

КОЧКОРСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 25 декабря 2006 г.**с $K_p=14.2$, $M_w=5.8$, $I_0=7-8$ (Кыргызстан)****А.М. Муралиев, К. Джанузаков, М.Б. Малдыбаева, Б. Абдыраева, Н.К. Турумбекова**Институт сейсмологии НАН Кыргызской Республики, г. Бишкек, abmuraliev@mail.ru

С 25 на 26 декабря 2006 г. в 2^h ночи по местному времени произошло сильное землетрясение в Кыргызстане. Тут же поступила информация с сейсмических станций в Службу срочных донесений (ССД) Опытной-методической сейсмологической экспедиции (ОМСЭ) Института сейсмологии (ИС) НАН Республики Кыргызстан, в г. Бишкек. Сотрудники ССД вычислили координаты ($\varphi=42^{\circ}06' N$, $\lambda=76^{\circ}00' E$) и среднее значение энергетического класса землетрясения $K_p=14.0$. Эпицентр землетрясения располагался в горах, в 30 км к юго-востоку от пгт Кочкорка, в 80 км к северу от г. Нарын и в 140 км к юго-востоку от г. Бишкек.

В табл. 1 собраны решения эпицентра как региональные, полученные в Кыргызстане (ОМСЭ ИС НАН [1], KNET [2]) и Казахстане (СОМЭ МОН ИГИ НЯЦ [3], NNC [2]), так и важнейших мировых (MOS [4], ISC, NEIC, HRVD [2]) или соседних (ВЛ [2]) агентств. Максимальное различие времени в очаге составило $\delta t_0=3.3$ с, в координатах – $\delta\varphi=0.46^{\circ}$, $\delta\lambda=0.20^{\circ}$, глубина гипоцентра – в основном в диапазоне $h=8-19$ км. Макросейсмическая глубина, определенная из уравнения макросейсмического поля Р.В. Шебалина [5]:

$$I_0 = 1.5 M - 3.5 \lg h + 3.0 [5],$$

при $I_0=7$, $M_w=MS=5.8$ составляет $h(I_0)=22$ км.

Таблица 1. Основные параметры Кочкорского землетрясения 25 декабря 2006 г. в 20^h00^m с $MS=5.8$ по региональным и мировым данным (ред.)

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр						Магнитуда	Источник
			φ°, N	$\delta\varphi^{\circ}$	λ°, E	$\delta\lambda^{\circ}$	h , км	δh , км		
ОМСЭ ИС НАН	20 00 58.3	0.8	42.08	0.10	76.03	0.10	13		$K_p=14.2$, $M^p=5.7=(K-4/1.8)$, $h(I_0)=22$ км	[1]
СОМЭ МОН, ИГИ НЯЦ	20 00 58	0.3	42.02	0.10	76.03	0.10	13		$K_p=13.8$, $MLH=5.8/13$, $MPVA=6.2/32$	[3]
NNC	20 00 57.7	1.1	42.06		76.00				$MPV=5.8$, $m_b=5.8$	[2]
KNET	20 00 58.4	0.4	42.12		76.00		8	3	$ml=5.8$	
MOS	20 01 03.6	0.9	42.50		76.05		33f		$MS=5.8/64$, $MPSP=5.8/103$	[4]
ISC	20 00 58.8	0.4	42.15	0.01	76.13	0.01	1	2	$Ms=5.8/174$, $m_b=6.2/253$,	[2]
NEIC	20 01 00.5	0.1	42.16		76.16				$Ms=5.8/84$, $m_b=5.7/171$, $M_w=5.8$	[2]
ВЛ	20 00 59.1		42.17		76.20				$Ms=6.0$, $Ms_z=5.8$, $m_b=5.1$, $m_B=5.7$, $ML=6.0$	[2]
IDC	20 00 57.1	0.4	42.04		76.14		0f		$Ms=5.6/32$, $m_b=5.0/25$	[2]
GCMТ	20 01 00.4	0.1	42.17		76.06		19		$M_w=5.8/100$, ($K_p=4+1.8M=14/4$)	[2]

Примечание. ОМСЭ ИС НАН – Опытной-методическая сейсмологическая экспедиция НАН Кыргызстана; СОМЭ МОН – Сейсмологическая опытной-методическая экспедиция Министерства образования и науки Казахстана; ИГИ НЯЦ – Институт геофизических исследований Национального ядерного центра (расшифровка кодов других агентств приведена в конце наст. сб.).

Изображение всех решений в плане на рис. 1 свидетельствует об очень малом разбросе параметров всех решений, за исключением решения MOS, которое на основе расположения всех эпицентров можно считать ошибочным.

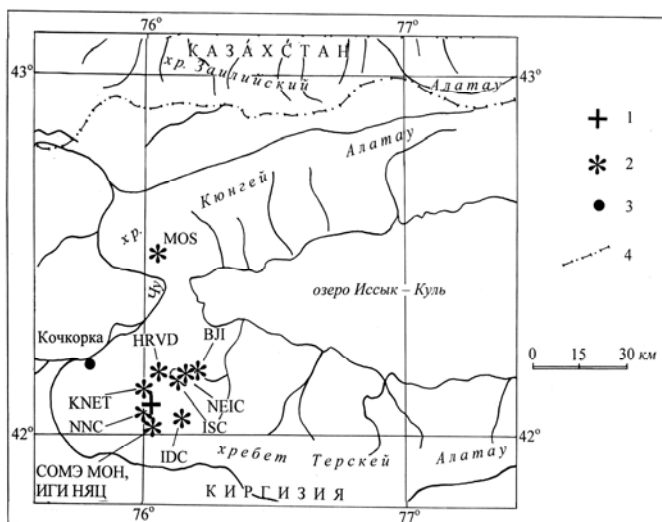


Рис. 1. Решения эпицентра землетрясения 25 декабря 2006 г. с $MS=5.8$ по данным разных агентств

1 – инструментальный эпицентр по [1]; 2 – решения других агентств; 3 – населенный пункт; 4 – государственная граница.

В плейстосейстовой области были обследованы семь населенных пунктов, позволивших оконтурить семибалльную изосейсту. Внутри этой области в двух пунктах, а именно в урочище Кёл-Тор и чабанском доме (кошаре), построенном из кирпича-сырца, испытали более сильные сотрясения, оцениваемые в 7–8 баллов. Хозяин дома (Шабдалиев Женишбек) является очевидцем этого землетрясения. Кроме его кошар, никакого объекта здесь нет. Кёл-Тор – это пастбища (жайлоо), где летом бывают чабаны. Именно в этом месте расположен инструментальный эпицентр Кочкорского землетрясения 25 декабря 2006 г. Очевидец во время землетрясения наблюдал некое свечение над эпицентральной областью: несколько секунд горело, как фонарь, затем потухло. Он ощущал сильное колебание земной поверхности. Его дом, который находился в 3–5 км от эпицентра, полностью разрушен.

Таблица 2. Макросейсмические сведения о землетрясении 26 декабря 2006 г. с $K_p=14.2$, $MS=5.8$

№	Пункт	Δ , км	φ° , N	λ° , E	№	Пункт	Δ , км	φ° , N	λ° , E
<u>7–8 баллов</u>					<u>6 баллов</u>				
1	Урочище Кёл-Тор	4	42.11	76.01	15	Ак-Джар	34	42.22	75.58
2	Кашар Акулу-Булун	6	42.13	76.07	17	Ала-Баш	39	42.10	76.48
<u>7 баллов</u>					18	Кум-Дёбё	39	42.23	75.53
3	Электор	12	42.17	75.95	19	Чекилдек	47	42.18	75.52
4	Кара-Кюнгей	16	42.22	75.92	20	Чолпон	56	42.20	75.47
5	Кара-Саз	19	42.17	75.80	21	Ак-Чий	58	42.15	71.45
6	Исакеева	22	42.05	75.78	<u>5–6 баллов</u>				
7	Большевик (Укок)	22	42.18	75.78	22	Орто-Токойское водохранилище	25	42.33	76.02
8	Семизбель	25	42.20	75.78	23	Тура-Суу	27	42.13	76.32
9	Турасу	28	42.13	76.33	24	Ак-Кыя	28	41.77	75.96
<u>6–7 баллов</u>					25	Кен-Суу	40	41.78	75.72
10	Кара-Суу	26	42.17	75.77	26	Комсомол	47	42.07	76.58
11	Кочкорка	31	42.22	75.73	27	Орток	54	42.2	75.37
12	Чон-Булак	31	42.11	75.72	28	пер. Кызарт	71	42.1	75.15
13	пер. Ала-Баш	32	42.10	76.30	<u>5 баллов</u>				
14	Кара-Тоо	33	42.23	75.73	29	Ак-Кыя	22	41.92	75.87
15	Кёк-Джар	37	42.18	75.65					

№	Пункт	Δ, км	φ°, N	λ°, E	№	Пункт	Δ, км	φ°, N	λ°, E
30	Турасуу	25	41.93	76.2	58	Мин-Куш	137	41.68	74.5
31	Ак-Олён	30	42.35	76.18	59	Арал	138	41.85	74.32
32	Джер-Кёчкю	35	41.82	76.27	60	г. Бишкек	143	42.83	74.62
33	пер. Долон	35	41.85	75.73	61	Кызыл-Ой	151	41.95	74.13
34	Кёк-Мойнок Первое	39	42.05	76.05	62	Кызыл-Суу	159	42.52	75.47
35	Кара-Шаар (Оттук)	40	42.32	76.3	63	Кожомкул	160	42.07	74.2
36	Кара-Талаа	41	42.3	76.4	64	Иссык-Ата	195	42.58	74.92
37	Балыкчы	42	42.45	76.18	65	Байрик	200	41.2	75.92
38	Кёк-Мойнок Второе	47	42.52	76.83		<u>4–5 баллов</u>			
39	Дён-Талаа	48	42.12	76.57	66	Тогуз-Булак	61	42.1	76.73
40	Бар-Булак	50	42.25	76.65	67	Кемин	79	42.78	75.7
41	Шор-Булак	54	42.27	76.52	68	Сары-Камыш	97	42.5	76.3
42	Кара-Тоо	54	42.23	76.62	69	Каджи-Сай	98	42.15	77.17
43	Оттук	55	41.62	75.8.	70	Токмок	100	42.85	75.32
44	Кызыл-Туу	56	42.2	76.68	71	Ат-Башы	106	41.18	75.82
45	Конур-Олён	57	42.08	76.55	72	Узун-Булак	122	42.1	75.25
46	пер. Джалпак-Бель	57	41.57	76.47	73	Таш-Башат	179	41.5	76.4
47	Эмгекчил	62	41.57	75.98	74	Каинды	207	42.83	73.7
48	Нарын	76	41.42	76		<u>4 балла</u>			
49	Достук	90	41.38	75.65	75	Джаны-Талап	60	41.58	75.78
50	Юрьевка	104	42.73	75.03	76	Орнёк	90	42.63	76.87
51	Кара-Кече	109	41.73	74.8	77	Чолпон-Ата	108	42.63	77.1
52	Ак-Тал	110	41.42	75.05	78	Тосор	120	42.13	77.45
53	Ивановка	111	42.83	75.07	79	Ийри-Суу	161	41.87	74
54	Кыз-Куйо	120	42.63	76.83	80	Арчалы	174	41.72	76.83
55	Чаек	124	41.92	74.52	81	Каракол	200	42.48	78.4
56	Кант	128	42.9	74.83					
57	Ала-Арча	134	42.63	74.5					

Населенные пункты *Исакеева, Семизбель, Кара-Саз, Электор, Кара-Кунгей, Большевик (Укок)*, располагаясь на северо-западе от эпицентра, сильно пострадали. Эти села являются ближайшими к эпицентру населенными пунктами, поэтому макросейсмические эффекты здесь проявились с наибольшей интенсивностью. Жилищный фонд поселков составляют одноэтажные глинобитные дома и имеются отдельные дома, построенные из обыкновенного кирпича. Землетрясение ощущалось всеми жителями сел, находящимися в помещениях и на открытом воздухе, как в состоянии покоя, так и в движении. Большинство людей покинули помещения в состоянии сильного испуга и всю ночь провели на улице. По сообщению главы сельской администрации, население указанных сел длительное время находилось в стрессовом состоянии. При землетрясении в помещениях во многих случаях выпадала из шкафов и разбивалась посуда, скрипела и раскачивалась мебель. Неустойчивые предметы падали или сдвигались со своих мест, в некоторых домах треснули оконные стекла. В целом здания типа А получили повреждения 2–3 степени по шкале MSK-64 [7]. Отдельные школы, которые имеют глинобитные постройки, получили повреждения третьей степени. Дымовые трубы частично разрушились. Аналогичный сейсмический эффект наблюдался в районе перевала Ала-Баш, в населенном пункте Турасу, который находится на востоке от инструментального эпицентра землетрясения. Интенсивность сотрясений в поселках по макросейсмическим эффектам достигла **7 баллов**.

В населенных пунктах *Кочкор, Кара-Суу, Кара-Тоо, Кёк-Джар, Чон-Булак* землетрясение проявилось в меньшей степени. Оно ощущалось всеми жителями, находящимися в помещениях и на открытом воздухе, как в состоянии покоя, так и в движении. Спящие проснулись; люди в сильном испуге выбегали из помещений. Имело место сильное раскачивание зданий. Основное здание и пристройка не разделены антисейсмическим швом, и после землетрясения образовались трещины по стенам в местах их соединения. Интенсивность землетрясения в этих поселках оценивается в **6–7 баллов**.

В селах *Чекильдек, Чолпон, Ак-Чий, Ала-Баиш, Ак-Джар, Кум-Дёбё* интенсивность сейсмических сотрясений стала немного слабее. В школе села *Чолпон* (двухэтажное типовое здание) в

стенах образовались тонкие трещины в штукатурке и произошло откалывание небольших кусков штукатурки. В отдельных зданиях глинобитных домов возникли трещины в стенах и в дымовых трубах. Интенсивность землетрясения в этих населенных пунктах достигла **6 баллов**.

Интенсивность воздействия колебаний в **5–6 баллов** определена в восьми населенных пунктах: *Орто-Токойское водохранилище, Комсомол, Орток, перевал Кызарт, Кен-Суу, Ак-Кыя, Тура-Суу, Сары-Булак*. Повреждение получили в основном глинобитные дома. В них наблюдались тонкие трещины в стенах, в штукатурке стен, в угловых сопряжениях стен, раскрытие и увеличение старых трещин с отслаиванием кусков штукатурки. Жители наблюдали небольшие камнепады в горах южнее поселков.

В зоне **5 баллов** землетрясение проявилось в виде резких горизонтальных толчков субширотного направления. В некоторых местах был слышен подземный гул. В населенных пунктах в пределах этой зоны в отдельных старых глинобитных домах образовались тонкие трещины в стенах, чаще – в штукатурке стен. Землетрясение хорошо ощущалось и под открытым небом.

В населенных пунктах, находящихся в зоне с $I=4-5$ баллов, здания и сооружения не пострадали. Жители ощущали сильные колебания земной поверхности.

На рис. 2 представлена карта изосейст. Изосейсты землетрясения имеют форму эллипса, большая ось которого вытянута с востока на запад, вдоль западной оконечности хр. Терской-Алатау. Направленность излучения из очага землетрясения – по макросейсмическим данным, была с востока на запад.

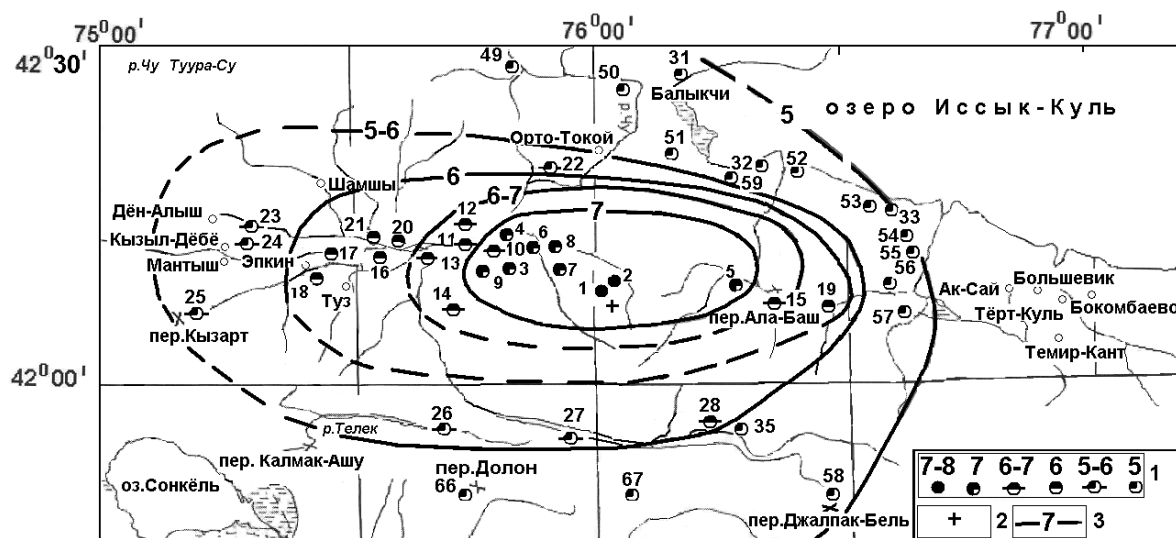


Рис. 2. Карта изосейст Кочкорского землетрясения 25 декабря 2006 г.

1 – интенсивность сотрясений в баллах по шкале MSK-64; 2 – эпицентр по инструментальным данным; 3 – изосейста.

Представленная карта изосейст позволяет оценить геометрические размеры макросейсмического поля и его основные параметры (табл. 3).

Таблица 3. Основные параметры макросейсмического поля Кочкорского землетрясения 25 декабря в $20^{\text{h}}00^{\text{m}}$ с $K_p=14.2$, $MS=5.8$

I_i , баллы	Геометрические параметры поля изосейст,				Площадь S_i зоны, км^2
	км				
	l_a	l_b	\bar{l}	l_a/l_b	
7	24.91	10.1	15.86	2.47	790
6–7	33.66	13.46	21.28	2.50	1423
6	47.80	17.50	28.92	2.73	2627
5–6	60.59	26.25	39.88	2.31	4994

Примечание. Среднее \bar{l} является средним геометрическим $\bar{l} = \sqrt{l_a \cdot l_b}$.

Решение механизма очага Кочкорского землетрясения показано на рис. 3 и найдено по данным о знаках первых вступлений *P*-волн, собранных по 26 сейсмическим станциям региона.

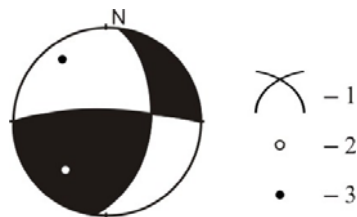


Рис. 3. Стереограмма механизма очага Кочкорского землетрясения 25 декабря 2006 г. с $K_p=14.2$, $M_S=5.8$ в проекции нижней полусферы
1 – нодальные линии; 2, 3 – оси главных напряжений сжатия и растяжения соответственно; зачернена область волн сжатия.

Одна из нодальных плоскостей ($NP2$) простирается в близширотном направлении ($STK=264^\circ$) и почти вертикальна ($DP=82^\circ$). Вектор скольжения направлен на запад. Другая нодальная плоскость ($NP1$) менее крутая ($DP=50^\circ$) и простирается в меридиональном направлении ($STK=0^\circ$). В очаге произошел взброс по крутой плоскости или сдвиг по пологой. Ось напряжения сжатия ориентирована в север–северо-западном направлении ($AZM=318^\circ$), угол с горизонтом составляет $PL_p=21^\circ$. Ось напряжения растяжения направлена с юго-запада на северо-восток ($AZM=214^\circ$) и угол погружения равен $PL_T=33^\circ$. В табл. 4 представлены параметры механизма очага главного толчка и некоторых его афтершоков.

Таблица 4. Параметры механизма очага землетрясения Кочкорского землетрясения 25 декабря 2006 г. и некоторых его афтершоков

Агент-ство	Дата, д м	t_0 , ч мин с	h , км	M_w	K_p	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Источ-ник
						<i>T</i>		<i>N</i>		<i>P</i>		<i>NP1</i>			<i>NP2</i>			
						<i>PL</i>	<i>AZM</i>	<i>PL</i>	<i>AZM</i>	<i>PL</i>	<i>AZM</i>	<i>STK</i>	<i>DP</i>	<i>SLIP</i>	<i>STK</i>	<i>DP</i>	<i>SLIP</i>	
ОМСЭ	25.12.2006	20 00 58.3	13		14.2	33*	214*	48	254	21*	318*	0	50	10	264	82	140	[1, 8]
GCMТ	25.12.2006	20 00 58.3	19	5.8		53	221	30	80	19	338	30	37	34	272	70	122	[2]

Примечание. GCMТ – Гарвардский университет (США) (начиная с сентября 2006 г. агентство HRVD переведено в Колумбийский университет (США) и имеет код GCMТ); знаком * отмечена выполненная *red.* необходимая перестановка параметров осей *P* и *T* главного толчка в соответствии с параметрами нодальной плоскости *NP1*.

Следует отметить, что положение в пространстве первой нодальной плоскости хорошо согласуется с положением (ориентацией) большой оси эллипса плейстосейстовой зоны. Вектор скольжения по плоскости разрыва в очаге направлен в западном направлении (рис. 2 и 3).

Л и т е р а т у р а

1. Джанузаков К.Д. (отв. сост. по региону), Соколова Н.П. (Кыргызстан), Калмыкова Н.А. (Казахстан), Гиязова Ш.Ш. (Узбекистан), Шукурова Ы.Р., Сопиева К., Умурзакова Р.А., Проскурина Л.П., Ульянина И.А., Гайшук Л.Н., Тулегенова М.К., Абдыкадыров А.А. Каталог землетрясений Центральной Азии за 2006 г. ($N=538$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
2. **Bulletin of the International Seismological Centre for 2006.** – Berkshire: ISC, 2008.
3. Калмыкова Н.А., Неверова Н.П. (СОМЭ МОН РК), Михайлова Н.Н. (ИГИ НЯЦ РК) (отв. сост.); составители: Проскурина Л.П., Смирнова Е.Ю., Ульянина И.А., Гайшук Л.Н. Шипулина С.А., (от СОМЭ МОН РК); Соколова И.Н. (от ИГИ НЯЦ РК). Каталог землетрясений Казахстана за 2006 г. ($N=555$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
4. **Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2006 год /** Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ГС РАН, 2006–2007. – [Электронный ресурс]. – ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2006/.
5. Шебалин Н.В. Коэффициенты уравнения макросейсмического поля по регионам // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 30.
6. Корженков А.М., Муралиев А. М., Джумабаева А.Б., Ормуков Ч.О., Гребенникова В.В. Макросейсмические обследования Кочкорского землетрясения 26 декабря 2006 г. с $M=5.5$, $K=14$, $I_0=76$ в Северном Кыргызстане // Наука и новые технологии. – 2006. – № 3–4. – С. 219–225.

7. **Медведев С.В. (Москва), Шпонхойер В. (Иена), Карник В. (Прага).** Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
8. **Муралиев А.М. (отв. сост.), Молдыбаева М.Б., Турумбекова Н.К., Абдраева Б., Полешко Н.Н., Каймачникова Н.И., Гиязова Ш.Ш., Садыкова Н.** Каталог механизмов очагов землетрясений Центральной Азии за 2006 г. ($N=82$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).