

СЕВЕРНЫЙ ТЯНЬ-ШАНЬ

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

В 1999 г. система наблюдений Северного Тянь-Шаня претерпела некоторые изменения, по сравнению с таковой в [1]: 15 марта на востоке была закрыта региональная сейсмическая станция «Узын-Булак», а 17 марта – «Талгар», принадлежащая ИФЗ РАН. Общее число оставшихся станций – 20. Как и прежде, при обработке землетрясений привлекались дополнительно бюллетени сейсмических станций Опытной-методической сейсмологической экспедиции НАН Кыргызстана. Система наблюдений обеспечила регистрацию без пропусков землетрясений на уровне $K_{\min} \leq 7.5$ практически на всей исследуемой территории в пределах координат $41^\circ\text{--}45^\circ\text{ N}$, $75^\circ\text{--}80^\circ\text{ E}$ (рис. 1). Самый слабый уровень представительных землетрясений соответствует $K_{\min}=6.0$ на небольшой площадке между сейсмическими станциями «Тургень» и «Ананьево». Расчет карты энергетической представительности K_{\min} проведен по методике З.И. Арановича [2].

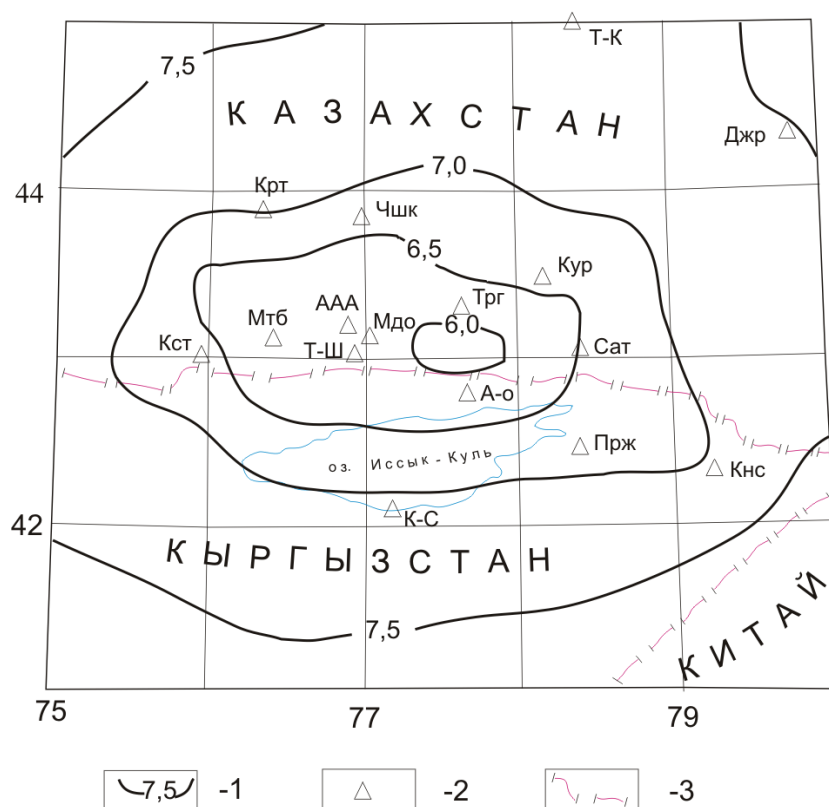


Рис. 1. Карта энергетической представительности землетрясений K_{\min} за 1999 г.

1 – изолиния K_{\min} ; 2 – сейсмическая станция; 3 – государственная граница. Коды и названия сейсмических станций: Т-К – «Талды-Курган», Джр – «Джаркент», Крт – «Курты», Чшк – «Чушкалы», Кур – «Курам», Кст – «Кастек», Мтб – «Майтубе», ААА – «Алма-Ата», Т-Ш – «Тянь-Шань», Мдо – «Медео», Трг – «Тургень», Сат – «Саты», А-О – «Ананьево», Прж – «Пржевальск», К-С – «Каджи-Сай», Кнс – «Кен-Суу».

Распределение землетрясений по энергетическим классам K_p для всей территории за 1999 г. дано в табл. 1 в сопоставлении с аналогичными данными за 1992–1998 гг.

Таблица 1. Распределение числа землетрясений по энергетическим классам K_p и суммарная сейсмическая энергия ΣE на Северном Тянь-Шане за 1992–1999 гг.

Год	K_p									N_{Σ}	$\Sigma E \cdot 10^{12}$, Дж	Источник
	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
1992	242	90	29	6	5	1	–	–	–	373	1.598	[3]
1993	297	95	34	10	5	–	–	–	1	442	0.634	[4]
1994	254	105	32	12	2	3	–	–	–	408	3.352	[5]
1995	250	105	22	13	4	–	–	–	–	394	0.565	[6]
1996	280	79	25	12	2	3	1	–	–	402	13.320	[7]
1997	257	77	28	8	2	3	1	–	–	376	13.320	[8]
1998	350	112	31	14	6	–	–	–	–	513	0.996	[1]
1999	228	73	20	9	2	–	1	–	–	333	10.320	

Как видим, сейсмическая активность Северного Тянь-Шаня по суммарному числу землетрясений уменьшилась в 1.5 раза, по сравнению с таковым в 1998 г. Но величина выделившейся в их очагах суммарной сейсмической энергии увеличилась более чем на порядок. Кроме того, определялся и другой количественный параметр сейсмического режима – наклон γ графика повторяемости. Значение этого параметра $\gamma=0.47$ остается на уровне долговременного среднего [9]. Карта эпицентров землетрясений за 1999 г. представлена на рис. 2.

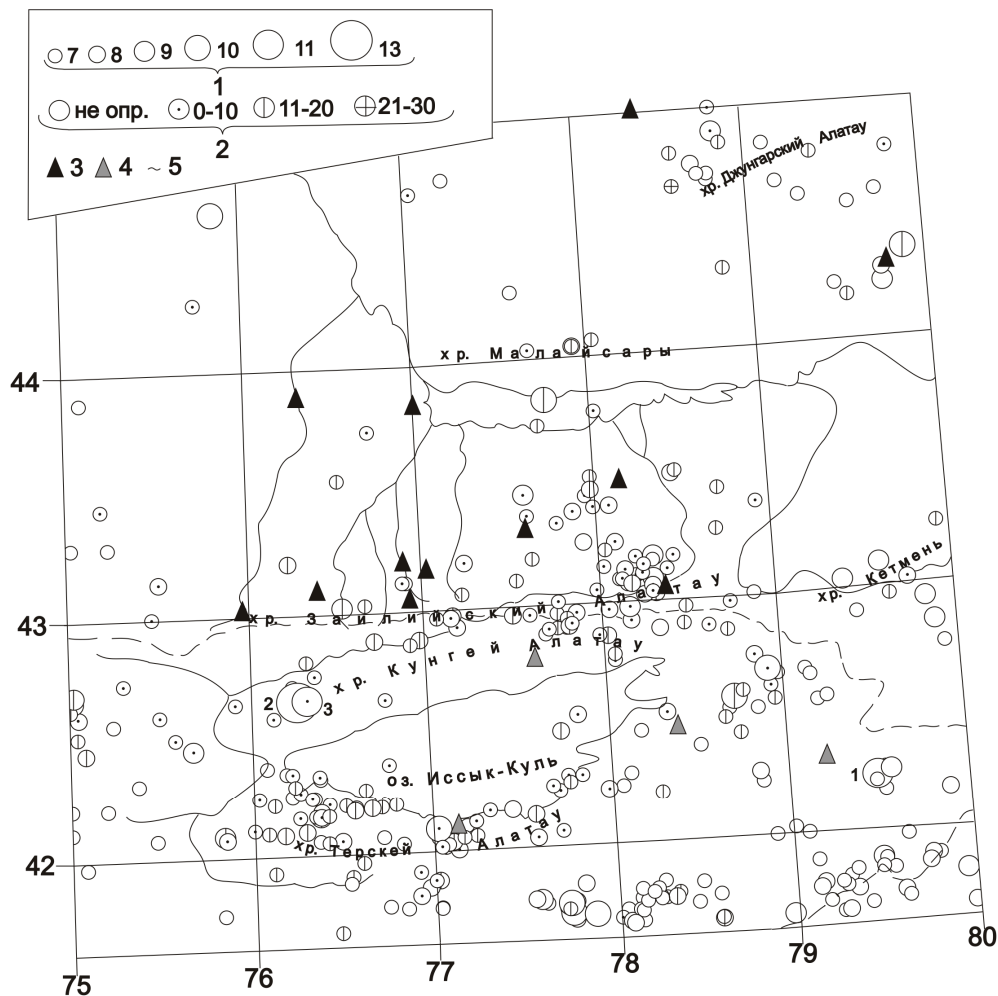


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений Северного Тянь-Шаня за 1999 г.

1 – энергетический класс K_p ; 2 – глубина h гипоцентра, км; 3, 4 – сейсмическая станция Казахстана и Кыргызстана соответственно; 5 – государственная граница. Пронумерованы сильные ($K_p \geq 10.6$) землетрясения в соответствии с графой 1 каталога [10].

Самое сильное ($K_p=12.6$ [10], $MS=4.5$ [11]) землетрясение на исследуемой территории произошло 6 декабря в 07^h33^m вблизи южных границ Казахстана, в пределах хр. Кюнгей-Ала-Тау, к северу от западного побережья оз. Иссык-Куль (2 на рис. 2). Оно ощущалось в г. Алма-Ата (80 км) с интенсивностью в 3–4 балла. Его основные параметры по данным разных агентств приведены в табл. 2.

Таблица 2. Основные параметры землетрясения 6 декабря в 07^h33^m по данным Тянь-Шаня в сопоставлении с определениями других агентств

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр						Магнитуда	Источ- ник
			φ°, N	$\delta\varphi^\circ$	λ°, E	$\delta\lambda^\circ$	h , км	δh , км		
Тянь-Шань 1999 г.	07 33 11.8	0.5	42.68	0.05	76.27	0.05	10	5	$MLH=4.5/6$, $MPVA=5.6/14$, $K_p=12.6$	[10]
MOS	07 33 10.2	1.06	42.72		76.31		10		$MS=4.8/28$, $MPSP=5.5/28$	[11]
ISC	07 33 09	1.1	42.57	0.02	76.32	0.03	17*	1*	$Ms=4.8/61$, $m_b=5.2/89$, h^* по pP	[12]
NEIC	07 33 11.2	0.22	42.63		76.32		21		$Ms=4.9/42$, $m_b=5.3/75$	[12]
HRVD	07 33 15.2	0.6	42.75	0.10	76.25	0.10	33	4	$M_w=5.2$	[12]
EIDC	07 33 10.2	0.57	42.28		76.91		21	2	$Ms=4.6/8$, $Mb=4.9$	[12]
ВЛ	07 33 13		42.83		76.83		12	2	$Ms=4.9$, $Mb=5.0$, $ML=5.3$	[12]
LDG	07 33 10.7	1.66	42.94		76.05		10		$Ms=4.4/6$, $Mb=5.2/32$	[12]
BER	07 33 20.7	0.74	43.38	0.94	75.43	1.16	17	2	$Ms=4.7$, $Mb=5.4$	[12]

Как видно из рис. 3, четыре агентства (MOS, ISC, NEIC, HRVD) дали решения эпицентра, достаточно близкие между собой и с региональным. Наихудшие решения предложены агентствами EIDC и BER.

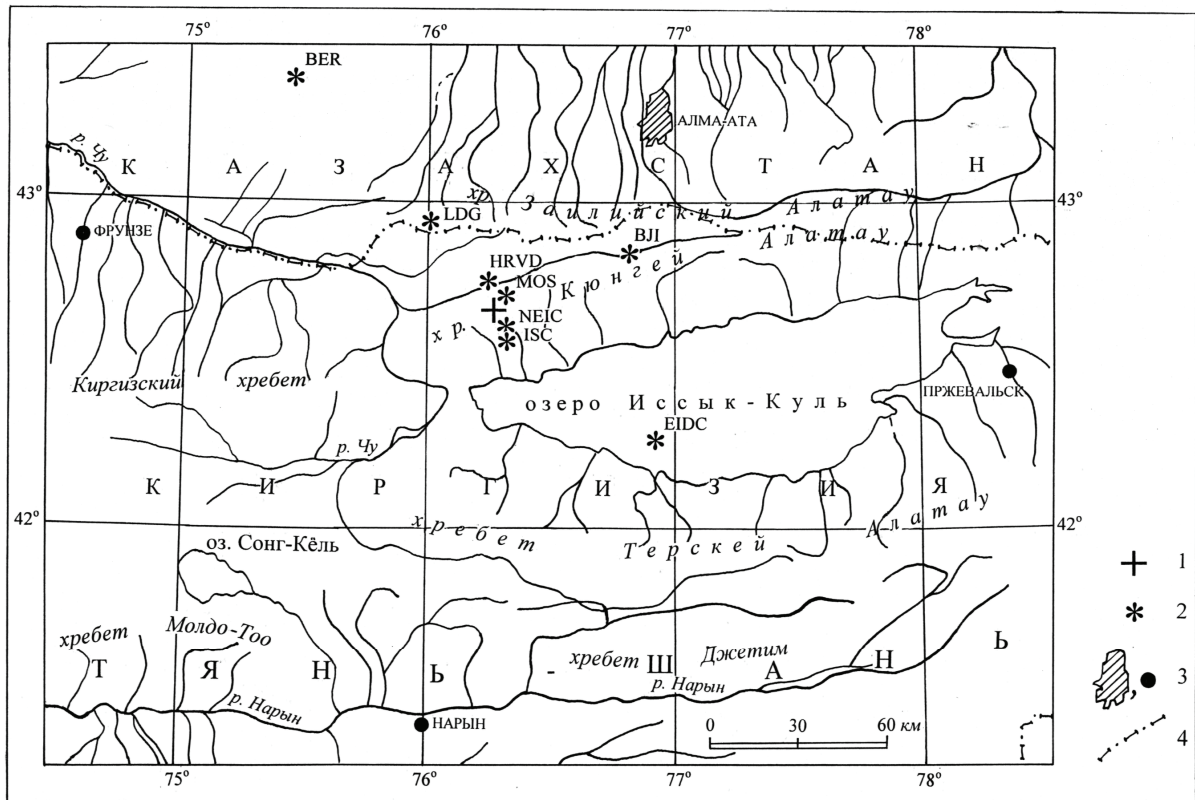


Рис. 3. Сопоставление решения эпицентра землетрясения 6 декабря по данным сети сейсмических станций на рис. 1 с решениями других агентств

1 – региональный эпицентр; 2 – эпицентры этого землетрясения по другим данным; 3 – г. Алма-Ата и др. населенные пункты; 4 – государственная граница.

В [13] представлено решение механизма очага данного события, согласно которому движение в очаге произошло под действием сжимающих напряжений, ориентированных на юго-восток. Обе нодальные плоскости имеют практически одно и то же простирание (северо-восток–юго-запад) (рис. 4) и наклонены к горизонту под близкими углами ($DP=38^\circ, 52^\circ$), при этом падение обеих плоскостей достаточно крутое – 81° и 97° . Тип движения по обеим плоскостям – взброс.

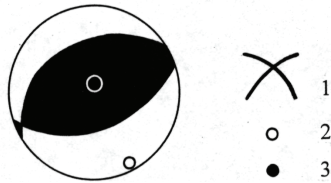


Рис. 4. Механизм очага землетрясения 6 декабря с $M_w=5.2$

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

Большинство афтершоков последовало в течение первых суток. Их энергетический класс равен 6–7, за исключением одного, имевшего $K_p=10.8$. Он ощущался в г. Алма-Ата с интенсивностью в 2–3 балла (табл. 3). Величина энергетической ступени между главным толчком и его максимальным афтершоком составила $\Delta K_a=1.8$.

Таблица 3. Список афтершоков землетрясения 6 декабря в 07^h33^m с $K_p=12.6$

Дата, д м год	t_0 , с	Эпицентр		δ , км	h , км	MPVA	K_p
		φ° , N	λ° , E				
06.12.1999	07 33 11.8	42.68	76.27	5	10	5.6	12.6
06.12	07 55 53.8	42.77	76.37	5	10	3.0	7.0
06.12	08 17 28.3	42.68	76.33	5	15	4.8	10.8
06.12	10 25 52.4	42.70	76.20	5	10	3.0	6.8
06.12	13 59 04.8	42.73	76.25	2	10	2.7	7.3
07.12	01 05 23.0	42.68	76.28	5	10	2.9	6.5
07.12	05 41 02.8	42.70	76.28	5	5	2.8	6.3
10.12	03 22 59.6	42.68	76.30	10	15	2.7	6.2
11.12	00 43 30.2	42.70	76.27	10	20	2.5	6.1
17.12	16 46 34.0	42.72	76.32	10	5	2.5	6.3
31.12	08 21 40.0	42.68	76.32	5	10	2.7	6.5
06.01.2000	17 15 58.0	42.67	42.67	5	5	2.9	6.9
23.02	15 33 04.6	42.72	42.72	5	15	2.8	6.4

Среди остальных событий 1999 г. землетрясений с $K_p \geq 12$ зарегистрировано не было. Землетрясение с $K_p=10.6$ (1 на рис. 2) отмечено 21 февраля в 14^h37^m в юго-восточной части Северного Тянь-Шаня. Заслуживает внимания землетрясение с $K_p=9.7$, произошедшее 8 марта в 17^h06^m практически в асейсмичном районе Северного Тянь-Шаня. Его эпицентр ($\varphi=44.68^\circ N, \lambda=75.77^\circ E$) находится в 100 км к юго-западу от знаменитого своей уникальностью Баканасского землетрясения 1979 г. с $K_p=14$ [14]. Интересно, что за всю историю инструментальных наблюдений в указанном районе событий с такой энергией не было.

Для трех землетрясений с $K_p=12.6, 10.8, 10.6$ по записям ЧИСС-станции «Медео» методом ЧИСС-коды [15] были определены сейсмические моменты, угловые частоты и кажущиеся напряжения, значения которых приведены в табл. 4.

Таблица 4. Характерные точки спектров и очаговые параметры землетрясений с $K_p \geq 10.6$

Дата, д м	t_0 , ч мин с	Эпицентр		K_p	$\lg M_0$, H·м	$\eta \sigma 10^5$, Па	f_0 , Гц
		φ° , N	λ° , E				
21.02	14 37 06.8	42.25	79.48	10.6	14.69	29.31	2.0
06.12	07 33 11.8	42.68	76.27	12.6	16.54	875.25	1.5
06.12	08 17 28.3	42.68	76.32	10.8	14.89	90.72	2.5

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 1998 году. – Обнинск: ФОР, 2004. – С. 105–108.
2. **Аранович З.И., Артыков Т.У., Мухамедов Б.К.** Расчет эффективности региональных сейсмических станций Средней Азии // Методика и результаты оценки эффективности региональных систем сейсмических наблюдений. – Тбилиси: Мецниереба, 1980. – С. 78–96.
3. **Кенесарин М.Н., Михайлова Н.Н., Неверова Н.П., Калмыкова Н.А.** Землетрясения Северного Тянь-Шаня // Землетрясения Северной Евразии в 1992 году. – М.: Геоинформмарк, 1997. – С. 55–58.
4. **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.
5. **Калмыкова Н.А., Михайлова Н.Н., Неверова Н.П.** Северный Тянь-Шань / Землетрясения Северной Евразии в 1994 году. – М.: ОИФЗ РАН, 2000. – С. 41–43.
6. **Калмыкова Н.А., Михайлова Н.Н., Неверова Н.П.** Северный Тянь-Шань // Землетрясения Северной Евразии в 1995 году. – М.: ОИФЗ РАН, 2001. – С. 59–61.
7. **Бейсенбаев Р.Т., Калмыкова Н.А., Неверова Н.П.** Северный Тянь-Шань // Землетрясения Северной Евразии в 1996 году. – М.: ОИФЗ РАН, 2002. – С. 67–70.
8. **Бейсенбаев Р.Т., Калмыкова Н.А., Неверова Н.П.** Северный Тянь-Шань // Землетрясения Северной Евразии в 1997 году. – Обнинск: ФОР, 2003. – С. 85–88.
9. **Михайлова Н.Н., Неверова Н.П.** Землетрясения Северного Тянь-Шаня // Землетрясения в СССР в 1984 году. – М.: Наука, 1987. – С. 95–97.
10. **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.).
11. **Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 1999 год /** Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ЦОМЭ ГС РАН, 1999–2000.
12. **Bulletin of the International Seismological Centre for 1999.** – Berkshire: ISC, 2001.
13. **Чепкунас Л.С., Михайлова Р.С. (сост.).** Северный Тянь-Шань. (См. раздел VII (Каталоги механизмов очагов землетрясений) в наст. сб. на CD).
14. **Нурмагамбетов А., Сыдыков А., Власова А.А., Краснова А.Ф.** Баканасское землетрясение 25 сентября 1979 г. // Землетрясения в СССР в 1979 г. – М.: Наука, 1982. – С. 48–53.
15. **Раутиан Т.Г., Халтурин В.И., Закиров М.Г., Земцова М.Г., Проскурин А.П., Пустовитенко Б.Г., Пустовитенко А.Н., Синельникова А.Г., Филина А.Г., Шенгелия И.С.** Эспериментальные исследования сейсмической коды. – М.: Наука, 1981. – 142 с.