

## СРЕДНЯЯ АЗИЯ И КАЗАХСТАН:

УДК 550.348. (574+575.1+575.2)

### ЦЕНТРАЛЬНАЯ АЗИЯ

К.Д. Джанузаков<sup>1</sup>, А.М. Муралиев<sup>1</sup>, Ы.Б. Шукурова<sup>1</sup>, Н.А. Калмыкова<sup>2</sup>, М.А. 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 Комитета науки 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)

В 2008 г. регистрация землетрясений на территории Центральной Азии осуществлялась, как и ранее [1], сетью станций трех государств: 24 аналоговых и 10 цифровых телеметрических (KNET) Кыргызстана [2], 29 цифровых – Казахстана [3], 17 аналоговых – Узбекистана [4].

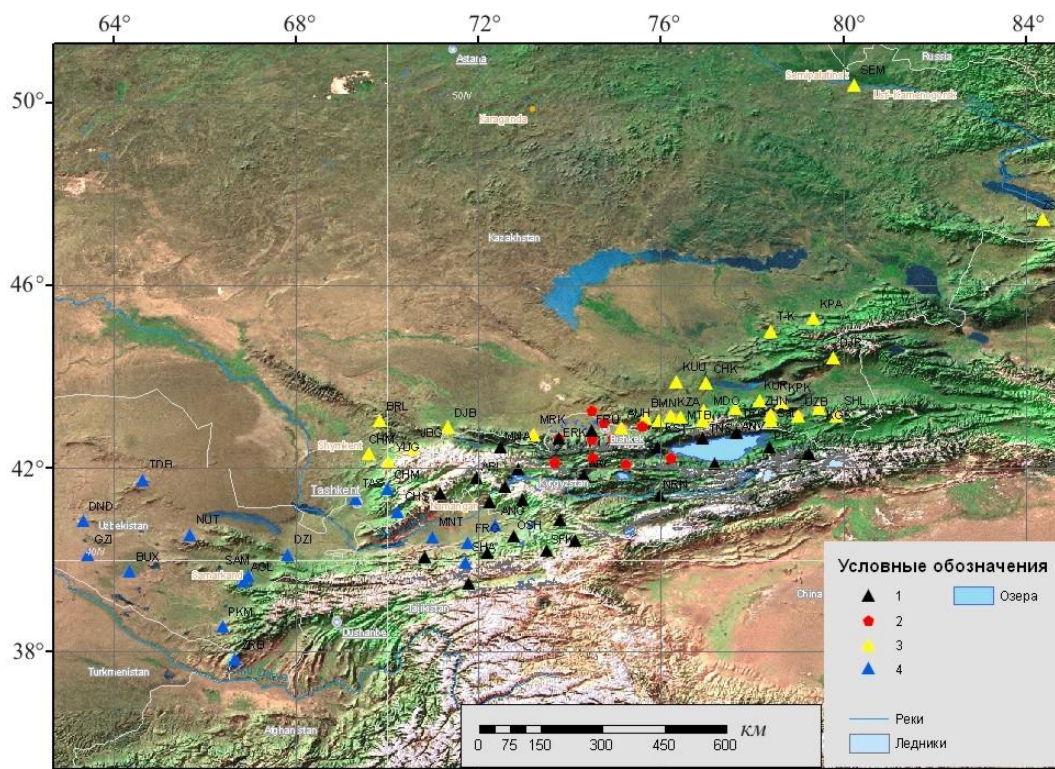


Рис. 1. Карта расположения сейсмических станций Центральной Азии в 2008 г.

1, 2 – сейсмическая станция Кыргызстана, аналоговая и телеметрическая соответственно; 3 – цифровая станция Казахстана; 4 – аналоговая станция Узбекистана.

Существующая сеть из 80-и сейсмических станций обеспечивает представительную регистрацию землетрясений  $K_{\min}=9$  почти для всей территории Центральной Азии, за исключением самых окраинных северо-западных частей региона, где  $K_{\min}=10$  и более.

Обработка землетрясений и оценка точности определения координат очагов, как и раньше, осуществлялись по общепринятой инструкции [5].

Расположение густой высокочувствительной сети сейсмических станций в отдельных зонах, таких как Северный Тянь-Шань ( $I_1$ ), Ферганской ( $II_1$ ) и Приташкентско-Чимкентско-Каратауской ( $II_2$ ), обеспечило здесь представительную регистрацию землетрясений на уровне

$K_{\min}=7$  и наименьшую погрешность определения координат гипоцентров в пределах  $\delta=\pm(5-10)$  км. На юго-востоке региона (на территории Китая), в Кокшаальско-Кашгарской зоне (III<sub>1</sub>) Южного Тянь-Шаня (район № 1) погрешность определения координат эпицентров землетрясений с дополнительным привлечением некоторых станций Китая, как и прежде [1], осталась в пределах  $\delta=\pm 25$  км, за исключением лишь отдельных землетрясений в окраинных частях этой зоны, где погрешность  $\delta > \pm 25$  км и достигает  $\delta=\pm 50$  км.

Общая граница региона, границы крупных районов и сейсмоактивных зон соответствуют изменениям, принятым в [6], а именно: три района (№ 1 – Северо-Восточный Тянь-Шань, № 2 – Юго-Западный Тянь-Шань, № 3 – Южный Тянь-Шань) разделены на следующие зоны: I<sub>1</sub> – Северный Тянь-Шань, I<sub>2</sub> – Срединный Тянь-Шань (Нарынская), I<sub>3</sub> – Джумгалская; II<sub>1</sub> – Ферганская, II<sub>2</sub> – Приташкентско-Чимкентско-Каратауская; II<sub>3</sub> – Самаркандско-Газлийская, II<sub>4</sub> – Сурхандарьинско-Кашкадарьинская; III<sub>1</sub> – Кокшаальско-Кашгарская, III<sub>2</sub> – Алайско-Гармская.

Согласно каталогу [7], общее число землетрясений Центральной Азии с  $K_p \geq 8.6$  в 2008 г. составило  $N_{\Sigma}=911$ , из них ощутимых – 14 [8], для 99 землетрясений с  $K_p \geq 9.6$  определены механизмы очагов [9].

Распределение всех землетрясений по районам, энергетическим классам и суммарной сейсмической энергии приводится в табл. 1.

**Таблица 1.** Распределение числа землетрясений разных классов  $K_p$  и суммарная сейсмическая энергия  $\Sigma E$  по районам

№	Район	$K_p$						$N_{\Sigma}$	$\Sigma E,$ $10^{14}$ Дж	
		9	10	11	12	13	14			15
1	Северо-Восточный Тянь-Шань	53	20	7	3	1		84	0.14097	
2	Юго-Западный Тянь-Шань	80	27	7	2	1		117	0.18880	
3	Южный Тянь-Шань	489	154	47	13	4	2	1	710	29.75273
	Всего	622	201	61	18	6	2	1	911	30.00825

Суммарное число землетрясений с  $K_p \geq 8.6$ , зарегистрированных на описываемой территории в 2008 г., значительно выше, чем в 2007 г. (табл. 2). Величина выделенной сейсмической энергии также выше таковой в 2007 г. ( $\Sigma E=30.00825 \cdot 10^{14}$  Дж в 2008 г. вместо  $\Sigma E=7.03 \cdot 10^{14}$  Дж в 2007 г.), выше и величина средних значений ( $N_{cp}=613$ ,  $\Sigma E_{cp}=8.0478 \cdot 10^{14}$  Дж) за 12 лет (1996–2008 г.).

**Таблица 2.** Распределение землетрясений по энергетическим классам  $K_p$  и суммарная сейсмическая энергия  $\Sigma E$  в 1996–2008 гг. на территории Центральной Азии

Год	$K_p$						$N_{\Sigma}$	$\Sigma E,$ $10^{14}$ 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	0.2394
2004	351	99	40	8	2			500	0.2394
2005	361	80	17	8	3		1	488	8.2996
2006	392	93	34	9	1	2	1	531	2.277
2007	317	105	32	13	3	1	1	471	7.0300
Среднее за 12 лет	379.33	124.16	49.33	12.66	2.74	1.25	1.08	612.9	8.0478
2008	622	201	61	18	6	2	1	911	30.00825

Пространственное распределение очагов землетрясений с  $K_p \geq 8.6$  для территории Центральной Азии за 2008 г. показано на карте эпицентров землетрясений (рис. 2).

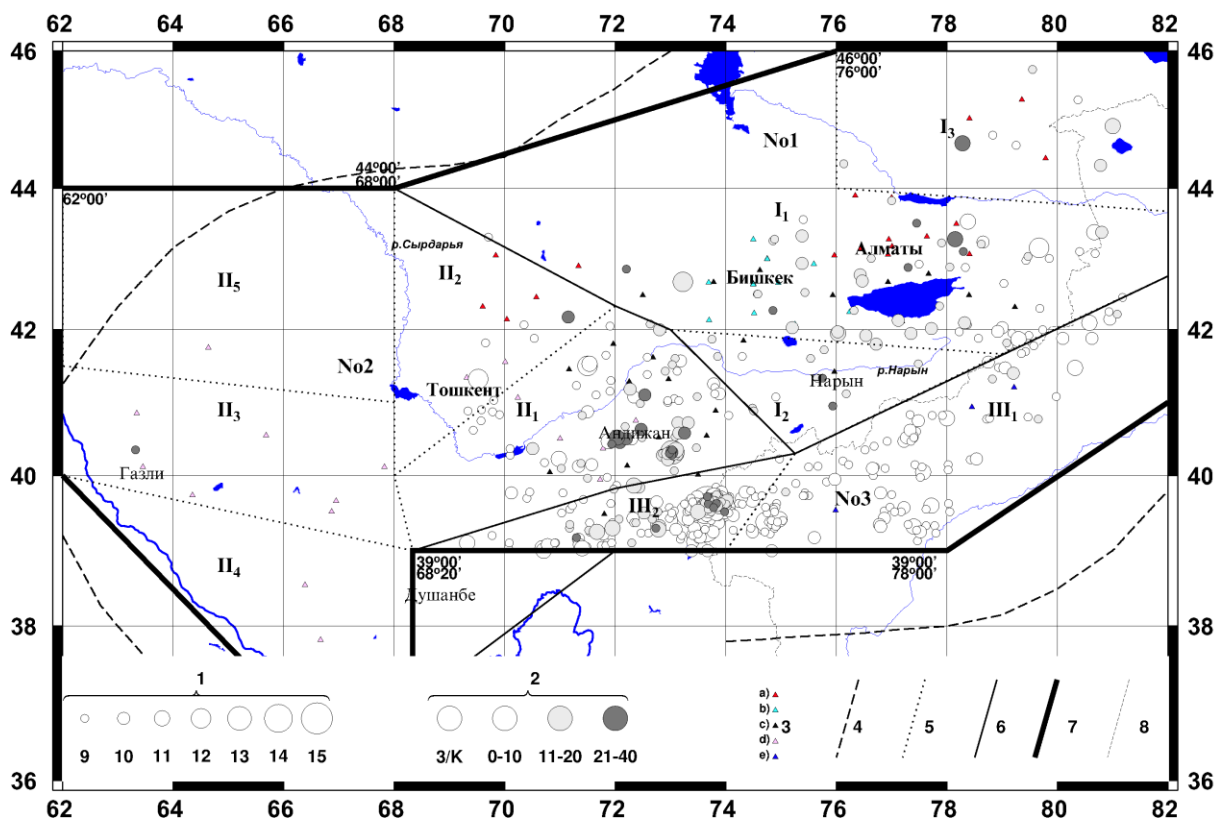


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений Центральной Азии за 2008 г.

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

Сравнение ее с аналогичными картами за предыдущий год [1] показывает, что основные эпицентральные зоны и их конфигурация достаточно стабильно сохраняются во времени и в целом совпадают с их распределением за предыдущие годы. Своеобразным в каждом году оказывается лишь изменение уровня сейсмической активности разных зон, расположение очагов сильных ( $K_p \geq 12$ ) землетрясений и их миграция вдоль Северо-Тянь-Шаньского, Южно-Ферганского, Северо-Ферганского и Гиссаро-Кокшаальского высокосейсмичных глубинных разломов большой (до 1000 км) протяженности.

Максимальный энергетический класс ( $K_p=15.4$ ) в 2008 г. соответствует землетрясению в Нура, зарегистрированному 5 октября в 15<sup>h</sup>52<sup>m</sup> в Алайско-Гармской зоне и сопровождающемуся двумя сильными (5 октября в 15<sup>h</sup>55<sup>m</sup> с  $K_p=14.0$ ,  $MPSP=6.1$  [10] и 5 октября в 16<sup>h</sup>11<sup>m</sup> с  $K_p=14.5$ ,  $MPSP=5.7$  [10]) и многочисленными слабыми ( $N_\Sigma=482$ ) афтершоками с  $K_p \geq 8.6$  [11]. В очагах этих землетрясений высвободилось 99 % всей годовой энергии громадного региона.

Можно еще назвать также два 6–7-балльное землетрясение 1 января в 06<sup>h</sup>32<sup>m</sup> с  $K_p=13.2$ ,  $M_w=5.6$  [12] в Южно-Ферганской зоне ( $\Pi_1$ ) и 5-балльное землетрясение 22 августа в 08<sup>h</sup>26<sup>m</sup> с  $K_p=12.3$ ,  $MPSP=4.5$  [10] в Приташкентско-Чимкентской зоне ( $\Pi_2$ ) в районе г. Ташкент, в его восточной окраине. Рассмотрим более детально сейсмичность в каждом из трех районов региона.

**В районе № 1 – Северо-Восточном Тянь-Шане**, в трех его зонах (Северном Тянь-Шане ( $I_1$ ), Срединном Тянь-Шане ( $I_2$ ), Джунгарии ( $I_3$ )) число землетрясений в 2008 г. чуть выше, чем в 2007 г. [1] ( $N_\Sigma=84$  вместо  $N_\Sigma=71$ ), как и уровень сейсмической энергии ( $\Sigma E=0.14097 \cdot 10^{14}$  Дж вместо  $\Sigma E=0.0846 \cdot 10^{14}$  Дж). Если сравнить со средними показателями за 12 лет (табл. 3), то среднее число землетрясений ( $N_{cp}=87$ ) выше годового, а средняя высвобожденная энергия, равная  $\Sigma E_{cp}=3.172 \cdot 10^{14}$  Дж, значительно выше энергии за 2008 г. ( $\Sigma E=0.14097 \cdot 10^{14}$  Дж).

**Таблица 3.** Распределение числа землетрясений по энергетическим классам  $K_p$  и суммарная сейсмическая энергия  $\Sigma E$  в районе № 1 – Северо-Восточный Тянь-Шань в 1996–2008 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
2004	64	10	5	2	1			82	0.0802
2005	67	15	5	3	1		1	91	7.9820
2006	76	21	10	3		1	1	111	1.6420
2007	48	23	2	2	1			76	0.0842
Среднее за 12 лет	59.8	18.0	5.83	2.08	0.83	0.36	0.27	86.97	3.1720
2008	53	20	7	3	1	0	0	84	0.14097

В Северном Тянь-Шане ( $I_1$ ), в его центральной и северо-восточной частях, западнее столицы Кыргызстана (Бишкек) и восточнее прежней столицы Казахстана (Алматы), в 2008 г., произошло ряд землетрясений 11-го и 12-го энергетических классов (рис. 1). Максимальное ( $K_p=11.9$ ) из них зарегистрировано 3 декабря в  $04^h26^m$  и локализовано в северо-западных отрогах Кыргызского хребта на границе с Казахстаном. Оно ощущалось с интенсивностью  $I=5$  баллов в Мерке (20 км); 4–5 баллов – в Чалдываре (30 км); 3–4 – в Панфиловке (42 км) и Каинде (45 км); 3 балла – в Кара-Балте (56 км). Землетрясение 2 сентября в  $20^h49^m$  с  $K_p=11.6$  возникло на крайних юго-восточных отрогах хр. Кетмень и ощущалось в северо-восточной части Иссык-Кульской впадины: в Кенсу (80 км) – 3–4 балла, Караколе (115 км) – 3 балла, Ананьево (135 км) – 2–3 балла.

Наименее выразительна в 2008 г. зона Срединного Тянь-Шаня ( $I_2$ ), где максимальными стали землетрясения с  $K_p \leq 9$  (22 апреля в  $16^h38^m$  с  $K_p=9.0$ , 19 августа в  $19^h52^m$  с  $K_p=8.9$ , 27 сентября в  $08^h31^m$  с  $K_p=8.8$ , 19 октября в  $01^h27^m$  с  $K_p=9.2$ ), локализованные в основном в среднем течении р. Нарын южнее г. Нарын (рис. 2). В целом в этой зоне наблюдалось значительное понижение уровня сейсмической активности, по сравнению с таковыми в 2007 г. [1].

В Джунгарской зоне ( $I_3$ ) сейсмическая активность, по сравнению с ее уровнем 2007 г. [1], значительно повысилась, особенно в центральной и восточной части (на территории КНР), где отметим два землетрясения – 27 марта в  $00^h23^m$  с  $K_p=11.4$ ,  $h=15$  км и 30 мая в  $15^h35^m$  с  $K_p=10.0$ ,  $h=20$  км.

**В Юго-Западном Тянь-Шане (№ 2)** в 2008 г. наблюдалось значительное понижение числа землетрясений и выделенной сейсмической энергии, по сравнению с таковыми в 2007 г. [1] – ( $N_\Sigma=117$  вместо  $N_\Sigma=142$ ), ( $\Sigma E=0.1888 \cdot 10^{14}$  Дж вместо  $\Sigma E=6.44 \cdot 10^{14}$  Дж), и со средними значениями этих параметров за предыдущие 12 лет (табл. 4).

**Таблица 4.** Распределение числа землетрясений по энергетическим классам  $K_p$  и суммарная сейсмическая энергия  $\Sigma E$  в районе № 2 – Юго-Западный Тянь-Шань в 1996–2008 гг.

Год	$K_p$							$N_\Sigma$	$\Sigma E,$ $10^{14} \text{ Дж}$
	9	10	11	12	13	14	15		
1996	126	16	13					155	0.0140
1997	112	16	7					135	0.0060
1998	86	24	4					114	0.0091
1999	73	30	10	3	1			117	0.1227
2000	90	23	11	1		1	1	126	1.0242
2001	85	26	11	2		1	1	125	1.2890

Год	$K_p$							$N_{\Sigma}$	$\Sigma E, 10^{14} \text{ Дж}$
	9	10	11	12	13	14	15		
2002	75	29	8	2	1			115	0.1394
2003	94	20	9	2	1			126	0.0706
2004	68	22	9		1			100	0.0706
2005	93	26	3	3	1			126	0.0729
2006	83	22	8					113	0.0107
2007	94	35	10	6	1			142	6.4384
Среднее за 10 лет	88.91	24.08	8.58	1.58	0.5	0.182	0.08	123.73	1.06
2008	80	27	7	2	1			117	0.1888

В Юго-Западном Тянь-Шане наибольшей плотностью эпицентров, так же как и в предыдущие годы [1], характеризуется Ферганская зона ( $\Pi_1$ ), особенно ее восточная и северо-восточная части, где зарегистрировано по одному землетрясению с  $K_p=13$  и  $K_p=12$  и семь землетрясений 11-го энергетического класса.

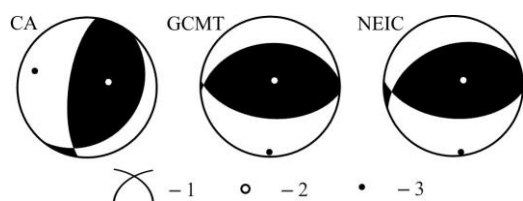
Наибольший ( $K_p=13.2$ ) из них возник 1 января в  $06^{\text{h}}32^{\text{m}}$  с  $K_p=13.2$  и сопровождался афтершоками ( $N_a=22$ ) с  $K_p \geq 8.6$ , максимальный ( $K_p=10.1$ ) из которых произошел в тот же день, спустя четыре часа (1 января в  $10^{\text{h}}48^{\text{m}}$ ) [7]. Энергетическая ступень между главным толчком и максимальным афтершоком составила  $\Delta K_a=3.1$ . Оно ощущалось с интенсивностью  $I=6$  баллов в Джарбашах (5 км); 5–6 баллов – в Кромкель (8 км) и Лягуане (8 км); 5 баллов – в Кокбеле (12 км); 4–5 баллов – в Карабаше (20 км); 4 балла – в Эски-Наукат (35 км), Оше (36 км) и Гульче (36 км); 3–4 балла – в Сопу-Коргоне (45 км).

Для этого землетрясения найдены региональные параметры механизма его очага (табл. 5), дополненные решениями агентств GCMT, NEIC.

**Таблица 5.** Параметры механизма очага землетрясения 1 января 2008 г. в  $06^{\text{h}}32^{\text{m}}$  с  $K_p=13.2, M_w=5.6$

Агентство	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	$h$ , км	Магнитуды			$K_p$	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Источник
				$M_w$ [12]	$M_S$ [10]	$M_s$ [12]		$T$		$N$		$P$		$NP1$			$NP2$			
								$PL$	$AZM$	$PL$	$AZM$	$PL$	$AZM$	$STK$	$DP$	$SLIP$	$STK$	$DP$	$SLIP$	
СА	01.01	06 32 28.1	16		5.4	5.3	13.2	64	76	12	192	22	288	40	25	120	188	69	77	[9]
GCMT	01.01	06 32 28.1	16	5.6				81	33	5	272	8	181	265	38	82	95	53	96	[12]
NEIC	01.01	06 32 28.1	16	5.5				76	60	12	265	5	173	250	41	71	95	52	106	[12]

Стереогаммы механизма очага этого землетрясения представлена на рис. 3. Собраны знаки первых вступлений  $P$ -волн с 28 сейсмических станций региона. Записи первых вступлений  $P$ -волн в большинстве случаев четкие.



**Рис. 3.** Стереогаммы механизма очага землетрясения 1 января в  $06^{\text{h}}32^{\text{m}}$  с  $K_p=13.2, M_w=5.6$

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

Результаты регионального определения механизма очага следующие: азимут оси напряжений сжатия  $AZM_P=288^\circ$  и угол погружения составляет  $PL_P=22^\circ$ , азимут растяжения  $AZM_T=76^\circ$  и угол погружения –  $PL_T=64^\circ$ . Ось промежуточного напряжения ориентирована на юг (азимут  $192^\circ$ ). Азимут простирания первой нодальной плоскости  $STK_1=40^\circ$ , угол падения составляет  $DP_1=25^\circ$ , угол скольжения  $SLIP_1=120^\circ$  в направлении на северо-восток, с подвижкой типа почти чистый надвиг. Азимут простирания второй нодальной плоскости равен  $STK_2=188^\circ$ , угол падения –  $DP_2=69^\circ$ , угол скольжения –  $SLIP_2=77^\circ$  в направлении на юг. Подвижка в очаге – типа взброс. Компоненты левостороннего сдвига по  $NP1$  и правостороннего – по  $NP2$  очень незначительны.

Механизм очага землетрясения 1 января 2008 г. также определен по данным исследователей Колумбийского университета США, а также NEIC [12]. Согласно их решению, по пологой ( $DP_1=38^\circ$ ) плоскости  $NP1$  широтного ( $STK_1=265^\circ$ ) простирания реализовался надвиг, по более крутой ( $DP_2=53^\circ$ ) плоскости  $NP2$  также широтного ( $STK_2=95^\circ$ ) простирания – чистый взброс. Решение NEIC очень близко к решению GСMT. Как видно из рис. 3, оба решения не согласуются с региональным по простиранию нодальным плоскостей, хотя типы движений подобны.

Следующий по величине энергии толчок возник 1 августа в  $01^h29^m$  с  $K_p=11.6$ ,  $h=9$  км. Он ощущался с интенсивностью  $I=4-5$  баллов в Актаме (7 км) и Алабуке (10 км); 4 балла – в Заркенте (15 км) и Караване (18 км); 3–4 балла – в Терексае (32 км), Кызыл-Джаре (40 км) и Сумсаре (38 км). Это землетрясение имело 1 августа в  $19^h44^m$  один афтершок на той же глубине  $h=9$  км с энергией на порядок ниже, т.е. с  $K_p=10.6$ . Перечислим также оставшиеся шесть толчков с  $K_p \geq 11$  из семи упомянутых выше, зарегистрированные в Ферганской зоне: 3 февраля в  $16^h27^m$  с  $K_p=10.6$ ,  $h=11$  км; 14 февраля в  $21^h23^m$  с  $K_p=10.6$ ,  $h=14$  км; 20 июня в  $05^h07^m$  с  $K_p=10.6$ ,  $h=21$  км; 24 июня в  $18^h26^m$  с  $K_p=10.9$ ,  $h=10$  км; 24 августа в  $10^h04^m$  с  $K_p=10.7$ ,  $h=16$  км; 28 августа в  $06^h06^m$  с  $K_p=10.7$ ,  $h=7$  км и расположенные на глубинах 9–21 км [7].

Приташкентско-Чимкентская зона ( $\Pi_2$ ) характеризуется общим понижением сейсмической активности, хотя незначительное оживление сейсмичности наблюдается в южной и юго-восточной частях Ташкентского участка. Здесь в районе г. Ташкент, в его восточной окраине, 22 августа в  $08^h26^m$  произошло землетрясение с  $K_p=12.3$ , которое ощущалось с интенсивностью 5 баллов в Янгибазаре (5 км); до 5 баллов – в Ташкенте (10–15 км); 4–5 баллов – в Бектемире (15 км), Чирчике (20 км), Паркенте (20 км). На всей остальной части Приташкентско-Чимкентской зоны возникли одно землетрясение с  $K_p=9.7$  (9 ноября в  $03^h31^m$  с  $h=21$  км) и семь толчков с  $K_p \geq 9$  (рис. 2).

В пределах зоны  $\Pi_3$ , объединяющей Самаркандскую, Нуратаускую, Бухара-Газлийскую подзоны, 28 июня в  $22^h46^m$  отмечено только одно землетрясение с  $K_p=9.4$ ,  $h=25$  км [7] в Газлийской очаговой зоне (рис. 2). Зоны Сурхандарьинско-Кашкадарьинская ( $\Pi_4$ ) и Кызылкумская ( $\Pi_5$ ) практически асейсмичны.

**В Южном Тянь-Шане (№ 3)** наблюдалось значительное повышение уровня сейсмической активности и выделенной сейсмической энергии ( $N_\Sigma=710$ ,  $\Sigma E=29.75273 \cdot 10^{14}$  Дж) в 2008 г., по сравнению с таковыми в 2007 г. ( $N_\Sigma=273$ ,  $\Sigma E=0.5072 \cdot 10^{14}$  Дж) [1]. Показатели за 2008 г. максимальны за 12 лет (табл. 5).

**Таблица 6.** Распределение числа землетрясений по энергетическим классам  $K_p$  и суммарная сейсмическая энергия  $\Sigma E$  в районе № 3 – Южный Тянь-Шань – за 1996–2008 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
2004	219	67	26	6				318	0.08856
2005	209	37	11	2	1			260	0.108
2006	233	50	16	6	1	1		307	0.6238
2007	175	47	19	5	1	1		248	9.146
Среднее за 12 лет	229.83	82.0	34.5	9.08	1.5	0.66	0.82	375.4	6.14
2008	489	154	47	13	4	2	1	710	29.75273

Это связано с возникновением на Алайском участке Алайско-Гармской зоны ( $\Pi_2$ ) 8-балльного землетрясения Нура 5 октября 2008 г. в  $15^h52^m$  с  $K_p=15.4$ ,  $M^p=6.7$ ,  $h=40$  км [7], магнитудами  $MS=6.9$ ,  $MPSP=6.5$ ,  $h=52$  км [10],  $M_w=6.7$ ,  $M_s=6.9$ ,  $m_b=6.2$ ,  $h_{pP}=29$  км [12]. Главный толчок



сопровождился афтершоками ( $N_a=482$ ), максимальный ( $K_p=14.5$ ) из которых произошел через  $19^m$ , 5 октября в  $16^h11^m$  [11]. Разница с главным толчком составила  $\Delta K_a=1.5$ . Распределение афтершоков с  $K_p \geq 8.6$  во времени приведено в табл. 7.

Таблица 7. Распределение афтершоков землетрясения Нура 5 октября 2008 г. с  $K_p=15.4$ ,  $M_S=6.9$

Дата	05.10.–31.10.			01.11.–30.11.			01.12.–31.12.			$N_\Sigma$	$\Sigma E, Дж$
$N_a$ в месяц	353			99			30			482	$2.551 \cdot 10^{14}$
$N_a$ за 10 дней	158	123	72	52	27	20	16	8	6	482	$2.551 \cdot 10^{14}$

Афтершоки начались сразу же после главного толчка и сопровождались сильными толчками 14-го (5 октября в  $15^h55^m$  с  $K_p=14.0$ ,  $h=35$  км; 5 октября в  $16^h11^m$  с  $K_p=14.5$ ,  $h=35$  км) и 13-го (5 октября в  $18^h27^m$  с  $K_p=12.6$ ; 13 октября в  $09^h23^m$  с  $K_p=12.6$ ; 13 октября в  $09^h25^m$  с  $K_p=13.3$ ; 13 октября в  $16^h05^m$  с  $K_p=12.7$ ) классов [7]. Следует отметить, что процесс активизации в очаговой зоне землетрясения Нура до конца 2008 г. не завершился, поскольку уровень фона в конце 2008 г. значительно выше предшествующего. Карта эпицентров афтершоков для землетрясения 5 октября 2008 г. изображена на рис. 4.

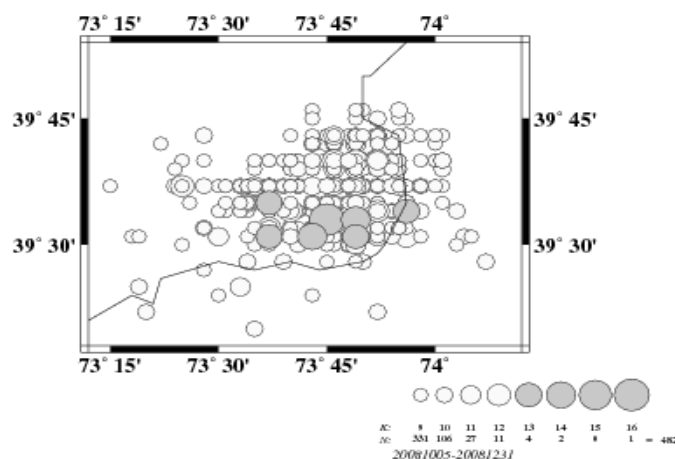


Рис. 4. Карта эпицентров афтершоков землетрясения Нура 5 октября 2008 г. с  $K_p=15.4$ ,  $M_w=6.7$

Облако афтершоков занимает в плане площадь размером  $S_a \approx 1200$  км<sup>2</sup> и слегка вытянуто с юго-запада на северо-восток в близширотном направлении. Длина продольной оси  $\approx 45$  км, поперечной –  $\approx 25$  км. Построенная карта эпицентров афтершоков показывает, что очаги главного толчка и сильных афтершоков расположились в южной половине афтершоковой области (рис. 4). При этом наиболее сильные афтершоки проявлялись вблизи очага главного толчка и образовали компактную группу. Глубины их гипоцентров – от 40 до 45 км.

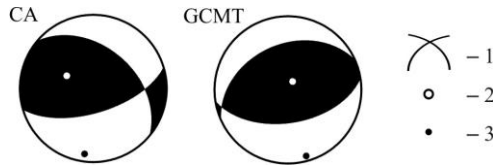
Сейсмическая активность в очаговой области, даже спустя три года после главного толчка, была высокой, хотя уменьшение это происходило гораздо быстрее, чем обычный спад активности афтершоков для таких землетрясений.

Землетрясение Нура ощущалось на обширной территории, включающей Ошскую, Баткенскую, Джалал-Абадскую и Нарынскую области Кыргызстана и приграничные районы Узбекистана, Таджикистана и Китая. В эпицентральной зоне полностью разрушен пос. Нура, погибли 74 человека. Дома, построенные из кирпича-сырца, разрушены полностью (152 строения), щитовидные деревянные дома повреждены незначительно. В зданиях, построенных из жженого кирпича, образовались сквозные трещины. Поврежден железобетонный мост и на асфальтированной дороге образовались складки «застывшей волны» деформаций с периодом около 90 м [13]. Землетрясение ощущалось с интенсивностью 8 баллов в пос. Нура (10 км); 7 баллов – в Иркештам (18 км); 6–7 баллов – в Кек-Суу (19 км); 6 баллов – в Бор-Добо (43 км), Сары-Таше (50 км), Талды-Суу (70 км), Сары-Моголе (78 км); 5 баллов – в Оше (139 км); 4–5 баллов – в Джалал-Абаде (165 км); 3–4 балла – в Нарыне (285 км); 3 балла – в Бишкеке (370 км) [7].

Для этого землетрясения есть решения механизма его очага (табл. 8), соответствующие стереограммы представлены на рис. 5.

**Таблица 8.** Параметры механизма очага землетрясения 5 октября в 15<sup>h</sup>52<sup>m</sup> с  $K_p=15.4$ ,  $M_w=6.7$

Агент-ство	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	$h$ , км	Магнитуды			$K_p$	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Ис-точ-ник
				$M_w$	$M_S$	$M_s$		$T$		$N$		$P$		$NP1$			$NP2$			
								$PL$	$AZM$	$PL$	$AZM$	$PL$	$AZM$	$STK$	$DP$	$SLIP$	$STK$	$DP$	$SLIP$	
СА	05.10	15 52 46.6	40	6.9	6.9	16.0	52	287	35	84	11	183	65	65	50	308	46	144	[9]	
GCMТ	05.10	15 53 01.1	12	6.7			79	31	8	256	7	165	246	38	78	82	53	99	[12]	



**Рис. 5.** Стереограммы землетрясения Нура 5 октября 2008 г. в 15<sup>h</sup>52<sup>m</sup> с  $K_p=15.4$ ,  $M_w=6.7$

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

Собраны знаки первых вступлений  $P$ -волн на 25 сейсмических станциях региона. Записи первых вступлений  $P$ -волн в большинстве случаев четкие. Из них на 19 станциях – знак «+», на 6 – знак «-». Азимут оси напряжений сжатия  $AZM_p=183^\circ$  и угол погружения составляет  $PL_p=11^\circ$ , азимут оси напряжений растяжения  $AZM_T=287^\circ$  и угол погружения составляет  $PL_T=52^\circ$ . Ось промежуточного напряжения ориентирована на восток. Азимут простирания первой нодальной плоскости  $STK_1=65^\circ$ , угол падения составляет  $DP_1=65^\circ$ , угол скольжения  $SLIP_1=50^\circ$ . Азимут простирания второй нодальной плоскости  $STK_2=308^\circ$ , угол падения составляет  $DP_2=46^\circ$ , угол скольжения  $SLIP_2=144^\circ$ . Подвижка в очаге землетрясения по плоскости  $NP1$  – правосторонний сдвиг с элементами надвига, по плоскости  $NP2$  – взброс с элементами левостороннего сдвига (рис. 5). По решению GCMТ обе плоскости более пологие ( $38^\circ$  и  $53^\circ$ ) и практически без сдвиговых по ним подвижек типа надвига по  $NP1$  и взброса – по  $NP2$  [12].

В зоне  $III_1$  более активна ее юго-западная часть, где 10 апреля в 07<sup>h</sup>17<sup>m</sup> локализовано максимальное ( $K_p=12.2$ ) землетрясение в группе объемом свыше 30 толчков в диапазоне  $K_p=8.7-12.2$  в интервале с января по сентябрь, среди которых три с  $K_p \geq 11$  (12 февраля в 10<sup>h</sup>55<sup>m</sup> с  $K_p=10.9$ , 2 июня в 13<sup>h</sup>57<sup>m</sup> с  $K_p=10.8$ , 22 сентября в 10<sup>h</sup>55<sup>m</sup> с  $K_p=11.0$ ). Не исключено, что вся группа является форшоками описанного выше землетрясения Нура 5 октября с  $M_S=6.9$ . На остальной территории зоны  $III_1$  заметны еще два землетрясения на уровне  $K_p \geq 11$  – 11 июня в 04<sup>h</sup>19<sup>m</sup> с  $K_p=10.7$  и 18 октября в 20<sup>h</sup>53<sup>m</sup> с  $K_p=10.8$ .

Рассматривая сейсмический процесс в регионе в целом, можно констатировать, что в 2008 г. основные эпицентральные зоны и их конфигурация сохранились достаточно стабильно во времени и в целом совпадают с их распределением за предыдущие годы. Наблюдалось лишь изменение уровня сейсмической активности разных зон. Так, в связи с возникновением 8-балльного землетрясения Нура 5 октября 2008 г. с  $K_p=15.4$  в Алайско-Гармской зоне ( $III_2$ ) Южного Тянь-Шаня наблюдалось значительное повышение уровня сейсмической активности и выделенной сейсмической энергии, а в Северо-Восточном и Юго-Западном Тянь-Шане в целом отмечено понижение сейсмической активности, по сравнению с ее уровнем в 2007 г.

### 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, 2007 год. – Обнинск: ГС РАН, 2013. – С. 127–132.
2. Джанузаков К.Д., Муралиев А.М., Калмыкова Н.А., Холикова М.М. Центральная Азия // Землетрясения Северной Евразии, 2005 год. – Обнинск: ГС РАН, 2011. – С. 129–136.
3. Калмыкова Н.А., Неверова Н.П., Михайлова Н.Н., Соколова И.Н. Казахстан // Землетрясения Северной Евразии, 2006 год. – Обнинск: ГС РАН, 2012. – С. 132–140.



4. Джанузаков К.Д., Калмыкова Н.А., Гиязова Ш.Ш. Центральная Азия // Землетрясения Северной Евразии, 2002. – Обнинск: ГС РАН, 2008. – С. 144–152.
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., Калмыкова Н.А., Гиязова Ш.Ш. Землетрясения Центральной Азии // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. – М.: ГС РАН, 1999. – С. 49–54.
7. Джанузаков К.Д. (по региону), Шукурова Ы.Б. (Кыргызстан), Калмыкова Н.А. (Казахстан), Холикова М.А. (Узбекистан), Соколова Н.П., Сопиева К., Шипулина С.А., Умурзакова Р.А., Проскурина Л.П., Ульянина И.А., Каймачникова Н.И., Гайшук Л.Н., Тулегенова М.К., Джахимова Д. Каталог землетрясений Центральной Азии за 2008 г. ( $N=911$ ). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
8. Джанузаков К.Д., Муралиев А.М., Михайлова Р.С. Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений ( $N=17$ ) в населенных пунктах ( $n=78$ ) Центральной Азии за 2008 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
9. Муралиев А.М. (отв. сост.), Молдыбаева М.Б., Абдыраева Б., Полешко Н.Н., Каймачникова Н.И. (сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Центральной Азии за 2008 г. ( $N=95$ ). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
10. Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2008 год / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ГС РАН, 2008. – URL: [http://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic\\_bulletin/2008/](http://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2008/).
11. Джанузаков К.Д., Шукурова Ы.Б. (отв. сост.). Афтершоки землетрясения Нура 5 октября 2008 г. с  $K_p=15.4$ ,  $M_w=6.7$ ,  $I_0=8$  (Кыргызстан) за 2008–2010 гг. с  $K_p=5.7-14.5$  ( $N=2612$ ) (См. Приложение к наст. сб. на CD).
12. Bulletin of the International Seismological Centre for 2008. – Thatcham, United Kingdom: ISC, 2010. – URL: <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/bulletin/>.
13. Абдрахматов К.Е., Омуралиев М., Ормоков Ч. Землетрясение Нура // Известия НАН КР. – 2008. – № 4. – С. 19–29.