

КАЗАХСТАН

Р.Т. Бейсенбаев¹, А.Н. Ли¹, Н.А. Калмыкова¹, Н.П. Неверова¹

Н.Н. Михайлова², И.Н. Соколова²

¹Сейсмологическая опытно-методическая экспедиция Министерства образования и науки Республики Казахстан, г. Алматы, *kalmykova@mail.kz*

²Институт геофизических исследований Национального ядерного центра Республики Казахстан, г. Курчатов – г. Алматы, *mikhailova@kndc.kz, sokolova@kndc.kz.*

На территории Казахстана в 2001 г. сейсмические наблюдения проводились силами двух организаций: Сейсмологической опытно-методической экспедицией (СОМЭ) МОН РК и Института геофизических исследований Национального ядерного центра (ИГИ НЯЦ) МЭМР РК. Каждая организация имеет свою сеть наблюдений и центр обработки данных. В настоящем ежегоднике представлен каталог землетрясений и обзор сейсмичности всей территории Республики Казахстан и прилегающих к ней территорий сопредельных стран по результатам работы двух организаций. В эту территорию полностью включен район «Северный Тянь-Шань» (рис. 1), который долгие годы в ежегодниках «Землетрясения в СССР» и «Землетрясения Северной Евразии» был представлен отдельной статьей и соответствующим каталогом. С целью сохранения преемственности настоящей статьи и статей в предыдущих сборниках анализ сейсмичности по району Северный Тянь-Шань проводится аналогично форматам предыдущих лет.



Рис. 1. Схема размещения сейсмических станций на территории Казахстана

1 – станции СОМЭ МОН РК, 2 – сейсмические группы ИГИ НЯЦ РК, 3 – трехкомпонентные станции ИГИ НЯЦ РК, 4 – район «Северный Тянь-Шань».

Сеть сейсмических станций Республики Казахстан (рис. 1) включает в себя 20 аналоговых станций Сейсмологической опытно-методической экспедиции Министерства образования и науки (СОМЭ МОН) (табл. 1) и сеть цифровых станций Института геофизических исследова-

ний Национального ядерного центра (ИГИ НЯЦ) из семи сейсмических групп и пяти станций (табл. 1, 2). К обработке материалов систематически привлекались также бюллетени четырех станций Республики Кыргызстан («Ананьево», «Пржевальск», «Кенсуу» и «Каджисай»).

Таблица 1. Сейсмические станции Казахстана (в хронологии их открытия), работавшие в 2001 г., и параметры аналоговых станций

№	Станция			Дата открытия	Координаты			Аппаратура			
	Название	Код	Принадлежность		φ°, N	λ°, E	$h_y, м$	Тип прибора	Компонента	V_{max}	$\Delta T_{max}, с$
Аналоговые											
1	Алматы	AAA	СОМЭ МОН	05.08.1927	43.267	76.950	920	СКМ-3 СКМ-КПЧ СКД СКД-КПЧ	N, E, Z E N, E, Z Z	5000 250 1000 50	0.10–1.60 0.10–1.70 0.50–18.0 0.50–18.0
2	Чимкент	СНМ	СОМЭ МОН	03.09.1932	42.319	69.603	512	СК СК-КПЧ	Z Z	1000 50	0.30–8.0 0.30–8.0
3	Семипалатинск	SEM	СОМЭ МОН	20.10.1934	50.40	80.25	209	СК СК-КПЧ	N, Z N	1600 80	0.10–10.0 0.10–10.0
4	Джамбул	DJB	СОМЭ МОН	08.10.1973	42.892	71.331	631	СК СК-КПЧ	Z Z	1000 50	0.20–11.5 0.20–10.5
5	Талды-Курган	Т-К	СОМЭ МОН	02.08.1975	45.006	78.405	601	СКМ-3 СКМ-КПЧ СК	Z E N, E, Z	10000 500 1000	0.15–1.65 0.15–1.65 0.15–10.0
6	Тургень	TRG	СОМЭ МОН	18.10.1976	43.307	77.637	1510	СКМ-3 СКМ-КПЧ СКД СКД-КПЧ	Z E Z Z	40000 2000 1000 50	0.10–1.50 0.10–1.50 1.00–15.0 1.00–15.0
7	Кастек	KST	СОМЭ МОН	20.09.1976	43.043	75.963	1415	СКМ-3 СКМ-КПЧ	Z E	40000 2000	0.10–1.50 0.10–1.50
8	Тянь-Шань	TNS	СОМЭ МОН	26.09.1979	43.050	76.933	3130	СКМ-3 СКМ-КПЧ	Z E	40000 2000	0.10–1.50 0.10–1.50
9	Курты	KUU	СОМЭ МОН	16.03.1979	43.893	76.339	550	СКМ-3 СКМ-КПЧ СКД СКД-КПЧ	Z E Z Z	40000 2000 1000 50	0.10–1.45 0.10–1.10 1.0–19.0 1.0–18.0
10	Медео	MDO	СОМЭ МОН	01.01.1980	43.167	77.010	1600	СКМ-3 СКМ-КПЧ	Z E	40000 2000	0.10–1.60 0.10–1.60
11	Майтубе	MTB	СОМЭ МОН	14.07.1984	43.130	76.430	1190	СКМ-3 СКМ-КПЧ	Z E	30000 1000	0.10–1.50 0.10–1.50
12	Джаркент	DJR	СОМЭ МОН	16.10.1987	44.431	79.787	1600	СКМ-3 СКМ-КПЧ	Z E	40000 2000	0.10–1.50 0.10–1.50
13	Курам	KUR	СОМЭ МОН	16.09.1988	43.487	78.168	840	СКМ-3 СКМ-КПЧ	Z E	30000 1500	0.10–1.50 0.10–1.50
14	Капал-Арасан	KPA	СОМЭ МОН	18.09.1988	45.283	79.356	946	СКМ-3 СКМ-КПЧ	Z E	40000 2000	0.10–1.50 0.10–1.50
15	Саты	SAT	СОМЭ МОН	17.10.1988	43.057	78.407	1500	СКМ-3 СКМ-КПЧ	Z E	30000 1500	0.10–1.50 0.10–1.50
16	Чушкалы	CHK	СОМЭ МОН	12.05.1989	43.861	77.003	510	СКМ-3 СКМ-КПЧ	Z E	30000 1500	0.10–1.50 0.10–1.50
17	Южная	YUG	СОМЭ МОН	15.12.1989	42.142	70.039	1220	СКМ-3 СКМ-КПЧ	Z E	10000 1000	0.10–1.40 0.10–1.40
18	Зайсан	ZSN	СОМЭ МОН	03.07.1990	47.450	84.400	550	СКМ-3 СКМ-КПЧ	N, E, Z E	40000 2000	0.10–1.50 0.10–0.70
19	Жабаглы	JBG	СОМЭ МОН	11.09.1993	42.450	70.570	1130	СКМ-3 СКМ-КПЧ	Z E	30000 1500	0.10–1.50 0.10–1.50
20	Боролдай	BRL	СОМЭ МОН	01.01.1994	43.040	69.840	590	СКМ-3 СКМ-КПЧ	Z E	30000 1500	0.20–1.20 0.20–1.20

№	Станция			Дата открытия	Координаты			Аппаратура			
	Название	Код	Принадлежность		φ°, N	λ°, E	$h_y, м$	Тип прибора	Компонента	V_{max}	$\Delta T_{max}, c$
Цифровые											
1	гр. Зеренда	ZRNK	ИГИ НЯЦ	22.07.1994	*52.951	*69.004	*380	STS-2			Quanterra 680 – цифровая станция
2	гр. Боровое	BRVK	ИГИ НЯЦ	23.07.1994	*53.058	*70.283	*330	STS-2			Quanterra 680 – цифровая станция
3	гр. Чкалово	CHKZ	ИГИ НЯЦ	23.07.1994	*53.676	*70.615	*120	STS-2			Quanterra 680 – цифровая станция
4	гр. Восточное	VOS	ИГИ НЯЦ	24.07.1994	*52.723	*70.980	*300	STS-2			Quanterra 680 – цифровая станция
5	Талгар	TLG	ИГИ НЯЦ	27.07.1994	*43.249	*77.224	*1120	CMG3-ESP			REFTEK 72A – цифровая станция
6	Актюбинск	AKTK	ИГИ НЯЦ	01.10.1994	*50.435	*58.017	*360	CMG3-ESP			REFTEK 72A – цифровая станция
7	гр. Курчатова-Крест	KUR21	ИГИ НЯЦ	15.01.1995	*50.622	*78.531	*240	K213-C			IASPEI 16 – цифровая станция
8	Курчатова	KURK	ИГИ НЯЦ	26.03.1995	*50.715	*78.621	*184	STS-1			МК7 ISP – цифровая станция
9	Маканчи	MAKZ	ИГИ НЯЦ	14 09 1996	*46.808	*81.977	*600	STS-1			Quanterra 380 – цифровая станция
10	Подгорное	PDG	ИГИ НЯЦ	18.10.1997	*43.327	*79.485	*1277	L4C			REFTEK 72A – цифровая станция
11	гр. Маканчи	MKAR	ИГИ НЯЦ	28.08.2000	*46.794	*82.290	*615	KS-54000-CTBT0			AIM 24
12	гр. Каратау	KKAR	ИГИ НЯЦ	11.12.2001	*43.105	*70.507	*525	KS-54000-CTBT0			AIM 24

Примечание. Знаком * отмечены данные www.iris.washington.edu. Различие параметров между вариантом 1999 г. [1] и 2001 г. (табл. 1) в том, что последние данные согласуются с таковыми в базе данных www.iris.washington.edu. Раньше были данные ИГИ НЯЦ. Планируются работы в 2007 г. по уточнению всех данных.

Таблица 2. Данные об аппаратуре цифровых станций НЯЦ РК

Название станции	Тип АЦП и сейсмометра	Перечень каналов	*Частотный диапазон, Гц	Частота опроса данных, Гц	Разрядность АЦП	Чувствительность, велосигграф – отсчет/(м/с), акселерограф – отсчет/(м/с ²)
Зеренда	Quanterra 680+STS-2	BH(N, Z, E)v	0.033–20	40	24	$1.56 \cdot 10^9$
Боровое	Quanterra 680+STS-2	BH(N, Z, E)v	0.033–20	40	24	$1.56 \cdot 10^9$
Боровое (IRIS/IDA)	IDA MK7B + STS-1	BH(N, Z, E)v	0.003–10	20	24	$0.30 \cdot 10^9$
	IDA MK7B + STS-1	LH(N, Z, E)v	0.003–0.5	1	24	$0.074 \cdot 10^9$
	IDA MK7B + STS-1	VH(N, Z, E)v	0.003–0.05	0.1	24	$0.02 \cdot 10^9$
	IDA MK7B + FBA	LN(N, Z, E)a	0–0.003	1	24	$3.8 \cdot 10^{12}$
	IDA MK7B + GS13	SH(N, Z, E)v	0.05–20	40	24	$0.74 \cdot 10^9$
Чкалово	Quanterra 680+STS-2	BH(N, Z, E)v	0.033–20	40	24	$1.56 \cdot 10^9$
Восточное	Quanterra 680+STS-2	BH(N, Z, E)v	0.033–20	40	24	$1.56 \cdot 10^9$
Талгар	REFTEK72A+ CMG3-ESP	BH(N, Z, E)v	0.1–20	40	16	$0.2235 \cdot 10^9$
Актюбинск	REFTEK72A+ CMG3-ESP	BH(N, Z, E)v	0.1–20	40	16	$0.2235 \cdot 10^9$
Курчатова-Крест (KUR01-KUR21)	IASPEI16+ K213-C	SH(Z)v	0.5–10	40	16	$0.052 \cdot 10^9$
Курчатова (IRIS/IDA)	IDA MK7B + STS-1	BH(N, Z, E)v	0.003–10	20	24	$0.31 \cdot 10^9$
	IDA MK7B + STS-1	LH(N, Z, E)v	0.003–0.5	1	24	$0.077 \cdot 10^9$
	IDA MK7B + STS-1	VH(N, Z, E)v	0.003–0.05	0.1	24	$0.019 \cdot 10^9$
	IDA MK7B + FBA	LN(N, Z, E)a	0–0.003	1	24	$3.8 \cdot 10^{12}$
	IDA MK7B + GS13	SH(N, Z, E)v	0.05–20	40	24	$0.74 \cdot 10^9$

Название станции	Тип АЦП и сейсмометра	Перечень каналов	*Частотный диапазон, Гц	Частота опроса данных, Гц	Разрядность АЦП	Чувствительность, велосиграф – отсчет/(м/с), акселерограф – отсчет/(м/с ²)
Маканчи МАКЗ (IRIS/GSN)	Quanterra 380+STS1	BH(N, Z, E)v	0.003–10	20	24	0.92·10 ⁹
	Quanterra 380+STS1	LH(N, Z, E)v	0.003–0.5	1	24	0.23·10 ⁹
	Quanterra 380+STS1	VH(N, Z, E)v	0.003–0.05	0.1	24	0.057·10 ⁹
	Quanterra 380+STS1	VM(N, Z, E)v	0.003–0.05	0.1	24	5.969·10 ¹²
	Quanterra 380+STS1	UH(N, Z, E)v	0.003–0.005	0.01	24	0.075·10 ⁹
	Quanterra 380 + FBA	LL(N, Z, E)a	0–0.003	1	24	1.87·10 ¹³
Маканчи МКАР	AIM24+KS-54000-СТВТО	BH(N, Z, E)a	0.03–16.7	40	24	0.25·10 ⁹
МК01-МК09	AIM24+ GS21	SH(Z)v	0.05–20	40	24	0.075·10 ⁹
Каратау ККАР	AIM24+KS-54000-СТВТО	BH(N, Z, E)a	0.03–16.7	40	24	0.25·10 ⁹
КК01-КК09	AIM24+ GS21	SH(Z)v	0.05–20	40	24	0.075·10 ⁹
Подгорное	REFTEK72A+L4C	SH(N, Z, E)v	1.0–20	40	24	0.084·10 ⁹

*См. [2].

В 2001 г. сеть станций ИГИ НЯЦ пополнилась новой сейсмической группой «Каратау», расположенной в южном Казахстане. Эта группа построена при сотрудничестве с АФТАК (США) и аналогична введенной в строй на год раньше сейсмической группе «Маканчи» [3]. Сейсмическая группа «Каратау» [4] расположена в 90 км к западу от г. Тараз (прежний Джамбул). Площадка под группой находится в долине, в геологическом плане представляющей собой гранитный массив, сложенный лейкократовыми гранитами верхнеордовикского возраста (γO_3). Юго-западная часть гранитного массива имеет тектонические контакты с вмещающими породами кембрия и приурочена к Каратаусскому региональному разлому [5]. Группа состоит из десяти элементов, расположенных по двум окружностям с одной центральной точкой (рис. 2). На девяти пунктах в пробуренных скважинах установлено девять однокомпонентных сейсмометров GS-21. В центральном пункте установлена трехкомпонентная широкополосная станция с сейсмометром KS-54000-СТВТО. Глубина скважин составляет от 50.4 до 60.4 м.

В табл. 3 приведены координаты всех приборных скважин сейсмической группы «Каратау».

Таблица 3. Координаты и глубины скважин сейсмической группы Каратау

№	Тип сейсмометра	h скважины, м	Координаты		
			φ°, N	λ°, E	h _y , м
КК-01 (центр)	GS-21	50.4	43° 06' 18.3"	70° 30' 24.0"	524.96
КК-02	GS-21	50.4	43° 06' 11.2"	70° 30' 43.2"	521.39
КК-31 (7 м от КК02)	KS54000-СТВТО	60.4	43° 06' 12.2"	70° 30' 41.2"	521.16
КК-03	GS-21	50.4	43° 06' 09.3"	70° 30' 06.0"	529.01
КК-04	GS-21	50.4	43° 06' 34.4"	70° 30' 23.5"	523.33
КК-05	GS-21	50.4	43° 07' 0.03"	70° 31' 27.0"	509.95
КК-06	GS-21	50.4	43° 05' 38.9"	70° 31' 33.2"	533.46
КК-07	GS-21	50.4	43° 05' 20.6"	70° 30' 03.2"	526.29
КК-08	GS-21	50.4	43° 06' 14.6"	70° 29' 15.5"	543.07
КК-09	GS-21	50.4	43° 07' 19.5"	70° 30' 00.0"	546.25

Регистрация сигналов производится в цифровом виде. Режим регистрации непрерывный. Число отсчетов в секунду стандартное для всех каналов и составляет 40.

Коммуникационная структура сейсмической группы «Каратау» представлена на рис. 3.

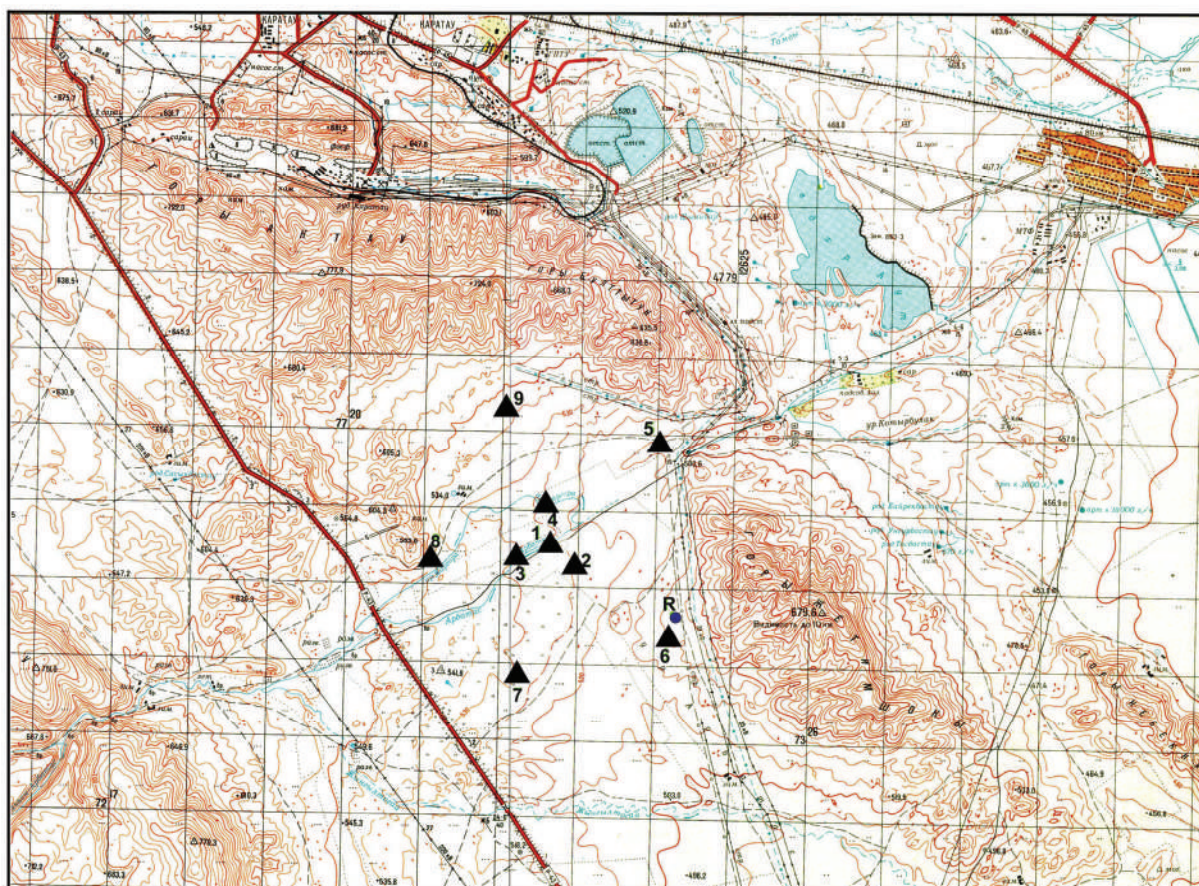


Рис. 2. Схема расположения элементов сейсмической группы «Каратау» (треугольниками показано расположение приборных скважин)

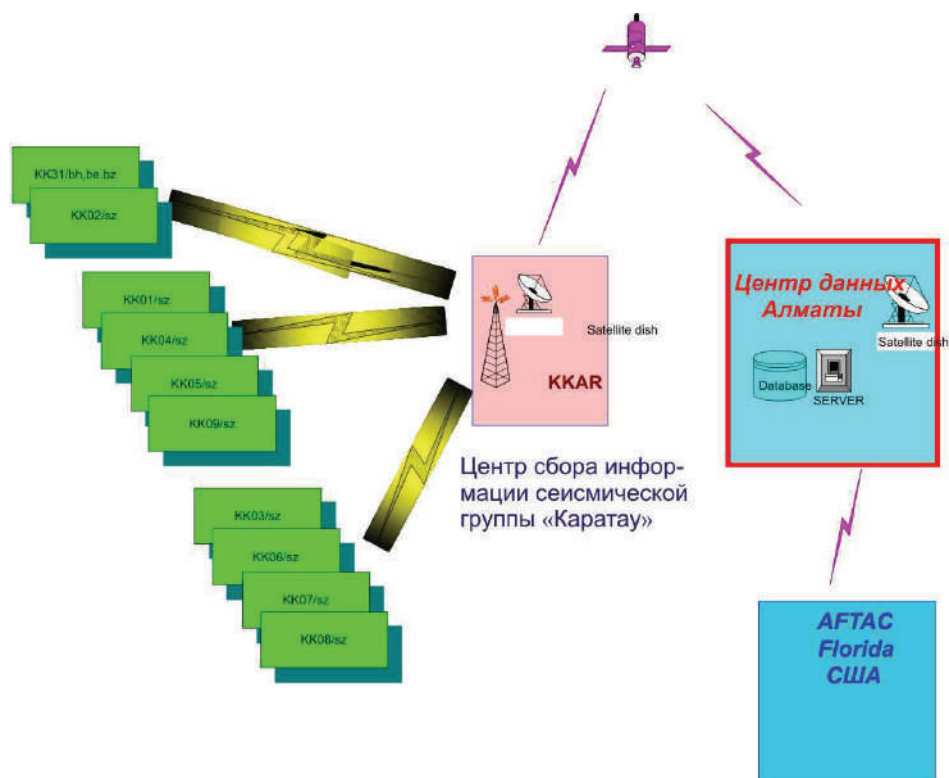


Рис. 3. Схема сбора данных сейсмической группы «Каратау»

Сведения с каждого пункта этой сейсмической группы объединяются при передаче данных в три потока, как показано на рис. 3, и по радиотелеметрическим каналам собираются в центральном пункте группы «Каратау». Далее по спутниковому каналу они поступают в Центр данных ИГИ НЯЦ РК г. Алматы, где установлено коммуникационное и компьютерное оборудование, необходимое для сбора и обработки поступающей информации. Из Центра суммарные сведения со станции Каратау передаются в режиме реального времени во Флориду в Национальный центр данных США. Передача данных осуществляется через выделенный закрытый канал связи INFONET. Все действия, связанные с настройкой каналов и калибровкой аппаратуры, осуществляются дистанционно из Центра данных в г. Алматы. Автоматически и визуально осуществляется контроль за сбором и передачей данных, расчет статистики поступающих и отсылаемых данных.

Сейсмическая группа «Каратау» явилась второй после «Маканчи» станцией, построенной по самым высоким международным стандартам и удовлетворяющей всем мировым требованиям к станциям, входящим в глобальные сети сейсмического мониторинга. Эта станция обладает высокой эффективностью как при регистрации региональных, так и телесеизмических событий.

К концу 2001 г. в состав сети сейсмических наблюдений НЯЦ РК входили сейсмические группы «Маканчи», «Каратау», «Курчатов-Крест», «Боровое», «Чкалово», «Восточное», «Зеренда», а также трехкомпонентные станции «Актюбинск», «Боровое», «Курчатов», «Подгорное».

Описанная суммарная сеть обеспечивает для всей территории Казахстана представительную регистрацию землетрясений с $K_{\min}=9$. Однако для территории, называемой «Северный Тянь-Шань», достигается более низкий порог энергии представительно регистрируемых землетрясений (рис. 4). На всей территории Северного Тянь-Шаня регистрируются без пропусков землетрясения с $K_{\min}=7.5$, а на небольшом участке между станциями «Кастек» и «Саты» – с $K_{\min}=6.5$.

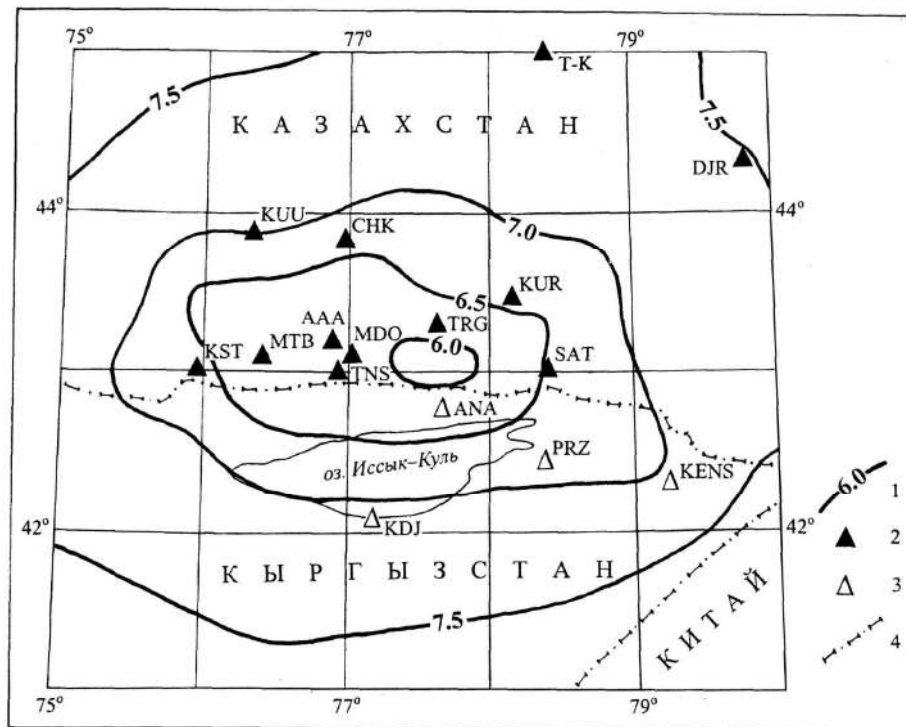


Рис. 4. Карта энергетической представительности землетрясений K_{\min} Северного Тянь-Шаня за 2001 г.

1 – изолиния K_{\min} ; 2, 3 – сейсмическая станция Кыргызстана и Казахстана соответственно;
4 – государственная граница.

Методика обработки данных в двух организациях Казахстана различна.

В СОМЭ МОН РК обрабатываются аналоговые сейсмограммы на фотобумаге. Локализация событий в центральной части Северного Тянь-Шаня осуществляется машинным способом по программе, составленной Е.А. Разаковым [6], в других районах – вручную.

В Центре данных ИГИ НЯЦ РК обрабатываются только цифровые записи. Используются два режима обработки – автоматический и интерактивный. Автоматическая обработка производится на данных, поступающих в реальном времени. Используются программы DP/EP, предоставленные Норвежским центром NORSAR [7]. В интерактивной обработке используется программный комплекс DATASCOPE, установленный на компьютерах SUN. Локализация событий производится с помощью программы dblocsat2 и стандартного годографа IASPEI91.

Методика определения энергетического класса и магнитуд в обеих организациях одинакова. Используются одинаковые номограммы и калибровочные функции [8].

Сводный каталог землетрясений Казахстана [9], включая регион «Северный Тянь-Шань», содержит 668 землетрясений с $K_p=3.3-13.5$, из которых 618 с $K_p=3.3-12.1$ произошли в районе «Северный Тянь-Шань» и 50 землетрясений с $K_p=7.5-13.5$ – на остальной территории Казахстана.

Карта эпицентров землетрясений с $K_p \geq 8.6$ на всей территории Казахстана и приграничных районов представлена на рис. 5, где четко выделяются две группы событий, образующие полосы северо-западного простирания, расположенные с запада и востока оз. Иссык-Куль. Наиболее сильные ($K_p \geq 8.6$) события в этих полосах локализованы вблизи хр. Терсей-Алатау (19 октября в 14^h56^m с $K_p=12.1$ – на востоке и 9 октября в 00^h24^m с $K_p=10.6$ – на западе). Незначительное число землетрясений с $K_p=9$ зарегистрировано в хребтах Джунгарский Алатау и Тарбагатай на востоке Казахстана.

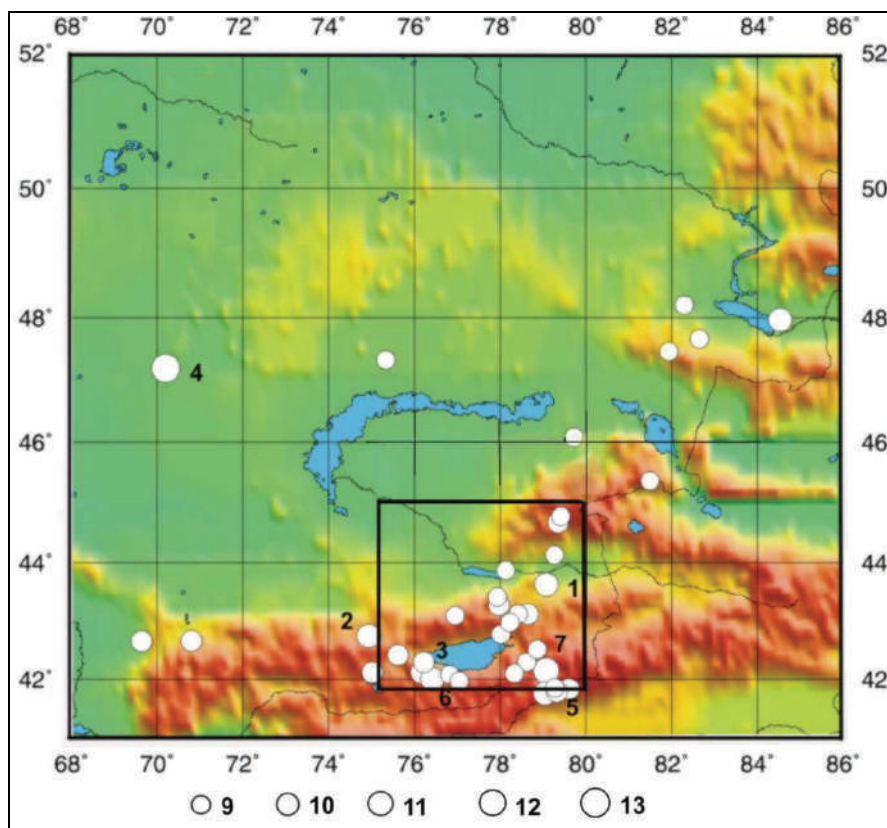


Рис. 5. Карта эпицентров землетрясений Казахстана, включая район «Северный Тянь-Шань»

Сильнейшим и самым интересным событием 2001 г. явилось землетрясение 22 августа в 15^h58^m в Центральном Казахстане (5 на рис. 5), названное Шалгинским (описано в отдельной статье [10] наст. сб.). Землетрясение было детально изучено экспедицией ИГИ НЯЦ РК. Интенсивность сотрясений в районе эпицентра составила 6 баллов. Энергетический класс $K_p=13.5$, магнитуда по поверхностным волнам по данным разных служб – от 5.0 до 5.4. Это событие явилось для сейсмологов полной неожиданностью, поскольку в этом районе ранее никогда не фиксировались землетрясения. Это событие убедительно показало, что представление о сейсмической активности территории Казахстана, заключающееся в том, что только на юге и восто-

ке республики могут происходить землетрясения, несостоятельно. Требуется мониторинг сейсмичности в пределах всей территории Казахстана и изучение сейсмического режима во всех выявленных сейсмогенерирующих зонах.

Карта эпицентров землетрясений Северного Тянь-Шаня с $K_p \geq 6.6$ за 2001 г. представлена на рис. 6. В наиболее сейсмически активной его части, на территории хребтов Заилийского и Кунгей-Алатау, зафиксировано 261 землетрясение с $K_p \geq 3.3$.

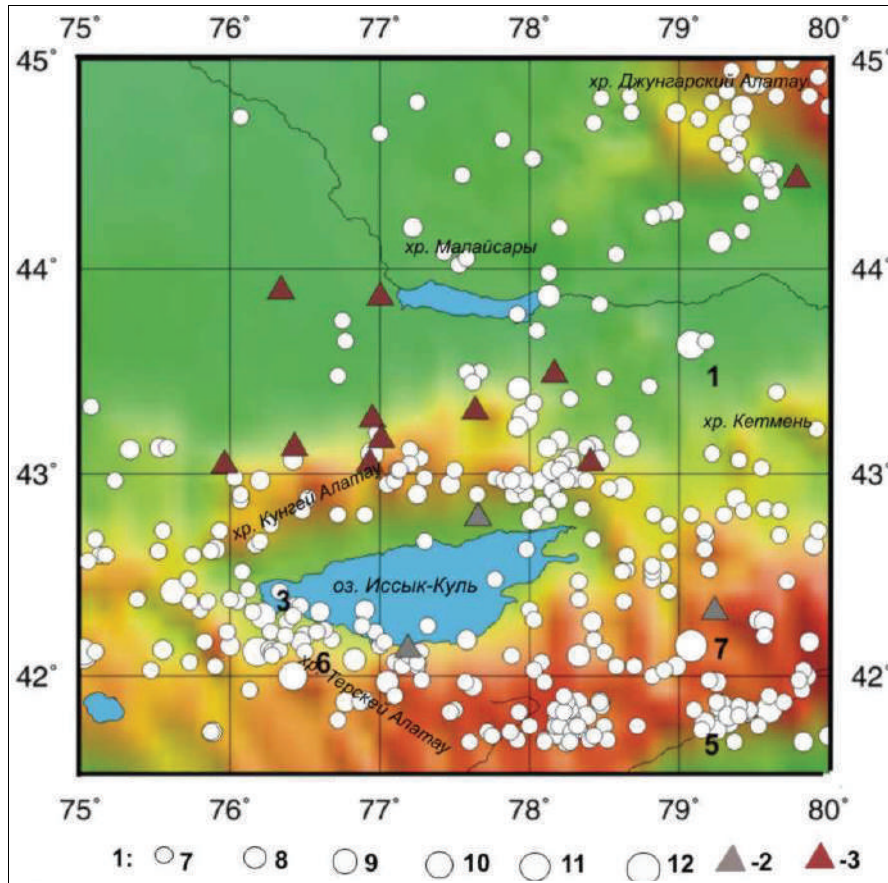


Рис. 6. Карта эпицентров землетрясений Северного Тянь-Шаня за 2001 г.

1 – энергетический класс K_p ; 2, 3 – сейсмическая станция Кыргызстана и Казахстана соответственно. Пронумерованы сильные ($K_p \geq 10.6$) землетрясения в соответствии с графой 1 каталога [9].

Распределение землетрясений по энергетическим классам K_p для всего Северного Тянь-Шаня и отдельно для территории хребтов Заилийский и Кунгей-Алатау дано в табл. 4 и 5 соответственно.

Таблица 4. Распределение числа землетрясений по энергетическим классам K_p и суммарная сейсмическая энергия ΣE на Северном Тянь-Шане в 2001 г.

K_p	5	6	7	8	9	10	11	12	N_Σ	$\Sigma E \cdot 10^{12}, \text{Дж}$
N	90	188	257	55	14	8	5	1	618	1.602

Таблица 5. Распределение числа землетрясений по энергетическим классам K_p и суммарная сейсмическая энергия ΣE вблизи хребтов Заилийский и Кунгей-Алатау в 2001 г.

K_p	5	6	7	8	9	10	N_Σ	$\Sigma E \cdot 10^{12}, \text{Дж}$
N	84	108	48	12	7	2	261	0.029

Основные параметры сейсмического режима Северного Тянь-Шаня – уровень сейсмической активности в единицах A_{10} и угол наклона графика повторяемости γ – в 2001 г., соответственно, равны: $A_{10}=0.045$, $|\gamma|=0.43$. Значение активности существенно ниже долговременного среднего, рассчитанного за 1951–1995 гг. для этого района [5]. Наиболее сильное ($K_p=12.1$, $MS=5.2$) землетрясение в пределах Северного Тянь-Шаня произошло 19 октября в 14^h56^m на восточной окраине хр. Терской-Алатау (7 на рис. 6), которое ощущалось в г. Алматы (220 км) с интенсивностью сотрясений 2–3 балла. Кроме него необходимо отметить еще 5 толчков с $K_p \div 11$. Одно из них с $K_p=10.7$, $MS=2.5$ (1 на рис. 6), зарегистрированное 17 февраля в 04^h04^m, было локализовано севернее хр. Кетмень в асейсмичной зоне. Два других (3, 5 на рис. 6) отмечены в отрогах хр. Терской-Алатау 22 мая в 15^h02^m с $K_p=11.1$, $MS=3.3$ и 9 октября в 00^h24^m с $K_p=10.6$. Землетрясение 22 мая имело два афтершока: в тот же день – с $K_p=6.9$ и 26 мая – с $K_p=8.1$. И, наконец, еще два землетрясения с $K_p=10.6$ и $K_p=11.1$ (2, 5 на рис. 5) имели место в восточном окончании Киргизского хребта 21 февраля в 12^h15^m и в отрогах хр. Кокшаал-Тау вблизи киргизско-китайской границы 20 сентября в 23^h17^m.

Следует отдельно отметить необычную группу из десяти слабых толчков с $K_p=1.2–7.4$ (рис. 7) на севере Казахстана вблизи курорта «Боровое», зарегистрированную сейсмической группой «Боровое» ИГИ НЯЦ РК. Землетрясение с $K_p=7.4$ ощущалось в г. Щучинске (10 км) с интенсивностью 3–4 балла.

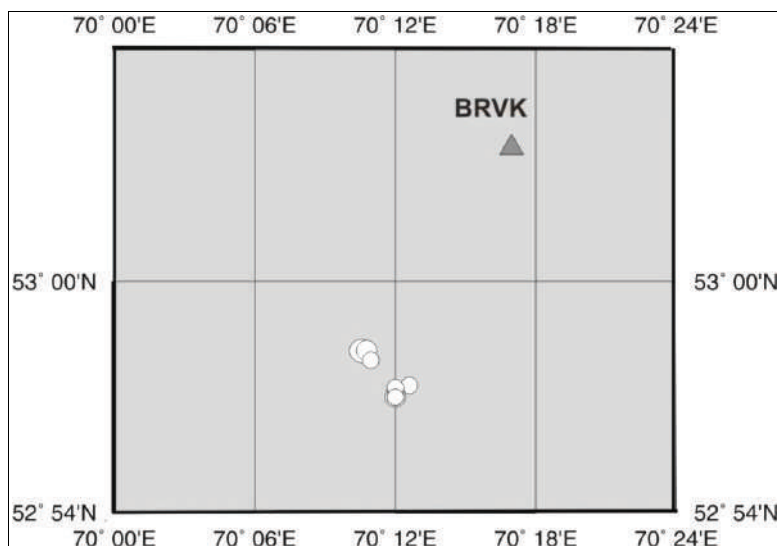


Рис. 7. Карта эпицентров группы слабых землетрясений вблизи сейсмической группы «Боровое»

Их список приведен в табл. 6. В каталог [9] они не включены.

Таблица 6. Слабые землетрясения вблизи сейсмической станции «Боровое»

№	Дата, д м	t_0 , ч мин с	Эпицентр		MPVA	K_p
			φ° , N	λ° , E		
1	13.01	10 37 12.6	52.95	70.20	0.4	2.8
2	13.01	14 34 20.1	52.97	70.18	2.5	7.4
3	13.01	14 45 34.0	52.95	70.20	0.4	1.4
4	13.01	15 16 08.1	52.97	70.18	1.5	3.5
5	13.01	16 39 23.0	52.95	70.20	1.1	2.7
6	13.01	21 00 30.0	52.95	70.20	0.3	1.2
7	27.01	10 16 50.0	52.95	70.20	1.1	3.3
8	06.02	07 24 11.0	52.95	70.20	1.5	3.6
9	18.05	12 14 12.4	52.97	70.18	1.9	4.5
10	30.10	05 14 04.1	52.95	70.20	2.0	4.0

Подобная группа слабых толчков в этом же районе зарегистрирована в 1998 г. [11, 12].

Л и т е р а т у р а

1. **Михайлова Н.Н., Соколова И.Н.** Северный, Восточный и Центральный Казахстан // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 121–123.
2. **Havskov J.G.** Alguacil Instrumentation in Earthquake Seismology // Springer, Netherlands, 2006. – 360 p.
3. **Михайлова Н.Н., Соколова И.Н.** Восточный Казахстан // Землетрясения Северной Евразии в 2000 году. – Обнинск: ГС РАН, 2006. – С. 127–132.
4. **Марченко В.Г., Неделков А.И., Комаров И.И.** Новая сейсмическая группа «Каратау» в Казахстане // Геофизика и проблемы нераспространения // Вестник НЯЦ РК. – Курчатов: НЯЦ РК, 2002. – Вып. 2. – С. 9–13.
5. **Курсеев А.К., Тимуш А.В., Шацлов В.И. и др.** Сейсмическое районирование Республики Казахстан. – Алматы: Эверо, 2000. – 220 с.
6. **Разаков Е.А.** К вопросу модернизации алгоритма определения параметров гипоцентров землетрясений // Комплексные исследования на Алма-Атинском прогностическом полигоне. – Алма-Ата: Наука, 1986. – С. 108–111.
7. **Михайлова Н.Н., Синева З.И.** Обработка данных сейсмических станций НЯЦ РК // Вестник НЯЦ РК. Вып. 2. – Курчатов: НЯЦ РК, 2002. – С. 64–68.
8. **Михайлова Н.Н., Неверова Н.П., Калмыкова Н.А.** Энергетические и магнитудные характеристики землетрясений в практике сейсмических наблюдений на Северном Тянь-Шане // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. – М.: ГС РАН, 1999. – С. 60–64.
9. **Калмыкова Н.А., Неверова Н.П., Михайлова Н.Н. (отв. сост.), Шипулина С.А., Проскурина Л.П., Ульянина И.А., Умурзакова Р.А., Каймачникова Н.И., Гайшук Л.Н., Соколова И.Н.** Казахстан. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
10. **Михайлова Н.Н., Неделков А.И., Соколова И.Н., Казаков Е.Н., Беляшов А.В., Полешко Н.Н.** Шалгинское землетрясение 22 августа 2001 года с $M_w=5.2$, $I_0^p=6$ (Центральный Казахстан). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
11. **Михайлова Н.Н., Соколова И.Н.** Северный, Восточный и Центральный Казахстан // Землетрясения Северной Евразии в 1998 году. – Обнинск: ГС РАН, 2004. – С. 109–115.
12. **Михайлова Н.Н., Неделков А.И., Соколова И.Н.** Новые данные о землетрясениях в асейсмичных районах Казахстана // Геофизика XXI столетия: 2002 год. Сборник трудов Четвертых геофизических чтений имени В.В. Федынского (28 февраля –2 марта 2002, г. Москва). – М.: Научный мир, 2003. – С. 251–255.