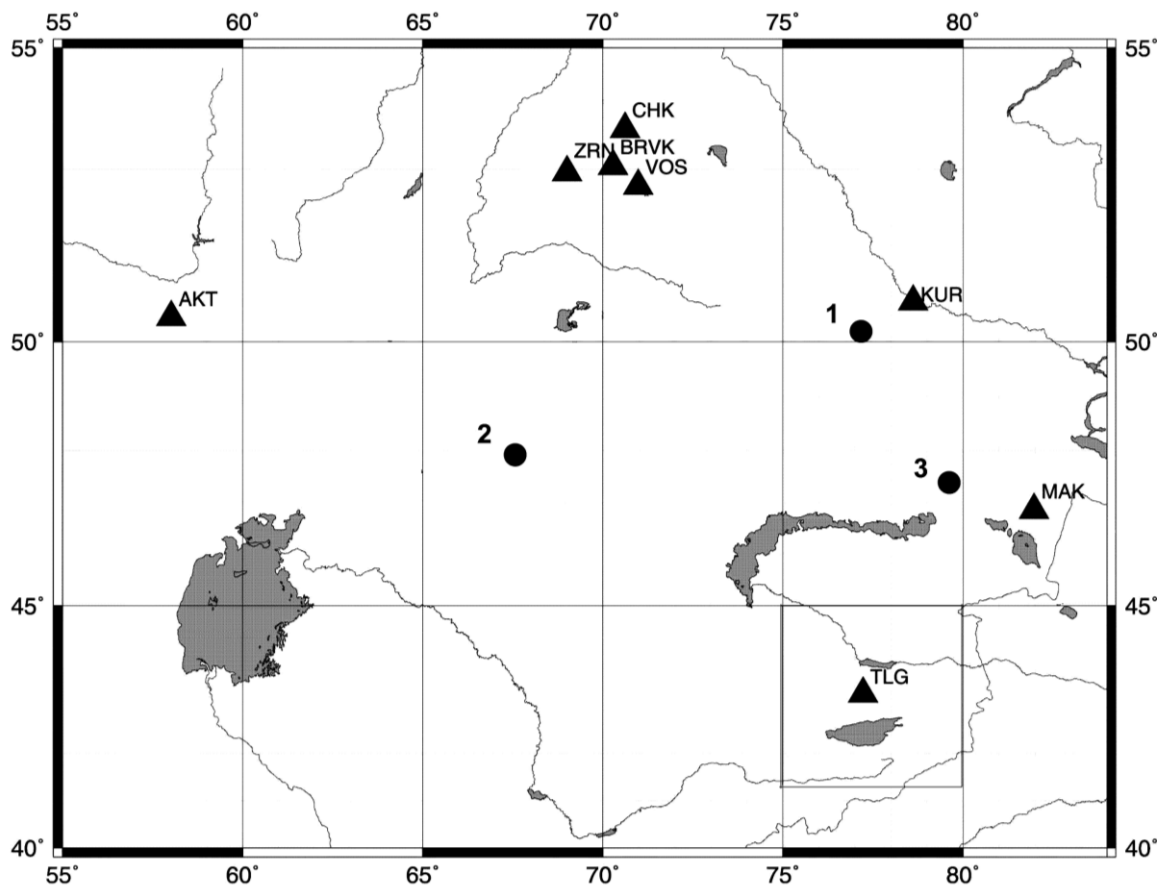


**ЦЕНТРАЛЬНЫЙ и ВОСТОЧНЫЙ КАЗАХСТАН**

**Н.Н. Беляшова, Н.Н. Михайлова, И.Н. Соколова**

Сейсмологическая сеть станций Национального ядерного Центра Республики Казахстан, расположенная в Центральном и Восточном Казахстане, в 1996 г. включала в себя две сейсмические группы и две трехкомпонентные станции (рис. 1). Основу этой сети составляют геофизические обсерватории "Боровое", "Курчатов", "Актюбинск", "Маканчи". С лета 1994 г. в рамках Соглашения между Консорциумом университетов IRIS США и НЯЦ РК начала действовать совместная программа, в соответствии с которой были установлены 8 широкополосных трехкомпонентных сейсмических станций, оснащенных сейсмометрами STS-2 и CMG-3 и цифровыми системами сбора данных типа IRIS/PASSCAL с разрешением 16 или 24 бита. Сейсмические данные записываются на диск 24 часа в сутки со скоростью опроса 40 отсчетов в секунду. Эти технические средства установлены на станциях "Боровое" (BRVK), "Зеренда" (ZRN), "Восточное" (VOS), "Чкалово" (CHK), "Актюбинск" (АКТ), "Курчатов" (KUR), "Маканчи" (МАК), "Талгар" (TLG).



**Рис. 1.** Расположение сейсмических станций Национального ядерного Центра Республики Казахстан и эпицентров трех землетрясений с  $K_p \geq 11$  в 1996 г.

Внизу очерчена часть Казахстана, называемая Северный Тянь-Шань (см. наст. сб.).

В октябре 1994 г. в Курчатове была восстановлена сейсмическая группа "Курчатов-Крест" (рис. 2): по двум ортогональным направлениям установлены в скважинах однокомпонентные сейсмические датчики ( $n=21$ ). Расстояния между элементами группы 2.25 км, по 11 на каждом плече. Группа "Курчатов-Крест" относится к среднебазовым с общим апертурным размером 22.5 км. Глубина скважин для размещения сейсмических датчиков меняется от 35 м до 55 м в зависимости от глубины залегания коренных пород. Система сбора, анализа и архивации оцифрованных данных, получаемых сейсмической группой "Курчатов-Крест", модернизирована путем установки 32-канального 16-битового АЦП модели IASPEI и двух рабочих станций UNIX. Емкость внешних дисков (4 Gb) позволяет хранить записи семи последних дней. Программное обеспечение, поддерживающее рабочие станции UNIX и PC, предоставлено специалистами Консорциума IRIS.

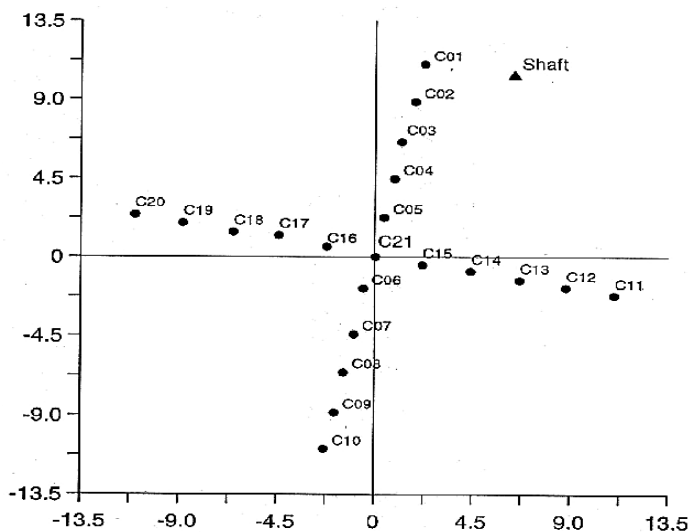


Рис. 2. Схема расположения элементов среднебазовой сейсмической группы "Курчатов-Крест"

Большебазовая сейсмическая группа "Боровое" представляет собой систему типа "треугольник" (рис. 3), состоящую из четырех пунктов: "Боровое" – центральный, "Зеренда", "Восточное" и "Чкалово" – в вершинах треугольника. Вокруг каждого из периферийных пунктов расположено по шесть элементов с однокомпонентными вертикальными сейсмометрами (так называемые "ожерелья"). Диаметр подгрупп "ожерелий" равен 6 км. Общий апертурный размер системы составляет 135 км.

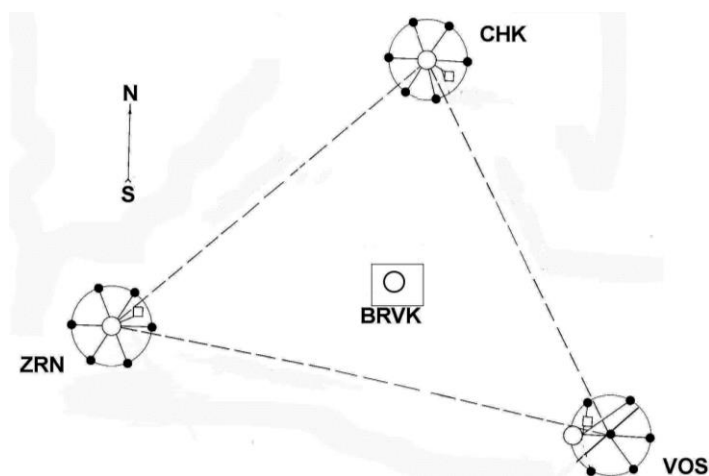


Рис. 3. Схема расположения станций в группе "Боровое"

В 1994 г. в центре группы "Боровое" дополнительно установлена станция глобальной сейсмической сети IRIS/IDA (табл. 1). Этот тип станций оснащен широкополосными сейсмоприемниками STS-1 и вертикальными короткопериодными сейсмоприемниками GS-13. В 1995 г. аналогичная цифровая широкополосная станция IRIS/IDA была установлена в Курчатове, в 1996 г. начала работать трехкомпонентная станция IRIS/USGS в Маканчи, оснащенная сейсмометрами STS-1, STS-2, GS-13, установленными в 10 м от поверхности земли. Таким образом, в течение 1994-1996 гг. проведено техническое переоснащение двух сейсмических групп ("Курчатов" и "Боровое"), двух трехкомпонентных станций ("Актюбинск" и "Маканчи"), а также станции "Талгар", обеспечившее их интеграцию в Глобальную сеть сейсмических наблюдений (GSN).

В 1996 г. согласно Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний (ДВЗЯИ) четыре станции НЯЦ РК включены в Международную систему мониторинга (МСМ) по контролю ДВЗЯИ. "Маканчи" является одной из 50 станций первичной сети. Здесь начинается сооружение новой девятиэлементной группы апертурным размером 4 км. Сейсмические группы "Боровое", "Курчатов" и станция "Актюбинск" входят во вспомогательную сеть МСМ. В табл. 1 представлены основные параметры сейсмических станций НЯЦ РК. Все станции расположены в глубине континента вдали от океанов и морей и характеризуются чрезвычайно низким уровнем сейсмических шумов. Для них характерны также очень малые суточные вариации шумов, связанных с техногенными причинами [1].

Таблица 1. Сейсмические станции сети НЯЦ РК, работавшие в 1996 г.

№	Станция			Дата открытия	Координаты			Тип сейсмометра
	Название	Код			φ°, N	λ°, E	h, м	
		Межд.	Пер.					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Актюбинск	АКТ			50.4348	58.0167	360	STS-2, CMG-3
2	Боровое	BRV			53.0578	70.2828	315	STS-2, CMG-3
	Боровое IRIS/IDA	BRVK		06.02.1994	53.0588	70.2827	330	STS-1, GS-13
3	Восточное	VOS			52.7232	70.9797	300	STS-2
4	Зеренда	ZRN			52.9508	69.0043	384	STS-2
5	Чкалово	CHK			53.6762	70.6152	123	STS-2, CMG-3
6	Курчатов	KUR			50.7149	78.6208	240	STS-2
	Курчатов IRIS/IDA	KURK		26.03.1995	50.7153	78.6201	184	STS-1, GS-13
7	Маканчи	MAK			46.8075	81.9774	600	STS-2
	Маканчи IRIS/GSN	MAKZ		17.09.1996	46.8080	81.9770	590	STS-1, GS-13
8	Талгар	TLG			43.2487	77.2237	1210	CMG-3

В г. Алматы создан Центр сбора и обработки сейсмической информации, получаемой на станциях НЯЦ РК. Обработка данных в ретроспективном режиме осуществляется с помощью программных комплексов DATASCOPE [2] и Geotool [3] на компьютерах типа SUN.

Для всей территории Казахстана по сети станций НЯЦ РК представительны землетрясения с  $K_{min}=10.0$ . В 1996 г. этой сетью удалось зарегистрировать три достаточно сильных землетрясения с  $K_p \geq 11$  (табл. 2).

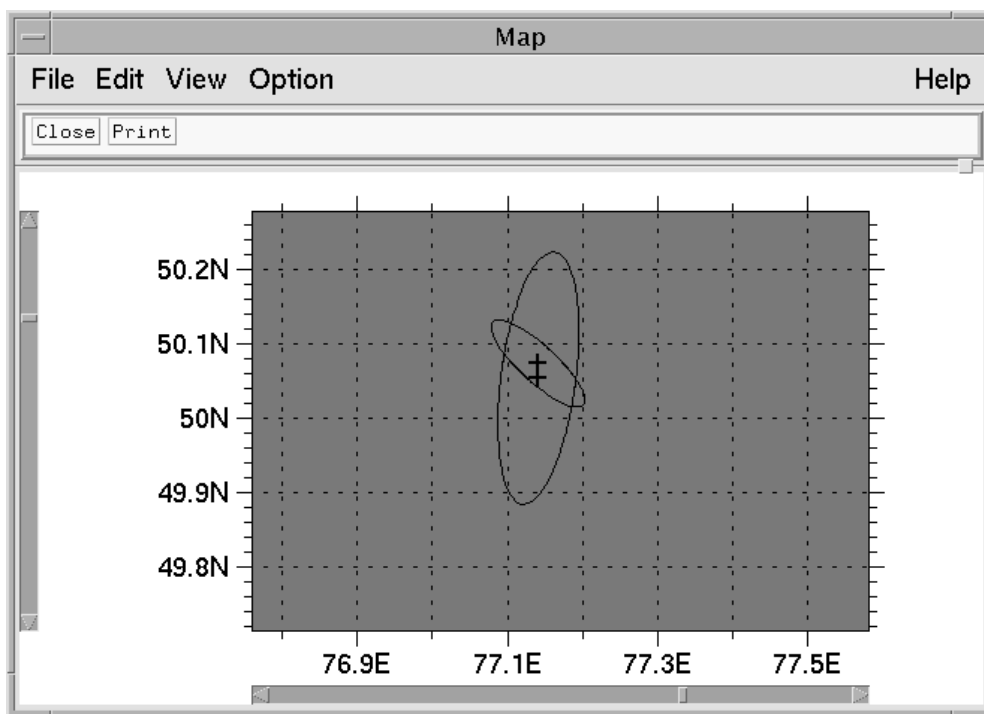
Таблица 2. Параметры землетрясений с  $K_p \geq 11$

№	Дата, д м	t <sub>0</sub> , ч мин с	Гипоцентр			MPVA	K <sub>p</sub>
			φ°, N	λ°, E	h, км		
1.	26.03	13 58 11.7	50.05	77.14	13	4.7	11.0
2.	23.06	18 28 26.7	47.91	67.57	0-5	4.2	11.0
3.	25.09	19 23 55.4	47.39	79.62	32	4.0	11.1

Два из них (№1,2) расположены в традиционно асейсмичных местах: вблизи бывшего Семипалатинского испытательного полигона и вблизи г. Джезказган в Центральном Казахстане.

Третье землетрясение произошло в Восточном Казахстане северо-западнее станции "Маканчи" (рис. 1). Рассмотрим детально каждое из них.

Землетрясение №1 произошло 26 марта в 13<sup>h</sup>58<sup>m</sup> с  $K_p=11.0$  в районе горного массива Муржик. Его эпицентр расположен примерно в 100 км от центра сейсмической группы "Курчатов-Крест". В г. Курчатов ( $\Delta=129$  км) это землетрясение ощущалось с интенсивностью 3 балла по шкале MSK-64 [4]. Оно вызвало большой интерес, поскольку его эпицентр близок к Семипалатинскому полигону. Землетрясение было зарегистрировано группой "Курчатов-Крест" и другими станциями сети НЯЦ РК. Обработка его проведена различными способами. В частности, по данным группы "Курчатов-Крест" с помощью F-K – анализа [5] были определены азимут на эпицентр и кажущаяся скорость, а затем проведена локализация эпицентра. Кроме того, гипоцентр был определен и по сети всех станций НЯЦ РК. Разница между двумя найденными эпицентрами составляет 2.8 км (рис. 4), севернее расположен эпицентр по данным группы "Курчатов-Крест". Заключительными координатами данного события приняты значения, приведенные в табл. 2, где энергетический класс  $K_p$  определен по номограмме [6], а магнитуда  $M_{PVA}$  – по калибровочной кривой [7] для Северного Тянь-Шаня. Описываемое землетрясение не является единственным в этом районе. Двадцать лет назад, 20.03.1976 в 04<sup>h</sup>03<sup>m</sup>, почти здесь же (50.05°N, 77.34°E, h=0 км) было зарегистрировано событие с  $m_b=5.1$ , вызвавшее большой резонанс в печати и подвергнувшееся тщательному анализу для доказательства, что оно не является взрывом на полигоне [8]. Эти события свидетельствуют о том, что данный район является сейсмичным и, следовательно, здесь реальна сейсмическая опасность, которая не отражена на существующих картах сейсмического районирования. Этот факт очень важен при строительстве и функционировании ответственных объектов в г. Курчатов и на бывшем полигоне.



**Рис. 4.** Расположение решений эпицентра землетрясения № 1 и эллипсов ошибок по данным группы "Курчатов-Крест" (меньший эллипс) и сети станций НЯЦ РК.

Землетрясение №2, происшедшее 23 июня 18<sup>h</sup>28<sup>m</sup> с  $K_p=11.0$  (табл. 2), было зарегистрировано сетью станций НЯЦ РК. Это землетрясение ощущалось в п. Каражал ( $\Delta=243$  км), Агадырь ( $\Delta=398$  км) с интенсивностью 3 балла. На записях всех станций четко отмечены все типы региональных сейсмических фаз  $P_n$ ,  $P_g$ ,  $S_n$ ,  $L_g$ , а также интенсивные поверхностные волны. Тщательный анализ цифровых материалов по сети станций НЯЦ РК с 1994 г. показал, что в этом же районе и ранее происходили землетрясения. Нами были обработаны записи землетрясения 01.08.1994 г. с  $K_p=12.2$  ( $t_0=04^h15^m39.6^s$ , 47.833°N, 67.451°E) и 17.07.1995 г. с  $K_p=9.9$  ( $t_0=19^h08^m33.6^s$ , 47.936°N, 67.552°E).

Таким образом, и в этом районе, по-видимому, существует естественная сейсмичность и связанная с ней сейсмическая опасность, никаким образом не отраженная на действующих картах сейсмического районирования.

Землетрясение №3 произошло 25 сентября в 19<sup>h</sup>23<sup>m</sup> с  $K_p=11.1$  на северо-востоке от станции "Маканчи" в районе, который считается малоактивным. На современной карте сейсмического районирования эта территория также относится к областям с возможной сейсмической интенсивностью сотрясений менее 6 баллов. Наличие здесь событий, как минимум с  $K_p=11$ , свидетельствует о более высокой сейсмической опасности.

Дальнейшее функционирование станций системы НЯЦ РК и обработка данных дадут возможность более детального анализа существующей сейсмической активности Центрального и Восточного Казахстана.

### Л и т е р а т у р а

1. **Синева З.И., Михайлова Н.Н., Комаров И.И. 2000.** Изучение динамических характеристик сейсмического шума по данным цифровых станций Казахской сети // Геофизика и проблемы нераспространения. Вып. 2. Курчатов: Изд-во Илим. С. 24-30.
2. **Anderson J., Farrell W.E., Garsia K., Given H., Swanger H. 1990.** Center for seismic studies. Version 3 Database: Schema reference manual. Technical Report. №2 P. 90-101/
3. **Standard Software Package Documentation (geotool Emphasis). 2000.** Version 0.9. РТС СТВТО. 70 p.
4. **Медведев С.В. (Москва), Шпонхойер В. (Иена), Карник В. (Прага). 1965.** Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. М.: Изд-во МГК АН СССР. 11 с.
5. **Caron J. 1969.** High-resolution frequency-wavenumber spectrum analysis. Proceed. of Inst. of Electric. and Electronic. Engin. V.57. P. 1408-1418.
6. **Раутиан Т.Г. 1964.** Об определении энергии землетрясений на расстоянии до 3000 км // Экспериментальная сейсмика. М.: Наука С. 88-93. (Тр. ИФЗ АН СССР; №32(199)).
7. **Михайлова Н.Н., Неверова Н.П. 1986.** Калибровочная функция  $s(d)$  для определения МРВА землетрясений Северного Тянь-Шаня // Комплексные исследования на Алма-Атинском прогностическом полигоне. Алма-Ата: Наука. С. 41-47.
8. **Pooley C.I., Douglas A., Pearce R.G. 1983.** The seismic disturbance of 1976 March 20, 08.01.1994  $t_0=04^h15^m39.659^s$ ,  $\varphi=47.833$ ,  $\lambda=67.451$ ,  $h=20$  km east Kazakhstan: earthquake or explosions? // Geophys. J. R. Soc. V.74. P. 621-631.