

СЕВЕРНЫЙ КАВКАЗ

И.П. Габсатарова, Е.В. Артёмова, О.П. Каменская, Л.Н. Королецы

ФИЦ ЕГС РАН, г. Обнинск, ira@gstras.ru

Аннотация. Сообщается, что в 2012 г. в регионе работало 56 сейсмических станций, в западной и центральной частях региона были открыты новые станции: «Агой», «Александровская», «Ахметовская», «Гузерибль». Представлены результаты оценки K_{\min}/M_{\min}^* землетрясений по наклону графика повторяемости в восьми зонах региона. Рост чувствительности сети выражен в понижении представительного уровня K_{\min} землетрясений практически во всех зонах на $0.4 K - 1.0 K$. Выделена новая сейсмоактивная зона в шельфовой части Абхазии с уровнем $K_{\min}=7.5/M_{\min}^*=1.9$, который обеспечивался сетью при регистрации афтершоков Восточно-Черноморского землетрясения 23 декабря 2012 г. В этой зоне на порядок превышен уровень сейсмической активности A_{10} относительно фоновых долготных значений $A_{3.3}$ (A_{10}). В населенных пунктах Кавказа ощутимыми были 29 землетрясений. Максимальная интенсивность сотрясений, равная $I_{\max}=5-6$ баллов по шкале MSK-64, отмечена при землетрясениях 23 декабря в 13^h31^m с $M_w=5.8$ в населенных пунктах Сочи, Адлер, Хоста, Дагомыс и от Загаталяских землетрясений 7 мая в 04^h40^m и 14^h15^m Азербайджана на приграничной территории Дагестана. Рои слабых землетрясений с $K_p=4-8$ регистрировались в районе Красной Поляны, в Северной Осетии возле Ардона и на прилегающей территории Грузии в районе вулкана Казбек. Землетрясения 2012 г. с промежуточными глубинами гипоцентров проявлялись на территории Чеченской Республики вдоль диагональной Бенойско-Эльдаровской шовной зоны. По уровню выделившейся сейсмической энергии сейсмичность территории Северного Кавказа в 2012 г. охарактеризована в соответствии со шкалой уровня сейсмичности как «фоновая средняя» за период наблюдений с 1962 г. по 2012 г.

Abstract. There were 56 seismic stations in the region in 2012 is reported. New stations: "Agoy", "Aleksandrovskaya", "Akhmetovskaya", "Guzeripl" were opened in the western and central parts of the region. The results of the K_{\min}/M_{\min}^* estimate of earthquakes according to the slope of the repeatability curve in eight zones of the region are presented. The increase in the sensitivity of the network was expressed in a decrease in the representative level of K_{\min} earthquakes in practically all regions by $0.4 K - 1.0 K$. A new seismically active zone in the shelf part of Abkhazia was discovered with a level of $K_{\min}=7.5/M_{\min}^*=1.9$, which was provided by the network during registration of aftershocks of the East Black Sea earthquake on December 23, 2012. In this zone, the level of seismic activity of A_{10} relative to background long-term values of $A_{3.3}$ (A_{10}) is exceeded by one order. 29 earthquakes were felt in the settlements of the Caucasus. The maximum intensity is $I_{\max}=5-6$ balls on the MSK-64 scale was recorded on December 23 at 13^h31^m with $M_w=5.8$ in settlements in Sochi, Adler, Khosta, Dagomys and from Zagatala earthquakes on May 7 at 04^h40^m and 14^h15^m in the border Azerbaijan-Dagestan territory. Swarms of weak earthquakes with $K_p=4-8$ were recorded in the area of Krasnaya Polyana, in North Ossetia near Ardon and the adjacent territory of Georgia in the area of Kazbek volcano. Earthquakes in 2012 with intermediate depths of hypocenters were manifested in the territory of the Chechen Republic along the diagonal Benoisko-Eldar suture zone. In general, the level of released seismic energy, seismic activity in the North Caucasus in 2012 is characterized in accordance with the seismicity level of the scale as a "background average" for the observation period from 1962 to 2012.

Сейсмический мониторинг Северного Кавказа проводился в 2012 г., как и ранее [1–3], на значительной части территории Южного (Краснодарский край) и на полной территории Северо-Кавказского Федеральных округов Российской Федерации следующими подразделениями ФИЦ ЕГС РАН: Центральным отделением, лабораторией Сейсмического мониторинга Кавказских Минеральных Вод, Дагестанским и Северо-Осетинским филиалами.

Сейсмическая сеть в 2012 г. в регионе в целом, включая станции Дагестана, описанная в [4], представлена в [5]. Она насчитывала 56 станций, 46 из которых были оснащены цифровым оборудованием. По сравнению с сетью в 2011 г. [3, 6], произошли изменения, коснувшиеся расширения сети в западной части региона: 15 июня 2012 г. в 1 км к западу от одноименного поселка, в заповедной зоне, в наиболее благоприятных сейсмических условиях открыта новая станция «Гузерибль»; 9 августа в Причерноморье, в 5 км к северо-западу от станции «Туапсе», была открыта станция «Агой» с перспективой, в случае лучших регистрационных возможностей, замены ею станции «Туапсе», показавшей высокий уровень шумов из-за близости железнодорожного полотна; 13 октября в Ставропольском крае открыта станция «Александровская»

в 90 км к северу от станции «Кисловодск» и в 40 км к югу от станции «Гофицкое»; 19 октября в среднем течение р. Большая Лаба, на границе Краснодарского края и Карачаево-Черкесской Республики, открыта станция «Ахметовская». Координаты и параметры этих станций даны в табл. 1 и 2.

Сеть Северо-Осетинского филиала ФИЦ ЕГС РАН осталась без изменения с 2011 г.

В сети Дагестанского филиала произошли изменения: 20 июня 2012 г. на станции «Уркарах» установлено цифровое оборудование (табл. 2, [5]).

Таблица 1. Новые сейсмические станции ФИЦ ЕГС РАН и станции, перенесенные в 2012 г.

№	Станция		Дата открытия	Координаты		h_y , м
	Название	Код (межд.)		φ° , N	λ° , E	
1	Агой	AGYR	09.08.2012	44.148	39.037	55
2	Александровская	ALER	13.10.2012	44.763	42.914	510
3	Ахметовская	AHMR	20.10.2012	44.158	41.044	640
4	Гузерибль	GUZR	15.06.2012	43.996	40.118	822

Таблица 2. Параметры аппаратуры новых установленных и переоснащенных станций в 2012 г. из [7]

№	Название станции	Тип АЦП и датчика	Перечень имеющихся каналов и их характеристики	Частотный диапазон, Гц	Частота опроса данных, Гц	Эффективная разрядность АЦП	Чувствительность, велосигграф – отсчет/(м/с)
1	Агой	UGRA+CM-3-KB	SH (N, E, Z) v	0.5–20	50	24	$1.56 \cdot 10^9$
2	Александровская	UGRA+CM-3-KB	SH (N, E, Z) v	0.5–20	50	24	$1.56 \cdot 10^9$
3	Ахметовская	UGRA+CM-3-KB	SH (N, E, Z) v	0.5–20	50	24	$1.57 \cdot 10^9$
4	Гузерибль	UGRA+CM-3-KB	SH (N, E, Z) v	0.5–20	50	24	$1.61 \cdot 10^8$
5	Уркарах	UGRA+CM-3-KB	SH (N, E, Z) v	0.5–20	50	24	$2.56 \cdot 10^8$

При составлении каталога землетрясений Северного Кавказа в 2012 г. для локации событий в приграничных зонах привлекались также данные четырех станций Национальной сейсмической службы Грузии: «Делиси» (TBLG), «Давид-Гареджи» (DGRG), «Они» (ONI), «Ахалкалаки» (AKH). Кроме того, использовались данные всех станций Крымской сети [8]. Перечисленные материалы поступали в ФИЦ ЕГС РАН по обмену или заимствовались с сайта Международного сейсмологического центра ISC (<http://www.isc.ac.uk>) [9] при уточнении локации.

В результате сводной обработки землетрясений на территории Северного Кавказа внутри государственных границ России (включая Дагестан), а также в приграничной с соседними государствами (Грузией и Азербайджаном) полосе шириной 30 км, были локализованы и включены в каталог [10] 1976 сейсмических событий с $K_p=2.6-14.1$. Из них 1939 – землетрясения, а 37 событий отнесены к категории «взрыв» или «возможно взрыв»: 31 из них произошло в Карачаево-Черкессии, 4 – в Кабардино-Балкарии, 2 «возможно взрыва» зарегистрированы в Краснодарском крае. Минимальный энергетический класс равен $K_{\min}=2.6$ и характеризует микроземлетрясение 8 июня в $19^{\text{h}}57^{\text{m}}$ на юге Ставропольского края, максимальный – равен $K_{\max}=14.1$ для землетрясения 23 декабря в $13^{\text{h}}31^{\text{m}}$ с $h=7$ км в Чёрном море в шельфовой части Абхазии [11].

Методика обработки сейсмических записей и получения параметров гипоцентров сейсмических событий в основном оставалась прежней и подробно описана в [12].

Общая характеристика сейсмичности. Выделившаяся на всей территории Северного Кавказа суммарная сейсмическая энергия равна $\Sigma E=1.77 \cdot 10^{14}$ Дж, что почти на порядок выше выделившейся в 2011 г. энергии ($\Sigma E=2.02 \cdot 10^{13}$ Дж [3]) и на три порядка выше таковой в 2010 г. ($\Sigma E=9.01 \cdot 10^{11}$ Дж [2]) (табл. 3). Такое увеличение произошло за счет сейсмической энергии, выделившейся в Черноморской районе и в сопредельных с Россией территориях Азербайджана. В традиционных районах не столь заметное, но все же увеличение выделившейся энергии произошло в Краснодарском и Ставропольском краях Северного Кавказа.

Таблица 3. Распределение суммарной сейсмической энергии ΣE землетрясений по административным единицам территории Северного Кавказа в 2010–2012 гг.

№	Район	$\Sigma E, 10^{11} \text{ Дж}$		
		2010 г.	2011 г.	2012 г.
1	Чёрное море	0.22990	0.62850	1315.21
2	Краснодарский край	0.25630	0.16265	3.22113
3	Ставропольский край	0.09720	0.12721	2.40748
4	Карачаево-Черкессия	0.00870	0.00165	0.02760
5	Кабардино-Балкария	0.00910	0.03344	0.09172
6	Северная Осетия–Алания	0.02070	0.01217	0.00250
7	Ингушетия	0.23130	0.17588	0.01196
8	Чеченская Республика	4.48350	3.90578	3.07707
	Всего	5.35240	5.04728	1321.64
10	Дагестан	1.36150	2.79153	1.37074
11	Каспийское море	0.77530	1.35782	0.98012
12	Сопредельные территории Азербайджана, Армении и Грузии	1.52140	193.04317	444.318
	Сумма	9.01060	202.23980	1770.73

Карта эпицентров землетрясений с $K_p \geq 6.6$, зарегистрированных в 2012 г., изображена на рис. 1. Основная их масса произошла в центральной и в восточной частях Северного Кавказа (табл. 4). Все годы инструментальных наблюдений западная часть региона традиционно была менее активной, однако в 2012 г. именно она отличилась по выделившейся энергии в эпицентральной зоне Восточно-Черноморского землетрясения 23 декабря с его афтершоками и в шельфовой части Абхазии.

Большая часть землетрясений имела коровые глубины очагов, из них 38 % очагов локализовано на глубинах $h \leq 10 \text{ км}$, 40 % – в интервале глубин $h = 11–20 \text{ км}$, 14 % – с $h = 21–30 \text{ км}$, 6 % – $h = 31–69 \text{ км}$. С промежуточной глубиной очага, в диапазоне глубин $h = 70–130 \text{ км}$, зарегистрировано 22 землетрясения на территории Чеченской Республики, 2 землетрясения – на территории Ингушетии и 3 – в Дагестане [10].

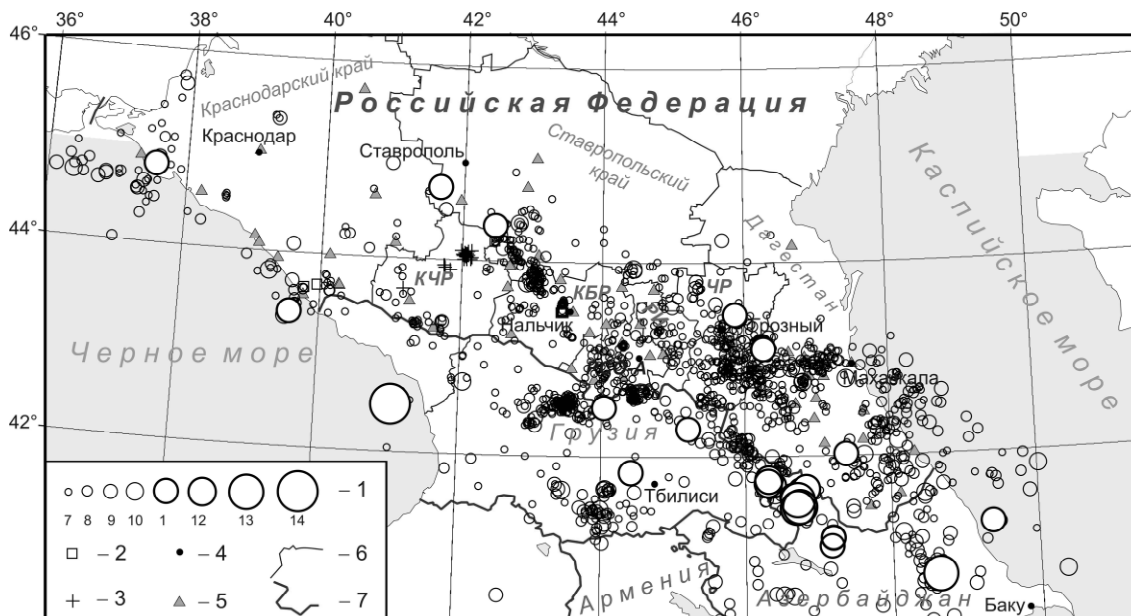


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений Северного Кавказа с $K_p \geq 6.6$ за 2012 г.

1 – энергетический класс K_p ; 2, 3 – событие типа «возможно взрыв» или «взрыв» соответственно; 4 – населенный пункт; 5 – сейсмическая станция; 6, 7 – административная и государственная границы соответственно. Сокращения: КЧР – Карачаево-Черкесская Республика; КБР – Кабардино-Балкарская Республика; РСО-А – Республика Северная Осетия–Алания; ЧР – Чеченская Республика; РИ – Республика Ингушетия.

Таблица 4. Распределение землетрясений Северного Кавказа по энергетическим классам K_p и суммарной сейсмической энергии ΣE (по административным территориям) в 2012 г.

№	Район	K_p												N_Σ	$\Sigma E,$ 10^{11} Дж
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
1	Чёрное море			4	16	80	77	28	16	4	1	1	1	228	1315.21
2	Краснодарский край	1	1	4	4	20	8	6		1				45	3.22113
3	Ставропольский край	9	19	19	24	17	5	3	2	2				100	2.40748
4	Карачаево-Черкессия	1	2	5	7	8	2	1						26	0.02760
5	Кабардино-Балкария	6	15	35	28	10	4	1	2					101	0.09172
6	Северная Осетия–Алания		13	35	39	8	2							97	0.00250
7	Ингушетия				16	19	5							40	0.01196
8	Чеченская Республика		2	4	68	124	34	15	4	2				253	3.07707
	Всего	17	52	106	202	286	137	54	24	9	1	1	1	890	1324.049
10	Дагестан		3	11	78	134	66	16	7	1				316	2.79153
11	Каспийское море				5	27	28	11	6	3	1			70	0.98012
12	Сопредельные территории Азербайджана, Грузии и Армении		7	29	113	182	191	88	30	12	6	4		662	444.320
	Сумма	17	62	146	398	629	422	165	64	23	7	5	1	1939	1770.726

Наиболее сейсмичными были районы «Восточный Кавказ», «Центральный Кавказ» и «Чёрное море» по регионализации Цхакая [13] (табл. 5).

Таблица 5. Распределение землетрясений Северного Кавказа по энергетическим классам K_p и суммарная сейсмическая энергия ΣE по районам О.Д. Цхакая в 2012 г.

№	Район	K_p												N_Σ	$\Sigma E,$ 10^{11} Дж
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
1	Западный Кавказ	2	1	9	19	29	12	6		1				79	3.2399
2	Центральный Кавказ	5	30	87	140	90	16	8	3	1				380	1.5217
3	Восточный Кавказ		6	15	152	293	208	82	32	9	6	4		807	443.38
5	Аджаро-Триалета				2	6	3	1		1				13	0.4237
6	Джавахетское нагорье				2	20	28	9	3					62	0.5639
7	Куринская депрессия					5	20	8	1	3				37	1.8905
8	Восточная часть Малого Кавказа						7	3	3					13	0.2825
10	Чёрное море			4	16	80	77	28	16	4	1	1	1	228	1315.2
11	Каспийское море				5	27	28	6	3	1				70	0.9801
12	Ставропольская возвышен- ность	10	24	23	20	12	4	3	1	2				99	2.3629
13	Восточное Предкавказье		1	8	42	67	19	10	2	1				150	0.8535
16	Иран							1						1	0.0051
	Итого	17	62	146	398	629	422	165	64	23	7	5	1	1939	139.24

Оценка представительности землетрясений по наклону графика повторяемости $N(K_p)$. В [12] представлены результаты анализа представительности землетрясений в отдельных зонах Северного Кавказа по каталогам за период 2000–2007 гг. С тех пор состав сейсмической сети значительно изменился: 45 станций в 2007 г. [14] и 56 станций – в 2012 г. [5]. Для сравнения представительного уровня землетрясений аналогичным образом проведены исследования для одних и тех же зон за период 2010–2012 гг. В связи с Восточно-Черноморским землетрясением 23 декабря 2012 г. и его афтершоковым процессом добавлена еще одна зона – шельфовая и прибрежная часть Абхазии. Сейсмическая сеть ФИЦ ЕГС РАН находится от эпицентральной зоны этого землетрясения на удалении 100 км и более, однако чувствительность станций позволяла зарегистрировать этот процесс.

Исследуемый регион был разбит на зоны (табл. 6), в каждой построены графики повторяемости $N(K_p)$ и рассчитаны параметры их уравнений методом ортогональной регрессии:

$$\lg N = \alpha - \gamma K_p, \quad (1)$$

где α и γ – постоянные, γ – характеризует наклон графика повторяемости, был выбран шаг $\Delta K_p = 0.5$ (табл. 6). Две небольшие по числу землетрясений зоны (II и III) были объединены. Достоверность линейной аппроксимации оценивалась коэффициентом корреляции R . Во всех зонах, кроме ПА, афтершоки были удалены из каталога.

Таблица 6. Сравнительная таблица с параметрами уравнений графика повторяемости землетрясений и определенные значения представительных значений энергетических классов и K_{\min}/M_{\min}^* для зон Северного Кавказа в 2000–2007 гг. и 2010–2012 гг.

Зона	Название зоны	Выборка		γ	$\delta\gamma$	α	$\delta\alpha$	R	N_{Σ}	2000–2007		2010–2012	
		$\Delta\varphi^{\circ} N$	$\Delta\lambda^{\circ} E$							K_{\min}	M_{\min}^*	K_{\min}	M_{\min}^*
I	Анапская	44–45.5	36–38	-0.45	0.09	5.09	0.89	0.96	77	8.5	2.5		
				-0.42	0.06	4.39	0.67	0.97	86			7.5	1.9
II	Сочинская	43–44.5	38–40	-0.50	0.17	5.54	1.84	0.82	77	8.5	2.5		
II+III	Сочинская+Чалтинская	43–44.5	38–41	-0.33	0.03	3.74	0.38	0.97	121			7.1	1.7
III	Чалтинская	43–44.5	40–41	-0.49	0.05	5.23	0.60	0.96	157	7.6	2.0		
ПА	Восточно-Черноморская, Абхазская	42–43	40–43	-0.43	0.03	5.01	0.39	0.98	167			7.5	
IV	Кавминводско-Карачаевская	43–45.5	41–43	-0.41	0.03	4.86	0.31	0.98	768	6.5	1.3		
				-0.37	0.03	4.25	0.39	0.98	343			7.0	1.7
V	Кабардино-Северо-Осетинская	43–44.5	43–45	-0.50	0.03	5.61	0.37	0.96	1270	7.1	1.7		
				-0.48	0.05	5.02	0.47	0.98	506			6.5	1.4
VI	Южно-Осетинская	42–43	43–45	-0.47	0.04	5.28	0.39	0.95	1452	6.6	1.4		
				-0.56	0.04	5.87	0.44	0.98	708			6.2	1.3
				-0.49	0.04	5.19	0.44	0.98	505			6.5	1.4
VII	Чечено-Дагестанская (коровые землетрясения)	42–44	45–47	-0.48	0.02	5.62	0.28	0.96	1293	7.8	2.1		
				-0.49	0.03	6.04	0.32	0.99	1210			7.3	1.6

Как видим, результаты статистического анализа каталога в табл. 6 за период 2010–2012 гг. показали, что рост чувствительности сети за счет увеличения числа станций и установки цифрового оборудования на многих станциях привели к понижению представительного уровня K_{\min} землетрясений практически во всех зонах от 0.4 K до 1.0 K относительно периода наблюдений за 2000–2007 гг. [12]. В целом для Северного Кавказа в магнитудном выражении по формуле $M_{\min}^* = (K_{\min} - 4) / 1.8$ [15] регистрируются без пропусков в наиболее сейсмичной его части землетрясения с $M_{\min}^* = 2$ или $K_{\min} = 7.6$, а в некоторых районах этот уровень достигает $M_{\min}^* = 1.5$ или $K_{\min} = 6.7$ (Кабардино-Северо-Осетинская и Южно-Осетинская зоны). Наибольшие изменения произошли в западной части Северного Кавказа – в прибрежной части Чёрного моря, здесь $\Delta K_{\min} = -1.0$, относительно 2007 г. Знаменательно, что такой же уровень $K_{\min} = 7.5$ или $M_{\min}^* = 1.9$ обеспечивался сетью и при регистрации афтершоков Восточно-Черноморского землетрясения 23 декабря 2012 г. Однако на рис. 2 все оценки уровня представительности в каждой из зон даны в энергетических классах K_{\min} .

Обращает на себя внимание резкое понижение наклона графика повторяемости в Сочинской зоне, связанное, вероятно, с подготовкой Восточно-Черноморского землетрясения. В Южно-Осетинской зоне, напротив, произошло резкое повышение модуля $|\gamma|$ с 0.47 до 0.56. Возможно, это связано с проявлением роев землетрясений в Северной Осетии-Алании и вблизи горы Казбек (рис. 3). Действительно, пересчет значения угла наклона графика повторяемости в этом районе после удаления роевых событий показал, что $|\gamma| = 0.49$ вместо 0.56. В остальных зонах изменения величин γ незначительны и укладываются в пределы погрешностей $\delta\gamma$ их вычисления, приведенных в табл. 6.

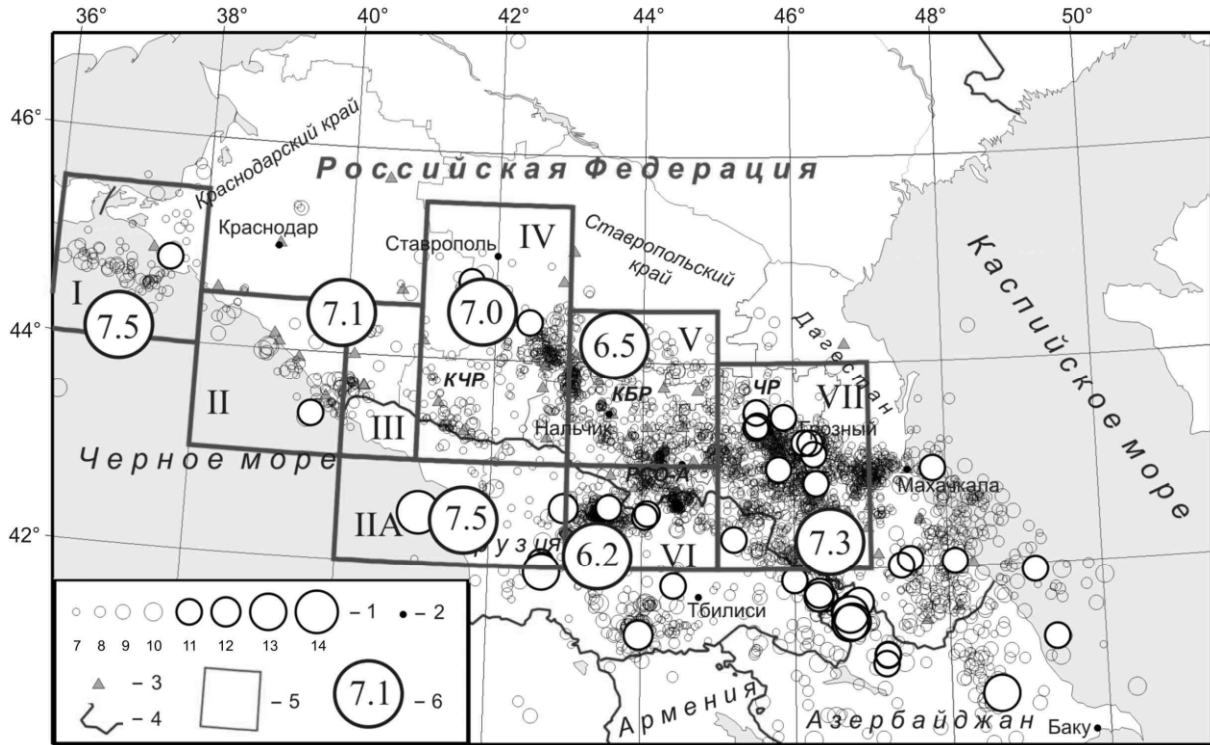


Рис. 2. Оценка представительного класса K_{\min} землетрясений по результатам статистического анализа каталога Северного Кавказа за 2010–2012 гг.

1 – энергетический класс; 2 – город; 3 – сейсмическая станция; 4 – государственная граница; 5 – граница зон для анализа представительности (K_{\min}); 6 – значение K_{\min} в зоне.

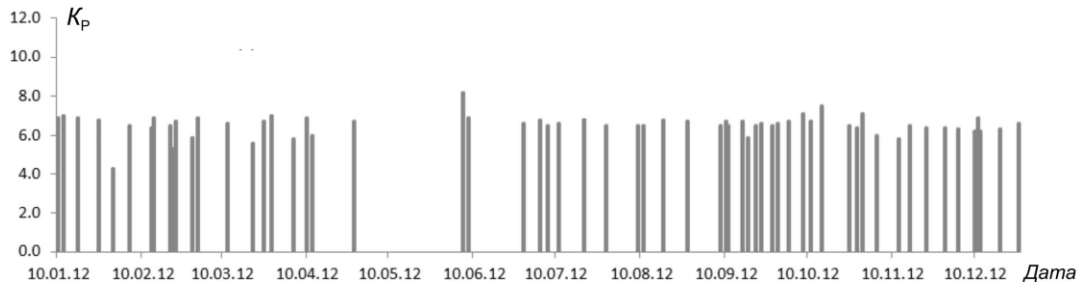


Рис. 3. Временной ряд землетрясений вблизи Казбека в январе–декабре 2012 г.

Карты плотности и сейсмической активности землетрясений в единицах A_{10} . Согласно [16], «наиболее полной характеристикой сейсмического режима» являются распределение плотности землетрясений и ее изменение во времени и в пространстве, а также распределение в пространстве выделившейся энергии. Для получения площадной картины распределения числа землетрясений использована программа М. Хритовой (Фонды Байкальского филиала ФИЦ ЕГС РАН). Карта распределения числа коровых землетрясений в ячейках размером $0.16^\circ \times 0.25^\circ$ представлена на рис. 4. Десять (I–X) зон повышенного числа землетрясений характеризуют сейсмичность региона. Отчетливо выделяются не только общекавказское направление проявления сейсмичности, но и диагональное в направлении с Нальчика на Ставрополь, связанное с Армави́ро-Невинномы́ским глубинным разломом (зоны V, VII). Зона VIII на территории Чечни и Дагестана отражает традиционную сейсмичность в пределах структур Дагестанского клина, который, по мнению Е.А. Рогожина [17], испытывает разрастание в северо-восточном направлении. Зона IX связана с проявлением слабой сейсмичности в районе Чиркейско-Ирганайского узла Сулакского каскада ГЭС [18]. Наибольшее число землетрясений в 2012 г. реализовалось в зонах III и X. Они связаны с афтершоковыми процессами в очаговых зонах дуплета Загатальских землетрясений 7 мая 2012 г. в $04^{\text{h}}40^{\text{m}}$ и $14^{\text{h}}15^{\text{m}}$ с $M_{\text{WGCMT}} = 5.6$ и 5.3 [19] и Восточно-Черноморского землетрясения 23 декабря в $23^{\text{h}}31^{\text{m}}$ с $M_{\text{WGCMT}} = 5.8$ [11].

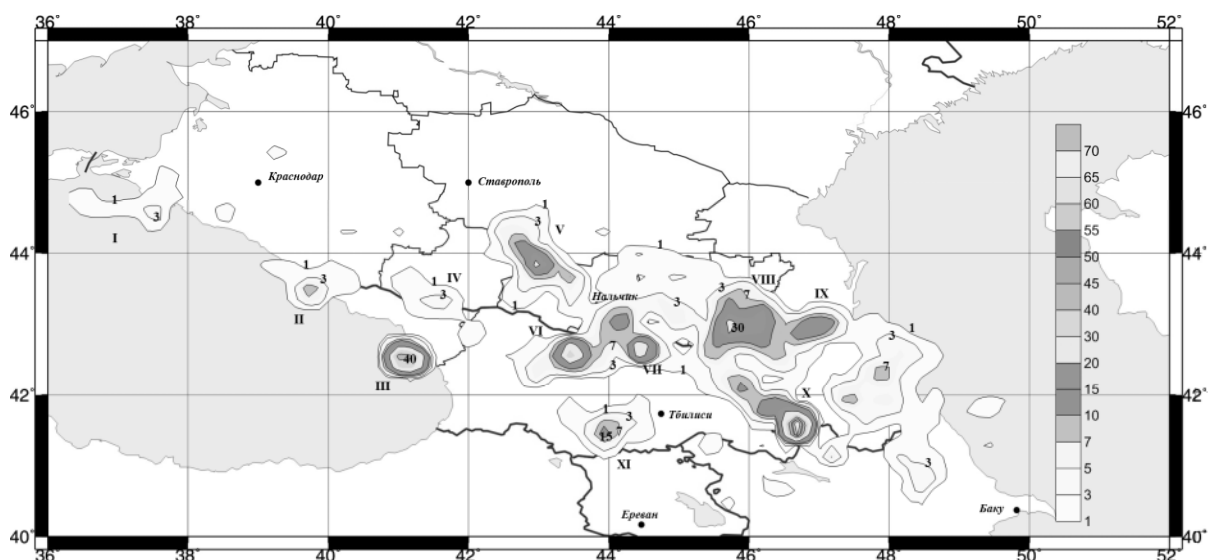


Рис. 4. Карта плотности числа землетрясений в ячейке $0.16 \times 0.25^\circ$ в 2012 г.

Арабскими цифрами подписаны изолинии числа землетрясений, римскими – номер зоны; справа цветом показана градация плотности.

Сравнение сейсмической активности A_{10} ($A_{3,3}$) на рис. 5 а, полученной в [17] для Северного Кавказа за исторический и инструментальный периоды и характеризующей фондовый уровень сейсмичности региона, с картой A_{10} на рис. 5 б, построенной по материалам каталога за 2010–2012 гг., показывает, что в основном вся территория имела активность A_{10} , не превышающую фондовый уровень, равный $A_{10}=0.1$ и $A_{10}=1.0$ в восточной части карты.

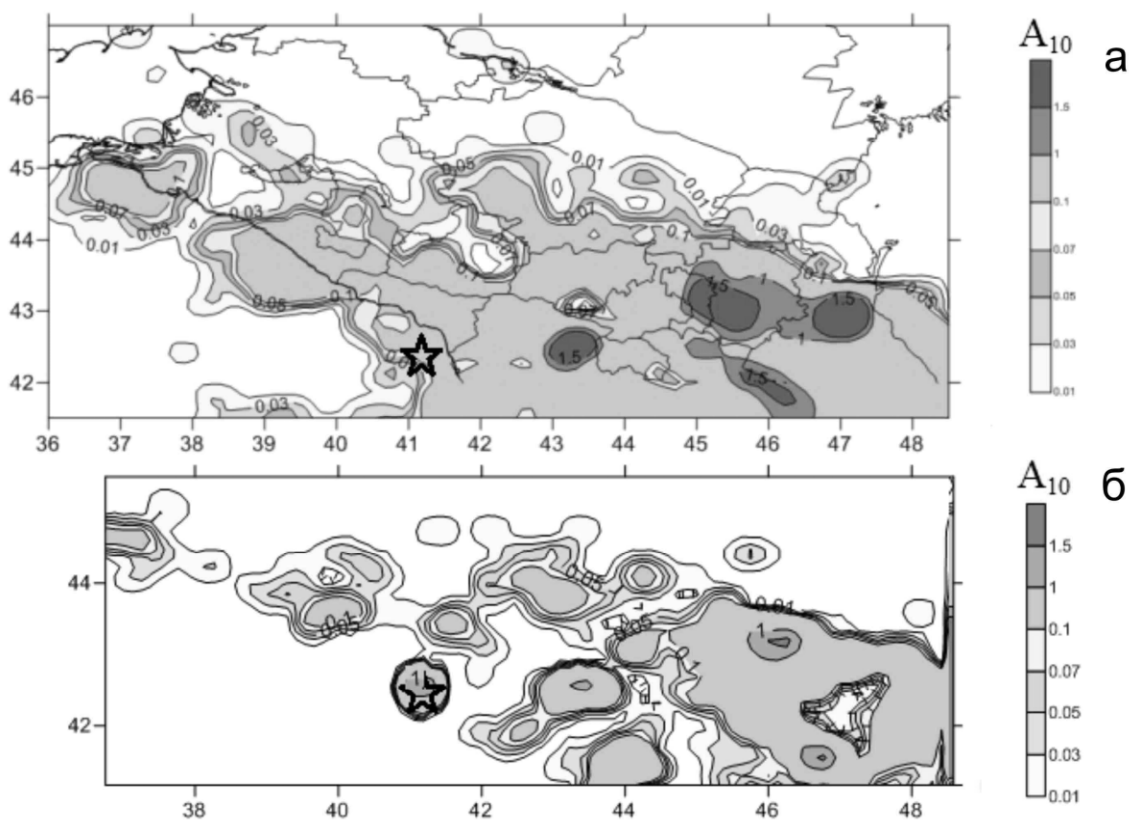


Рис. 5. Карта сейсмической активности $A_{3,3}$ [17], полученная по каталогу представительных землетрясений с древнейших времен по декабрь 2012 г. (а), и карта A_{10} ($A_{3,3}$) сейсмической активности по материалам каталога за 2010–2012 гг. (б)

Лишь в одном очаге Восточно-Черноморского землетрясения, помеченном на картах звездой, он был превышен на порядок.

Общие макросейсмические сведения в 2012 г. В населенных пунктах Кавказа ощутимыми были 29 землетрясений [10, 20], (рис. 6). Максимальная интенсивность сотрясений равна $I_{\max}=5-6$ баллов по шкале MSK-64 [21] и отмечена 23 декабря в $13^{\text{h}}31^{\text{m}}$ с $M_w=5.8$ [11] в населенных пунктах Сочи, Адлер, Хоста, Дагомыс [20]. На рис. 6 показаны землетрясения, вызвавшие сотрясения в населенных пунктах. Наиболее сильные землетрясения в 2012 г. произошли 23 декабря в $13^{\text{h}}31^{\text{m}}$ в Чёрном море с $K_p=14.1$ и 7 мая в $04^{\text{h}}40^{\text{m}}$ с $K_p=13.0$ и $14^{\text{h}}15^{\text{m}}$ с $K_p=12.8$ на территории Азербайджана, приграничной с Дагестаном [10]. Таблица названий и координат всех 146 населенных пунктов, сотрясенных в 2012 г., приводится в Приложении к наст. ежегоднику) [22].

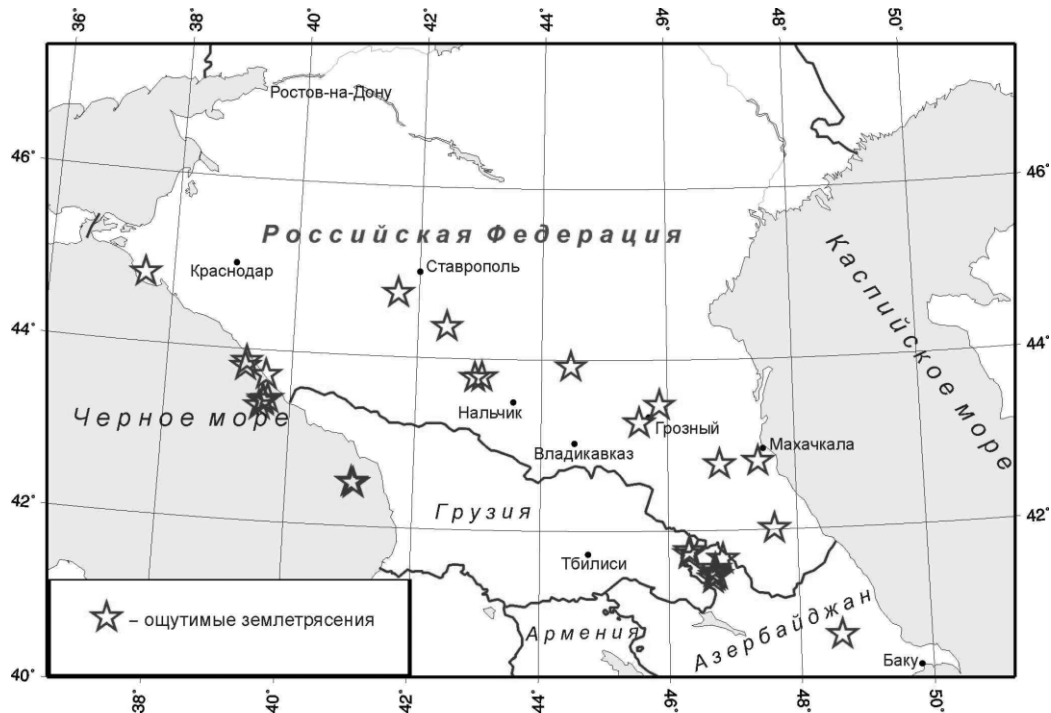


Рис. 6. Положение эпицентров 29 ощутимых в 2012 г. землетрясений

Рассмотрим подробнее проявления сейсмичности на территории Северного Кавказа в пределах границ его административных единиц, а также прилегающих частей акваторий Азовского, Чёрного и Каспийского морей.

В акватории **Чёрного моря**, включая его юго-восточную часть (зоны № I–III на рис. 4), зарегистрировано 228 землетрясений с $K_p=5.2-14.1$. Они сгруппировались в трех зонах: Анапской ($N_1=31$), Сочинской ($N_2=31$) и юго-восточной, в шельфовой части Абхазии ($N_3=166$).

Самое сильное ($K_p=10.0$) землетрясение в Анапской зоне произошло 17 октября в $19^{\text{h}}06^{\text{m}}$ в море, против Анапы. Его эпицентр располагался в 80 км к юго-западу от Анапы.

В Сочинской зоне (район Большого Курорта Сочи) наиболее сильными были три землетрясения: 30 мая в $07^{\text{h}}58^{\text{m}}$ с $K_p=10.6$, 26 июня в $21^{\text{h}}33^{\text{m}}$ с $K_p=10.1$ и 15 ноября в $01^{\text{h}}36^{\text{m}}$ с $K_p=10.3$. Для всех трех землетрясений проведены спектральные исследования с определением скалярного сейсмического момента, спектральной магнитуды Канамори, посчитаны динамические параметры очагов [23]. Для этих землетрясений построены механизмы очагов [24], получен тип движения в очаге – взброс со сдвиговыми компонентами (рис. 7), простирающие нодальные плоскости близко к простираению глубинных разломов в этой зоне по [17].

25 землетрясений произошли вблизи Сочи, два из них, зарегистрированные 30 мая в $07^{\text{h}}58^{\text{m}}$ с $K_p=10.6$ и 26 июня в $21^{\text{h}}33^{\text{m}}$ с $K_p=10.1$, ощущались: первое в Адлере и Сочи с интенсивностью $I=3-4$ балла, второе – в Сочи с $I=3$ балла. Еще два землетрясения, записанные 4 сентября в $00^{\text{h}}38^{\text{m}}$ с $K_p=9.7$ и 16 декабря в $22^{\text{h}}37^{\text{m}}$ с $K_p=6.8$, ощущались только в Сочи с $I=2-3$ и 2 балла соответственно.

Землетрясение 15 ноября в 01^h36^m с $K_p=10.3$ произошло вблизи пос. Лазаревское (13 км) и ощущалось в нем с интенсивностью $I=3-4$ балла, в Туапсе (37 км) – 3 балла, в Сочи (42 км) – 2–3 балла [20]. После него зарегистрировано два афтершока: 5 декабря в 01^h55^m с $K_p=7.3$ и 19 декабря в 21^h15^m с $K_p=8.3$. Второе ощущалось в Лазаревском (3 км) с интенсивностью $I=3$ балла.

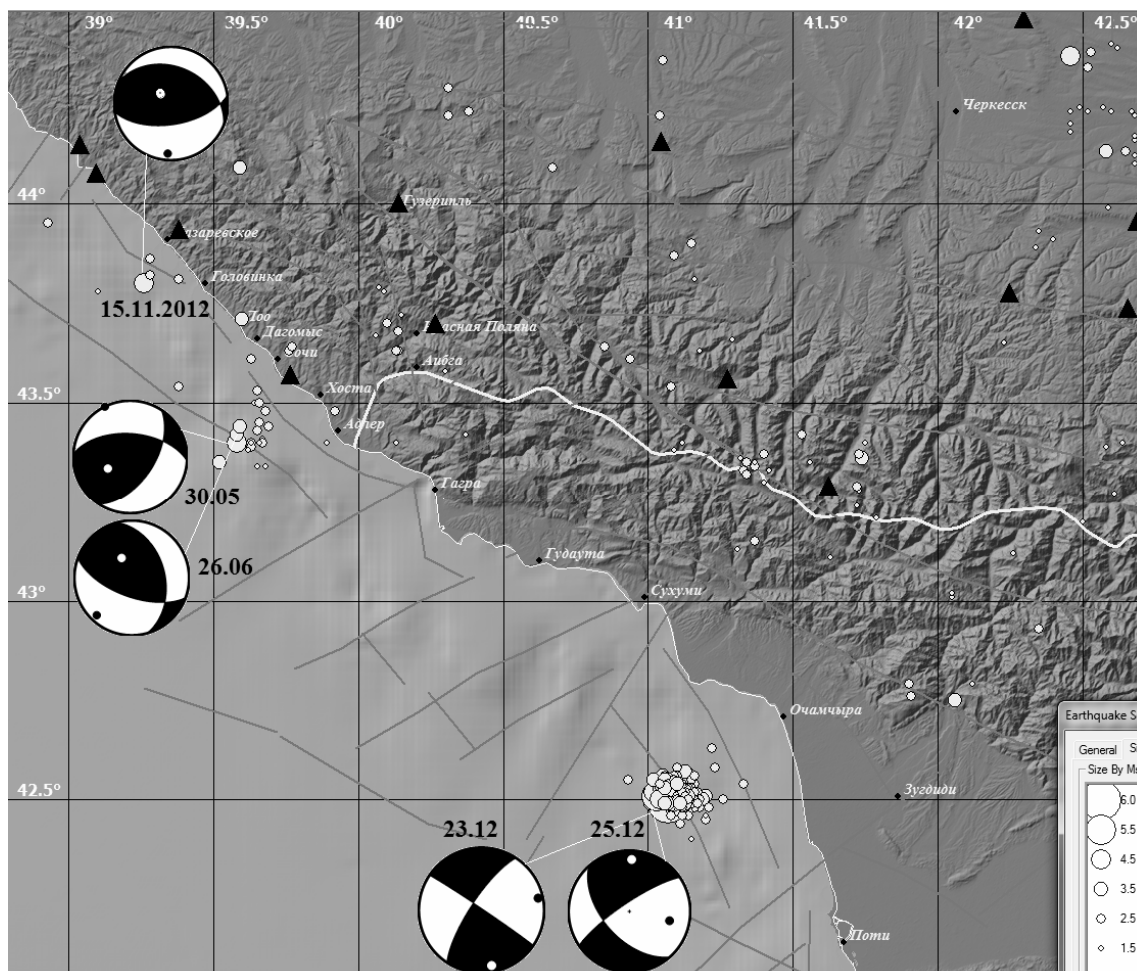


Рис. 7. Положение эпицентров землетрясений в Чёрном море в 2012 г. с диаграммами механизмов их очагов на фоне глубинных разломов из [17]

Вслед за оживлением сейсмической активности вдоль Черноморского прибрежного разлома [17] в Анапской и Сочинской зонах в декабре 2012 г. зафиксировано уникальное проявление сейсмической активности в шельфовой зоне Абхазии, где не было известно столь сильной сейсмичности за весь период инструментальных наблюдений. Землетрясение 23 декабря ощущалось в прибрежных городах России и Абхазии с интенсивностью I , достигающей $I=5-6$ баллов. За землетрясением последовал мощный афтершоковый процесс. Детально это землетрясение описано в отдельной статье [11].

В Краснодарском крае, включая территорию Адыгеи, зарегистрировано 45 землетрясений с $K_p=3.4-11.5$ [10], из которых 16 локализованы севернее Анапы, среди них Су-Псехское землетрясение 10 декабря в 16^h56^m с $K_p=11.5$, ощущавшееся в населенных пунктах до 5 баллов [25]. Три землетрясения зарегистрированы 25 апреля севернее Краснодара и Краснодарского водохранилища, вблизи г. Кореновск: в 22^h00^m с $K_p=9.0$, 22^h59^m с $K_p=7.2$ и в 23^h20^m с $K_p=6.7$, сильнейшее из них было зарегистрировано многими станциями Северного Кавказа, ближайшая из которых – «Краснодар» (рис. 8). В этом районе известны исторические землетрясения, сильнейшее из которых Кубанское 19.04.1926 г. имело $M=5.3$ и интенсивность $I_0=7-8$ баллов [26]. Сейсмотектоническая позиция этих землетрясений связана с проявлением активности Индоло-Томашевского глубинного разлома [17, стр. 19].

Рой, состоящий из более чем десяти микроземлетрясений с $M=0.3-2.1$, был зарегистрирован 9 и 10 февраля ближайшей сейсмической станцией «Возрождение» в 18 км к северу от Архипо-Осиповки. Параметры гипоцентров определены по сети станций только для четырех из них: трех за 9 февраля в 22^h58^m с $K_p=7.1$, в 23^h00^m с $K_p=7.5$ и в 23^h25^m с $K_p=6.7$ и одного – за 10 февраля в 00^h23^m с $K_p=6.3$ [10]. Остальные обнаружены лишь на записях станции «Возрождение».

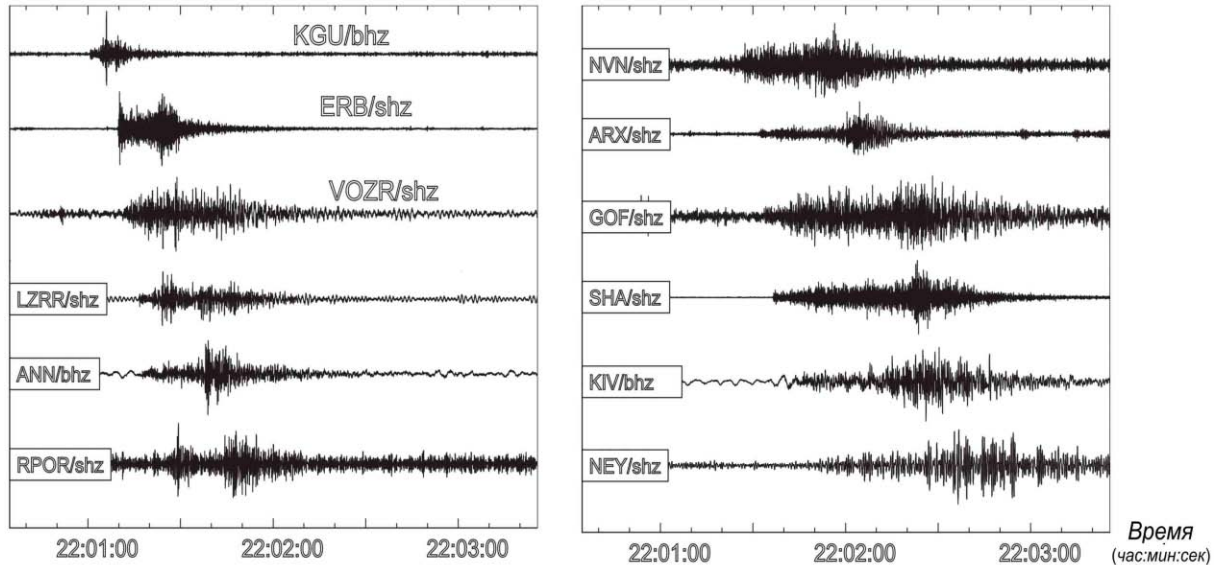


Рис. 8. Записи землетрясения 25.04.2012 г. в 22^h00^m с $K_p=9.0$

К северо-востоку от Сочи, в горах, произошли 22 землетрясения. Самое заметное ($K_p=9.2$) из них возникло 24 июля в 01^h46^m, а землетрясение 18 июля в 02^h10^m с $K_p=8.7$ ощущалось в Сочи с интенсивностью $I=2-3$ балла. В районе Красной Поляны зарегистрировано два небольших слабых роя: 2–3 января и 15–16 июня (табл. 7), не представляющих опасности для строящихся объектов Олимпийских Игр 2014 г.

Таблица 7. События роев землетрясений возле Красной Поляны в 2012 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	02.01	23 36 14.2	43.78	40.09	7	5.8	5	03.01	05 20 36.0	43.68	40.14	18	7.0
2	02.01	23 36 36.7	43.63	40.14	9	7.6	6	15.06	14 30 56.8	43.79	40.07	11	4.9
3	03.01	01 02 05.7	43.63	40.13	10	8.0	7	16.06	03 07 16.5	43.58	40.30	5	4.8
4	03.01	01 55 23.1	43.70	40.10	4	6.8	8	16.06	05 30 27.5	43.67	40.06	21	5.1

В пределах **Ставропольского края** зарегистрировано 100 землетрясений с $K_p=2.6-11.2$. Основная их часть локализовалась на юге края, в основном вблизи границ Карачаево-Черкесии и Кабардино-Балкарии. Два самых значительных по энергии землетрясения произошли в Эльбрусско-Минераловодской области Северного Кавказа: 2 мая в 00^h44^m $K_p=11.2$ с эпицентром вблизи с. Заветное и поэтому получившее название Заветненское; 15 декабря в 05^h51^m с $K_p=10.8$ вблизи с. Воровсколеское, названное Воровсколесским. Оба они ощущались в населенных пунктах от 2 до 4 баллов. Подробная информация о них публикуется в [27]. Еще одно ощутимое землетрясение возникло 24 августа в 04^h14^m с $K_p=9.1$ и ощущалось в Моздоке с $I=3$ балла [10].

В **Карачаево-Черкесской Республике** зарегистрировано 26 землетрясений с $K_p=2.9-9.4$ и 31 промышленный взрыв с $K_p=3.9-7.4$, произведенных в карьерах вблизи Усть-Джегуты и Карачаевска в рабочие дни недели, в период с 10 по 14 часов по Гринвичу.

Наиболее заметное ($K_p=9.4$) землетрясение произошло 21 января в 00^h49^m в горах между пос. Теберда (8 км к югу) и Домбай (12 км к северу). За ним последовал афтершок в 01^h09^m с $K_p=8.0$. Четыре землетрясения с $K_p=5.3-7.5$ зарегистрировано в 20 км западнее Домбая. Возможно, это продолжение активизации в этом районе, начатое в 2011 г. [3].

На территории **Кабардино-Балкарской Республики** возникло еще большее число ($N=101$) слабых землетрясений, нежели в Карачаево-Черкесской Республике. Относительно сильные ($K_p=9.6$) два землетрясения произошли 1 февраля в 04^h28^m в 2 км к югу-западу от пос. Кичмалка и 28 февраля в 23^h35^m – в 8 км к востоку от Кичмалка. Оба землетрясения ощущались: первое в пос. Кичмалка с $I=4$ балла, в Кисловодске –3–4 балла, второе – в Залукокоаже (18 км) с $I=3$ балла. Эпицентры значительной части землетрясений приурочены к зоне Нальчикского глубинного разлома, являющегося частью Армави́ро-Ессенту́кского разлома, продолжающегося на территорию республики из Ставропольского края.

В 15-км удалении от вершины Эльбруса зарегистрировано четыре слабых землетрясения с $K_p=3.4$ –6.4. Пример записи такого события 20 июля в 22^h42^m с $K_p=6.4$ на двух наиболее чувствительных станциях «Нейтрино» и «Шиджатмаз» показан на рис. 9. Ранее, в [28, 29], приводились результаты сейсмического мониторинга группой датчиков, установленных в штольне и составляющих локальную группу «Нейтрино», которые выявили очаг с проявлением микросейсмичности с M от (–2.1) до 1.1, расположенный на юго-восток от штольни. Однако эпицентры, полученные в основном по данным лаборатории сейсмического мониторинга Кавказских Минеральных Вод, не относятся к этому очагу.

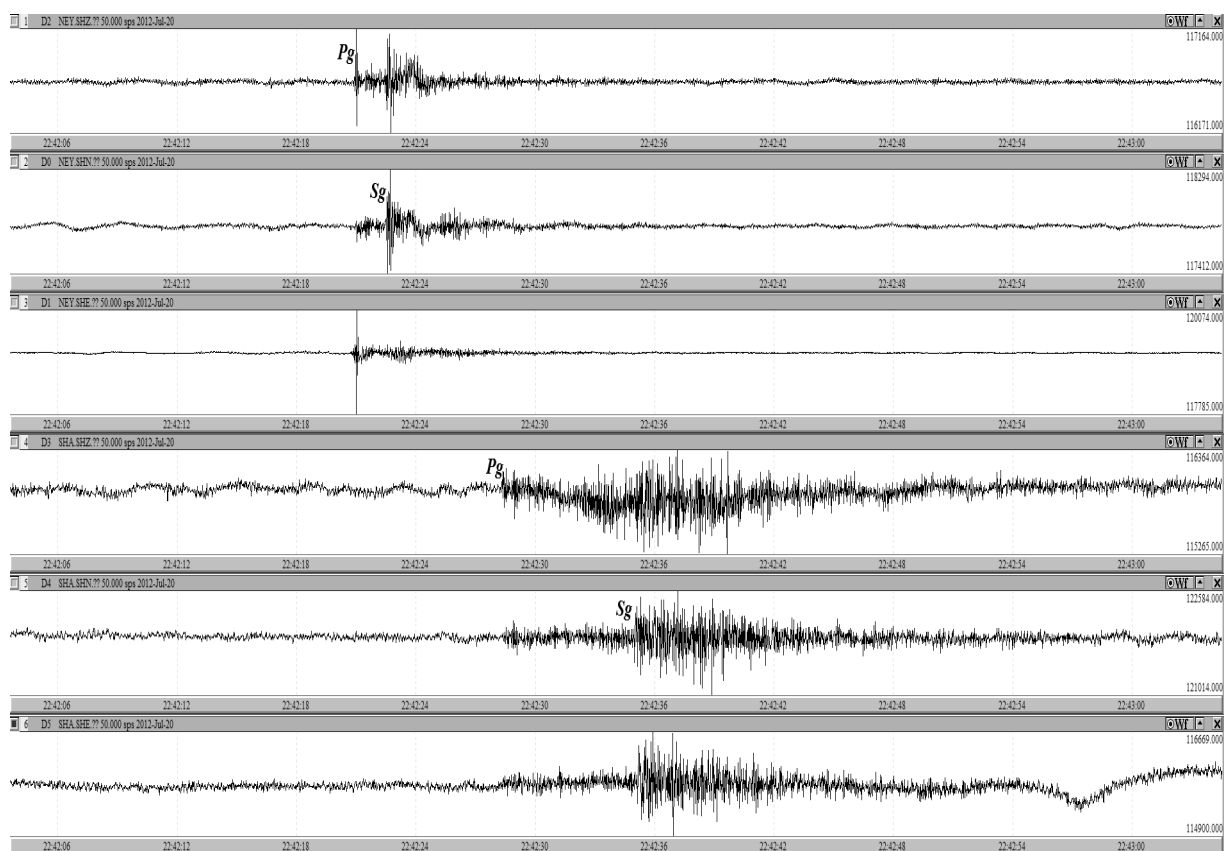


Рис. 9. Трехкомпонентные записи землетрясения 20 июля в 22^h42^m с $K_p=6.4$ вблизи Эльбруса станциями «Нейтрино» и «Шиджатмаз»

По данным лаборатории сейсмического мониторинга Кавказских минеральных вод, на территории республики зарегистрировано четыре события с энергетическим классом $K_p=5.8$ –6.2, отнесенные по ряду признаков к возможно промышленным взрывам. Их проведение возможно связано со строительством дорог и тоннелей в 15 км к западу от Нальчика.

На территории **Республики Северная Осетия–Алания (РСО-А)** зарегистрировано 97 землетрясений с $K_p=3.8$ –7.9, 87 из которых – слабые, с $K_p<7$. Некоторые из них образовывали короткие по времени и числу рои. Например: рой с 4 декабря по 6 декабря с $K_p=5.0$ –6.5 (табл. 8) в Осетинской впадине Терско-Каспийского прогиба в пределах речной долины Ардона. В 2011 г. заметным здесь было землетрясение 26 декабря в 23^h09^m $K_p=8.5$ с эпицентром в северной части Алагира, в 10 км южнее этого роя.

Таблица 8. События роя землетрясений возле Ардона в 2012 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	04.12	00 43 16.9	43.14	44.29	16	6.5	7	05.12	23 51 50.2	43.15	44.31	11	5.4
2	04.12	00 46 44.9	43.15	44.31	11	5.7	8	06.12	01 00 00.6	43.13	44.30	10	5.3
3	04.12	00 47 06.1	43.15	44.30	12	5.8	9	06.12	01 40 18.4	43.16	44.30	13	4.6
4	04.12	09 57 23.3	43.15	44.30	13	5.5	10	06.12	01 40 26.1	43.17	44.31	13	5.0
5	05.12	23 01 42.7	43.14	44.29	11	6.2	11	06.12	06 16 25.8	43.15	44.33	12	5.4
6	05.12	23 40 49.2	43.15	44.28	11	5.5							

Высокая плотность эпицентров (рис. 2) традиционно имеет место на территории Грузии в очаговой зоне Рача-Джавского землетрясения [30], приграничной к Осетии-Алании с юго-востока. Здесь 07.09.2009 г. произошло сильное Онийское землетрясение с $MS=5.8$ [31], за которым последовал мощный афтершоковый процесс, продолжившийся в 2010 г. и в 2011 г. В 2012 г. в этой зоне установился фоновый режим, зарегистрировано 139 землетрясений с $K_p=4.3-9.5$ (включая события на территории Грузии). Немного восточнее в приграничной территории Грузии 20 июля в 13^h51^m зарегистрировано относительно сильное землетрясение с $K_p=11.1$ (рис. 10).

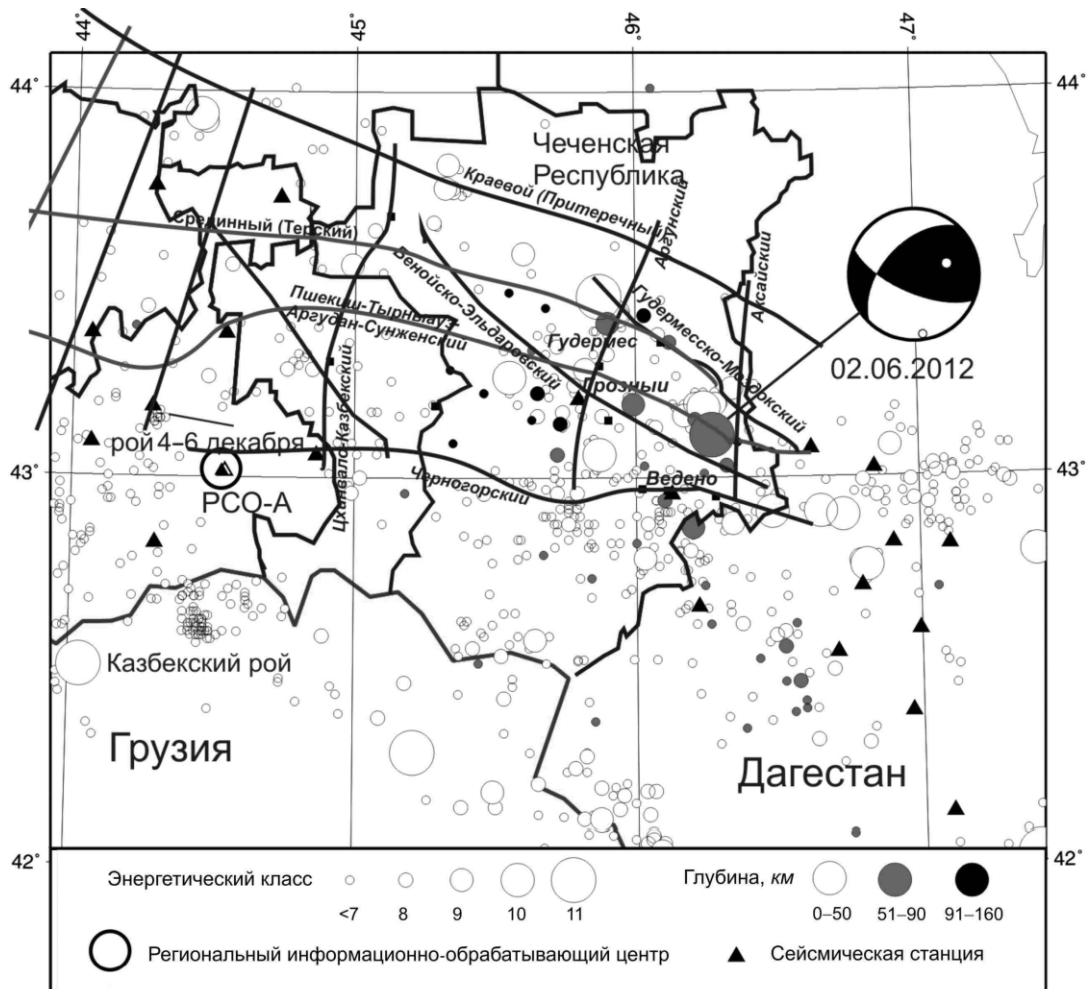


Рис. 10. Сейсмичность территорий Северной Осетии-Алании, Ингушетии, Чеченской Республики и части Дагестана в 2012 г. на фоне глубинных разломов по [32]

Рой в 2012 г., в отличие от расположения эпицентров слабых событий возле вулканической области Казбека в 2010–2011 гг., сместился к югу на территорию Грузии (рис. 10). В течение года здесь произошло более 70 землетрясений с $K_p=4.2-7.5$, большая часть которых обработана в Северо-Осетинском филиале ФИЦ ЕГС РАН с $K_p=6.5-7.0$. События имеют специфическую запись,

для которой характерна поверхностная волна с самого начала записи, нечетко выделяемая S-волна (рис. 11). Такая запись свойственна событиям оползневой характера и связана, вероятно, со срывами ледового покрытия или другими близповерхностными явлениями.

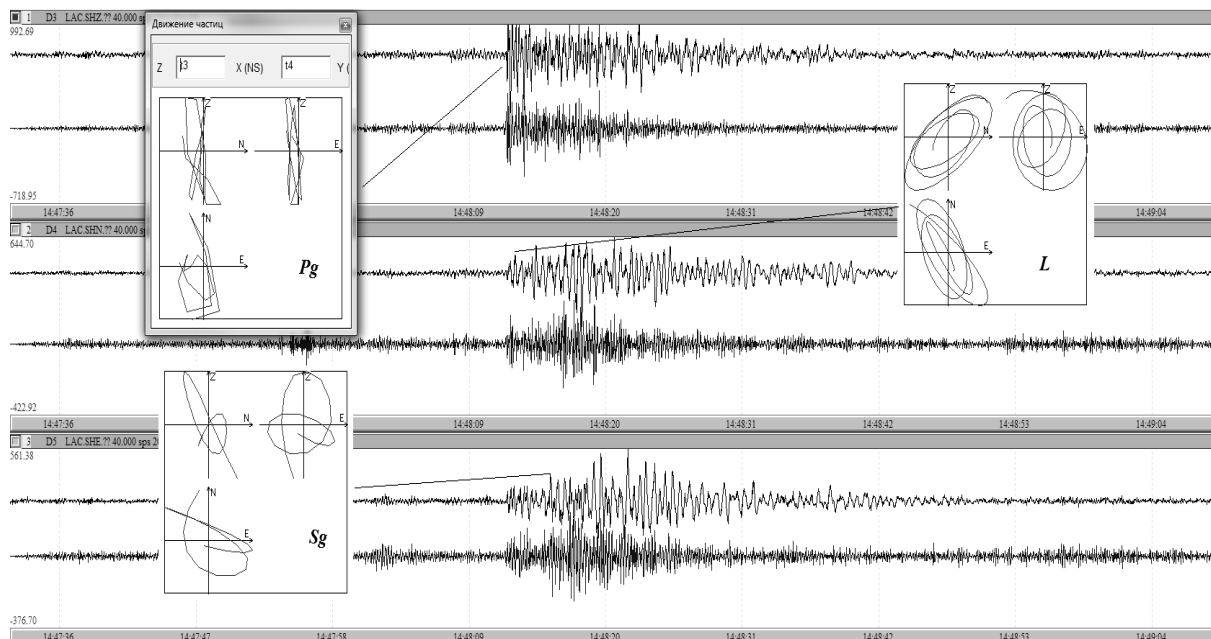


Рис. 11. Трехкомпонентная запись события вблизи Казбека (верхняя запись для каждой станции – оригинальная сейсмограмма, нижняя – фильтрованная в полосе 2–8 Гц) и графики движения частиц, характеризующих поляризацию колебаний в сейсмических фазах

Сейсмичность территории Республики **Ингушетия** была заметно слабее, чем в 2011 г. [3], здесь зарегистрировано 40 землетрясений с $K_p=5.7-8.5$ [10]. Коровая сейсмичность регистрировалась вдоль Цхинвало-Казбекского разлома и диагонального к нему разлома (рис. 10).

На территории **Чеченской Республики** в 2012 г. зарегистрированы 253 землетрясения с $K_p=4.1-11.3$ с очагами в основном в земной коре, однако более 9 % зарегистрированных землетрясений имели промежуточные глубины $h=64-130$ км [10].

В эпицентральной области Курчалойского землетрясения 11.10.2008 г. с $M_w=5.8$ [33] восстановился фоновый режим. Севернее Гудермеса, в тектоническом узле на пересечении поперечного Аргунского разлома с Срединным (Терским), 5 июля в 08^h49^m произошло землетрясение с $K_p=10.7$. Оно ощущалось в Грозном с $I=2-3$ балла [20].

Самое сильное ($K_p=11.3$) из заглубленных землетрясение произошло 2 июня 00^h32^m с $h=80$ км. Оно приурочено к узлу пересечения Пшекиш-Тырныауз-Аргудан-Сунженского и диагонального Бенойско-Эльдаровского глубинных разломов. По данным ISC по выделенным глубинным фазам получена глубина $h_{pp}=89$ км [9]. Для этого землетрясения построен механизм (табл. 9) по знакам первых вступлений P-волн, выделенных на 26 региональных станциях (14 – «+», 12 – «-»). Согласно ему, землетрясение возникло под преобладающим воздействием напряжений сжатия, имеющих почти южную ($AZM=171^\circ$) ориентацию. Тип движения по нодальной плоскости $NP1$ – левосторонней сдвиг со взбросовой составляющей, по плоскости $NP2$ – правосторонний сдвиг-взброс (рис. 10). Простираение плоскости $NP1$ юго-западное ($STK_1=235^\circ$), $NP2$ – субширотное ($STK_2=113^\circ$).

Таблица 9. Параметры механизма очага землетрясения 2 июня 2012 г. в 00^h32^m с $K_p=11.3$ по [24]

№	Дата, д м	t_0 , ч мин с	h , км	K_p	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости					
					P		N		T		NP1			NP2		
					PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	SLIP	STK	DP	SLIP
1	02.06	00 32 22.1	80	11.3	9	171	42	270	46	71	223	51	30	113	67	137

В 2012 г. было зарегистрировано 21 землетрясение с промежуточными глубинами гипоцентров в интервале $h=71-130$ км при погрешности вычисления глубины $\delta h=\pm 10-15$ км (табл. 10). Только шесть из них имели глубины более 100 км, эпицентры их располагались вдоль диагональной Бенойско-Эльдаровской шовной зоны (рис. 10).

Таблица 10. Список землетрясений 2012 г. с промежуточными глубинами гипоцентров по [10]

№	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	01.02	09 14 42.3	43.01	46.24	73	7.3	12	08.06	02 25 40.0	43.14	45.73	91	7.8
2	15.02	16 52 40.3	43.42	46.03	125	7.6	13	22.06	13 37 23.9	43.35	46.12	82	7.8
3	05.03	20 26 46.8	42.80	45.67	71	6.5	14	30.06	22 58 16.7	43.48	45.55	106	6.8
4	27.03	20 19 56.3	42.74	45.84	76	7.2	15	26.07	22 23 10.1	43.33	45.63	90	6.3
5	16.04	07 59 16.3	43.09	46.36	91	7.4	16	22.08	21 55 43.1	43.15	45.63	105	7.0
6	19.04	08 52 23.8	43.06	45.72	85	8.1	17	17.11	00 47 02.8	43.09	45.35	93	7.57
7	24.04	20 29 33.1	43.03	46.03	89	6.7	18	17.11	09 30 16.5	43.15	46.21	78	7.6
8	01.05	03 09 48.8	43.44	45.68	105	7.1	19	25.11	05 31 40.8	43.22	45.46	130	7.1
9	12.05	10 53 09.6	43.19	45.99	76	8.9	20	04.12	10 45 49.9	42.94	46.10	81	7.6
10	15.05	00 00 51.9	43.03	46.32	79	8.2	21	09.12	22 15 01.3	43.22	45.65	108	7.9
11	02.06	00 32 22.1	43.11	46.27	80	11.3							

На территории Республики Дагестан зарегистрировано 316 землетрясений с $K_p=4.2-10.6$. Самое сильное ($K_p=10.6$) из них произошло 28 мая в 07^h51^m в горной местности вблизи с. Кули (12 км к востоку от него). Три землетрясения с $K_p=9.8-10.3$ ощущались в населенных пунктах Дагестана с интенсивностью от 2–3-х до 4-х баллов [10, 20]. Значительно больший макросейсмический эффект на территории южного Дагестана вызвало Загатальское семибалльное землетрясение 7 мая в 04^h40^m с $M_{WGCMT}=5.6$ [19, 34]. В ряде населенных пунктов, удаленных на 38–70 км от эпицентра, были зафиксированы 5–6 балльные сотрясения. По представленным в [34] макросейсмическим данным и макросейсмическому эпицентру, полученному в [19], построен график затухания макросейсмической энергии на территории Дагестана (рис. 12). Как видно из рисунка, наблюдаемые данные хорошо описываются уравнением с коэффициентами, полученными ранее для территории Дагестана [35], кстати, оно же использовалось и при описании эффекта Курчалойского землетрясения 11.10.2008 [32].

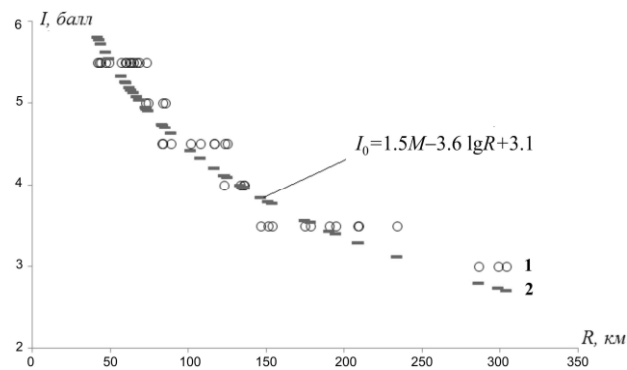


Рис. 12. График затухания интенсивности I сотрясений Загатальского землетрясения 7 мая 2012 г. в приграничной зоне Дагестана от гипоцентрального расстояния r до макросейсмического эпицентра с $\varphi_m=41.50^\circ N$, $\lambda_m=46.69^\circ E$, $h=14$ км из [19]

1 – наблюдаемые данные на территории Дагестана; 2 – кривая закона затухания по формуле $I=1.5 M-3.6 \lg r+3.1$ из [35].

Более подробно сейсмичность Дагестана и прилегающего к нему Каспийского моря изложена в отдельной статье наст. ежегодника [34].

В целом, по уровню выделившейся сейсмической энергии сейсмичность территории Северного Кавказа в 2012 г. [3], так же, как и в 2011 г. [2], охарактеризована в соответствии со шкалой уровня сейсмичности «СОУС'09» [36] как «фоновая средняя» в сравнении с предваряющим 51-летним периодом наблюдений с 1962 г. по 2012 г.

Л и т е р а т у р а

1. Габсатарова И.П., Артёмова Е.В., Головкова Л.В. Северный Кавказ // Землетрясения Северной Евразии, 2009 год. – Обнинск: ГС РАН, 2015. – С. 86–96.
2. Габсатарова И.П., Артёмова Е.В., Каменская Л.В., Гарькуша А.П. Северный Кавказ // Землетрясения Северной Евразии, 2010 год. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2015. – С. 105–113.
3. Габсатарова И.П., Головкова Л.В., Девяткина Л.В., Артёмова Е.В., Лещук Н.М., Каменская Л.В., Селиванова Е.А., Цирихова Г.В. Северный Кавказ // Землетрясения Северной Евразии, 2011 год. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – С. 76–86.
4. Габсатарова И.П., Даниялов М.Г., Мехрюшев Д.Ю., Погода Э.В., Янков А.Ю. I. Результаты сейсмического мониторинга различных регионов России. I.2. Северный Кавказ // Землетрясения России в 2012 году. – Обнинск: ГС РАН, 2013. – С. 16–21.
5. Мехрюшев Д.Ю., Янков А.Ю., Погода Э.В., Даниялов М.Г., Габсатарова И.П., Пойгина С.Г. (сост.). Сейсмические станции ФИЦ ЕГС РАН, работавшие на территории Северного Кавказа в 2012 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.
6. Мехрюшев Д.Ю., Янков А.Ю., Погода Э.В., Даниялов М.Г., Габсатарова И.П., Пойгина С.Г. (сост.). Сейсмические станции ГС РАН, работавшие на территории Северного Кавказа в 2011 г. // Землетрясения Северной Евразии, 2011 год. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – Приложение на CD_ROM.
7. Банк данных «Сейсмические станции» [Электронный ресурс] // Обнинск: Фонды ГС РАН, 2016. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/new/struct/>
8. Козиненко Н.М., Свидлова В.А., Сыкчина З.Н. (отв. сост.), Антониюк Г.П., Антониюк В.А., Бондарь М.Н., Курьянова И.В., Лукьянова Ж.Н., Подвинцев А.В., Росляков А.В. Каталог и подробные данные о землетрясениях Крымско-Черноморского региона за 2012 г. // Сейсмологический бюллетень Украины за 2012 год. – Севастополь: НПП «Экоси-Гидрофизика. 2013. – С. 57–85.
9. International Seismological Centre, Thatcham, Berkshire, United Kingdom, 2015 [Сайт]. – URL: <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/bulletin/>
10. Габсатарова И.П., Амиров С.Р., Девяткина Л.В., Цирихова Г.В. (отв. сост.), Александрова Л.И., Артёмова Е.В., Багаева С.С., Гамидова А.М., Гричуха К.В., Головкова Л.В., Иванова Л.Е., Калугина И.Ю., Королецки Л.Н., Косая В.В., Лещук Н.М., Мусалаева З.А., Перевозникова Я.Н., Петросян Э.Н., Сагателова Е.Ю., Селиванова Е.А. (сост.). Каталог землетрясений и взрывов Северного Кавказа за 2012 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.
11. Габсатарова И.П., Карпович Е.А., Королецки Л.Н., Войтова А.С., Каменская О.П. Восточно-Черноморское землетрясение 23 декабря 2012 г. с $K_p=14.1$, $M_{w\text{per}}=6.0$, $M_{\text{ГСМТ}}=5.8$, $I_0=6-7$ (Чёрное море, Абхазия) // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – С. 433–443.
12. Габсатарова И.П. Исследование пространственно-временных особенностей сейсмичности на Северном Кавказе. Дис. на соиск. уч. степ. канд. ф.-м. наук. – М.: ИФЗ РАН, 2011. – 178 с.
13. Цхакая А.Д., Джигладзе 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.
14. Габсатарова И.П., Селиванова Е.А., Малянова Л.С. Северный Кавказ // Землетрясения Северной Евразии, 2007 год. – Обнинск: ГС РАН, 2013. – С. 100–116.
15. Раутиан Т.Г. Энергия землетрясений // Методы детального изучения сейсмичности. Труды ИФЗ АН СССР; № 9(176). – М.: ИФЗ АН СССР, 1960. – С. 75–114.
16. Ризниченко Ю.В. Проблемы сейсмологии. Избранные труды. – М.: Наука, 1985. – 408 с.
17. Рогожин Е.А., Овсяченко А.Н., Лютиков А.И., Собисевич А.Л., Собисевич Л.Е., Горбатилов А.В. Эндогенные опасности Большого Кавказа. – М.: ИФЗ РАН, 2014. – 256 с.
18. Саидов О.А. О сейсмичности территории Чиркейско-Ирганайского узла Сулакского каскада ГЭС // Геология и геофизика Юга России. – 2016. – № 4. – С. 111–119.
19. Етирмишли Г.Д., Казымова С.Э., Исмаилова С.С., Гаравелиев Э.С. Загатальское-III землетрясение 7 мая 2012 г. в $04^{\text{h}}40^{\text{m}}$ с $K_p=13.2$, $M_{L\text{Азр}}=5.6$, $M_w=5.6$, $I_0=7$ и Загатальское-IV в $14^{\text{h}}15^{\text{m}}$ с $K_p=13.3$,

- $M_{L_{\text{Азр}}}=5.7$, $M_w=5.3$, $I_0=7$ (Азербайджан) // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – С. 332–344.
20. **Габсатарова И.П. (отв. сост.), Якушева В.Н., Бяков А.Ю., Иванова Л.Е., Девяткина Л.В., Асманов О.А., Пономарёва Н.Л., Карпович Е.А., Артёмова Е.В., Лукаш Н.А. (сост.).** Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений Северного Кавказа в 2012 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.
 21. **Медведев С.В. (Москва), Шпонхойер В. (Иена), Карник В. (Прага).** Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
 22. **Габсатарова И.П., Пойгина С.Г. (отв. сост.), Артемова Е.В., Лукаш Н.А. (сост.).** Сведения о пунктах, для которых имеется информация о макросейсмических проявлениях ощутимых землетрясений Северного Кавказа за 2012 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.
 23. **Малянова Л.С., Габсатарова И.П.** Спектральные и очаговые параметры землетрясений Северного Кавказа // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – С. 294–301.
 24. **Габсатарова И.П., Малянова Л.С. (сост.).** Каталог механизмов очагов землетрясений Северного Кавказа за 2012 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.
 25. **Габсатарова И.П., Малянова Л.С., Селиванова Е.А., Якушева В.Н.** Су-Псехское землетрясение 10 декабря 2012 г. с $K_p=12.5$, $M_{w_{\text{рег}}}=4.3$, $I_0^p=5-6$ (Анапский сейсмоактивный район) // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – С. 420–432.
 26. **Специализированный каталог** землетрясений Северной Евразии для общего сейсмического районирования территории Российской Федерации (СКЗ ОСР-2012) / Отв. ред. В.И. Уломов – URL: http://seismorus.ru/eq/spec_catalog
 27. **Габсатарова И.П., Королецки Л.Н., Иванова Л.Е., Селиванова Е.А.** Землетрясения Заветненское 2 мая 2012 г. с $K_p=12.2$, $M_{w_{\text{рег}}}=4.3$, $I_0^p=5$ и Воровсколеское-II 15 декабря 2012 г. с $K_p=10.8$, $M_{w_{\text{рег}}}=4.2$, $I_0^p=4$ (Ставропольский край) // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – С. 323–331.
 28. **Маловичко А.А., Бутырин П.Г., Верховланцева Т.В., Верховланцев Ф.Г., Шулаков Д.Ю.** Результаты микросейсмических наблюдений на территории Баксанской нейтринной обсерватории // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Седьмой Международной сейсмологической школы. – Обнинск: ГС РАН, 2012. – С. 169–174.
 29. **Маловичко А.А., Шулаков Д.Ю., Дударов З.И., Долов С.М.** Мониторинг сейсмичности Эльбрусского вулканического центра по данным локальной группы «Нейтрино» // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Двенадцатой Международной сейсмологической школы. – Обнинск: ГС РАН, 2017. – С. 213–216.
 30. **Габсатарова И.П., Захарова А.И., Старовойт О.Е., Чепкунас Л.С.** Каталог Рачинского землетрясения 29 апреля 1991 г. и его афтершоков. Препринт. – Обнинск, 1992. – 40 с.
 31. **Габсатарова И.П., Головкова Л.В., Селиванова Е.А.** Онийское-II землетрясение 7 сентября 2009 г. с $MS=5.8$, $I_0^p=6-7$ (Грузия) // Землетрясения Северной Евразии, 2009 год. – Обнинск: ГС РАН, 2015. – С. 324–332.
 32. **Милановский Е.Е., Расцветаев Л.М., Кухмазов С.У., Бирман А.С., Курдин Н.Н., Симако В.Г., Тверитинова Т.Ю.** Новейшая геодинамика Эльбруско-Минераловодской области Северного Кавказа // Геодинамика Кавказа. – М.: Наука, 1989. – С. 99–105.
 33. **Габсатарова И.П.** Инструментальные параметры очага Курчалойского землетрясения 11 октября 2008 г. с $K_p=14.5$, $M_w=5.8$, $I_0=7-8$ (Чеченская республика) // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 433–447.
 34. **Адилов З.А., Асманов О.А., Даниялов М.Г.** Дагестан // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – С. 72–78.
 35. **Шебалин Н.В.** Коэффициенты уравнения макросейсмического поля по регионам // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 30.
 36. **Салтыков В.А., Кравченко Н.М., Пойгина С.Г.** Оценка уровня сейсмической активности регионов России // Землетрясения России в 2007 г. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 49–55.