

СЕВЕРНЫЙ КАВКАЗ (без Дагестана)*И.П. Габсатарова, Л.В. Девяткина*

В 1996 г. система сейсмических наблюдений на территории Северного Кавказа, включающего территории двух краев (Краснодарского и Ставропольского) и четырех автономных республик России (Карачаево-Черкесии, Кабардино-Балкарии, Алании и Чечни) оставалась прежней по сравнению с таковой в 1995 г. [1] и состояла из 6 станций: "Анапа", "Белый Уголь", "Махачкала", "Пятигорск", "Сочи", "Цей". Дополнительно использовались данные широкополосной цифровой станции "Кисловодск", где с 1988 г. установлена аппаратура IRIS [2], пяти пунктов ("Эльбрус", "Кисловодск", "Гум-Баши", "Шитжатмас", "Мичуринская") радиотелеметрических систем РСС (ОИФЗ, Россия), вместе с Nanometrics (Ламонтская обсерватория, США) на геодинамическом полигоне Кавказских Минеральных вод [3] и сейсмические наблюдения на комплексном геофизическом пункте "Гофицкое". Кроме того, в центр обработки в Обнинске поступал бюллетень сейсмической станции "Баку" (Азербайджан), широко использовались данные Дагестанских станций – "Ахты", "Буйнакск", "Дубки", "Дылым", "Дербент", "Кумух", "Каранай", "Хунзах", "Унцукуль". Для землетрясений близ Анапы запрашивались данные Крымских станций – "Алушта", "Симферополь", "Ялта". Тем не менее, как и в 1996 г., для локации землетрясений в западной зоне и на севере центральной и восточной зон Северного Кавказа собираемых данных было недостаточно для определения местоположения землетрясений с $K_p \leq 9$. Параметры сейсмических станций ЦОМЭ ГС РАН и их аппаратурное оснащение приведены в табл. 1-3 по данным [4]. Энергетическая представительность землетрясений в целом осталась прежней [1].

Таблица 1. Общие сведения о сейсмических станциях ЦОМЭ ГС РАН на Северном Кавказе

№	Станция		Дата открытия	Координаты		h _y , м	Подпочва
	Название	Код		φ°, N	λ°, E		
1	2	3	4	6	7	8	9
Аналоговые станции							
1	Пятигорск	PYA	1909	44.03	43.058	544	Мергель, глина
2	Сочи	SOC	1928	43.570	39.763		Глинистые сланцы
3	Махачкала	MAK	1951	42.961	47.506	42	Аллювиальные отложения
4	Анапа	ANN	07.03.1968	44.80	37.43	35	Суглинок, аллювий, глины
5	Белый Уголь	BEYR	1972	44.012	42.817	660	Мергелистые известняки
6	Цей	ZEI	1984	42.770	43.898	2100	Моренные отложения
IRIS							
1	Кисловодск	KIV	03.02.1994	43.955	42.686	1054	Известняк
Радиотелеметрические станции РСС							
1	Эльбрус		01.06.1992	43.388	42.474	3600	Известняк
2	Кисловодск	KIV	14.09.1988	43.956	42.689	1210	Известняк
3	Мичуринская		1990	44.282	42.348	860	Известняк
4	Гум-Баши	GUMR	1990	43.776	42.247	2312	Известняк
5	Шитжатмас	SHAR	01.09.1995	43.743	42.669	2070	Известняк
Комплексный геофизический пункт							
1	Гофицкое		1994	45.042	43.023	320	Песчано-глинистые осадки
ARRAY							
1	Кисловодская группа	KIVO	14.09.1988	43.956	42.689	1210	Известняк

Таблица 2. Параметры аппаратуры аналоговых станций

№	Станция		Аппаратура			
	Название	Код	Тип	Компоненты	$V_{max}/$ чувствительность	$T_{max},$ с
1	Анапа	ANN	СКМ-3	N,E,Z	28100	0.25-0.8
			СКД	N,E,Z	12500	0.25-0.8
			C-5-C	N,E	1040	0.20-19.0
				N,E,Z	2.8с	0.01-4.5
				N,E,Z	0.1с	0.01-4.5
		ССРЗ-М	N,E,Z	0.002с ²	0.08	
2	Белый Уголь	BEYR	ВЭГИК	N,E,Z	25000	0.8-2.2
3	Гофицкое	GOF	СМ-3	N,E,Z	10850	0.45-1.0
			СКД	N,E,Z	570	0.2-18
4	Махачкала	МАК	СМ-3	N,E,Z	6100	0.40-1.3
			СКД	N,E,Z	3000	0.40-1.3
				N,E,Z	1040	0.20-18.0
				N,E,Z	500	0.20-18.0
				N,E,Z	50	0.20-18.0
				N,E	25	0.20-18.0
	C-5-C	N,E,Z	2.72с	0.01-4.5		
		N,E	0.11с	0.01-4.5		
		ССРЗ-М	N,E,Z	0.002с ²	0.13	
5	Пятигорск	PYA	СКМ-3	N,E,Z	10800	0.40-1.0
			СКД	N,E,Z	1036	0.20-20.0
6	Сочи	SOC	СКМ-3	N,E,Z	10000	0.20-1.4
			СКД	N,E,Z	5000	0.20-1.4
				N,E,Z	1010	0.20-20.0
				N,E	505	0.20-20.0
				C-5-C	N,E	2.7с
		N,E,Z	0.11с	0.02-4.5		
		ССРЗ-М	N,E,Z	0.002с ²	0.09	
7	Цей	ZEI	СКМ-3	N,E,Z	40000	0.20-1.2
			СКД	N,E,Z	20000	0.20-1.2
			СКД	N,E,Z	1000	0.20-20.0

Таблица 3. Параметры аппаратуры цифровых станций

№	Станция		Аппаратура					
	Название	Код	Тип датчика	Перечень каналов	Диапазон регистрируемых периодов, с	Частота опроса данных, Гц	Эффект. разрядность АЦП	Чувствит-сть, велосигграф – отсчет/(м/с), акселерограф – отсчет/(м/с ²)
1	Гум-Баши	GUMR	СМЗ-КВ	(NZE)v, велосигграф	0.05-2.0	50	16	8.14*10 ¹⁰
2	Кисловодск	KIV	IRIS	BH(N,E,Z), велосигграф	0.20-360	20	24	7.10*10 ¹⁰
			МК-8	LH(N,E,Z), велосигграф	4.00-360	1	16	7.10*10 ¹⁰
			STS-1	VH(N,E,Z), велосигграф	40.0-360	0.1	16	7.10*10 ¹⁰
				VM(N,E,Z), акселерограф	360-∞	0.1	16	1.50*10 ⁹
			СМГ-3Т	EG(N,E,Z), велосигграф	0.04-100	100	16	3.00*10 ⁹
				LG(N,E,Z), велосигграф	0.04-100	100	16	2.00*10 ⁷
			FBA-23	SH(N,E,Z), акселерограф	0.04-∞	100	16	6.20*10 ⁴
				SL(N,E,Z), акселерограф	4.00-∞	1	16	4.00*10 ⁵
3	Кисловодская группа	KIV0	СМЗ-КВ	(N,E,Z), велосигграф	0.05-20.0	50	16	8.14*10 ¹⁰
			СМЗ-КВ	(N,E,Z), велосигграф	0.06-2.0	40	16	1.15*10 ⁹
			СМЗ-КВ	EL(N,E,Z), велосигграф	0.04-1.0	100	16	1.36*10 ⁷
4	Мичуринская		СМЗ-КВ	(N,E,Z), велосигграф	0.05-2.0	128	12	1.63*10 ⁸
			СМЗ-КВ	(N,E,Z), велосигграф	0.05-2.0	128	12	1.63*10 ⁸
5	Шатжатмас	SHAR	СМЗ-КВ	(N,E,Z), велосигграф	0.05-2.0	50	16	8.14*10 ¹⁰
6	Эльбрус		СМЗ-КВ	(NZE), велосигграф	0.05-2.0	128	12	1.63*10 ⁸

В результате сводной обработки составлен каталог [5], в который вошли параметры 507 землетрясений с $K_p=4.4-11.4$ Северного Кавказа совместно с данными территории Дагестана, полученными по наблюдениям региональной сети Дагестанской опытно-методической партии Геофизической службы РАН [6]. На рис. 1 показаны эпицентры землетрясений, приведенных в каталоге, на фоне границ сеймотектонических районов Кавказа [7].

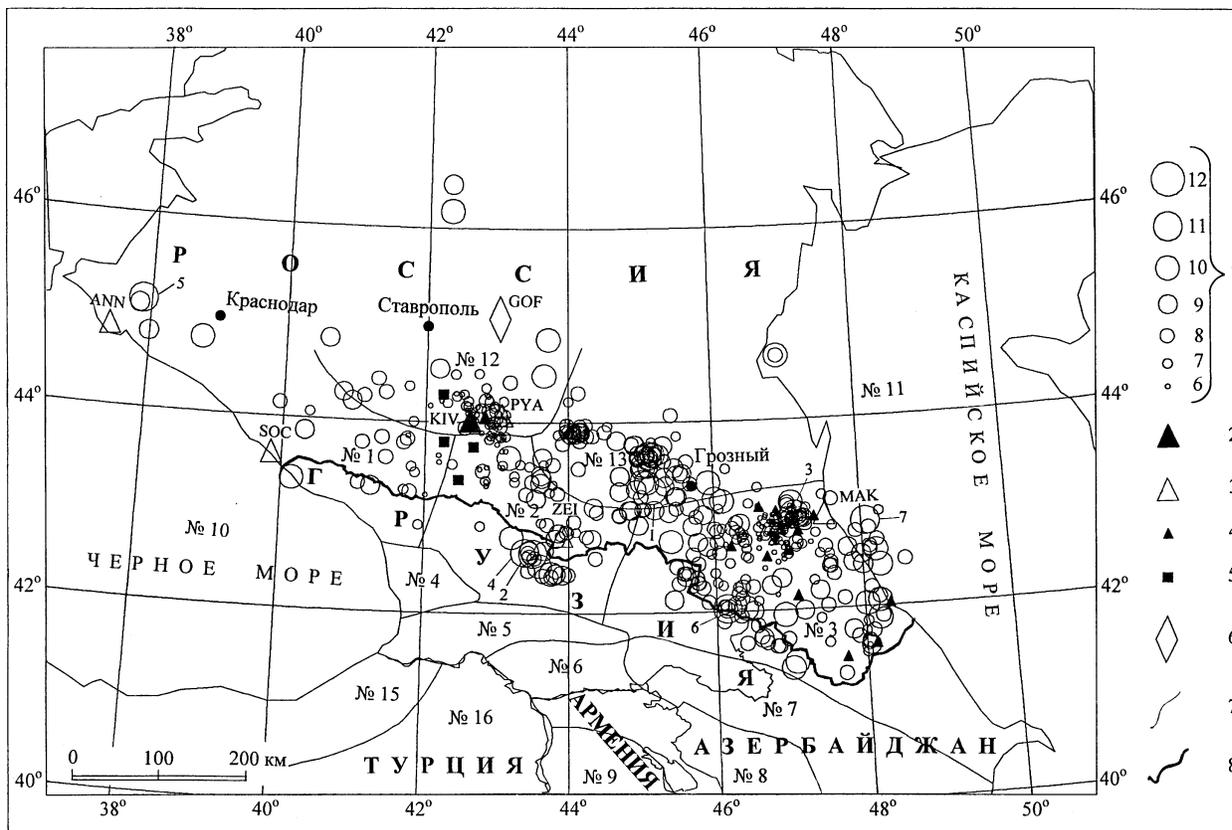


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений Северного Кавказа за 1996 г.

1 – энергетический класс K_p ; 2 – центр сбора данных телеметрической сети "Кисловодск"; 3-5 – сейсмическая станция ЦОМЭ, Дагестана и телеметрическая, соответственно; 6 – комплексный геофизический пункт "Гофицкое"; 7 – граница района по [7]; 8 – южная граница России.

Методика сводной обработки в 1996 г. по сравнению с таковой в [1] не изменилась. В основном она базировалась на использовании комплекса программ НУРО-71 [8] и местных скоростных разрезов земной коры [9-11], которые были осреднены для отдельных зон Северного Кавказа – западной, центральной и восточной [12]. Для землетрясений с $K_p > 7$ по замерам в максимумах объемных и поперечных волн определен энергетический класс K_p по номограмме Т.Г. Раутиан [13] и для многих из них – магнитуда M_{PVA} с использованием калибровочной функции для Кавказа [14]. Классификация более слабых землетрясений Кавминводского полигона проводилась по магнитуде M_d , определяемой по длительности колебаний на записи [8]:

$$M_d = 0.87 + 2.0 \lg \tau - 0.0035 \Delta + (\delta M_d)_{ст} \quad (1)$$

где τ – длительность записи землетрясения в секундах, равная $F - t_p$ (t_p – время вступления Р-волн, F – время, после которого амплитуда полезной записи не превышает уровня двойной амплитуды помех до начала записи землетрясения), Δ – эпицентральный расстояние в км, $(\delta M_d)_{ст}$ – станционная поправка. Пересчет магнитуд M_d в энергетические классы проводился в соответствии с [1] по формуле:

$$K_p \pm 0.6 = 2.16 + 1.96 M_d \quad (2)$$

Распределение числа землетрясений по энергетическим классам и суммарная сейсмическая энергия по районам даны в табл. 4.

Таблица 4. Распределение числа землетрясений по энергетическим классам K_p и суммарная сейсмическая энергия ΣE по районам

№	Название района	K_p							N_{Σ}	$\Sigma E \cdot 10^{11}$, Дж
		≤ 6	7	8	9	10	11	12		
1	Западный Кавказ	4	5	8	6	2	1	-	26	0.192
2	Центральный Кавказ	13	21	19	14	3	2	-	72	2.925
3	Восточный Кавказ	81	61	65	24	12	2	-	245	4.374
10	Черное море	-	-	-	-	1	-	-	1	0.100
11	Каспийское море	1	1	8	2	2	1	-	15	2.156
12	Ставропольская возвышенность	20	23	8	5	3	-	-	59	0.319
13	Восточное Предкавказье	1	14	38	27	8	1	-	89	3.086
	Всего	120	125	146	78	31	7	-	507	13.153

Примечание. Номера и названия районов соответствуют [7].

Сейсмическую обстановку на Северном Кавказе можно оценить как более спокойную по сравнению с таковой в 1995 г. [1]. Наблюдалась рассеянная "фоновая" сейсмичность и отдельные рои, представленные, в основном, слабыми землетрясениями. Однако, необходимо отметить отдельное проявление сейсмичности в районах, где ранее землетрясения происходили редко. Общая выделившаяся энергия примерно в 3 раза ниже таковой в 1995 г. Ниже дана характеристика сейсмичности Северного Кавказа для трех укрупненных зон, выделяющихся различной тектоникой и строением земной коры: западной (включающей фрагменты районов Кавказа №1 и №10, расположенные в Российской Федерации), центральной (включающей район №12 и российскую часть района №2) и восточной (включающей район №13, российскую часть района №3 и №11 по [7]).

В западной зоне 11-12 июля зарегистрирована группа землетрясений, наиболее значительное ($K_p=11.1$) из которых произошло 11 июля в 18^h07^m в 50 км от г. Анапы (5 на рис. 1). Оно сопровождалось афтершоками, наиболее сильные ($K_p=9.5$) из них реализовались 11 июля в 22^h01^m и 12 июля в 00^h38^m. Локализовать более слабые афтершоки не удалось из-за недостаточной чувствительности сети. Лишь по данным сейсмической станции "Анапа" выявлен еще один афтершок с $K_p=8.1$, происшедший 11 июля в 19^h26^m. По данным этой же станции выявлен один форшок в 13^h15^m с $K_p=8.1$. Основной толчок был ощутим, максимальная интенсивность сотрясений в 4 балла наблюдалась в Новороссийске и Мысхако [5].

В центральной зоне Северного Кавказа землетрясений с $K_p \geq 10.6$ не было. Среди ощутимых известно лишь одно – 17 февраля в 05^h42^m с $K_p=10.0$ [5] в Баксанском районе Кабардино-Балкарии.

Представляет интерес появление одиночных землетрясений на границе Ставропольского края и Ростовской области (10 февраля в 16^h47^m с $K_p=9.9$ и 2 декабря в 12^h25^m с $K_p=9.0$). Ранее (25 ноября 1907 г.) здесь, в районе Новочеркасского разлома, было зафиксировано землетрясение с магнитудой 3.2 [15,16] на северо-западной оконечности разлома (рис. 2). Очаг этого землетрясения определен по макросейсмическим данным [15-17]. Землетрясение ощущалось в станице Пролетарская (Великокняжеская) с интенсивностью 5 баллов (в домах колебалась мебель, жители в страхе выбежали на улицу). В "инструментальный период" мониторинга на Северном Кавказе в зоне разлома зарегистрировано землетрясение 26.04.1984 г. с $K_p=8.9$, $MPVA=4.2$ ($t_0=12^h09^m$, $\varphi=46.83^\circ N$, $\lambda=42.17^\circ E$ [18]).

Наблюдаемая сейсмичность Кавминводского полигона (рис. 1) в 1996 г., как и в прежние годы [1,2], связана с проявлением активности Армави́ро-Ессенту́кского разлома [19].

На Восточном Кавказе самым сильным было землетрясение 31 мая в 09^h25^m с $K_p=11.4$ в центральной части Дагестана и 20 декабря в 11^h42^m с $K_p=10.7$ (3 и 7 на рис. 1, соответственно). В целом, эта часть исследуемой территории (районы Восточного Предкавказья и Восточного Кавказа по [7], расположенные на территории Российской Федерации) в 1996 г. была наиболее активной. Здесь можно выделить несколько очагов роев землетрясений. С 27 марта по 11 апреля зарегистрирована серия из 30 землетрясений с $K_p=7-10$ в Чечне. Самые сильные ($K_p=10.3$) землетрясения произошли 27 марта в 21^h03^m и 2 апреля в 04^h35^m. Таким же по числу зарегистрированных событий, но более низким по уровню энергии ($K_p=6-9$), был рой землетрясений 9-12 октября в северо-восточной приграничной

зоне Кабардино-Балкарии и Северной Осетии. Самое значительное из них, происшедшее 9 октября в 18^h47^m, имело $K_p=9.1$. Только за 9 октября зарегистрировано более 20 толчков (табл. 5).

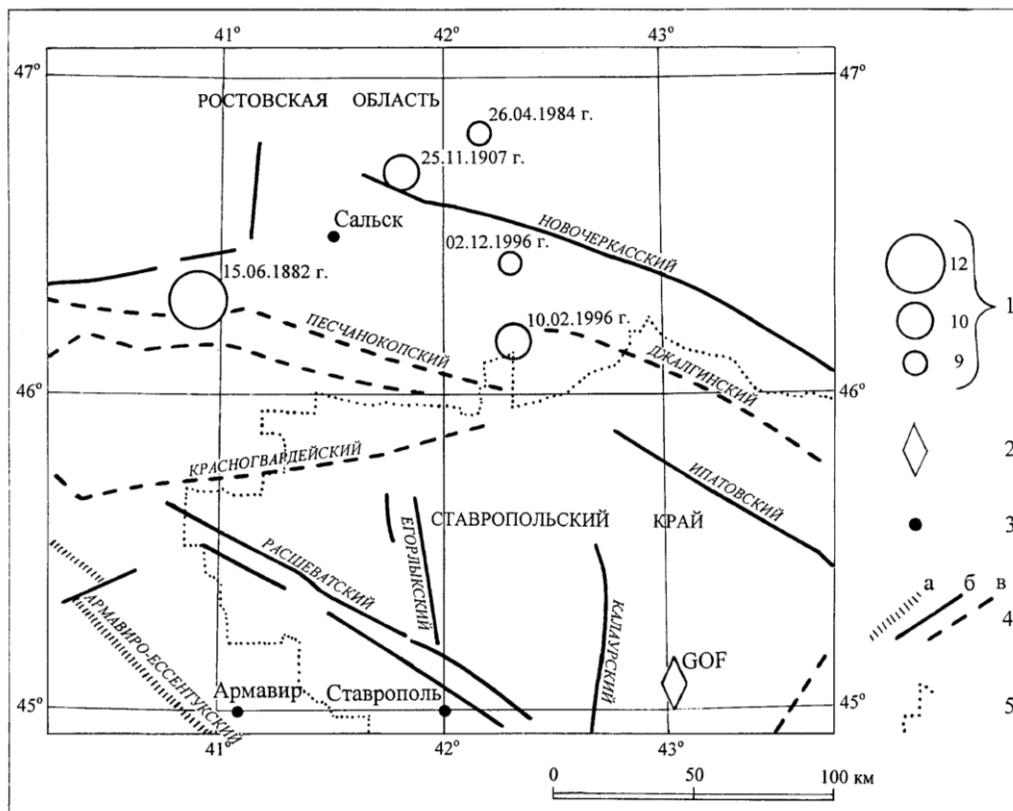


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений с $\varphi \geq 46^\circ N$ в зоне влияния разломов Новочеркасского и Печаноккопского за 1882-1996 гг.

1 – энергетический класс K_p ; 2 – комплексный геофизический пункт "Гофицкое"; 3 – населенный пункт; 4 – глубинный разлом I-го порядка (а) и второстепенный (уверенный (б), неуверенный (в)), соответственно; 5 – административная граница.

Таблица 5. Список землетрясений роя 9-12 октября 1996 г. в приграничной зоне Кабардино-Балкарии

Дата, д м	t_0 , ч мин с	Эпицентр		h, км	K_p	Дата, д м	t_0 , ч мин с	Эпицентр		h, км	K_p
		φ°, N	λ°, E					φ°, N	λ°, E		
09.10	07 04 17.5	43.90	44.15	22	8.1	09.10	17 29 14.6	43.95	44.06	23	7.0
09.10	09 05 04.8	43.93	44.15	12	8.0 ^d	09.10	18 01 42.1	43.92	43.94	20	7.0
09.10	14 32 47.7	43.88	44.03	4	8.6	09.10	18 47 56.8	43.88	44.10	24	9.1
09.10	14 39 58.8	43.88	44.04	5	7.4	09.10	19 19 13.9	43.92	44.17	23	8.4
09.10	14 45 29.0	43.90	44.17	13	8.9	09.10	19 23 32.7	43.91	44.08	23	8.1
09.10	14 48 42.5	43.91	44.07	20	7.9	09.10	19 42 53.9	43.81	44.16	29	8.3
09.10	14 49 34.0	43.88	44.07	14	8.0	09.10	19 43 00.3	43.91	44.17	20	8.7
09.10	14 55 23.6	43.88	44.00	7	7.2	09.10	20 14 46.4	44.22	44.00	33	7.0
09.10	15 05 09.9	43.97	43.98	18	7.7	09.10	22 27 56.2	44.02	43.99	48	6.5
09.10	15 05 23.9	43.91	44.07	29	8.4	09.10	22 28 00.8	43.96	44.16	13	7.8 ^d
09.10	15 28 19.7	43.85	44.03	22	8.0	10.10	03 24 13.7	43.97	44.24	11	7.6 ^d
09.10	15 39 02.6	43.91	43.97	11	8.2	10.10	10 42 32.9	43.78	43.92	7	8.4
09.10	15 41 12.0	43.87	43.86	2	7.0	10.10	12 49 52.3	43.89	44.01	8	7.5
09.10	17 15 54.2	43.91	44.15	24	8.6	12.10	04 15 35.0	43.88	44.06	21	7.9

Примечание. Верхним индексом ^d помечены значения K_p , полученные пересчетом из M_d по (2).

Сейсмическая сеть Северного Кавказа также регистрировала сильные ($K_p=11$) землетрясения, происшедшие на сопредельной территории Грузии, в очаговой зоне Рача-Джавского землетрясения 29.04.1991 г. в 09^h12^m с $MS=6.9$ [20]. Наиболее значительными здесь были землетрясения 13 апреля в 01^h07^m с $K_p=10.6$ и 6 июня в 05^h23^m с $K_p=11.3$ [5].

Л и т е р а т у р а

1. **Габсатарова И.П., (отв. сост.), Некрасова В.Н., Девяткина Л.В., Мусалаева З.А., Гамидова А.М. 2001.** Северный Кавказ (включая Дагестан) // Землетрясения Северной Евразии в 1995 году. М.: Изд-во ОИФЗ РАН. С. 218-222.
2. **Габсатарова И.П. 1999.** Землетрясения Северного Кавказа (без Дагестана) // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. М.: Изд-во НИА-Природа. С. 34-39.
3. **Девяткина Л.В., Исай О.Л. (отв. исп.), Габсатарова И.П. (ред.). 1997.** Сейсмологический каталог Кавминводского полигона за 1996 г. (по данным радиотелеметрических систем PCC и NANOMETRICS) // Сводный информационный отчет Геофизической службы РАН за 1996 г. Обнинск: Фонды ГС РАН. С. 134-144.
4. **Старовойт О.Е. Мишаткин В.Н. 2001.** Сейсмические станции Российской академии наук. Москва-Обнинск. С. 5-16, 75-78.
5. **Габсатарова И.П., (отв. сост.), Девяткина Л.В., Мусалаева З.А., Гамидова А.М.** Северный Кавказ (включая Дагестан). См. раздел III (Каталоги землетрясений) в наст. сб.
6. **Даниялов М.Г., Левкович Р.А., Асманов О.А., Мирзалиев М.М. Дагестан.** См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.
7. **Цхакая А.Д., Джибладзе Э.А., Папалашвили В.Г., Султанова З.З., Лебедева Т.М., Табуцадзе Ц.А., Дарахвелидзе Л.К., Кахиани Л.А., Лабадзе Л.В., Алимамедова В.П. 1973.** Землетрясения Кавказа // Землетрясения в СССР в 1969 году. М.: Наука. С. 19-28.
8. **Lee W.H.K. and Lahr J.C. 1975.** HYPO-71 (Revised) A computer program for determining hypocenter, magnitude and first motion patting of local earthquakes. USGS Survey open-file report. June. P. 75-311.
9. **Мурусидзе Г.Я. 1976.** Строение земной коры и верхней мантии в Грузии и сопредельных районах по сейсмологическим и сейсморазведочным данным. Тбилиси: Изд-во Мецниереба. 170 с.
10. **Краснопевцева Г.В. 1984.** Глубинное строение Кавказского сейсмоактивного региона. М.: Изд-во Недра. 112 с.
11. **Файтельсон А.М. и др. 1982.** Отчет о сейсмических работах партии №48 СРГЭ НПО Нефтегеофизика в 1980-1982 гг. ВГФ.
12. **Захарова А.И., Габсатарова И.П. 1993.** Сейсмологические наблюдения и обработка данных на Северном Кавказе // Современное состояние сейсмических наблюдений и их обобщение. Минск: Изд-во ИГГиГ АН Белоруссии. С. 51-55. (Методические работы; Вып. 4).
13. **Раутиан Т.Г. 1964.** Об определении энергии землетрясений на расстоянии до 3000 км // Экспериментальная сейсмика. М.: Изд-во Наука. С. 88-93. (Тр. ИФЗ АН СССР; №32 (199)).
14. **Соловьёва О.Н., Агаларова Э.Б., Алимамедова В.П., Гасанов А.Г., Геодакян Э.Г., Гюль Э.К., Дарахвелидзе Л.К., Петросян М.Д., Фабрициус З.Э., Хромецкая Е.А. 1983.** Калибровочные функции для определения магнитуды кавказских землетрясений по короткопериодной волне Р на малых эпицентральных расстояниях // Интерпретация сейсмических наблюдений. М.: Изд-во МГК АН СССР. С. 65-72.
15. **Кульчицкий В.Е., Зарайский М.П. (отв. исп.). 1977.** Па. Крым и Нижняя Кубань / Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. М.: Наука. С. 55-68.
16. **Ананьин И.В. 1977.** Сейсмичность Северного Кавказа. М.: Наука. 148 с.
17. **Никонов А.А. 1995.** Каталог ощутимых землетрясений Ставропольского края. М.: Изд-во ОИФЗ РАН. 16 с.
18. **Папалашвили В.Г. (отв. сост.), Агаларова Э.Б., Кахиани Л.К., Саргсян Г.В., Казанцева Т.Н. 1987.** Кавказ // Землетрясения в СССР в 1984 г. М.: Наука. С. 194-203.
19. **Рогожин Е.А. 1999.** Карта важнейших разломов Кавказского региона. М.: ИФЗ. Личный архив. 1 с.
20. **Габсатарова И.П., Захарова А.И., Старовойт О.Е., Чепкунас Л.С. 1992.** Каталог Рачинского землетрясения 29 апреля 1991 года и его афтершоков (по данным региональных сейсмических станций). Обнинск: Изд-во ОМЭ ИФЗ АН СССР. 40 с.