

СЕВЕРНЫЙ КАВКАЗ**И.П. Габсатарова***Геофизическая служба РАН, г. Обнинск, ira@gsras.ru*

В 2001 г. на Северном Кавказе, включающем административные территории Краснодарского, Ставропольского краев и пяти автономных республик России (Карачаево-Черкесской, Кабардино-Балкарской, Чеченской, Ингушетии, Северной Осетии-Алании), проводились наблюдения сетью сейсмических станций, состоящей:

- из аналоговых станций «Анапа», «Махачкала», «Пятигорск», «Сочи», «Цей», «Гофицкое», оснащенных короткопериодными сейсмографами СКМ-3;
- цифровой станции «Кисловодск», оборудованной широкополосным сейсмометром STS-1;
- четырехкомпонентной микрогруппы «Кисловодск» (табл. 1, 2);
- радиотелеметрических пунктов «Кисловодск», «Гумбаши», «Шиджатмаз», «Куба-Таба», «Нагутская» (табл. 3);
- новых станций «Альфа-ГЕОН» в шести населенных пунктах Северной Осетии-Алании: Владикавказ, Ардон, Заманкул, Чикола, Фиадон, Цей (табл. 4).

Таблица 1. Сейсмические станции ГС РАН на Северном Кавказе в хронологии их открытия, работавшие в 2001 г., и параметры аналоговой аппаратуры¹ по [1]

№	Станция			Дата открытия	Координаты			Аппаратура			
	Название	Код			φ°, N	λ°, E	h _y , м	Тип прибора	Компонента	V _{max}	ΔT _{max,с}
		межд.	рег.								
1	Пятигорск	PYA		06.10.1909	44.041	43.075	571	СКМ-3	(N, Z, E)	10800	0.4–1.0
2	Сочи	SOC		1928	43.570	39.763	180	СКМ-3	(N, Z, E)	10000	0.2–1.4
				17.07.2001				СМ-ОС	(N, Z, E)	цифровая SDAS	5000
3	Махачкала*	MAK		08.12.1951	42.946	47.504	42	СМ-3	(N, Z, E)	6100	0.4–1.3
										3000	0.4–1.3
4	Анапа	ANN		07.03.1968	44.881	37.314	58	СКМ-3	(N, Z, E)	28100	0.25–0.8
5	Кисловодск	KIV		14.09.1988	43.956	42.689	1210	STS-1	(N, Z, E)	цифровая IRIS	
				03.02.1994 (перенесена)	43.955	42.686	1054				
6	Цей	ZEI		17.10.1988	42.788	43.901	1926	СКМ-3	(N, Z, E)	40000	0.2–1.2
										20000	0.2–1.4
7	Гофицкое*	GOF		11.03.1994	45.058	43.043	293	СМ-3	(N, Z, E)	10850	0.45–1.0
8	Гумбаши	GUMR	Gum	01.12.1990	43.776	42.247	2312	СМ3–КВ	(N, Z, E)		РТС
9	Кисловодск	KIV	Kiv	01.12.1990	43.956	42.689	1210	СМ3–КВ	(N, Z, E)		РТС
10	Куба-Таба	KUBR	Kub	01.12.1990	43.800	43.410	665	СМ3–КВ	(N, Z, E)		РТС
11	Нагутская	NAGR	Nag	26.05.1991	44.447	42.761	583	СМ3–КВ	(N, Z, E)		РТС
12	Шиджатмаз	SHAR	Sha	21.09.1995	43.743	42.669	2096	СМ3–КВ	(N, Z, E)		РТС

Примечание. * – координаты уточнены в 2004 г.

На станции «Сочи» с 17 июня введена в опытную эксплуатацию 16-ти разрядная цифровая сейсмическая аппаратура SDAS «Геотех» (Обнинск) с широкополосными сейсмометрами СМЗ-ОС, работавшая до конца года параллельно с аналоговой станцией. Кроме того, в г. Обнинск регулярно поступали:

¹ В таблицу включены параметры короткопериодных приборов, используемых для анализа записей региональных событий.

- результаты обработки дагестанских станций в виде предварительных бюллетеней землетрясений восточной части Северного Кавказа, которые использовались при составлении каталога землетрясений на территории Северного Кавказа в целом;
- Крымский сводный бюллетень (Симферополь) отдела сейсмологии Института геофизики НАНУ;
- стационарный бюллетень «Тбилиси»;
- стационарные данные четырех станций Азербайджана («Баку», «Гянджа», «Шемаха», «Шеки»).

Таблица 2. Данные об аппаратуре цифровых станций ГС РАН

Название станции	Тип АЦП и сейсмометра	Перечень каналов	Частотный диапазон, Гц	Частота опроса данных, Гц	Разрядность АЦП	Чувствительность, велосиграф – отсчет/(м/с), акселерограф – отсчет/(м/с ²)
Кисловодск	IDA MK8 + STS-1	BH(N, Z, E)v	0.0028–5	20	24	7.10·10 ¹⁰
	IDA MK8 + STS-1	LH(N, Z, E)v	0.0028–0.25	1	16	7.10·10 ¹⁰
	IDA MK8 + STS-1	VH(N, Z, E)v	0.0028–0.025	0.1	16	7.10·10 ¹⁰
	IDA MK8 + STS-1	VM(N, Z, E)a	0–0.0028	0.1	16	1.50·10 ⁹
	IDA MK8 + CMG-3T	EG(N, Z, E)v	0.01–25	100	16	3.00·10 ⁹
	IDA MK8 + CMG-3T	LG(N, Z, E)v	0.01–25	100	16	2.00·10 ⁷
	IDA MK8 + FBA–23	SH(N, Z, E)a	0–25	100	16	6.20·10 ⁴
	IDA MK8 + FBA–23	SL(N, Z, E)a	0–0.25	1	16	4.00·10 ⁵
Кисловодск-ARRAY	PTC + CM3–KB	(N, Z, E)v	0.5–16	40	16	1.15·10 ⁹
Сочи	SDAS – CM3–OC	BH(N, Z, E)	0.02–7	20	16	2.88·10 ¹⁰
	SDAS – CM3–OC	BL(N, Z, E)	0.02–7	20	16	4.60·10 ⁹
Гумбаши	PTC + CM3–KB	(N, Z, E)v	0.5–20	50	16	8.14·10 ¹⁰
Кисловодск	PTC + CM3–KB	(N, Z, E)v	0.5–20	50	16	8.14·10 ¹⁰
Куба-Таба	PTC + CM3–KB	(N, Z, E)v	0.5–20	50	16	8.14·10 ¹⁰
Нагутская	PTC + CM3–KB	(N, Z, E)v	0.5–20	50	16	8.14·10 ¹⁰
Шиджатмаз	PTC + CM3–KB	(N, Z, E)v	0.5–20	50	16	8.14·10 ¹⁰

Сейсмические наблюдения в Северной Осетии были начаты еще в 2000 г. на базе Геофизического центра экспериментальной диагностики Владикавказского научного центра РАН [2] и Северо-Осетинской опытно-методической сейсмологической партии (С-ОМСП), являющейся филиалом ГС РАН. Задача партии – проведение комплексных сейсмологических и геофизических наблюдений, обработка данных на базе стационарных и мобильных наблюдательных сетей на территории республики. В 2001 г. С-ОМСП располагала мобильной сетью из шести сейсмических станций (рис. 1, табл. 3), ведущих регистрацию землетрясений в ждущем режиме.

Таблица 3. Сейсмические станции совместной эксплуатации Северо-Осетинской опытно-методической сейсмологической партии (С-ОМСП ГС РАН) и Геофизического центра экспериментальной диагностики Владикавказского научного центра РАН в 2001 г.

Название станции	Код (рег.)	Координаты станции		h _y , м
		φ°, N	λ°, E	
Ардон	ARD	43° 11.47'	44° 16.73'	400
Владикавказ	VLD	43° 01.21'	44° 39.84'	700
Заманкул	ZAM	43° 20.85'	44° 24.46'	500
Чикола	CHI	43° 01.79'	43° 55.36'	540
Фиагдон	FIG	42° 49.93'	44° 18.41'	1300
Цей	CEY	42° 47.26'	43° 54.03'	1900

Как указано в [3], с 2000 г. система сбора информации радиотелеметрической системы на полигоне Кавказских Минеральных Вод была переведена из триггерного режима в непрерывный, что, конечно, сказалось на объеме каталога землетрясений. Число землетрясе-

ний, проходящих в 2001 г. сводную обработку в Информационно-обрабатывающем центре в г. Обнинске увеличилось в 1.7 раза и стало равным $N_{\Sigma}=408$ [4] вместо $N_{\Sigma}=239$ в 2000 г. [5] (только землетрясения по сети «НС»).

На рис. 2 показана диаграмма чисел землетрясений, записанных каждой из станций ГС РАН (ZEI, ANN, GOF, MAK, PYA, SOC). Такие землетрясения составили 60% от их числа в сводном каталоге [4]. Остальные 40% событий обработаны в г. Кисловодске, в локальном центре Кавказских Минеральных Вод, и в г. Махачкале, в Дагестанском центре. Из рис. 2 видно, что информативность пунктов наблюдений (KIV, SHA, GUM, KUB, NSG) радиотелеметрической системы существенно выше указанных выше станций ЦОМЭ ГС РАН. Радиотелеметрическая система регистрирует около 70% всех землетрясений Северного Кавказа.

Новым элементом в обработке землетрясений в 2001 г. явилась организация регулярной передачи информации в г. Обнинск фрагментов волновых форм из Владикавказа по электронной почте (рис. 3). Обработка записей проводилась в Информационно-обрабатывающем центре ГС РАН, результаты использовались при составлении регионального каталога Северного Кавказа [4].

Предполагалось, что использование локальной сети РСО-Алании позволит снизить уровень энергетической предсказательности в центральной и восточной частях Северного Кавказа до $K_{\min}=7-8$. Однако параметры аппаратуры и алгоритма сбора данных со станций «Альфа-ГЕОН» не были настроены на непрерывный мониторинг слабой сейсмичности. Эти станции регистрировали только события с $K_p \geq 9.5$. И все же детальность мониторинга в данном районе повысилась, учитывая отсутствие станций в Чечне и Ингушетии (станция «Грозный» закрыта в августе 1994 г. [6]) и близость станций РСО-Алании к этим республикам. На рис. 3 показаны цифровые записи «Альфа-ГЕОН», позволившие, например, более уверенно определить в Терско-Сунженском прогибе положение очагов серии землетрясений 7 мая 2001 г., описанной ниже.

Методика сводной обработки в 2001 г., по сравнению с таковой в [3], не изменилась. В основном она базировалась на использовании комплекса программ НУРО-71 [7] и местных скоростных разрезов земной коры [8–10], которые были осреднены для отдельных зон Северного Кавказа – западной, центральной и восточной [11]. Для всех землетрясений определен энергетический класс K_p по номограмме Т.Г. Раутиан [12] и для многих из них – магнитуда $MPVA$ с использованием калибровочной функции для Кавказа [13].

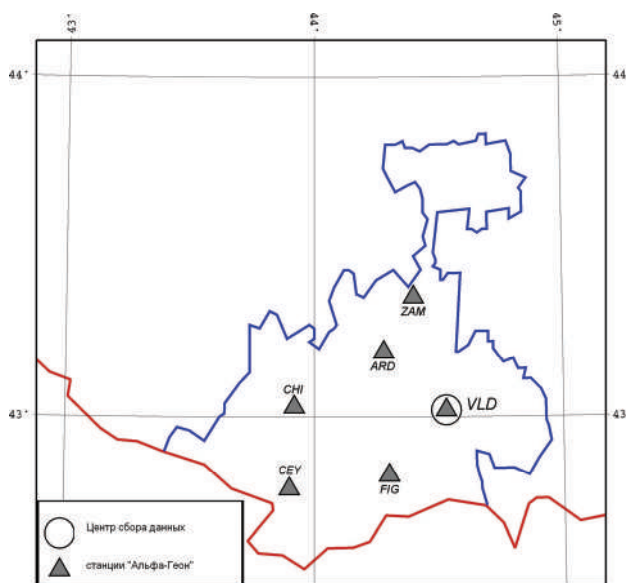


Рис. 1. Схема расположения станций С-ООМСР ГС РАН на территории Республики Северная Осетия-Алания в 2001 г.

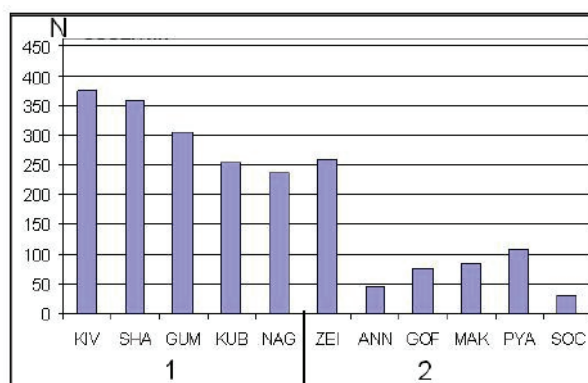


Рис. 2. Относительное участие пунктов радиотелеметрической системы (1) и станций (2) в составлении сводного бюллетеня по региону Северного Кавказа (из 464 событий, прошедших сводную обработку в ИОЦ в г. Обнинске)

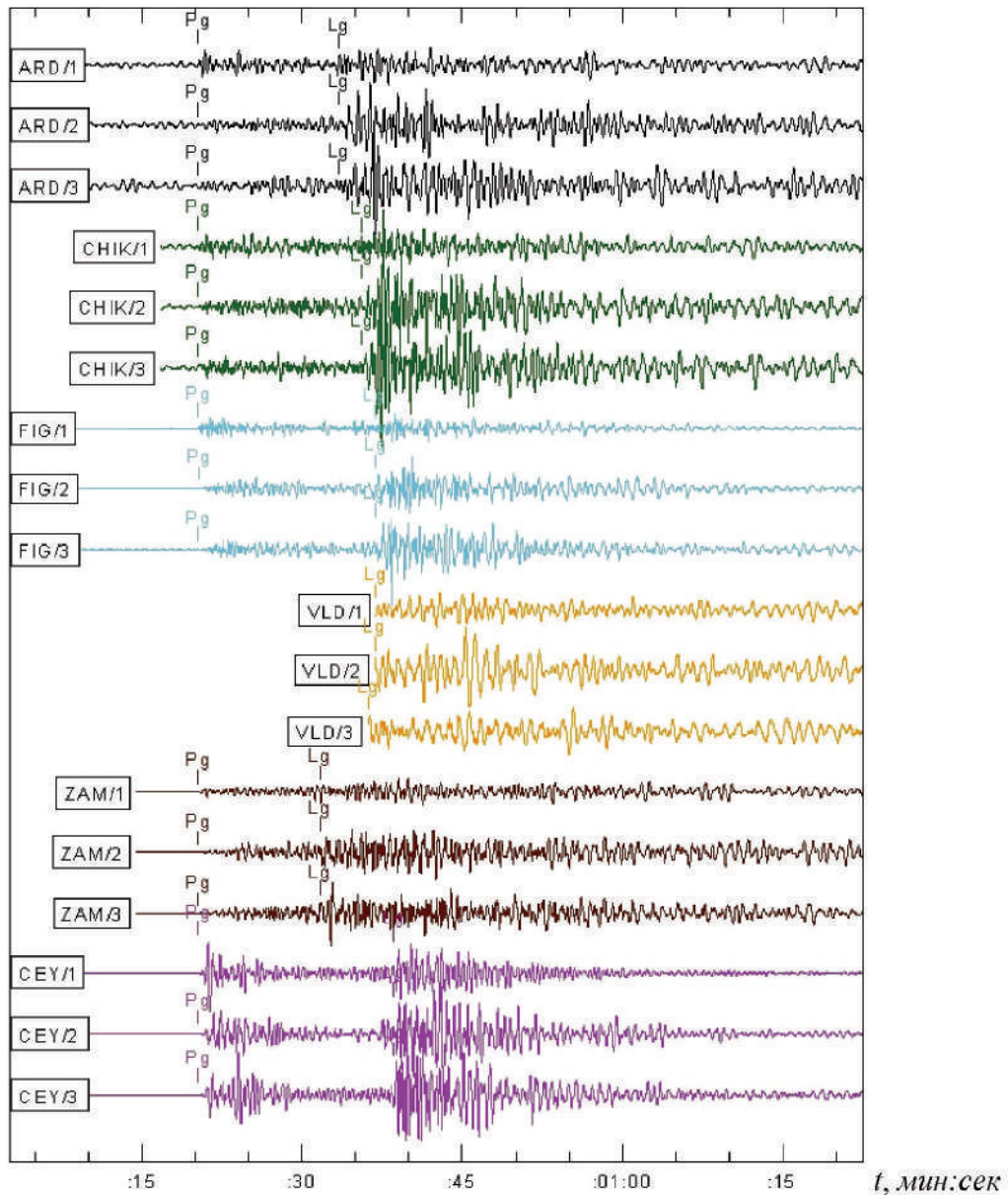


Рис. 3. Трехкомпонентные записи станциями «Альфа-ГЕОН» на территории Республики Северная Осетия – Алания

1, 2, 3 – коды каналов вертикальной компоненты (1) и горизонтальных компонент N–S(2) и E–W(3).

В результате на территории Северного Кавказа и в приграничной с Грузией и Азербайджаном 30-км полосе были локализованы 816 событий с $K_p=3.6-12.6$ [3], из которых 70 помечены в [4] как «взрыв» или «возможно, взрыв». Большая часть взрывов локализована в Карачаево-Черкессии, вблизи пос. Усть-Джегута.

Карта эпицентров всех событий приведена на рис. 4. В настоящей статье анализируются землетрясения, произошедшие в западной и центральной частях Северного Кавказа. Землетрясения в его восточной части (Дагестан и Каспийское море) описаны в отдельной статье [14].

Распределение землетрясений по классам приводится, как и в [3], по районам, в основном совпадающим с административным делением Северного Кавказа, и отдельно в Черном и Каспийском морях (табл. 4). Суммарная сейсмическая энергия в 2001 г. равна $\Sigma E=41.679 \cdot 10^{11}$ Дж, что почти на порядок выше таковой в 2000 г. и в 1999 г. ($\Sigma E=4.69 \cdot 10^{11}$ Дж [3], $\Sigma E=1.84 \cdot 10^{11}$ Дж [15]).

Повышение сейсмической активности наблюдалось на окраинах: на западе – в Черном море, на севере – в Краснодарском крае и в Ростовской области (в Маньчском прогибе Скифской платформы), на востоке – в Каспийском море. Пространственное распределение сейсмич-

ности имело, как и ранее [16, 17], мозаичный характер, связанный с отдельными сеймотектоническими блоками и зонами их сочленения (рис. 5). На западе, как подмечено в [18], эпицентры концентрируются преимущественно на двух участках – Сочинском и Анапском, и практически полностью отсутствуют в центральной части побережья Черного моря (рис. 6). При этом, как правило, землетрясения приурочены к известным активным разломам [19].

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

№	Район	K_p											N_Σ	$\Sigma E \cdot 10^{11}$, Дж
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
1	Черное море				9	11	7	4	2				33	3.940
2	Краснодарский край		1		2	12	3	5	1				24	1.138
3	Ставропольский край	18	20	44	34	19	5	1					141	0.134
4	Карачаево-Черкессия	1	3	6	13	3	2	1					29	0.220
5	Кабардино-Балкария	1	2	6	19	16	1						45	0.027
6	Северная Осетия			3	15	16	6	3	3				46	2.413
7	Ингушетия и Чеченская республика			4	14	39	24	8	2				91	2.184
8	Ростовская обл., Маньчский прогиб					1				1			2	31.623
9	Дагестан		20	74	67	61	21	6	1				250	12.002
10	Каспийское море				4	20	17	9	3		1		54	45.223
	Всего	20	46	137	177	198	86	37	12	1	1	714	98.904	

Далее рассматривается более детально проявление сейсмичности в каждом районе с привлечением отдельных элементов карты потенциальных очагов Северного Кавказа и глубинных разломов (рис. 5) по [19].

В **Черном море (№ 1)** в 2001 г. зарегистрировано в три раза больше землетрясений, чем в 2000 г. (33 вместо 11). Все они приурочены к зоне Черноморского глубинного разлома (рис. 5, рис. 6), при этом проявление сейсмичности этого разлома началось в северной его части, напротив Анапы. Здесь возник рой землетрясений в мае–июне (табл. 5).

Таблица 5. Список землетрясений Анапского роя в мае–июне 2001 г.

№	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		
1	28.05	02 56 13.8	44.51	37.37	19	8.6	14	16.06	05 00 42.5	44.75	37.05	5	7.7
2	15.06	10 27 47.5	44.75	37.05	5	7	15	16.06	06 35 08	44.75	37.05	5	8.4
3	15.06	11 00 51.3	44.75	37.05	5	6.8	16	16.06	07 18 03	44.75	37.05	5	8.7
4	15.06	11 15 37.0	44.75	37.05	5	7	17	16.06	08 01 00	44.75	37.05	5	8
5	15.06	11 31 28.5	44.75	37.05	5	7.3	18	16.06	09 48 41.5	44.75	37.05	5	8.6
6	15.06	12 53 18.0	44.75	37.05	5	7.2	19	16.06	10 28 40.5	44.75	37.05	5	8.4
7	15.06	15 12 57.5	44.75	37.05	5	7.7	20	17.06	13 15 03	44.78	37.03	5	9.9
8	15.06	15 48 05.5	44.75	37.05	5	7.9	21	17.06	14 38 43.0	44.78	37.03	5	9.8
9	15.06	17 08 07.5	44.75	37.05	5	7.9	22	18.06	14 15 53.5	44.78	37.03	5	8.8
10	15.06	17 28 50.5	44.75	37.05	5	7.5	23	18.06	16 53 47.6	44.78	37.03	5	7.7
11	15.06	17 49 25.5	44.75	37.05	5	7.4	24	19.06	09 27 03	44.78	37.03	5	6.7
12	16.06	04 24 11.5	44.75	37.05	5	7.8	25	20.06	11 26 52.0	44.78	37.03	5	7.3
13	16.06	04 43 46.0	44.75	37.05	5	7.7							

За три недели было зарегистрировано 25 землетрясений с $K_p=6.7-9.9$, пик роя пришелся на 17 июня, когда в 13^h15^m и в 14^h38^m произошли два толчка с $K_p=9.9$ и 9.8 соответственно, вызвавшие в Анапе (27 км) сотрясения с интенсивностью $I=2-3$ балла. Немного юго-восточнее этого роя 18 октября в 17^h28^m произошло в 36 км от Анапы ощутимое (2 балла) землетрясение с $K_p=9.2$, эпицентр которого находился в зоне Черноморского глубинного разлома. Землетрясение 18 октября, возможно, является форшоком удаленного на 150 км более сильного ($K_p=11.0$) землетрясения 19 октября в 08^h56^m, локализованного на том же разломе. Оно было ощутимым ($I=3-4$ балла – в Лазаревском (30 км), Сочи (53 км) и 3 балла – в Адлере (70 км)).

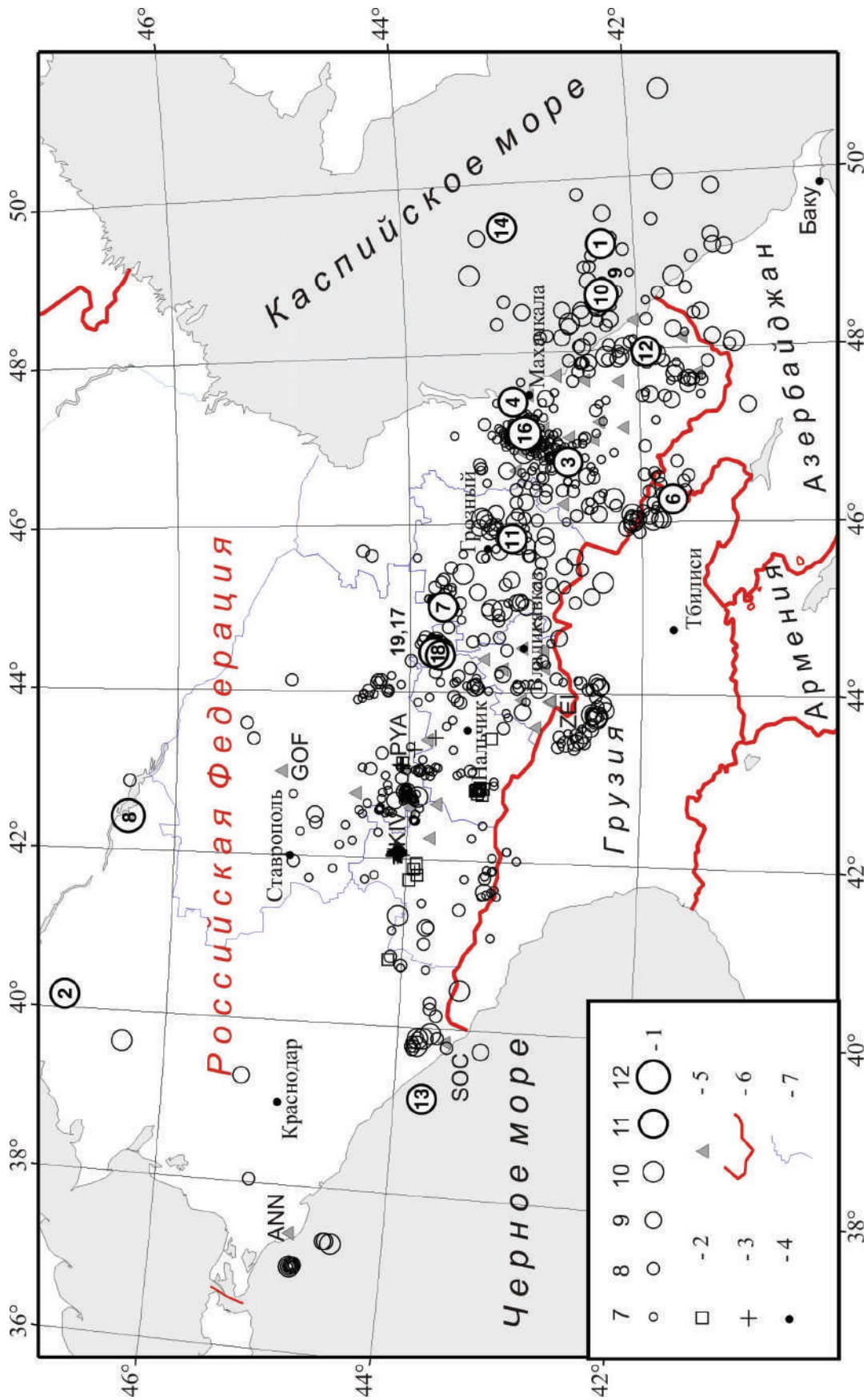


Рис. 4. Карта эпицентров землетрясений Северного Кавказа за 2001 г. с $K_p \geq 6.6$

1 – энергетический класс K_p ; 2 – событие типа «возможно, взрыв»; 3 – взрыв в промышленных карьерах; 4 – населенный пункт; 5 – сейсмическая станция; 6 – государственная граница; 7 – граница республик Северного Кавказа. Номера землетрясений (1–19) соответствуют таковым в графе 1 каталога землетрясений [12].

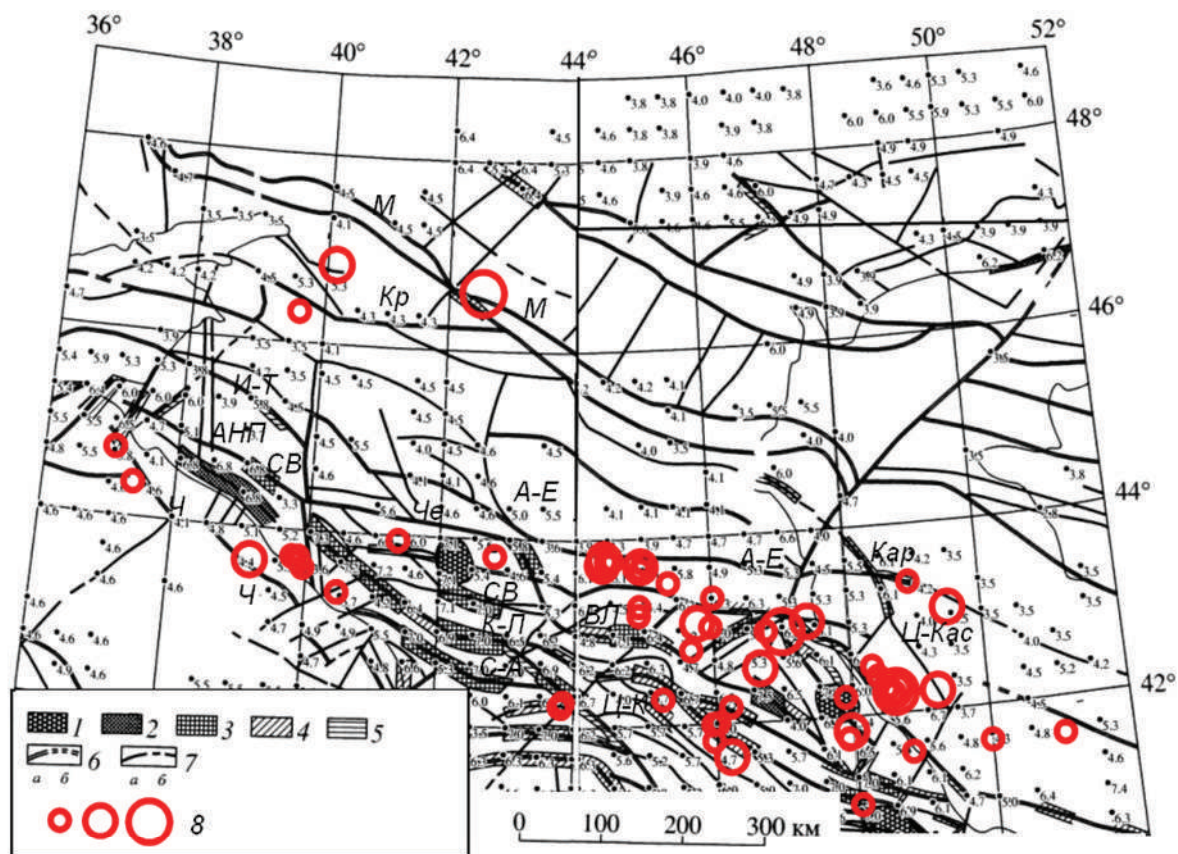


Рис. 5. Наложение наиболее сильных ($K_p \geq 9.6$) землетрясений 2001 г. на фрагмент схемы «вычисленных значений учебных и прогнозируемых оценок M_{\max} , сопоставленных с разрывной тектоникой Кавказского регион, составленной Г.И. Рейснером, Е.А. Рогожиным [19]

Цифрами на карте и в виде отдельных заштрихованных зон показаны прогнозируемые в [19] величины M_{\max} : 1– 8.0 ± 0.2 , 2– 7.5 ± 0.2 , 3– 7.0 ± 0.2 , 4– 6.5 ± 0.2 , 5– 6.0 ± 0.2 . Зоны тектонических нарушений: 6 – первого порядка (а – реальные, б – предполагаемые); 7 – второго порядка (а – реальные, б – предполагаемые); 8 – землетрясения $K_p=10, 11$ и 12 соответственно размерам кругов.

Обозначение и название некоторых разломов I-го порядка: И-Т – Индоло-Томашевский, АНП – Анапский, СВ – Северский, Ч – Черноморский, К-Л – Кахетино-Лечхумский, Че – Черкесский, А-Е – Армавири-Ессентукский, Ц-К – Центрально-Казбекский, А-К – Адайком-Казбекский, П-Т – Пшекиш-Тырныаузский, С-А – Северо-Аджарский, Цх-К – Цхинвали-Казбекский, ВЛ – Владикавказский, Кар – Карабогазский, М – Маньчский (Новочеркасский), Кр – Красногвардейский, Ц-Кас – Центрально-Каспийский.

Если в 2000 г. практически вся территория **Краснодарского края (№ 2)** была асейсмичной, за исключением граничной полосы с Грузией и Карачаево-Черкессией [3], то в 2001 г. ситуация изменилась. Во-первых, 30 января в $15^{\text{h}}47^{\text{m}}$ произошло землетрясение в Нижней Кубани с $K_p=10.7$ (рис. 5), вызвавшее сотрясения с $I=4$ балла в станицах Крыловская и Павловская [4]. Его зарегистрировали 14 станций (табл. 6) сети ГС РАН и Крыма на расстояниях от 300 до 530 км, но хорошего окружения при локации по региональным данным получить не удалось, т.к. пустой азимутальный створ составил $GAP=248^\circ$. Соответственно, ошибка в определении эпицентра велика (до 30 км). Можно предположить, что событие 30 января является предвестником уникального Сальского землетрясения 22 мая 2001 г. в $19^{\text{h}}37^{\text{m}}$ с $K_p=12.5$, поскольку они оба относятся к сейсмоактивной зоне Маньчского прогиба, несмотря на 200-км расстояние между ними. Сальское землетрясение рассматривается в отдельной статье [20] наст. сб.

Продолжались в 2001 г. рои землетрясений вблизи станции «Сочи». Если в 2000 г. [3] они происходили в прибрежье, то 2001 г. – на суше.

Первый рой из девяти землетрясений (табл. 7) произошел с 11 по 18 января в зоне сочленения поперечной Пшехско-Адлерской разломной зоны с Краснополянским разломом продольного простирания (рис. 6) [18], где ранее произошли сильные 7-ми и 7–8-ми балльные Краснополянские землетрясения 21 и 27 декабря 1955 г. с $M=4.3$ и 4.4 [21]. Первое землетрясение роя 11 января в $01^{\text{h}}37^{\text{m}}$ с $K_p=9.7$ локализовано в 30 км юго-западнее упомянутых Крас-

нополянских землетрясений. Наиболее значительные толчки в рое произошли 15 января: в 08^h40^m с $K_p=10.7$, в 10^h21^m с $K_p=9.7$ и в 20^h56^m с $K_p=10.0$. Все они ощущались на территории Центрального района курорта Сочи с интенсивностью до 3 баллов.

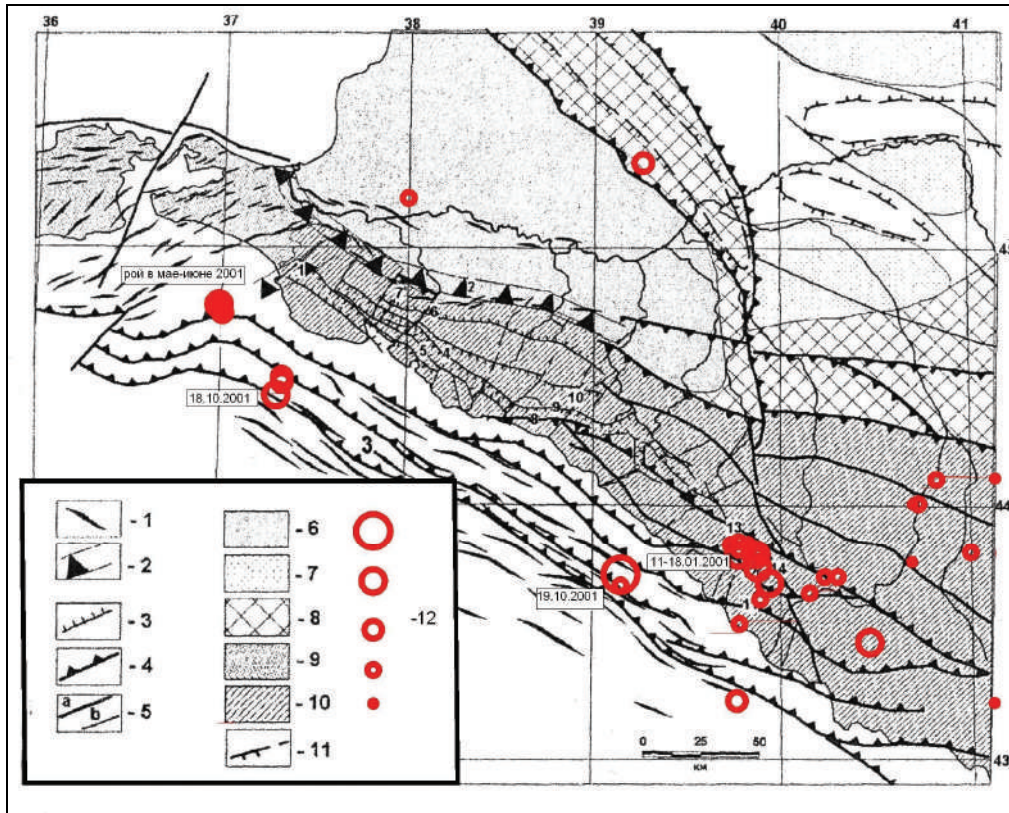


Рис. 6. Наложение эпицентров землетрясений западной части Северного Кавказа в 2001 г. на схему неотектоники Северо-Западного Кавказа и прилегающих территорий, составленную А.Н. Овсюченко [18]

Условные обозначения из [18]: 1 – оси антиклинальных складок в неоген четвертичных отложениях; 2 – флексуно-разрывные зоны. Активные разломы: 3 – сбросы, штрихи направлены в сторону опущенного крыла; 4 – взбросы и надвиги, штрихи направлены в сторону поднятого крыла; 5 – разломы с неустановленной кинематикой: а – генеральные, б – локальные. Неотектонические структуры: 6 – Индоло-Кубанский предгорный массив; 7 – локальные платформенные прогибы; 8 – области умеренных поднятий; 9 – Керченско-Таманская область интенсивных складчатых дислокаций; 10 – орогенное сооружение Кавказа; 11 – локальные платформенные валы; 12 – эпицентры землетрясений 2001 г. в соответствии с размером круга (сверху вниз) с $K_p=11, 10, 9, 8, 7$.

Разломные структуры, обозначенные на карте: 1 – Анапская зона; 2 – Ахтырская зона; 3 – Черноморская зона; 4 – Бабичевский разлом; 5 – Маркотхский; 6 – Малопанасенковский; 7 – Новороссийская поперечная зона; 8 – Кузнецовский; 9 – Полковничий; 10 – Белокаменская поперечная зона; 11 – Воронцовский; 12 – Краснополянский; 13 – Главный Кавказский; 14 – Пшехско-Адлерская поперечная зона.

Таблица 6. Параметры землетрясения 30 января в 15^h47^m с $K_p=10.7$ по данным различных центров

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр						Магнитуда	Сеть			
			φ°, N	$\delta\varphi^\circ$	λ°, E	$\delta\lambda^\circ$	h , км	δh , км		n стан- ций	Min dist, °	Max dist, °	GAP, °
ИОЦ, г. Обнинск	15 47 17.5		46.79	0.1	40.14	0.1	6	1	$K_p=10.7 \pm 0.3$	14	2.51	4.8	248
Оперативный бюллетень	15 47 20.85	2.08	46.50		39.80		10f		$MPSP=4.0$	11			
NEIC	15 47 20.77	1.01	46.496		40.084		10f			6	3.14	24.22	156
IDC	15 47 20.85	1.36	46.4754		40.1603		0f		$Mb=3.6, ML=3.4$	9	3.09	24.25	156
ISC	15 47 20.77	0.67	46.62		39.931		10f			14	2.52	24.08	150

Примечание. f – фиксированная глубина.

Таблица 7. Список землетрясений Краснополянско-Сочинского роя в январе 2001 г.

№	Дата, д м	t_0 , ч мин с	Эпицентр		h , км	K_p	I , баллы
			φ°, N	λ°, E			
1	11.01	01 37 50.3	43.83	39.87	5	9.7	
2	15.01	08 40 35.0	43.83	39.78	5	10.4	Сочи – Дагомыс, Центральный район, Бытха – 3 балла
3	15.01	10 21 31.4	43.72	39.94	5	9.7	Сочи – Центральный район – 2–3 балла, Кудепста – 2 балла
4	15.01	20 56 52.6	43.78	39.88	5	10.0	Сочи в Центральном районе – 2–3 балла
5	16.01	02 22 11.0	43.87	39.83	5	8.5	
6	16.01	03 47 11.8	43.83	39.88	5	8.1	
7	16.01	03 04 59.4	43.87	39.74	5	8.2	
8	18.01	00 26 21.6	43.85	39.78	5	8.3	
9	18.01	01 42 34.8	43.88	39.78	5	8.0	

В Краснодарском крае следует отметить еще одно землетрясение 14 июня в 08^h15^m с $K_p=10.2$ на северо-восточном крыле Индоло-Кубанского предгорного прогиба, в зоне его сочленения с областями умеренных поднятий Скифской платформы.

В Ставропольском крае (№ 3) локализовано около 140 землетрясений (табл. 4, рис. 4). Как и в 2000 г.? близ Ставрополя локальной сетью Кавминводского геодинамического полигона ГС РАН и комплексным геофизическим пунктом «Гофицкое» зафиксировано проявление сейсмической активности в тектонической зоне Ставропольского свода на Расшеватском разломе II порядка. Самое заметное ($K_p=9.1$) землетрясение произошло здесь 31 мая в 09^h31^m. По-прежнему наблюдалась слабая сейсмичность в зоне сочленения Черкесского и Армавино-Ессентукского разломов I порядка, где также отмечены три роя землетрясений.

Первый рой зафиксирован между Кисловодском и Ессентуками с 7 по 9 января (табл. 8), с максимальным ($K_p=9.6$) толчком 8 января в 13^h16^m с интенсивностью 3–4 балла в Кисловодске (4.5 км) и Ессентуках (19 км).

Таблица 8. Список землетрясений роя в январе 2001 г.

№	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		
1	07.01	19 50 05.2	43.95	42.71	5	4.4	8	08.01	22 12 44.20	43.97	42.72	7	4.4
2	08.01	13 16 49.40	43.92	42.75	5	9.6	9	08.01	22 13 25.40	43.98	42.72	8	4
3	08.01	13 39 22.50	43.95	42.71	5	4.3	10	08.01	22 19 26.50	43.97	42.72	8	3.6
4	08.01	15 58 32.50	43.95	42.72	5	6	11	09.01	07 59 15.10	43.97	42.72	6	4.4
5	08.01	15 59 52.43	43.96	42.76	5	6.5	12	09.01	14 27 25.00	43.97	42.73	7	4.1
6	08.01	17 24 34.10	43.96	42.71	7	3.7	13	09.01	14 47 18.00	43.95	42.74	7	3.7
7	08.01	20 58 36.30	43.96	42.72	7	4.5							

Второй рой (табл. 9) зафиксирован 21–24 апреля в районе г. Зеленокумск. Рой локализован в зоне сочленения структур Скифской платформы разного знака: Восточно-Ставропольской впадины и Ногайской ступени. Максимальный толчок с $K_p=8.2$ возник на завершающей стадии роя.

Таблица 9. Список землетрясений роя в апреле 2001 г.

№	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		
1	21.04	17 43 42.72	44.26	44.11	13	7.6	9	22.04	00 33 37.90	44.41	43.92	12	6.5
2	21.04	17 45 38.64	44.25	44.14	14	7.7	10	22.04	00 39 04.1	44.35	43.95	10	6.6
3	21.04	17 47 49.24	44.29	44.11	13	7.9	11	22.04	01 30 02.9	44.18	44.02	5	6.3
4	21.04	17 52 23.40	44.19	44.00	8	6.9	12	22.04	02 04 13.80	44.08	44.09	17	6.6
5	21.04	19 20 37.70	44.36	44.01	17	7.6	13	22.04	02 05 35.00	44.40	43.98	18	7.4
6	21.04	19 48 31.10	44.31	43.97	7	6.5	14	22.04	02 07 53.86	44.28	44.14	14	8.2
7	21.04	19 49 38.70	44.45	43.90	7	6.7	15	22.04	04 14 38.50	44.40	43.97	12	7.5
8	22.04	00 12 38.50	44.19	44.01	5	7.6							

Третий рой из 15 землетрясений (табл. 10) реализовался в основном во второй половине августа. Максимальными ($K_p=9.2$ и 9.4) были два толчка, произошедшие 19 августа в 08^h49^m и 9 сентября в 04^h59^m . Оба были ощутимы, соответственно в Кисловодске (17 км) с $I=3-4$ балла и в Пятигорске (21 км) с $I=3$ балла.

Таблица 10. Список землетрясений роя в августе 2001 г.

№	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		
1	19.08	08 48 09.98	44.02	42.78	14	7.5	9	25.08	13 50 17.16	44.02	42.82	10	5.6
2	19.08	08 49 36.20	44.03	42.81	0	9.2	10	27.08	01 31 33.60	44.42	42.57	14	7
3	19.08	08 57 52.99	44.01	42.78	14	6.5	11	28.08	03 11 51.41	44.02	42.84	9	6.1
4	19.08	09 01 29.12	44.02	42.83	10	6.3	12	28.08	21 49 16.04	44.39	42.53	16	7.1
5	19.08	09 07 04.31	44.02	42.78	13	6.7	13	31.08	18 15 33.16	43.94	43.07	14	7.1
6	19.08	14 04 49.40	44.79	42.41	18	8.2	14	05.09	04 59 06.7	44.01	42.81	14	9.4
7	22.08	10 28 23.76	44.05	43.11	0	7.4	15	09.09	21 07 11.73	44.02	42.78	15	7.4
8	25.08	01 00 28.28	44.03	42.83	10	6.4							

В горной части **Карачаево-Черкесской Республики (№ 4)** зарегистрировано 29 землетрясений (табл. 4). Наиболее значительное ($K_p=10.3$) из них было локализовано вблизи северо-западной границы с Краснодарским краем 24 января в 19^h42^m (рис. 4). Серия из 10 землетрясений с $K_p=4.2-8.5$ (табл. 11) произошла в мае-июне на юге и приурочена к Пшекиш-Тырныаузской зоне разломов.

Таблица 11. Список землетрясений в Пшекиш-Тырныаузской зоне разломов в мае-июне 2001 г.

№	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		
1	10.05	08 26 50.90	43.30	41.61	15	6.6	6	17.05	02 46 00.5	43.25	41.89	9	7.5
2	16.05	00 30 58.80	43.93	42.46	3	4.2	7	17.05	13 45 05.2	43.26	41.88	4	7.2
3	16.05	06 46 20.60	43.32	41.82	10	6.7	8	19.05	07 05 57.50	43.26	42.04	23	7
4	16.05	08 49 30.70	43.30	41.90	23	5.6	9	09.06	20 59 01.8	43.23	41.67	2	6.1
5	17.05	01 58 24.20	43.32	41.80	2	8.5	10	15.06	13 11 55.30	43.49	41.78	16	7

Кроме того, на этой территории отмечено еще 5 событий категории «возможно, взрыв» и 47 взрывов (табл. 12). Идентифицированные по методике [22] взрывы произошли в карьерах «Джеганах» и «Цементзавод» вблизи Усть-Джегуты. Класс их энергии составил $K_p=6.9-8.6$.

Таблица 12. Список взрывов в Карачаево-Черкессии в 2001 г.

№	Дата, д м	t_0 , ч мин с	Эпицентр		K_p	№	Дата, д м	t_0 , ч мин с	Эпицентр		K_p
			φ°, N	λ°, E					φ°, N	λ°, E	
1	11.01	11 04 36.82	44.09	42.07	8.2	15	17.05	08 43 53.22	44.10	42.08	7.6
2	12.01	10 40 48.15	44.07	42.07	8.1	16	17.05	11 01 44.69	44.07	42.08	8.6
3	06.02	09 24 17.40	44.06	42.05	8	17	18.05	11 10 20.19	44.06	42.10	8
4	16.02	10 17 55.27	44.04	42.04	8	18	31.05	09 16 06.53	44.10	42.08	7.5
5	21.02	12 48 28.69	44.08	42.06	7.6	19	04.06	10 39 37.19	44.07	42.10	6.9
6	24.02	11 36 10.71	44.08	42.06	7.1	20	07.06	11 17 28.48	44.07	42.10	8.1
7	16.03	11 25 25.00	44.07	42.03	8.3	21	09.06	13 30 00.34	44.07	42.08	7.7
8	23.03	13 00 23.79	44.11	42.04	5.2	22	20.06	15 15 09.56	44.10	42.08	8.4
9	26.03	12 00 20.28	44.10	42.02	5.2	23	22.06	10 27 14.37	44.07	42.07	8
10	26.04	11 54 39.93	44.05	42.04	8.1	24	27.06	10 59 40.52	44.08	42.09	8
11	27.04	12 38 39.42	44.09	42.09	8.2	25	04.07	09 25 32.36	44.09	42.09	7.4
12	28.04	10 40 13.17	44.06	42.07	8.1	26	11.07	09 51 24.83	44.07	42.09	7.8
13	29.04	10 44 19.82	44.08	42.09	8.1	27	17.07	12 12 56.22	44.08	42.09	8.1
14	05.05	11 31 43.50	43.91	41.95	6.9	28	18.07	10 23 51.53	44.07	42.08	8.7

№	Дата, д м	t_0 , ч мин с	Эпицентр		K_p
			φ°, N	λ°, E	
29	23.07	10 20 59.26	44.07	42.09	7.2
30	27.07	12 00 06.51	44.08	42.09	8.4
31	30.07	10 06 00.94	44.08	42.10	7.9
32	08.08	09 47 35.97	44.07	42.08	7.8
33	09.08	10 55 23.90	43.93	41.88	8
34	10.08	11 38 59.94	44.07	42.08	8.6
35	13.08	10 06 40.04	44.10	42.11	8.2
36	16.08	13 06 09.47	43.97	41.75	8
37	21.08	10 52 58.09	44.06	42.07	7.9
38	23.08	11 16 31.01	44.07	42.10	7.6
39	30.08	11 41 22.94	44.06	42.09	7.9
40	17.09	13 36 02.65	43.90	41.81	8.2

№	Дата, д м	t_0 , ч мин с	Эпицентр		K_p
			φ°, N	λ°, E	
41	18.09	10 29 18.44	44.06	42.07	7.9
42	20.09	12 03 31.34	44.08	42.11	7.9
43	27.09	11 52 55.41	44.10	42.06	7.3
44	03.11	11 06 29.87	44.07	42.09	7.9
45	05.11	12 31 48.41	44.08	42.10	7.8
46	14.11	13 37 29.08	44.07	42.08	7.9
47	26.11	13 45 26.93	44.06	42.08	7.9
48	04.12	12 50 00.91	44.10	42.07	7.4
49	05.12	11 48 05	43.92	41.83	7.7
50	06.12	11 22 51.40	44.06	42.08	8
51	19.12	11 19 06.16	44.09	42.07	7.9
52	27.12	09 47 11.26	44.06	42.08	7.8

Анализ времени взрывов на рис. 7 показал, что они производились в рабочее время в интервале 9–13 часов по Гринвичу, т.е. в 12–16 часов по московскому времени (рис. 7). Большая часть взрывов подтверждалась априорными сведениями, полученными из карьеров.

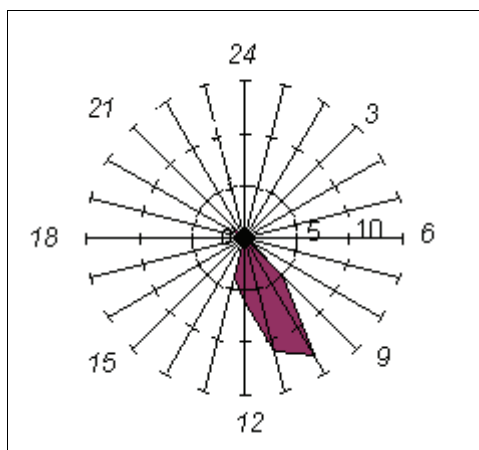


Рис. 7. Диаграмма распределения взрывов в карьерах Усть-Джегуты по времени

События «возможно, взрыв» происходили также в этом временном интервале суток, но в районе г. Карачаевска. Ранее, в 90-х гг. прошлого века, там производили взрывы. Однако в последние годы сведений о взрывах в этом районе не было.

На территории **Кабардино-Балкарии** (№ 5) зарегистрировано 45 землетрясений (табл. 5) с $K_p=4.1-8.9$, значительная часть которых приурочена к Кабардинскому участку Армавири-Невинномысского разлома (рис. 5). В это число входят 12 сейсмических толчков (табл. 13) с $K_p=5.9-8.8$, эпицентры которых располагались вблизи известных карьеров Тырнаузского горно-обогатительного комбината и отнесены в категории «возможно, взрыв».

Таблица 13. Список взрывов в Кабардино-Балкарии в 2001 г.

№	Дата, д м	t_0 , ч мин с	Эпицентр		K_p
			φ°, N	λ°, E	
1	11.01	19 48 00.86	43.41	42.84	7.6
2	16.01	10 32 01.4	43.77	43.45	6.4
3	17.01	20 58 33.96	43.42	42.83	7.1
4	11.02	21 41 44.60	43.36	42.79	8.8
5	12.02	18 43 24.74	43.38	42.84	5.9
6	11.05	15 42 50.30	43.29	43.45	6.9

№	Дата, д м	t_0 , ч мин с	Эпицентр		K_p
			φ°, N	λ°, E	
7	12.05	19 28 06.96	43.35	42.86	6.9
8	18.05	18 50 01.7	43.41	42.85	6.7
9	25.05	18 50 45.42	43.40	42.80	6.1
10	27.05	05 12 18.90	43.38	42.87	7.4
11	17.07	19 30 05.23	43.39	42.83	6.9
12	25.07	19 00 12.94	43.39	42.84	6.7

В этом районе сложность из-за неофициальных взрывов. И если ранее, когда комбинат производил взрывы для добычи руды и имелась априорная информация о них, взрывы производились здесь в основном в дневное время (от 8 до 18 часов по Гринвичу [23]), то теперь время суток их проведения отличается от прежнего и наблюдается от 18 до 21 часов по Гринвичу (рис. 8). Все эти толчки имели характерный для взрывов вид записи на станции «Кисловодск» (рис. 9), сопоставимый вид с эталонными взрывами 1993 г., за исключением различий в характере записи поверхностной волны, что может говорить, например, о том, что взрывы 2001 г. могли быть заглубленного заложения.

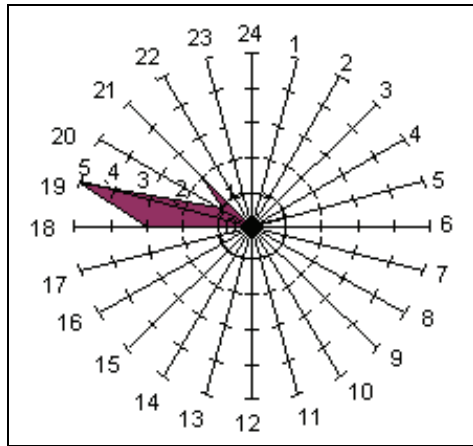


Рис. 8. Распределение толчков вблизи района Тырнауза по времени, отнесенных к категории «возможно, взрыв», произошедших в январе, феврале, мае и июле 2001 г.

разломами «кавказского» направления (Срединным, Сунженским), так и с активными в новейшее время диагональными шовными зонами. Свидетельством тому является землетрясение 03.08.1989 г. с $MLH=5.0$, $I_0=7$ баллов [24], приуроченное к диагональной Бенойско-Эльдаровской шовой зоне, эпицентр которого с координатами $43.49^\circ N$, $45.23^\circ E$, $h=13$ км расположен в 30–50 км восточнее эпицентров указанных выше трех декабрьских землетрясений.

Остальные проявления сейсмичности на территории этой республики имели рассеянный характер и по энергии не превышали $K_p=9$.

На территории **Республики Северная Осетия – Алания (№ 6)** зарегистрировано 46 землетрясений (табл. 4), 25 из которых локализовано в Терско-Кумской низменности на границе с Ставропольским краем. Самые сильные из них произошли 23 декабря в $12^{h}41^{m}$ с $K_p=10.9$, 23 декабря в $15^{h}12^{m}$ с $K_p=10.7$ и 25 декабря в $06^{h}03^{m}$ с $K_p=10.9$ с близкими гипоцентрами: $43.80^\circ N$, $44.47^\circ E$, $h=17$ км; $43.74^\circ N$, $44.44^\circ E$, $h=17$ км; $43.80^\circ N$, $44.47^\circ E$, $h=20$ км соответственно. Ощутимыми были второе (3 балла – в Моздоке (9 км)) и третье (4–5 баллов – в Русском (15 км), Серноводском (25 км); 3 балла – в Моздоке (8.5 км)) землетрясения.

Зафиксированная сейсмическая активизация приурочена к Терско-Сунженской складчатой зоне, находящейся в пределах Терско-Каспийского передового прогиба. Проявления сейсмичности здесь связаны как с глубинными

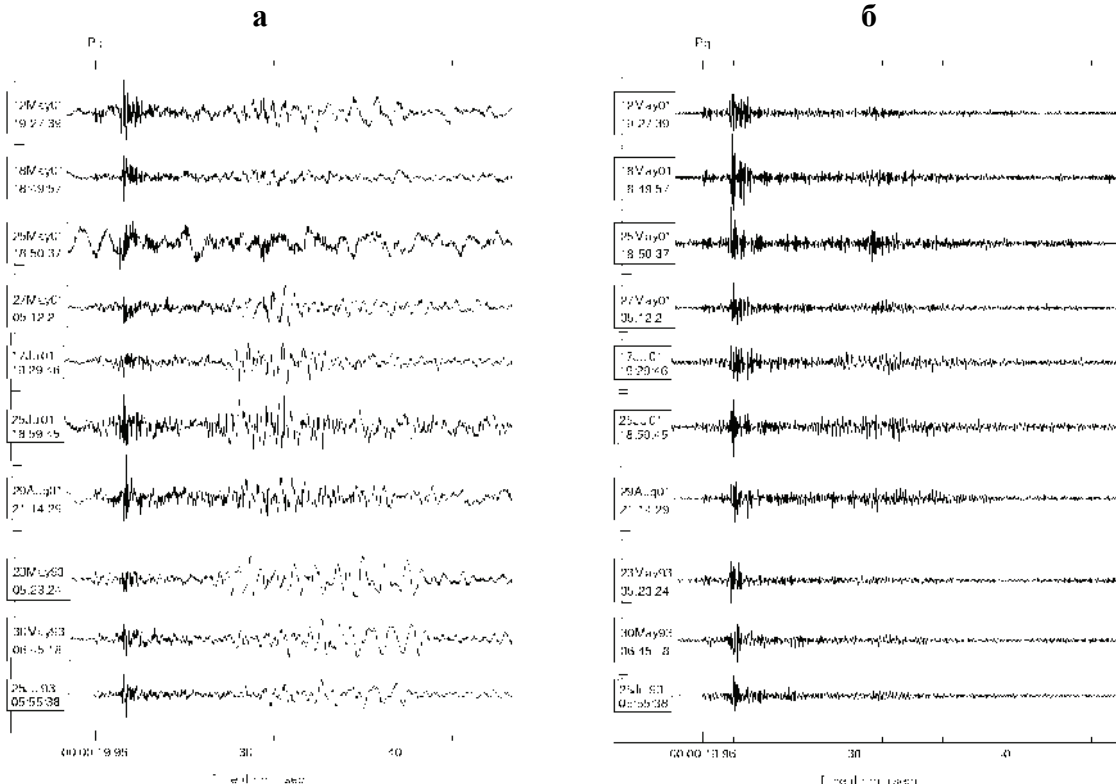


Рис. 9. Записи вертикальной компоненты станции «Кисловодск» части сейсмических событий, классифицируемых как «возможно, взрывы» в зоне Тырнаузского обогатительного комбината, в сравнении с записями трех «эталонных» взрывов в этом месте в 1993 г.

а – нефильтрованные записи, б – фильтрованные в полосе 4–16 Гц, принятой по методике распознавания взрывов [22], как наиболее представительной для поиска дискриминантов.

На территории **Ингушетии и Чеченской Республики (№ 7)** в 2001 г. отмечено около 90 землетрясений с $K_p=6.0-10.8$ (табл. 4). Как и в 2000 г., сейсмичность концентрировалась в двух очаговых зонах, однако они отмечены в других местах.

Первая группа, локализованная в приграничье со Ставропольским краем, реализовалась 7 мая, практически в течение нескольких часов (рис. 10). Сильнейшее ($K_p=10.8$) из них отмечено в упомянутой выше Бенойско-Эльдаровской диагональной шовной зоне, вблизи очага землетрясения 03.08.1989 г. [24].

Во второй группе, напротив, выделение сейсмической энергии растянуто во времени и продолжалось в течение всего года (рис. 11). Самое сильное ($K_p=10.8$) событие зарегистрировано 14 июня в 22^h08^m. Эта серия локализована в 30 км к югу-юго-востоку от г. Грозного (рис. 4) и в 20 км к северо-востоку от очагов трех сильных землетрясений в Черных горах, произошедших 28.07.1976 г. с $MLH=6.4$, $K_p=15$ [25], $I_0=8$ [26] и 6–7-балльных землетрясений 04.03.1984 г. в 10^h01^m и в 19^h24^m с $MLH=5.2$, $K_p=12.5$ и $MLH=5.3$, $K_p=12.4$ соответственно [27–29]. По карте потенциальных очагов Северного Кавказа (рис. 5) видно, что вторая группа принадлежит зоне Чеченской впадины с $M_{max}=7.0$. Растянутый во времени процесс можно объяснить значительной раздробленностью среды после указанных сильных толчков прошлых лет.

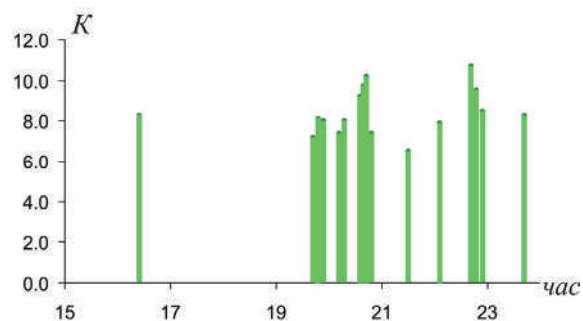


Рис. 10. Временной ряд землетрясений 7 мая 2001 г. в Бенойско-Эльдаровской шовной зоне

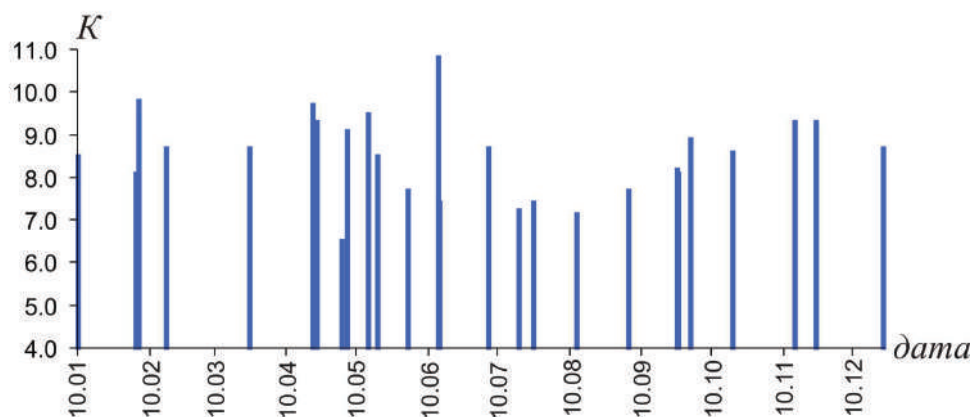


Рис. 11. Временной ряд землетрясений на территории Черных гор в Чеченской Республике

Л и т е р а т у р а

1. Старовойт О.Е., Мишаткин В.Н. Сейсмические станции Российской академии наук (состояние на 2001 г.). – Москва–Обнинск: ГС РАН, 2001. – 86 с.
2. Заалишвили В.Б., Невская Н.И., Харебов А.К. Анализ инструментальных записей схода ледника Колка по данным локальной сети сейсмических наблюдений // Вестник Владикавказского научного центра. – 2004. – 4. – № 3. – С. 58–64.
3. Габсатарова И.П. Северный Кавказ (без Дагестана) // Землетрясения Северной Евразии в 2000 году. – Обнинск: ГС РАН, 2006. – С. 85–94.
4. Габсатарова И.П., Амиров С.Р. (отв. сост.), Селиванова Е.А., Девяткина Л.В., Иванова Л.Е., Мусалаева З.А., Гамидова А.М., Сагателова Е.Ю., Абдуллаева А.Р. Северный Кавказ. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
5. Габсатарова И.П., Амиров С.Р. (отв. сост.), Селиванова Е.А., Девяткина Л.В., Иванова Л.Е., Мусалаева З.А., Гамидова А.М., Сагателова Е.Ю., Абдуллаева А.Р. Северный Кавказ // Землетрясения Северной Евразии в 2000 году. – Обнинск: ГС РАН, 2006. – (На CD.).

6. **Габсатарова И.П., Девяткина Л.В.** Северный Кавказ (без Дагестана) / Землетрясения Северной Евразии в 1994 году. – М.: ГС РАН, 2000. – С. 24–29.
7. **Lee W.H.K. and 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. – 1976. – June. – P. 75–311.
8. **Мурусидзе Г.Я.** Строение земной коры и верхней мантии в Грузии и сопредельных районах по сейсмологическим и сейсморазведочным данным. – Тбилиси: Мецниереба, 1976. – 170 с.
9. **Краснопевцев Г.В.** Глубинное строение Кавказского сейсмоактивного региона. – М.: Недра, 1984. – 112 с.
10. **Файтельсон А.М. и др.** Отчет о сейсмических работах партии № 48 СРГЭ НПО «Нефтегеофизика» в 1980–1982 гг. – М.: Фонды ВГФ, 1982.
11. **Захарова А.И., Габсатарова И.П.** Сейсмологические наблюдения и обработка данных на Северном Кавказе // Современное состояние сейсмических наблюдений и их обобщение. Методические работы ЕССН. Выпуск 4. – Минск: Наука, 1993. – С. 51–55.
12. **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.
13. **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.
14. **Амиров С.Р., Асманов О.А., Даниялов М.Г., Левкович Р.А., Мирзалиев М.М, Осокина А.Ш.** Дагестан. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
15. **Габсатарова И.П.** Северный Кавказ (без Дагестана) // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 83–86.
16. **Рогожин Е.А.** Современная геодинамика и потенциальные очаги землетрясений Кавказского региона // Современные математические и геологические модели природной среды. – М.: ОИФЗ РАН, 2002. – С. 244–254.
17. **Захарова А.И., Старовойт О.Е., Яковлев Ф.Л.** Блоковая сейсмичность Северного Кавказа // Дискретные свойства геофизической среды. – М.: Наука, 1989. – С. 137–148
18. **Овсюченко А.Н.** Соотношение различных форм современных тектонических деформаций на Северо-Западном Кавказе // Исследования по сейсмотектонике и современной геодинамике. – М.: ИФЗ РАН, 2006. – С. 89–104.
19. **Шолпо В.Н., Рейснер Г.И., Рогожин Е.А.** Идеи академика Гамбурцева в сейсмотектонике // Физика Земли. – 2004. – № 5. – С. 68–79.
20. **Габсатарова И.П., Чепкунас Л.С., Бабкова Е.А., Татевосян Р.Э., Плетнев К.Г.** Сальское землетрясение 22 мая 2001 года с $MS=4.7$, $I_0=6-7$ (Северный Кавказ). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.)
21. **Ананьин И.В. (отв. сост).** XIV. Европейская часть СССР, Урал и Западная Сибирь [1467–1974 гг.; $M \geq 3.0$; $I_0 \geq 4$] // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 465–470.
22. **Габсатарова И.П.** Методика выявления взрывов в ряде районов действующих карьеров Северного Кавказа // Землетрясения Северной Евразии в 2000 году. – Обнинск: ГС РАН, 2006. – С. 347–358.
23. **Chernobay I.P., Gabsatarova I.P.** Source classification in the Northern Caucasus // Physics of the Earth and Planetary Interiors. – 1999.. – 133. – P. 183–201.
24. **Богачкин Б.М., Габсатарова И.П., Захарова А.И., Лякумович Б.Я., Новицкая Н.А., Рогожин Е.А., Старовойт О.Е.** Землетрясение 3.08.1989 г. на Северном Кавказе // Землетрясения в СССР в 1989 г. – М.: Наука, 1993. – С. 32–44.
25. **Папалашвили В.Г. (отв. сост.), Дарахвелидзе Л.К., Лабадзе Л.В., Чиковани В.В., Саргсян Г.В., Израйлевский А.** Региональный каталог Кавказа // Землетрясения в СССР в 1976 году. – М.: Наука, 1980. – С. 127–137.
26. **Папалашвили В.Г., Баграмян А.Х., Гоцадзе О.Д., Кулиев Ф.Т.** Землетрясения Кавказа // Землетрясения в СССР в 1976 году. – М.: Наука, 1980. – С. 13–15.

27. Папалашвили В.Г. (отв. сост.), Агаларова Э.Б., Кахиани Л.К., Саргсян Г.В., Казанцева Т.Н. Региональный каталог Кавказа // Землетрясения в СССР в 1984 году. – М.: Наука, 1987. – С. 194–203.
28. Агаларова Э.А., Гасанов А.Г., Гедакян Э.Г., Гоцадзе О.Д., Каспаров В.А., Папалашвили В.Г., Пирузян С.А., Саргсян Г.В., Светлов А.Б., Тутберидзе Н.П., Шафадиев Р.Н., Шенгелия И.С. Землетрясения Кавказа // Землетрясения в СССР в 1984 году. – М.: Наука, 1987. – С. 19–34.
29. Абелев Е.Г., Антонов В.В., Габсатарова И.П., Захарова А.И., Иванова Т.П., Лякумович Б.А., Новицкая Н.Ф., Старовойт О.Е., Чепкунас Л.С. Землетрясения 4 марта 1984 г. на Северном Кавказе // Землетрясения в СССР в 1984 году. – М.: Наука, 1987. – С. 35–44.