

## СЕВЕРНЫЙ КАВКАЗ

И.П. Габсатарова, Е.А. Селиванова, Л.В. Девяткина, Л.В. Головкова

Геофизическая служба РАН, г. Обнинск, ira@gsras.ru

Сейсмический мониторинг Северного Кавказа проводился в 2006 г., как и ранее [1–3], на территории нескольких административных его единиц – Краснодарского и Ставропольского краев, Кабардино-Балкарии, Республики Ингушетия и Чеченской Республики, Республики Северная Осетия–Алания, Дагестана, а также акваторий Черного и Каспийского морей. Северный Кавказ является наиболее сейсмоактивным в европейской части Российской Федерации и, в свою очередь входит в состав Альпийско-Гималайского сейсмоактивного пояса, одного из активнейших на земном шаре.

**Сейсмическая сеть** в 2006 г. в регионе в целом [4], включая станции Дагестана, которые описаны в статье [5] наст. сб., представлена в табл. 1, 2, из которых видно, что она расширилась в пределах территорий Карачаево-Черкесской Республики («Архыз» и «Домбай») и Кабардино-Балкарской Республики («Нальчик»). Станция «Нальчик» была открыта 24 июля на базе Кабардино-Балкарского государственного университета и вошла в сеть лаборатории Кавказских Минеральных Вод ГС РАН (код этой сети CMWS). Две станции – «Домбай» и «Архыз» [6], открытые 25 октября и 17 ноября соответственно, существенно расширили и уплотнили сеть центральной части Северного Кавказа.

**Таблица 1.** Сейсмические станции ГС РАН в хронологии их открытия в аналоговом и/или цифровом варианте, работающие на территории Северного Кавказа в 2006 г.

№	Станция			Начало работы станции		Координаты			Тип ЦСС	Тип с/ст	Код сети
	Название	Код		аналоговой	цифровой	φ°, N.	λ°, E	h, м			
		межд.	рег.								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Пятигорск	PYA		16.10.1909	23.05.2003	44.041	43.075	571	SDAS	ц	CMWS
2	Сочи	SOC		01.01.1928		43.583	39.72	155			
				01.08.1963	06.07.2001	43.570	39.763	180	SDAS	ц	OBN
3	Махачкала	MAK		08.12.1951	13.11.2004	42.946	47.504	42	SDAS	a+ц	OBN
4	Анапа	ANN		07.03.1968	11.07.2002	44.881	37.314	58	SDAS	ц	OBN
5	Белый Уголь	BEYR	BEY	01.12.1972	23.05.2003	44.012	42.818	681	SDAS	ц	OBN
6	Буйнакск	BUIK	BUI	18.07.1973– 16.12.1997		42.81	47.13	400		a	DRS
				13.09.2000		42.928	47.108	480			
7	Ахты	AKT	ANT	04.06.1974		41.478	47.717	1200		a	DRS
8	Дылым	DLMR	DLM	08.09.1974		43.069	46.618	600		a	DRS
9	Дубки	DBC	DBC	01.03.1975	16.10.2005	43.019	46.839	900		a+ц	DRS
10	Дербент	DRN	DRN	25.06.1975		42.022	48.331	–20		a	DRS
11	Сергокала	SGKR	SGK	01.12.1981		42.460	47.658	500		a	DRS
12	Унцукуль	UNCR	UNC	01.02.1984		42.714	46.794	650		a	DRS
13	Кумух	KMKR	KUM	01.04.1985		42.131	47.099	1950		a	DRS
14	Касумкент	KSMR	KSM	01.10.1987		41.603	48.128	840		a	DRS
15	Кисловодск	KIV			14.09.1988	43.956	42.689	1210	IRIS	ц	OBN
					(перенесена 03.02.1994)	43.955	42.686	1054			
16	Аракани	ARKR	ARK	08.02.1989		42.602	46.994	750		a	DRS
17	Куба-Таба	KUBR	Kub		01.01.1990– 27.06.2009	43.800	43.410	665	PCC	ц	OBN
					10.11.2006	43.817	43.408	687	SDAS	ц	OBN

№	Станция			Начало работы станции		Координаты			Тип ЦСС	Тип с/ст	Код сети
	Название	Код		аналоговой	цифровой	φ°, N.	λ°, E	h, м			
		межд.	рег.								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
18	Кисловодская группа KVAR	KIV0			28.09.1992	43.956	42.695	1196	4-х элем. группа	ц	OBN
		KIV1				43.957	42.695	1196			
		KIV2				43.955	42.697	1196			
		KIV3				43.955	42.694	1196			
19	Хунзах	XNZR	XNZ	17.01.1992		42.545	46.705	1640		а	DRS
20	Гофицкое	GOF		11.03.1994	13.12.2004	45.058	43.043	293	SDAS	а+ц	OBN
21	Ботлих	BTLR	BTL	19.11.1994		42.665	46.219	870		а	DRS
22	Цей	ZEI	ZEI	(1984)		42.770	43.898	2100		а	
				17.10.1988	23.05.2003	42.788	43.901	1926	SDAS	ц	NORS
23	Шиджатмаз	SHAR	Sha		21.09.1995	43.743	42.669	2096	PCC	ц	CMWS
24	Уркарах	URKR	URK	01.02.1998		42.165	47.632	1300		а	DRS
25	Каранай	KRNR	KRN	04.04.1998		42.827	46.907	1150		а	DRS
26	Гуниб	GNBR	GNB	07.07.1999		42.389	46.964	800		а	DRS
27	Манас	MNSR	MNS	28.12.1999		42.703	47.719	-20		а	DRS
28	Владикавказ	VLKR	VLK		12.08.2000	43.047	44.677	684	SDAS	ц	NORS
29	Ардон	ARNR	AD2		31.01.2001	43.189	44.279	428	SDAS	ц	NORS
30	Цудахар	–	CDHR	01.07.2004 (закрыта 11.01.2006)		42.340	47.170	1040		а	DRS
31	Дигорское ущелье	DIGR	DIG		01.07.2004	42.899	43.581	1907	SDAS	ц	NORS
32	Лац	LACR	LAC		23.07.2004	42.826	44.296	1287	SDAS	ц	NORS
33	Лескен	LSNR	LSN		04.08.2004	43.274	43.816	694	SDAS	ц	NORS
34	Притеречная	PRTR	PRT		08.08.2005	43.752	44.282	136	SDAS	ц	NORS
35	Терская	TRKR	TRK		09.08.2005	43.723	44.732	141	SDAS	ц	NORS
36	Комсомольская	KMSR	KMS		11.08.2005	43.371	44.292	348	SDAS	ц	NORS
37	Кора	KORR	KOR		03.11.2005	43.086	44.068	621	SDAS	ц	NORS
38	Ботакоюрт	BTKR	BTK		02.12.2005	43.372	44.542	597	SDAS	ц	NORS
39	Сунжа	SNJR	SNJ		26.12.2005	43.069	44.812	671	SDAS	ц	NORS
40	Домбай	DOMR	DOMR		25.10.2006	43.292	41.624	1608	SDAS	ц	CMWS
41	Архыз	–	ARXR		17.11.2006	43.562	41.275	1501	SDAS	ц	CMWS
42	Нальчик	NCK	NCK		24.07.2006	43.496	43.596	500	SDAS	ц	CMWS

Примечание. Сокращения в графе 11 означают тип сейсмической станции: а – аналоговая; а+ц – аналоговая и параллельно цифровая; ц – цифровая.

Таблица 2. Данные об аппаратуре цифровых станций Северного Кавказа в 2006 г. по [7, 8]

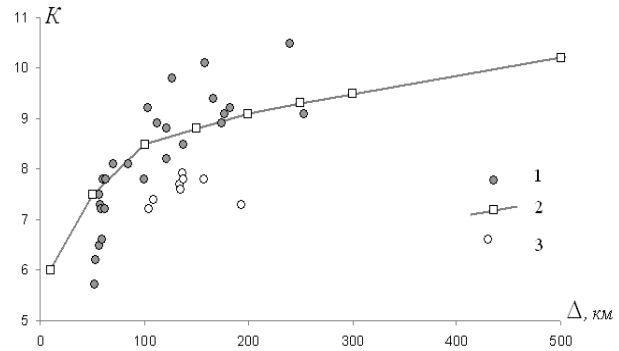
№	Название станции	Тип АЦП и датчика	Перечень имеющихся каналов и их характеристики	Частотный диапазон, Гц	Частота опроса данных, Гц	Эффективная разрядность АЦП	Чувствительность, велосиграф – отсчет/(м/с), акселерограф – отсчет/(м/с <sup>2</sup> )
1	Анапа	SDAS+CM-3-OC	BH (N, Z, E) v	0.02–7	20	16	8.2·10 <sup>9</sup>
			BL (N, Z, E) v	0.02–7	20	16	2.6·10 <sup>8</sup>
2	Архыз	SDAS+CM-3-KB	EH (Z, N, E) v	0.5–16	40	16	5.3·10 <sup>8</sup>
			EL (Z, N, E) v	0.5–16	40	16	1.7·10 <sup>7</sup>
3	Белый Уголь	SDAS+Kinometrics	BH (N, Z, E) v	0.2–16	40	16	1.6·10 <sup>10</sup>
			BL (N, Z, E) v	0.2–16	40	16	1.2·10 <sup>8</sup>
4	Гофицкое	SDAS+CM-3-KB	SH (N, Z, E) v	0.5–30	100	16	5.0·10 <sup>8</sup>
			SL (N, Z, E) v	0.5–16	40	16	1.6·10 <sup>7</sup>

№	Название станции	Тип АЦП и датчика	Перечень имеющихся каналов и их характеристики	Частотный диапазон, Гц	Частота опроса данных, Гц	Эффективная разрядность АЦП	Чувствительность, велосиграф – отсчет/(м/с), акселерограф – отсчет/(м/с <sup>2</sup> )
5	Домбай	SDAS+CM-3-KB	SH (Z, N, E) v	0.5–16	40	16	5.3·10 <sup>8</sup>
			SL (Z, N, E) v	0.5–16	40	16	1.6·10 <sup>7</sup>
6	Кисловодск	IRIS МК-8+STS-1	BH (N, Z, E) v	0.0028–5	20	24	1.4·10 <sup>9</sup>
			LH (N,Z,E) v	0.0028–0.25	1	16	1.4·10 <sup>9</sup>
			VH (N,Z,E) v	0.0028–0.025	0.1	16	1.4·10 <sup>9</sup>
			VM (N,Z,E) v	0–0.0028	0.1	16	6.7·10 <sup>8</sup>
		МК-8+CMG-3Г	EG (N,Z,E) v	0.01–25	100	16	3.3·10 <sup>8</sup>
			LG (N,Z,E) v	0.01–25	100	16	5.0·10 <sup>6</sup>
МК-8+FBA-23	SH (N,Z,E) a	0–25	100	16	1.6·10 <sup>4</sup>		
	SL (N,Z,E) a	0–0.25	1	16	2.0·10 <sup>4</sup>		
7	Кисловодск	SDAS+CM-3-KB	(N, Z, E) v	0.5–20	50	16	
8	Кисловодская группа	МК-8+STS-2 (KIV <sub>0</sub> )	(N, Z, E) v	0.01–16	40	24	
			МК-8+GS-13 (KIV <sub>1,2,3</sub> )	(Z) v	1–16	40	24
9	Куба-Таба (Kub)	PCC+CM-3-KB	(N, Z, E) v	0.5–20	50	16	9.8·10 <sup>8</sup>
10	Куба-Таба (KBT)	SDAS+CM-3-KB	SH (Z, N, E) v	0.5–16	40	16	5.3·10 <sup>8</sup>
			SL (Z, N, E) v	0.5–16	40	16	1.5·10 <sup>8</sup>
11	Махачкала	SDAS+CM-3-OC	BH (N, Z, E) v	0.02–7	20	16	3.3·10 <sup>9</sup>
			BL (N, Z, E) v	0.02–7	20	16	1.0·10 <sup>7</sup>
		SDAS+CM-3-KB	SH (N, Z, E) v	0.5–16	40	16	9.9·10 <sup>7</sup>
			SL (N, Z, E) v	0.5–16	40	16	3.1·10 <sup>6</sup>
12	Нальчик	SDAS+CM-3-OC	BH (N, Z, E) v	0.02–7	20	16	3.7·10 <sup>8</sup>
			BL (N, Z, E) v	0.02–7	20	16	1.1·10 <sup>7</sup>
13	Сочи	SDAS+CM-3-OC	BH (N, Z, E) v	0.02–7	20	16	3.5·10 <sup>9</sup>
			BL (N, Z, E) v	0.02–7	20	16	2.2·10 <sup>8</sup>
14	Шиджатмаз	PCC+CM3–KB	(N, Z, E) v	0.5–20	50	16	1.2·10 <sup>9</sup>
15	Ардон	SDAS+CM-3-KB	SH (N, Z, E) v	0.5–17	40	16	5.2·10 <sup>8</sup>
			SL (N, Z, E) v	0.5–17	40	16	1.6·10 <sup>7</sup>
16	Владикавказ до 11.06.04	SDAS+CM-3-KB	SH (N, Z, E) v	0.5–17	40	16	6.7·10 <sup>8</sup>
	с 11.06.04	SDAS+CM-3-OC	SH (N, Z, E) v	0.5–17	40	16	2.0·10 <sup>7</sup>
17	Дигорское ущелье	SDAS+CM-3-KB	BH (N, Z, E) v	0.02–7	20	16	3.6·10 <sup>8</sup>
			BL (N, Z, E) v	0.02–7	20	16	1.1·10 <sup>8</sup>
18	Лац	SDAS+CM-3-KB	SH (N, Z, E) v	0.5–17	40	16	2.5·10 <sup>9</sup>
			SL (N, Z, E) v	0.5–17	40	16	7.9·10 <sup>7</sup>
19	Лескен	SDAS+CM-3-KB	SH (N, Z, E) v	0.5–17	40	16	5.2·10 <sup>8</sup>
			SL (N, Z, E) v	0.5–17	40	16	2.0·10 <sup>7</sup>
20	Цей	SDAS+CKM-3	SH (N, Z, E) v	0.5–17	40	16	2.4·10 <sup>9</sup>
			SL (N, Z, E) v	0.5–17	40	16	7.9·10 <sup>7</sup>
		SDAS+CM-3-OC	BH (N, Z, E) v	0.02–7	20	16	8.8·10 <sup>6</sup>
			SDAS+CM-3-KB	SH (N, Z, E) v	0.02–7	20	16
21	Комсомольская	SDAS+CM-3-KB	SH (N, Z, E) v	0.5–17	40	16	4.1·10 <sup>8</sup>
			SL (N, Z, E) v	0.5–17	40	16	3.2·10 <sup>6</sup>
22	Притерская	SDAS+ CM-3-KB	SH (N, Z, E) v	0.5–17	40	16	2.4·10 <sup>9</sup>
			SL (N, Z, E) v	0.5–17	40	16	7.6·10 <sup>7</sup>
23	Кора	SDAS+ CM-3-KB	SH (N, Z, E) v	0.5–17	50	16	2.4·10 <sup>9</sup>
			SL (N, Z, E) v	0.5–17	50	16	7.6·10 <sup>7</sup>
24	Батакоюрт	SDAS+CM-3-KB	SH (N, Z, E) v	0.5–17	50	16	2.4·10 <sup>9</sup>
			SL (N, Z, E) v	0.5–17	50	16	7.6·10 <sup>7</sup>
25	Сунжа	SDAS+CM-3-KB	SH (N, Z, E) v	0.5–17	50	16	2.4·10 <sup>9</sup>
			SL (N, Z, E) v	0.5–17	50	16	7.6·10 <sup>7</sup>

Указанные изменения пока существенным образом не повлияли на регистрационные возможности сети Северного Кавказа, т.к. две из новых станций были открыты в конце года и работали в экспериментальном режиме.

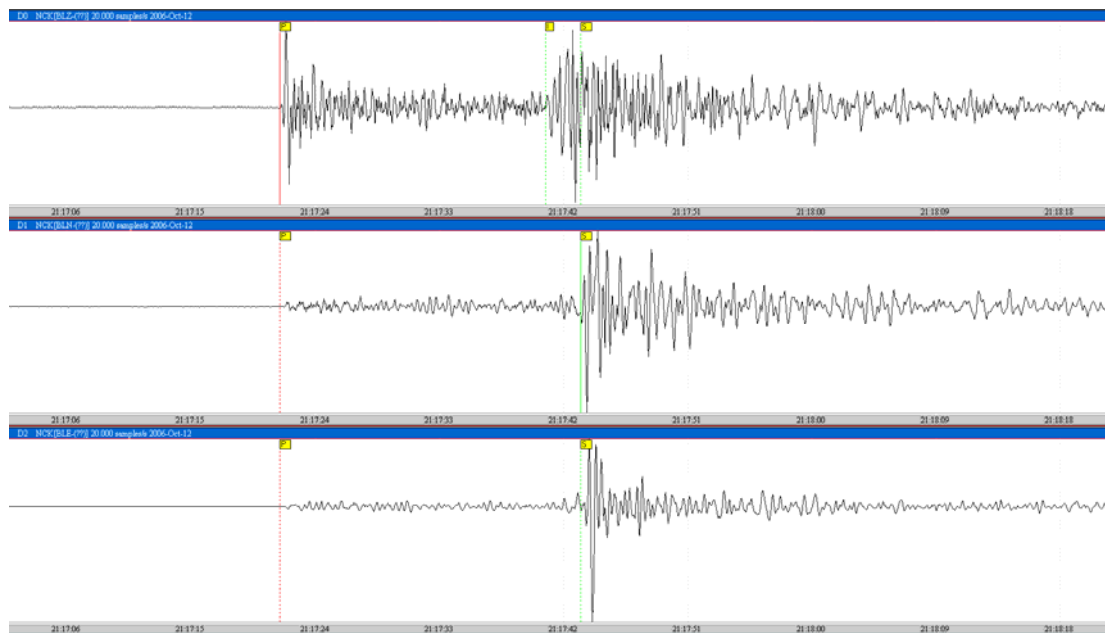
Данные станции «Нальчик» с сентября уже использовались в составлении каталога. Ею были зарегистрировано 31 землетрясение с  $K_p=5.7-10.5$  на расстояниях  $\Delta=50-250$  км. Наблюденные данные хорошо согласуются с теоретически рассчитанными значениями потенциальной дальности регистрации этой станции исходя из уровня микросейсмических шумов (рис. 1). Такая оценка была сделана в начале работы станции с использованием известной методики [9] расчета дальности регистрации землетрясений по уровню шума на станции. У части наблюдаемых землетрясений в каталоге были использованы только поперечные волны, хорошо выделяемые при полосовой фильтрации. Эти точки показаны на графике (рис. 1) полыми кружками, в отличие от залитых серым цветом, где использовались и продольные, и поперечные волны.

В целом по выполненным экспресс-оценкам на станции «Нальчик» уверенно запишутся землетрясения с  $K_p=8.0$  в области с  $\Delta \leq 100$  км, с  $K_p=8.5 - \Delta \leq 150$  км, с  $K_p=9.0 - \Delta \leq 220$  км. Ее положение на борту Кабардинской впадины Терско-Каспийского прогиба позволяет выделять по характерным особенностям землетрясения с промежуточными глубинами  $50 < h \leq 170$  км в Терско-Сунженской зоне: четким импульсным вступлениям  $P$ - и  $S$ -волн, кодовыми записями этих волн малой длительности, наличием сейсмической фазы обменной природы на вертикальной компоненте, опережающей на  $2.4^s$  вступление  $S$ -волны на горизонтальных компонентах (рис. 2).



**Рис. 1.** Сравнение расчетных значений дальности регистрации землетрясений станцией «Нальчик» (по уровню микросейсмического шума) и реально наблюдаемых (из каталога Северного Кавказа [10])

1 – наблюдаемые значения дальности регистрации при условии четкости вступлений  $P$ - и  $S$ -волн; 2 – расчетная по [9] кривая дальности регистрации; 3 – наблюдаемые значения дальности регистрации (выделены только  $S$ -волны).



**Рис. 2.** Трехкомпонентная запись землетрясения 12 октября в  $21^h 16^m$  с  $h=164$  км на станции «Нальчик»

При составлении каталога по Северному Кавказу для землетрясений в приграничных зонах дополнительно использовались данные шести станций Национальной сейсмической

службы Грузии («Тбилиси»-T12, «Делиси»-TBL, «Давид-Гареджи»-DGRG, «Гори»-GOR, «Мтацминда»-МТА, «Они»-ONI) и некоторых станций Сейсмологической службы НАН Азербайджана. Кроме того, использовались данные всех станций Крымской сети отдела сейсмологии Института геофизики НАН Украины [11]. Перечисленные материалы поступают в ГС РАН по обмену или заимствуются с сайта Международного сейсмологического центра ISC.

В результате сводной обработки на территории Северного Кавказа (включая Дагестан), внутри государственных границ России, а также в приграничной полосе шириной 30 км с соседними государствами – Грузией и Азербайджаном – были локализованы 1416 сейсмических событий с  $K_p=3.3-12.3$  [10]. Минимальный класс  $K_p=3.3$  характеризует землетрясение 2 июля в 01<sup>h</sup>01<sup>m</sup> в Ставропольском крае. Максимальный энергетический класс в каталоге равен  $K_p=12.3$  и соответствует двум землетрясениям, одно из которых локализовано за пределами Российской Федерации и произошло 6 февраля в 04<sup>h</sup>08<sup>m</sup> в приграничном районе Грузии (на глубине  $h=12$  км по [10],  $h^*_{рр}=24$  км – по [12]) и названо Онийским, другое – 11 сентября в 02<sup>h</sup>23<sup>m</sup> с  $h=9$  км – в прибрежной части Каспийского моря.

Трем землетрясениям – Суворовскому в Ставропольском крае, 22 июля в 07<sup>h</sup>55<sup>m</sup> с  $K_p=11.3$ , Осипенковскому (Бердянскому) на Украине, 31 июля в 09<sup>h</sup>04<sup>m</sup> с  $K_p=9.8$  и Новокаякентскому в Каспийском море, 11 сентября в 02<sup>h</sup>23<sup>m</sup> с  $K_p=12.3$  – с максимальной интенсивностью сотрясений  $I_0$  до 5 баллов посвящены отдельные статьи [13–15]. Онийскому землетрясению 6 февраля в 04<sup>h</sup>08<sup>m</sup> с  $K_p=12.3$ , произошедшему на территории Грузии (в очаговой зоне Рача-Джавского землетрясения 29.04.1991 г. [16, 17]), также посвящена отдельная статья [18]. Его афтершоки хорошо регистрировались сетью станций Северо-Осетинского филиала ГС РАН [8]. Сводный каталог афтершоков [19], составленный авторами по совокупным определениям различных служб, включая и Грузинскую национальную службу (по данным, опубликованным в сети Интернет), прилагается на CD к наст. сб.

*Взрывы на Северном Кавказе.* В каталог включены 22 события, идентифицированные как «взрыв», и 2 события – как «возможно взрыв», т.е. всего  $N_{взр.}=24$ . Это наименьшее их число за последние годы. Они зарегистрированы в основном локальной сетью Кавказских Минеральных Вод, включающей станции «Кисловодск», «Пятигорск», «Белый Уголь», «Куба-Таба» и «Шиджатмаз». Основная их часть сосредоточена вблизи пос. Усть-Джегута в Карачаево-Черкесской Республике и в Кабардино-Балкарской Республике. Наиболее значительными были взрывы в карьере Родниковском Урупского ГОК в Краснодарском крае (16 марта в 12<sup>h</sup>04<sup>m</sup> с  $K_p=7.2$ ), на Большом Ставропольском канале (БСК) (7 августа в 12<sup>h</sup>29<sup>m</sup> с  $K_p=6.9$ ) и в карьере «Гипсовый» в Карачаево-Черкесской Республике (25 августа в 10<sup>h</sup>43<sup>m</sup> с  $K_p=7.2$  табл. 3) [10]. Надо заметить, что записи взрывов на БСК и в карьере «Аленовский» имеют протяженную поверхностную волну, затрудняющую выделение поперечных волн и, соответственно, замеров их амплитуд. Причиной может служить как механизм производства взрыва, так и то, что они реализуются в рыхлых породах. Отсюда не исключено, что энергетические классы этих событий определяются с большой погрешностью (до 1.0  $K_p$ ). На рис. 3 представлены характерные записи взрывов из различных карьеров.

**Таблица 3.** Основные параметры взрывов на Северном Кавказе в 2006 г

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	$K_p$	Карьер	Район
			$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E				
1	16.03	12 04 08.7	44.70	41.35	0	7.2	Родниковский, Урупский ГОК	Краснодарский край
2	05.05	11 20 05.1	44.03	42.08	0	5.7	Усть-Джегута	Карачаево-Черкесия
3	13.05	10 42 13.7	44.10	42.09	0	6.7	Усть-Джегута	Карачаево-Черкесия
4	23.05	14 09 09.1	44.08	42.10	0	6.4	Усть-Джегута	Карачаево-Черкесия
5	26.05	10 52 25.3	43.73	43.14	0	6.5	Чегемское ущелье	Кабардино-Балкария
6	08.06	11 02 01.2	44.08	42.08	0	6.6	Усть-Джегута	Карачаево-Черкесия
7	30.06	12 23 54.2	44.08	42.10	0	6.3	Усть-Джегута	Карачаево-Черкесия
8	13.07	10 07 19.5	44.08	42.08	0	6.7	Усть-Джегута	Карачаево-Черкесия
9	28.07	10 39 23.2	44.22	42.43	0	6	Карьер «Аленовский»	Ставропольский край
10	31.07	15 51 26.3	44.10	42.02	0	6.5	Карьер «Известняк»	Карачаево-Черкесия
11	02.08	11 08 09.4	44.10	42.08	0	6.2	Усть-Джегута	Карачаево-Черкесия
12	07.08	12 29 02.2	45.12	43.03	0	6.9	Большой Ставропольский канал	Ставропольский край
13	25.08	10 43 23.7	43.99	41.73	0	7.2	Карьер «Гипсовый»	Карачаево-Черкесия

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	$K_p$	Карьер	Район
			$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E				
14	29.08	10 54 32.2	44.09	42.09	0	6.5	Усть-Джегута	Карачаево-Черкесия
15	19.09	10 15 59.4	44.08	42.08	0	6.7	Усть-Джегута	Карачаево-Черкесия
16	19.09	13 33 06.9	43.66	43.07	0	5.5	Былым	Кабардино-Балкария
17	19.10	12 55 15.4	44.09	42.09	0	6.3	Усть-Джегута	Карачаево-Черкесия
18	31.10	13 14 33.5	44.08	42.07	0	6.1	Усть-Джегута	Карачаево-Черкесия
19	16.11	12 39 49.1	44.08	42.10	0	6.8	Карьер «Известняк»	Карачаево-Черкесия
20	24.11	12 30 50.0	44.08	42.08	0	6.8	Усть-Джегута	Карачаево-Черкесия
21	29.11	12 04 55.6	44.06	42.09	0	6.2	Усть-Джегута	Карачаево-Черкесия
22	27.12	13 20 28.0	44.12	42.08	0	6.4	Усть-Джегута	Карачаево-Черкесия

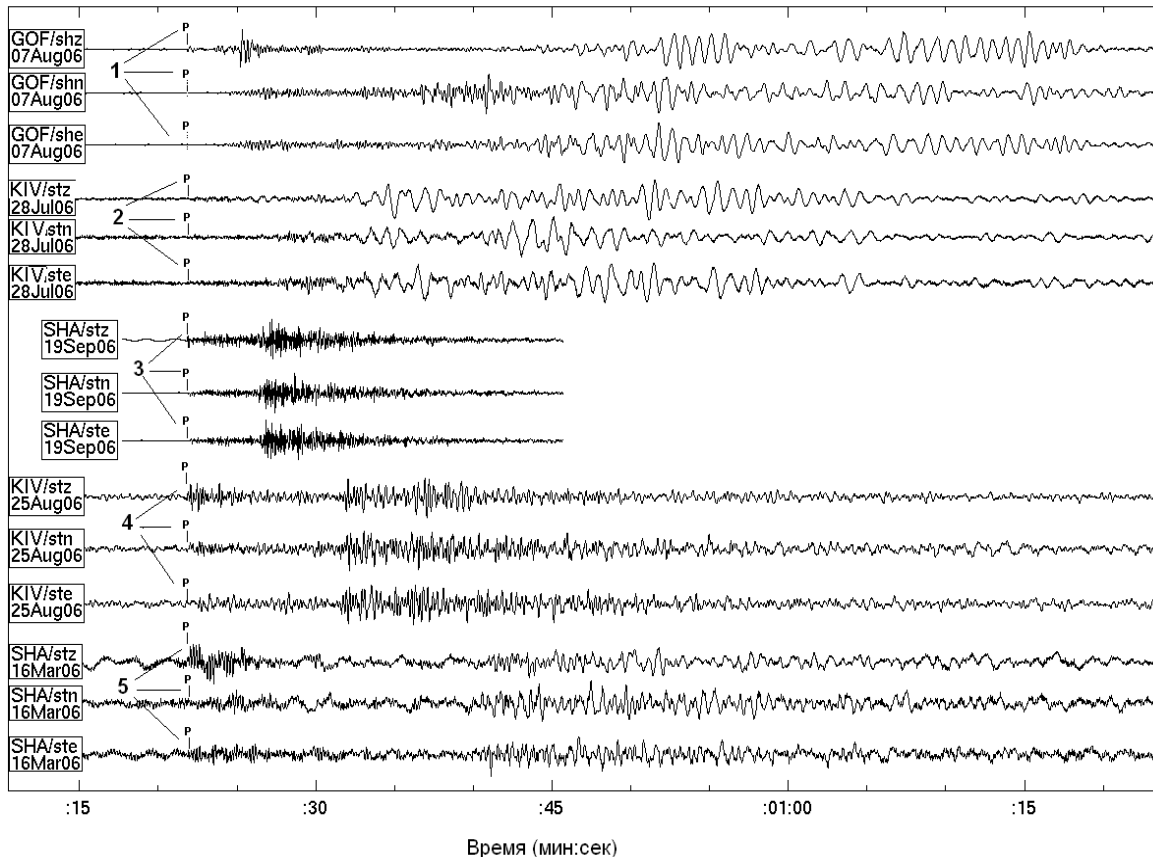


Рис. 3. Трехкомпонентные записи пяти различных взрывов на Северном Кавказе на станциях «Гофицкое»–GOF, «Кисловодск»–KIV, «Шиджатмаз»–SHA

1 – Большой Ставропольский канал; 2 – карьер «Аленовский»; 3 – взрыв в районе Былым, Тырныузский ГОК; 4 – карьер «Гипсовый»; 5 – карьер «Родниковский», Урупский ГОК, Краснодарский край.

Отличительной особенностью записей из карьеров «Гипсовый» и «Родниковский» служит высокочастотная относительно всей записи  $P$ -волна (4 и 5 на рис. 3). Проведены выездные работы по привязке координат карьера «Аленовский». Точные его координаты составили:  $\varphi=44^\circ 11' 46.2''$  N,  $\lambda=42^\circ 19' 15.46''$  E,  $h_v=687$  м.

Один взрыв (19 сентября в  $13^{\text{h}}33^{\text{m}}$  с  $K_p=5.5$ ) был зарегистрирован вблизи с. Былым Кабардино-Балкарской Республики. Здесь находится так называемое «Хвостохранилище» Тырныузского горно-обогатительного комбината, который с 2000 г., после схода селя, прекратил проведение мощных массовых взрывов. С 2002 г. в районе г. Тырныуз и с. Былым взрывные работы проводили две организации: Тырныузское шахтостроительное управление (ШСУ) и Государственное предприятие Кабардино-Балкарской Республики «Взрывпром» (г. Нальчик). ШСУ на отводном канале в с. Былым проводило взрывные работы в одной скважине, «Взрывпром» – в пяти. Расход взрывчатки значительно сокращен и не превосходил 1.5–2 т. Расстояние с. Былым от карьера, где ранее проводилась добыча открытым способом, примерно 18 км.

Таким образом, малое число регистрируемых взрывов в 2006 г. объясняется сокращением мощности и числа производимых взрывов в местах известных карьеров.

**Землетрясения.** Диаграмма распределения землетрясений по часам суток показана на рис. 4. Увеличение числа землетрясений в 4<sup>h</sup> и 5<sup>h</sup> по Гринвичу связано с афтершоковым процессом после упомянутого выше Онийского землетрясения [18] на севере Грузии. После исключения «взрывов» и «возможно взрывов» суммарное годовое число землетрясений в каталоге составило  $N_{\Sigma}=1416$ . Их распределение по классам приводится в табл. 4 по районам административного деления Северного Кавказа и в акваториях Черного и Каспийского морей, а в табл. 5 дополнительно в целях сохранения Банка данных по сейсмотектоническим районам О.Д. Цхакая [20] №№ 1–3, 10–13.

Рассмотрим детально сейсмичность на территории административных единиц Северного Кавказа, кроме территории Дагестана, которая описана в отдельной статье [5] наст. сб., а также прилегающих частей акваторий Черного и Каспийского морей. Выделившаяся на всей территории Северного Кавказа суммарная сейсмическая энергия равна  $\Sigma E=64.57 \cdot 10^{11}$  Дж (табл. 4, 5), что примерно в три раза выше таковой в 2005 г. ( $\Sigma E=24.23 \cdot 10^{11}$  Дж [3]), но в полтора раза ниже, чем в 2004 г. ( $\Sigma E=96.48 \cdot 10^{11}$  Дж [2]). Карта эпицентров всех землетрясений изображена на (рис. 5). В целом, как и ранее [1–3], сейсмичность имела мозаичный характер, связанный с отдельными сейсмотектоническими блоками и зонами их сочленения.

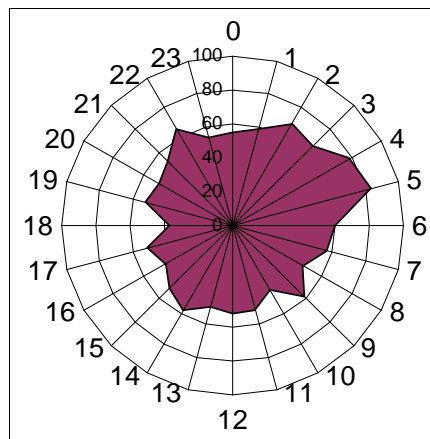


Рис. 4. Диаграмма распределения по времени (по Гринвичу) землетрясений в 2006 г.

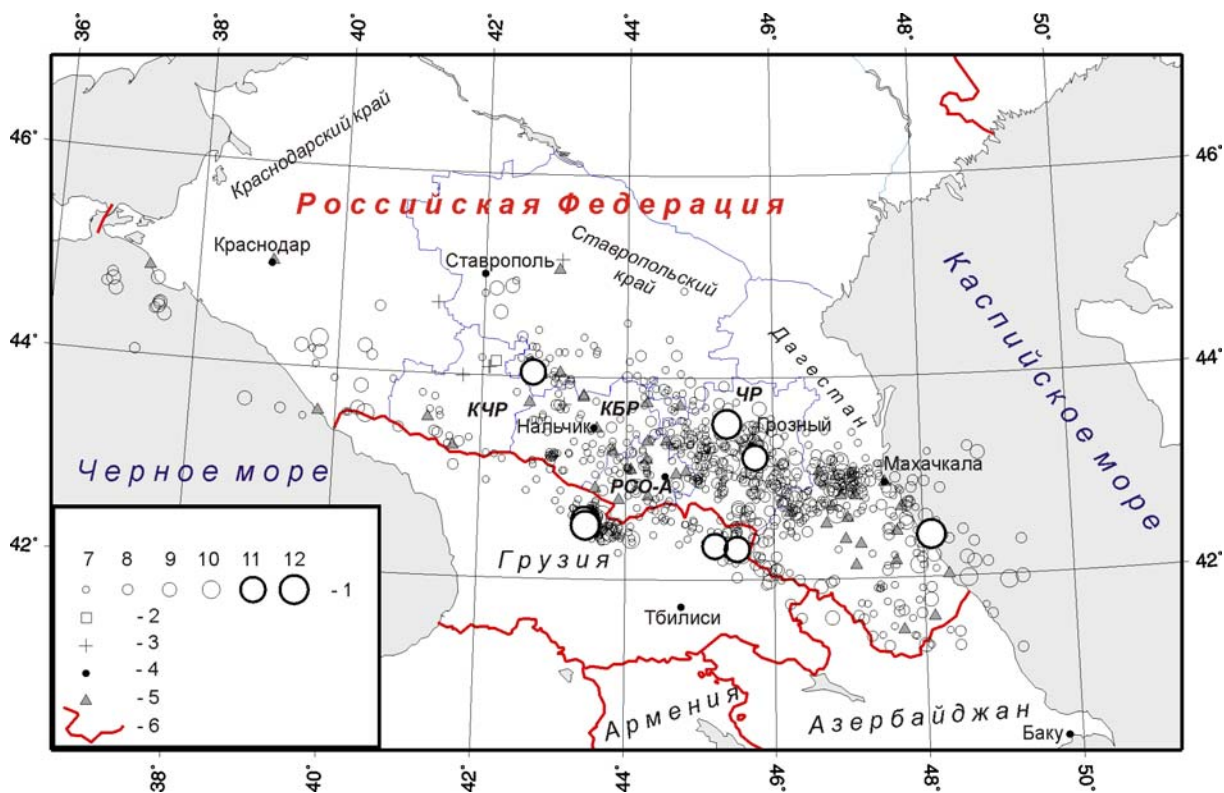


Рис. 5. Карта эпицентров землетрясений Северного Кавказа с  $K_p \geq 6.6$  за 2006 г.

1 – энергетический класс  $K_p$ ; 2 – «возможно взрыв»; 3 – «взрыв»; 4 – населенный пункт; 5 – сейсмическая станция; 6 – государственная граница; административные единицы Северного Кавказа: КЧР – Карачаево-Черкесская Республика, КБР – Кабардино-Балкарская Республика, РСО-А – Республика Северная Осетия–Алания, ЧР – Чеченская Республика.

**Таблица 4.** Распределение землетрясений Северного Кавказа по энергетическим классам  $K_p$  и суммарной сейсмической энергии  $\Sigma E$  в 2006 г. по административным территориям

№	Район	$K_p$										$N_{\Sigma}$	$\Sigma E,$ $10^{11}$ Дж
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	Черное море					1	6	6				13	0.08050
2	Краснодарский край				2	3	2	6	2			15	0.14210
3	Ставропольский край	3	24	27	23	21	10	4		1		113	2.06900
4	Карачаево-Черкессия		1		6	4	3					14	0.00227
5	Кабардино-Балкария	1	4	10	35	13	7					70	0.00729
6	Северная Осетия–Алания			15	26	12	4	1				58	0.00826
7	Ингушетия			2	34	26	14	2				78	0.04072
8	Чеченская Республика				13	60	56	18	5	1	1	154	14.3000
9	Украина, Запорожская обл.								1			1	0.06310
	Всего	4	29	54	139	140	102	37	7	2	1	515	16.7100
10	Дагестан			2	61	73	56	18	7			217	1.2840
11	Каспийское море					8	18	5	3		1	35	20.220
12	Сопредельные территории Азербайджана и Грузии			55	302	176	74	26	12	3	1	649	26.360
	Итого	4	29	111	502	397	250	86	29	5	3	1416	64.574

**Таблица 5.** Распределение землетрясений Северного Кавказа по энергетическим классам  $K_p$  и суммарная сейсмическая энергия  $\Sigma E$  по районам О.Д. Цхакая [20] в 2006 г.

№	Район	$K_p$										$N_{\Sigma}$	$\Sigma E,$ $10^{11}$ Дж
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	Западный Кавказ				8	7	6	6	2			29	0.1451
2	Центральный Кавказ	1	5	73	348	173	63	19	10		1	695	22.441
3	Восточный Кавказ			2	78	125	108	34	12	1		361	5.564
10	Черное море					1	6	6				13	0.088
11	Каспий					8	18	5	3		1	35	20.221
12	Ставропольская возвышенность	3	24	27	20	10	5	4		1		93	2.057
13	Восточное Предкавказье			6	49	73	45	13	2	1	1	190	14.054
	Всего	4	29	108	503	397	251	87	30	5	3	1416	64.574

Из пространственного распределения эпицентров землетрясений на рис. 5 видно, что основная их масса возникла традиционно в восточной части Северного Кавказа. Относительно Центрального Кавказа есть отличие ситуации в 2006 г. от таковой в 2005 г. [3], который был сейсмически активнее как по суммарному числу всех событий, так и по реализации сильных ( $K_p > 11$ ) землетрясений, зарегистрированных на юге Ставропольского края и в приграничной зоне Грузии. На территории Центрального Кавказа произошло максимальное ( $K_{max} = 12.3$ ) землетрясение региона и, соответственно, выделилась наибольшая суммарная сейсмическая энергия, равная  $\Sigma E = 22.44 \cdot 10^{11}$  Дж. Вторым по уровню выделившейся суммарной энергии был район Каспия с  $\Sigma E = 20.22 \cdot 10^{11}$  Дж.

В населенных пунктах Северного Кавказа ощутимыми были 16 землетрясений, максимальная интенсивность сотрясений составила  $I = 5$  баллов. На рис. 6 совмещены населенные пункты и землетрясения, вызвавшие в них сотрясения. Электронный вариант каталога землетрясений [5] снабжен таблицей координат этих населенных пунктов для пополнения БД макросейсмического эффекта в населенных пунктах Северного Кавказа.

Рассмотрим детально сейсмичность административных единиц Северного Кавказа, а также прилегающих частей акваторий Черного и Каспийского морей.

В акватории **Черного моря** зарегистрировано 13 землетрясений с  $K_p = 6.8 - 9.3$  (табл. 4, 5, рис. 5). Их эпицентры сгруппировались возле станций «Анапа» (10 толчков) и «Сочи» (3 события). Первая группа состоит из двух подгрупп и одиночного события, наиболее удаленного от станции «Анапа», записанного 13 октября в  $13^h 44^m$  с  $K_p = 8.3$ . Оно же и самое мелкое с  $h = 3$  км. Все остальные более глубокие, для пяти толчков  $h > 20$  км. Наиболее глубоким с  $h = 32$  км



явилось землетрясение 19 марта в  $00^{\text{h}}52^{\text{m}}$  с  $K_p=8.7$ . Напротив, все три землетрясения вблизи «Сочи» – с гипоцентрами не глубже 10 км. Наиболее сильное ( $K_p=9.3$ ) из них возникло 3 июня в  $01^{\text{h}}37^{\text{m}}$  с  $h=9$  км [10]. Непосредственно вблизи Анапы зарегистрировано одиночное заглупленное ( $h=49$  км) землетрясение 30 октября в  $12^{\text{h}}41^{\text{m}}$  с  $K_p=8.8$ . Отличительная особенность сейсмичности 2006 г. в этом районе – ни одно из землетрясений не ощущалось в населенных пунктах прибрежной части.

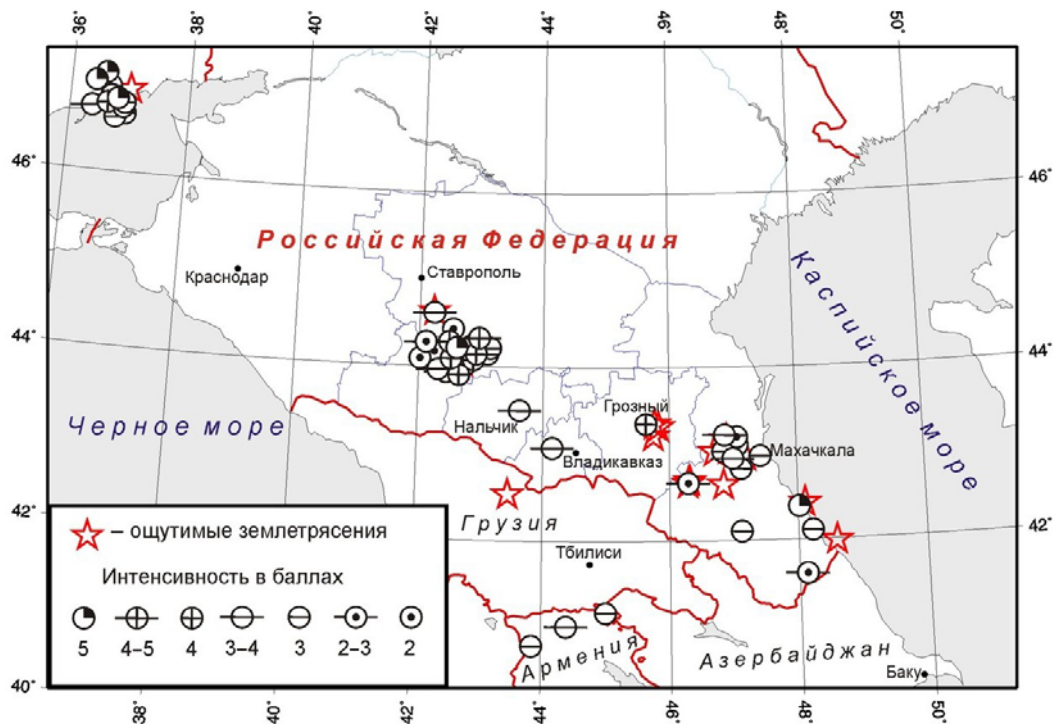


Рис. 6. Сотрясенные населенные пункты с указанной в них балльностью по шкале MSK-64 [21]

Звездочки – эпицентры ощутимых землетрясений

В Краснодарском крае, включая территорию Адыгеи, зарегистрировано 15 землетрясений с суммарной энергией  $\Sigma E=1.42 \cdot 10^{10}$  Дж (табл. 4), которые произошли в основном в Республике Адыгея и ее ближайшем окружении. Примерно такой же уровень сейсмичности был в крае и в 2005 г. ( $N_{\Sigma}=17$ ,  $\Sigma E=1.21 \cdot 10^{10}$  Дж [3]). Самое заметное ( $K_p=9.7$ ) землетрясение отмечено 3 сентября в  $17^{\text{h}}51^{\text{m}}$  вблизи очага Пшехского землетрясения 15 ноября 2004 г. с  $M_w=4.6$ ,  $I_0^p=5-6$  баллов [22]. Кроме того, в этом же районе зарегистрировано еще четыре землетрясения меньших классов: 4 мая в  $20^{\text{h}}40^{\text{m}}$  с  $K_p=7.4$ ; 12 мая в  $22^{\text{h}}20^{\text{m}}$  с  $K_p=8.9$ ; 15 мая в  $10^{\text{h}}11^{\text{m}}$  с  $K_p=6.4$  и 9 сентября в  $00^{\text{h}}48^{\text{m}}$  с  $K_p=8.6$ . В 2005 г. здесь также отмечалась слабая сейсмичность и было зарегистрировано несколько толчков с  $K_p \leq 8.4$  [23]. Возможности сети в этом районе ограничиваются  $K_p^{\text{пред}}=8.0$ , поэтому слежение за более слабой сейсмичностью в этом очаге не представлялось возможным. Однако имеющиеся факты свидетельствуют о продолжающейся активности в северной части Пшехско-Адлерской системы поперечных глубинных разломов или Пшехско-Адлерской поперечной флексуры [24].

В пределах Ставропольского края зарегистрировано 113 землетрясений с  $K_p=3.0-11.9$  и два взрыва. Как видно из табл. 4, число слабых ( $K_p < 5$ ) землетрясений на этой территории значительно ( $N=27$ ), но оно ниже такового в 2005 г. ( $N=39$ ) [3]. Все слабые землетрясения произошли на эпицентральных расстояниях менее 50 км от Кисловодска и приурочены к структурам Минераловодского выступа. Возникновение многочисленных мелкофокусных слабых землетрясений является характерной особенностью сейсмического режима в этом районе.

Интересным явилось землетрясение с  $K_p=11.3$ , произошедшее 22 июля в  $07^{\text{h}}55^{\text{m}}$  и вызвавшее сотрясения с интенсивностью до 5 баллов в станции Суворовская, поэтому названо Суворовским. В 2005 г. близко к этому месту зарегистрирован рой слабых землетрясений [23]. Инструментальный очаг Суворовского землетрясения 2006 г. расположен примерно в 15 км

юго-восточнее этого роя. Подробнее о нем изложено в [13].

В **Карачаево-Черкесской Республике** зарегистрировано всего 14 землетрясений с  $K_p=6.2-8.6$ , большая часть которых локализована вблизи границы с Грузией. На севере республики ( $\varphi > 44.0^\circ N$ ) зарегистрированы два землетрясения: 16 августа в  $00^h 11^m$  с  $K_p=8.6$ ,  $h=5$  км; 15 ноября в  $04^h 15^m$  с  $K_p=6.5$ ,  $h=5$  км. Вся срединная часть республики асейсмична.

Территория **Кабардино-Балкарской Республики** (рис. 7) характеризуется более представительной по числу слабых землетрясений сейсмичностью ( $N=70$ ), нежели в Карачаево-Черкесской Республике. На западе она проявлялась в основном на площадках I–III с повышенной плотностью эпицентров, но в центральной и восточной части имела явно рассеянный характер (рис. 7). Списки землетрясений на трех площадках приведены в табл. 6–8.

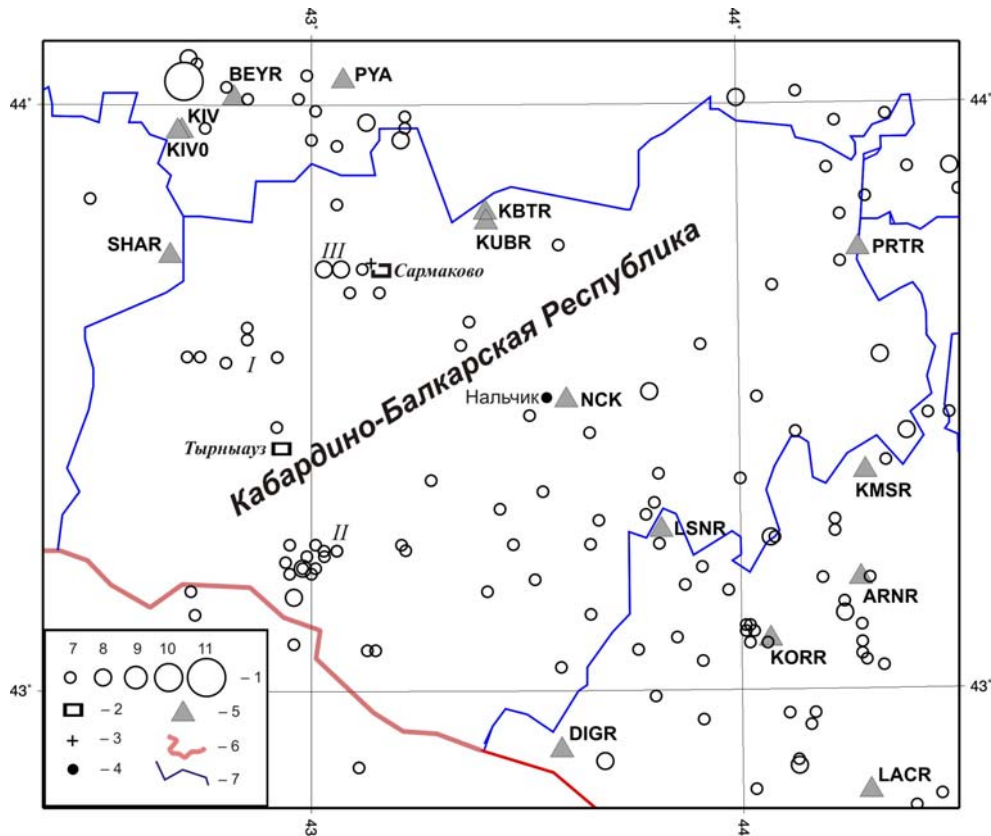


Рис. 7. Карта эпицентров землетрясений Кабардино-Балкарской Республики за 2006 г.

1 – энергетический класс  $K_p$ ; 2 – отдельные населенные пункты, упоминаемые в тексте; 3 – взрыв; 4 – положение г. Нальчик; 5 – сейсмическая станция; 6 – государственная граница РФ; 7 – граница Кабардино-Балкарской Республики.

Зона-I расположена в горах, в 20 км к северу от Тырныауза (рис. 7). Землетрясения произошли здесь в основном в июле и сентябре. Самое заметное ( $K_p=6.8$ ) из них зарегистрировано 24 марта в  $18^h 09^m$  (табл. 6).

Таблица 6. Слабые ( $K_p=4.8-6.8$ ) толчки к северу от Тырныауза

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	$K_p$	№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	$K_p$
			$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E						$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E		
1	28.01	06 21 19.2	43.45	42.92	19	6.4	6	05.07	06 59 08.4	43.62	42.85	15	5.5
2	24.03	18 09 29.5	43.57	42.92	23	6.8	7	03.09	06 31 07.3	43.56	42.80	5	5.5
3	30.06	20 30 18.9	43.57	42.71	16	6.5	8	03.09	14 09 12.5	43.54	42.75	10	4.9
4	02.07	01 11 02.2	43.47	42.87	5	4.8	9	03.09	19 18 44.4	43.57	42.74	10	5.7
5	03.07	00 27 19.4	43.60	42.85	15	6.2							

Вторая группа землетрясений в этой же зоне-I произошла в августе и октябре примерно в 20 км к югу от Тырныауза и имела  $K_p=5.7-7.8$  (табл. 7).

Таблица 7. Более сильные ( $K_p=5.7-7.8$ ) толчки к югу от Тырныауза

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	$K_p$	№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	$K_p$
			$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$						$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$		
1	09.08	13 22 49.6	43.07	43.15	10	6.3	9	20.10.	21 32 47.7	43.24	43.03	13	6.2
2	09.08	23 08 23.0	43.25	42.95	22	6.0	10	23.10.	03 24 58.0	43.21	42.98	19	6.6
3	28.08	15 33 16.4	43.16	42.96	11	7.6	11	23.10.	03 29 28.6	43.21	43.01	19	6.5
4	18.10	15 44 21.3	43.23	43.03	21	6.7	12	23.10.	18 40 11.3	43.24	43.06	20	5.7
5	18.10	16 01 23.7	43.22	42.94	19	7.2	13	23.10.	18 43 19.0	43.20	43.00	17	6.6
6	19.10	00 27 03.9	43.25	43.01	18	7.5	14	29.10.	10 38 52.7	43.07	43.13	24	6.4
7	19.10	02 36 41.9	43.21	42.98	13	7.8	15	29.10.	11 34 06.0	43.20	42.95	18	7.1
8	19.10	07 57 18.1	43.24	43.06	5	6.5	16	30.10.	02 12 29.7	43.23	42.99	15	7.2

Третья группа локализовалась в долине р. Малка, на участке между селами Хабаз и Сармаково, реализация их во времени происходила в течение всего года (табл. 8).

Таблица 8. Список землетрясений в долине р. Малка за 2006 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	$K_p$
			$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$						$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$		
1	01.15	17 02 57.7	43.72	43.03	19	8.1	8	10 03	01 22 56.2	43.83	42.95	15	5.3
2	03.18	22 06 44.3	43.72	43.12	20	5.8	9	10 09	20 49 39.2	43.76	43.06	16	4.3
3	04.10	22 37 55.0	43.68	43.09	16	5.7	10	10 25	22 12 39.1	43.81	42.99	5	3.4
4	05.06	01 39 49.0	43.74	42.96	1	4.3	11	10 28	22 10 05.7	43.86	43.04	12	4.8
5	05.10	04 53 26.9	43.78	43.08	7	4.7	12	12 15	00 51 51.9	43.79	43	5	4.1
6	05.21	07 03 08.7	43.72	43.07	17	7.8	13	12 17	02 58 01.0	43.83	43.06	15	5.6
7	08.26	15 35 22.4	43.68	43.16	16	5.6	14	12 22	10 13 19.1	43.76	43.04	1	4.2

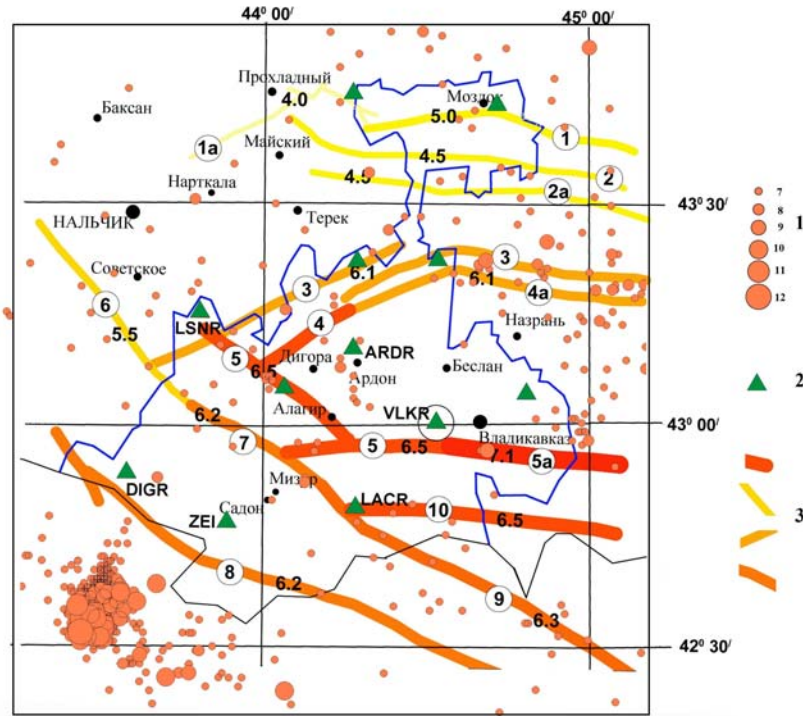
Приведенные данные свидетельствуют о некоторой разрядке напряжений на довольно значительном пространстве горной части Кабардино-Балкарии. Этот процесс продолжается с 2005 г., сопровождаясь оползневыми явлениями. Известно, что между Тырныаузом и пос. Азау в верховьях р. Баксан на территории Эльбрусского административного района в 1999 г. построен газопровод [25]. Поэтому проявления даже слабой сейсмичности здесь опасны, т.к. могут привести к экзогенным процессам типа оползней, селей и нарушению деятельности этого объекта.

Помимо землетрясений, по данным МЧС Республики, в районе Тырныауза сошел оползень 31 мая в 3–4<sup>h</sup> по московскому времени.

На территории **Республики Северная Осетия–Алания** зарегистрировано 58 землетрясений с  $K_p=5.4-8.6$  (табл. 5), из которых два имели  $K_p>8$  (18 февраля в 01<sup>h</sup>01<sup>m</sup> с  $K_p=8.6$ ,  $h=9$  км; 13 декабря в 16<sup>h</sup>59<sup>m</sup> с  $K_p=8.1$ ,  $h=20$  км). Карта эпицентров всех 58 землетрясений республики дана на рис. 8 вместе с другими землетрясениями в приграничных зонах. В пределах республики слабая сейсмичность имеет рассеянный характер. Только незначительная часть землетрясений происходила в пределах зон ВОЗ Мизурской (5 землетрясений) и Владикавказской-западной (4 землетрясения) [26]. Основная активность и выделившаяся сейсмическая энергия связаны с Онийским землетрясением 6 февраля в 04<sup>h</sup>08<sup>m</sup> с  $K_p=12.3$  в приграничной области Грузии.

В **Ингушетии** в октябре 2006 г. произошла серия землетрясений в пределах Сунженской зоны ВОЗ, между ее северной и южной ветвями [26]. Здесь самое сильное ( $K_p=9.2$ ) землетрясение произошло 20 октября в 21<sup>h</sup>09<sup>m</sup> вблизи пос. Нижние Ачалуки, южнее событий роя 2005 г., проявившегося возле г. Малгобека в период 07.01 – 02.04.2005 г. [3]. Отмечается миграция очагов с северо-запада на юго-восток вдоль Даттых-Ахловской диагональной шовно-сдвиговой зоны [27].

На территории **Чеченской Республики** в 2006 г. зарегистрированы 143 землетрясения с очагами в земной коре с  $h=1-52$  км и 11 – с промежуточными глубинами  $h=82-164$  км [10], основная масса которых локализована в пределах Терско-Сунженской зоны (табл. 9). Самое сильное ( $K_p=12.1$ ) из заглубленных очагов произошло 12 ноября 2006 г. в 21<sup>h</sup>16<sup>m</sup>. Следует отметить также два землетрясения с  $K_p=10.1$ , произошедшие 17 августа в 05<sup>h</sup>43<sup>m</sup> и 21 ноября в 17<sup>h</sup>12<sup>m</sup>.



**Рис. 8.** Слабая сейсмичность территории PCO-A на фоне зон ВОЗ по [26] с указанием значений  $M_{\max}$  (от 4.0 до 7.1)

1 – энергетический класс  $K_p$ ; 2 – сейсмическая станция; 3 – зоны ВОЗ: 1 – Моздокская; 2, 2 а – Терская северная и южная соответственно; 3 – Сунженская северная; 4 – Сунженская; 4 а – Сунженская южная; 5, 5 а – Владикавказская западная и восточная соответственно; 6 – Нальчикская; 7 – Мизурская; 8 – зона Главного хребта; 9 – зона Бокового хребта; 10 – Кармадонская.  
 Коды и названия станций: «Лескен»–LSNR, «Ардон»–ARDR, «Владикавказ»–VLKR, «Дигорское ущелье»–DIGR, «Цей»–ZEI, «Лак»–LACR.

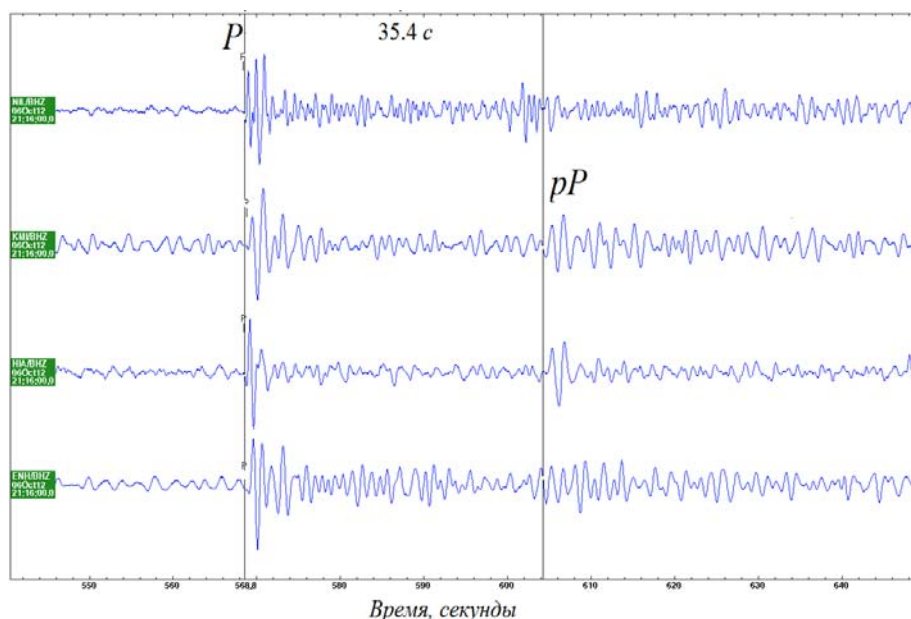
**Таблица 9.** Землетрясения Терско-Сунженской зоны 2006 г. с промежуточными глубинами гипоцентров по [10]

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	$K_p$	№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	$K_p$
			$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$						$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$		
1	27.03	12 19 11.7	43.01	46.03	82	8.7	6	12.10	21 16 51.8	43.54	45.37	164	12.1
2	10.04	17 09 03.8	43.31	45.44	132	8.7					156*		
3	09.05	02 41 33.4	43.17	45.96	75	8.1	7	08.11	16 45 47.0	43.05	45.29	143	8.0
4	17.08	05 43 19.0	43.15	45.42	111	10.1	8	21.11	17 12 52.6	43.44	45.57	149	10.1
5	27.08	07 42 25.7	43.31	45.18	128	9.3	9	24.11	00 38 42.1	43.23	45.51	128	7.8
5	31.08	21 10 08.2	43.50	45.68	147	9.3	10	30.11	07 08 17.3	42.95	45.30	121	7.3
							11	06.12	22 10 10.2	43.37	45.74	133	8.9

Примечание. Знаком \* отмечено значение глубины гипоцентра по фазе  $pP$  из [12].

Для уточнения положения гипоцентров землетрясений, результаты, полученные стандартным способом (программа huro71 [28] и местные скоростные разрезы), подверглись обработке методом двойных разностей (программа huroDD [29]). Это позволило оценить погрешности вычисления координат очагов с промежуточными глубинами, которые составили:  $\delta\varphi=4$  км,  $\delta\lambda=6$  км,  $\delta h=4$  км.

Второе значение глубины гипоцентра землетрясения 12 октября в 21<sup>h</sup>16<sup>m</sup> в табл. 9 из бюллетеня Международного центра ISC [12], равное  $h^*=156\pm 4$  км, определено с использованием глубинных фаз  $pP$  и  $sP$ , выделенных на записях 16 станций на расстояниях  $\Delta=22.49-71.26^\circ$ . На рис. 9 показаны записи с глубинными фазами  $pP$  на четырех станциях Китайской и Пакистанской сетей: «Nailar», «Kunming», «Enshi» и «Nilore». По данным различных центров [12], инструментальное значение глубины этого землетрясения лежит в интервале  $h=127-180$  км.

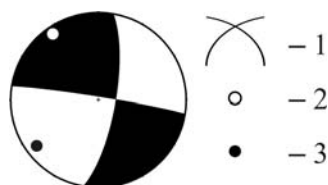


**Рис. 9.** Записи первого вступления  $P$ -волн и глубинной фазы  $pP$  на станции «Nilore»-NIL в Пакистане с  $\Delta=24^\circ$  и трех станциях в Китае – «Kunming»-KMI, «Hailar»-HIA, «Enshi»-ENH с  $\Delta=49.7^\circ, 49.5^\circ, 51.7^\circ$  соответственно (записи отфильтрованы в полосе частот  $\Delta f=0.5\text{--}2.5$  Гц)

Для землетрясения 12 октября в 21<sup>h</sup>16<sup>m</sup>  $K_p=12.1$  построен механизм очага [30] по методике [31, 32] с использованием знаков первого движения в  $P$ -волне (табл. 10). Они были найдены на записях 66 станций, расположенных на расстояниях  $\Delta=0.7\text{--}59.0^\circ$ , хорошо окружающих эпицентр. Землетрясение возникло под равномерным воздействием напряжений сжатия, ориентированных на юго-запад, и напряжений растяжения, ориентированных на северо-запад. Тип движения по более крутой ( $DP_1=87^\circ$ ) плоскости  $NP1$  – левосторонний сдвиг со сбросовой компонентой, по плоскости  $NP2$  ( $DP_1=74^\circ$ ) – правосторонний сдвиг (рис. 10). Простираение  $NP1$  близширотно ( $STK_1=279^\circ$ ) и близко к простираению Срединного (Терского) погребенного глубинного разлома по [32] (рис. 11).

**Таблица 10.** Параметры механизма очага землетрясения 12 октября 2006 г. в 21<sup>h</sup>16<sup>m</sup> с  $K_p=12.1$

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	$h$ , км	$m_b$	$K_p$	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости					
						$P$		$N$		$T$		$NP1$			$NP2$		
						$PL$	$AZM$	$PL$	$AZM$	$PL$	$AZM$	$STK$	$DP$	$SLIP$	$STK$	$DP$	$SLIP$
1	12 10	21 16 51.8	164	4.6	12.1	13	233	74	90	9	325	279	87	-16	9	74	-177



**Рис. 10.** Стереодиаграмма механизма очага землетрясения 12 октября 2006 г. в 21<sup>h</sup>16<sup>m</sup> с  $K_p=12.1$  и  $h=164$  км

1 – нодальные линии; 2, 3 – оси главных напряжений сжатия и растяжения соответственно; зачернена область волн сжатия.

В проявлении коровой сейсмичности в Терско-Сунженской зоне, напротив, наблюдается относительное затишье. Наиболее значительные землетрясения этой зоны в 2006 г. произошли 7 января в 15<sup>h</sup>13<sup>m</sup> с  $K_p=10.0$  и 21 октября в 11<sup>h</sup>01<sup>m</sup> с  $K_p=11.0$ . Землетрясение 21 октября (ощутимое до 4 баллов в Грозном ( $\Delta=13$  км)) произошло в зоне пересечения диагонального Бенюйско-Эльдаровского, Пшекиш-Тырныауз-Аргудан-Сунженского и поперечного Аргунского глубинных разломов (рис. 11). Кроме того, два землетрясения с  $K_p=9.1\text{--}9.2$  также были ощутимыми в Грозном с  $I=2\text{--}3$  балла и 3 балла (26 октября в 13<sup>h</sup>33<sup>m</sup> с  $\Delta=12$  км и 17<sup>h</sup>40<sup>m</sup> –  $\Delta=7$  км [10]).

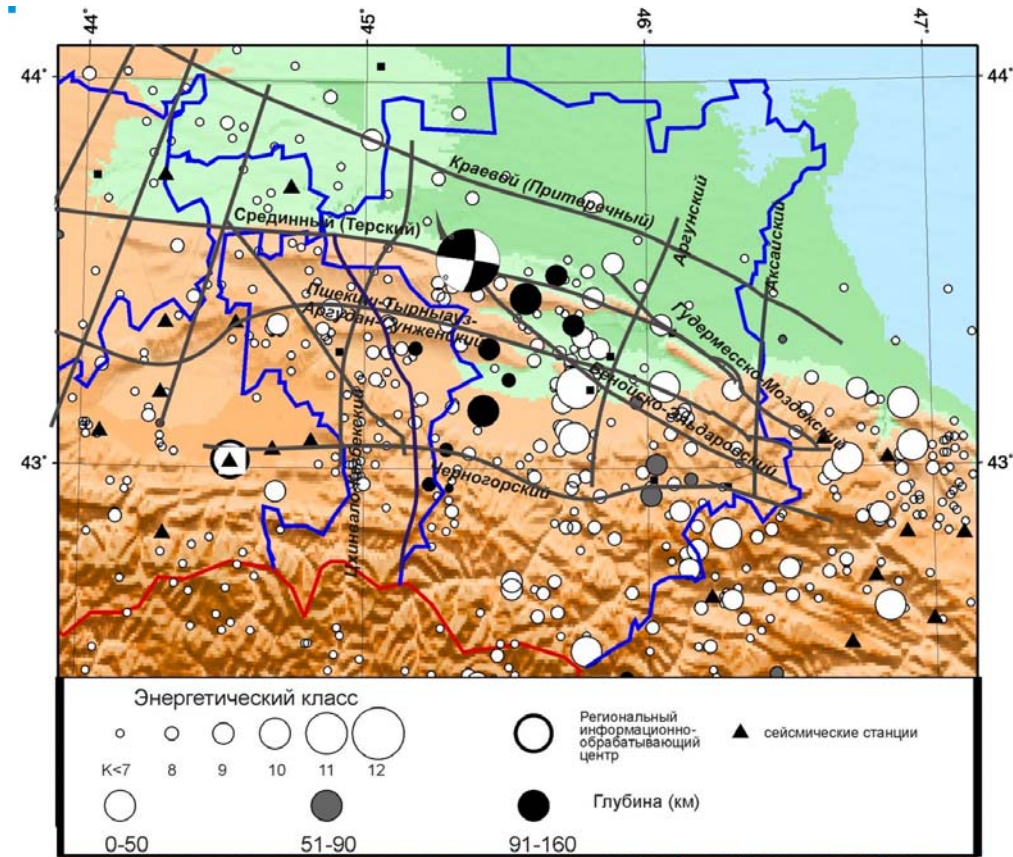


Рис. 11. Сейсмичность территории Чеченской Республики на фоне глубинных разломов по [32]

В целом сейсмичность региона Северного Кавказа РФ в 2006 г. можно охарактеризовать как относительно спокойную с повышенным уровнем на Центральном Кавказе и в Каспии.

### Л и т е р а т у р а

1. Габсатарова И.П., Девяткина Л.В., Селиванова Е.А. Северный Кавказ // Землетрясения Северной Евразии, 2003 год. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 81–96.
2. Габсатарова И.П., Погода Э.В., Селиванова Е.А. Северный Кавказ // Землетрясения Северной Евразии, 2004 год. – Обнинск: ГС РАН, 2010. – С. 92–100.
3. Габсатарова И.П. Селиванова Е.А. Девяткина Л.В., Погода Э.В., Темникова З.В. Северный Кавказ // Землетрясения Северной Евразии, 2005 год. – Обнинск: ГС РАН, 2011. – С. 96–111.
4. Габсатарова И.П., Девяткина Л.В., Даниялов М.Г., Мехрюшев Д.Ю., Погода Э.В. Северный Кавказ // Землетрясения России в 2006 году. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 14–17.
5. Абдуллаева А.Р., Амиров С.Р., Асманов О.А., Гамидова А.М., Даниялов М.Г., Исаев М.А., Левкович Р.А., Мусалаева З.А., Сагателова Е.Ю. Дагестан. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
6. Маловичко А.А., Габсатарова И.П., Каширгова Р.Р., Долов С.М. Современное состояние сейсмического мониторинга в Кабардино-Балкарии // Сейсмические приборы. – (В печати).
7. Мехрюшев Д.Ю. Результаты проведения комплексных сейсмологических и геодинамических наблюдений и обработки данных на базе стационарных и мобильных сейсмических сетей (отчет Центрального отделения ГС РАН за 2006 год). – Обнинск: Фонды ГС РАН, 2007. – 138 с.
8. Сейсмические события центральной части Северного Кавказа по данным Северо-Осетинского филиала ГС РАН. Владикавказ. 2006. – 25 с. (Электронный вариант). – [ftp://ftp.gsras.ru/pub/Regional\\_Catalogs/2006/osetiya/](ftp://ftp.gsras.ru/pub/Regional_Catalogs/2006/osetiya/).
9. Габсатарова И.П. Исследование пространственно-временных особенностей сейсмичности на Северном Кавказе: Дис. канд. физ.-мат. наук / ГС РАН. – М.: 2011. – 178 с.

10. Габсатарова И.П., Е.А. Селиванова, Л.В. Головкова, С.Р. Амиров, Л.В. Девяткина (отв. сост.), Александрова Л.И., Иванова Л.Е., Малянова Л.С., Асманов О.А., Мусалаева З.А., Сагателова Е.Ю., Гамидова А.М., Абдуллаева А.Р., Котляренко Н.Л., Никольская Т.Н., Яфимова Я.П., Киселева О.А., Цирихова Г.В., Калоева И.Ю. Каталог землетрясений ( $N=1425$ ) и взрывов ( $N=16$ ) Северного Кавказа за 2006 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
11. Свидлова В.А., Сыкчина З.Н., Козиненко Н.М. (отв. сост.), Антонюк Г.П., Бухарина Л.И., Горячун Ю.Г., Курьянова И.В., Ткаченко А.И. Каталог и подробные данные о землетрясениях Крымско-Черноморского региона за 2006 г. // Сейсмологический бюллетень Украины за 2006 год. – Симферополь: ИГ НАНУ, КЭС, 2008. – С. 112–137.
12. **Bulletin of the International Seismological Centre for 2006.** – Berkshire: ISC, 2008.
13. Габсатарова И.П., Девяткина Л.В., Иванова Л.Е., Селиванова Е.А. Суворовское землетрясение 22 июля 2006 г. с  $K_p=11.3$ ,  $I_0=5-6$  (Ставропольский край). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
14. **Пустовитенко А.Н.,** Свидлова В.А., Князева В.С., Бушмакина Г.Н., Габсатарова И.П. Две версии изосейст Осипенковского (Бердянского) землетрясения 31 июля 2006 г. с  $M_w=3.3$ ,  $I_0=5$  (Украина, Запорожская область). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
15. Пономарёва Н.Л., Габсатарова И.П. Новокаякентское землетрясение 11 сентября 2006 г. с  $K_p=12.3$ ,  $MS=3.9$ ,  $I_0=5-6$  (Дагестан). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
16. Габсатарова И.П., Захарова А.И., Старовойт О.Е., Чепкунас Л.С. Каталог Рачинского землетрясения 29 апреля 1991 года и его афтершоков (по данным региональных сейсмических станций). – Обнинск: ОМЭ ИФЗ АН СССР, 1992. – 40 с.
17. Папалашвили В.Г., Варазанашвили О.Ш., Гогмачадзе С.А., Заалишвили В.Б., Кипиани Д.Г., Махатадзе Л.Н., Мухадзе Т.Г., Чачава Т.Н., Аивазишвили И.В. Рача-Джавское землетрясение 29 апреля 1991 г. // Землетрясения в СССР в 1991 г. – М.: ОИФЗ РАН, 1997. – С. 18–28.
18. Габсатарова И.П., Головкова Л.В., Селиванова Е.А. Онийское землетрясение 6 февраля 2006 г. с  $MS=5.0$ ,  $I_0^p=6$  (Грузия). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
19. Габсатарова И.П., Головкова Л.В., Темникова З.В. Селиванова Е.А. Афтершоки ( $N=600$ ) Онийского землетрясения 6 февраля 2006 г. с  $K_p=12.3$ ,  $M_w=5.3$  за 2006 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
20. Цхакая А.Д., Джибладзе Э.А., Папалашвили В.Г., Султанова З.З., Лебедева Т.М., Табуцадзе Ц.А., Дарахвелидзе Л.К., Кахиани Л.А., Лабадзе Л.В., Алимамедова В.П. Землетрясения Кавказа // Землетрясения в СССР в 1969 году. – М.: Наука, 1973. – С. 19–28.
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. Пшехское землетрясение 15 ноября 2004 г. с  $M_w=4.6$ ,  $I_0^p=5-6$  (Краснодарский край) // Землетрясения Северной Евразии, 2004 год. – Обнинск: ГС РАН, 2010. – С. 386–394.
23. Габсатарова И.П., Амиров С.Р., Селиванова Е.А., Девяткина Л.В., Головкова Л.В. (отв. сост.), Александрова Л.И., Иванова Л.Е., Малянова Л.С., Мусалаева З.А., Сагателова Е.Ю., Гамидова А.М., Абдуллаева А.Р., Котляренко Н.Л., Никольская Т.Н., Ефимова Я.П., Киселева О.А., Цирихова Г.В., Темникова З.В. Каталог землетрясений ( $N=1114$ ) и взрывов ( $N=107$ ) Северного Кавказа за 2005 год // Землетрясения Северной Евразии, 2005 год. – Обнинск: ГС РАН, 2011. – (На CD).
24. Милановский Е.Е. Новейшая тектоника Кавказа. – М.: Недра, 1968. – 483 с.
25. Разумов В.В., Шагин С.И., Перекрест В.В. Оценка степени подверженности трассы газопровода Тырнауз–Азау опасным экзогенным геологическим процессам и явлениям // Геориск. – 2009. – № 1. – С. 46–57.
26. Рогожин Е.А., Габсатарова И.П., Погода Э.В. Зоны ВОЗ и сейсмичность территории Республики Северная Осетия–Алания // Сейсмичность Северной Евразии (Материалы Международной конференции, посвященной 10-летию выпуска сборника научных трудов «Землетрясения Северной Евразии»). – Обнинск: ГС РАН, 2008. – С. 243–249.
27. Несмеянов С.А., Лутиков А.И., Щукин Ю.К., Донцова Г.Ю. Сейсмогенерирующие структуры // Комплексная оценка сейсмической опасности территории г. Грозный. – М.: Минстрой России, 1996. – С. 38–47.
28. Waldhauser F. and Ellsworth W.L. A double-difference earthquake location algorithm: method and application to the Northern Hayward fault, California // Bull. Seism. Soc. Am. – 2000. – 90. – N 6. – P. 1353–1368.

- 
29. **Габсатарова И.П. (отв. сост.).** Каталог механизмов очагов землетрясений Северного Кавказа за 2006 г. ( $N=3$ ). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
  30. **Ландер А.В.** Комплекс программ определения механизмов очагов землетрясений и их графического представления // Комплексные сейсмологические и геофизические исследования Камчатки и Командорских островов (01.01.2003–31.12.2003) // Отчет КОМСП ГС РАН. – Петропавловск-Камчатский: Фонды КОМСП ГС РАН, 2004. – С. 359–380.
  31. **Ландер А.В.** Описание и инструкция для пользователя комплекса программ FA (расчет и графическое представление механизмов очагов землетрясений по знакам первых вступлений  $P$ -волн). – М.: Фонды автора, 2006. – 27 с.
  32. **Станулис В.А., Хлуднев В.Ф.** Некоторые проблемные вопросы геологии и нефтеносности Терско-Сунженского района (Северный Кавказ, Терско-Каспийский краевой прогиб) // Геология и полезные ископаемые Большого Кавказа. – М.: Наука, 1987. – С. 246–254.