

СЕВЕРНЫЙ КАВКАЗ**И.П. Габсатарова, Е.В. Артёмова, Л.В. Головкова***Геофизическая служба РАН, г. Обнинск, ira@gstras.ru*

Сейсмический мониторинг Северного Кавказа проводился в 2009 г., как и ранее [1–3], на территории нескольких административных его единиц – Краснодарского и Ставропольского краев, Кабардино-Балкарской Республики, Республики Ингушетия, Чеченской Республики, Республики Северная Осетия–Алания, Республики Дагестан, а также акваторий Азовского, Чёрного и Каспийского морей.

Сейсмическая сеть в 2009 г. в регионе в целом, включая станции Дагестана, описанные в [4], представлена в [5]. Она насчитывала 48 станций. По сравнению с сетью в 2008 г. [3], произошли следующие изменения: 7 октября 2009 г. в экспериментальном режиме открыта новая станция «Еремизино-Борисовская», явившаяся самой северной станцией в регионе. Примечательно, что ее открытию северо-кавказская сеть обязана семье А.А. Шолоховой, одного из ведущих сейсмологов Сахалина, к этому времени переехавшей в ст. Еремизино-Борисовскую на постоянное жительство. Координаты и параметры новой станции даны в табл. 1 и 2.

Станция Шиджатмаз, один из последних наблюдательных пунктов РТС (радиотелеметрическая система сбора информации) на Кавминводском геодинамическом полигоне, была перенесена на новое место в пределах территории Кавказской горной обсерватории, возле одного из ее корпусов на окраине поселка (рис. 1), модернизировано ее оборудование. В конце 2008 г. система РТС перестала существовать, как технически устаревшая. Таким образом, до 2009 г. все наблюдательные пункты РТС были постепенно переведены в одиночные трехкомпонентные станции и оснащены средствами передачи информации в центр сбора в Кисловодске, расположенном в его окрестностях на горе Боргустан.

Претерпела незначительный перенос оборудования станция «Лац» Северо-Осетинского филиала ГС РАН (табл. 1).



Рис. 1. Расположение корпусов Кавказской горной обсерватории на горе Шиджатмаз

Таблица 1. Новая сейсмическая станция ГС РАН и станции, перенесенные в 2009 г.

№	Станция		Дата открытия	Дата переноса	Координаты		h_y , м
	Название	Код (межд.)			φ° , N	λ° , E	
1	Еремизино-Борисовская	ERBR	07.10.2009		45.715	40.484	286
2	Шиджатмаз	SHA1	21.09.1995	13.06.2009	43.738	42.657	2120
3	Лац	LACR	23.07.2004	29.09.2009	42.827	44.297	1271

Таблица 2. Параметры аппаратуры новой станции «Еремизино-Борисовская», а также перенесенной и модернизированной в 2009 г. станции «Шиджатмаз» из [5, 6]

№	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	Еремизино-Борисовская	SDAS V.3.11 + Kinematics	SH (N, E, Z) v SL (N, E, Z) v	0.5–16 0.5–16	40 40	16 16	4.83×10^9 1.51×10^8
2	Шиджатмаз	UGRA + K34000	SH (N, E, Z) v	0.25–20	50	24	4.17×10^{11}

Примечание. V.3.11 – версия регистрационного оборудования SDAS.

При составлении каталога землетрясений Северного Кавказа в 2009 г. для локации событий в приграничных зонах привлекались также данные шести станций Национальной сейсмической службы Грузии («Тбилиси»-TIL, «Делиси»-TBL, «Давид-Гареджи»-DGRG, «Гори»-GOR, «Мтацминда»-MTA, «Они»-ONI) и некоторых станций Сейсмологической службы НАН Азербайджана. Кроме того, использовались данные всех станций Крымской сети [7]. Перечисленные материалы поступали в ГС РАН по обмену или заимствовались с сайта Международного сейсмологического центра ISC (<http://www.isc.ac.uk>) [8] при уточнении локации.

В результате сводной обработки землетрясений на территории Северного Кавказа внутри государственных границ России (включая Дагестан), а также в приграничной полосе шириной 30 км с соседними государствами – Грузией и Азербайджаном, были локализованы 2231 сейсмических событий с $K_p=3.1-14.2$ [9], из них 2214 землетрясений и 17 событий отнесено к категории «взрыв» или «возможно взрыв». Минимальный класс равен $K_{p\ min}=3.1$ и характеризует землетрясение 21 июня в 04^h35^m на юге Ставропольского края, максимальный – равен $K_{p\ max}=14.2$ для землетрясения 7 сентября в 22^h 41^m с $h=12$ км на территории Грузии, в приграничной зоне с Осетией-Аланией. Кроме того, станциями Северного Кавказа были зарегистрированы 106 землетрясений на территории соседних государств (Грузии ($N=94$), Азербайджана ($N=7$), Армении ($N=4$), Турции ($N=1$)), за пределами 30-км зоны ответственности.

Методика обработки сейсмических записей и получения параметров гипоцентров сейсмических событий в основном оставалась прежней [10] и включала следующие блоки:

– программу WSG [11], которая являлась основной программой обработки цифровых записей, позволяющей проводить различного вида цифровую фильтрацию для лучшего выделения вступлений сейсмических фаз на фоне шумов, что дало возможность проводить имитацию записей аналоговых приборов ВЭГИК и СКМ для реализации замеров максимальных амплитуд P - и S -волн. Эта процедура обеспечила в результате корректное использование номограммы Т.Г. Раутиан [12, 13] для получения энергетического класса K_p ;

– программу Geotool [14], которая использовалась для углубленного изучения особенностей сейсмических записей;

– программу NYPO-71 [15] и четыре скоростных разреза для различных зон региона [10], используемые для локации и получения параметров гипоцентров применялась вошедшие в рутинную практику;

– метод двойных разностей и программа hupoDD [16, 17] использовались для уточнения положения гипоцентров землетрясений; в 2009 г. этот метод был применен при уточнении положения афтершоков Онийского-II землетрясения 7 сентября в 22^h41^m с $K_p=14.2$, $M_S=5.8$, оценки погрешностей вычисления координат эпицентров и глубин очагов афтершоков.

Процесс составления сводного каталога по региону Северный Кавказ подразделен на три этапа:

1. получение предварительных территориальных каталогов землетрясений Северо-Осетинским филиалом ГС РАН, Дагестанским филиалом ГС РАН, лабораторией сейсмичности Кавказских Минеральных Вод в рамках их зон ответственности;

2. получение сводного каталога землетрясений территории Северного Кавказа с уточнением параметров части землетрясений, зарегистрированных одновременно несколькими сетями Северного Кавказа и с дополнением данных сетей Крыма и Грузии. Этот этап осуществляется в Информационно-обрабатывающем центре в Обнинске с подготовкой каталога Северного Кавказа к изданию в ежегоднике «Землетрясения России» [4];

3. дополнительные локальные уточняющие исследования пространственного распределения очагов в ряде зон территории Северного Кавказа, определение оценок погрешностей вычисления в рамках подготовки материалов к ежегоднику «Землетрясения Северной Евразии».

Общая характеристика сейсмичности. Выделившаяся на всей территории Северного Кавказа суммарная сейсмическая энергия, равная $\Sigma E = 1.64 \cdot 10^{14}$ Дж (табл. 3 и 4), в 2 раза ниже таковой в 2008 г. ($\Sigma E = 3.51 \cdot 10^{14}$ Дж) [3] и немного превышает энергию, выделившуюся в 2007 г. ($\Sigma E = 1.43 \cdot 10^{14}$ Дж [2]). Карта эпицентров всех землетрясений изображена на рис. 2. Как видим, основная их масса произошла в центральной и в восточной частях Северного Кавказа. Наибольшая часть суммарной энергии, равная $1.62 \cdot 10^{14}$ Дж, была выделена в приграничных районах Грузии. Традиционно менее активна западная часть региона.

Большая часть землетрясений имела коровые глубины ($h \leq 69$ км) очагов, из них 23% очагов локализовано на глубинах $h \leq 10$ км, 62% – в интервале глубин $h = 10-20$ км, 18% – $h = 21-30$ км, 3% – $h = 31-69$ км. Зарегистрировано восемь землетрясений с промежуточной глубиной очага в диапазоне глубин $h = 99-131$ км на территории Чеченской Республики [9].

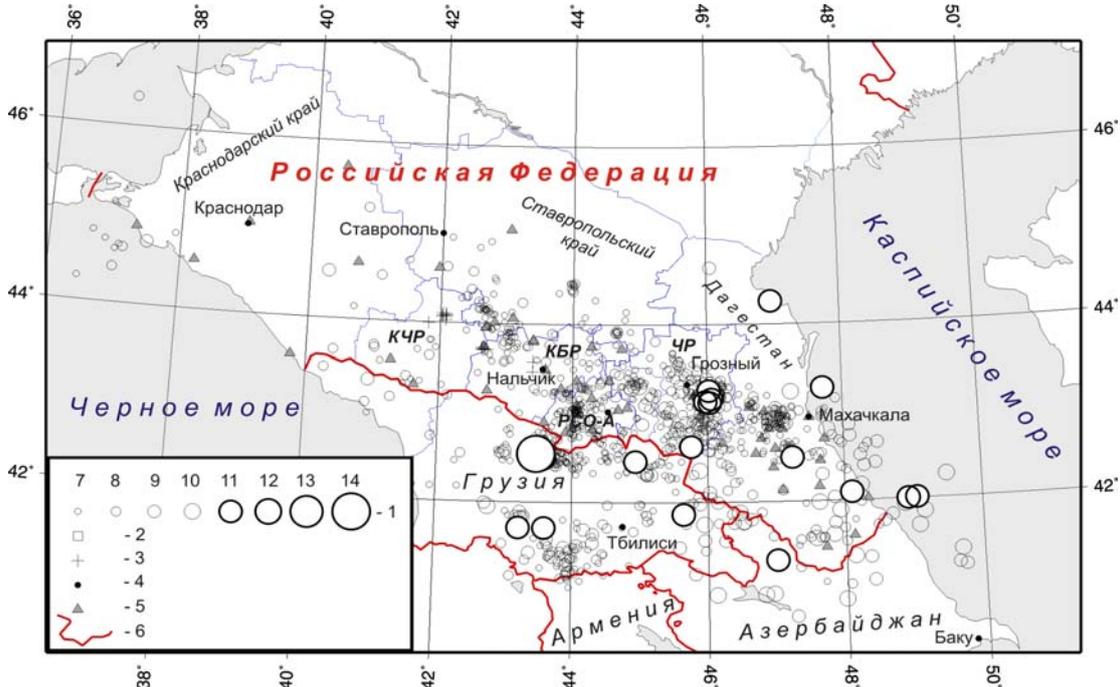


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений Северного Кавказа с $K_p \geq 6.6$ за 2009 г.

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

В целом, по уровню выделившейся сейсмической энергии сейсмичность территории Северного Кавказа в 2009 г. охарактеризована за 48 летний период наблюдений – с 1962 г. по 2009 г. – в соответствии со шкалой уровня сейсмичности «СОУС'09» [18] как фоновая, повышенная.

Таблица 3. Распределение землетрясений Северного Кавказа в 2009 г. по энергетическим классам K_p и суммарной сейсмической энергии ΣE в разных административных территориях

№	Район	K_p												ΣN	ΣE , Дж	
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
1	Азовское море						1								1	$1.9953 \cdot 10^8$
2	Чёрное море				1	4	2								7	$1.9835 \cdot 10^8$
3	Краснодарский край					3	3	2							8	$4.1535 \cdot 10^9$
4	Ставропольский край	2	5	17	20	19	15				1				78	$2.0090 \cdot 10^9$
5	Карачаево-Черкессия		1	2	1	6	5								15	$7.7120 \cdot 10^8$

№	Район	K_p												ΣN	ΣE , Дж	
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
6	Кабардино–Балкария	1	1	12	15	8	5	1							43	$2.5590 \cdot 10^9$
7	Северная Осетия–Алания		3	72	42	19	8	1							145	$1.6050 \cdot 10^9$
8	Ингушетия				22	15	6	3	2						48	$1.5670 \cdot 10^{10}$
9	Чеченская Республика				11	137	110	27	11	5					301	$8.2670 \cdot 10^{11}$
	Всего	3	10	103	111	205	154	34	13	5				646	$8.5387 \cdot 10^{11}$	
10	Дагестан			5	46	66	42	15	8	3				185	$3.8790 \cdot 10^{11}$	
11	Каспийское море					3	7	10	6	3				29	$4.3000 \cdot 10^{11}$	
12	Сопредельные территории: Азербайджана						1	1	4	2	1			9	$7.5310 \cdot 10^{10}$	
13	Грузии			114	654	331	159	51	26	7	2		1	1345	$1.6196 \cdot 10^{14}$	
	Сумма	1	17	127	250	630	584	197	83	35	10	2	1	2214	$1.6371 \cdot 10^{14}$	

Таблица 4. Распределение суммарной сейсмической энергии ΣE землетрясений по административным единицам территории Северного Кавказа в 2007–2009 гг.

№	Район	ΣE , 10^{11} Дж		
		2007 г.	2008 г.	2009 г.
1	Чёрное море	6.55703	0.12941	0.001984
2	Краснодарский край	0.33922	0.31085	0.041153
3	Ставропольский край	1.54118	0.84499	0.020090
4	Карачаево-Черкессия	0.99597	0.042100	0.007712
5	Кабардино-Балкария	0.14908	0.052331	0.025590
6	Северная Осетия–Алания	0.25749	0.16714	0.016050
7	Ингушетия	0.12444	0.064397	0.156700
8	Чеченская Республика	26.4271	3487.2	8.267000
	Всего	36.4673	3488.8	8.538700
10	Дагестан	63.7095	6.5676	3.879000
11	Каспийское море	1321.03	10.945	4.300000
12	Сопредельные территории Азербайджана и Грузии	12.7273	3.2600	1627.1310
	Сумма	1433.93	3509.6	1635.6680

Общие макросейсмические сведения. В населенных пунктах Кавказа ощутимыми были 10 землетрясений [9]. Максимальная интенсивность сотрясений $I_{\max}=6$ баллов отмечена 7 сентября в г. Они, в Грузии, от Онийского-II землетрясения с $K_p=14.2$ [19]. Общее число сотрясений в разных пунктах за год составило 52 [20], из них наиболее часто (5 раз) фиксировались слабые сотрясения – от 2–3 баллов до 3 баллов в Махачкале. На рис. 3 совмещены населенные пункты и землетрясения, вызвавшие в них сотрясения. Имеются сведения из ряда пунктов об ощутимости в них без выраженности в баллах. Электронный вариант каталога землетрясений [9] снабжен таблицей координат этих населенных пунктов [21]. Макросейсмическим проявлениям в зоне Онийского-II землетрясения 7 сентября посвящена отдельная статья в наст. сб. [19].

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 **Азовского моря** зарегистрировано только одно землетрясение, произошедшее 7 июля в 13^h26^m с $K_p=8.3$ [9]. Такого энергетического уровня события регистрируются неуверенно станциями Северного Кавказа. Довольно отчетливо оно было записано станцией «Анапа», удаленной на $\Delta=160$ км, и несколько хуже на станции «Возрождение», удаленной на $\Delta=215$ км (рис. 4). Ближайшей станцией, записавшей это землетрясение, была станция Крымской сети «Керчь» ($\Delta=120$ км). Кроме этих станций, событие зарегистрировали другие станции Крымской сети: «Феодосия», «Алушта», «Симферополь» и «Севастополь» ($\Delta=200$ – 340 км). Все они участвовали в сводной обработке для Северо-Кавказского каталога. Эпицентр, полученный в [23], смещен к югу на 28 км относительно такового, полученного в Обнинске. Однако оба решения лежат в пределах погрешностей определения координат в этом районе. Близко к этому месту известно землетрясение 17.07.1990 г. с $K_{II}=11.5$, которое, согласно [23], явилось самым сильным в

этом районе. Указанные землетрясения принадлежат к тектонической зоне сочленения Восточно-Европейской платформы со Скифской плитой [24].

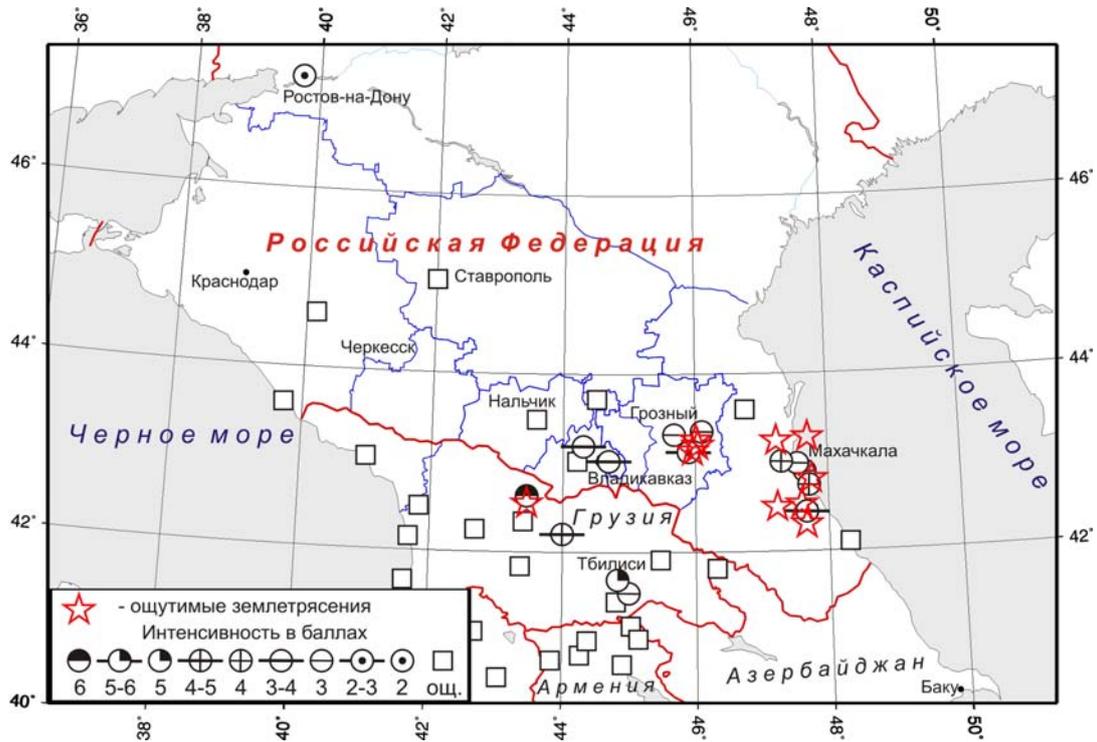


Рис. 3. Сотрясенные в 2009 г. населенные пункты с указанной в них интенсивностью сотрясений по шкале MSK-64 [25]

Квадратами показаны населенные пункты, в которых ощущалось Онийское-II землетрясение с $K_p=14.2$ [19] по данным бюллетеня ISC [8], с неизвестной интенсивностью; звездочками – эпицентры ощутимых землетрясений.

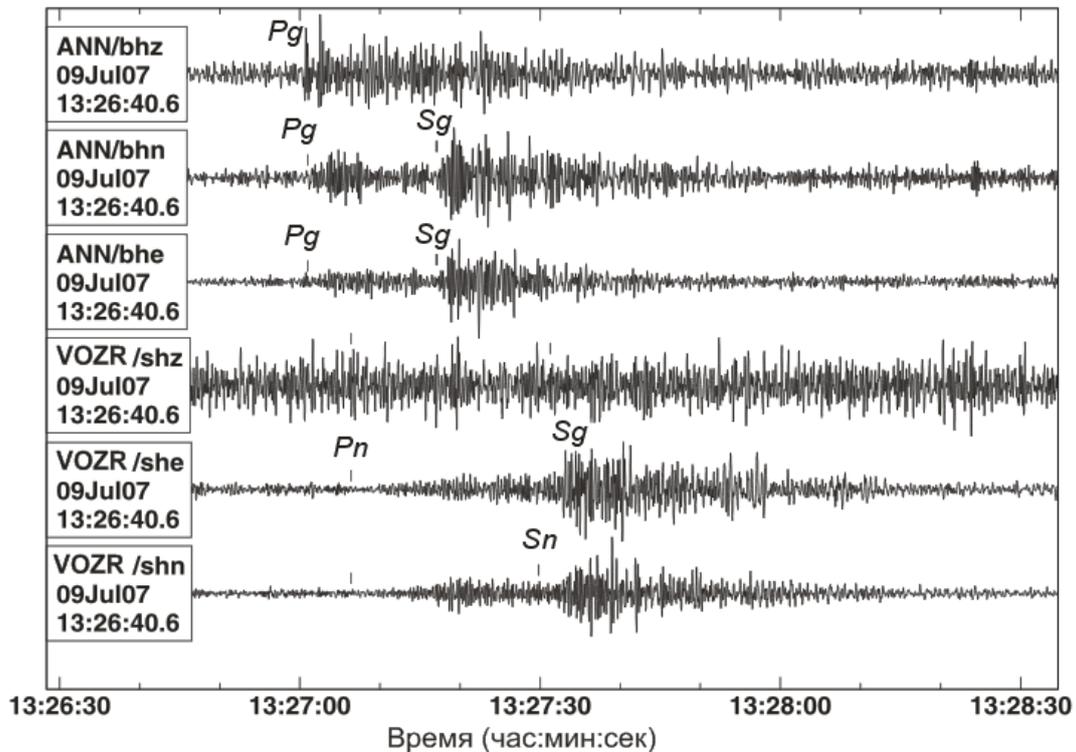


Рис. 4. Трехкомпонентные записи станций «Анапа» и «Возрождение» землетрясения 7 июля в 13^h26^m с $K_p=8.3$ в Азовском море (запись отфильтрована в полосе 1–5 Гц)

В акватории **Чёрного моря** зарегистрировано 10 слабых землетрясений с $K_p=6.3-9.2$ (рис. 5). Большая их часть (5 толчков) сгруппировались в море против Анапы. Согласно [26], здесь располагается перспективная на наличие углеводородов структура – поднятие Палласа, расположенное в узле пересечения Широтного и диагональной Молбайской зон глубинных разломов, южная часть поднятия предположительно связана с внедрением магматической интрузии. Здесь фиксируют выходы метана. Одновременно это и тектонически активный район, о чем говорят ежегодно фиксируемые здесь землетрясения.

В **Краснодарском крае**, включая территорию Адыгеи, зарегистрировано всего 8 землетрясений с $K_p=7.3-9.4$ [9], из которых три локализованы вблизи Анапы, остальные пять локализованы на территории Кавказского заповедника между Адыгеей и Карачаево-Черкессией. Самое заметное ($K_p=9.4$) из них возникло 23 марта в 02^h46^m вблизи побережья, в 2 км к востоку от Мало-го Утриша, в 4 км от Абрау-Дюрсо. Для него получены спектральные и очаговые параметры по записям станции «Сочи» [27].

В пределах **Ставропольского края** зарегистрировано 78 землетрясений с $K_p=3.1-8.3$. Основная часть землетрясений локализовалась в двух южных зонах края: западной, вблизи границ Карачаево-Черкессии, и восточной – в приграничной области с Кабардино-Балкарией, Осетией и Чеченской Республикой. Как и в 2008 г., было зарегистрировано несколько роев землетрясений.

Следует отметить, что сейсмическая сеть в этом районе, как и в предыдущие годы, имела неудовлетворительный «дизайн»: ближайшие станции были расположены на расстояниях в среднем $\Delta_{\min}=46$ км, а окружение эпицентра станциями характеризовалось средней величиной азимутальной брешки $GAP=254^\circ$, что позволяло определять параметры этих событий с точностью $\delta\Delta$ и δh не менее 10–20 км. Однако подобие записей землетрясений говорило об их генетическом сходстве.

Первый из роев – «зимний» – компактный по времени (4 января с 03^h14^m по 21^h10^m) и в пространстве – произошел вблизи г. Зеленокумск (не далее 10 км к востоку). Он состоял из 10 землетрясений с $K_p=5.9-7.8$ (табл. 5).

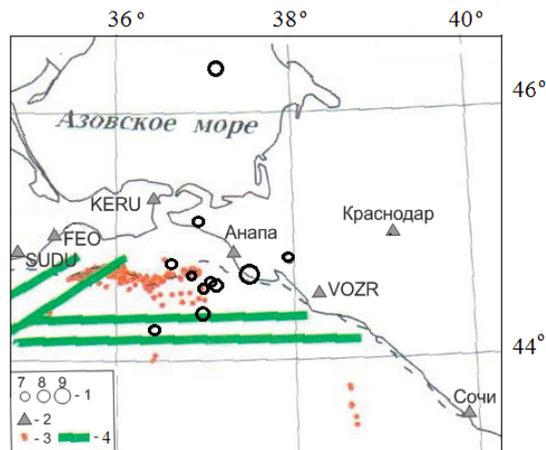


Рис. 5. Сейсмичность вблизи Анапы на фоне тектонической схемы по [27]

1 – энергетический класс K_p ; 2 – сейсмическая станция; 3 – выходы газа; 4 – глубинные разломы.

Таблица 5. Список землетрясений «зимнего» роя восточнее Зеленокумска в 2009 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	04.01	03 14 22.6	44.45	43.95	23	7.3	6	04.01	04 35 15.6	44.44	44.01	29	6.8
2	04.01	03 28 44.3	44.37	43.99	9	7.8	7	04.01	18 16 14.9	44.46	44.02	18	7.6
3	04.01	03 31 20.7	44.40	43.98	18	7.6	8	04.01	20 46 41.5	44.37	43.98	28	6.7
4	04.01	03 31 59.2	44.35	43.78	25	7.0	9	04.01	20 58 15.8	44.46	43.95	5	5.9
5	04.01	03 48 51.5	44.46	44.01	21	7.4	10	04.01	21 10 34.3	44.46	43.98	5	6.0

Второй рой – «летний» – состоял из 7 землетрясений (табл. 6), центр его переместился на 10 км к западу по отношению к Моздокскому рюю 2008 г., в котором проявления землетрясений наблюдались в течение всего того года.

Таблица 6. Список землетрясений «летнего» роя севернее Моздока в 2009 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	05.04	00 29 59.9	43.92	44.65	15	6.1	5	10.07	23 27 42.3	43.91	44.63	11	8.1
2	14.06	17 19 55.5	43.88	44.67	17	6.9	6	21.07	19 05 49.6	43.92	44.66	11	7.3
3	15.06	02 47 08.2	43.91	44.67	18	7.7	7	21.07	20 24 04.2	43.93	44.66	11	7.9
4	10.07	23 11 04.7	43.90	44.65	12	8.2							

Еще один рой, удаленный не более чем на 5 км к югу от ст. Суворовская, более представительный по числу событий и более протяженный во времени (табл. 7), зафиксирован вблизи местоположения роя 2005 г. [28].

Таблица 7. Список землетрясений роя вблизи станции Суворовская в 2009 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	23.02	12 14 12.8	44.26	42.67	5	5.6	8	11.05	20 52 42.1	44.19	42.64	10	6.1
2	02.04	06 12 42.7	44.13	42.74	19	6.0	9	13.07	04 20 03.2	44.16	42.68	10	5.5
3	02.04	10 21 14.3	44.17	42.72	25	7.2	10	01.08	10 58 40.1	44.06	42.67	4	5.4
4	25.04	23 44 42.9	44.15	42.69	9	4.8	11	10.08	10 49 17.4	44.14	42.64	10	5.1
5	26.04	10 01 34.4	44.15	42.67	10	4.9	12	23.08	05 30 02.5	44.16	42.66	9	5.0
6	26.04	16 01 01.1	44.17	42.63	9	7.5	13	28.08	02 58 40.7	44.16	42.66	7	4.7
7	26.04	17 34 41.9	44.14	42.69	9	4.3							

В Карачаево-Черкесской Республике зарегистрировано 15 землетрясений с $K_p=4.5-8.4$ и 14 взрывов в промышленных карьерах с $K_p=3.5-8.2$: восемь – в карьерах Усть-Джегута, пять – в горах (в 10 км от Хасаута) и один – в карьере строительного камня между населенными пунктами Жако и Красногорская. Наиболее заметное землетрясение ($K_p=8.4$) произошло 29 ноября в 00^h29^m между рекой Уруп и его притоком Ацгара, вблизи оз. Уруп. Известно, что в верховьях р. Уруп есть глубокие карстовые пещеры.

На территории Кабардино-Балкарской Республики (рис. 2 и 6) возникло большее число ($N=43$) слабых землетрясений, нежели в Карачаево-Черкесской Республике. Самое заметное ($K_p=9.3$) землетрясение произошло 12 октября в 22^h26^m вблизи пос. Кичмалка. Его эпицентр располагался в долине реки с одноименным с поселком названием. До него (в феврале–октябре) в этом же месте зарегистрировано еще 10 землетрясений с $K_p=3.4-7.0$. Все они произошли в районе Армавири-Ессентукского разлома, продолжающегося на территорию республики из Ставропольского края. Здесь же и в 2008 г. было также зарегистрировано 22 землетрясения с $K_p=3.9-8.7$. Ощутимых землетрясений на территории республики в 2009 г. не зафиксировано.

Кроме того, лабораторией сейсмического мониторинга Кавказских Минеральных Вод было зарегистрировано три взрыва, не связанных с какими-то конкретными промышленными карьерами, а, вероятно, со строительными дорожными работами в горах.

На территории Республики Северная Осетия–Алания (РСО–А) зарегистрировано 145 землетрясений с $K_p=4.2-8.8$, 104 из которых – слабые, с $K_p \leq 6$. Карта эпицентров всех землетрясений дана на рис. 6 вместе с событиями в приграничных зонах. Как видим, в пределах территории РСО–А слабая сейсмичность группировалась как в отдельных кластерах, так и имела рассеянный характер. Самым заметным ($K_p=8.8$) было землетрясение 12 мая в 19^h22^m с эпицентром в 7 км к северо-востоку от Беслана.

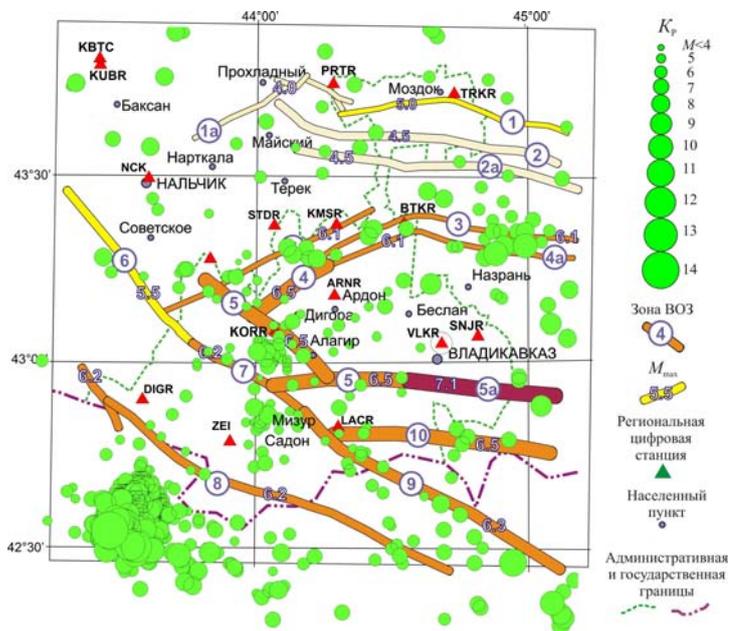


Рис. 6. Карта эпицентров землетрясений на фоне зон ВОЗ по [29] с указанием значений M_{max}

Зоны ВОЗ: 1 и 1а – Моздокская (восточная и западная); 2 и 2а – Терская (северная и южная); 3 – Сунженская северная; 4 – Сунженская; 4а – Сунженская южная; 5 и 5а – Владикавказская (западная и восточная); 6 – Нальчикская; 7 – Мизурская; 8 – зона Главного хребта; 9 – зона Бокового хребта; 10 – Кармадонская.

Заметная часть землетрясений локализована в пределах западной Владикавказской зоны ВОЗ (рис. 6), где, согласно карте, потенциально возможны землетрясения с $M_{max}=6.5$ и южнее Мизурской ВОЗ, вблизи г. Мизур.

Однако самая высокая плотность эпицентров на рис. 6 имеет место в приграничной к Северной Осетии-Алании с юго-востока территории Грузии, в очаговой зоне Рача-Джавского землетрясения 29.04.1991 г. с $M=6.9$ [30], ориентированной параллельно зоне ВОЗ № 8 – Главному Кавказскому хребту (рис. 6). 7 сентября в 22^h41^m здесь произошло упомянутое выше сильное землетрясение с $MS=5.8$, за которым последовал мощный афтершоковый процесс. Как указано выше, этому землетрясению посвящена отдельная статья в наст. сб. [19].

В Республике Ингушетия зарегистрировано 48 землетрясений с $K_p=5.6-9.8$. Два самых сильных ($K_p=9.8$) из них произошли 15 января в 06^h49^m и 17 апреля в 13^h30^m в области структурно-тектонического узла, образованного поперечным Цхинвало-Казбекским глубинным разломом и Пшекиш-Тырныауз-Аргудан-Сунженским разломом Кавказского простираения (рис. 7). Эпицентры этих землетрясений располагались в 12 км к северо-востоку от г. Назрань. Заметные проявления сейсмичности фиксировались здесь и в 2008 г. [3].

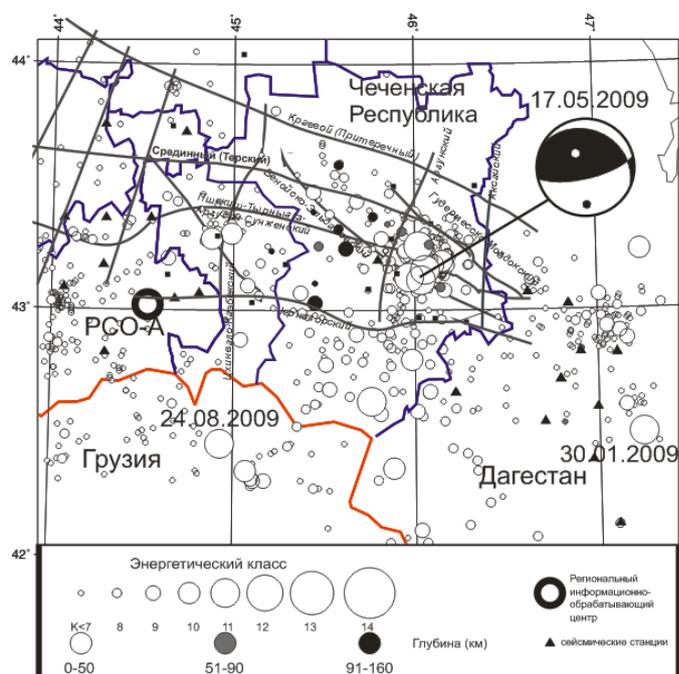


Рис. 7. Сейсмичность территорий Ингушетии, Чеченской Республики и части Дагестана в 2009 г. на фоне глубинных разломов по [32]

На территории Чеченской Республики в 2009 г. зарегистрированы 301 землетрясение с очагами в основном в земной коре. Значительная часть ($N=190$) являлись афтершоками сильного Курчалойского землетрясения 11.10.2008 г. с $MS=5.6$ [32]. Из них три афтершока ощущались в населенных пунктах Чеченской Республики: 13 мая в 05^h42^m с $K_p=10.5$ в Гудермесе – 3 балла; 25 августа в 11^h12^m с $K_p=11.1$ – в Грозном 2–3 балла; 16 ноября в 07^h31^m с $K_p=10.9$ – в Шали 2–3 балла. Для одного землетрясения в эпицентральной зоне 17 мая в 15^h03^m с $K_p=11.4$ удалось построить механизм очага (табл. 8) по знакам первых вступлений P -волн [33]. Оно возникло под преобладающим воздействием напряжений сжатия, ориентированных на юг ($AZM=178^\circ$). Тип движения по нодальной плоскости $NP1$ – взброс с левосторонней сдвиговой компонентой, по плоскости $NP2$ – надвиг ($DP_1=24^\circ$) с правосторонней сдвиговой компонентой (рис. 7). Простираение $NP2$ запад–северо-западное ($STK_1=296^\circ$) и близко к простираению погребенного Пшекиш-Тырныауз-Аргудан-Сунженским разломом Кавказского глубинного разлома по [31].

Таблица 8. Параметры механизма очага землетрясения 17 мая 2009 г. в 15^h03^m с $K_p=11.4$ по [33]

№	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	17.05	15 03 48.4	15	11.4	25	178	14	81	61	324	76	71	75	296	24	127

В 2008 г. отмечалось относительное сейсмическое затишье в подкорковых слоях литосферы, против явной активизации в них в предыдущие 5 лет, но в 2009 г. было зарегистрировано 8 землетрясений с промежуточными глубинами гипоцентров в интервале $h=100-130$ км с учетом погрешностей вычисления глубины $\delta h=\pm 10-15$ км (табл. 9). Их эпицентры были локализованы в пределах компактной области (50×25 км) между Терским и Сунженским хребтами.

Таблица 9. Землетрясения 2009 г. с промежуточными глубинами гипоцентров по [9]

№	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	29.01	00 26 37.8	43.38	45.77	122	7.8	5	02.08	13 46 30.5	43.25	45.62	104	9.2
2	31.01	16 00 13.0	43.03	45.45	99	9.0	6	12.11	19 47 54.9	43.40	45.44	120	6.5
3	26.03	19 09 37.1	43.11	45.58	120	8.3	7	29.11	19 28 06.8	43.31	45.35	131	7.4
4	23.04	00 54 36.6	43.11	45.45	108	7.5	8	30.11	15 22 19.4	43.33	45.58	103	7.6

На территории Республики Дагестан зарегистрировано 185 землетрясений с $K_p=5.1-11.1$. Самое сильное ($K_p=11.1$) из них произошло 30 января в 05^h47^m . Землетрясение ощущалось в Коркмаскале с интенсивностью $I=3-4$ балла и в Махачкале – 2–3 балла. Более подробно сейсмичность Дагестана описана в отдельной статье наст. сб. [34].

Каспийское море. В акватории Каспийского моря зарегистрировано 29 землетрясений с $K_p \geq 7.1-11.4$. Наиболее значимые из них были ощутимыми в населенных пунктах Дагестана: 5 июля в 18^h10^m с $K_p=10.4$ ощущалось в аэропорту Уйташ с $I=4$ балла и в городах Каспийск – с $I=3$ балла и Махачкале – 2 балла; 20 июля в 22^h35^m с $K_p=11.4$ ощущалось в Махачкале с $I=2-3$ балла и в Каспийске – 2 балла.

Подводя итоги, можно констатировать, что сейсмичность Северного Кавказа в 2009 г. характеризуется высокой активностью в Центральной зоне Большого Кавказа (согласно регионализации О.Д. Цхакая [35]), где 7 сентября реализовалось сильное ($MS=5.8$) Онийское-II землетрясение с $I_0^p=6-7$ баллов [19] с большой серией афтершоков ($N_{\text{афт}}=1167$), индексированных в [9].

Продолжался афтершоковый процесс в очаговой зоне Курчалойского землетрясения 11.10.2008 г. с $K_p=14.5$, $MS=5.6$, $I_0=7-8$ [32, 36]. Все выявленные в 2009 г. его афтершоки в количестве $N_{\text{афт}}=190$ также индексированы в [9].

В остальных районах наблюдался пониженный уровень активности.

Л и т е р а т у р а

1. Габсатарова И.П., Селиванова Е.А., Девяткина Л.В., Головкова Л.В. Северный Кавказ // Землетрясения Северной Евразии, 2006 год. – Обнинск: ГС РАН, 2012. – С. 81–96.
2. Габсатарова И.П., Селиванова Е.А., Малянова Л.С. Северный Кавказ // Землетрясения Северной Евразии, 2007 год. – Обнинск: ГС РАН, 2013. – С. 100–116.
3. Габсатарова И.П., Селиванова Е.А., Головкова Л.В. Северный Кавказ // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 95–110.
4. Габсатарова И.П., Девяткина Л.В., Даниялов М.Г., Мехрюшев Д.Ю., Погода Э.В. Северный Кавказ // Землетрясения России в 2009 году. – Обнинск: ГС РАН, 2011. – С. 15–20.
5. 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 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
6. 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 2009 год). – Обнинск: Фонды ГС РАН, 2010. – 142 с.
7. Свидлова В.А. (отв. сост.). Сейсмические станции Крыма в 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
8. *Bulletin of the International Seismological Centre for 2009*. – Thatcham, United Kingdom: ISC, 2011.
9. Габсатарова И.П., Головкова Л.В., Асманов О.А., Девяткина Л.В. (отв. сост.), Абдуллаева А.Р., Александрова Л.И., Амиров С.Р., Гамидова А.М., Иванова Л.Е., Калоева И.Ю., Киселёва О.А., Лещук Н.М., Малянова Л.С., Морозова Я.Н., Мусалаева З.А., Петросян Э.Н., Сагателова Е.Ю., Селиванова Е.А., Цирихова Г.В. (сост.). Каталог землетрясений и взрывов Северного Кавказа за 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
10. 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.

11. **Красилов С.А., Коломиец М.В., Акимов А.П.** Организация процесса обработки цифровых сейсмических данных с использованием программного комплекса WSG // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Первой Международной сейсмологической школы, посвященной 100-летию открытия сейсмических станций «Пулково» и «Екатеринбург». Петергоф, 2–6 октября 2006 г. – Обнинск: ГС РАН, 2006. – С. 77–83.
12. **Раутиан Т.Г.** Энергия землетрясений // Методы детального изучения сейсмичности. Труды ИФЗ АН СССР. – М.: ИФЗ АН СССР, 1960. – № 9(176). – С. 75–114.
13. **Раутиан Т.Г.** Об определении энергии землетрясений на расстоянии до 3000 км // Экспериментальная сейсмика. Труды ИФЗ АН СССР. – М.: Наука, 1964. – № 32(199). – С. 88–93.
14. **Coyne J., Clark K., Lloyd S.** IDC Documentations Geotool Software User Tutorial. – 16 July 2003. – 59 p.
15. **Lee W.H.K. and Valdes C.M.** HYPO71PC: A personal computer version of the HYPO71 earthquake location program // U.S. Geological Survey Open File Report 85–749. – 1985. – 43 p.
16. **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.
17. **Waldhauser F.** HypoDD – A program to compute double-difference hypocenter locations // U.S. Geol. Survey. Open File Report 01-113. – 2001. – P. 25.
18. **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.
19. **Габсатарова И.П.** Онийское-II землетрясение 7 сентября 2009 г. с $K_p=14.2$, $M_s=5.8$ (Грузия). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
20. **Габсатарова И.П. (отв. сост.), Асманов О.А., Амиров С.Р., Гайсумов М.Я., Пономарёва Н.Л. (сост.).** Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений Северного Кавказа в 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
21. **Габсатарова И.П. (отв. сост.).** Сведения о пунктах, для которых имеется информация о макросейсмических проявлениях ощутимых землетрясений Северного Кавказа за 2009 гг. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
22. **Козиненко Н.М., Свидлова В.А., Сыччина З.Н. (отв. сост.).** Каталог землетрясений Крыма за 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
23. **Пустовитенко А.Н., Пантелеева Т.А.** Землетрясения Крыма // Землетрясения СССР в 1990 году. – М.: ОИФЗ РАН, 1996 – С. 20–23.
24. **Чебаненко И.И., Довгаль Ю.М., Знаменская Т.А. и др.** Тектоника Северного Причерноморья / Отв. ред. И.И. Чебаненко. – Киев: Наукова думка, 1988. – С. 49–53.
25. **Медведев С.В. (Москва), Шпонхойер В. (Иена), Карник В. (Прага).** Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
26. **Старостенко В.И., Лукин А.Е., Русаков О.М., Пашкевич И.К., Кутас Р.И., Гладун В.В., Лебедь Т.В., Максимчук П.Я., Легостаева О.В., Макаренко И.Б.** О перспективах открытия массовых залежей углеводородов в гетерогенных ловушках Черного моря // Геофизический журнал. – 2012. – 34, № 5. – С. 3–21.
27. **Малянова Л.С., Габсатарова И.П.** Спектральные и очаговые параметры землетрясений Северного Кавказа. (См. раздел II (Спектры и динамические параметры очагов землетрясений) в наст. сб.).
28. **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.
29. **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.
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. **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.

-
32. **Габсатарова И.П.** Инструментальные параметры очага Курчалойского землетрясения 11 октября 2008 г. с $K_p=14.5$, $M_w=5.8$, $I_0=7-8$ баллов (Чеченская Республика) // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 433–447.
 33. **Габсатарова И.П. (отв. сост.), Малянова Л.С. (сост.)**. Каталог механизмов очагов землетрясений Северного Кавказа за 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
 34. **Амиров С.Р., Асманов О.А., Даниялов М.Г., Левкович Р.А., Сагателова Е.Ю.** Дагестан. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
 35. **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.
 36. **Асманов Ю.А., Левкович Р.А., Гайсумов М.Я., Керимов И.А., Габсатарова И.П., Головкова Л.В., Иванова Л.Е., Пономарёва Н.Л., Чепкунас Л.С., Рыжикова М.И.** Макросейсмические проявления 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. 421–432.