

СЕВЕРНЫЙ КАВКАЗ (без Дагестана)**И.П. Габсатарова**

В 1998 г. система сейсмических наблюдений на Северном Кавказе оставалась в основном прежней [1]. Она состояла: из 7 станций («Анапа», «Белый Уголь», «Махачкала», «Пятигорск», «Сочи», «Цей» и «Гофицкое»), оснащенных аналоговым оборудованием, включающим короткопериодные сейсмографы СКМ-3; станции «Кисловодск» (KIV) с цифровой регистрацией (комплект оборудования IRIS); четырехкомпонентной микрогруппы «Кисловодск»; пяти пунктов наблюдений радиотелеметрической системы сбора («Кисловодск», «Гум-Баши», «Шитжатмас», «Куба-Таба», «Нагутская»), записывающих события в триггерном режиме. Наиболее подробно сведения об этих станциях описаны в [2]. Кроме того, в Обнинск регулярно поступали из Дагестанской Опытно-методической сейсмологической партии (ОМСП) результаты обработки регистрирующих станций [3] в виде предварительных бюллетеней землетрясений для восточной части Северного Кавказа. Тем не менее, как и в 1997 г., данных для уверенной локализации землетрясений в западной части и на севере центральной и восточной частей территории Северного Кавказа было недостаточно. Расчетная чувствительность станций, исходя из аппаратурных параметров и, соответственно, сети в целом, оставалась прежней [1].

В результате сводной обработки составлен каталог [4] из 361 землетрясения Северного Кавказа с $K_p=5.4-11.8$, в том числе и землетрясений его восточной части, произошедших в основном на территории Дагестана, обработка которых традиционно проведена Дагестанской ОМСП ГС РАН по наблюдениям их сети станций [3]. На рис. 1 показаны эпицентры землетрясений, приведенных в каталоге [4].

Методика сводной обработки в 1998 г. по районам [5], по сравнению с таковой в [1], не изменилась. В основном она базировалась на использовании комплекса программ НУРО-71 [6] и местных скоростных разрезов земной коры [7–9], которые в [10] были осреднены для отдельных частей Северного Кавказа – западной, центральной и восточной. Для землетрясений с $K_p > 7$ определен энергетический класс K_p по номограмме Т.Г. Раутиан [11] и для многих из них – магнитуда M_{PVA} с использованием калибровочной функции для Кавказа [12]. Классификация более слабых землетрясений, регистрируемых в пределах Кавминводского полигона, проводилась по длительности колебаний на записи с оценкой магнитуды M_d , определяемой по формуле из [6]:

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

где τ – длительность записи землетрясения в секундах, равная $F - t_p$ (t_p – время вступления P -волн, F – время, после которого амплитуда полезной записи не превышает уровня двойной амплитуды помех до начала записи землетрясения), Δ – эпицентральное расстояние в км, $(\delta M_d)_{ст}$ – станционная поправка. Пересчет магнитуд M_d в энергетические классы K_p проводился по уравнению из [13]:

$$K_p \pm 0.6 = 2.16 + 1.96 M_d.$$

Распределение землетрясений по энергетическим классам и суммарная сейсмическая энергия по районам дано в табл. 1.

Сейсмическую обстановку в 1998 г. на Северном Кавказе можно оценить как относительно спокойную, как и в 1997 г. [1]: не происходило землетрясений, значительных по магнитуде (превышающих $M_S=4.5$) и ощутимости ($I=6$ и более баллов). Преобладали слабые толчки в виде рассеянной сейсмичности, на фоне которой проявлялись отдельные землетрясения, приведшие к умеренным сотрясениям. Однако общая выделившаяся сейсмическая энергия составила $\Sigma E = 3.86 \cdot 10^{12}$ Дж, что почти в три раза выше суммарной энергии, выделившейся в очагах всех землетрясений в 1997 г. ($\Sigma E = 1.42 \cdot 10^{12}$ Дж [1]). Рассмотрим сейсмичность территории Северного Кавказа более детально в направлении с запада на восток.

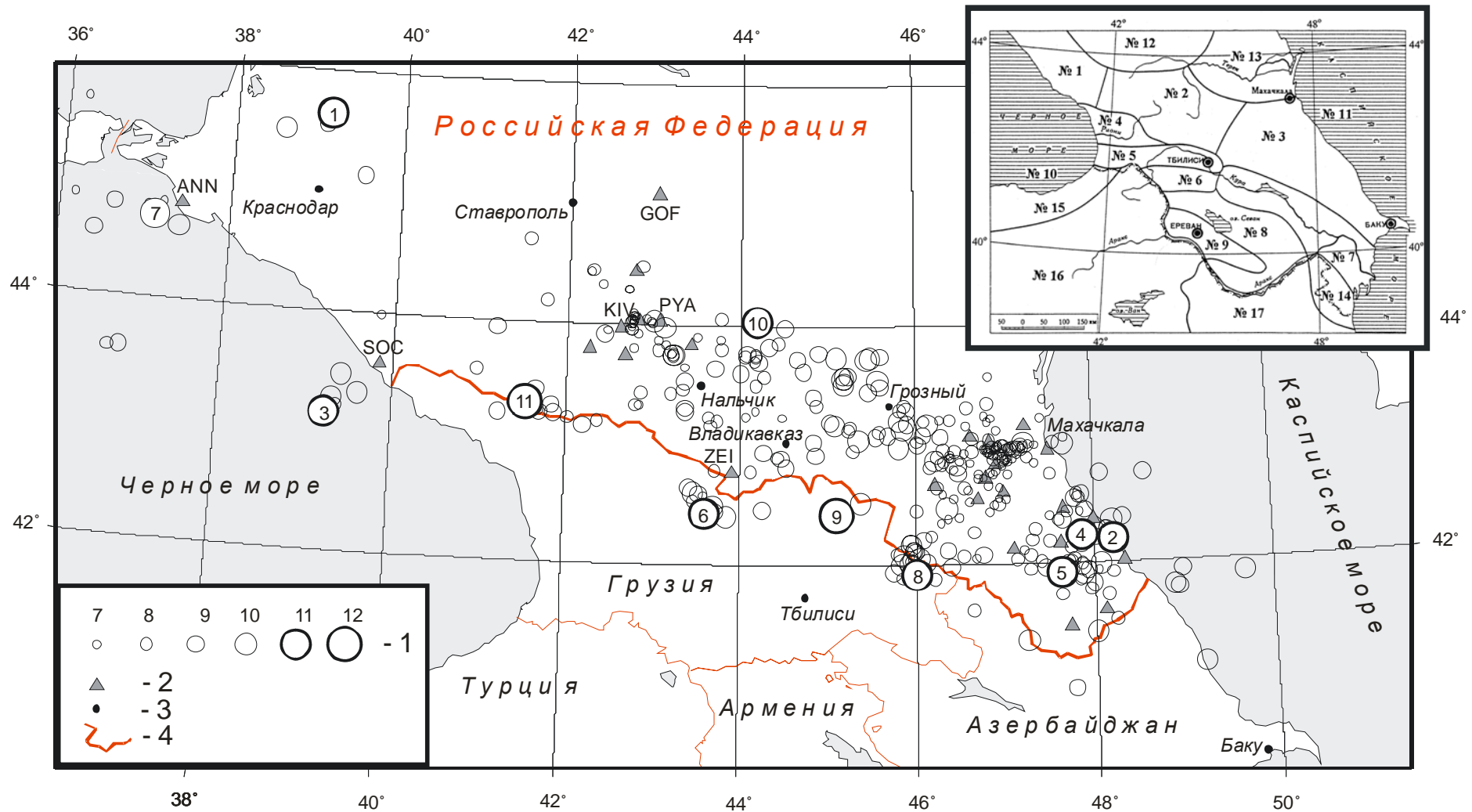


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений Северного Кавказа за 1998 г.

1 – энергетический класс K_p ; 2 – сейсмическая станция; 3 – населенный пункт; 4 – государственная граница. Числа внутри эпицентров соответствуют номерам землетрясений в каталоге [4]. На врезке сверху: границы районов №№ 1–17 региона Кавказ по [5].

Таблица 1. 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
		5	6	7	8	9	10	11	12		
1	Западный Каказ	-	3	4	6	12	-	1	-	26	3.294
2	Центральный Кавказ	-	2	7	20	7	4	1	-	41	2.688
3	Восточный Кавказ	2	28	49	56	33	15	4	1	188	15.689
10	Черное море	-	-	-	1	3	4	1	1	10	5.691
11	Каспийское море	-	-	1	2	5	5	-	-	13	0.674
12	Ставропольская возвышенность	-	5	16	8	2	1	-	-	32	0.128
13	Восточное Предкавказье	-	-	7	19	16	7	1	-	50	1.349
	Всего	2	33	84	112	78	36	8	2	360	29.513

Примечание. Номера и названия районов соответствуют [5].

В западной части исследуемой территории, включающей районы № 1, 10, наблюдалось примерно такое же число землетрясений, что и в 1997 г., но их суммарная энергия более чем на порядок превысила соответствующий уровень в 1997 г. в этой части Северного Кавказа. Отмечается и значительное число землетрясений, ощутимых в населенных пунктах Краснодарского края.

Особенно интересен район, который можно отнести в тектоническом плане к сочленению структур Предкавказской эпигерцинской платформы – Западно-Кубанского краевого прогиба и Тимашевской ступени [14]. Здесь в районе № 1 15 февраля в 17^h37^m произошло землетрясение (1 на рис. 1) с $K_p=10.6$, которое ощущалось с интенсивностью в 4–5 баллов в станице Динская и г. Тимашевск, 3–4 балла – в Краснодаре и Усть-Лабинске, 2–3 балла – в г. Кропоткине [4]. Оно сопровождалось афтершоками, но параметры удалось определить при сводной обработке по сети станций лишь для одного из них с $K_p=8.7$ (16 февраля в 06^h11^m). В этом месте и ранее происходили землетрясения, имевшие магнитуду 3 и более. Самое сильное из известных отмечено 18 августа 1896 г. [15] с $M=4.7$ и $I_0=6$ баллов. В XX в. в радиусе примерно 100 км от этого эпицентра произошли следующие землетрясения: 07.11.1902 г. – в 14^h08^m с $M=3.8$; 22.12.1968 г. – в 14^h08^m с $M=3.9$; 14.12.1978 г. – в 05^h08^m с $M=4.4$, $K_p=11.0$ и в 13^h45^m с $M=3.3$, $K_p=10.0$ [15]; 17.07.1990 г. – в 13^h15^m с $M=4.3$, $K_p=11.8$ [16]; 09.10.1997 г. – в 19^h45^m с $M=3.1$, $K_p=9.6$ [1]. Их магнитуды не превышали 4.4.

Второй, не менее интересный и значимый район в западной части Северного Кавказа, – это участок Черноморского побережья вблизи г. Сочи и прилегающая часть акватории. Здесь с XIX в. известны «Сочинские рои» относительно слабых землетрясений, некоторые из которых ощутимы в населенных пунктах побережья. Предыдущий рой в этом районе зарегистрирован 29 апреля 1993 г. [17]. По имеющимся в [15] сведениям, представленным в табл. 2, один раз в столетие здесь происходят землетрясения с магнитудой выше 5 и интенсивностью сотрясений до 7–8 баллов (в 1870 и 1970 гг.).

Временной ряд «Сочинских роев» в табл. 2 дополнился в 1998 г. майским роем землетрясений, начало которому положило землетрясение (3) с $K_p=11.1$ (3 на рис. 1), реализовавшееся 1 мая в 15^h14^m на глубине $h=10$ км. Интенсивность сотрясений в его эпицентре, рассчитанная по уравнению макросейсмического поля для Северного Кавказа из [18]

$$I_0 = 1.6M - 3.1 \lg r + 2.2,$$

составила $I_0=4-5$ баллов. Оно ощущалось с интенсивностью в 3–4 балла в Сочи, Дагомысе, Лоо, Лазоревском. В дальнейшем в течение 1–2 мая сейсмической станцией «Сочи» зарегистрировано 9 толчков этого роя, но только три из них удалось локализовать. Они ощущались в г. Сочи с интенсивностью в 3 балла. Землетрясения роя 1998 г. приурочены к Черноморскому разлому [19]. Этот рой является самым южным среди известных вблизи Сочи (табл. 2).

Кроме того, в западной части территории следует отметить еще два ощутимых землетрясения, произошедшие 21 июня в 12^h47^m с $K_p=8.7$ и 26 июня в 02^h24^m с $K_p=9.7$ в Черном море (район № 10) вблизи г. Анапа. Первое из них ощущалось с интенсивностью 3–4 балла в Анапе и в 1–2 балла – в Новороссийске; второе – в Анапе, Абрау-Дюрсо, Новороссийске – 4–5 баллов, Варваровке, Сукко, Утрише – 3–4 балла, Гайкадзоре – 3 балла. Согласно тектонической схеме Е.А. Рогожина [19], эти землетрясения можно отнести к Анапскому разлому.

Таблица 2. Список максимальных землетрясений в известных «Сочинских роях»

№	Дата, д м год	t_0 , ч мин с	Эпицентр		h , км	M	I_0 , балл
			φ° , N	λ° , E			
1	12.08.1869	18	43.6	39.7	10	3.7	5
2	07.07.1870	09 36	43.6	39.9	10	4.8	7–8
3	05.01.1870	07 20	43.6	39.9	13	5.3	7–8
4	05.01.1879	06 10	43.9	40.4	14	4.1	5–6
5	28.01.1909	00 54	43.7	40.2	7	3	6
6	09.10.1912	09 25	43.7	39.5	5	2.9	5
7	10.10.1912	22 39	43.7	39.5	5	3.2	5–6
8	13.10.1912	09 15	43.7	39.5	5	3.4	6
9	29.10.1912	06 13	43.6	39.6	6	3.7	6
10	18.10.1935	10 38 11	44.0	39.3	4	3.4	6
11	14.12.1936	18 15 38	44.1	39.1	7	4.3	7
12	16.03.1937	16 50 28	43.6	39.7	10	3.6	5
13	04.06.1937	20 33 44	44.4	38.6	7	4.0	6–7
14	12.11.1954	11 27 40	43.9	40.9	17	4.6	6
15	25.09.1959	07 18 37	43.8	39.4	5	4.3	7
16	06.03.1963	07 16 21	44.3	39.6	13	3.3	–
17	07.11.1970	19 14 58	43.7	39.5	9	4.0	6
18	04.12.1970	01 59 25	43.84	39.34	7	5.8	7–8
19	26.01.1971	22 48 27	43.93	39.21	10	4.1	5
20	25.01.1981	19 37 32.2	43.53	39.28	2	4.3	4
21	29.04.1993	22 52 20.2	43.6	39.74		1.5	
22	01.05.1998	15 14 26.2	43.15	39.21	10	4.0	4–5

В районе № 1, на границе с Грузией, произошла серия землетрясений, максимальное из которых было с $K_p=11.5$ (11 на рис. 1) зарегистрировано 2 декабря в 17^h40^m. Его эпицентр расположен в очаговой зоне сильнейшего девятибалльного Чхалтинского землетрясения 16.07.1963 г. с $M=6.4$ [20].

Центральная часть исследуемой территории, включающая северный фрагмент района № 2 и полностью район № 12, была более спокойной, с меньшей величиной выделившейся сейсмической энергии. В районе № 2 самым значительным ($K_p=11.3$) событием было землетрясение 8 июня в 09^h55^m (6 на рис. 1), произошедшее в приграничной с Грузией территории, в очаговой зоне Рача-Джавского землетрясения 29.04.1991 г. с $M=6.9$, $I_0=8–9$ [21]. В этой же зоне зарегистрировано землетрясение 12 ноября в 17^h57^m с $K_p=10.0$ [4]. Макросейсмических данных по этим землетрясениям нет.

На Ставропольской возвышенности (район № 12) выделилась минимальная сейсмическая энергия, хотя число землетрясений не самое меньшее. Благодаря расположению в этом районе значительного числа сейсмических станций здесь регистрировались многие слабые толчки, которые приурочены в основном к Армавиру-Ессентукской разломной зоне. Наиболее заметны следующие землетрясения:

- 15 июня в 20^h18^m с $K_p=9.9$ и 19 июля в 20^h 18^m с $K_p=9.5$ вблизи г. Пятигорска (оба в 7 км), вызвавшие в городе сотрясения с интенсивностью 3–4 балла и 2–3 балла соответственно;
- 23 ноября в 04^h44^m с $K_p=10.4$, для которого макросейсмический эффект не известен.

Следует лишь заметить, что, по данным каталога Северного Кавказа [22], события такого класса происходят здесь в последние 15–20 лет с периодичностью в 2–3 года, а самое сильное из известных за всю историю произошло 05.11.1861 г. (± 1 сутки), имело магнитуду $M=4.5$ и интенсивность в эпицентре – 5 баллов [15].

Восточная часть Северного Кавказа, включающая районы №№ 3, 11, 13, была самой сейсмоактивной. Наибольшее количество сейсмической энергии выделилось в районах № 3 и № 11.

В первом из них наиболее сильным ($K_p=11.8$) было землетрясение 19 июля в 06^h06^m (8 на рис. 1), локализованное на приграничной с Чечней территории Грузии. Другое землетрясение (7 на рис. 1) с близкой энергией ($K_p=11.4$), произошедшее 7 июля в 11^h 28^m в сопредельном с Дагестаном районе Грузии, было ощутимым [23].

В этом же районе № 3 произошло ощутимое землетрясение 4 февраля в 23^h30^m с $K_p=10.3$ вблизи г. Махачкала, вызвавшее сотрясения с интенсивностью 2–3 балла в городах Махачкала,

Каспийск, Талгах [4]. Кроме того, в юго-восточной части Дагестана произошла серия относительно сильных землетрясений: (2 на рис. 1) – 18 апреля в $19^{\text{h}}47^{\text{m}}$ с $K_p=11.4$ в прибрежной части Каспийского моря; (4) – 4 мая в $01^{\text{h}}03^{\text{m}}$ с $K_p=11.0$; (5) – 2 июня в $10^{\text{h}}53^{\text{m}}$ с $K=11.1$.

В районе № 11, в акватории Каспийского моря, 23 августа в $08^{\text{h}}18^{\text{m}}$ локализовано землетрясение (9) с $K_p=11.6$, параметры которого определены по данным сети станций Дагестана [3].

В районе № 13 наиболее сильным ($K_p=10.6$) было землетрясение (10), отмеченное 8 октября в $21^{\text{h}}18^{\text{m}}$ в 30 км севернее г. Прохладный. В тектоническом плане оно приурочено к зоне сочленения Терско-Каспийского передового прогиба с Ногайской ступенью [14].

Л и т е р а т у р а

1. **Габсатарова И.П., Девяткина Л.В.** Северный Кавказ (без Дагестана) // Землетрясения Северной Евразии в 1997 году. – Обнинск: ФООП, 2003. – С. 59–62.
2. **Старовойт О.Е., Мишаткин В.Н.** Сейсмические станции Российской академии наук (состояние на 2001 г.). – М.: ОИФЗ РАН, 2001. – 86 с.
3. **Даниялов М.Г., Левкович Р.А., Османов О.А., Мирзалиев М.М., С.Р. Амиров.** Дагестан (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб. на CD).
4. **Габсатарова И.П., Амиров С.Р. (отв. сост.), Селиванова Е.А., Девяткина Л.В., Мусалаева З.А., Гамидова А.М., Сагателова Е.Ю., Абдуллаева А.Р.** Северный Кавказ (включая Дагестан) (См. раздел IV (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
5. **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.** Землетрясения Кавказа // Землетрясения в СССР в 1969 году. – М.: Наука, 1973. – С. 19–28.
6. **Lee W.H.K., Lahr J.C.** HYPO-71 (Revised) A computer program for determining hypocenter, magnitude and first motion patting of local earthquakes. USGS Survey open-file report. – 1975. – June. – P. 75–311.
7. **Мурусидзе Г.Я.** Строение земной коры и верхней мантии в Грузии и сопредельных районах по сейсмологическим и сейсморазведочным данным. – Тбилиси: Мецниереба, 1976. – 170 с.
8. **Краснопевцева Г.В.** Глубинное строение Кавказского сейсмоактивного региона. – М.: Недра, 1984. – 112 с.
9. **Файтельсон А.М. и др.** Отчет о сейсмических работах партии № 48 СРГЭ НПО «Нефтегеофизика» в 1980–1982 гг. М.: Фонды ВГФ, 1982.
10. **Захарова А.И., Габсатарова И.П.** Сейсмологические наблюдения и обработка данных на Северном Кавказе // Современное состояние сейсмических наблюдений и их обобщение (Методические работы ЕССН, Вып. 4). – Минск. Наука, 1993. – С. 51–55.
11. **Раутиан Т.Г.** Об определении энергии землетрясений на расстоянии до 3000 км // Экспериментальная сейсмика (Тр. ИФЗ АН СССР; № 32(199)). – М.: Наука, 1964. – С. 88–93.
12. **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.** Калибровочные функции для определения магнитуды кавказских землетрясений по короткопериодной волне P на малых эпицентральных расстояниях // Интерпретация сейсмических наблюдений. – М.: МГК АН СССР, 1983. – С. 65–72.
13. **Габсатарова И.П., Девяткина Л.В.** Северный Кавказ (без Дагестана) // Землетрясения Северной Евразии в 1995 году. – М.: ОИФЗ РАН, 2001. – С. 35–38.
14. **Летавин А.И. и др.** Тектоника и нефтегазоносность Северного Кавказа. – М.: Наука, 1987. – С. 11–27.
15. **Бабаян Т.О., Кулиев Ф.Т., Папалашвили В.Г., Шебакин Н.В., Вандышева Н.В.9 (отв. сост.).** П б. Кавказ [50–1974 гг., $M \geq 4.0$, $I_0 \geq 5$] // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 69–170.
16. **Папалашвили В.Г. (отв. по региону), Агаларова Э.Б. (АзССР), Кахиани Л.А. (ГрССР), Габсатарова И.П. (ОМЭ ИФЗ АН СССР), Мусалаева З.А. (ОМП ГИ Дагфил АН СССР), Саргсян Г.В. (АрмССР).** Кавказ (региональный каталог землетрясений) // Землетрясения в СССР в 1990 году. – М.: ОИФЗ РАН, 1996. – С. 141–145.
17. **Габсатарова И.П.** Землетрясения Северного Кавказа (без Дагестана) // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. – М.: НИИ-Природа, 1999. – С. 34–39.

18. **Айвазашвили И.В., Варазанашивили О.Ш., Ляхова Н.Г., Папалашвили В.Г., Шебалин Н.В.** Уравнение макросейсмического поля Северного Кавказа // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 26.
19. **Рогожин Е.А.** Карта важнейших разломов Кавказского региона // Личный архив – М.: ИФЗ РАН, 1999. – 1 лист.
20. **Цхакая А.Д., Махатадзе Л.Н., Табидзе Д.Д.** Чхалтинское землетрясение 16 июля 1963 г. // Землетрясения в СССР в 1963 году. – М.: Наука, 1966. – С. 37–55.
21. **Папалашвили В.Г., Варазанашивили О.Ш., Гогмачадзе С.А., Заалашвили В.Б., Кипиани Д.Г., Махатадзе Л.Н., Мухадзе Т.Г., Чачава Т.Н., Айвазашвили И.В.** Рача-Джавское землетрясение 29 апреля 1991 г. // Землетрясения в СССР в 1991 году. – М.: ОИФЗ РАН, 1997. – С. 18–25.
22. **Габсатарова И.П. (отв. сост.), Девяткина Л.В., Селиванова Е.А., Каменская О.П.** Электронный вариант текущего каталога землетрясений Северного Кавказа за период 63 г. до н.э. – 2004 г. Обнинск: Фонды ЦОМЭ ГС РАН. – 2004. – 173 с.
23. **Папалашвили В.Г.** Чикаанское землетрясение 7 июля 1998 года с $MLH=4.1$; $I_0=5-6$ (Грузия) (См. раздел II (Макросейсмические обследования) в наст. сб.).