

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

В 2000 г. на Северном Кавказе, включающем административные территории Краснодарского, Ставропольского краев и пяти автономных республик России (Карачаево-Черкесской, Кабардино-Балкарской, Чеченской, Ингушетии, Северной Осетии-Алании), продолжались наблюдения сетью сейсмических станций Центральной опытно-методической экспедиции ГС РАН. Она состояла, как и в 1999 г. [1], из семи аналоговых станций («Анапа», «Белый Уголь», «Махачкала», «Пятигорск», «Сочи», «Цей», «Гофицкое»), оснащенных короткопериодными сейсмографами СКМ-3 и ВЭГИК; одной цифровой станции «Кисловодск», оборудованной IRIS; одной четырехкомпонентной микрогруппы «Кисловодск»; шести радиотелеметрических пунктов наблюдений, записывающих события в триггерном режиме («Кисловодск», «Гум-Баши», «Шитжатмас», «Куба-Таба», «Белый Уголь», «Нагутская»). Наиболее подробно сведения об этих станциях описаны в [2]. Кроме того, в г. Обнинск регулярно поступали из Дагестанской ОМСП результаты обработки дагестанских станций [3] в виде предварительных бюллетеней землетрясений для восточной зоны Северного Кавказа, которые также использовались при составлении каталога землетрясений на территории Северного Кавказа в целом [4].

Состояние сети сейсмических станций в 2000 г. претерпело некоторое изменение. Оно коснулось не состава сети, а изменения характера производства и сбора цифровых данных на Кавминводском геодинамическом полигоне. Здесь, начиная с 1984 г., была развернута локальная сеть, оснащенная в первые шесть лет наблюдений станциями типа «Черепаша». С 1991 г. регистрация землетрясений велась станциями радиотелеметрической системы сбора информации, которые работали в триггерном режиме вплоть до мая 2000 г. При этом использовался распространенный алгоритм обнаружения событий, основанный на сравнении средней амплитуды длинного и короткого окон (LTA/STA), который позволял выделять множество событий, включая и явные помехи. Для их устранения принималось условие срабатывания алгоритма для каждой помехи как минимум на трех станциях. Это условие приводило к потере записей отдельных землетрясений, особенно удаленных на региональные расстояния. В мае 2000 г. было проведено переоснащение системы сбора телеметрической системы, в результате чего триггерный режим был заменен на непрерывную регистрацию. Это существенно расширило информативность этих станций относительно удаленных событий.

Наблюдения аналоговой аппаратурой на сейсмической станции «Белый Уголь» и регистрация аппаратурой радиотелеметрической системы были прекращены 27 июля 2000 г. по организационным и техническим причинам.

Карта энергетической представительности землетрясений по состоянию сети на 2000 г. показана на рис. 1. Минимальный уровень  $K_{\min}=7$  представительных землетрясений обеспечивается на двух небольших участках – на Кавминводском полигоне и на участке повышенной плотности размещения сейсмических станций в Дагестане. В центральных и восточных частях –  $K_{\min}=7-8$ , на западе и севере исследуемой территории, где сеть сейсмических станций наиболее редкая, представительными были лишь землетрясения с  $K_{\min}=9-10$ .

Методика сводной обработки в 2000 г., по сравнению с таковой в [1], не изменилась. В основном она базировалась на использовании комплекса программ НУРО-71 [5] и местных скоростных разрезов земной коры [6–8], которые в [9] были осреднены для отдельных зон Северного Кавказа (западной, центральной и восточной). Для всех землетрясений определен энергетический класс  $K_p$  по номограмме Т.Г. Раутиан [10] и для многих из них определена магнитуда  $MPVA$  с использованием калибровочной функции для Кавказа [11].

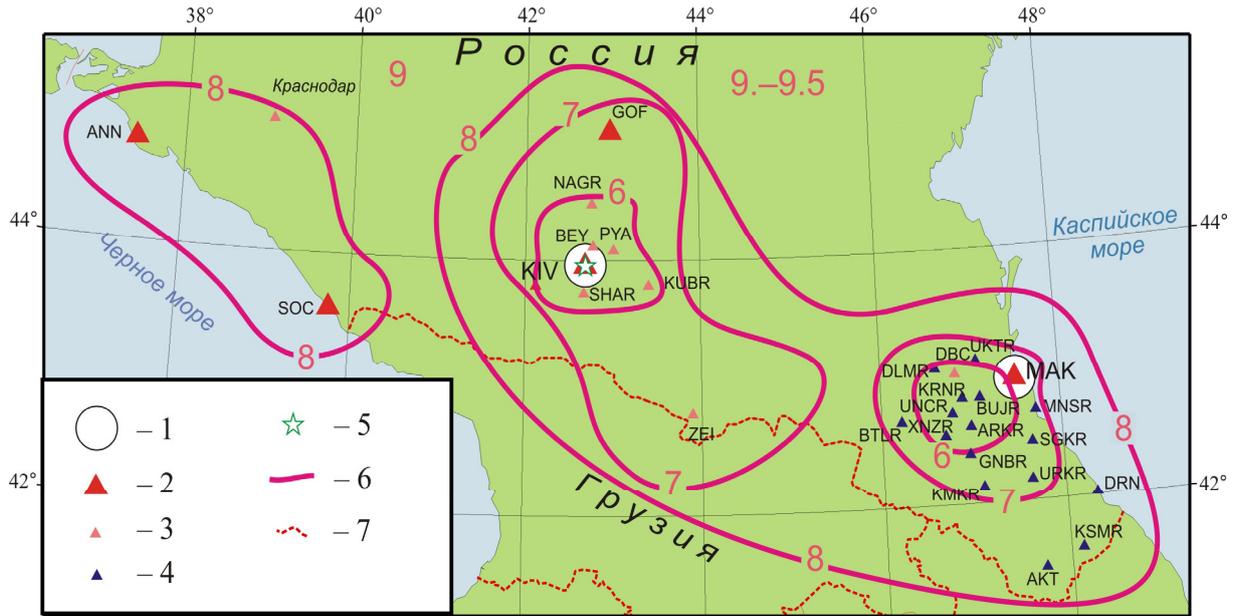


Рис. 1. Карта энергетической представительности  $K_{min}$  на территории Северного Кавказа за 2000 г.

1 – территориальный информационно-обрабатывающий центр ГС РАН; 2 – телесеismicкая цифровая станция; 3–4 – цифровая и аналоговая станция соответственно; 5 – микрогруппа; 6 – изолиния  $K_{min}$ ; 7 – государственная граница.

В результате сводной обработки на территории Северного Кавказа (включая Дагестан), внутри государственных границ России, а также в приграничной с соседними государствами (Грузией и Азербайджаном) тридцатикилометровой полосе были локализованы 537 сейсмических событий с  $K_p=4.4-12.2$  [12], из которых 27 отнесены к категориям «взрыв» и «возможно, взрыв», зарегистрированных в основном локальной сетью Кавказских Минеральных Вод. Большая их часть относится к карьерам вблизи поселка Усть-Джегута. Карта эпицентров всех событий приведена на рис. 2.

В настоящей статье в основном анализируются землетрясения западной и центральной частей, землетрясения Дагестана описываются в отдельной статье [13]. Распределение их по классам впервые приводится по районам административного деления Северного Кавказа и отдельно по Черному морю (табл. 1). Выделившаяся энергия на территории Северного Кавказа, исключая территорию Дагестана, равная  $\Sigma E=4.69 \cdot 10^{11}$  Дж, близка к таковой ( $\Sigma E=1.84 \cdot 10^{11}$  Дж) в 1999 г. [1]. Этот факт позволяет охарактеризовать сейсмический режим территории как стабильный. Однако, как и ранее [14, 15], в 2000 г. сейсмичность имела мозаичный характер, связанный с отдельными сеймотектоническими блоками и зонами их сочленения.

Таблица 1. Распределение числа землетрясений Северного Кавказа по энергетическим классам  $K_p$  и суммарная сейсмическая энергия  $\Sigma E$  по районам

№	Район	$K_p$								$N_{\Sigma}$	$\Sigma E \cdot 10^{11}$ , Дж
		5	6	7	8	9	10	11	12		
1	Черное море			1	3	1	4	2		11	1.4141
2	Краснодарский край	1		3	3	1				8	0.0144
3	Ставропольский край	5	5	11	14	2	1			38	0.0879
4	Карачаево-Черкесия			4	2	1	1			8	0.1360
5	Кабардино-Балкария	2	2	14	3	2				23	0.0407
6	Северная Осетия			5	8	3	2			18	0.248
7	Ингушетия и Чечня		4	8	36	22	4	2		76	2.765
8	Дагестан	13	40	55	52	24	12	4	1	201	22.3907
	Всего	21	51	101	121	56	24	8	1	383	27.0824

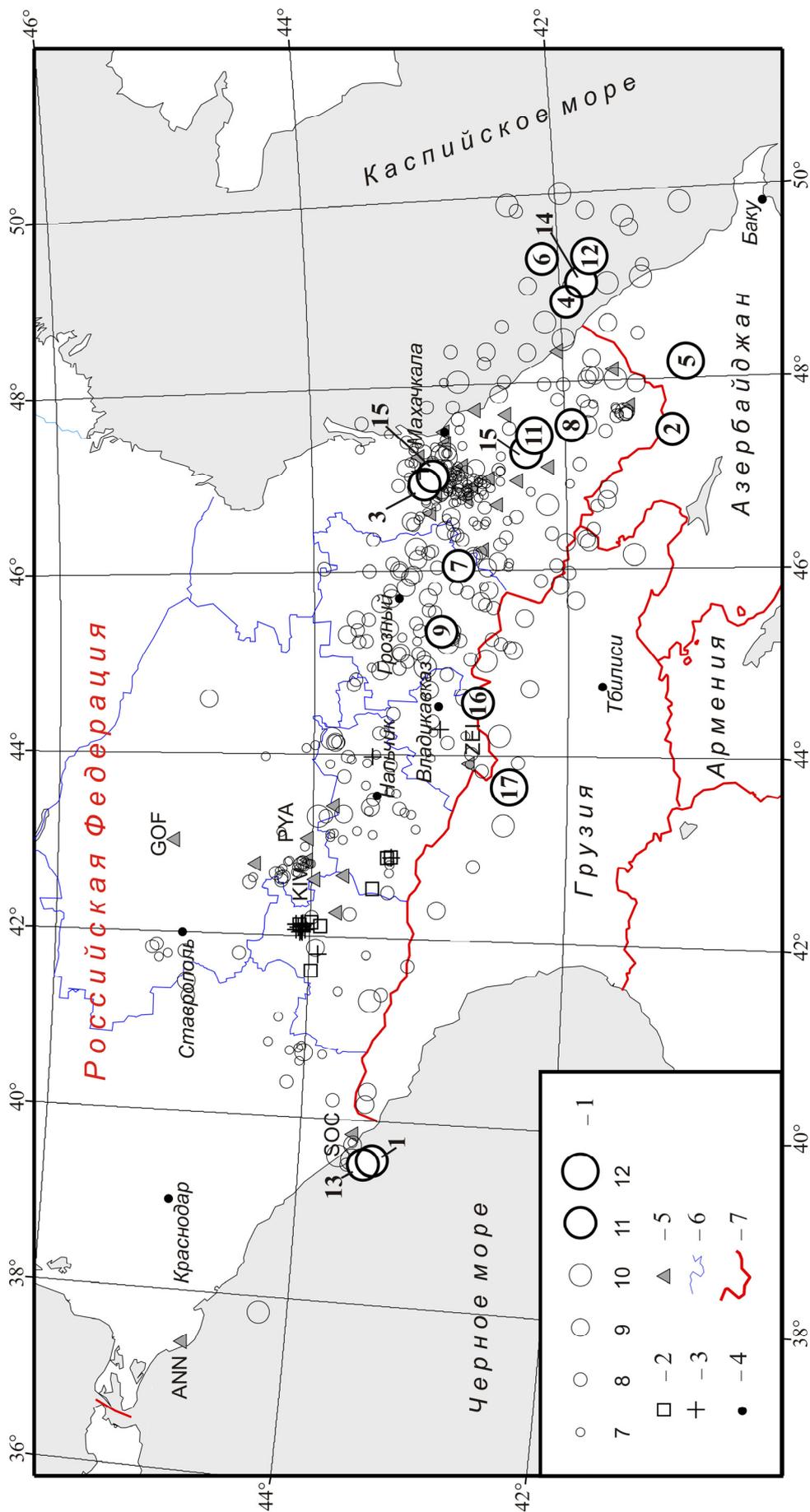


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений Северного Кавказа за 2000 г. с  $K_p \geq 6.6$

1 – энергетический класс  $K_p$ ; 2 – событие типа «возможно, взрыв»; 3 – взрыв в промышленных карьерах; 4 – населенный пункт; 5 – сейсмическая станция; 6 – граница республик Северного Кавказа; 7 – государственная граница. Номера землетрясений (1–17) соответствуют такому в графе 1 каталога землетрясений [12].

Ниже рассматривается более детально проявление сейсмичности в каждом районе с привлечением отдельных элементов карты глубинных разломов (рис. 3) в редакции Е.А. Рогожина [16].

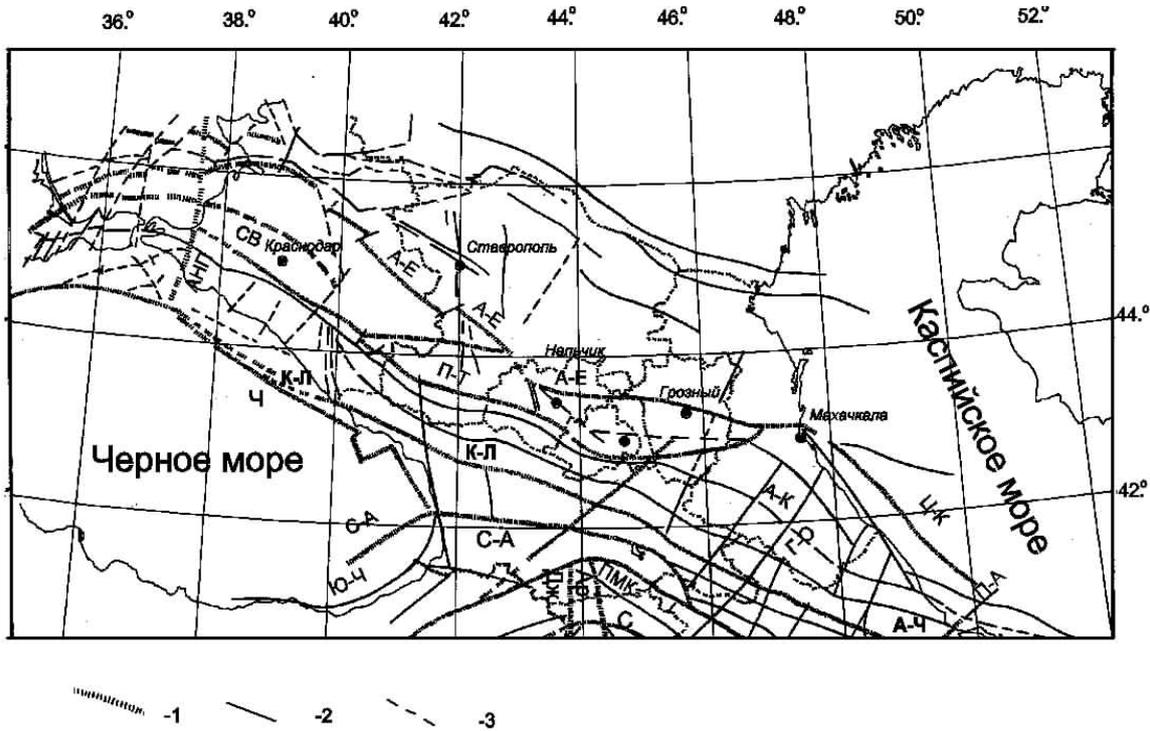


Рис. 3. Тектоническая схема Кавказа по [16]

Обозначение и название некоторых разломов I-го порядка: И-Т – Индоло-Томашевский, АНП – Анапский, СВ – Северский, Ч – Черноморский, К-Л – Кахетино-Лечхумский, Че – Черкесский, А-Е – Армавино-Ессентукский, Ц-К – Центрально-Казбекский, А-К – Адайком-Казбекский, П-Т – Пшекиш-Тырнаузский, С-А – Северо-Аджарский, Цх-К – Цхинвали-Казбекский, ВЛ – Владикавказский, Ад – Аджарский, ПМК – Предмалокавказский, Дж – Джавахетский, Ар – Араратский, А-К – Адайко-Казбекский, П-А – Пальмиро-Апшеронский.

Практически вся территория **Краснодарского края** (№ 2) в 2000 г. асейсмична (рис. 2), за исключением южной полосы, граничной с Грузией и Карачаево-Черкесией, где хорошо видны две обособленные группы эпицентров: одна – вблизи Сочи, другая – северо-восточнее. Вторая группа содержит девять землетрясений, в которой по одному землетрясению 9-го и 8-го классов (10 октября в  $09^{\text{h}}43^{\text{m}}$  с  $K_p=9.0$ , 25 декабря в  $19^{\text{h}}33^{\text{m}}$  с  $K_p=7.8$ ), остальные – с  $K_p \div 7$ .

К первой группе приурочены два самых сильных землетрясения Краснодарского края с  $K_p=10.8$  и  $10.6$ , локализованные в прибрежье Черного моря 29 февраля в  $08^{\text{h}}55^{\text{m}}$  и 30 октября в  $01^{\text{h}}17^{\text{m}}$ . Оба ощущались в Сочи ( $\Delta=20-22$  км) с интенсивностью  $I=4-5$  и  $3-4$  балла соответственно. Землетрясение 29 февраля возглавляет рой из почти 20 толчков (табл. 2), среди которых 5 имели  $K_p=8.5-10.1$  и были ощутимы на территории Большого Сочи с интенсивностью  $2-3$  балла. Большая часть событий роя не локализована, поскольку записана только станцией «Сочи» на расстоянии  $14-24$  км. Ориентировочное местоположение этого роя в зоне пересечения Черноморского и Кахетино-Лечхумского разломов I порядка. Главный толчок ощущался еще в Адлере и Лазаревском с  $I=3-4$  балла, в Дагомысе –  $2-3$  балла. По историческим данным [17], в этом районе известны рои землетрясений с интенсивностью в эпицентре до 7 баллов. Последний наиболее значительный рой отмечался в районе Большого Сочи в 1970–1971 гг. с главным событием 14.12.1970 г.,  $M=5$  [17].

В апреле на станции «Сочи» зарегистрирован еще один рой, в основном на расстоянии  $12-22$  км. За период с 21 по 29 апреля произошло почти три десятка толчков с  $K_p=3.0-8.3$  (табл. 3). В бюллетене станции «Сочи» со слов местных жителей отмечено, что все землетрясения этого роя, произошедшие в пос. Барановка в долине р. Дагомыс, сопровождались гулом и подземным шумом (шорохом).

Таблица 2. Список землетрясений Сочинского роя в феврале–марте 2000 г.

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	$\Delta$ , км	$K_p$	$I$ , баллы
			$\varphi$ , N	$\lambda$ , E				
Основной толчок								
	<b>29.02</b>	<b>08 55 42.8</b>	<b>43.42</b>	<b>39.57</b>	<b>7</b>	<b>24</b>	<b>10.8</b>	<b>4–5</b>
Рой								
1	29.02	09 15 32.8				24	6.5	
2	29.02	09 18 17.3				24	6.2	
3	29.02	09 40 57.8				24	6.8	
4	29.02	09 53 12.8				24	7.5	
5	29.02	10 49 03.8				24	6.1	
6	29.02	12 16 58.0				19	6.4	
7	29.02	12 40 32.5				19	6.4	

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	$\Delta$ , км	$K_p$	$I$ , баллы
			$\varphi$ , N	$\lambda$ , E				
8	29.02	13 22 23.4	43.44	39.51	2	24	9.8	3
9	29.02	15 18 49.6				22	6.8	
10	29.02	21 45 49				14	6.3	
11	29.02	22 15 23						
12	02.03	06 55 38.8	43.58	39.73	10	24	9.2	3
13	02.03	06 58 30.3				24	7.9	
14	08.03	16 42 23.5				19	7.8	
15	08.03	18 56 07.6	43.69	39.60	6	19	9.6	2–3
16	10.03	22 35 23.8	43.44	39.58	3	19	8.5	3
17	10.03	22 39 59.5				19	7.6	
18	10.03	22 57 46.4	43.58	39.57	6		10.1	3–4

Таблица 3. Список землетрясений Сочинского роя в апреле 2000 г.

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	$\Delta$ , км	$K_p$	$I$ , баллы
1	21.04	06 00 59.	12	5.3	
2	21.04	15 09 42.1	12	6.1	
3	21.04	23 20 14.5	19	6.1	
4	22.04	05 31 05.6	22	7.2	
5	22.04	10 08 27	14	7.0	2, гул
6	22.04	11 42 18	5	3.5	
7	22.04	15 30 37.1	12	5.4	
Основной толчок					
<b>8</b>	<b>22.04</b>	<b>15 53 30</b>	<b>19</b>	<b>8.3</b>	<b>2–2.5, гул</b>
Продолжение роя					
9	23.04	08 09 48.5	19	7.0	
10	23.04	15 37 09	14	6.0	
11	23.04	15 39 47.5	14	5.3	
12	23.04	17 08 35.5	14	5.8	
13	23.04	23 08 43	5	3.9	

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	$\Delta$ , км	$K_p$	$I$ , баллы
14	23.04	23 29 21	5	3.7	
15	24.04	01 12 12.1	22	6.3	
16	24.04	04 57 59	36	6.8	
17	24.04	14 22 15.1	22	6.7	
18	24.04	20 08 55.5	14	6.1	
19	24.04	21 41 58	14	5.6	
20	25.04	04 59 43.6	12	4.5	
21	25.04	05 35 10.1	12	7.2	2–2.5, гул
22	25.04	11 12 02.6	12	7.2	2, гул
23	25.04	17 12 09	14	5.2	
24	26.04	06 59 59.6	12	3.0	
25	26.04	08 56 56.5	14	7.2	
26	26.04	23 39 53.5	19	5.9	
27	26.04	23 53 14.1	12	4.6	
28	27.04	11 39 42.7	3	4.3	
29	27.04	19 58 55.2	3	4.2	
30	28.04	09 30 59	14	5.4	
31	29.04	09 38 15	14	5.8	

Особо отметим одиночное землетрясение 6 апреля в 13<sup>h</sup>55<sup>m</sup> с  $K_p=10.2$ , произошедшее в Черном море, южнее Анапы [12] (оно содержится также в каталоге Крыма [18]). Землетрясение ощущалось в Новороссийске с  $I=2-3$  балла, Геленджике и Анапе – 2 балла.

В Ставропольском крае (№ 3) локализовано около 40 землетрясений (рис. 2, [12]). Близ Ставрополя локальной сетью Кавминводского геодинимического полигона ГС РАН и комплексным геофизическим пунктом «Гофицкое» зафиксировано проявление сейсмической активности в тектонической зоне Ставропольского свода на Расшеватском разломе II порядка. За период с 24 по 25 апреля здесь произошло четыре толчка (24 апреля в 04<sup>h</sup>57<sup>m</sup> с  $K_p=9.1$  и в 11<sup>h</sup> 50<sup>m</sup> с  $K_p=7.5$ , 25 апреля – в 00<sup>h</sup>56<sup>m</sup> с  $K_p=7.8$  и в 12<sup>h</sup>30<sup>m</sup> с  $K_p=8.5$  [12]). По данным Ставропольского центра МЧС, самое сильное из них ощущалось в пос. Рыздвяный с интенсивностью до 3–4 баллов. В зоне Кавминводского геодинимического полигона ГС РАН по-прежнему наблюдается слабая сейсмичность в зоне сочленения Черкесского и Армави́ро-Ессентукского разломов I порядка.

В горной части **Карачаево-Черкесской Республики** (№ 4) произошло восемь землетрясений, наиболее значительное из которых с  $K_p=10.1$  было локализовано вблизи Теберды 19 марта в 07<sup>h</sup>20<sup>m</sup> (рис. 2). Очаг его располагался примерно в 30 км к северо-западу от эпицентров известных очагов сильных землетрясений – Тебердинского семибалльного 21.10.1905 г. с  $M=6.4$  и Чхалтинского девятибалльного 16.07.1963 г. с  $M=6.4$  [17]. Все эти события приурочены к Пшекиш-Тырныузской зоне разломов.

Кроме того, на этой территории локализовано 5 событий категории «возможно, взрыв» и 23 взрыва (табл. 4).

Таблица 4. Список взрывов на территории Карачаево-Черкесской республики в 2000 г.

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	MPVA	$K_p$	Тип события
			$\varphi$ , N	$\lambda$ , E				
1	11.01	12 07 28.3	44.06	42.07		3.1	8.2	взрыв
2	16.02	12 36 06.2	44.06	42.09		3.4	8.9	взрыв
3	10.03	09 10 49.7	43.52	42.53		3.2	8.5	взрыв?
4	27.04	10 41 05.2	44.07	42.115		3.5	9.0	взрыв
5	06.05	12 00 52.2	44.04	42.07		3.3	8.6	взрыв
6	19.05	08 36 07.1	44.08	42.04		3.1	8.3	взрыв
7	23.05	10 46 13.4	44.05	42.04		3.2	8.4	взрыв
8	22.06	12 12 12.6	43.92	42.11	1	2.8	6.2	взрыв?
9	24.06	10 36 47.3	44.058	42.119		3.4	8.7	взрыв
10	30.06	10 23 33.8	44.06	42.10		3.3	8.7	взрыв
11	19.07	11 00 04.5	44.094	42.09			6.0	взрыв
12	21.07	09 13 59.2	43.99	42.15	0	3	6.2	взрыв?
13	26.07	07 34 39	44.109	42.06			~7	взрыв
14	03.08	10 35 00.8	44.11	42.11		2.2	6.6	взрыв
15	24.08	11 37 41.6	44.07	42.10		3.1	~7	взрыв
16	24.08	14 13 13.6	43.93	41.79		3.6	~7	взрыв
17	01.09	11 58 03.5	44.04	42.13		3.0	8.1	взрыв
18	12.10	11 54 55.4	44.06	42.07		3.1	8.2	взрыв
19	21.10	10 48 22.7	44.08	42.12		3.0	7.9	взрыв?
20	27.10	09 19 06.7	44.067	42.061		3.3	8.7	взрыв
21	27.10	11 07 57.9	44.06	42.12		3.2	8.4	взрыв
22	15.12	10 52 09.0	44.05	42.13		3.1	8.2	взрыв
23	27.12	09 38 52.1	43.98	41.61		3.4	8.9	взрыв?

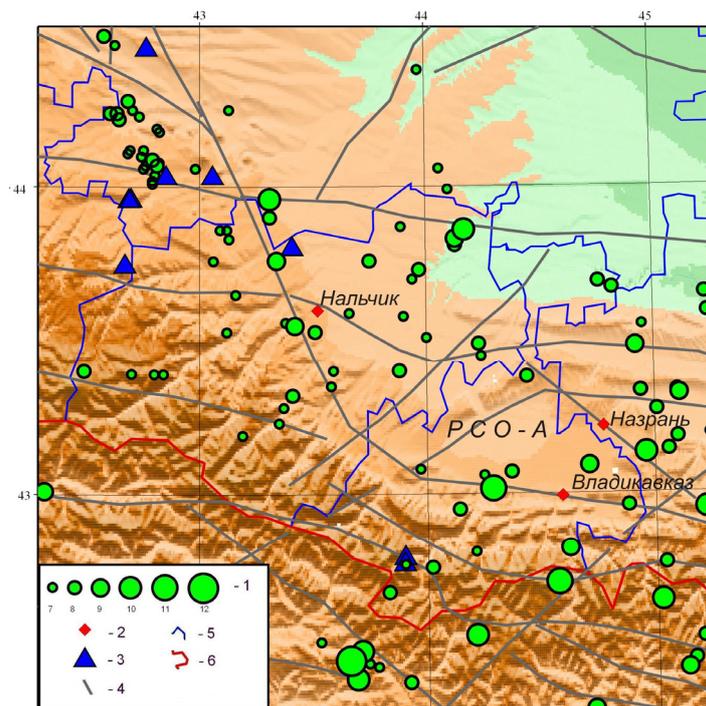
На территории **Кабардино-Балкарской Республики (№ 5)** зарегистрировано 22 землетрясения с  $K_p=6.7-9.3$ . Сведений об их ощутимости нет. Значительная часть этих землетрясений приурочена к Кабардинскому участку Армави́ро-Невинномы́сского разлома, в направлении на Нальчик (рис. 2). Другая часть имела рассеянный характер без явной приуроченности к одному очагу, что отчасти может быть обусловлено возможностью сети с узким азимутальным створом относительно этого района. В целом землетрясения здесь не превышали  $K_p=9.3$ .

На территории **Республики Северная Осетия–Алания (№ 6)** зарегистрировано около 20 землетрясений, самое сильное из которых произошло 19 мая в 12<sup>h</sup>31<sup>m</sup> с  $K_p=10.2$ . Эпицентр его приурочен к Владикавказскому глубинному разлому. С точки зрения оценок сейсмической опасности этого района, согласно схеме потенциальных очагов [14], наиболее потенциально опасна зона Владикавказского глубинного разлома, где прогнозируются очаги с магнитудой 7.0. На рис. 4 показано распределение эпицентров землетрясений на фоне системы глубинных разломов. Из рисунка видно, что часть землетрясений приурочена к Казбекскому разлому, наиболее значительное из них произошло 8 декабря в 06<sup>h</sup>22<sup>m</sup> с  $K_p=11.3$ . Следует отметить также соседнее по времени реализации землетрясение 9 декабря в 08<sup>h</sup>37<sup>m</sup> в приграничной с Грузией полосе с  $K_p=11.6$  (рис. 2, 4).

Территория **Республики Ингушетия и Чеченской Республики (№ 7)** была в 2000 г. значительно активнее рассмотренных выше. В 2000 г. здесь произошло порядка 80 землетрясений с  $K_p=6.0-11.2$ . Сейсмичность концентрировалась в двух очаговых зонах, где максимальные землетрясения произошли 30 августа 18<sup>h</sup>19<sup>m</sup> с  $K_p=11.2$ , 30 мая в 02<sup>h</sup>00<sup>m</sup> с  $K_p=10.2$  в приграничном районе с Грузией и 30 июня в 17<sup>h</sup>05<sup>m</sup> с  $K_p=10.7$  в приграничном районе с Дагестаном (рис. 2). Для 10 землетрясений с  $K_p\sim 8$  в Сунженском прогибе (рис. 5) получена расчетная глубина очага в верхней мантии (50–100 км).

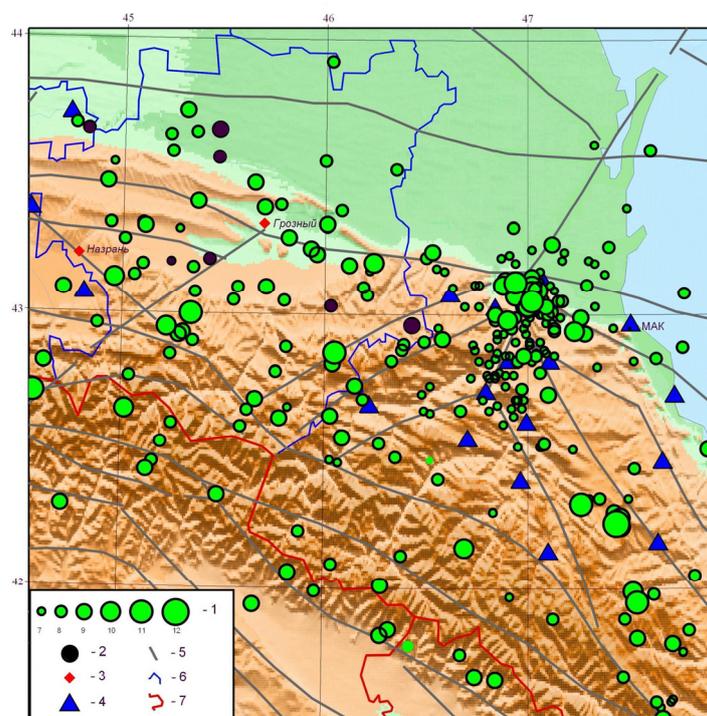
Вопрос о наличии на Кавказе отдельных зон с очагами землетрясений в верхней мантии неоднократно обсуждался в литературе [19, 20, 21, 22]. Для периода с 1911 по 1958 гг. Т.М. Лебедева [19] выделила при обработке инструментальных данных 6 землетрясений с очагами ниже земной коры, в их числе землетрясение 10.09.1954 г. в 19<sup>h</sup>21<sup>m</sup> с координатами 43.2°N, 45.4°E в Сунженском прогибе с глубиной 80 км. Н.В. Шебалин [20] и А.Д. Цхакая [21] также указывали на наличие на Кавказе отдельных очагов в верхней мантии. Однако данные по ряду этих очагов впоследствии были переобработаны [23] и в [17] они вошли как коровые. Только один очаг 10.08.1912 г. в этой зоне из опубликованного в этом издании каталога имеет глубину

$h=50$  км и магнитуду  $M=5.7$ . А.А. Годзиковская [22] на основании анализа сейсмограмм сейсмической станции «Белый Уголь» высказала предположение о существовании в Терско-Сунженском прогибе зоны с мантийными землетрясениями на глубинах 80–120 (100–140) км.



**Рис. 4.** Положение эпицентров землетрясений на территории Республики Северная Осетия–Алания в 2000 г.

1 – энергетический класс  $K_p$ ; 2 – населенный пункт; 3 – сейсмическая станция; 4 – глубинный разлом по [16]; 5 – граница республик Северного Кавказа; 6 – государственная граница.



**Рис. 5.** Сейсмичность Чеченской Республики и Республики Дагестан в 2000 г.

1 – энергетический класс  $K_p$ ; 2 – очаг с глубиной  $>50$  км; 3 – населенный пункт; 4 – сейсмическая станция; 5 – глубинный разлом по [16]; 6 – граница республик Северного Кавказа; 7 – государственная граница.

В результате дополнительного анализа имеющихся инструментальных материалов при подготовке каталога [24] вновь появились сведения о глубоких очагах на Кавказе, в районе Терско-Сунженского прогиба. К ним относятся в частности землетрясения 17.07.1976 г. в 01<sup>h</sup>39<sup>m</sup> с координатами 43.16°N, 45.38°E с глубиной  $h=125$  км,  $M=4.3$  и 18.01.78 г. в 19<sup>h</sup>34<sup>m</sup> с координатами 43.05°N, 45.74°E с  $h=94$  км,  $M=3.4$ . Эта зона, наряду с центральным Каспием, отнесена к реликтовым зонам субдукции на Кавказе и учитывалась при построении карт ОСР-97 [25]. Несколько очагов с мантийными глубинами зарегистрировано в 2000 г. в Каспийском море (табл. 5, рис. 5) по данным сети Республики Дагестан.

Таблица 5. Список мантийных землетрясений на территории Северного Кавказа в 2000 г.

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$\delta h$ , км	MPVA	$K_p$	№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$\delta h$ , км	MPVA	$K_p$
			$\varphi$ , N	$\lambda$ , E							$\varphi$ , N	$\lambda$ , E			
1	24.01	02 17 02.7	42.53	46.27	66		8.3	14	27.04	16 49 16.9	41.53	49.32	95		9.8
2	24.01	15 43 41.8	43.57	45.47	100		8.0	15	27.04	22 17 10.2	41.77	48.24	68		9.0
3	24.02	05 30 51.3	43.20	45.43	54	3.3	7.6	16	01.05	07 28 54.1	42.83	48.03	72		9.7
4	24.02	23 02 14.3	43.19	45.24	56		7.3	17	15.05	09 22 45.7	42.66	45.82	54		6.3
5	01.03	11 25 10.0	43.67	45.47	60	3.8	8.7	18	04.06	01 24 35.1	42.65	46.67	53		7.9
6	02.03	15 37 42.3	43.67	44.82	53	3.3	8.1	19	17.08	09 35 08.3	41.62	49.73	51		9.0
7	05.03	08 36 17.4	43.03	46.03	75	3.5	7.6	20	29.08	14 02 11.2	41.59	48.01	67		9.9
8	11.04	03 40 08.6	41.99	48.45	132		10.2	21	18.09	14 04 11.4	42.47	46.52	60		7.0
9	22.04	08 46 34.7	41.95	48.85	85	5.4	11.4	22	24.09	11 47 09.3	41.20	47.51	58		6.8
10	24.04	15 49 05.6	41.62	49.03	82		10.1	23	28.09	08 24 31.5	42.87	46.38	51		8.3
11	24.04	18 08 39.3	41.81	49.06	141		9.5	24	01.10	01 04 13.0	42.96	46.43	80		8.8
12	24.04	19 06 09.6	41.36	49.08	89		9.8	25	23.11	08 52 08.4	41.75	48.05	99		9.5
13	25.04	11 23 29.09	41.39	49.59	56		9.5	26	29.11	10 47 11.2	41.67	46.84	73		9.1

Восточная зона Северного Кавказа, как и в прежние годы, была наиболее сейсмически активной в регионе. Это, прежде всего, район, относящийся к территории **Республики Дагестан** (№ 8), более подробно о сейсмичности которой изложено в статье [13] наст. сб. На эту область в 2000 г. пришлось 40% всех зарегистрированных землетрясений Северного Кавказа, а в 1999 г. – более 90%. Особенно, как и в предыдущий год, выделялся район Кизилюртского землетрясения [26], где 31 января и 21 февраля 1999 г. произошли два землетрясения с магнитудой 5.6 и 5.1 соответственно, ощущавшиеся практически на всей территории Дагестана, а максимальные сотрясения до 7 баллов отмечались в Кизилюрте, в Махачкале – до 5–6 баллов. Они сопровождалась мощной серией афтершоков, которая еще не завершилась и в 2000 г. (рис. 5). Отметим наиболее сильные из афтершоков:

28 января в 23<sup>h</sup>27<sup>m</sup> с  $K_p=10$ , ощущалось в пос. Дубки (12 км) с  $I=4-5$  баллов, в Кизилюрте (23 км) – 4 балла, в Махачкале (40 км) – 2 балла;

12 апреля в 00<sup>h</sup>01<sup>m</sup> с  $K_p=10.7$ , ощущалось в Кизилюрте (10 км) с  $I=5$  баллов, в Новом Чиркее (10 км) и Учкенте (11 км) – 4–5 баллов, в Махачкале (47 км) – 3–4 балла;

15 апреля в 07<sup>h</sup>15<sup>m</sup> с  $K_p=10.1$  ощущалось в Дубках (9 км) с  $I=3-4$  баллов, Махачкале (40 км) – 3 балла;

30 июня в 17<sup>h</sup>05<sup>m</sup> с  $K_p=10.7$ , сведений об ощутимости нет;

9 июля в 13<sup>h</sup>12<sup>m</sup> с  $K_p=9.8$ , ощущалось в Кумторкале с  $I=4$  балла, Махачкале (20 км) – 3–4 балла;

7 августа в 04<sup>h</sup>01<sup>m</sup> с  $K_p=9.7$ , ощущалось в Дубках (16 км) с  $I=3$  балла;

19 сентября в 09<sup>h</sup> 48<sup>m</sup> с  $K_p=10.0$  ощущалось в Кизилюрте (7 км)  $I=2$  балла;

22 сентября в 02<sup>h</sup>27<sup>m</sup> с  $K_p=10.9$ , ощущалось в Кизилюрте (17 км) с  $I=4-5$  баллов, в Махачкале (40 км), Хунзахе (65 км) – 3 балла, в Буйнакском районе – 2–3 балла ([12]).

Другой район этой зоны, район горного Дагестана, где произошли два наиболее сильных землетрясения года на всем Северном Кавказе: 24 сентября в 06<sup>h</sup>34<sup>m</sup> с  $K_p=12.2$  и 2 декабря в 15<sup>h</sup>35<sup>m</sup> с  $K_p=11.4$  (рис. 1), сведения об ощутимости этих землетрясений представлены в табл. 6, 7.

**Таблица 6.** Сведения об ощутимости землетрясения 24 сентября в 06<sup>h</sup>34<sup>m</sup> с  $K_p=12.2$  в населенных пунктах Дагестана

№	Пункт	$\Delta$ , км	№	Пункт	$\Delta$ , км
	<u>4–5 баллов</u>			<u>3 балла</u>	
1	Акуша	10	5	Гергебиль	42
2	Леваши	22	6	Гуниб	42
3	Кумух	27	7	Буйнакс	69
	<u>3–4 балла</u>			<u>2–3 балла</u>	
4	Уркарах	19	8	Махачкала	82

**Таблица 7.** Сведения об ощутимости землетрясения 2 декабря в 15<sup>h</sup>35<sup>m</sup> с  $K_p=11.4$  в населенных пунктах Дагестана

№	Пункт	$\Delta$ , км	№	Пункт	$\Delta$ , км
	<u>6 баллов</u>			<u>4–5 баллов</u>	
1	Акуша	8	5	Леваши	16
	<u>5–6 баллов</u>			<u>4 балла</u>	
2	Чуни	10	6	Сергокала	38
3	Муги	15		<u>3 балла</u>	
	<u>5 баллов</u>		7	Карабудахкент	53
4	Кумух	18	8	Каякент	55

Еще одно ощутимое землетрясение произошло в горной части Дагестана 5 июля в 17<sup>h</sup>29<sup>m</sup> с  $K_p=11.2$ , которое ощущалось в Маджалисе (21 км) с  $I=3-4$  балла.

Кроме того, сейсмическая активизация наблюдалась в акватории Каспийского моря и в прибрежных областях (территория Дагестана и Азербайджана) (рис. 2). Одно из самых сильных землетрясений зарегистрировано 22 апреля в 08<sup>h</sup>46<sup>m</sup> с  $K_p=11.4$ . Оно ощущалось в г. Дербенте (52 км) с  $I=4$  балла, в Махачкале (165 км) – 2 балла. Согласно схеме основных активных разломов Кавказа Е.А. Рогожина (рис. 3), эпицентр этого землетрясения приурочен к Карабогазскому разлому II порядка. Серия более слабых толчков, протягивающихся вдоль западного побережья Каспийского моря, приурочена к Центрально-Каспийскому разлому I порядка.

Ряд землетрясений Восточного Кавказа отмечен в приграничной зоне Дагестана и Азербайджана, где выделяются несколько активных разломов Кавказского простирания, включая Кахетино-Лечхумский разлом I порядка.

### Л и т е р а т у р а

1. Габсатарова И.П. Северный Кавказ // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 83–86.
2. Старовойт О.Е., Мишаткин В.Н. Сейсмические станции Российской академии наук (состояние на 2001 г.). Москва–Обнинск: ГС РАН, 2001. – 86 с.
3. Асманов О.А., Даниялов М.Г., Левкович Р.А., Осокина А.Ш., Мирзалиев М.М., Амиров С.Р. Дагестан. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
4. Габсатарова И.П., Амиров С.Р. (отв. сост.), Селиванова Е.А., Девяткина Л.В., Иванова Л.Е., Мусалаева З.А., Гамидова А.М., Сагателова Е.Ю., Абдуллаева А.Р. Северный Кавказ. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
5. Lee W.H.K. and Lahr J.C. HYPO-71 (Revised): A computer program for determining hypocenter, magnitude and first motion patting of local earthquakes // USGS Survey open-file Report. – 1976. – June. – P. 75–311.
6. Мурусидзе Г.Я. Строение земной коры и верхней мантии в Грузии и сопредельных районах по сейсмологическим и сейсморазведочным данным. – Тбилиси: Мецниереба, 1976. – 170 с.

7. **Краснопевцев Г.В.** Глубинное строение Кавказского сейсмоактивного региона. – М.: Недра, 1984. – 112 с.
8. **Файтельсон А.М. и др.** Отчет о сейсмических работах партии № 48 СРГЭ НПО «Нефтегеофизика» в 1980–1982 гг. – М.: Фонды ВГФ, 1982.
9. **Захарова А.И., Габсатарова И.П.** Сейсмологические наблюдения и обработка данных на Северном Кавказе // Современное состояние сейсмических наблюдений и их обобщение. Методические работы ЕССН. Вып. 4. – Минск: Наука, 1993. – С. 51–55.
10. **Раутиан Т.Г.** Об определении энергии землетрясений на расстоянии до 3000 км // Экспериментальная сейсмика (Тр. ИФЗ АН СССР; № 32(199)). – М.: Наука, 1964. – С. 88–93.
11. **Соловьёва О.Н., Агаларова Э.Б., Алимamedова В.П., Гасанов А.Г., Геодакян Э.Г., Гюль Э.К., Даррахвелидзе Л.К., Петросян М.Д., Фабрициус З.Э., Хромецкая Е.А.** Калибровочные функции для определения магнитуды Кавказских землетрясений по короткопериодной волне  $P$  на малых эпицентральных расстояниях // Интерпретация сейсмических наблюдений. – М.: МГК АН СССР, 1983. – С. 65–72.
12. **Габсатарова И.П., Амиров С.Р. (отв. сост.), Селиванова Е.А., Девяткина Л.В., Иванова Л.Е., Мусалаева З.А., Гамидова А.М., Сагателова Е.Ю., Абдуллаева А.Р.** Северный Кавказ. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
13. **Асманов О.А., Даниялов М.Г., Левкович Р.А., Осокина А.Ш., Мирзалиев М.М., Амиров С.Р.** Дагестан. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
14. **Рогожин Е.А.** Современная геодинамика и потенциальные очаги землетрясений Кавказского региона // Современные математические и геологические модели природной среды. – М.: ОИФЗ РАН, 2002. – С. 244–254.
15. **Захарова А.И., Старовойт О.Е., Яковлев Ф.Л.** Блоковая сейсмичность Северного Кавказа // Дискретные свойства геофизической среды. – М.: Наука, 1989. – С. 137–148.
16. **Рогожин Е.А.** Карта важнейших разломов Кавказского региона. Личный архив. – 1 с.
17. **Бабаян Т.О., Кулиев Ф.Т., Папалашвили В.Г., Шебалин Н.В., Вандышева Н.В. (отв. сост.).** П б. Кавказ [50–1974 гг.,  $M \geq 4.0$ ,  $I_0 \geq 5$ ] // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 69–170.
18. **Свидлова В.А. (отв. сост.).** Крым. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
19. **Лебедева Т.М.** Землетрясения на Кавказе с очагами под земной корой // Тр. ИГ АН ГрССР. – 1958. – Т. 17. – С. 139–159.
20. **Шебалин Н.В.** Определение глубины очага землетрясения по его магнитуде  $M$  и макросейсмическим данным (на примере землетрясений Кавказа) // Тр. ИГ АН ГрССР. – 1960. – Т. 18. – С. 159–169.
21. **Цхакая А.Д.** О глубинах Кавказских землетрясений // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. – 1962. – № 5. – С. 577–584.
22. **Годзиковская А.А.** Мантийные землетрясения Кавказа в районе Терско-Сунженского прогиба // Физика Земли. – 1988. – № 7. – С. 102–106.
23. **Джибладзе Э.А.** О «глубоких» очагах землетрясений Кавказа // Физика Земли. – 1983. – № 3. – С. 22–33.
24. **Specialized catalogue of Earthquakes for North Eurasia** Eds. N.V. Kondorskaya, V.I. Ulomov. <http://www.scgis.ru> systems of data bases. – М.: ОИФЗ РАН, 1996.
25. **Уломов В.И., Шумилина Л.С.** Комплект карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации – ОСР-97. Масштаб 1: 8 000 000. Объяснительная записка и список городов и населенных пунктов, расположенных в сейсмоактивных районах. – М.: ИФЗ, 1999. – 57 с.
26. **Асманов О.А., Амиров С.Р., Даниялов М.Г., Левкович Р.А., Мирзалиев М.М., Осокина А.Ш., Габсатарова И.П., Михайлова Р.С.** Кизилюртское землетрясение 31 января 1999 г. с  $MS=5.5$ ,  $I_0=7$  (Дагестан) // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 254–263.