h</sup>18<sup>m</sup> с  $K_{II}=10.6$ .

Продолжается затишье в районах **Степной Крым (№ 6)** и **Северо-Западный (№ 8)**.

Определенный интерес представляет также тот факт, что впервые за годы наблюдений с 1986 по 2004 г. отсутствует противофазное проявление сейсмической активности в районах № 5 и № 9, отмеченное в предыдущих изданиях настоящего сборника [2, 3, 5].

#### Л и т е р а т у р а

1. Пустовитенко А.Н., Свидлова В.А., Пустовитенко А.А., Поречнова Е.И., Сыкчина З.Н. Крым // Землетрясения Северной Евразии в 2000 году. – Обнинск: ГС РАН, 2006. – С. 58–63.
2. Пустовитенко А.Н., Свидлова В.А., Пустовитенко А.А., Михайлова Р.С. Крым // Землетрясения Северной Евразии в 2001 году. – Обнинск: ГС РАН, 2007. – С. 64–73.
3. Пустовитенко А.Н., Свидлова В.А. Крым // Землетрясения Северной Евразии, 2003 год. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 52–57.
4. Свидлова В.А., Сыкчина З.Н., Козиненко Н.М. (отв. сост.). Каталог землетрясений Крыма за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
5. Пустовитенко А.Н., Свидлова В.А. Крым // Землетрясения Северной Евразии, 2002. – Обнинск: ГС РАН, 2008. – С. 73–79.