

СЕВЕРНЫЙ ТЯНЬ-ШАНЬ

Р.Т. Бейсенбаев, А.Н. Ли, Н.А. Калмыкова, Н.П. Неверова

Сейсмологическая опытно-методическая экспедиция Министерства образования и науки Республики Казахстан, г. Алматы, *kalmykova@mail.kz*

В 2000 г. система регистрации землетрясений Северного Тянь-Шаня осталась такой же, как и в 1999 г. [1], и состояла из 20 сейсмических станций, данные о которых приведены в табл. 1. Как и ранее, при обработке землетрясений Северного Тянь-Шаня привлекались дополнительно бюллетени сейсмических станций ОМСЭ ИС НАН Кыргызстана: «Ала-Арча», «Ананьево», «Арал», «Бишкек», «Каджи-Сай», «Кен-Суу», «Пржевальск», «Эркин-Сай». Границы представительной регистрации землетрясений различных энергетических классов ($K_{\min}=6.0, 6.5, 7.0, 7.5$) остались такими же, как и в 1999 г. [1]: на всей территории Северного Тянь-Шаня представительными являются землетрясения с $K_p \geq 7.5$, на территории хребтов Зайлийский и Кунгей Алатау – с $K_p \geq 7.0$, а в центральной части этих хребтов выделяется область, где без пропусков регистрируются землетрясения с $K_p \geq 6.5$.

Таблица 1. Сейсмические станции Казахстана (в хронологии их открытия), работавшие в 2000 г., и их параметры

№	Станция		Дата открытия	Координаты			Аппаратура				
	Название	Код		φ°, N	λ°, E	$h_y, м$	Тип прибора	Компонента	V_{\max}	$\Delta T_{\max}, с$	
		межд.	рег.								
1	Алматы	AAA	А-А	05.08.1927	43.267	76.950	920	СКМ-3	N, E, Z	5000	0.10–1.60
								СКМ-КПЧ	E	250	0.10–1.70
								СКД	N, E, Z	1000	0.50–18.0
								СКД-КПЧ	Z	50	0.50–18.0
2	Чимкент	СНМ	Чмк	03.09.1932	42.319	69.603	512	СК	Z	1000	0.30–8.0
								СК-КПЧ	Z	50	0.30–8.0
3	Семипалатинск	SEM	Смп	20.10.1934	50.40	80.25	209	СК	N, Z	1600	0.10–10.0
								СК-КПЧ	N	80	0.10–10.0
4	Джамбул	DJB	Джб	08.10.1973	42.892	71.331	631	СК	Z	1000	0.20–11.5
								СК-КПЧ	Z	50	0.20–10.5
5	Талды-Курган	Т-К	Т-К	02.08.1975	45.006	78.405	601	СКМ-3	Z	10000	0.15–1.65
								СКМ-КПЧ	E	500	0.15–1.65
								СК	N, E, Z	1000	0.15–10.0
6	Тургень	TRG	Трг	18.10.1976	43.307	77.637	1510	СКМ-3	Z	40000	0.10–1.50
								СКМ-КПЧ	E	2000	0.10–1.50
								СКД	Z	1000	1.00–15.0
								СКД-КПЧ	Z	50	1.00–15.0
7	Кастек	KST	Кст	20.09.1976	43.043	75.963	1415	СКМ-3	Z	40000	0.10–1.50
								СКМ-КПЧ	E	2000	0.10–1.50
8	Тянь-Шань	TNS	Т-Ш	26.09.1979	43.050	76.933	3130	СКМ-3	Z	40000	0.10–1.50
								СКМ-КПЧ	E	2000	0.10–1.50
9	Курты	KUU	Крт	16.03.1979	43.893	76.339	550	СКМ-3	Z	40000	0.10–1.45
								СКМ-КПЧ	E	2000	0.10–1.10
								СКД	Z	1000	1.0–19.0
								СКД-КПЧ	Z	50	1.0–18.0
10	Медео	MDO	Мдо	01.01.1980	43.167	77.010	1600	СКМ-3	Z	40000	0.10–1.60
								СКМ-КПЧ	E	2000	0.10–1.60
11	Майтубе	MTB	Мтб	14.07.1984	43.130	76.430	1190	СКМ-3	Z	30000	0.10–1.50
								СКМ-КПЧ	E	1000	0.10–1.50
12	Джаркент	DJR	Джр	16.10.1987	44.431	79.787	1600	СКМ-3	Z	40000	0.10–1.50
								СКМ-КПЧ	E	2000	0.10–1.50

№	Станция			Дата открытия	Координаты			Аппаратура			
	Название	Код			φ°, N	λ°, E	h _y , м	Тип прибора	Комп-нента	V _{max}	ΔT _{max} , с
		межд.	рег.								
13	Курам	KUR	Кур	16.09.1988	43.487	78.168	840	СКМ-3 СКМ-КПЧ	Z E	30000 1500	0.10–1.50 0.10–1.50
14	Капал-Арасан	KPA	Кпа	18.09.1988	45.283	79.356	946	СКМ-3 СКМ-КПЧ	Z E	40000 2000	0.10–1.50 0.10–1.50
15	Саты	SAT	Сат	17.10.1988	43.057	78.407	1500	СКМ-3 СКМ-КПЧ	Z E	30000 1500	0.10–1.50 0.10–1.50
16	Чушкалы	CHK	Чшк	12.05.1989	43.861	77.003	510	СКМ-3 СКМ-КПЧ	Z E	30000 1500	0.10–1.50 0.10–1.50
17	Южная	YUG	Южн	15.12.1989	42.142	70.039	1220	СКМ-3 СКМ-КПЧ	Z E	10000 1000	0.10–1.40 0.10–1.40
18	Зайсан	ZSN	Зсн	03.07.1989	47.450	84.400	550	СКМ-3 СКМ-КПЧ	N, E, Z E	40000 2000	0.10–1.50 0.10–0.70
19	Жабглы	JBG	Жбг	11.09.1993	42.450	70.570	1130	СКМ-3 СКМ-КПЧ	Z E	30000 1500	0.10–1.50 0.10–1.50
20	Боролдай	BRL	Брл	01.01.1994	43.040	69.840	590	СКМ-3 СКМ-КПЧ	Z E	30000 1500	0.20–1.20 0.20–1.20

Методика определения основных параметров землетрясений, подробно описанная в [2, 3], не изменилась. Каталог эпицентров землетрясений Северного Тянь-Шаня [4] включает 453 события с $K_p=4.4-12.5$. Карта эпицентров землетрясений с $K_p \geq 6.6$ представлена на рис. 1.

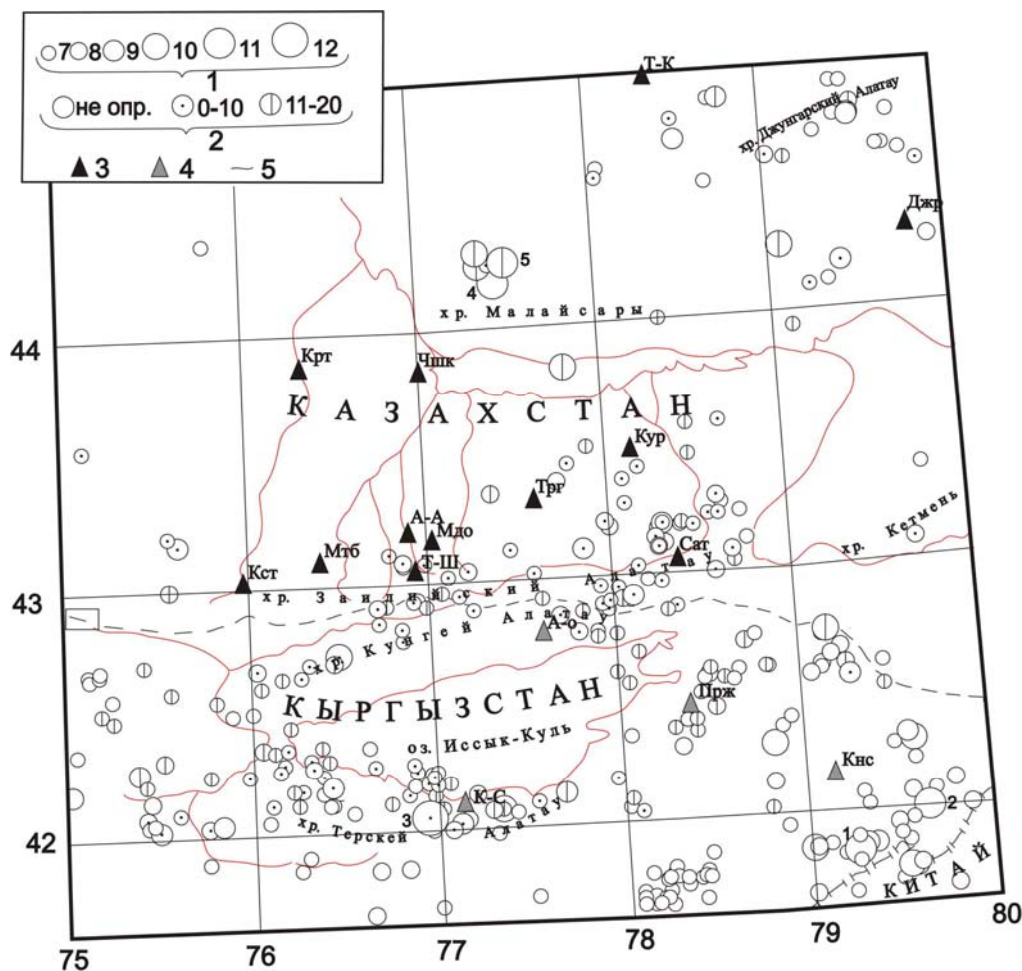


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений Северного Тянь-Шаня с $K_p \geq 6.6$ за 2000 г.

1 – энергетический класс K_p ; 2 – глубина h гипоцентра, км; 3, 4 – сейсмические станции Казахстана и Кыргызстана соответственно; 5 – государственная граница. Пронумерованы сильные ($K_p \geq 10.6$) землетрясения в соответствии с графой 1 каталога землетрясений Северного Тянь-Шаня [4].

Распределение числа землетрясений по энергетическим классам K_p для Северного Тянь-Шаня за 2000 г. дано в табл. 2 в сопоставлении с аналогичными данными за 1992–1999 гг. из [1]. Как видим, суммарное число землетрясений в 2000 г. превысило таковое в 1999 г. в 1.4 раза, но их суммарная энергия почти в три раза ниже.

Таблица 2. Распределение числа землетрясений по энергетическим классам K_p и суммарная сейсмическая энергия ΣE на Северном Тянь-Шане за 1992–2000 гг.

Год	K_p									N_{Σ}	$\Sigma E \cdot 10^{12}$, Дж
	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1992	242	90	29	6	5	1	–	–	–	373	1.598
1993	297	95	34	10	5	–	–	–	1	442	0.634
1994	254	105	32	12	2	3	–	–	–	408	3.352
1995	250	105	22	13	4	–	–	–	–	394	0.565
1996	280	79	25	12	2	3	1	–	–	402	13.320
1997	257	77	28	8	2	3	1	–	–	376	13.320
1998	350	112	31	14	6	–	–	–	–	513	0.996
1999	228	73	20	9	2	–	1	–	–	333	10.320
Среднее за 8 лет	269.75	92.00	27.62	10.5	3.50	1.12	0.37	–	0.12	405.12	5.513
2000	222	53	21	11	4	1	–	–	–	453	3.704

В 2000 г. сейсмическая активность Северного Тянь-Шаня, выраженная параметром A_{10} , оказалась равной 0.05. Другой количественный параметр сейсмического режима – угол наклона графика повторяемости γ [5] – составил 0.43, что соответствует среднему долговременному его значению [6].

Самое сильное ($K_p=12.5$) землетрясение на исследуемой территории произошло 8 августа в 01^h15^m в отрогах хр. Терской Алатау (3 на рис. 1), которое ощущалось в г. Алматы (115 км) с интенсивностью $I=3$ балла. Большинство его афтершоков отмечено в течение двух первых суток (табл. 3). Энергетический класс афтершоков соответствует в основном, $K_p=7$ за исключением одного толчка с $K_p=6.0$ и двух с $K_p=8.3$. Величина энергетической ступени между основным событием и максимальным афтершоком составила:

$$\Delta K_a = 12.5 - 8.3 = 4.2.$$

Карта эпицентров всех афтершоков изображена на рис. 2.

Таблица 3. Основные параметры афтершоков землетрясения 8 августа в 01^h15^m с $K_p=12.5$ ($MS=4.7$ [7], $Mw=5.0$ [8])

№	Дата, д м	t_0 , ч мин с	Эпицентр		h , км	MS	$MPVA$	K_p
			φ°, N	λ°, E				
Основной толчок								
	08.08	01 15 07.8	42.08	76.95	10	4.7	5.6	12.5
Афтершоки								
	08.08	02 53 35.3	42.25	76.98	5		3.0	6.6
	08.08	03 08 26.4	42.22	77.00	5		3.4	7.3
	08.08	04 02 52.2	42.22	76.95	10		3.2	7.0
	08.08	04 52 25.0	42.17	76.92	10		-	6.0
	08.08	05 07 00.3	42.22	77.08	15		3.0	6.6
	08.08	06 46 20.0	42.27	77.00	0		3.2	7.0
	08.08	23 15 33.0	42.27	76.90	5		3.0	7.0
	09.08	06 00 14.8	42.17	76.88	15		3.1	6.9
	09.08	11 25 46.6	42.27	76.97	5		3.0	6.9
	09.08	18 28 44.0	42.25	76.97	5		3.9	8.3
	11.08	18 39 54.2	42.17	77.22	10		3.8	8.3
	13.08	18 56 33.0	42.25	77.02	0		3.2	7.2
	24.08	01 08 10.4	42.22	76.88			3.0	6.7
	11.09	05 21 19.9	42.12	77.02	15		2.5	6.6
	18.09	09 10 05.2	42.18	76.85	5		3.0	6.8
	23.10	14 13 23.2	42.22	76.97	10		3.2	7.0

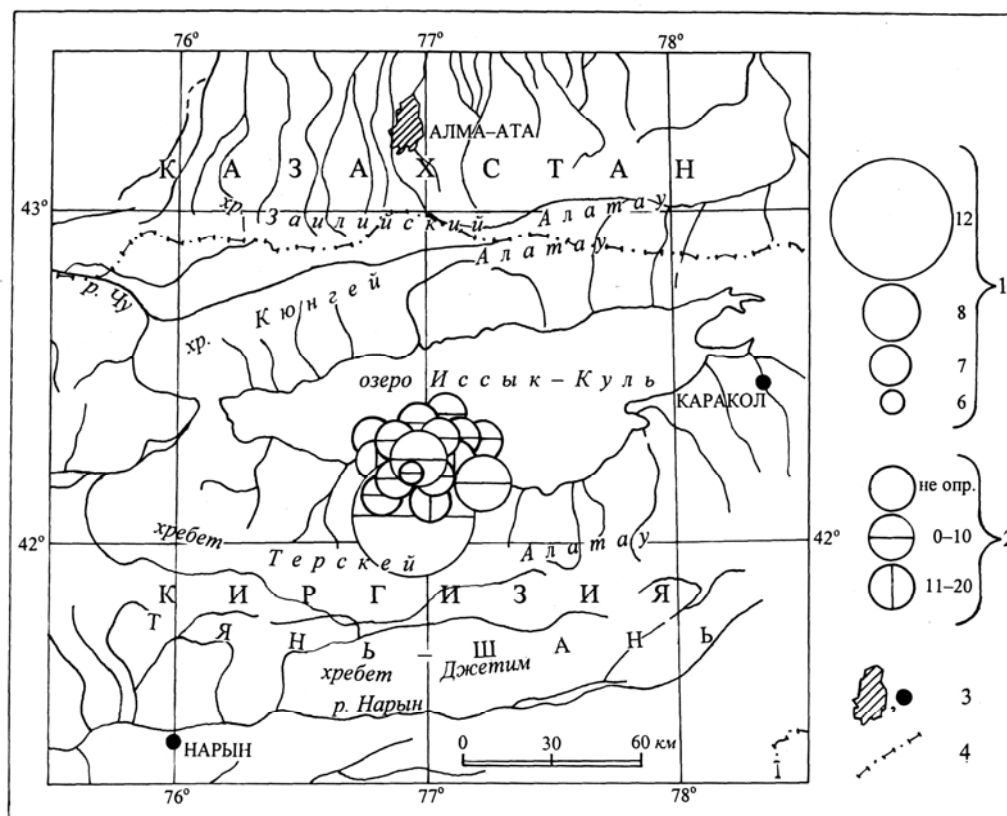


Рис. 2. Афтершоки землетрясения 8 августа с $K_p=12.5$

1 – энергетический класс; 2 – глубина гипоцентра h , км; 3 – г. Алматы, населенный пункт соответственно; 4 – государственная граница.

Для этого землетрясения имеется решение механизма очага [8, 9], согласно которому оно произошло под действием сжимающих напряжений, ориентированных в северо-восточном направлении. Обе нодальные плоскости вытянуты в северо-западном–юго-восточном направлениях и имеют близкие углы наклона к горизонту ($DP=43-47^\circ$). Тип движения по обеим плоскостям – взброс (рис. 3).

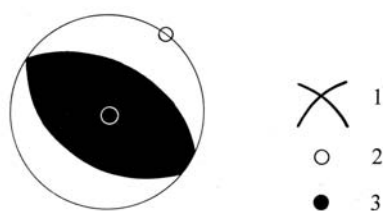


Рис. 3. Стереграмма механизма очага землетрясения 8 августа с $K_p=12.5$ (нижняя полусфера)

1 – нодальные линии; 2, 3 – оси главных напряжений сжатия и растяжения соответственно; зачернена область волн сжатия.

Заслуживают также внимания два землетрясения с $K_p \div 11$ (4 и 5 на рис. 1), зарегистрированные в сейсмически малоактивном районе хр. Малайсары 4 сентября в 00^h20^m ($K_p=10.9$) и 19 декабря в 00^h59^m ($K_p=11.2$). Первое из них произошло через несколько секунд после двух событий одинаковой энергии $K_p=10.2$ и временным промежутком в одну минуту [4]. Афтершоков после него не наблюдалось, лишь 21 сентября был толчок с $K_p=7.3$, эпицентр которого находился в непосредственной близости от землетрясения с $K_p=10.9$. Землетрясение 19 декабря с $K_p=11.2$ ощущалось в г. Алматы (130 км) с $I=2-3$ балла. Афтершоков зарегистрировано не было. И, наконец, отметим еще два события с $K_p \div 11$ (1 и 2 на рис. 1), произошедшие 6 мая в 03^h08^m с $K_p=11.0$, $M_s=3.0$ и 2 августа в 22^h44^m с $K_p=10.8$, $M_s=3.4$ [4]. Оба эти землетрясения приурочены к стыку горных систем Северного и Южного Тянь-Шаня на границе с Китаем.

К сожалению из-за закрытия станции ЧИСС-Медео (11 февраля 2000 г.) очаговые параметры землетрясений с $K_p \geq 11$ не определены.

Л и т е р а т у р а

1. Бейсенбаев Р.Т., Калмыкова Н.А., Неверова Н.П. Северный Тянь-Шань // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 116–120.
2. Калмыкова Н.А., Михайлова Н.Н., Неверова Н.П. Землетрясения Северного Тянь-Шаня // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. – М.: НИИ-Природа, 1999. – С. 55–59.
3. Михайлова Н.Н., Неверова Н.П., Калмыкова Н.А. Энергетические и магнитудные характеристики землетрясений в практике сейсмических наблюдений на Северном Тянь-Шане // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. – М.: НИИ-Природа, 1999. – С. 60–64.
4. Неверова Н.П. (отв. сост.), Шипулина С.А., Проскурина Л.П., Умурзакова Р.А., Ульянина И.А., Каймачникова Н.И., Гайшук Л.Н. Северный Тянь-Шань. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
5. Ризниченко Ю.В. Об изучении сейсмического режима // Изв. АН СССР. – Сер. геофиз. – № 9. – С. 1057–1074.
6. Михайлова Н.Н., Неверова Н.П. Землетрясения Северного Тянь-Шаня // Землетрясения в СССР в 1984 году. – М.: Наука, 1987. – С. 95–97.
7. Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2000 год / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ЦОМЭ ГС РАН, 2000–2001.
8. Bulletin of the International Seismological Centre for 2000. – Berkshire: ISC, 2002.
9. Чепкунас Л.С. (сост.). Северный Тянь-Шань. (См. раздел VII (Каталоги механизмов очагов землетрясений) в наст. сб. на CD).