

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

В 1997 г. система сейсмических наблюдений на Северном Кавказе, в пределы которого входит территория двух краев (Краснодарского и Ставропольского) и четырех автономных республик России (Карачаево-Черкесии, Кабардино-Балкарии, Алании и Чечни), оставалась, в основном, прежней по сравнению с таковой в 1996 г. [1] и состояла из 6 стационарных станций: "Анапа", "Белый Уголь", "Махачкала", "Пятигорск", "Сочи", "Цей", оснащенных аналоговым оборудованием. Дополнительно использовались результаты обработки записей широкополосной цифровой станции "Кисловодск", где с 1988 г. установлена аппаратура IRIS [2], и четырехкомпонентных пунктов радиотелеметрических систем РСС с апертурой 150 м ("Кисловодск", "Гум-Баши", "Шитжатмас", "Куба-Таба", "Нагутская", ОИФЗ, Россия) и Nanometrics ("Эльбрус", "Кисловодск", "Стрижамент", "Шитжатмас", Ламонтская обсерватория, США). Однако пункты наблюдений системы Nanometrics функционировали на геодинамическом полигоне Кавказских Минеральных вод лишь до мая 1997 г. Регулярно в Обнинск также поступали результаты обработки сейсмограмм, полученных на комплексном геофизическом пункте "Гофицкое". Кроме того использовались данные дагестанских станций [3] для восточной зоны Северного Кавказа, поступающие в Обнинск из Дагестанской ОМСП в виде предварительных бюллетеней землетрясений.

Тем не менее, как и в 1996 г., для локации землетрясений в западной зоне и на севере центральной и восточной зон Северного Кавказа данных для уверенного определения местоположения землетрясений было недостаточно. Об этом свидетельствует анализ окружения эпицентра станциями (максимального значения пустой азимутальной "бреши" GAP). Оказалось, что параметры только 6% землетрясений Северного Кавказа получены с удовлетворительной степенью окружения эпицентра ( $GAP < 130^\circ$ ), 21 % эпицентров определены с  $GAP = 131^\circ - 180^\circ$ , 43% с  $GAP = 181^\circ - 270^\circ$  и 30% имели крайне неудовлетворительное окружение с  $GAP > 270^\circ$ . Нельзя считать удовлетворительным и расположение станций по минимальному расстоянию от эпицентров, от которого напрямую зависит точность вычисления глубины очага. Только для 12% событий минимальное эпицентральное расстояние составило менее 30 км. В среднем по всему каталогу [4] оно составило 75 км. Таким образом, можно считать, что только для нескольких относительно сильных событий в центральной и восточной зонах ошибка в определении координат эпицентра может быть принята равной 5-10 км, в остальных случаях она достигает 15-25 км и даже 50 км.

Расчетная чувствительность станций, исходя из аппаратурных параметров и, соответственно, сети в целом, оставалась прежней [1]. На практике наибольшая часть (до 85%) землетрясений регистрировалась станциями "Цей" и "Кисловодск" (учитывая все типы установленного оборудования), до 50% – станциями "Белый Уголь", "Гум-Баши" и "Шитжатмас", и до 20 % – аналоговыми станциями "Гофицкое", "Пятигорск" и "Махачкала", которые записали, в основном, только более сильные ( $K_p > 9.5$ ) землетрясения. Однако данные аналоговых станций были очень важны для более благоприятного окружения эпицентров этих землетрясений.

В результате сводной обработки составлен каталог [4] из 363 землетрясений Северного Кавказа с  $K_p = 5.2 - 11.6$ , включая Дагестан. Обработка землетрясений Дагестана традиционно проведена Дагестанской опытно-методической партией Геофизической службы РАН по наблюдениям их сети станций [3]. На рис. 1 показаны эпицентры землетрясений, приведенных в каталоге, на фоне границ сейсмотектонических районов Кавказа [5].

Методика сводной обработки в 1997 г. 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 были осреднены для отдельных зон Северного Кавказа – западной, центральной и восточной [10]. 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 [13], проводилась по длительности колебаний на записи с оценкой магнитуды  $M_d$ , определяемой по формуле

$$M_d = 0.87 + 2.0 \lg \tau - 0.0035 \Delta + (\delta M_d)_{ст} [6],$$

где  $\tau$  – 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),  $\Delta$  – эпицентральное расстояние в км,  $(\delta M_d)_{ст}$  – станционная поправка. Пересчет магнитуд  $M_d$  в энергетические классы  $K_p$  проводился по уравнению

$$K_p \pm 0.6 = 2.16 + 1.96 M_d [1].$$

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

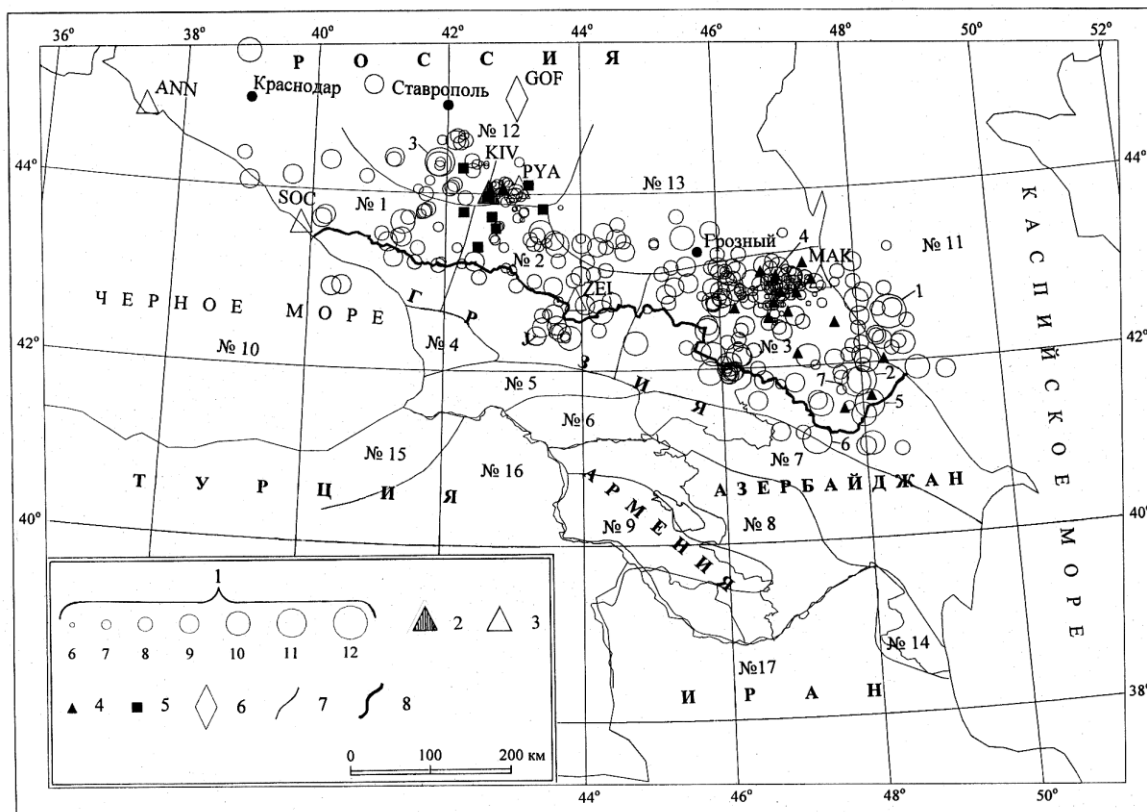


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений Северного Кавказа за 1997 г.

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 [5]; 8 – южная граница России. Внутри каждого района указан его номер (№№1-3, 10-13 из [5]). Цифры возле эпицентров соответствуют номерам землетрясений в каталоге [4].

Таблица 1. Распределение числа землетрясений по энергетическим классам  $K_p$  и суммарная сейсмическая энергия  $\Sigma E$  по районам

№	Район	$K_p$								$N_{\Sigma}$	$\Sigma E \cdot 10^{11}$ , Дж
		5	6	7	8	9	10	11	12		
1	Западный Кавказ			3	9	8	2			22	0.2406
2	Центральный Кавказ		4	16	14	9	5			48	0.6451
3	Восточный Кавказ	12	40	40	49	33	14	5		193	7.8012
10	Черное море					2				2	0.0200
11	Каспийское море			2	7	7	3		1	20	4.6566
12	Ставропольская возвышенность		8	18	14	4	1	1		46	0.5604
13	Восточное Предкавказье		2	3	7	7	1			20	0.2926
	Всего	12	54	82	100	70	26	6	1	351	14.2165

Примечание. Номера и названия районов соответствуют [5].

Сейсмическую обстановку в 1997 г. на Северном Кавказе можно оценить как относительно спокойную, как и в предыдущем 1996 г.: преобладали слабые землетрясения в виде рассеянной "фоновой" сейсмичности и отдельных роев. Общая выделившаяся энергия  $\Sigma E = 1.42 \cdot 10^{12}$  Дж чуть выше таковой в 1996 г. ( $1.3 \cdot 10^{12}$  Дж) [1]. Рассмотрим сейсмичность территории Северного Кавказа более детально в направлении с запада на восток.

В западной части исследуемой территории наблюдалось затишье. Здесь произошло только одно землетрясение (25 января в  $03^h22^m$  с  $K_p=9.3$ ) в 75 км от г. Сочи, имевшее макросейсмические проявления. Оно ощущалось с интенсивностью 2-3 балла в г. Туапсе. Кроме него отметим еще два землетрясения с  $K_p=9.6$  и  $9.8$  – 21 апреля в  $02^h21^m$  и 9 октября в  $19^h45^m$ , соответственно. Остальные немногочисленные землетрясения этой зоны имели  $K_p \leq 9.3$ , причем четыре из них произошли в приграничной зоне с Грузией, близкой по расположению к очаговой зоне сильнейшего Чхалтинского землетрясения 16.07.1963 г. с  $M=6.4$  [14]. Однако их эпицентры, полученные без дополнительных данных станций Грузинской сети, нельзя назвать уверенными.

В центральной части Северного Кавказа зарегистрированы значительные по энергии события в апреле, мае, сентябре и октябре. Среди ощутимых отметим серию землетрясений в сентябре в окрестностях г. Черкесска, самое сильное ( $K_p=10.6$ ) из которых произошло 9 сентября в  $17^h34^m$  (3 на рис. 1) и ощущалось в Черкесске и Невинномыске с интенсивностью 3-4 балла. Ощутимо также было землетрясение 27 октября в  $08^h01^m$  с  $K_p=9.7$ . Оно вызвало сотрясения интенсивностью 3-4 балла в г. Нальчике. Кроме того, продолжалось проявление сейсмической активности в зоне Рачинского землетрясения 29.04.1991 г. с  $M=6.9$  [15]. Наиболее значительными в этом районе были землетрясения, происшедшие 2 апреля (в  $01^h25^m$  с  $K_p=10.5$ ) и 13 мая (в  $04^h49^m$  с  $K_p=10.4$ ). Наблюдаемая слабая сейсмичность Кавминводского полигона в 1997 г., как и в прежние годы [1,2], приурочена к Армавиру-Ессентукского разлому (по [16]).

На Восточном Кавказе в 1997 г. произошли самые значительные события года в районах Восточного Предкавказья, Восточного Кавказа, и примыкающей к ним акватории Каспийского моря. Наиболее сильными были землетрясения 28 января в  $10^h56^m$  с  $K_p=11.6$  (по данным Дагестанской ОМСП  $K_p=12.3$ ) в акватории Каспия, в 90 км к юго-востоку от Махачкалы (1 на рис. 1), 28 июня в  $06^h45^m$  с  $K_p=11.4$  (2), 9 октября в  $18^h29^m$  с  $K_p=11.2$  (5) и два декабрьских землетрясения в южной части Дагестана, в приграничном с Грузией районе – 2 декабря в  $15^h53^m$  с  $K_p=11.0$  (6 на рис. 1) и 4 декабря в  $06^h06^m$  с  $K_p=10.6$  (7 на рис. 1)

#### Л и т е р а т у р а

1. Габсатарова И.П., Девяткина Л.В. 2002. Северный Кавказ (без Дагестана) // Землетрясения Северной Евразии в 1996 году. М.: Изд-во ОИФЗ РАН. С. 37-42.
2. Габсатарова И.П. 1999. Землетрясения Северного Кавказа (без Дагестана) // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. М.: Изд-во НИИ-Природа. С. 34-39.
3. Даниялов М.Г., Левкович Р.А., Османов О.А., Мирзалиев М.М., С.Р. Амиров. 2001. Дагестан. См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.
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 III 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., Алимamedова В.П. 1973. Землетрясения Кавказа // Землетрясения в СССР в 1969 году. М.: Наука. С. 19-28.
6. 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.
7. 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.
8. Краснопевцева Г.В. 1984. Глубинное строение Кавказского сейсмоактивного региона. М.: Изд-во Недр. 112 с.
9. Файтельсон А.М. и др. 1982. Отчет о сейсмических работах партии №48 СРГЭ НПО Нефтегеофизика в 1980-1982 гг. ВГФ.

10. **Захарова А.И., Габсатарова И.П. 1993.** Сейсмологические наблюдения и обработка данных на Северном Кавказе. // Современное состояние сейсмических наблюдений и их обобщение. Методические работы ЕССН. Выпуск 4. Минск: Изд-во ИГН АНБ С. 51-55.
11. **Раутиан Т.Г. 1964.** Об определении энергии землетрясений на расстоянии до 3000 км // Экспериментальная сейсмика. М.: Наука. С. 88-93. (Тр. ИФЗ АН СССР; №199).
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. 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.
13. **Девяткина Л.В., Исай О.Л. (отв. исп.), Габсатарова И.П. (ред.). 1998.** Сейсмологический каталог Кавминводского полигона за 1997 г. (по данным радиотелеметрических систем РСС и NANOMETRICS) // Сводный информационный отчет Геофизической службы РАН за 1997 г. Обнинск: Фонды ГС РАН. С. 114-116.
14. **Цхакая А.Д., Махатадзе Л.Н., Табидзе Д.Д. 1966.** Чхалтинское землетрясение 16 июля 1963 г. // Землетрясения в СССР в 1963 году. М.: Наука. С. 37-55.
15. **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.
16. **Рогожин Е.А. 1999.** Карта важнейших разломов Кавказского региона. М.: ИФЗ РАН. Личный архив. 1 с.