

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 10 ДЕКАБРЯ 2012 ГОДА с $M_w=4.6$ ВБЛИЗИ г. АНАПЫ

© *И. П. Габсатарова, Л. С. Малянова, Е. А. Селиванова, В. Н. Якушева*

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Геофизическая служба РАН

Приводятся инструментальные параметры, механизм очага, спектральные и динамические параметры очага, макросейсмические данные землетрясения 10 декабря 2012 года, ощущавшегося с интенсивностью до 5 баллов, эпицентр которого располагался на сухопутной территории Восточного Причерноморья вблизи г. Анапы.

10 декабря 2012 г. в 16:56 по Гринвичу на юге Краснодарского края Российской Федерации произошло ощутимое землетрясение ($I_0=5-6$ баллов) с $mb=4.9$ по данным Службы срочных донесений ГС РАН [1].

Эпицентральная зона этого землетрясения относится к району Нижней Кубани, где стыкуется несколько структурно-тектонических элементов: район Черноморской впадины, лежащий между прогибом Сорокина, протягивающимся вдоль крымского побережья, и Туапсинским прогибом, вытянутым вдоль кавказского побережья; Керченско-Таманский прогиб; западные отроги Большого Кавказа; южная часть Индоло-Кубанского прогиба, сочленяющего структуры Большого Кавказа со Скифской плитой. В более детальном плане, землетрясение произошло в сеймотектоническом блоке, расположенном между Черноморским разломом на юго-западе и Ахтырским на севере, Керченским проливом на западе и Новороссийским поперечным разломом на востоке.

Здесь издавна известны землетрясения с $M=3.5-5.8$, проявлявшиеся в эпицентре интенсивностью 7 и 6–7 баллов. Наиболее заметными были: Нижнекубанское землетрясение 09.10.1879 г. с $M=5.7$, Анапское землетрясение 12.07.1966 г. с $M=5.8$, Нижнекубанское-II землетрясение 09.11.2002 г. с $M=4.6$. После последнего из названных в течение 10 лет в районе не наблюдалось значительных проявлений сейсмической активности [1]. Историческая сейсмичность вблизи эпицентральной зоны землетрясения 10 декабря иллюстрируется рисунком 1 и таблицей 1.

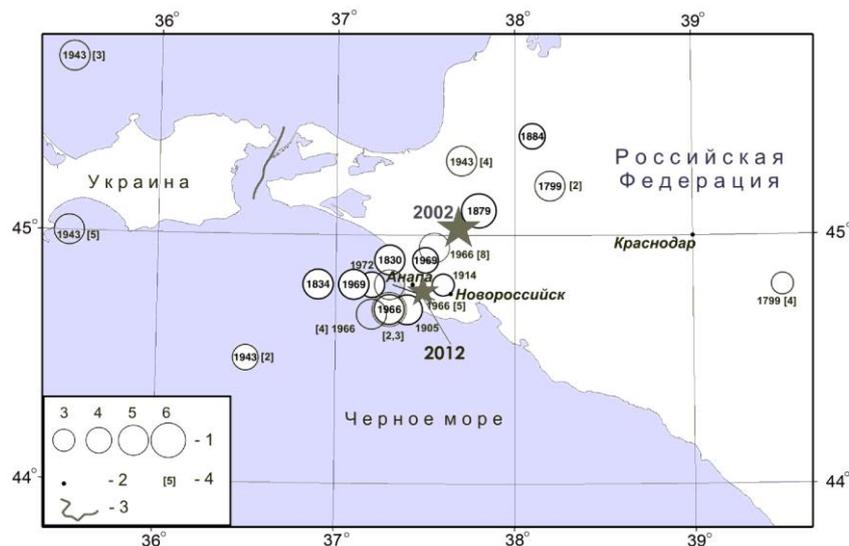


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений в очаговой зоне землетрясения 10 декабря 2012 г. и прилегающих районах: 1 – магнитуда; 2 – населенные пункты; 3 – государственная граница Российской Федерации; 4 – источник информации в соответствии с табл. 1. Звездами показано положение эпицентров землетрясений 9 ноября 2002 г. и 10 декабря 2012 г.

И. П. Габсатарова, Л. С. Малянова, Е. А. Селиванова, В. Н. Якушева, 2013.
Сейсмологический бюллетень за 2012 г.
Севастополь, 2013.

Таблица 1. Основные параметры сильнейших и ощутимых землетрясений за 1799–2002 гг. в районе землетрясения 10 декабря 2012 г.

№	Дата	t_0 , ч мин с	Координаты		h , км	M	I_0 , баллы	Источ- ник	Примечания	
			φ° , N	λ° , E						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	1799 16 сентября	16 22	45.2	38.2	30	5.1	(5–6)	[2]	Сотрясения «по всей Кубанской области», одновременное появление со взрывом нового острова в Азовском море против Темрюка	
		± 10 мин	± 0.1	± 0.1	15–60	± 0.7	± 1			
		17 ± 1 час	(44.8) ± 0.7	(39.5) ± 0.7	(10) 5–15	(3.5) ± 0.5	5 ± 0.5	[4]		
2	1830 4 декабря	05 00 ± 1 час	44.9 ± 0.2	37.3 ± 0.2	(12) 8–18	4.8 ± 0.5	6–7 ± 0.5	[2]	Анапское-I	
3	1834 20 февраля	17 51 ± 10 мин	44.8 ± 0.5	36.9 ± 0.5	20 10–40	5.5 ± 0.5	6–7 ± 1	[2]	Анапское-II	
4	1879 19 октября	19 30 ± 10 мин	45.1 ± 0.2	37.8 ± 0.2	22 15–33	5.7 ± 0.5	7 ± 0.5	[2]	Нижнекубанское-I	
5	1884 27 августа	12 55 ± 1 час	45.4 ± 0.5	38.1 ± 0.5	15 5–50	3.8 ± 0.7	4–5 ± 1	[2]		
6	1905 4 октября	22 29 ± 10 мин	44.7 ± 0.2	37.4 ± 0.2	15 7–30	5.1 ± 0.7	6–7 ± 1	[2]	Анапское-III	
7	1914 16 августа	18 00 ± 6 час	44.8 ± 0.5	37.6 ± 0.5	30 20–45	3.5 ± 0.5	5–6 ± 0.5	[2]		
8	1943 7 июня	11 40 20	44.5	36.5	28	4.3		[2]		
		± 10 с	± 0.5	± 0.5	± 15	± 0.5				
		11 40 20 ± 10 с	45.7 ± 0.5	35.5 ± 0.5	30 ± 20	5.4 ± 0.5		[3]		
		11 40 29 ± 2 с	45.3 ± 0.2	37.7 ± 0.2	20 ± 15	5.0 ± 0.2		[4]		
		11 40 20 ± 3 с	45. ± 0.2	35.5 ± 0.2	15 ± 5	5.4 ± 0.2		[5]		
9	1966 12 июля	18 53 08	44.7	37.3	55	$MPVA=5.8$	7	[2]	Анапское-IV	
		± 5 с	± 0.2	± 0.2	36–85	± 0.1	± 0.5			
						$MLH=5.3$				
		18 53 12	44.7	37.3	22	5.3	7	[2]		Анапское-IV (вариант)
		± 0.5 с	± 0.2	± 0.2	11–44	± 0.2	± 0.5			
		18 53 08	44.8	37.3	36	5.25–5.5		[5]		
			44.7	37.4			6	[6]		макросейсмический эпицентр
	18 53 09	44.7	37.4	45	51/4–51/2		[7]			
	18 53 08 ± 5 с	44.7	37.3 ± 0.2	55 ± 30	5.8 ± 0.1		[3]			
	18 53 10 ± 2 с	44.68 ± 0.1	37.2 ± 0.1	45 ± 10	5.3–5.8	7 ± 0.5	[4]			
		44.95	37.55	30	5.3		[8]	макросейсмический гипоцентр		
10	1969 8 января	23 48 33 ± 2 с	44.8 ± 0.2	37.1 ± 0.2	18 9–36	4.9 ± 0.5	7 ± 1	[2]		
11	1969 12 июля	03 05 51.5 ± 2 с	44.9 ± 0.2	37.5 ± 0.2	7 5–10	4.0 ± 0.3	5–6 ± 0.5	[2]		
12	1972 22 июля	04 10 40 ± 2 с	44.8 ± 0.1	37.2 ± 0.1	2.5 1–4	$MPVA=5.2$ $MLH=3.9$ ± 0.3	(5) ± 1	[2]		
13	2002 9 ноября	02 18 17 ± 0.2 с	45.044 ± 0.04	37.766 ± 0.02	33.835 _{гР} 33.3 _{сп} ± 2 км	$K_p=13.0/5$ $m_l=4.9$ $MS=4.6$	6 ± 0.5	[9]	Нижнекубанское-II	

Примечание. Для землетрясений с №№ 1, 8, 9 приведены разные варианты решения, опубликованные в соответствующих источниках из графы 9.

Отличительной особенностью сейсмотектонических процессов в этой зоне является сравнительно глубокое залегание очагов землетрясений, достигающее $h=50$ км, и приуроченность их к структурным элементам общекавказской и поперечной к ней ориентации. Распределение современных очагов (2000–2012 гг.) по глубинам показано на глубинном разрезе по профилю, направленному почти перпендикулярно к побережью Черного моря (рис. 2).

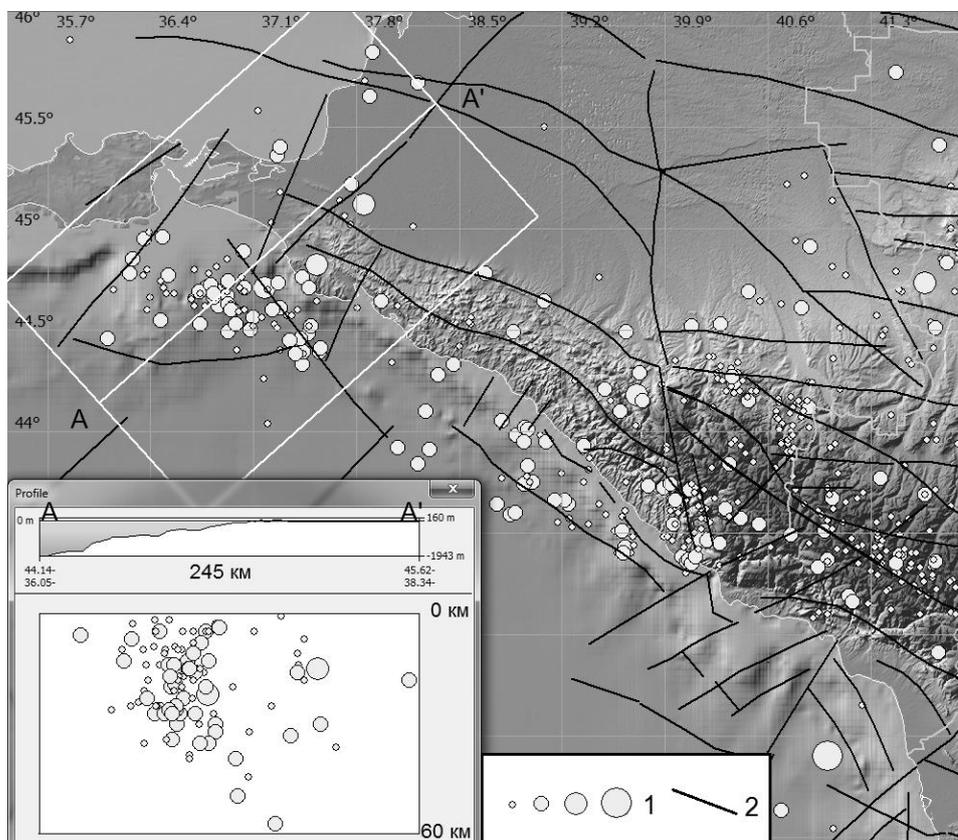


Рис. 2. Распределение очагов землетрясений по глубинам по профилю, секущему зону эпицентров вблизи Анапы (2003–2012 гг.) с юго-запада на северо-восток на фоне глубинных разломов (фонды ИФЗ). Использована программа ГИС EEDB [10]: 1 – магнитуда землетрясения в соответствии с возрастанием размера кружка: $M \leq 3$, $M=3.1-4$, $M=4.1-5$, $M=5.1-6$ – значения M получены пересчетом из K_p по формуле ($K_p = 1.8 \cdot M + 4$); 2 – линии глубинных разломов

Инструментальные параметры

Предварительно параметры гипоцентра землетрясения 10 декабря 2012 г. были получены по данным Службы срочных донесений ГС РАН [1]. Сюда в режиме, близком к реальному времени, поступили записи более чем 40 сейсмических станций России и мира. Предварительная сводная обработка проведена по данным 27 станций, уточнение – по 40. Записи ближайших к эпицентру станций представлены на рис. 3.

Второе уточнение параметров землетрясения 10 декабря 2012 г. проведено по данным региональных станций (табл. 2) при локации по программе HYPO71 [11] и скоростной модели земной коры для западного Кавказа по [12]. В локации участвовали времена P - и S -волн, при выборе лучшего решения обращалось внимание на минимальные невязки ближайших к эпицентру станций – «Анапа» и «Возрождение». Кроме того, в локации участвовали данные станций Крымской сети, полученные по запросу из Отдела сейсмологии (г. Симферополь) Института геофизики им. С. И. Субботина НАН Украины. Это позволило существенно улучшить окружение эпицентра станциями (см. параметр «Gap» в таблице 1, характеризующий максимальную «пустую» азимутальную брешь в сети относительно эпицентра).

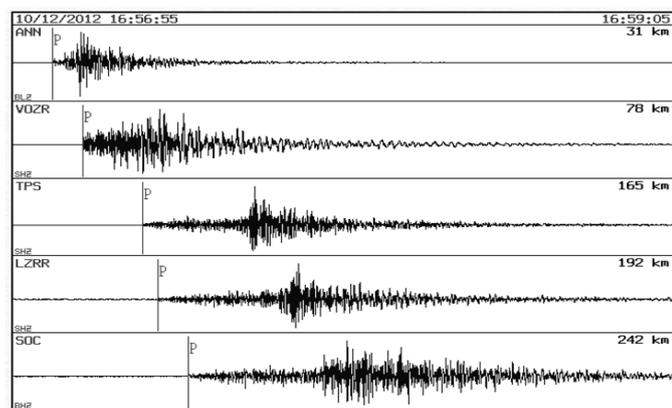


Рис. 3. Фрагменты записей вертикальной компоненты цифровых станций Анапа ($\Delta = 0.3^\circ$), Возрождение ($\Delta = 0.7^\circ$), Туапсе ($\Delta = 1.5^\circ$), Лазаревское ($\Delta = 1.8^\circ$), Сочи ($\Delta = 2.2^\circ$) с отметками первого вступления продольной волны, используемым в программе локации в ССД

Эпицентр сместился на 28 км к югу относительно эпицентра по данным ССД. Новый эпицентр землетрясения располагался возле станции Раевская, в 18 км к юго-востоку от Анапы, в 22 км к северо-западу от Новороссийска и в 115 км к западу-юго-западу от Краснодара. Такое положение более соответствовало полученным макросейсмическим данным (см. раздел *Макросейсмические сведения*).

Таблица 2. Основные параметры землетрясения 10 декабря 2012 г. по данным ГС РАН и других агентств

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр						Магнитуда	Окружение эпицентра			
			φ° , N	$\delta\varphi^\circ$	λ° , E	$\delta\lambda^\circ$	h , км	δh , км		N ст.	Δ_{\min} , °	Δ_{\max} , °	Gap, °
¹ GSssd	16 56 53.20		45.08		37.52		2	–	$MS=4.5/9$ $MPSP=4.9/9$	40	0.26	76.78	72
² GSreg	16 56 56.10	0.83	44.83	0.06	37.54	0.06	24	± 6	$K_p=11.8/8\pm 0.3$ $MPVA=5.3/5$ $M_w=4.6/1$	29	0.07	8.18	122
³ Krym1	16 56 55.00		45.05	0.02	37.60	0.02	21– 30	–	$K_{II}=12.1\pm 0.4$ $KD=11.7$ (5) $MSH=4.7$ (3) $MD=4.1$ (5); $M_c=4.3$	14	0.30	3.70	–
³ Krym2	16 56 55.0	0.5	44.96	0.05	37.58	0.05	24	± 4		14	0.30	3.70	–
⁴ NEIC	16 56 55.48	0.64	44.981	0.03	37.560	0.03	22.6	± 5.4	$mb=4.9/55$	120	–	–	–
⁵ IDC	16 56 52.4	0.77	44.8778	0.07	37.5450	0.05	0.0f	–	$MS=3.5/4$ $mb=4.8/33$ $ml=4.4/12$	45	3.8	83.85	57
⁶ ВЛ	16 56 53.8	0.94	44.69		37.64		28	–	$MS=4.7/1$ $mb=5.1/16$ $mB=5.1/2$	19	30.40	62.60	325
⁷ CSEM	16 56 54.0	–	44.99		37.57		10	–	$mb=4.8$	214	–	–	72

Примечание. Буквами f, обозначена фиксированная глубина h гипоцентра. ¹Служба срочных донесений ГС РАН; ²Сейсмологический бюллетень Северного Кавказа, выпускаемый в ГС РАН на основании наблюдений станций Северного Кавказа; ³Сейсмологический Бюллетень Отдела сейсмологии (г. Симферополь) Института геофизики им. С. И. Субботина НАН Украины (Krym1 и Krym2 – два варианта решения по различным программам); ⁴NEIC – Национальный центр информации о землетрясениях Геологической службы США; ⁵IDC – Международный центр, Австрия, Вена; ⁶ВЛ – Китайское Бюро исследования землетрясений Института геофизики АН Китая; CSEM – Европейский Средиземноморский сейсмологический центр. В столбце магнитуда указано число определений.

Положение эпицентров, полученных по данным различных центров, показано на рис. 4.

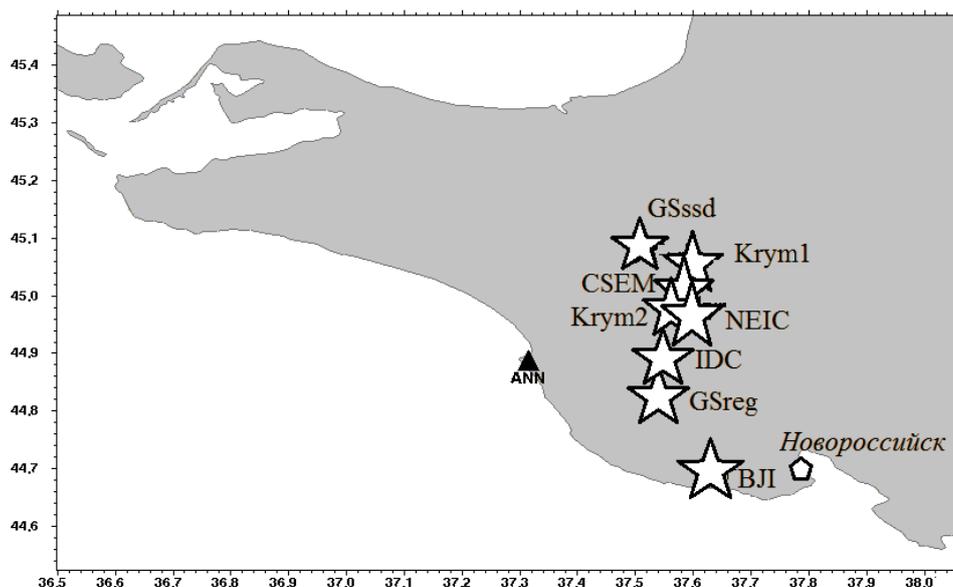


Рис. 4. Положение эпицентра землетрясения 10 декабря 2012 г. по данным разных сейсмологических центров

Анализ основных параметров гипоцентра, полученных разными методами по разным источникам, показал, что наблюдаются значительные расхождения в инструментальных определениях как координат эпицентра (до 30 км), так и глубины гипоцентра h (от 2 до 30 км). Причинами этому может быть и неудовлетворительное окружение эпицентра станциями, и отсутствие в ряде случаев близких станций. Предпочтителен вариант, полученный по данным региональных станций Кавказа и Крыма – GSreg в табл. 2.

Механизм очага

Механизм очага землетрясения 10 декабря 2012 г. в 16 час 56 мин был рассчитан в ИОЦ ГС РАН первоначально по знакам первых вступлений продольных волн на 23-х станциях сети Северного Кавказа, полученных при обработке цифровых записей, затем уточнен после получения данных по станциям Крымской сети. Окончательно на 18-ти зарегистрированы волны сжатия (знаки плюс), на 13-ти – волны разрежения (знаки минус) (рис. 5, а). Станции расположены в интервале эпицентральных расстояний 0.1–33°, большая их часть – на региональных расстояниях на территории Северного Кавказа и Крыма. Диаграмма механизма очага в стереографической проекции на нижней полусфере показана на рис. 5, б, элементы механизма представлены в табл. 3. Согласно этому решению землетрясение возникло в условиях близких по величине сил сжатия и растяжения. Ось сжатия ориентирована на юго-запад, растяжения – на север-северо-запад. Простираение нодальной плоскости $NP1$ близмеридионально, тип движения – правосторонний сдвиг. Другая нодальная плоскость $NP2$ имеет близширотное крутое залегание ($DP=85^\circ$), движение по ней представлено взбросом с компонентой левостороннего сдвига. Землетрясение произошло через 3 минуты после возникновения сильного землетрясения в море Банда, поэтому знаки первого движения на многих станциях выделялись неотчетливо.

Таблица 3. Параметры механизма очага землетрясения 10 декабря 2012 г.

Оси главных напряжений						Нодальные плоскости					
T		P		N		NP1			NP2		
PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	SLIP	STK	DP	SLIP
39	350	30	232	36	117	16	37	171	113	85	54

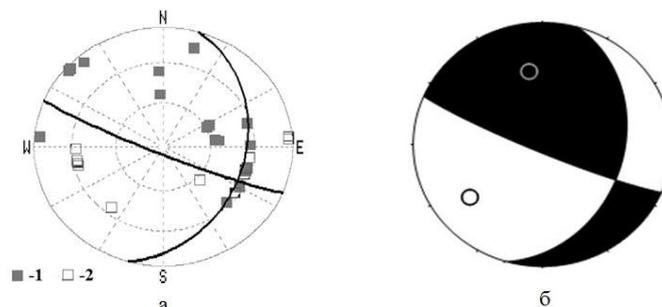


Рис. 5. Диаграмма расположения знаков первого движения в *P*-волне (а): 1 – волны сжатия (знаки плюс); 2 – волны разрежения (знаки минус) и стереограмма механизма очага землетрясения 10 декабря 2012 г. в нижней полусфере (б), построенная с использованием данных первых вступлений *P*-волн

Спектральные и очаговые параметры

Сейсмический момент землетрясения 10 декабря 2012 г., полученный в ИОЦ ГС РАН по спектру *S*-волн на станции «Анапа» ($\Delta=0.2^\circ$) (рис. 6), составил $M_0=8.0 \cdot 10^{15}$ Н·м, значение моментной магнитуды M_w , рассчитанной по формуле Канамори, составило $M_w=4.6$.

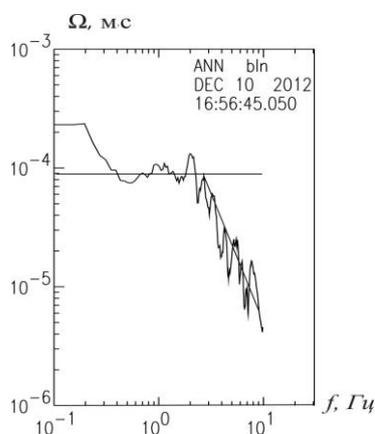


Рис. 6. Амплитудный спектр для землетрясения 10 декабря, построенный по записи станции «Анапа» (ANN)

Учитывая полученную заглубленность очага по инструментальным данным ($h=22-30$ км) и известное $V_p=6.8$ км/с по объемной модели земной коры на такой глубине в этом районе [13], рассчитаны динамические параметры очага (табл. 4).

Таблица 4. Спектральные и динамические параметры очага землетрясения 10 декабря 2012 г. в 16^h 56^m

Станция	Составляющая	Δ , км	$\Omega_0 \cdot 10^{-4}$, м·с	f_0 , Гц	$M_0 \cdot 10^{15}$, Н·м	M_w	r_0 , км	$\Delta\sigma \cdot 10^5$, Па	$\eta\sigma \cdot 10^5$, Па	$\square u \cdot 10^{-2}$, м
Анапа	BLN	8	1.34	2.3	8.0	4.6	1.1	26.2	23.6	7.0

Современная сейсмичность вблизи эпицентра землетрясения

Последние годы наибольшее число землетрясений произошло в шельфовой части Черного моря на удалении 25-35 км от Анапы (рис. 4). Землетрясение 29 ноября 2011 г. в 02^h17^m с $M=3.6$ вызвало макросейсмический эффект в Анапе, пос. Су-Псех,

Сукко – 3–4 балла, в Новороссийске – 2–3 балла по шкале MSK-64 [15]. В 2012–2013 гг. здесь зафиксировано более 20 землетрясений, из которых четыре с $K_p \geq 9.0$ ($M \geq 2.8$).

Накануне исследуемого землетрясения 3 декабря 2012 г. в 14^h 58^m произошло землетрясение с $K_p=9$. Оно было зарегистрировано станциями сети ГС РАН и Крымскими станциями, совместная обработка наблюдений этих станций позволила получить следующие параметры: $t_0=14:58:50.8$, $\varphi=44.68^\circ N$, $\lambda=37.33^\circ E$ ($\delta\Delta=5$ км), $h=40$ км, $K_p=8.6$ ($\Delta_{\min}=22$ км, $\Delta_{\max}=376$ км, $\text{Gap}=150^\circ$). Эпицентр его располагался в море в 20 км к юго-западу от эпицентра 10 декабря и, вероятно, может рассматриваться как форшок. Эти землетрясения произошли в зоне поперечного сейсмолинеамента, выделенного здесь по [16] при подготовке Карты Общего сейсмического районирования территории России – ОСР-97. К нему же относятся и два сильнейших землетрясения Анапское 1966 г. [6] и Нижнекубанское-II 2002 г. [17] (рис. 7).

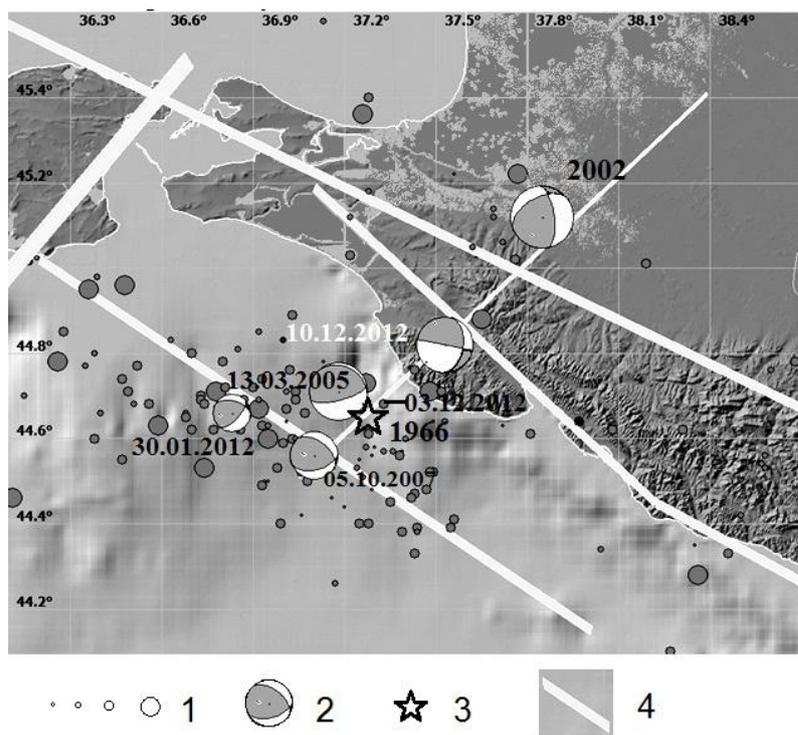


Рис. 7. Положение эпицентров землетрясений 2003–2013 гг. и механизмы сильнейших землетрясений. 1 – магнитуда землетрясения в соответствии с размером кружка по возрастанию: $M \leq 1.5$, $M=1.6-2.5$, $M=2.6-3.5$, $M=3.6-4.5$; 2 – диаграмма механизма очага; 3 – очаг Анапского землетрясения 1966 г.; 4 – сейсмолинеаменты

За основным толчком не последовало заметного афтершокового процесса, хотя условно к афтершокам можно отнести два толчка 10 декабря в 17^h00^m с $K_p=7.6$ и в 17^h43^m с $K_p=8.5$, эпицентры которых располагались несколько южнее и севернее, но в пределах зоны поперечного сейсмолинеамента.

Макросейсмические сведения

Землетрясение ощущалось на территории Краснодарского края, в Анапско-Новороссийской зоне Черноморского побережья Кавказа.

В первые часы после землетрясения сотрудниками станции «Анапа» Геофизической службы РАН был проведен телефонный опрос жителей Анапско-Новороссийской зоны, в результате которого выполнена оперативная оценка интенсивности сотрясений в населенных пунктах в баллах по шкале MSK-64 [15]: Новороссийск, Крымск, Абинск, Нижнебаканская – 5 баллов; Сукко, Анапа, Утриш – 4–5 баллов; Юровка, Джигинка – 4 балла; Краснодар, Геленджик, Славянск-на-Кубани – 3–4 балла; Сочи – 3 балла (рис. 8).

Землетрясение произошло вечером, в 20:56 по местному времени, все люди находились дома, поэтому ощутили практически все. На станцию «Анапа» сразу приехали пожарники и сотрудники МЧС, приходили люди. Волнение было очень сильное, жители Анапы выходили из домов с детьми и стариками. Кто не мог выйти, звонили на станцию и спрашивали, что делать. Вопросов было очень много, старались успокоить людей по телефону. Большую активность проявили СМИ – Анапские Краснодарские и Новороссийские газеты – приходили на станцию, снимали, брали интервью, интересовались прогнозами.

По результатам телефонного обследования была построена карта «пункты-баллы», которая приведена в Информационном сообщении Службы срочных донесений ГС РАН [1].

Сравнение результатов оперативной оценки интенсивности и локации эпицентра землетрясения при сводной обработке записей сейсмостанций Кавказа обнаружилось значительное несовпадение этих данных, поэтому было принято решение о макросейсмическом обследовании Анапско-Новороссийской зоны с выездом в ряд населенных пунктов.

13 декабря, через двое суток после землетрясения, сотрудники станции «Анапа», совместно с представителем МЧС, провели макросейсмическое обследование с объездом на автомобиле целого ряда населенных пунктов: Сукко, Варваровка, Большой Утриш, Гайкадзор, Рассвет, Раевская, Натухаевская, Гастагай и Анапская. Разговаривали с людьми в магазинах, администрациях, школах. Заходили в дома, где жители жаловались на трещины. Макросейсмический очаг, полученный в результате данного обследования, гораздо лучше согласуется с инструментальным (рис. 8).

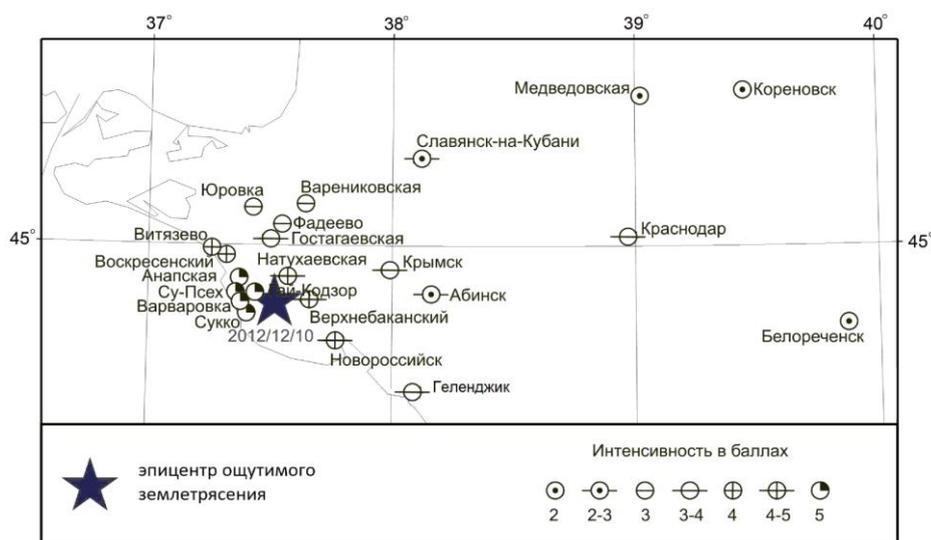


Рис. 8. Карта пунктов-баллов землетрясения 10 декабря 2012 г. по результатам опроса населения

Ниже приведены результаты макросейсмического обследования землетрясения 10 декабря 2012 г. в Анапско-Новороссийской зоне от 13 декабря 2012 г.

Силой 5 баллов землетрясение ощущалось в Анапе, станице Анапской, Су-Псехе, Варваровке, Сукко, Гай-Кодзоре, Рассвете [18]. В *Анапе* слышался сильный гул, наблюдался испуг, паника у людей, дрожание стен, звон и скрежет оконных проемов, звон посуды, падали неустойчивые предметы, раскачивались люстры, хлопали боковые поверхности стола-книжки, срабатывала сигнализация у машин. В одном доме лопнуло оконное стекло. Многие отмечали лай собак. Отдельные люди обращались по поводу трещин в жилых помещениях. Были перерывы в сотовой связи. В одном доме раскачивался холодильник с северо-востока на юго-запад. В *Су-Псехе* (11 км от инструментального эпицентра) – все опрошиваемые слышали гул, людей охватил

сильный испуг, паника, упала икона с иконостаса, отмечалось дрожание стен, было впечатление, что стены расходятся. Компьютер качался. Кофе из чашки выплеснулось, молодая женщина стояла у окна – ее отбросило, чуть не упала, упали цветы с подоконника, качался шкаф и разбилась чашка, одного человека сильно качнуло – подкосились ноги. Толчок резкий, потом плавное качание как волны, длительность толчка 10–20 с. По заявлению в администрацию Су-Псеха был осмотрен дом по ул. Советской, 53 (на горе) – в новом каркасном железобетонном здании постройки 2010 г. образовались многочисленные мелкие трещины в штукатурке, в ванной треснула плитка сверху, потолок ходил ходуном, крыша гремела как консервная банка. При осмотре подвального помещения трещин не обнаружено. *Варваровка, Павловка, Сукко* (10–12 км от эпицентра) – слышали гул. Почувствовали резкий толчок, длившийся 10–15 с. Испуг, паника, дребезжала и разбивалась посуда, раскачивались висящие предметы. Двигалась мебель, открылась и закрылась дверь, стены шатались, беспокойство домашних животных. Повреждений в зданиях не отмечалось. *Станица Анапская* – слышался гул, сильно раскачивалась люстра, дребезжала посуда в серванте, качалась мебель.

4–5 баллов. В *Натухаевской* – ощущалось сильно, характер сотрясений резкий, горизонтальный, продолжительностью 10–20 с. Сильный испуг, упала полочка, открылась форточка, раскачивалась люстра. В одноэтажном частном доме качались стены, мебель, увеличилось старые трещины. *Верхне-Баканская*. Почувствовали сильно в 5-этажном здании, верхние этажи сильно качало, испуг, паника, забрали детей и выехали к родителям в частный дом. *Новороссийск* – почувствовали сильно, много паники, звонков, обращались из госпиталя по поводу трещины, зрители из кинотеатра разбежались. По [19] было опрошено 15 респондентов и по материалам опросных карточек проведен количественный анализ макросейсмических сведений по методике MMSK-92 [20]. Большая часть респондентов сообщала сведения о реакции людей, различных предметов и поведении животных. По классификации [20], люди относились к типу Л2 – обычные люди в помещении или вне помещения, находящиеся в состоянии покоя. Степень реакции 30% опрошенных классифицировалась как «испуг» и «сильный испуг» (степень 3 и 4), 30 % – как «сильное ощущение» (степень 2) и лишь 30% – как «слабое ощущение».

4 балла. *Воскресенск* – 5-этажный блочный дом: на пятом этаже почувствовали сильно, раскачивалась мебель, вазочка упала. *Витязево* – гул, шум, звон посуды, продолжительностью 3–5 с, разрушений не было, паники не было.

3–4 балла. *Гостаевская* – опрашиваемые находились в доме. Лежали. Сильно подкинуло, пошатало. Дверцы в шкафу скрипели. Шифоньер шатался, образовалась трещина на крыше – старый шифер. В магазине звенели бутылки, продавец испугалась и выскочила на улицу. Собаки сильно металась, паники среди людей не было, разрушений не было, толчок прошел быстро – 10–20 с. *Крымск* – почувствовали многие, дрожание стен. В двухэтажном здании почувствовали толчок, женщина испугалась, подняла панику, слышался звон посуды. Те, кто находился на улице, ничего не ощутили. *Краснодар* – ощутили многие на верхних этажах, звон посуды, раскачивание висячих предметов, мебели, со стола покатались карандаши, форточка открылась, но многие не ощутили. *Геленджик* – по собранным сотрудниками станции «Анапа» сведениям первоначально этот пункт был отнесен к области с осязательностью в 2–3 балла (на 3–4 этажах качались люстры, звенела посуда, на 9 этаже мебель сильно раскачивалась, сдвинулась кровать). А по данным опроса 33 респондентов [19] и результатам количественной оценки степени реакций людей, предметов, животных и зданий этому пункту было присвоено 3–4 балла.

3 балла. *Юровка* – ощутили все, скрипели балки, дребезжали стекла. Недолго.

Фадеево – ощутили немногие. *Темрюк* – были звонки МЧС, ощущали не сильно. Некоторые не заметили.

2–3 балла. *Абинск* – ощутили некоторые, дребезжание, толчок. Непродолжительно. Вторая половина города за железной дорогой совсем не ощутила. *Славянск-на-Кубани* – частный дом – не ощущали, а дочь, живущая в пяти минутах ходьбы, ощутила раскачивание мебели, движение дивана. По слухам, многие ощущали.

2 балла. *Кореновск, Медведская, Белореченск* – единичные ощущения. *Джигинка* – ощутили слабо. Многие не заметили. *Мирчанка* – ощутили слабо, звонков в администрацию почти не было.

Наблюдаемое несовпадение инструментального и макросейсмического эпицентров – инструментальный смещен на восток примерно на 10 км, можно объяснить заглубленностью очага до 20–30 км. А в целом такое отклонение находится в пределах оценок точности вычисления координат эпицентров в этом районе. Сводное макросейсмическое поле двух сильнейших землетрясений Анапского 1966 г. [6] и Нижнекубанского-II 2002 г. [17] указывает на интересную особенность (рис. 9).

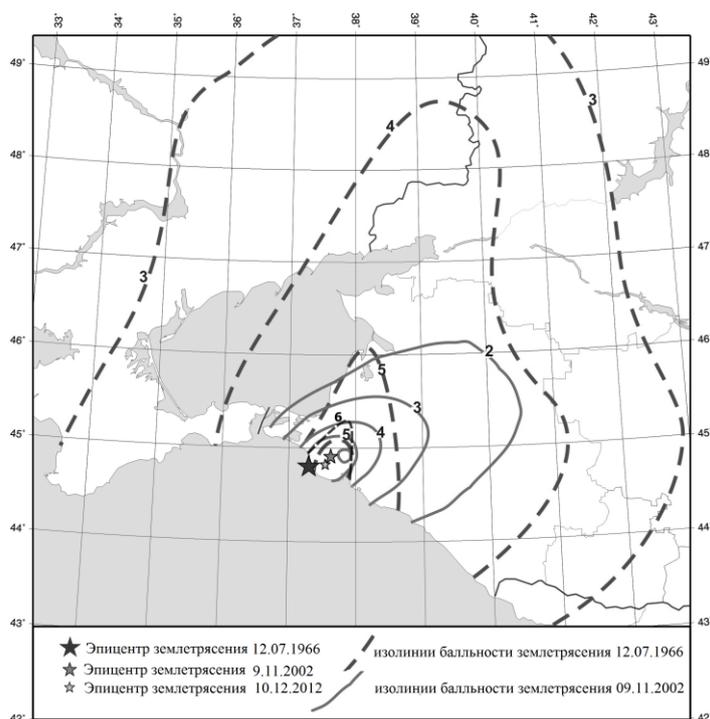


Рис. 9. Сводное макросейсмическое поле землетрясений 1966 г., 2002 г. и 2012 г. в Анапско-Новороссийско-Геленджикской зоне

Четырех-балльная изосейста от землетрясения 1966 г. в сравнении с пяти-балльной имеет более сложную форму – кроме поперечной кавказскому направлению вытянутости, она изгибается на северо-восток и образует некоторую ступень, которая повторяется в конфигурации 3-балльной изосейсты. Знаменательно, что именно эту образовавшуюся нишу займут изосейсты землетрясения 2002 г., а затем и 10 декабря 2012 г. По результатам макросейсмического обследования эпицентральной зоны этого землетрясения [18, 19] относительно уверенно можно построить только изосейсты интенсивностей четырех и трех баллов. Их конфигурации практически совпадает с изосейстами землетрясения 9.11.2002 г., только рангом выше на одну единицу балльности (рис. 9).

1. **Информационное сообщение об оцутимом землетрясении в Краснодарском крае 10 декабря 2012 года.** Сайт Геофизической службы РАН [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ceme.gsras.ru/cgi-bin/info_quake.pl?mode=1&id=200.
2. **Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г.** (Па Крым-Нижняя Кубань) – М.: Наука, 1977. – С. 55–68.

3. *Пустовитенко Б. Г., Кульчицкий В. Е., Горячун А. В.* // Землетрясения Крымско-Черноморского региона. – Киев: Наукова Думка, 1989. – 190 с.
4. *Никонов А. А., Чепкунас Л. С.* Сильные землетрясения в низовьях реки Кубани // Геофизический журнал. – 1996. – 18. – № 3. – С. 29–41.
5. **Сейсмологический бюллетень сети опорных сейсмических станций СССР, июль-сентябрь 1966 г.** – М.: АН СССР, 1967.
6. *Ананьин И. В., Зыбина И. А.* Анапское землетрясение 12 июля 1966 г. // Землетрясения в СССР в 1966 г. — М.: Наука. 1970. — С. 56–62.
7. *Цхакая А. Д., Джибладзе Э. А., Папалашвили В. Г., Лебедева Т. М., Майсурадзе О. М., Табуцадзе Ц. А., Кахиани Л. А., Лабадзе В.* Землетрясения Кавказа // Землетрясения в СССР в 1966 г. – М.: Наука. 1970. – С. 18–34.
8. *Шебалин Н. В.* Сильные землетрясения. Избранные труды. – М.: Академия горных наук, 1997. – 314 с.
9. *Габсатарова И. П., Чепкунас Л. С., Бабкова Е. А.* Нижнекубанское-II землетрясение 9 ноября 2002 года с $K_p=13.0$, $M_w=5.5$, $I_0=6$ (Северный Кавказ) // Землетрясения Северной Евразии в 2002 году. – Обнинск: ГС РАН, 2008. – С. 357–379.
10. *Мухеева А. В.* Подготовка, визуализация и анализ сейсмологических данных в программном комплексе GIS-EEDB // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Седьмой международной сейсмологической школы. – Обнинск: ГС РАН, 2012. – С. 192–196.
11. *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.
12. *Мурусидзе Г. Я.* Строение земной коры и верхней мантии в Грузии и сопредельных районах по сейсмологическим и сейсморазведочным данным. – Тбилиси: Мецниереба, 1976. – 170 с.
13. *Дачев Х., Вольвовский И. С., Чекунов А. В.* и др. Геофизические параметры литосферы южного сектора альпийского орогена. Киев: «Наукова думка». 1996. – С. 161–173.
14. *Аптекман Ж. Я., Белавина Ю. Ф., Захарова А. И. и др.* Спектры Р-волн в задаче определения динамических параметров очагов землетрясений. Переход от стационарного спектра к очаговому и расчет динамических параметров очага // Вулканология и сейсмология. – 1989. – № 2. – С. 66–79.
15. *Медведев С. В., Шпонхойер В., Карник В.* Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965.
16. *Трифонов В. Г., Соболева О. В., Трифонов Р. В., Востриков Г. А.* Современная геодинамика Альпийско-Гималайского коллизионного пояса. – М.: ГЕОС, 2002. – 225 с.
17. *Татевосян Р. Э., Плетнев К. Г., Бяков А. Ю., Шестопалов В. Л.* Нижнекубанское землетрясение 9 ноября 2002 г.: результаты макросейсмического обследования // Физика Земли. – 2003 г. – № 11. – С. 42–53.
18. *Якушева В. Н., Бондаренко Т. В., Мовчан Н. А.* Макросейсмическое обследование эпицентральной зоны землетрясения 10 декабря 2012 г. с $M_w=4.6$ вблизи Анапы // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Восьмой Международной сейсмологической школы. – Обнинск: ГС РАН, 2013. – С. 363–366.
19. *Бяков Ю. А., Фоменко В. А., Мащенко А. В., Бяков А. Ю., Карцева М. В., Бяков А. А.* О проявлениях землетрясения 10 декабря 2012 г. в южной части Краснодарского края // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Восьмой Международной сейсмологической школы. – Обнинск: ГС РАН, 2013. – С. 82–84.
20. *Шебалин Н. В., Аптикаев Ф. Ф.* Развитие шкал типа MSK // Вычислительная сейсмология. – 2003. – Вып. 34. – С. 210–253.