

## СЕВЕРНЫЙ КАВКАЗ (без Дагестана)

И.П. Габсатарова, Л.В. Девяткина

В 1994 г. на Северном Кавказе, с включением территории Краснодарского края и Ставропольского края и четырёх автономных республик России (Карачаево-Черкесии, Кабардино-Балкарии, Алании и Ичкерии), продолжались наблюдения региональной сетью сейсмических станций ОМЭ ОИФЗ РАН.

Сеть сейсмических станций Северного Кавказа, включающая в себя семь станций ("Анапа", "Белый Уголь", "Грозный", "Махачкала", "Пятигорск", "Сочи", "Цей"), претерпела некоторые изменения по сравнению с [1]. Станция "Грозный" проводила регистрацию землетрясений только до августа 1994 г., после чего была закрыта. Дополнительно к сводной обработке отдельных сильных землетрясений Северного Кавказа, как и в 1993 г., привлекалась информация одной станции Украины ("Симферополь"), трёх станций Грузии ("Бакуриани", "Тбилиси", "Они") и четырёх станций Азербайджана ("Шеки", "Шемаха", "Баку" и "Гянджа"). В 1994 г. этот список дополнили наблюдения станции "Гофицкое" Кавказской экспедиции Института сейсмологии ОИФЗ РАН и трёх станций Дагестана ("Дылым", "Дубки" и "Унцукуль"). Для получения параметров землетрясений Северного Кавказа использовались также результаты обработки записей широкополосной цифровой станции "Кисловодск", где с 1988 г. в рамках международного проекта установлена аппаратура IRIS. Положение всех названных станций и изолинии энергетической представительности землетрясений  $K_{\min}$  показаны на рис. 1.

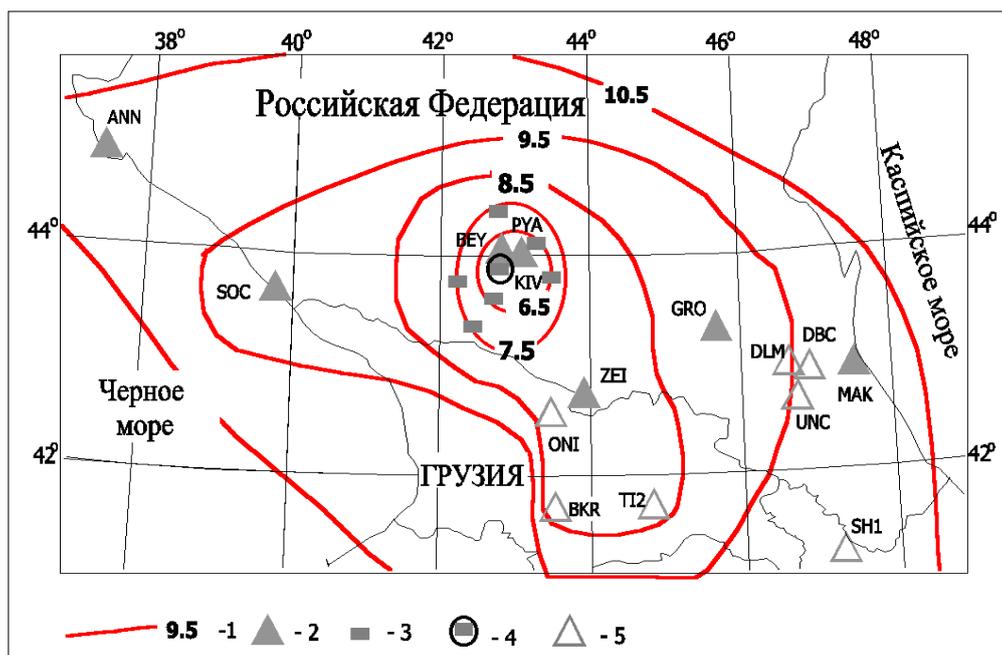


Рис. 1. Карта энергетической представительности  $K_{\min}$  землетрясений Северного Кавказа в 1994 г.

1 – изолиния  $K_{\min}$ ; 2 – сейсмическая станция ОМЭ ОИФЗ РАН; 3 – пункт наблюдения радиотелеметрических систем на КМВ-полигоне; 4 – центр сбора и обработки данных радиотелеметрических систем на КМВ-полигоне; 5 – сейсмическая станция соседних территорий, данные которой использованы при составлении каталога землетрясений Северного Кавказа.

Так же, как и в 1992-1993 гг., на территории Кавминводского геодинимического полигона ОМЭ ОИФЗ продолжалась регистрация землетрясений радиотелеметрическими системами РСС (ОИФЗ, Россия) и Nanometrics (Ламонтская обсерватория, США) с шестью и пятью пунктами наблюдений соответственно и с центром сбора в г. Кисловодске (рис. 1).

В основном регистрационные возможности сети остались на прежнем уровне [1]: на большей части исследуемой территории без пропусков регистрируются землетрясения с  $K_{\min}=9$ , на севере и западе с  $K_{\min}=10$ , а на территории Кавминводского полигона, благодаря наблюдениям

радиотелеметрических систем, этот уровень снижается до  $K_{\min}=7$  и  $K_{\min}=6$  в центре полигона (рис. 1).

Методика сводной обработки землетрясений в 1994 г. оставалась той же, что и в предыдущие годы [1]. В основном она базировалась на использовании комплекса программ НУРО-71 [2] и местных скоростных разрезов земной коры [3-5]. Погрешность определения положения эпицентров по наблюдениям сети станций Северного Кавказа разная в разных его частях. Так в центральной части, при регистрации событий локальной сетью, она не превосходит  $\pm(5-10)$  км, в северной и западной, как правило,  $\pm(20-30)$  км, иногда  $\pm 50$  км, в восточной –  $\pm(10-20)$  км при использовании данных станции Грозный и дагестанских станций и порядка  $\pm 50$  км при их отсутствии. Классификация всех землетрясений проведена по классам  $K_p$  Т.Г. Раутиан [6] и магнитудам  $M_{PVA}$ , с использованием калибровочной функции для Кавказа [7].

С 1993 г. в сборнике публикуется объединённый каталог двух территорий: Дагестана (по наблюдениям региональной сети опытно-методической партии Дагестанского филиала РАН) и всей остальной территории Северного Кавказа. Сейсмический мониторинг этих территорий проводит ОМЭ ОИФЗ РАН. В каталог вошли 68 землетрясений с  $K_p \geq 8.5$  (см. наст. сб.). Карта их эпицентров изображена на рис. 2 на тектонической основе важнейших разломов Кавказа, любезно предоставленной Е.А. Рогожиным (личный архив).

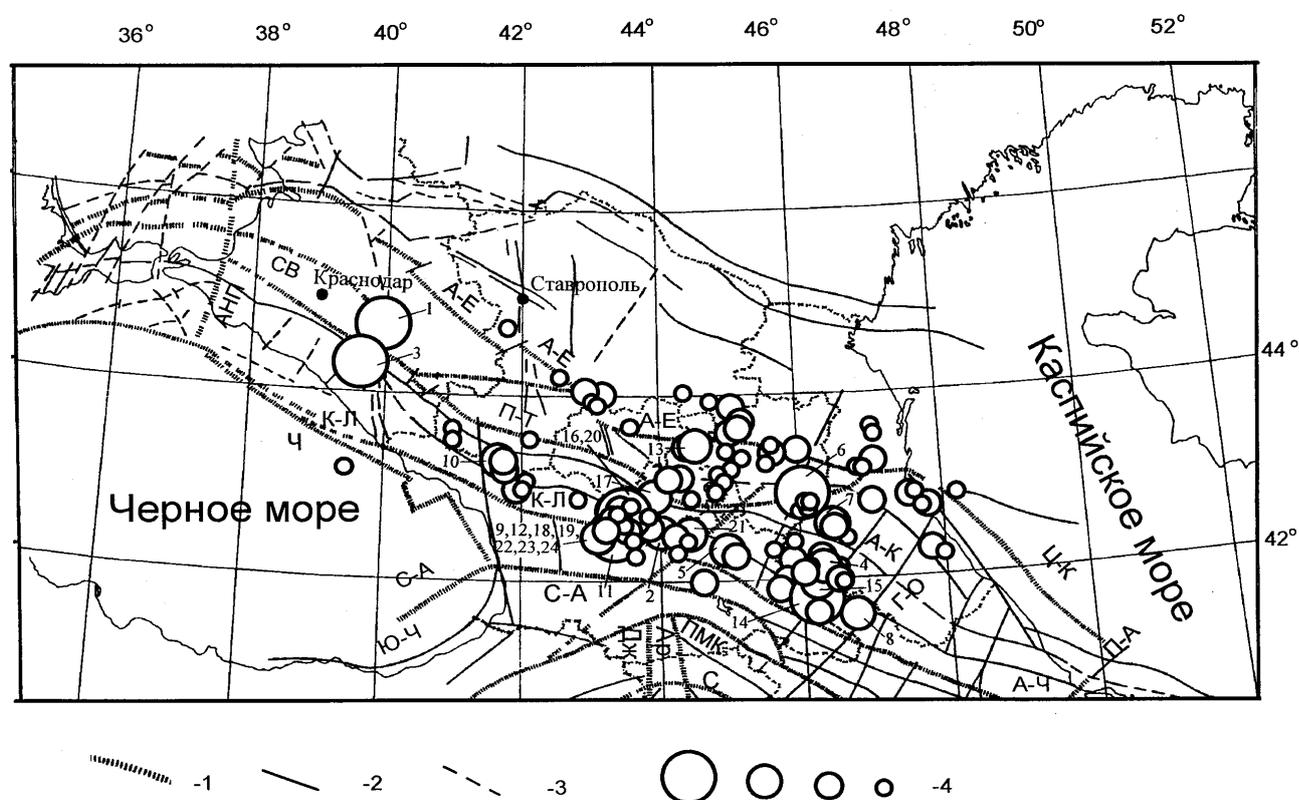


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений Северного Кавказа

1,2,3 – разлом первого, второго порядка и предполагаемый соответственно; 4 – энергетический класс  $K_p=12,11,10$  и 9 соответственно. Пронумерованы сильные ( $K_p \geq 10.6$ ) землетрясения согласно графе 1 каталога землетрясений Северного Кавказа (см. наст. сб.). Обозначения и названия разломов первого порядка фрагмента тектонической схемы Кавказа, составленной Е.А. Рогожиным: АНП – Анапский, С-А – Северо-Аджарский, СВ – Северский, Ч – Черноморский, К-Л – Кахетино-Лечхумский, П-Т – Пшекиш-Тырныаузский, А-Е – Армави́ро-Ессенту́кский, А-К – Адайком-Казбекский, Г-О – Гамри-Озеньский, П-А – Пальми́ро-Апшеронский, Ц-К – Центрально-Каспийский, Ю-Ч – Южно-Черноморский.

Как видим, плотность эпицентров на карте весьма неоднородна. Рассмотрим сейсмичность исследуемой территории в её западной, центральной и восточной частях.

В западной части Северного Кавказа самыми значительными были события 1, 3 на рис. 2, происшедшие в Краснодарском крае в районе г. Майкопа (1 февраля в  $01^h16^m$ ,  $K_p=11.6$ ) и близ г. Апшеронска (15 февраля в  $22^h29^m$ ,  $K_p=12.0$ ). Происхождение их вероятно связано с проявлением активности разломов анти-кавказского простирания.

Землетрясение 1 февраля – осязаемое (Майкоп 4 балла, Сочи 3 балла). Из проведенного

нами анализа данных в [8] о сильных землетрясениях в этой области в прошлом следует, что здесь с 1909 г. наблюдалось сейсмическое затишье. Исторически известные здесь землетрясения относятся к 15.03.1873 г. ( $t_0=15^h20^m$ ,  $M=4.0$ ,  $I_0=5-6$  баллов), 19.08.1908 г. ( $t_0=01^h32^m$ ,  $M=4.6$ ,  $I_0=5-6$  баллов) и к 04.06.1909 г. ( $t_0=20^h03^m$ ,  $M=4.4$ ,  $I_0=5-6$  баллов). Очаг землетрясения 1 расположен в 25 км северо-западнее очагов названных исторических землетрясений.

Землетрясение 15 февраля также ощутимое и замечено на обширной территории вплоть до Черноморского побережья Кавказа. Максимальная интенсивность сотрясений наблюдалась в станции Даховская – 3-4 балла; в Апшеронске, Туапсе и Лазаревском – 3 балла; в Сочи – 2-3 балла; в Майкопе – 2 балла. После основного толчка последовали афтершоки (табл. 1). Отметим однако, что параметры их гипоцентров определены крайне неточно из-за плохого окружения очаговой зоны пунктами наблюдения телеметрических систем на КМВ-полигоне, которые располагались в узком азимутальном створе, а также по причине отсутствия данных хотя бы одной близкой станции, зарегистрировавшей эти события.

**Таблица 1.** Афтершоки землетрясения 15 февраля в  $22^h29^m$  ( $K_p=12.0$ ) близ г. Апшеронска в Краснодарском крае.

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		h, км	$K_p$
			$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E		
1	15.02	23-32-20.4	44.23	39.42	10	7.6
2	15.02	23-46-06.0	44.13	39.57	10	7.4
3	16.02	12-53-56.6	43.72	39.71	10	7.4
4	26.02	15-07-42.1	43.89	39.66	5	~7.5
5	26.02	21-14-49.2	43.98	39.66	5	~7.5
6	04.03	10-19-01.8	43.92	39.50	20	~7.5
7	08.03	08-27-41.4	43.65	39.57	12	~7.5
8	14.03	15-25-40.8	44.25	39.60	20	~7.5
9	16.03	09-20-16.5	43.66	39.56	9	~7.5

В центральной части территории Северного Кавказа самыми сильными были землетрясения, которые очевидно можно отнести к очаговой зоне Рача-Джавского землетрясения 29.04.1991 г. [9] ( $t_0=09^h12^m$ ,  $M_S=6.9$ ,  $I_0=8-9$  баллов [10]). Это – землетрясение 2 (рис. 2), происшедшее на юге Северной Осетии 11 февраля в  $17^h40^m$  ( $K_p=11.3$ ), ощущавшееся в Пятигорске и Нальчике с интенсивностью 2-3 балла; землетрясения 9, 11, 13 (рис. 2), происшедшие 20 апреля в  $22^h25^m$  ( $K_p=10.8$ ), 5 июня в  $01^h20^m$  ( $K_p=12.1$ ), 25 июня в  $05^h00^m$  ( $K_p=11.1$ ), и серия землетрясений 19-21 сентября с максимальным классом энергии  $K_p=12.1$  (16-20 на рис. 2). Завершающим сильным событием в этом районе было землетрясение 22 за 25 октября в  $23^h30^m$  с  $K_p=10.9$ .

К значительным событиям можно отнести активизацию Армави́ро-Невинномысского разлома (рис. 3) в январе-феврале 1994 г.: 27 января в  $16^h04^m$  в районе г. Пятигорска произошло землетрясение с  $K_p=10.3$ , ощущавшееся в самом городе с интенсивностью сотрясений в 3 балла. Основному толчку предшествовали четыре форшока, зарегистрированные локальной сетью Кавминводского геодинимического полигона: 18 января в  $04^h57^m$  ( $K_p=8.6$ ), 23 января в  $16^h02^m$  ( $K_p=8.8$ ), 24 января в  $01^h55^m$  ( $K_p=5$ ) и 27 января в  $00^h05^m$  ( $K_p=7.5$ ). Кроме того, в течение двух последующих суток зарегистрировано четыре афтершока: два из них произошли 27 января в  $16^h10^m$  ( $K_p=7.4$ ) и в  $16^h19^m$  ( $K_p=6.8$ ), два других – 29 января в  $15^h18^m$  ( $K_p=7.0$ ) и 2 декабря в  $16^h52^m$  ( $K_p=6.2$ ). Вновь этот очаг заработал 16 февраля, когда в  $13^h11^m$  произошло еще одно землетрясение с  $K_p=9.4$ , ощущавшееся в г. Пятигорске с интенсивностью 2 балла.

В восточной зоне Северного Кавказа самое сильное ( $K_p=11.6$ ) землетрясение произошло 10 апреля в  $13^h40^m$  и ощущалось в г. Грозном с интенсивностью 2-3 балла.

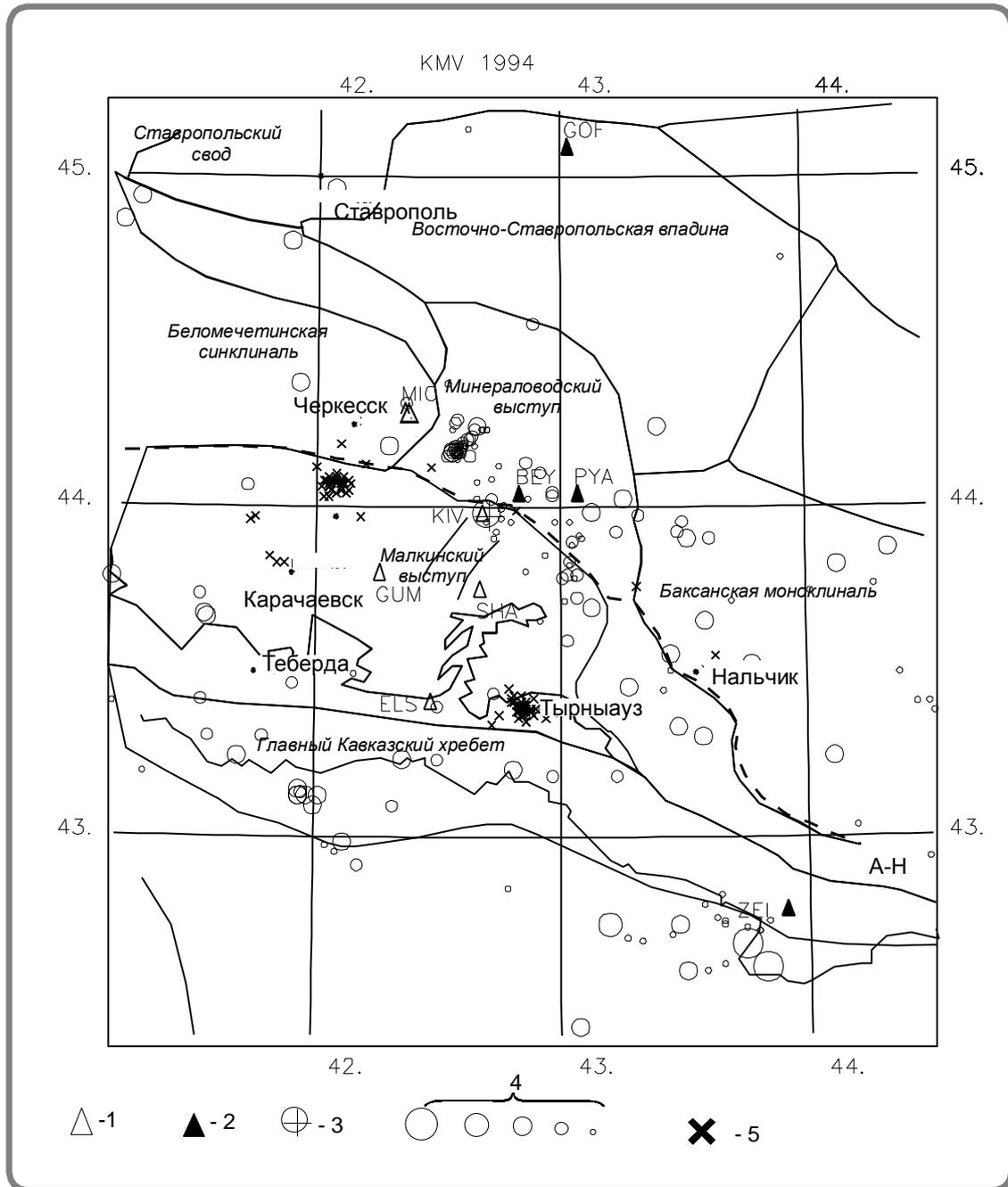
**Кавминводский геодинимический полигон**, его сейсмичность и схема тектонического районирования по [11] представлены отдельно на рис. 3. Как видим, распределение эпицентров землетрясений в его пределах неравномерно. Повышенная их плотность приурочена к Минераловодскому выступу палеозойского фундамента, а также сочленению его с Малкинским выступом по Армави́ро-Невинномысскому разлому. Заметными ( $K_p=10.3$  и  $9.6$ ) здесь были землетрясения, происшедшие 27 января в  $16^h04^m$  и 16 февраля в  $13^h11^m$ , удалённые на 15-20 км от г. Пятигорска и ощущавшиеся в нём с интенсивностью 3 и 2 балла соответственно. Выделяются ещё две группы землетрясений. Это – серия землетрясений с  $K_p=7-8$ , происшедшая в июне-августе

между г. Кисловодск и г. Белый Уголь, и рой землетрясений северо-западнее г. Кисловодска, начавшийся, в основном, 4 октября, хотя отдельные землетрясения регистрировались локальной сетью здесь с конца марта. Всего в названном выше районе зарегистрировано 43 землетрясения с  $K_p=5-9$  (табл. 2). Сильнейшее ( $K_p=9.0$ ) из них произошло 14 октября в 17<sup>h</sup> 12<sup>m</sup>.

**Таблица 2.** Каталог слабых землетрясений роя в районе между г. Кисловодск и г. Черкесск

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	$\delta t_0$ , с	Эпицентр		$\delta$ , км	$h$ , км	$\delta h$ , км	Md	$K_p$
				$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	13
1	31.03	17 57 27.1	0.2	44.20	42.59	2.0	3		2.5	7.0*
2	08.05	13 25 59.1	0.3	44.16	42.62	4.5	11		2.3	6.7*
3	27.05	19 13 39.8	0.5	44.26	42.56	6.6	22		2.7	7.4*
4	26.07	22 27 09.5	0.2	44.19	42.64	1.3	16		2.0	6.0*
5	09.08	04 18 53.8	0.2	44.32	42.36	1.4	17	1.2	2.3	6.6*
6	11.08	10 43 29.6	0.1	44.03	42.65	1.1	12	1.8	2.0	6.0*
7	11.09	06 40 13.9	0.1	44.38	42.53	2.1	17	3.2	2.0	6.0*
8	28.09	23 08 44.7	0.2	44.19	42.58	1.0	11	3.5	2.0	6.0*
9	04.10	20 24 28.5	0.2	44.24	42.64	1.4	13	4.3	2.5	7.1*
10	05.10	15 59 59.7	0.5	44.03	42.86	5.5	13	6.5	2.0	6.1*
11	06.10	12 01 48.8	0.2	44.25	42.65	4.3	17	6.8	2.7	7.6*
12	07.10	03 02 25.0	0.2	44.21	42.62	1.8	13	3.9	2.7	7.8*
13	07.10	03 11 06.7	0.2	44.24	42.69	1.3	20	2.7	2.1	6.3*
14	07.10	11 00 28.9	0.2	44.17	42.58	1.0	17	2.4	2.2	6.5*
15	07.10	13 10 34.8	0.2	44.24	42.67	1.2	19	2.5	2.0	6.1*
16	07.10	14 31 50.6	0.2	44.24	42.67	1.3	20	2.6	2.1	6.3*
17	07.10	17 42 32.2	0.1	44.21	42.61	0.7	15	1.3	2.4	6.9*
18	10.10	19 33 06.1	0.2	44.24	42.69	1.5	19	3.1	2.1	6.3*
19	11.10	11 25 58.0	0.5	44.19	42.29	3.8	16	4.9	3.0	8.0*
20	14.10	17 12 47.1	0.2	44.18	42.57	1.5	11	3.0		9.0
21	15.10	09 46 38.1	0.1	44.15	42.57	1.1	14	1.9	2.1	6.3*
22	16.10	12 59 09.9	0.1	44.18	42.57	0.9	12	2.0	2.3	6.7*
23	17.10	01 04 31.1	0.1	44.22	42.63	0.7	13	1.4	2.5	7.1*
24	18.10	21 18 36.4	0.1	44.17	42.55	0.9	09	2.5	2.9	8.4
25	19.10	03 06 17.1	0.1	44.17	42.58	0.6	04	4.3	2.4	6.9*
26	20.10	12 29 58.4	0.2	44.19	42.56	1.4	14	2.4	2.7	7.5*
27	20.10	13 20 06.0	0.1	44.17	42.55	0.9	12	2.1	1.9	5.9*
28	21.10	22 49 33.0	0.2	44.18	42.54	1.9	13	4.7	2.7	7.6*
29	21.10	22 57 29.7	0.2	44.19	42.61	1.1	12	2.5	2.7	8.3
30	23.10	21 29 29.3	0.2	44.17	42.61	2.3	16	3.7	2.7	7.8
31	31.10	01 47 37.9	0.5	44.17	42.55	3.5	13	7.8	2.7	8.1
32	31.10	18 06 24.9	0.1	44.17	42.55	0.9	14	1.9	2.8	8.4
33	02.11	10 15 51.7	0.4	44.20	42.60	5.5	19	6.6	2.0	6.0*
34	03.11	13 27 34.2	0.2	44.16	42.53	1.9	13	2.7	2.5	7.6*
35	06.11	07 45 30.9	0.1	44.17	42.57	1.0	06	4.2	2.2	6.5*
36	07.11	01 53 07.4	0.1	44.17	42.57	1.2	09	3.7	2.3	6.7*
37	14.11	16 00 41.1	0.1	44.03	42.71		28			7.8
38	19.11	02 38 04.9	0.1	44.17	42.57	0.9	07	3.3	2.1	6.3*
39	22.11	07 09 27.7	0.1	44.17	42.57	1.1	07	4.1	2.3	6.7*
40	24.11	21 07 50.1	0.2	44.24	42.55	2.3	06	9.6	2.1	6.3*
41	25.11	00 19 28.4	0.2	44.19	42.58	1.8	03		1.8	5.7*
42	01.12	06 53 38.1	0.1	44.17	42.57	1.0	06	3.9	1.8	5.7*
43	13.12	16 25 32.2	0.1	44.17	42.56	1.3	11	2.6	2.2	6.4*

Примечание. Md – магнитуда по длительности  $\tau$  записи ( $\tau=F_{(2A_{\text{фона}})} - P$ , F определяет момент записи, когда её уровень превышает фон примерно в 2 раза) [2];  $K_p^*$  – значение энергетического класса, рассчитанное по корреляционному соотношению  $K=1.96 Md+2.16$ .



**Рис. 3.** Карта эпицентров сейсмических событий Кавминводского геодинамического полигона

1 – пункт наблюдения радиотелеметрических систем сбора информации; 2 – региональная станция; 3 – центр сбора данных; 4 – энергетические классы  $K_p=10, 9, 8, 7$  и  $\leq 6$ ; 5 – взрыв. А-Н – Армави́ро-Невинно́мыйский разлом по [11].

Возможно рои слабых землетрясений могли наблюдаться здесь и ранее, однако инструментальных данных, подтверждающий этот факт, нет.

### Л и т е р а т у р а

1. Габсатарова И.П. 1999. Землетрясения Северного Кавказа (без Дагестана) // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. М.: НИИ-Природа. С. 34-39.
2. Lee W.H.K. and Larh J.C.1975. HYPO-71 (Revised) A computer program for determining hypocenter,

- magnitude and First Motion Pating of local earthquakes. U.S.Geological Survey OPEN- File Report 75-311, June.
3. **Мурусидзе Г.Я. 1976.** Строеие земной коры и верхней мантии в Грузии и сопредельных районах по сейсмологическим и сейсморазведочным данным. Тбилиси: Мецниереба. 170 с.
  4. **Краснопевцева Г.В. 1984.** Глубинное строение Кавказского сейсмоактивного региона. М.: Недра. 112 с.
  5. **Файтельсон А.М. и др. 1982.** Отчет о сейсмических работах партии №48 СРГЭ НПО "Нефтегеофизика" в 1980-1982 гг. ВГФ.
  6. **Раутиан Т.Г. 1964.** Об определении энергии землетрясений на расстоянии до 3000 км // Экспериментальная сейсмика (Труды ИФЗ АН СССР. №32(199)). С. 88-93.
  7. **Инструкция о порядке производства и обработки наблюдений на сейсмических станциях ЕССН. 1982.** М.: Изд-во ИФЗ РАН. 112 с.
  8. **Бабаян Т.О., Кулиев Ф.Т., Папалашвили В.Г., Шебалин Н.В., Вандышева Н.В. 1977.** Сейсмологические данные по регионам: Пб. Кавказ // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времён до 1975 г. М.: Наука. С. 69-170.
  9. **Папалашвили В.Г., Варазанашвили О.Ш., Гогмачадзе С.А., Заалишвили В.Б., Кипиани Д.Г., Махатадзе Л.Н., Мухадзе Т.Г., Чачава Т.Н., Айвазишвили И.В. 1997.** Рача-Джавское землетрясение 29 апреля 1991 г. // Землетрясения в СССР в 1991 году. М.: ОИФЗ РАН. С. 18-25.
  10. **Кондорская Н.В. (отв. сост.), Хромецкая Е.А., Лагова Н.А. (сост.). 1997.** Основной каталог сильных землетрясений на территории СССР // Землетрясения в СССР в 1991 году. М.: ОИФЗ РАН. С. 103-107.
  11. **Тектоника и нефтегазоносность Северного Кавказа. 1987.** / Отв. ред. Н.А. Крылов. М.: Наука. 95 с.