

## СРЕДНЯЯ АЗИЯ И КАЗАХСТАН:

УДК 550.348.098.64 (574+575.1+575.2)

### ЦЕНТРАЛЬНАЯ АЗИЯ

**К.Д. Джанузаков<sup>1</sup>, А.М. Муралиев<sup>1</sup>, Н.А. Калмыкова<sup>2</sup>, М.М. Холикова<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Институт сейсмологии НАН Республики Кыргызстан, г. Бишкек, [kis@mail.elkat.kg](mailto:kis@mail.elkat.kg)

<sup>2</sup>Сейсмологическая опытно-методическая экспедиция Министерства образования и науки Республики Казахстан, г. Алматы, [kalmykova@mail.kz](mailto:kalmykova@mail.kz)

<sup>3</sup>Институт сейсмологии АН Узбекистана, г. Ташкент, [complex@uzsci.net](mailto:complex@uzsci.net)

Регистрация землетрясений на территории Центральной Азии в 2004 г. осуществлялась, как и ранее [1–3], сетью сейсмических станций трех государств: Кыргызстана, Узбекистана и Казахстана. В первых двух государствах число станций и их тип не изменились: 24 аналоговые станции в Кыргызстане и 17 аналоговых станций в Узбекистане. В Казахстане произошел прорыв в модернизации сети, начатый еще в 2003 г. (были переоснащены три аналоговые станции в цифровые: «Кастек» – 06.06.2003 г., «Курам» – 06.08.2003 г., «Чушкалы» – 16.08.2003 г. и открыта одна новая цифровая станция «Мерке» 01.09.2003 г.). В 2004 г. открыто еще восемь новых цифровых станций и шесть аналоговых переоснащены в цифровые [4].

Эта сеть, как и в предыдущие годы [1–3], обеспечивает представительную регистрацию землетрясений на уровне  $K_{\min}=9$  почти для всей территории Центральной Азии, за исключением самых окраинных частей региона, где представительный уровень  $K_{\min}=10$  и более.

Обработка землетрясений и оценка точности определения координат очагов землетрясений в основном осуществлялась, как и раньше, по общепринятой инструкции [5]. Общая граница региона, границы крупных районов (№ 1 – № 3) и сейсмоактивных зон ( $I_1, I_2, \dots$ ), по сравнению с таковыми в [3], не изменились.

Представительную регистрацию землетрясений на уровне  $K_{\min}=7$  и наименьшую погрешность определения координат гипоцентров в пределах  $\delta=\pm(5-10)$  км обеспечило расположение густой высокочувствительной сети сейсмических станций в Северном Тянь-Шане ( $I_1$ ), Ферганской ( $I_2$ ) и Приташкентско-Чимкентской ( $II_3$ ) зонах. На юго-востоке региона (на территории Китая), в Кокшаальско-Кашгарской зоне ( $III_1$ ) Южного Тянь-Шаня погрешность определения координат эпицентров землетрясений с дополнительным привлечением некоторых станций Китая, как и прежде [1–3], осталась в пределах  $\delta=\pm 25$  км, за исключением лишь отдельных землетрясений в окраинных частях этой зоны, где погрешность превышает  $\delta>\pm 25$  км и достигает  $\delta=\pm 50$  км.

Всего локализовано 500 землетрясений с  $K_p \geq 8.6$  [6]. Общее распределение их по районам, энергетическим классам и суммарной сейсмической энергии ( $\Sigma E$ ) приводится в табл. 1. Как видно из таблицы, суммарное число зарегистрированных на описываемой территории землетрясений с  $K_p \geq 8.6$  и выделенной сейсмической энергии ( $N_{\Sigma}=500, \Sigma E=0.2394 \cdot 10^{14}$  Дж) в несколько раз ниже таковых в 2003 г. ( $N_{\Sigma}=766, \Sigma E=18.662 \cdot 10^{14}$  Дж) и средних значений ( $N_{\Sigma}=610, \Sigma E=9.132 \cdot 10^{14}$  Дж) за восемь лет (1996–2003 гг.) (табл. 2). Это объясняется прежде всего общим постепенным снижением сейсмической активности по региону и особенно снижением в Южно-Тянь-Шаньском (№ 3) и Северо-Восточном (№ 1) районах суммарного числа землетрясений и отсутствием сильных (с  $K_p \geq 12$ ) событий после четырех сильных землетрясений 24 февраля, 12 марта, 22 мая, 1 декабря 2003 г. с  $K_p=14.9, 14.6, 13.8, 14.5$  соответственно, произошедших в этих районах в 2003 г. [2].

Общее представление о пространственном распределении землетрясений с  $K_p \geq 8.6$  на территории Центральной Азии за 2004 г. отражено на карте эпицентров землетрясений (рис. 1).

Сравнение ее с аналогичными картами за предыдущие годы [1–3] показывает, что основные сейсмоактивные зоны и их конфигурации стабильно сохраняются во времени и лишь изменяется уровень сейсмической активности разных зон. Большая часть эпицентров, как и в предыдущие годы, территориально приурочена к зонам Гиссаро-Кокшаальского, Северо-Тянь-Шаньского, Южно- и Северо-Ферганских высокосейсмичных глубинных разломов большой протяженности. При этом очаги сильных землетрясений ( $K_p \geq 12$ ) в каждом году своеобразно располагаются в пределах вышеуказанных сейсмоактивных зон и наблюдается их миграция во времени вдоль этих зон. Ниже более детально анализируется сейсмичность каждого из трех районов, разделенных на зоны.

**Таблица 1.** Распределение числа землетрясений разных классов  $K_p$  и суммарной сейсмической энергии  $\Sigma E$  по районам за 2004 г.

№	Район	$K_{min}$	$K_p$					$N_\Sigma$	$\Sigma E,$ $10^{14} \text{ Дж}$
			9	10	11	12	13		
1	Северо-Восточный Тянь-Шань	9	64	10	5	2	1	82	0.0802
2	Юго-Западный Тянь-Шань	9	68	22	9		1	100	0.07065
3	Южный Тянь-Шань	9–10	219	67	26	6		318	0.08856
Всего			351	99	40	8	2	500	0.2394

**Таблица 2.** Распределение по годам числа землетрясений разных классов  $K_p$  и годовая суммарная сейсмическая энергия  $\Sigma E$  за 1996–2004 гг.

Год	$K_p$							$N_\Sigma$	$\Sigma E,$ $10^{14} \text{ Дж}$
	9	10	11	12	13	14	15		
1996	348	102	42	9	3		1	505	4.637
1997	550	280	134	42	3	3	6	1018	38.280
1998	493	196	75	19	7	2	1	789	8.074
1999	345	123	41	12	3			524	0.4596
2000	323	107	46	4	1	1		483	1.3034
2001	270	86	34	8		1		399	1.360
2002	270	78	31	6	2			387	0.2795
2003	534	141	66	14	5	4	2	766	18.662
2004	351	99	40	8	2			500	0.2394
Среднее	392	139.13	58.63	14.3	3.00	1.38	1.25	609.6	9.132

**В Северо-Восточном Тянь-Шане (район № 1)** в трех его зонах (Северном Тянь-Шане ( $I_1$ ), в Нарынской зоне ( $I_2$ ) и Джунгарии ( $I_3$ )) в 2004 г. наблюдалось значительное снижение уровня сейсмической активности и особенно выделившейся сейсмической энергии ( $N_\Sigma=82$ ,  $\Sigma E=0.0802 \cdot 10^{14} \text{ Дж}$ ), по сравнению с таковыми в 2003 г. ( $N_\Sigma=124$ ,  $\Sigma E=3.8280 \cdot 10^{14} \text{ Дж}$ ), и средних значений ( $N_\Sigma=85$ ,  $\Sigma E=1.2283 \cdot 10^{14} \text{ Дж}$ ) за восемь лет (1996–2003 гг.) (табл. 3). Тем не менее в Северо-Восточном Тянь-Шане и его центральной и северо-восточной частях произошли три заметных по энергии землетрясения: 16 января в  $09^h06^m$  с  $K_p=11.8$ , 2 июня в  $17^h15^m$  с  $K_p=11.6$ , 27 октября в  $09^h23^m$  с  $K_p=12.8$  [6].

В зоне  $I_1$  одноименного с районом названия (Северном Тянь-Шане) в 2004 г. наблюдалось некоторое повышение уровня сейсмической активности в его центральных частях – Чуйской и Южно-Иссык-Кульской. Здесь отмечены два землетрясения с  $K_p=12$ . Первое из них, зарегистрированное 16 января в  $09^h06^m$  с  $K_p=11.8$ , локализовано северо-восточнее г. Бишкек. Оно ощущалось с интенсивностью  $I=5$  баллов в Кегеты (12 км), 4–5 баллов – в Токмаке (20 км), 4 балла – в Бордунском (36 км) и 3–4 балла – в Бишкеке (62 км). Второе из них произошло 2 июня в  $17^h15^m$  с  $K_p=11.6$  севернее г. Бишкек и ощущалось в Кызылдобе (25 км) с  $I=4-5$  баллов, Чолпоне (42 км) – 4 балла, в Арале (62 км) – 3–4 балла, Бишкеке (72 км) – 3 балла [6].

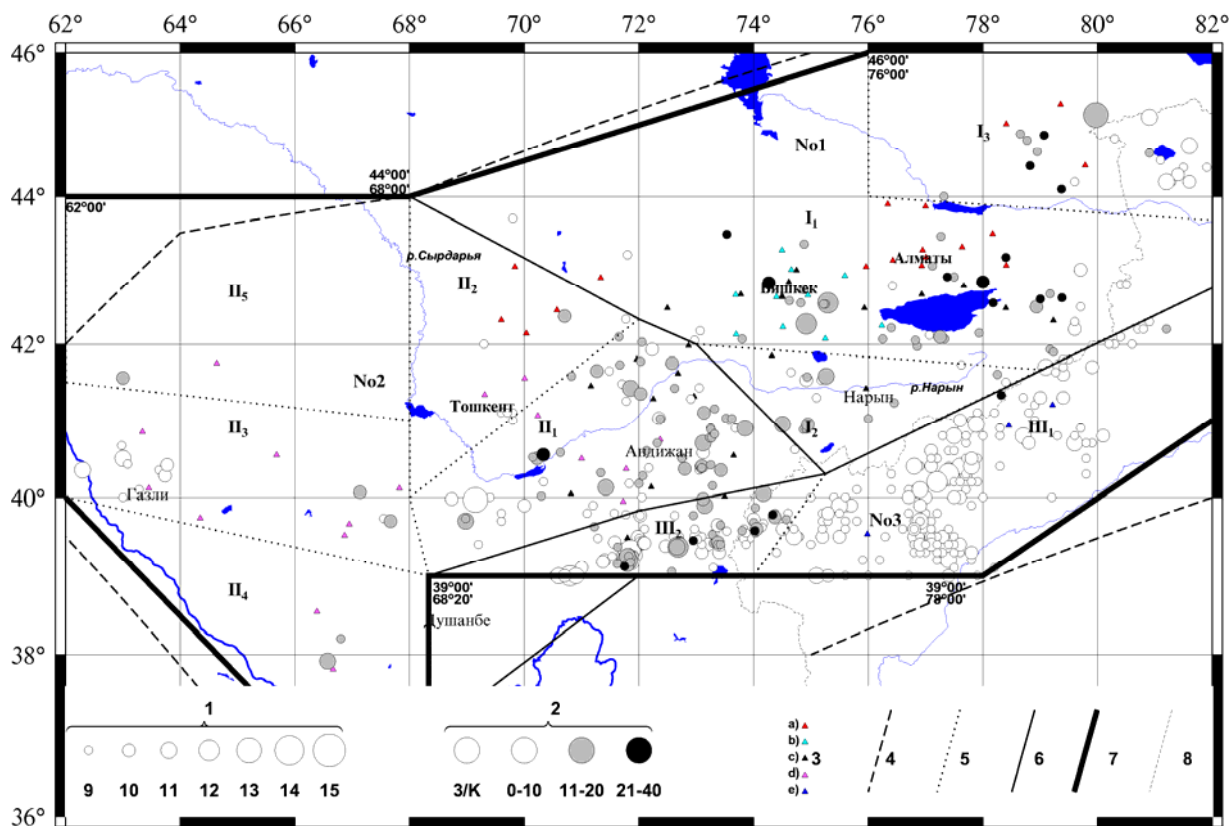
В срединном Тянь-Шане в Нарынской зоне ( $I_2$ ) активизировалась только западная ее часть, где произошли два землетрясения 11-го энергетического класса. Первое из них отмечено 15 октября в  $13^h45^m$  с  $K_p=10.6$ . Второе землетрясение произошло 29 ноября в  $00^h14^m$  с  $K_p=10.9$ . Сведения об ощущимости отсутствуют.

**Таблица 3.** Распределение числа землетрясений по энергетическим классам  $K_p$  и суммарная сейсмическая энергия  $\Sigma E$  в Северо-Восточном Тянь-Шане (№ 1) за 1996–2004 гг.

Год	$K_p$							$N_\Sigma$	$\Sigma E,$ $10^{14} \text{ Дж}$
	9	10	11	12	13	14	15		
1996	60	18	8	4	2			92	0.2680
1997	72	17	2	4	1		1	97	4.1440
1998	53	23	9	3	1	1		90	1.1418
1999	55	23	5		2			85	0.2080
2000	39	17	5		2			63	0.2071
2001	37	18	6	1				62	0.0204
2002	46	12	5					63	0.0089
2003	92	19	8	3		2		124	3.8280
Среднее за 8 лет	56.8	18.4	6.0	1.88	1.0	0.38	0.13	84.5	1.2283
2004	64	10	5	2	1			82	0.0802

В Джунгарской зоне ( $I_3$ ) сейсмическая активность в целом осталось без особых изменений, по сравнению с таковой в 2003 г. [1]. В ее восточной части на границе с Китаем 27 октября в 09<sup>h</sup>28<sup>m</sup> отмечено одно землетрясение с  $K_p=12.8$ .

В Юго-Западном Тянь-Шане (район № 2) в 2004 г. наблюдалось незначительное снижение уровня сейсмической активности и относительно равное значение выделенной суммарной сейсмической энергии ( $N_\Sigma=100$ ,  $\Sigma E=0.07065 \cdot 10^{14} \text{ Дж}$ ), по сравнению с таковыми ( $N_\Sigma=126$ ,  $\Sigma E=0.07056 \cdot 10^{14} \text{ Дж}$  в 2003 г. [1]), и значительное снижение выделенной сейсмической энергии по сравнению со средним значением ( $N_\Sigma=127$ ,  $\Sigma E=0.3344 \cdot 10^{14} \text{ Дж}$ ) за предыдущие 8 лет (табл. 4).



**Рис. 1.** Карта эпицентров землетрясений Центральной Азии за 2004 г.

1 – энергетический класс  $K_p$ ; 2 – глубина  $h$  гипоцентра, км; 3 – сейсмическая станция: казахская (а), киргизская телеметрическая (б), киргизские аналоговая (с), узбекская (д), китайская (е); 4 – изолиния  $K_{\min}=8.6$ ; 5–7 граница зоны, района, региона соответственно; 8 – граница СНГ.

**Таблица 4.** Распределение числа землетрясений по энергетическим классам  $K_p$  и суммарная сейсмическая энергия  $\Sigma E$  в Юго-Западном Тянь-Шане (№ 2) за 1996–2004 гг.

Год	$K_p$						$N_\Sigma$	$\Sigma E,$ $10^{14}$ Дж
	9	10	11	12	13	14		
1996	126	16	13				155	0.014
1997	112	16	7				135	0.006
1998	86	24	4				114	0.0091
1999	73	30	10	3	1		117	0.1227
2000	90	23	11	1		1	126	1.0242
2001	85	26	11	2		1	125	1.289
2002	75	29	8	2	1		115	0.1394
2003	94	20	9	2	1		126	0.07056
Среднее за 8 лет	92.63	23	9.13	1.25	0.375	0.25	126.6	0.3344
2004	68	22	9		1	2	100	0.07065

В Юго-Западном Тянь-Шане наибольшей плотностью эпицентров так же, как и в предыдущие годы [1–3], характеризуется Ферганская зона ( $\Pi_1$ ), особенно ее восточная и юго-западная части, где имели место четыре землетрясения 11-го класса и одно землетрясение с  $K_p=12.8$ , зарегистрированное 27 марта в  $00^h43^m$ . Оно ощущалось с интенсивностью 4–5 баллов в Исфаре (32 км) и Сулюкте (32 км), 4 балла – в Ленинабаде (50 км). Это землетрясение имело три афтершока  $K_p \geq 8.6$ . Максимальный из них с  $K_p=10.7$  ( $\Delta K_a=2.1$ ) зарегистрирован 27 марта в  $04^h18^m$  [6].

В пределах Приташкентско-Чимкентской зоны ( $\Pi_2$ ) в 2004 г. наблюдалось общее снижение сейсмической активности как по числу землетрясений, так и по уровню выделенной сейсмической энергии. Некоторое оживление наблюдалось в юго-восточной части, где зарегистрированы четыре землетрясения с  $K_p=8.6$ . В северо-восточной части зоны локализовано одно землетрясение с  $K_p=9.6$ .

В пределах зоны ( $\Pi_3$ ), объединяющей Самаркандско-Нуратаускую и Бухара-Газлийскую подзоны, реализовались два землетрясения 11-го класса западнее Газлийской очаговой зоны: первое из них – 18 апреля в  $19^h40^m$  с  $K_p=10.6$ , второе – 28 декабря в  $06^h17^m$  с  $K_p=11$ .

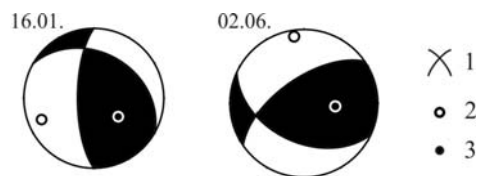
Зоны Сухандаринско-Кашкадаринская ( $\Pi_4$ ) и Кызылкумская ( $\Pi_5$ ) практически асейсмичны, хотя в первой на самом юге зоны произошло одно землетрясение 31 августа в  $17^h20^m$  с  $K_p=10.6$ .

**В Южном Тянь-Шане (№ 3)** в 2004 г. происходит спад сейсмической активности и особенно выделившейся сейсмической энергии ( $N_\Sigma=318$ ,  $\Sigma E=0.08856 \cdot 10^{14}$  Дж), по сравнению с таковыми в 2003 г. ( $N_\Sigma=516$ ,  $\Sigma E=14.72 \cdot 10^{14}$  Дж), и средними значениями за 8 лет ( $N_\Sigma=397$ ,  $\Sigma E=7.650 \cdot 10^{14}$  Дж) (табл. 5). По всей этой зоне значительных событий не было. Для всего района характерно уменьшение сейсмической активности. На всей территории не отмечено ни одного сильного землетрясения. Максимальный энергетический класс, как уже было отмечено выше, не превышал  $K_p=12$ , что не характерно для Южного Тянь-Шаня.

**Таблица 5.** Распределение числа землетрясений по энергетическим классам  $K_p$  и суммарная сейсмическая энергия  $\Sigma E$  в Южном Тянь-Шане (№ 3) за 1996–2004 гг.

Год	$K_p$							$N_\Sigma$	$\Sigma E,$ $10^{14}$ Дж
	9	10	11	12	13	14	15		
1996	155	68	20	5	1		1	250	4.3540
1997	366	247	125	38	2	3	5	786	34.130
1998	354	149	62	16	6	1	1	589	7.6010
1999	217	70	26	9				322	0.1499
2000	193	67	30	3				293	0.0686
2001	148	41	17	5				211	0.0498
2002	149	37	18	4	1			209	0.1312
2003	348	102	49	9	4	2	2	516	14.7200
Среднее за 8 лет	241.3	97.63	43.4	11.13	1.75	0.75	1.13	397.1	7.650
2004	219	67	26	6				318	0.08856

Массовое определение механизмов очагов (МО) землетрясений Центральной Азии выполнено по данным полярности первых вступлений  $P$ -волн, регистрируемых региональной сетью сейсмических станций за 2004 г., как и ранее [1]. Каталог МО [7] землетрясений Центральной Азии представлен в электронном виде на CD. Решение механизма очага для двух землетрясений Тянь-Шаня показано на рис. 2.



**Рис. 2.** Стереогаммы механизмов очагов землетрясений Тянь-Шаня 16 января в  $09^h06^m$  ( $K_p=11.8$ ,  $h=19$  км) и 2 июня в  $17^h15^m$  ( $K_p=11.6$ ,  $h=19$  км)

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

В очаге землетрясения 16 января в  $09^h06^m$  с  $K_p=11.8$  произошло сложное движение, а именно взброс по крутой или сдвиг – по пологой плоскости. Крутая плоскость разрыва в очаге имеет меридиональное простирание ( $STK=180^\circ$ ). По ней происходит взбросовая подвижка, т.е. восточное висячее крыло разрыва сдвинуто вверх. Пологая плоскость разрыва ( $STK=289^\circ$ ) в очаге имеет сдвиговый характер, точнее по этой плоскости происходит левосторонний сдвиг. Ось напряжения сжатия ( $P$ ) имеет азимут  $243^\circ$ , а ось напряжения растяжения ( $T$ ) ориентированы с юго-запада на северо-восток ( $130^\circ$ ). Землетрясение 2 июня в  $17^h15^m$  произошло в результате сдвиго-надвиговой подвижки в его очаге. Напряженное состояние в очаге характеризуется меридиональным, горизонтальным сжатием ( $AZM=360^\circ$ ) и не горизонтальным растяжением ( $AZM=107^\circ$ ) перпендикулярным к первым. Такого характера механизм очага землетрясения является типичным для Тянь-Шаня.

#### Л и т е р а т у р а

1. Джанузаков К.Д., Муралиев А.М., Калмыкова Н.А., Холикова М.А. Центральная Азия // Землетрясения Северной Евразии, 2003 год. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 116–126.
2. Джанузаков К.Д., Калмыкова Н.А., Гиязова Ш.Ш. Центральная Азия // Землетрясения Северной Евразии, 2002. – Обнинск: ГС РАН. 2008. – С. 144–152.
3. Джанузаков К.Д., Калмыкова Н.А., Гиязова Ш.Ш. Центральная Азия // Землетрясения Северной Евразии в 2001 году. – Обнинск: ГС РАН, 2007. – С. 140–143.
4. Бейсенбаев Р.Т., Ли А.Н., Калмыкова Н.А., Неверова Н.П., Михайлова Н.Н., Соколова И.Н. Казахстан. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
5. Инструкция о порядке производства и обработки наблюдений на сейсмических станциях Единой системы сейсмических наблюдений СССР. – М.: Наука, 1982. – 273 с.
6. Джанузаков К.Д. (отв. сост. по региону), Соколова Н.П. (Кыргызстан), Калмыкова Н.А. (Казахстан), Тулаганова М.К. (Узбекистан), Сопиева К., Шукурова Р.Б., Шипулина С.А., Ахметова Р.А., Умурзакова Р.А., Проскурина Л.П., Холикова М.Н., Джалилова С.С. Каталог землетрясений Центральной Азии за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
7. Муралиев А.М. (отв. сост.), Молдыбаева М.Б., Полешко Н.Н., Каймачникова Н.И., Гиязова Ш.Ш. Каталог механизмов очагов землетрясений Центральной Азии за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).