

**ТЕРТЕРСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 19 сентября 2007 г. с  $K_p=11.7$ ,  $I_0=5$  (Азербайджан)****Г.Д. Етирмишли, Э.С. Гаравелиев, З.Г. Аллахвердиева**Республиканский центр Сейсмологической службы НАН Азербайджана,  
г. Баку, [science@azeurotel.com](mailto:science@azeurotel.com)

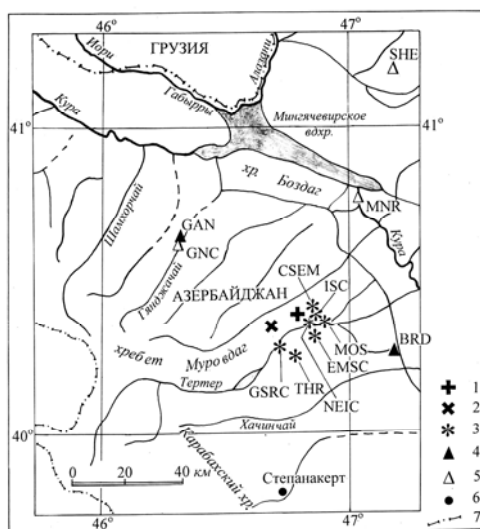
Тертерское землетрясение возникло на территории Азербайджана 19 сентября 2007 г. в 16<sup>h</sup>57<sup>m</sup> вблизи с. Талыш, приблизительно в 20 км западнее центра Тертерского района. По данным инструментальных наблюдений координаты его гипоцентра составили:  $\varphi=40.39^\circ\text{N}$ ,  $\lambda=46.78^\circ\text{E}$ ,  $h=15$  км. Величина землетрясения характеризуется значениями  $K_p=11.7$ ,  $ML=4.2$  [1],  $MPVA=5.3$  [2].

Результаты других определений основных параметров Тертерского землетрясения по данным разных сейсмологических центров представлены в табл. 1 и на рис. 1.

**Таблица 1.** Основные параметры Тертерского землетрясения 19 сентября 2007 г. по данным Азербайджана и других агентств

Агентство	$t_0$ , ч мин с	$\delta t_0$ , с	Гипоцентр						Магнитуда	Источник
			$\varphi^\circ$ , N	$\delta\varphi^\circ$	$\lambda^\circ$ , E	$\delta\lambda^\circ$	$h$ , км	$\delta h$ , км		
РЦСС	16 57 50.8		40.39 40.34 <sub>мкр</sub>		46.78 46.70 <sub>мкр</sub>		15 ~17 <sub>мкр</sub>		$ML=4.2$ , $K_p=11.7$	[1] наст. статья
MOS	16 57 50.6	1.6	40.36		46.89		18		$MPSP=4.3/15$	[2]
ISC	16 57 53.9	0.5	40.39	0.03	46.86	0.03	30	4	$m_b=4.0/20$	[3]
EMSC	16 57 52.9		40.31		46.86		40		$m_b=4.2$	[4]
CSEM	16 57 50.7	0.1	40.41		46.85		20		$m_b=4.3$	[3]
GSRC	16 57 54.3		40.28		46.72		70		$m_b=4.2/5$	[4]
NEIC	16 57 52.9	0.6	40.36		46.84		24		$m_b=4.1/9$	[3]
THR	16 57 51.5	0.1	40.25	0.08	46.78	0.02	15	0	$ML=3.9$	[4]

Карта эпицентров по разным решениям дана на рис. 1, включая региональный инструментальный и макросейсмический эпицентр.



**Рис. 1.** Сравнение разных решений эпицентра Тертерского землетрясения 19 сентября 2007 г. с  $K_p=11.7$

1, 2 – инструментальный и макросейсмический эпицентры соответственно; 3 – эпицентр по данным других агентств; 4, 5 – цифровая и аналоговая станции соответственно; 6 – населенный пункт; 7 – государственная граница.

Как видим, региональные эпицентры, макросейсмический и инструментальный, находятся северо-западнее всех других решений, которые лежат весьма компактно. При этом пять из них (CSEM, ISC, NEIC, MOS, EMSC) близки к инструментальному эпицентру, а два (GSRC, THR) – к макросейсмическому. Следует отметить хорошее совпадение решения эпицентра по региональным данным с определением NEIC – отклонение составило 3 км к юго-востоку; по данным EMSC эпицентр удален на 10 км к юго-востоку, по GSRC – на 13 км к юг-юго-западу, а по THR – на 15 км к югу (рис. 1).

**Макросейсмическое обследование** показало, что с максимальной интенсивностью землетрясение ощущалось на территориях районов Тертерского и Геранбойского, а также в г. Нафталан, где жители в панике выбегали на улицу. В результате опроса в Геранбойском районе было выявлено, что во время землетрясения жители ощутили вначале горизонтальные колебания, затем вертикальные толчки. В этих же районах отмечено больше всего повреждений. По сведениям исполнительной власти Тертерского района от 20 сентября 2007 г., повреждения различной степени получили 1297 частных домов. В четырех обследованных районах (в Тертерском, Геранбойском, Евлахском, Бардинском), а также в г. Нафталан дома, получившие повреждения, относятся к одному типу (к типу «А» по шкале MSK-64) и, можно сказать, выделяются повышенной степенью повреждений (рис. 2).



**Рис. 2.** Вид отдельных стен четырех зданий, получивших повреждения во время Тертерского землетрясения 19 сентября 2007 г. с  $K_p=11.7$

1 – в Геранбойском районе; 2, 3 – в городке беженцев, основанном в Тертерском районе в 1988 г.; 4 – в г. Нафталан.

При обследовании на местах были выявлены случаи явной приписки степени разрушений. Например, в информационном листе № 46 от 24 сентября 2007 г. от представителя исполнительной власти с. Зейвя этого района было отмечено, что в некоторых зданиях образовались трещины шириной  $d=3, 4$  и даже  $10$  см. В действительности же сведения об образовании трещин таких размеров в результате землетрясения 4-балльной интенсивности являются ошибочными, и это подтвердилось во время макросейсмического обследования на месте.

В табл. 2 приводятся сведения об интенсивности сотрясений в 30 населенных пунктах.

**Таблица 2.** Макросейсмические сведения о Тертерском землетрясении 19 сентября 2007 г. в  $16^{\text{h}}57^{\text{m}}$  с  $K_p=11.7$

№	Пункт	$\Delta$ , км	$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E	№	Пункт	$\Delta$ , км	$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E
<u>5 баллов</u>					<u>4–5 баллов</u>				
1	Хархапут	10.5	40.43	46.61	4	Зейвя	12	40.46	46.67
2	Еникенд	11	40.91	46.63	5	Сефибейли	14	40.47	46.68
3	Чайлы	11.5	40.36	46.50	6	Борсунлу	17.5	40.45	46.83

№	Пункт	Δ, км	φ°, N	λ°, E	№	Пункт	Δ, км	φ°, N	λ°, E
7	Джамилли	20	40.40	46.90					
8	Тертер	20	40.37	46.93					
9	Нафталан	20	40.50	46.75					
10	Сеидимли	21	40.38	46.97					
11	Гарадаглы	24	40.47	46.90					
12	Беимсаров	26	40.48	46.93					
	<u>4 балла</u>								
13	Сарысу	26	40.46	46.42					
14	Панахлар	28	40.57	46.51					
15	Геранбой	30	40.63	46.66					
16	Шатырлы	30	40.38	47.00					
17	Нязирли	31.5	40.42	47.08					
18	Кочарли	32.5	40.47	47.08					
	<u>3–4 балла</u>								
19	Барда	37	40.37	47.17					
20	Немятабад	41	40.40	47.03					
21	Самедабад	42	40.42	47.04					
22	Исмаилабад	42.5	40.44	47.08					
23	Алпоут	44	40.32	47.21					
24	Ханарав	44.5	40.25	47.17					
25	Гянджа	46	40.66	46.35					
	<u>3 балла</u>								
26	Ениайриджа	47.5	40.25	47.20					
27	Хасьлы	48	40.28	47.25					
28	Евлах	49	40.63	47.12					
29	Мингячевир	55	40.75	47.03					
30	Шамкир	77	40.58	46.00					

На основании собранного фактического материала была построена карта изосейст, изображенная на рис. 3.

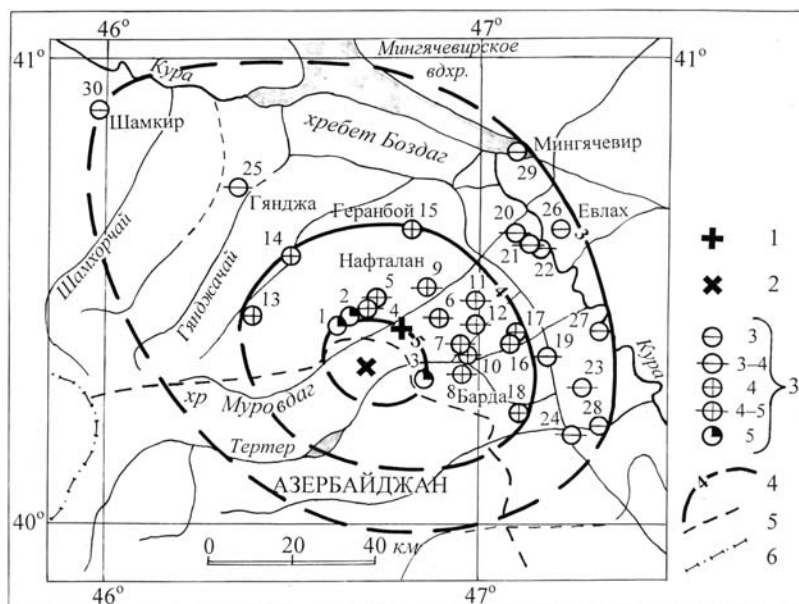


Рис. 3. Карта изосейст Тертерского землетрясения 19 сентября 2007 г. с  $K_p=11.7$

1, 2 – инструментальный и макросейсмический эпицентры соответственно; 3 – интенсивность сотрясений в баллах по шкале MSK-64 [5]; 4 – изосейста; 5 – линия разделения территорий после 1988 г.; 6 – государственная граница.

На представленной карте изосейст хорошо выражена их вытянутость с юго-востока на северо-запад с азимутом  $AZM \approx 310^\circ$ , что хорошо согласуется с простирием ( $302^\circ$ ) Предмаглокавказского разлома общекавказской направленности, ближайшего к эпицентру. Можно предположить, что действующая в очаге плоскость разрыва простирается согласно с указанными азимутами.

Для определения глубины очага  $h_{\text{мкр}}$  землетрясения на основе макросейсмических данных была использована формула [6]:

$$I_0 = b MLH - v lgh + c.$$

Значения входящих в эту формулу коэффициентов для горных зон Азербайджана составляют:  $b=1.5$ ,  $v=3.3$ ,  $c=2.7$  [7]. На основе проведенных расчетов была выявлена глубина очага –  $h_{\text{мкр}} \approx 17$  км.

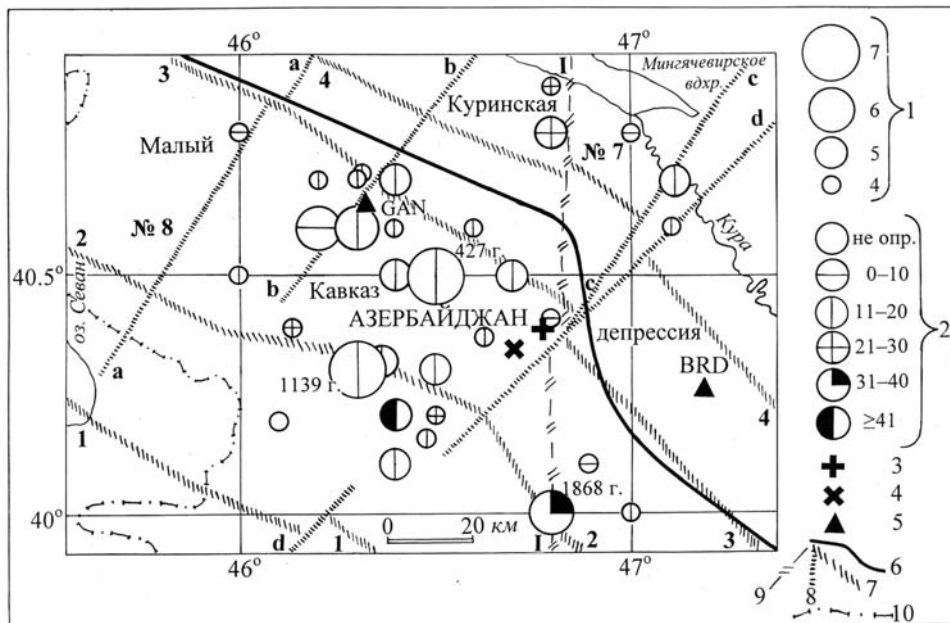
Оценка геометрических размеров макросейсмического поля Тертерского землетрясения, снятых *ред.* с карты изосейст, дана в табл. 3.

**Таблица 3.** Основные параметры макросейсмического поля Тертерского землетрясения 19 сентября 2007 г. с  $K_p=11.7$

$I_i$ , баллы	Геометрические параметры поля изосейст, км				Площадь $S_i$ зоны, км <sup>2</sup>
	$\ell_a$	$\ell_b$	$\bar{\ell}$	$\ell_a/\ell_b$	
5	24.9	19.5	22.0	1.28	389
4	69.1	28.0	63.3	1.19	2685
3	142.3	102.3	120.6	1.39	7562

Примечание. Среднее  $\bar{\ell}$  является средним геометрическим  $\bar{\ell} = \sqrt{\ell_a \cdot \ell_b}$ .

**В тектоническом отношении** Тертерское землетрясение возникло, согласно [8], на стыке двух мегаструктур: Малого Кавказа и Куринской депрессии. Очаг землетрясения находится на пересечении Предмалокавказского глубинного разлома, отделяющего Малый Кавказ от Куринской депрессии, с Арпа-Самурским и Тертер-Огузским поперечными разломами.



**Рис. 4.** Сетка разломов и ощутимые за период 427–2007 гг. землетрясения в Тертерском районе

1 – магнитуа землетрясений  $M$ ; 2 – глубина гипоцентра  $h$ , км; 3–4 – инструментальный и макросейсмический эпицентры; 5 – сейсмическая станция; 6 – граница между районами Кавказа № 7 и № 8 [9]; 7 – разлом кавказского направления [Гекча- Акеринский (1–1), Башлыбельский (2–2), Предмалокавказский (3–3), Куринский (4–4)]; 8 – поперечный разлом [Шарур-Закаталский (а–а), Гянджачайский (б–б), Тертер-Огузский (с–с), Арпа-Самурский (d-d)]; 9 – субмеридиональный разлом [Гутон-Зангилянский (I-I)]; 10 – государственная граница.

Складчато-глыбовые зоны (блоки) в пределах мегаантиклинория Малого Кавказа отличаются асимметрией строения, выражающейся в надвигании северо-восточных крыльев на юго-западные. Эта особенность строения складчатых зон объясняется сжатием земной коры Малого Кавказа. Земная кора в этой области имеет волнообразное складчато-глыбовое строение, благодаря чему она разбита как в продольном, так и в поперечном направлениях на разноориентированные блоки, ограниченные разломами различной глубины заложения. Наиболее интенсивные контрастные тектонические движения в пределах западного блока происходят на севере Малого Кавказа. Это говорит о втягивании северо-восточной части Малого Кавказа в общее погружение Куринской впадины.

Согласно [11–14], в этом районе ощутимые землетрясения происходили и ранее. Они приведены на рис. 4 и в табл. 4.

Таблица 4. Основные параметры ощутимых землетрясений в Тертерском районе за 427–2007 гг.

№	Дата, д м г	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	$M$	$I_0$ , балл	Примечания	Источ- ник
			φ, N	λ, E					
1	427 ±1год		(40.5) ±2.0	(46.5) ±2.0	(12)	(6.7) ±1.0	9	$K_p=15.7$	[10]
2	1123 ±1год		(40.3) ±1.0	(46.3) ±1.0	(15)	(4.7) ±1.0	6	Район Гянджа; $K_p=12.5$	– " –
3	1139 ±1год		(40.3) ±0.2	(46.3) ±0.2	15	6.8 ±0.7	9	<b>Гянджинское;</b> погибли свыше 200 тысяч человек; <b>9–(15), 8–(30), 6–(150);</b> $K_p=15.7$	– " –
4	1235 ±1год		(40.6) ±0.5	(46.2) ±0.5	(10)	(5.7) ±1.0	8	В районе Гянджи разрушения, трещины в грунте; $K_p=14.3$	– " –
5	25.04.1826 ±10 мин	12 30	(40.7) ±0.5	(46.2) ±0.5	(15)	(4.3) ±0.7	5–6	<b>5–15(1);</b> $K_p=11.7$	– " –
6	23.07.1867 ±6 ч	10 50	40.6 ±0.2	46.3 ±0.2	15	5.8 ±0.5	7–8	<b>Зурнабадское:</b> <b>7–17(2), 5–130(1), 4–200(3);</b> $K_p=14.3$	– " –
7	18.03.1868 ±1 ч	17 00	40.0 ±0.5	46.8 ±0.5	35	6.3 ±0.5	7	<b>6–90(2), 5–180(3), 4–200(3);</b> $K_p=15.1$ .	– " –
8	23.02.1885 ±10 мин	08 00	40.6 ±0.5	47.1 ±0.5	(12)	(4.1) ±0.7	5–6	$K_p=11.4$	– " –
9	21.06.1894 ±10 мин	06 30	40.7 ±0.5	47.1 ±0.5	15	4.7 ±0.5	6	<b>5–6–(7)(1), 4–(70)(1), 3–4–(90)(1);</b> $K_p=12.5$ .	– " –
10	05.10.1899 ±10 мин	13 30	(40.0) ±1.0	(47.0) ±1.0	(15)	(4.0) ±0.7	5	$K_p=11.2$	– " –
11	18.03.1900 ±10 мин	15 30	40.6 ±0.5	46.4 ±0.5	12	4.4 ±0.7	6	$K_p=11.9$	– " –
12	24.08.1902 ±10 мин	23 03	40.5 ±0.2	46.0 ±0.2	15	4.2 ±0.5	5–6	$K_p=11.6$	– " –
13	18.01.1903 ±10 мин	16 55	(40.7) ±0.5	(46.4) ±0.5	(12)	(4.6) ±0.7	5–6	$K_p=12.1$	– " –
14	18.01.1910 ±1 мин	03 35	40.7 ±0.2	46.3 ±0.2	18	4.5 ±0.5	5–65	<b>5–6–10(1), 4–55(4), 3–125(8);</b> $K_p=12.1$	– " –
15	10.04.1910 ±1 ч	18 21	40.8 ±0.2	46.0 ±0.2	9	4.2 ±0.5	6	<b>6–3(1), 5–12(1), 4–5–35(1);</b> $K_p=11.6$	– " –
16	04.07.1914	02 24 03	40.8 ±1.0	46.8 ±1.0	30	4.6 ±0.7	(5–6)	<b>4–5–60(2);</b> $K_p=12.3$	– " –
17	10.11.1916 ±6ч	05 57	40.1 ±0.5	46.40 ±0.5	19	4.7 ±0.5	5–6	<b>5–25(1), 4–65(5), 3–130(4),</b> $K_p=12.5$	– " –
18	23.01.1917 ±10 мин	18 09	40.2 ±0.5	46.5 ±0.5	25	4.1 ±0.7	5	$K_p=11.4$	– " –
19	23.09.1924	02 22 00	40.3 ±0.5	46.5 ±0.5	17	4.8 ±0.5	6	<b>5–60(1), 3–180(2);</b> $K_p=12.6$	– " –
20	13.01.1927 ±10 мин	18 27	40.2 ±0.5	46.4 ±0.5	42	4.8 ±0.5	4–5	<b>4–70(9), 3–140(7);</b> $K_p=12.6$	– " –
21	28.03.1928	11 57 55	40.5 ±0.5	46.7 ±0.5	14	4.7 ±0.5	6–7	$K_p=12.5$	– " –
22	08.12.1931 ±1мин	20 40	40.7 ±0.2	46.3 ±0.2	(20)	(4.3) ±0.5	5	$K_p=11.7$	– " –
23	21.12.1938	12 23 50	40.6 ±0.1	46.6 ±0.1	16	4.4 ±0.5	6	<b>Аджикендское:</b> <b>6–16(7), 5–50(20), 4–105(24), 3–170(23);</b> $K_p=11.9$	– " –
24	19.09.1942	07 26 34	40.5 ±0.1	46.4 ±0.1	12	4.6 ±0.5	6–7	<b>Михайлово-Аджикендское:</b> <b>6–20(3), 5–50(4), 4–100(2), 3–170(18);</b> $K_p=12.3$	– " –
25	04.12.1948	19 52 11	40.9 ±0.5	46.8 ±0.5	25	4.3 ±0.5	4–5	<b>4–5–25(1);</b> $K_p=11.7$	– " –
26	01.04.1960	18 42 59	40.8 ±0.5	47.0 ±0.5	(10)	4.0 ±0.3	5–6	$K_p=11.2$	– " –

№	Дата, д м г	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	$M$	$I_0$ , балл	Примечания	Источ- ник
			$\varphi$ , N	$\lambda$ , E					
27	18.02.1963	14 03 39	40.1 $\pm 0.1$	46.9 $\pm 0.1$	6	4.2 $\pm 0.5$	7	<b>Агдамское:</b> 7–4(3), 6–19(31), 5–44(35), 4–72(22); $K_p = 11.6$	– " –
28	11.12.1980	00 14 32	40.19 $\pm 0.1$	46.10 $\pm 0.1$		4.3 $\pm 0.5$		$K_p = 12.0$	[11]
29	07.06.1993	07 14 24.3	40.15 $\pm 0.05$	46.48 $\pm 0.05$	13	4.1 $\pm 0.5$		$K_p = 11.3$	[12]
30	23.01.2001	09 27 53.6	40.37 $\pm 0.05$	46.63 $\pm 0.05$	17	4.3 $\pm 0.5$		$K_p = 11.5$	[13]
31	13.03.2005	03 02 25	40.39 $\pm 0.03$	46.14 $\pm 0.03$	24	4.2 $\pm 0.5$	4–5	$K_p = 11.5$	[14]
32	19.09.2007	16 57 50.8	40.39	46.78	8		5	<b>Тергерское:</b> $K_p = 11.74$ –72(22);	

Примечание. В скобках даны расчетные по формуле  $M=(K_p-4)/1.8$  [15] значения магнитуд.

Они происходили за счет активизации того или иного разлома, что в свою очередь связано с динамикой земной коры. Как видно из карты эпицентров исторических землетрясений, наибольшей активностью в этом районе выделились Предмалокавказский и Башлыбельский продольные разломы в местах их пересечения с поперечными разломами. Одно из сильнейших сейсмических событий в этом районе – Гянджинское 9-балльное землетрясение с максимальной магнитудой  $M=6.8$ , произошедшее в 1139 г. и унесшее жизни свыше 200 тыс. человек [11], послужило причиной образования прекрасного оз. Гей-Гель.

#### Л и т е р а т у р а

1. Етирмишли Г.Д., Абдуллаева Р.Р., Исмаилова С.С. (отв. сост.), Абдуллаева Э.Г., Мамедова М.К., Казымова С.Э., Расулова З., Саидова Г.Е., Исламова Ш.К., Широнова З.Г., Ахмедли А.Т. Каталог (оригинал) землетрясений Азербайджана за 2007 г. ( $N=644$ ). – Обнинск: Фонды ГС РАН, 06.07.2010. – 15 с.
2. Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2007 год / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ГС РАН, 2007–2008. – URL: [ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic\\_bulletin/2007/](ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2007/)
3. Bulletin of the International Seismological Centre for 2007. – Thatcham, United Kingdom: ISC, 2009. – URL: <http://www.isc.ac.uk/search/bulletin/2007>
4. Bulletin of the EMSC (European Mediterranean Seismological Centre) for 2007. – Цюрих, Швейцария. – URL: <http://www.emsc-csem.org/Earthquake/earthquake.php>
5. Медведев С.В. (Москва), Шпонхойер В. (Иена), Карник В. (Прага). Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
6. Шебалин Н.В., Айвазишвили И.В., Варазанашвили О.Ш. и др. Уравнения макросейсмического поля Большого Кавказа и Закавказья // Сейсмологический бюллетень Кавказа за 1974 г. – Тбилиси: Мецниереба, 1976. – С. 113–121.
7. Кулиев Ф.Т. Уравнение макросейсмического поля для Азербайджана и его геоструктурных областей // Сейсмологический бюллетень Кавказа за 1977 г. – Тбилиси: Мецниереба, 1980. – С. 129–140.
8. Шихалибейли Э.Ш. Геологическое строение и история развития восточной части Малого Кавказа. – Баку: Элм, 1967. – 236 с.
9. Цхакая А.Д., Джигладзе Э.А., Папалашвили В.Г., Султанова З.З., Лебедева Т.М., Табуцадзе Ц.А., Дарахвелидзе Л.К., Кахиани Л.А., Лабадзе Л.В., Алимamedова В.П. Землетрясения Кавказа // Землетрясения в СССР в 1969 году. – М.: Наука, 1973. – С. 19–28.
10. 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.
11. Папалашвили В.Г. (отв. сост.), Агаларова Э.Б. (АзССР), Казанцева Т.П. (Северный Кавказ, Кахиани А.К. (ГССР), Саргсян Г.В. (АрмССР). Каталог землетрясений Кавказа за 1980 г. // Землетрясения в СССР в 1980 году. – М.: Наука, 1983. – С. 128–134.

12. Гасанов А.Г. (отв. сост.), Агаларова Э.Б., Алиев Ф.Г., Абдуллаева Р.Р., Абдуллаева Э.Г., Миргуламова С.М., Мамедова М.К. Каталог землетрясений Азербайджана за 1993 г. // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. – М.: ГС РАН, 1999. – С. 150–151.
13. Абдуллаева Р.Р., Миргуламова С.М. (отв. сост.), Казиева С.Г., Мамедова М.К., Абдуллаева Э.Г., Саидова Г.Э., Исмаилова С.С., Кулиева С.К., Исламова Ш.К. Азербайджан // Землетрясения Северной Евразии в 2000 году. – Обнинск: ГС РАН, 2006. – (На CD).
14. Гасанов А.Г., Етирмишли Г.Д., Абдуллаева Р.Р. (отв. сост.), Мамедова М.К., Абдуллаева Э.Г., Саидова Г.Э., Исмаилова С.С., Исламова Ш.К., Казымова С.Е. Каталог землетрясений Азербайджана за 2005 год ( $N=807$ ) // Землетрясения Северной Евразии, 2005 год. – Обнинск: ГС РАН, 2011. – (На CD).
15. Раутиан Т.Г. Энергия землетрясений // Методы детального изучения сейсмичности. (Труды ИФЗ АН СССР; № 9(176)). – М.: ИФЗ АН СССР, 1960. – С. 75–114.