

## КАЗАХСТАН

*Н.А. Калмыкова<sup>1</sup>, Н.П. Неверова<sup>1</sup>, Н.Н. Михайлова<sup>2</sup>, И.Н. Соколова<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Сейсмологическая опытно-методическая экспедиция Министерства образования и науки Республики Казахстан, г. Алматы, [kalmykova@mail.kz](mailto:kalmykova@mail.kz)*

<sup>2</sup>*Институт геофизических исследований Национального ядерного центра Министерства энергетики и минеральных ресурсов Республики Казахстан, г. Курчатов – г. Алматы, [mikhailova@kndc.kz](mailto:mikhailova@kndc.kz), [sokolova@kndc.kz](mailto:sokolova@kndc.kz)*

На территории Казахстана в 2006 г. сейсмические наблюдения проводились, как и ранее [1, 2], силами двух организаций: Сейсмологической опытно-методической экспедиции (СОМЭ) КН МОН РК и Института геофизических исследований Национального ядерного центра (ИГИ НЯЦ) МЭМР РК. Каждая организация имеет свою сеть наблюдений и центр обработки данных.

В 2006 г. сеть Сейсмологической опытно-методической экспедиции (СОМЭ) КН МОН РК включала в себя 29 сейсмических станций (табл. 1). Очередные семь станций переведены на цифровую регистрацию: Семипалатинск (1 апреля), Джамбул (1 апреля), Чимкент (25 апреля), Капал-Арасан (15 мая), Зайсан (21 мая), Боролдай (26 мая), Южная (26 мая). В итоге вся сеть перешла на цифровую регистрацию землетрясений (табл. 2).

**Таблица 1.** Сейсмические станции СОМЭ МОН РК (в хронологии их открытия), работавшие в 2006 г.

№	Станция			Дата открытия	Координаты			Аппаратура			
	Название	Код			$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$	$h_y, м$	Тип прибора	Комп-нента	$V_{max}$	$\Delta T_{max}, с$
		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-3, КПЧ	E	250	0.10–1.70
								СКД	N, E, Z	1000	0.50–18.0
								СКД, КПЧ	Z	50	0.50–18.0
				05.10.2004				Quanterra-730			
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
				25.04.2006				DAS-6102			
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
				01.04.2006				DAS-6102			
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
				01.04.2006				DAS-6102			
5	Талды-Курган	Т-К	Т-К	02.08.1975	45.006	78.405	601	СКМ-3	Z	10000	0.15–1.65
								СКМ-3, КПЧ	E	500	0.15–1.65
								СК	N, E, Z	1000	0.15–10.0
				21.04.2005				IDS-24			
6	Тургень	TRG	Трг	18.10.1976	43.307	77.637	1510	СКМ-3	Z	40000	0.10–1.50
								СКМ-3, КПЧ	E	2000	0.10–1.50
								СКД	Z	1000	1.0–15.0
								СКД, КПЧ	Z	50	1.0–15.0
				15.04.2004				Quanterra-730			
7	Кастек	KST	Кст	20.09.1976	43.043	75.963	1415	СКМ-3	Z	40000	0.10–1.50
								СКМ-3, КПЧ	E	2000	0.10–1.50
				06.06.2003				IDS-24			

№	Станция			Дата открытия	Координаты			Аппаратура			
	Название	Код			$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$	$h_y, м$	Тип прибора	КомпONENTA	$V_{max}$	$\Delta T_{max}, c$
		межд.	рег.								
8	Тянь-Шань	TNS	Т-III	26.09.1979	43.050	76.933	3130	СКМ-3	Z	40000	0.10–1.50
				15.12.2005				СКМ-3, 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-3, КПЧ	E	2000	0.10–1.10
								СКД	Z	1000	1.0–19.0
								СКД, КПЧ	Z	50	1.0–18.0
			03.03.2004					Quanterra-730			
10	Медео	MDO	Мдо	01.01.1980	43.167	77.010	1600	СКМ-3	Z	40000	0.10–1.60
								СКМ-3, КПЧ	E	2000	0.10–1.60
				15.04.2004				Quanterra-730			
11	Майтюбе	MTB	Мтб	14.07.1984	43.130	76.430	1190	СКМ-3	Z	30000	0.10–1.50
				07.01.2004				Quanterra-730			
12	Джаркент	DJR	Джр	16.10.1987	44.431	79.787	1600	СКМ-3	Z	40000	0.10–1.50
								СКМ-3, КПЧ	E	2000	0.10–1.50
			06.04.2005					IDS-24			
13	Курам	KUR	Кур	16.09.1988	43.487	78.168	840	СКМ-3	Z	30000	0.10–1.50
								СКМ-3, КПЧ	E	1500	0.10–1.50
				06.08.2003				IDS-24			
14	Капал-Арасан	KPA	Кпа	18.09.1988	45.283	79.356	946	СКМ-3	Z	40000	0.10–1.50
								СКМ-3, КПЧ	E	2000	0.10–1.50
				15.05.2006				IDS-24			
15	Саты	SAT	Сат	17.10.1988	43.057	78.407	1500	СКМ-3	Z	30000	0.10–1.50
								СКМ-3, КПЧ	E	1500	0.10–1.50
				10.05.2004				IDS-24			
16	Чушкалы	CHK	Чшк	12.05.1989	43.861	77.003	510	СКМ-3	Z	30000	0.10–1.50
								СКМ-3, КПЧ	E	1500	0.10–1.50
				16.08.2003				Quanterra-730			
17	Южная	YUG	Южн	15.12.1989	42.142	70.039	1220	СКМ-3	Z	10000	0.10–1.40
								СКМ-3, КПЧ	E	1000	0.10–1.40
				26.05.2006				DAS-6102			
18	Зайсан	ZSN	Зсн	03.07.1989	47.450	84.400	550	СКМ-3	N, E, Z	40000	0.10–1.50
								СКМ-3, КПЧ	E	2000	0.10–0.70
				21.05.2006				DAS-6102			
19	Жабаклы	JBG	Жбг	11.09.1993	42.450	70.570	1130	СКМ-3	Z	30000	0.10–1.50
								СКМ-3, КПЧ	E	1500	0.10–1.50
				07.12.2004				DAS-6102			
20	Боролдай	BRL	Брл	01.01.1994	43.040	69.840	590	СКМ-3	Z	30000	0.20–1.20
								СКМ-3, КПЧ	E	1500	0.20–1.20
				26.05.2006				DAS-6102			
21	Мерке	MRK	Мрк	01.09.2003	42.745	73.226	1160			IDS-24	
22	Аухатты	AUH		25.05.2004	42.883	75.133	762			DAS-6102	
23	Бесмойнак	BMN		18.05.2004	43.100	75.667	1624			DAS-6102	
24	Жинишке	ZHN		09.06.2004	43.167	78.417	1346			DAS-6102	
25	Кокпек	KPK		09.06.2004	43.433	78.667	1227			DAS-6102	
26	Кызыласкер	KZA		06.05.2004	43.133	76.217	1085			DAS-6102	
27	Кыргызсай	KGS		03.06.2004	43.317	79.483	1368			DAS-6102	
28	Узынбулак	UZB		02.06.2004	43.133	79.017	1590			DAS-6102	
29	Шалкоде	SHL		09.06.2004	43.150	79.867	2115			DAS-6102	

Данные о цифровой аппаратуре станций СОМЭ МОН РК представлены в табл. 2.

Таблица 2. Данные об аппаратуре цифровых станций СОМЭ МОН РК в 2006 г.

Название станции	Тип АЦП и сейсмометра	Перечень каналов	Частотный диапазон, Гц	Частота опроса данных, Гц	Разрядность АЦП	Чувствительность, велосигграф-отсчет/(м/с)
Алматы	Q-730+EP-105	НН (N, E, Z) v	0.03–50	100	24	$1.07 \cdot 10^9$
Аухатты	DAS-6102+SP-400RN	НН (N, E, Z) v	0.1–50	100	24	$0.84 \cdot 10^9$
Бесмойнак	DAS-6102+SP-400RN	НН (N, E, Z) v	0.1–50	100	24	$0.84 \cdot 10^9$
Боролдай	DAS-6102+SP-400RN	НН (N, E, Z) v	0.1–50	100	24	$0.84 \cdot 10^9$
Джамбул	DAS-6102+SP-400RN	НН (N, E, Z) v	0.1–50	100	24	$1.68 \cdot 10^9$
Джаркент	IDS-24+SP-400RN	EH (N, E, Z) v	0.1–50	100	24	$2.0972 \cdot 10^9$
Жабаклы	DAS-6102+SP-400RN	НН (N, E, Z) v	0.1–50	100	24	$0.84 \cdot 10^9$
Жинишке	DAS-6102+SP-400RN	НН (N, E, Z) v	0.1–50	100	24	$0.84 \cdot 10^9$
Зайсан	DAS-6102+SP400RN	НН (N, E, Z) v	0.1–50	100	24	$0.84 \cdot 10^9$
Капал-Арасан	IDS-24+CM-3-KB	EH (N, E, Z) v	0.4–50	100	24	$2.19 \cdot 10^9$
Кастек	IDS-24+CMG-40T	EH (N, E, Z) v	1.0–50	100	24	$2.13 \cdot 10^{10}$
Кокпек	DAS-6102+SP-400RN	НН (N, E, Z) v	0.1–50	100	24	$0.84 \cdot 10^9$
Курам	IDS-24+CM-3-KB	EH (N, E, Z) v	0.4–50	100	24	$1.50 \cdot 10^9$
Курты	Q-730+EP-105	НН (N, E, Z) v	0.03–50	100	24	$1.07 \cdot 10^9$
Кызыласкер	DAS-6102+SP-400RN	НН (N, E, Z) v	0.1–50	100	24	$0.84 \cdot 10^9$
Кыргызсай	DAS-6102+SP-400RN	НН (N, E, Z) v	0.1–50	100	24	$0.84 \cdot 10^9$
Майтубе	Q-730+L4C	EH (N, E, Z) v	1.0–50	100	24	$0.87 \cdot 10^9$
Медео	Q-730+CMG-3T	BH (N, E, Z) v	0.03–50	50	24	$0.63 \cdot 10^9$
Мерке	IDS-24+CMG-40T	EH (N, E, Z) v	1.0–50	100	24	$2.11 \cdot 10^{10}$
Саты	IDS-24+CM-3-KB	EH (N, E, Z) v	0.4–50	100	24	$1.7 \cdot 10^9$
Семипалатинск	DAS-6102+EP-105	EH (N, E, Z) v	0.03–50	100	24	$0.84 \cdot 10^9$
Талды-Курган	IDS-24+EP-105	EH (N, E, Z) v	0.03–50	100	24	$2.097 \cdot 10^9$
Тургень	Q-730+L4C	EH (N, E, Z) v	1.0–50	100	24	$0.9 \cdot 10^9$
Тянь-Шань	DAS-6102+CMG-40T	EH (N, E, Z) v	1.0–50	100	24	$8.47 \cdot 10^9$
Узынбулак	DAS-6102+SP-400RN	НН (N, E, Z) v	0.1–50	100	24	$0.84 \cdot 10^9$
Чимкент	DAS-6102+EP-105	EH (N, E, Z) v	0.1–50	100	24	$0.84 \cdot 10^9$
Чушкалы	Q-730+L4C	EH (N, E, Z) v	1.0–50	100	24	$0.92 \cdot 10^9$
Шалкоде	DAS-6102+SP-400RN	НН (N, E, Z) v	0.1–50	100	24	$0.84 \cdot 10^9$
Южная	DAS-6102+SP-400RN	НН (N, E, Z) v	0.1–50	100	24	$0.84 \cdot 10^9$

В сети станций НЯЦ РК в 2006 г. проведена модернизация сейсмической группы Курчатов-Крест, расположенной на территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона. Созданная еще в советское время сейсмическая группа расположена вблизи г. Курчатов, в северо-восточной части Казахстана.

Модернизированная сейсмическая группа Курчатов-Крест представляет собой два линейных ортогональных профиля (широтный и меридиональный) приборных скважин длиной по 22.5 км каждый. На каждом профиле имеется по 10 приборных скважин (пунктов) с общим центральным пунктом в месте пересечения профилей. Среднее расстояние между пунктами приблизительно равно 2.25 км (рис. 1, табл. 3). Ориентация профилей выбрана таким образом, чтобы максимально усиливать сейсмические сигналы от слабых подземных ядерных взрывов, проводимых на полигоне Невада (США). Меридиональный профиль (пункты 1–10) имеет азимут простирания на север-северо-восток ( $AZM=10^\circ$ ), широтный профиль (пункты 11–20) – на запад-северо-запад ( $AZM=280^\circ$ ).

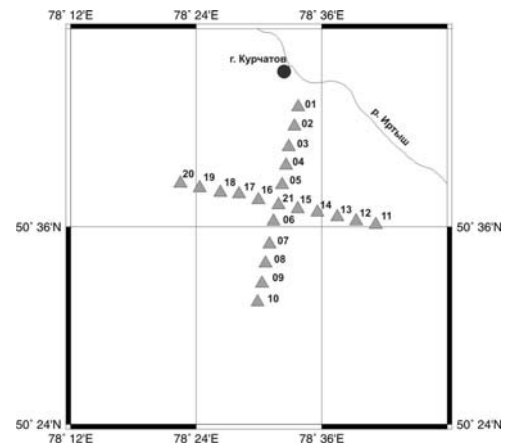


Рис. 1. Расположение пунктов сейсмической группы Курчатов-Крест

**Таблица 3.** Координаты мест расположения приборных скважин сейсмической группы Курчатов-Крест в 2006 г.

№	Код скважины	$h_y$ , м	Координаты		Глубина скважин, м	№	Код скважины	$h_y$ , м	Координаты		Глубина скважин, м
			$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E					$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E	
1	KUR01	164.6	50.7211	78.5625	35.6	12	KUR12	204.0	50.6058	78.6547	34.1
2	KUR02	169.0	50.7017	78.5564	38.5	13	KUR13	224.4	50.6100	78.6247	44.4
3	KUR03	175.0	50.6808	78.5475	32.0	14	KUR14	217.0	50.6147	78.5931	38.2
4	KUR04	177.4	50.6622	78.5433	38.9	15	KUR15	200.7	50.6181	78.5617	36.0
5	KUR05	183.0	50.6425	78.5367	27.5	16	KUR16	194.4	50.6272	78.4992	32.7
6	KUR06	196.5	50.6056	78.5321	35.0	17	KUR17	196.6	50.6331	78.4681	38.3
7	KUR07	200.0	50.5825	78.5169	37.5	18	KUR18	192.4	50.6347	78.4386	49.4
8	KUR08	200.8	50.5631	78.5106	39.0	19	KUR19	181.8	50.6394	78.4056	26.5
9	KUR09	201.2	50.5428	78.5047	29.5	20	KUR20	183.4	50.6439	78.3747	50.0
10	KUR10	205.4	50.5239	78.4978	36.2	21	KUR21	199.8	50.6222	78.5311	52.0
11	KUR11	202.4	50.6022	78.6861	30.0						

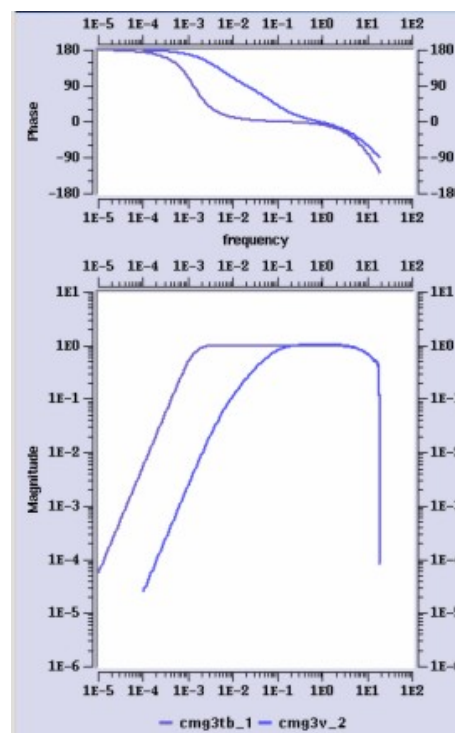
С 1973 г. на месте группы Курчатов-Крест работала так называемая «старая система» с аналоговой регистрацией. С 1986 по 1992 год проводилась модернизация этой системы, но в связи с распадом СССР и национализацией объектов станция до 1995 г. не работала. С января 1995 г. в центральном пункте сбора данных на 2 технической площадке геофизической обсерватории Курчатов был установлен 16-битовый аналогово-цифровой преобразователь на базе персонального компьютера. Аналоговые сигналы оцифровывались со скоростью 40 отсчетов в секунду и записывались непрерывно на компьютерный диск. Несмотря на то, что группа Курчатов-Крест была оснащена цифровой аппаратурой и вошла в состав сети станций НЯЦ РК, ее данные из-за их большого запаздывания (поступали по почте) не использовались для создания сейсмологических бюллетеней ЦСОССИ ИГИ НЯЦ РК (Центр сбора и обработки специальной сейсмической информации Института геофизических исследований Национального ядерного центра Республики Казахстан).

По Договору о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний, подписанном Казахстаном в 1996 г., станция «Курчатов-Крест» включена в сеть Международной системы мониторинга как вспомогательная станция (AS-058). В соответствии с требованиями к станциям Международной системы мониторинга в 2006 г. станция была полностью модернизирована. С 26 июля 2006 г. она начала работу как станция международного мониторинга в тестовом режиме. Станция была сертифицирована международной комиссией в качестве станции международного мониторинга с 18 декабря 2006 г.

Новое оборудование установлено в тех же приборных сооружениях, что и в старой системе. На пунктах 1–20 установлены однокомпонентные сейсмометры CMG-3V, на 21 пункте – трехкомпонентный сейсмометр CMG-3TB (рис. 2).

Станция регистрации Еуропа-Т фирмы Nanometrics имеет частоту оцифровки 40 отсч/с. Привязка по времени осуществляется системой GPS.

Сбор информации в центр системы (CRF) и пункт обработки данных (TS2) осуществляется посредством радиомодемов VIP 110-24. Полученные на станции данные по спутниковому каналу от CRF передаются в Международный центр данных (МЦД) в Вену, откуда они в реальном времени поступают в Казахстанский нацио-



**Рис. 2.** Амплитудно-частотные и фазовые характеристики сейсмометров CMG-3TB, CMG-3V

нальный центр данных (KNDC), являющийся структурным подразделением ИГИ НЯЦ РК в г. Алматы.

Использование данных сейсмической группы Курчатов-Крест позволило в значительной степени повысить точность параметризации источников событий восточного и северо-восточного Казахстана.

В состав сети сейсмических наблюдений ИГИ НЯЦ РК в 2006 г. входили восемь сейсмических групп (Акбулак, Маканчи, Каратау, Курчатов-Крест, Чкалово, Восточное, Зеренда, Боровое-AS057) и пять трехкомпонентных станций («Актюбинск», «Боровое», «Курчатов», «Подгорное», «KNDC»). В табл. 4 приведены сведения о параметрах станций, а в табл. 5 – о сейсмической аппаратуре. Этой сетью для всей территории Казахстана обеспечена представительная регистрация землетрясений с  $K_{\min} \geq 9$ .

**Таблица 4.** Сведения о сейсмических группах (СГ) и отдельных цифровых станциях ИГИ НЯЦ РК в хронологии их открытия

	Название	Код	Дата открытия	Координаты		
				$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$	$h_y, m$
1	Зеренда – СГ	ZRNC	22.07.1994	52.951	69.004	380
2	Боровое	BRVK	23.07.1994	53.058	70.283	330
3	Чкалово – СГ	CHKZ	23.07.1994	53.676	70.615	120
4	Восточное – СГ	VOS	24.07.1994	52.723	70.980	300
5	Актюбинск	AKTK	01.10.1994	50.435	58.017	360
6	Курчатов-Крест – СГ	KUR21	15.01.1995	50.622	78.531	200
7	Курчатов	KURK	26.03.1995	50.715	78.621	184
8	Подгорное	PDG	18.10.1997	43.327	79.485	1277
9	Маканчи – СГ	MKAR	28.08.2000	46.794	82.290	554
10	Каратау – СГ	KKAR	11.12.2001	43.103	70.512	475
11	Боровое – СГ	BVAR	15.07.2002	53.024	70.388	420
12	Акбулак – СГ	ABKAR	28.12.2003	49.256	59.943	362
13	KNDC	KNDC	14.05.2005	43.217	76.966	900
14	Актюбинск	AKTO	27.07.2005	50.435	58.017	300

Примечание. Для сейсмических групп координаты приведены для трехкомпонентных станций.

**Таблица 5.** Данные об аппаратуре цифровых станций ИГИ НЯЦ РК в 2005 г.

Название станции	Тип АЦП и сейсмометра	Перечень каналов	Частотный диапазон, Гц [3]	Частота опроса данных, Гц	Разрядность АЦП	Чувствительность, велосигграф – отсчет/(м/с), акселерограф – отсчет/(м/с <sup>2</sup> )
Зеренда – СГ (ZRNC1-ZRNC6)	Quanterra 680+STS-2	BH (N, E, Z) v	0.033–20	40	24	$1.56 \cdot 10^9$
	Quanterra 680+K213-CM1	SH (Z) v	0.5–10	40	24	$4.81 \cdot 10^9$
Боровое (IRIS/IDA)	Quanterra 680+STS-2	BH (N, E, Z) v	0.033–20	40	24	$1.56 \cdot 10^9$
	IDA-MK7B+STS-1	BH (N, E, Z) v	0.003–10	20	24	$0.30 \cdot 10^9$
	IDA-MK7B+STS-1	LH (N, E, Z) v	0.003–0.5	1	24	$0.074 \cdot 10^9$
	IDA-MK7B+STS-1	VH (N, E, Z) v	0.003–0.05	0.1	24	$0.02 \cdot 10^9$
	IDA-MK7B+FBFA	LN (N, E, Z) a	0–0.003	1	24	$3.8 \cdot 10^{12}$
	IDA-MK7B+GS-13	SH (N, E, Z) v	0.05–20	40	24	$0.74 \cdot 10^9$
Чкалово – СГ (CHK1-CHK6)	Quanterra 680+STS-2	BH (N, E, Z) v	0.033–20	40	24	$1.56 \cdot 10^9$
	Quanterra 680+K213-CM1	SH (Z) v	0.5–10	40	24	$4.81 \cdot 10^9$
Восточное – СГ (VOS1-VOS6)	Quanterra 680+STS-2	BH (N, E, Z) v	0.033–20	40	24	$1.56 \cdot 10^9$
	Quanterra 680+K213-CM1	SH (Z) v	0.5–10	40	24	$4.81 \cdot 10^9$
Актюбинск	REFTEK-72A+CMG-3ESP	BH (N, E, Z) v	0.1–20	40	16	$0.2235 \cdot 10^9$
Актюбинск	Europa-T+CMG-3TB	BH (N, E, Z) v	0.003-5	40	24	$0.100 \cdot 10^9$

Название станции	Тип АЦП и сейсмометра	Перечень каналов	Частотный диапазон, Гц [3]	Частота опроса данных, Гц	Разрядность АЦП	Чувствительность, велосиграф – отсчет/(м/с), акселерограф – отсчет/(м/с <sup>2</sup> )
KNDC	Quanterra 680+STS-2	BH (N, E, Z) v	0.033–20	40	24	1.56·10 <sup>9</sup>
Курчатов-Крест – СГ (KUR01-KUR21)	IASPEI-16+K213-C	SH (Z) v	0.5–10	40	16	0.052·10 <sup>9</sup>
Курчатов (IRIS/IDA)	IDA-MK7B+STS-1	BH (N, Z, E) v	0.003–10	20	24	0.31·10 <sup>9</sup>
	IDA-MK7B+STS-1	LH (N, Z, E) v	0.003–0.5	1	24	0.077·10 <sup>9</sup>
	IDA-MK7B+STS-1	VH (N, E, Z) v	0.003–0.05	0.1	24	0.019·10 <sup>9</sup>
	IDA-MK7B+FBA	LN (N, E, Z) a	0–0.003	1	24	3.8·10 <sup>12</sup>
	IDA-MK7B+GS-13	SH (N, E, Z) v	0.05–20	40	24	0.74·10 <sup>9</sup>
Маканчи – СГ (МК01-МК09)	AIM-24+KS-54000-CTBTO	BH (N, E, Z) a	0.03–16.7	40	24	0.25·10 <sup>9</sup>
	AIM-24+GS-21	SH (Z) v	0.05–20	40	24	0.075·10 <sup>9</sup>
Каратау – СГ (КК01-КК09)	AIM-24+KS-54000-CTBTO	BH (N, E, Z) a	0.03–16.7	40	24	0.25·10 <sup>9</sup>
	AIM-24+GS-21	SH (Z) v	0.05–20	40	24	0.075·10 <sup>9</sup>
Акбулак – СГ (АВК01-АВК09)	AIM-24+KS-54000-CTBTO	BH (N, E, Z) a	0.03–16.7	40	24	0.25·10 <sup>9</sup>
	AIM-24+GS-21	SH (Z) v	0.05–20	40	24	0.075·10 <sup>9</sup>
Подгорное Боровое – СГ	REFTEK-72A+CMG-3ESP	BH (N, E, Z) v	0.1–20	40	24	0.954·10 <sup>9</sup>
	Eurogra-T+CMG-3TB	BH (N, E, Z) v	0.003-5	40	24	0.100·10 <sup>9</sup>

Расположение сейсмических станций обеих сетей показано на рис. 3.



Рис. 3. Схема размещения сейсмических станций на территории Казахстана в 2006 г.

1 – сейсмическая станция СОМЭ МОН РК; 2 – трехкомпонентная станция НЯЦ РК; 3 – сейсмическая группа НЯЦ РК; 4 – граница района «Северный Тянь-Шань». Цифрами 1–9 обозначены некоторые из станций СОМЭ МОН РК: «Чимкент»-СНМ (1), «Боролдай»-BRL (2), «Южная»-YUG (3), «Жабаглы»-JBG (4), «Джамбул»-DJB (5), «Мерке»-MRK (6), «Капал-Арасан»-KPA (7), «Семипалатинск»-SEM (8), «Зайсан»-ZSN (9).

Для более точного определения координат гипоцентров землетрясений к обработке материалов СОМЭ МОН РК дополнительно привлекались бюллетени землетрясений станций «Ала-Арча», «Ананьево», «Арал», «Бишкек», «Каджи-Сай», «Кен-Суу», «Пржевальск», «Эркин-Сай» ОМСЭ ИС НАН Кыргызстана. Уровень представительности землетрясений  $K_{min}$ , по сравнению с [1, 2], не изменился: по-прежнему на всей территории Северного Тянь-Шаня не могут быть пропущены землетрясения с  $K_p \geq 7.5$ , а в центральной части Северного Тянь-Шаня без пропуска регистрируются события с более низким порогом энергии  $K_{min} = 6.0$ . Методика определения основных параметров землетрясений в ЦССОСИ ИГИ НЯЦ РК и СОМЭ МОН РК не изменилась [1, 2].

Сводный каталог землетрясений Казахстана, включая регион «Северный Тянь-Шань», приведен в [3]. Всего в него включено  $N_2 = 544$  землетрясения с  $K_p = 6.6–13.8$ , в том числе



503 землетрясения для района «Северный Тянь-Шань» с  $K_p \geq 6.6$ . С остальной территории Казахстана в каталог включены землетрясения только  $K_p \geq 8.6$  ( $N=41$ ). Следует обратить внимание, что взрывы, регистрируемые сетью наблюдений СОМЭ, всегда исключаются из каталога землетрясений. Из них формируют каталог взрывов [4], созданный как самостоятельная база данных. Каталог взрывов, локализованных на всей территории Казахстана в 2006 г., впервые представлен на CD в наст. сб. [4].

Карта эпицентров более сильных ( $K_p \geq 8.6$ ) землетрясений на всей территории Казахстана и приграничных районов представлена на рис. 4.

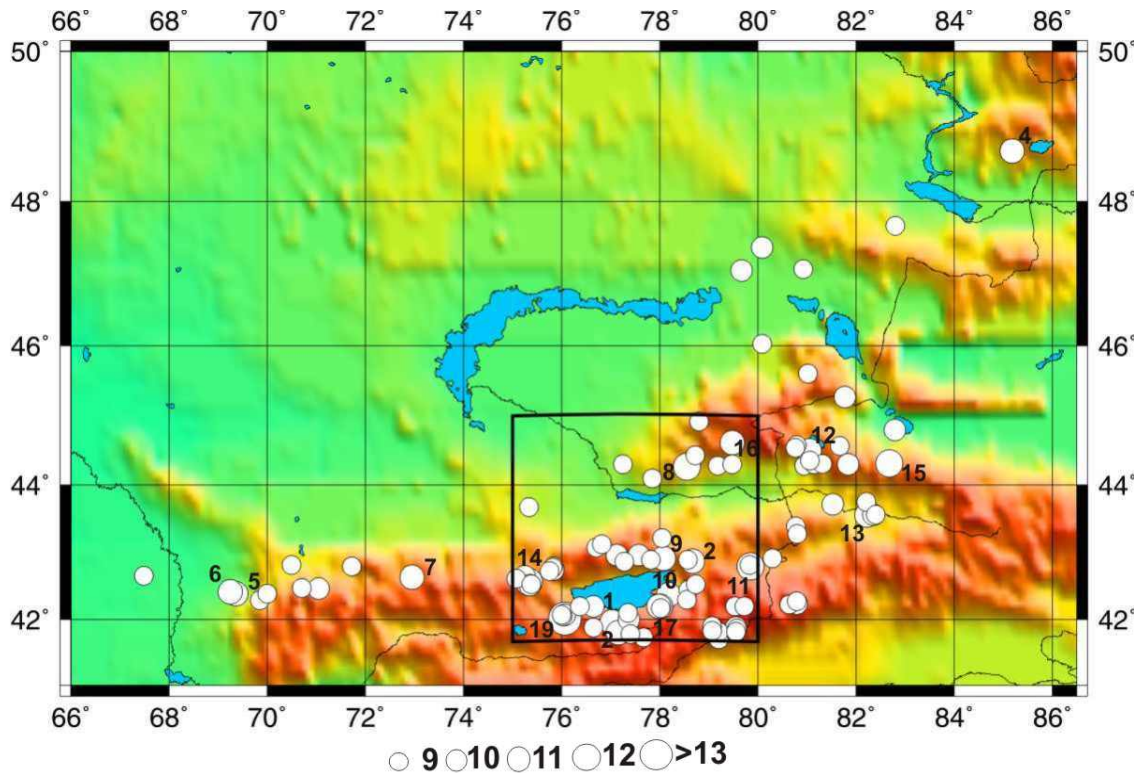


Рис. 4. Карта эпицентров землетрясений Казахстана с  $K_p \geq 8.6$  за 2006 г.

Как видим, основная масса землетрясений с  $K_p \geq 8.6$  сосредоточена в контуре района Северный Тянь-Шань, в том числе и сильные ( $K_p \geq 10.6$ ) с номерами (1, 2, 8–11, 14, 16, 17, 19). Максимальное землетрясение (19, рис. 4) произошло 25 декабря в 20<sup>h</sup>00<sup>m</sup> на территории Кыргызстана с  $K_p=13.8$ ,  $MPVA=6.2$  [3],  $MS=5.8$  [5],  $M_w=5.8$  [6]. Его эпицентр локализован в западной части хр. Терской-Алатау. Афтершоковая деятельность отличалась резким всплеском ( $N=39$  событий) в первые сутки, во второй день число афтершоков сократилось до 8, а затем наблюдались одиночные толчки в течение месяца. Землетрясение ощущалось с интенсивностью  $I=3$  балла в г. Алматы. Ему посвящена отдельная статья [7] в наст. сб.

Вне района Северный Тянь-Шань, к западу от его границ, обращает на себя внимание широтная полоса эпицентров, среди которых есть три сильных. Землетрясения (5, 6) локализованы 1 мая вблизи Чимкента ( $\Delta=10$  км) с промежутком в 20<sup>m</sup>: в 01<sup>h</sup>00<sup>m</sup>39<sup>s</sup> с  $K_p=11.5$ ,  $MPVA=5.0$  и в 01<sup>h</sup>00<sup>m</sup>59<sup>s</sup> с  $K_p=11.0$ ,  $MPVA=4.7$ . Первый толчок был ощутимым с интенсивностью  $I=3$ –4 балла в Чимкенте и 2 балла – в Ташкенте ( $\Delta=121$  км). Землетрясение (7) реализовалось 24 мая в 13<sup>h</sup>17<sup>m</sup> с  $K_p=11.2$  и  $MPVA=5.1$  [3].

Более 20 землетрясений с  $K_p \geq 8.6$  локализованы восточнее района Северный Тянь-Шань, в приграничной зоне на территории Китая. Среди них три толчка (12, 13, 15) с  $K_p \geq 10.6$  зарегистрированы 30 октября в 02<sup>h</sup>46<sup>m</sup> с  $K_p=10.9$ ,  $MPVA=4.5$ ; 1 ноября в 01<sup>h</sup>15<sup>m</sup> с  $K_p=11.2$ ,  $MPVA=4.6$ ; 23 ноября в 11<sup>h</sup>04<sup>m</sup> с  $K_p=12.4$ ,  $MPVA=5.3$  [3].

Самым северным событием явилось землетрясение (4), произошедшее 20 марта с  $K_p=11.0$ ,  $MPVA=4.7$  [3].

Эпицентры землетрясений с  $K_p \geq 6.6$  изображены на рис. 5 внутри границ района Северный Тянь-Шань.

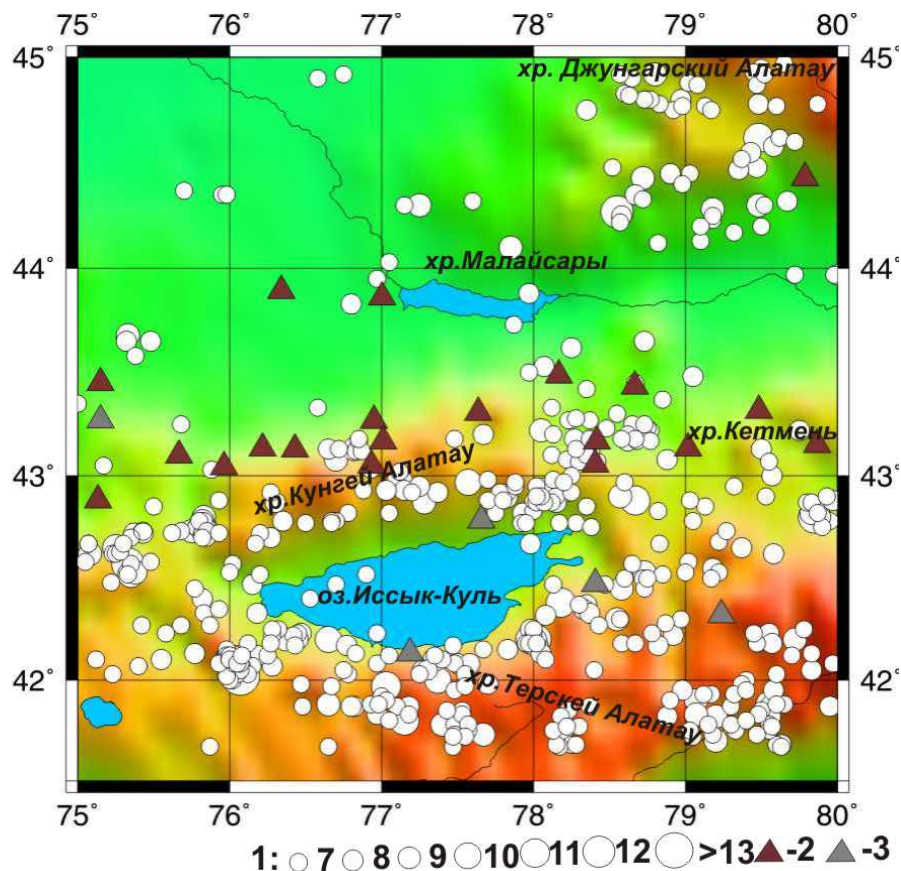


Рис. 5. Карта эпицентров землетрясений с  $K_p \geq 6.6$  для Северного Тянь-Шаня за 2006 г.

1 – энергетический класс  $K_p$ ; 2, 3 – сейсмическая станция Казахстана и Кыргызстана соответственно.

Распределение землетрясений по энергетическим классам для всего района приведено в табл. 6.

Таблица 6. Распределение числа землетрясений по энергетическим классам и суммарная сейсмическая энергия  $\Sigma E$  на Северном Тянь-Шане

$K_p$	7	8	9	10	11	12	13	14	$N_\Sigma$	$\Sigma E, 10^{12} \text{ Дж}$
$N(K)$	347	97	38	9	8	3	–	1	503	103.94

Аналогичное распределение для территории хребтов Заилийский и Кунгей-Алатау представлено в табл. 7.

Таблица 7. Распределение числа землетрясений по энергетическим классам и суммарная сейсмическая энергия  $\Sigma E$  территории хребтов Заилийский и Кунгей-Алатау

$K_p$	7	8	9	10	11	$N_\Sigma$	$\Sigma E, 10^{12} \text{ Дж}$
$N(K)$	80	16	5	2	2	105	0.227

Величина выделившейся суммарной сейсмической энергии землетрясений, зарегистрированных на территории Северного Тянь-Шаня в 2006 г. (табл. 6), незначительно уменьшилась, по сравнению с тем же параметром за 2005 г. ( $\Sigma E = 112.72 \cdot 10^{12} \text{ Дж}$  [2]). Сейсмическая активность  $A_{10}$  в данном районе практически не изменилась:  $A_{10} = 0.084$  (2005 г.) и  $A_{10} = 0.089$  (2006 г.).



Но, по сравнению с периодом 1999–2003 гг., когда  $A_{10}$  не превышала 0.05, полученные в 2005–2006 гг. значения  $A_{10}$  являются высокими. Значение наклона  $|\gamma|$  графика повторяемости более стабильно и равно  $\gamma=0.44$  с 2003 г. [1, 2, 8].

Как следует из рис. 5, в пределах района Северный Тянь-Шань сейсмичность концентрируется в хребтах Заилийском и Кунгей-Алатау, хотя в 2006 г. сильные землетрясения возникли в «краевых» областях этого района. Непосредственно на территории Казахстана самые значительные события (8, 11) произошли 4 июня в 15<sup>h</sup>10<sup>m</sup> ( $K_p=12.1$ ,  $MPVA=5.6$ ) и 13 октября 00<sup>h</sup>41<sup>m</sup> ( $K_p=12.0$ ,  $MPVA=5.3$ ). Землетрясение (8) зарегистрировано в отрогах Джунгарского Алатау (хр. Алтын-Эмель) (рис. 5) с единственным слабым ( $K_p=5.7$ ) афтершоком. Оно ощущалось в г. Алматы с интенсивностью  $I=3$  балла. Ощутимым с интенсивностью  $I=2-3$  балла было также землетрясение (11), которое случилось на восточной окраине Северного Тянь-Шаня (хр. Кетмень). В течение недели после него последовали 10 афтершоков, причем семь из них зарегистрированы в первые сутки. Диапазон энергетических классов афтершоков – от  $K_p=5.9$  до  $K_p=8.7$ . Следует отметить ощутимое в г. Алматы с  $I=2-3$  балла землетрясение (14, рис. 4) с  $K_p=12.5$ ,  $MPVA=5.6$ , зарегистрированное в зоне Киргизского хребта 8 ноября в 02<sup>h</sup>21<sup>m</sup> на территории Кыргызстана. В интервале нескольких часов за ним последовали четыре афтершока с  $K_p=6.1-9.9$ .

### Л и т е р а т у р а

1. Бейсенбаев Р.Т., Ли А.Н., Калмыкова Н.А., Неверова Н.П., Михайлова Н.Н., Соколова И.Н. Казахстан // Землетрясения Северной Евразии, 2004 год. – Обнинск: ГС РАН, 2010. – С. 130–141.
2. Бейсенбаев Р.Т., Ли А.Н., Калмыкова Н.А., Неверова Н.П., Михайлова Н.Н., Соколова И.Н. Казахстан // Землетрясения Северной Евразии, 2005 год. – Обнинск: ГС РАН, 2011. – С. 147–153.
3. Калмыкова Н.А., Неверова Н.П. (СОМЭ МОН РК), Михайлова Н.Н. (ИГИ НЯЦ РК) (отв. сост.); 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. Султанова Г.С. Каталог взрывов на территории Казахстана за 2006 год ( $N=260$ ). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
5. 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](ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2006).
6. Bulletin of the International Seismological Centre for 2006. – Berkshire: ISC, 2008.
7. Муралиев А.М., Джанузаков К., Малдыбаева М.Б., Абдыраева Б., Турумбекова Н.К. Кочкорское землетрясение 26 декабря 2006 г. с  $K_p=14.2$ ,  $M_w=5.8$ ,  $I_0=7-8$  (Кыргызстан). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
8. Бейсенбаев Р.Т., Ли А.Н., Калмыкова Н.А., Неверова Н.П., Полешко Н.Н., Михайлова Н.Н., Соколова И.Н., Силачева Н.В. Казахстан // Землетрясения Северной Евразии, 2003 год. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 127–138.
9. Джанузаков К.Д. (отв. сост. по региону), Соколова И.П. (Кыргызстан), Калмыкова Н.А. (Казахстан), Гязова 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).