

**АХСУИНСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 23 августа 2007 г. с  $K_p=11.6$ ,** **$M_s=3.8$ ,  $I_0=5$  (Азербайджан)****Г.Д. Етирмишли, Э.С. Гаравелиев, Ш.К. Исламова**Республиканский центр Сейсмологической службы НАНА, г. Баку, [science@azeurotel.com](mailto:science@azeurotel.com)

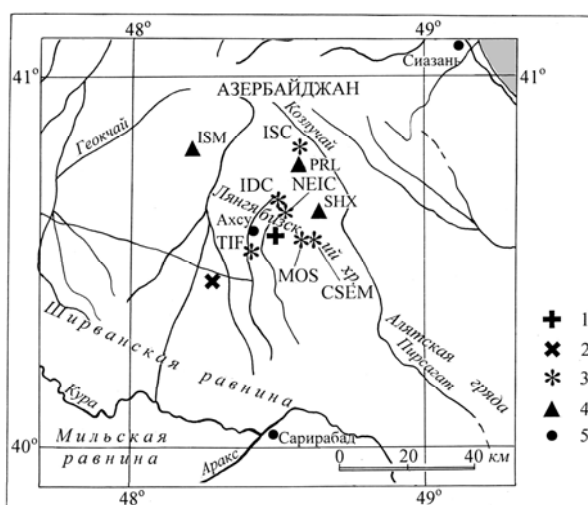
23 августа 2007 г. в 01<sup>h</sup>52<sup>m</sup> в Ахсуинском районе Азербайджана произошло ощутимое с  $I_0=5$  баллов землетрясение примерно в 15 км к западу от г. Шамахи. По данным сети сейсмических станций получены следующие координаты:  $\varphi=40.58^\circ\text{N}$ ,  $\lambda=48.49^\circ\text{E}$  [1]. Все параметры землетрясения по данным РЦСС Азербайджана и других агентств даны в табл. 1.

**Таблица 1.** Основные параметры Ахсуинского землетрясения 23 августа 2007 г. с  $K_p=11.6$  по данным Азербайджана (РЦСС) в сопоставлении с определениями других агентств

Агентство	$t_0$ , ч мин с	$\delta t_0$ , с	Гипоцентр						Магнитуда	Источник
			$\varphi^\circ, \text{N}$	$\delta\varphi^\circ$	$\lambda^\circ, \text{E}$	$\delta\lambda^\circ$	$h$ , км	$\delta h$ , км		
РЦСС	01 52 19.1	1.2	40.58 40.45 <sub>МКР</sub>		48.49 48.28 <sub>МКР</sub>		12 17 <sub>МКР</sub>	5	$K_p=11.6$ , $MPVA=5.4$ , $ML=4.3$	[1]
MOS*	01 52 19.2	1.5	40.56		48.58				$MPSP=4.9/30$	[2]
ISC	01 52 24.9	0.4	40.81	0.02	48.57	0.02	29 35*	3 1.5*	$M_s=3.8/35$ , $m_b=4.5/88$ $h^*=35\pm 15$ км	[3]
IDC	01 52 22.8	3.4	40.68		48.50		22	22	$M_s=3.6/25$ , $m_b=4.2/23$	[3]
TIF	01 52 22.2		40.53		48.41		15	2		[3]
NEIC*	01 52 23.8		40.64		48.52		28	12	$m_b=4.6/50$	[4]
CSEM	01.52.21.0	0.1	40.56		48.62		20		$M_s=3.2$ , $m_b=4.7/35$	[4]

Примечание. Расшифровка кодов агентств дана в условных обозначениях к наст. сб.

Сравнение положения разных решений эпицентра Ахсуинского землетрясения показано на рис. 1.



**Рис. 1.** Сопоставление решения эпицентра Ахсуинского землетрясения 23 августа 2007 г. с  $K_p=11.6$  по данным близких станций сети РЦСС с решениями других агентств

1, 2 – инструментальный и макросейсмический эпицентр по данным РЦСС соответственно; 3 – решения по данным других сейсмологических служб; 4 – сейсмическая станция; 5 – населенный пункт.

Как видим, все инструментальные решения эпицентра Ахсуинского землетрясения, включая региональное, удалены в северо-восточном направлении от макросейсмического эпицентра. Наиболее близким к региональным инструментальным и макроданным является решение Грузии (TIF), а только к инструментальному близки также эпицентры MOS и CSEM, чуть севернее – IDC и NEIC. Наиболее удалено решение ISC.

Землетрясение сопровождалось многочисленными афтершоками [5]. До конца месяца в очаге было зарегистрировано 55 афтершоков с  $K_p=5.3-10.6$ . Тогда энергетическая ступень между основным толчком и максимальным афтершоком, возникшим спустя  $5^h11^m$ , составляет

$$\Delta K_a = 11.6 - 10.6 = 1.0,$$

т.е. ровно один порядок. Это низкое значение энергетической ступени и характеризует, как правило, роевые совокупности, а не серии типа главный толчок – афтершоки.

Большая часть афтершоков (38) произошла в первые сутки. Глубины афтершоков менялись в пределах  $h=3-20$  км. Два повторных толчка (23 августа в  $01^h55^m$  и в  $06^h03^m$  с  $K_p=10.3$  и  $10.6$  соответственно) ощущались с интенсивностью  $I=3-4$  балла.

На основании макросейсмического обследования было установлено, что районный центр Ахсу, а также населенные пункты Арабушагы, Нуран, Гюрджюван, Пиргасанлы, Падар и Хунгар были подвержены колебаниям почвы с максимальной интенсивностью  $I_0=5$  баллов. Во время макросейсмического обследования было установлено, что в эпицентральной зоне повреждения I степени (*легкие повреждения*: тонкие трещины в штукатурке и откалывание небольших кусков штукатурки [6]) получили в основном здания типа «А» (здания из рваного камня, сельские постройки, дома из кирпича-сырца, глинобитные дома [6]). Эти повреждения представляли собой тонкие трещины в стенах, осыпание побелки. Во время опроса населения было выявлено, что в эпицентральной зоне землетрясение ощущалось всеми жителями, спящие проснулись, многие от страха выбежали во двор. Отмечалось также раскачивание висячих предметов, расплескивание жидкости из наполненных сосудов, хлопанье окон и дверей, звон посуды, падение некоторых предметов с полок.

В табл. 3 приводятся сведения об интенсивности сейсмических сотрясений в 50 населенных пунктах.

**Таблица 2.** Макросейсмические данные об Ахсуинском землетрясении 23 августа 2007 г. в  $01^h52^m$  с  $K_p=11.6$ ,  $M_s=3.8$

№	Пункт	$\Delta$ , км	$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E	№	Пункт	$\Delta$ , км	$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E
	<u>5 баллов</u>				19	Калейбугурт	25	40.75	46.57
1	Пиргасанлы	2	40.56	46.36	20	Джархан	25	40.55	46.65
2	Ахсу	4	40.57	46.40	21	Шамахи	25	40.63	46.64
3	Хунгар	7.5	40.63	46.35	22	Гурдтепе	26	40.67	46.56
4	Арабушагы	7.5	40.53	46.42	23	Чухурюрд	27.5	40.75	46.63
5	Гюрджюван	7.5	40.64	46.35	24	Сис	27.5	40.76	46.56
6	Падар	8.5	40.59	46.25	25	Малхем	27.5	40.70	46.63
7	Нуран	10	40.66	46.42		<u>4 балла</u>			
	<u>4–5 баллов</u>				26	Тирджан	18	40.52	46.56
8	Мирикенд	11	40.63	46.95	27	Ленгебиз	22	40.42	46.56
9	Чапарлы	11	40.51	46.45	28	Меликчонбанлы	28	40.54	46.66
10	Гияслы	12	40.49	46.45	29	Хынслы	28.5	40.55	46.69
11	Кейвенди	13.5	40.70	46.32	30	Сабир	29	40.59	46.70
12	Мадраса	16.5	40.66	46.32	31	Муганлы	29	40.66	46.52
13	Керкендж	17.5	40.56	46.56	32	Нагарахана	29.5	40.57	46.65
14	Биджо	18.5	40.51	46.56	33	Пиргулу	29.5	40.75	46.02
15	Басгал	20	40.75	46.40	34	Авахыл	29.5	40.60	46.56
16	Мейсары	21.5	40.67	46.59		<u>3–4 балла</u>			
17	Сулут	22.5	40.76	46.45	35	Багирли	24	40.46	46.60
18	Дедегюнеш	23.5	40.71	46.57	36	Оджулу	25	40.44	46.60

№	Пункт	Δ, км	φ°, N	λ°, E	№	Пункт	Δ, км	φ°, N	λ°, E
37	Даг Гейлер <u>3 балла</u>	29	40.49	46.66	44	Гушчу	35.5	40.43	46.73
38	Чёль Гейлер	27.5	40.42	46.61	45	Гызмейдан <u>2 балла</u>	36	40.77	46.74
39	Гонагкенд	32	40.69	46.71	46	Тякля	20.5	40.61	46.66
40	Чайлы	32	40.47	46.71	47	Джир Тякля	35.5	40.60	46.67
41	Хамья	32.5	40.66	46.71	48	Зарат	38	40.55	46.70
42	Мерзенгели <u>2–3 балла</u>	32.5	40.60	46.71	49	Зарат Хейбяри	39	40.53	46.73
43	Арабшалбаш	34.5	40.60	46.73	50	Поладлы	42.5	40.40	46.65

На основании собранного фактического материала было построено макросейсмическое поле землетрясения и проведены изосейсты. Плейстосейстовая зона этого землетрясения в основном охватывает территорию Ахсуинского района (рис. 2).

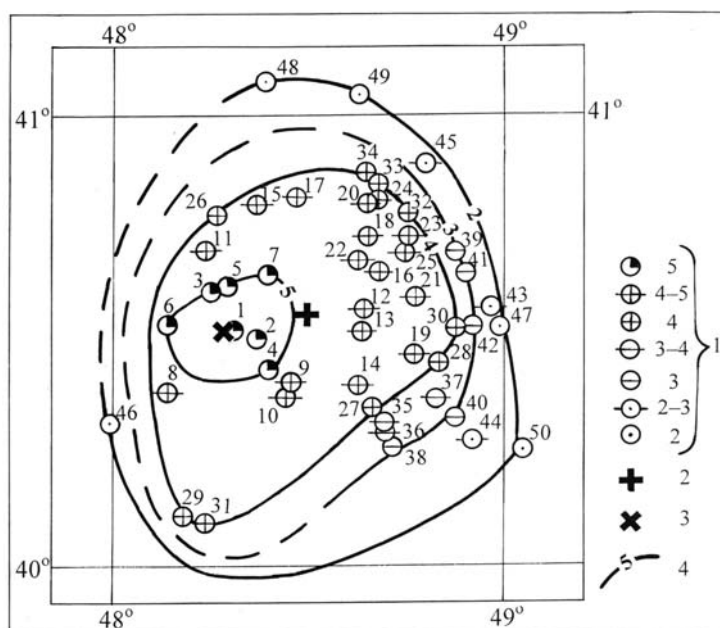


Рис. 2. Карта изосейст Ахсуинского землетрясения 23 августа в 01<sup>h</sup>52<sup>m</sup> 2007 г. с  $K_p=11.6$ ,  $M_s=3.8$

1 – интенсивность сотрясений в баллах по шкале MSK-64 [7]; 2, 3 – инструментальный и макросейсмический эпицентр соответственно; 4 – изосейста.

Для определения глубины очага землетрясения на основе макросейсмических данных была использована формула из [8]:

$$I_0 = b MLH - v \lg h + c.$$

Значения входящих в эту формулу коэффициентов для горных зон Азербайджана составляют:  $b=1.5$ ,  $v=3.3$ ,  $c=2.7$  [9]. На основе проведенных расчетов макросейсмическая глубина гипоцентра равна  $h_m \approx 17$  км.

В тектоническом плане район землетрясения составляет центральную часть Шамахи-Исмаиллинской зоны, которая расположена в пределах юго-восточного сегмента Большого Кавказа. На юге эта зона захватывает северной борт Куринской депрессии. Названные крупные структурные единицы имеют в свою очередь сложные ступенчато-блоковое строение, обусловленное развитием системы разноориентированных разрывных дислокаций. Тектонические ступени осложнены серией крутопадающих поперечных и продольных разломов, ограничивающих опущенные и поднятые блоки (рис. 3). В мезокайнозойском осадочном чехле они трансформированы в пологие взбросы и надвиги [10].



Рис. 3. Геологический разрез очаговой зоны Ахсуинского землетрясения 23 августа 2007 г. с  $K_p=11.6$

**Сейсмическая история.** Район землетрясения является частью Шамахи-Исмаиллинской сейсмогенной зоны. По Новому каталогу [11] в этом районе известны ощутимые землетрясения с 1192 г. (табл. 3). Их интенсивность изменялась от  $I=6$  баллов в 1904 г., 1972 г. до  $I=9-10$  баллов – в 1667 г.

Таблица 3. Основные параметры ощутимых землетрясений в Ахсуинском районе за 1192–2007 гг.

№	Дата, д м год	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км $\pm \delta h$	$M$ $\pm \delta M$	$I_0$ , балл $\pm \delta I_0$	Примечания	Ис- точ- ник
			$\varphi^\circ$ , N $\pm \delta \varphi^\circ$	$\lambda^\circ$ , E $\pm \delta \lambda^\circ$					
1	1192 $\pm 1$ год		40.60 $\pm 0.5$	48.60 $\pm 0.5$	5	4.5	7–8	$K=12.6$	[11]
2	1667 $\pm 1$ год		40.60	48.60	12	6.9	9–10	<b>Шемахинское</b> , погибли 80000 чел., большие разрушения, обвалы; <b>9–30(1), 4–5–600(2)</b> ; $K=15.9$	– " –
3	04.01.1669 $\pm 1$ сут		40.60	48.60	5	5.7	9	Погибли 6–7 тыс. чел., исчезла деревня Лачи, разрушения в городе; $K=14.3$	– " –
4	1-2.01.1671 $\pm 1$ сут		40.60	48.60	5	5.2	8–9	Разрушения в Шемахе, погибло много людей; $K=13.6$	– " –
5	01.02.1671 $\pm 1$ сут		40.60 $\pm 0.5$	48.60 $\pm 0.5$	5 2–15	4.2	7	$K=11.6$	– " –
6	09.08.1828	16 00 $\pm 1$ ч	40.70	48.40	10	5.7	8	Разрушены 233 дома, повреждены – 200; <b>8–9(12), 7–22(10), 4–5–85(1)</b> ; $K=14.5$	– " –
7	24.09.1848	20 00 $\pm 1$ ч	40.60	48.60	7	4.6	7	$K=12.1$	– " –
8	23.07.1856	14 00 $\pm 1$ ч	40.60	48.60	5	4.7	7–8	Не осталось ни одного дома без повреждений; <b>5–30(1)</b> ; $K=12.6$	– " –
9	11.06.1859	13 00 $\pm 1$ ч	40.70	48.50	10	5.9	8–9	Почти все дома разрушены или сильно повреждены, погибли 700, ранены 300 чел.; <b>8–12(2), 6–55(1), 5–100(1), 4–170(3)</b> ; $K=14.6$	– " –
10	02.09.1869	12 00 $\pm 1$ ч	40.70 $\pm 0.1$	48.70 $\pm 0.1$	6 4–9	5.0 $\pm 0.5$	8 $\pm 0.5$	В с. Сунды разрушены все дома, в Шемахе – 227, повреждено – 987 домов; <b>8–9(3), 7–15(2), 5–35(2), 4–75(1)</b> ; $K=13.0$	– " –
11	28.01.1872	07 00 $\pm 1$ ч	40.60 $\pm 0.1$	48.70 $\pm 0.1$	7 3–14	5.7 $\pm 0.5$	8–9 $\pm 0.5$	Шемаха почти разрушена, погибли 139, ранено 44 чел.; <b>8–15(6), 5–70(2), 4–160(7), 3–300(1)</b> ; $K=14.6$	– " –
12	07.08.1875	16 00 $\pm 1$ ч	40.70	48.70	8	5.4	8	Пострадали 15 сел; <b>8–10(1), 3–4–140(1)</b> ; $K=13.7$	– " –
14	13.02.1902	09 39 30 $\pm 10$ с	40.70	48.60	15	6.9	8–9	Повреждено или разрушено 7000 домов, погибли ~2000 чел., большие оползни, обвалы, трещины в почве; <b>8–15(40), 7–25(29), 6–50(26), 5–110(9), 4–230(14)</b> ; $K=15.9$ ,	– " –

№	Дата, д м год	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км $\pm \delta h$	$M$ $\pm \delta M$	$I_0$ , балл $\pm \delta I_0$	Примечания	Ис- точ- ник
			$\varphi^\circ, N$ $\pm \delta \varphi^\circ$	$\lambda^\circ, E$ $\pm \delta \lambda^\circ$					
15	02.12.1902	00 45 12 $\pm 10$ с	40.70	48.60	4	4.3	7	6–7–6(1), 4–5–14(1); $K=11.7$	– " –
16	28.04.1904	15 28 00 $\pm 1$ мин	40.70	48.50	9	5.1	7	6–20(1), 5–45(1), 4–90(3); $K=13.2$	– " –
17	05.07.1904	21 52 30 $\pm 10$ с	40.80	48.70	24	5.1	6	5–45(2), 4–170(9); $K=13.2$	– " –
18	17.05.1931	15 23 19 $\pm 10$ с	40.50	48.50	26	5.0	5–6	5–25(2), 4–80(3), 3–150(3); $K=13.0$	– " –
19	13.05.1952	22 29 57	40.6	48.4	3	3.8	7	Обрушения кровли ветхих строений, мелкие оползни	– " –
20	21.03.1956	04 54 48	40.9	48.39	8	5.3	7–8	Пострадали несколько зданий	– " –
21	02.03.1972	02 29 19	40.78	48.46	5	4.9	6	6–4(5), 5–15(32), 4–29(33), 3–51(36); $K=12.8$	– " –
22	29.11.1981	20 37 30	40.75	48.00	10	5.4	7	<b>Исмаиллинские;</b> частичное разрушение старых построек	[12]
	02.12.1981	00 51 36.0	40.68	47.93	15	4.6	6		
	04.12.1981	02 35 36	40.70	48.00	10	4.5	5		
	07.12.1981	06 57 53.0	40.71	48.07	10	3.7	4–5		
23	23.07.2007	01 52 19.1	40.58	48.49	12	3.8	5	<b>Ахсуинское:</b> 5–7(7), 4–5–19(18), 4–27(9), 3–4–26(3), 3–31(5), 2–3–35(5); $K=11.6$	наст. статья

Согласно имеющимся данным, первая сейсмическая катастрофа произошла в 1192 г. Далее сведения о сильных сейсмических событиях относятся к XVII веку. Так, в результате сильных землетрясений 1667, 1669, 1670, 1671 гг. Шамахи и близлежащие населенные пункты были полностью разрушены. С 1828 по 1902 г. в Шамахи-Исмаиллинской зоне произошло ряд 8- и 9-балльных разрушительных землетрясений (табл. 3, рис. 4).

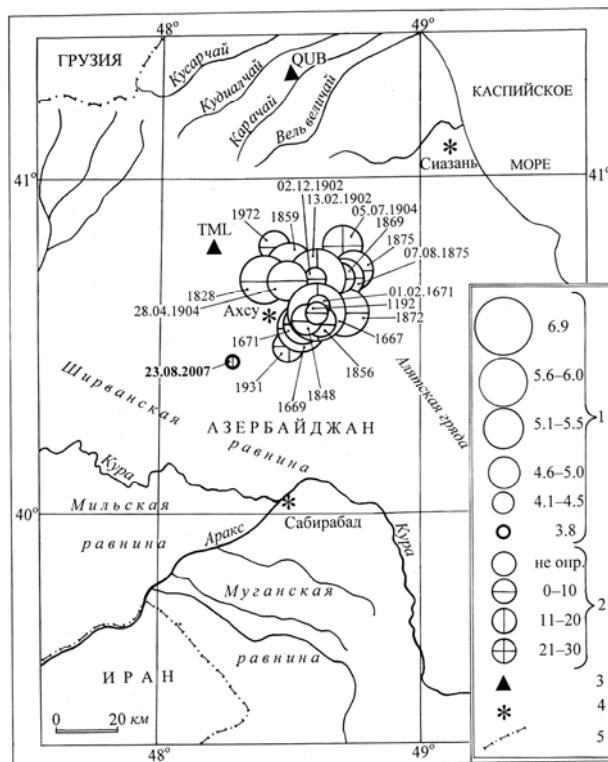


Рис. 4. Карта эпицентров исторических землетрясений Шамахи-Исмаиллинской зоны за 427–2007 гг.

1 – магнитуда  $MLH$ ; 2 – глубина гипоцентра  $h$ , км; 3 – сейсмическая станция; 4 – населенный пункт; 5 – государственная граница.

Очаги катастрофических землетрясений связаны с узлами пересечения продольных и субмеридиональных разломов (рис. 5).

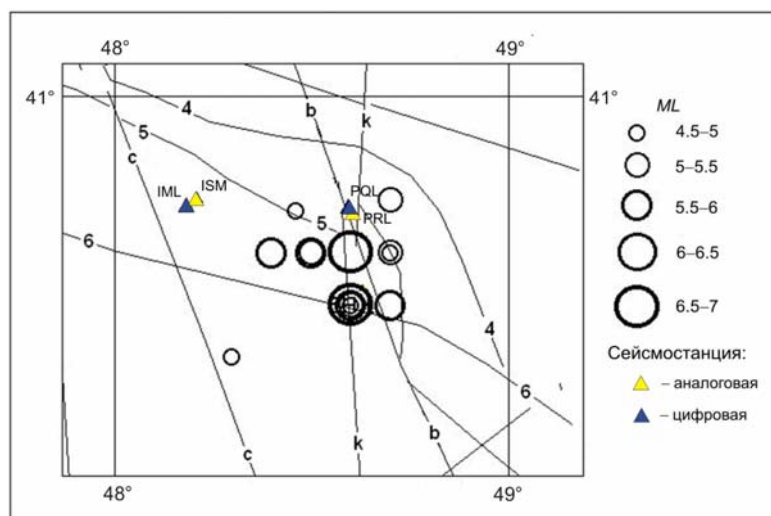


Рис. 5. Сильнейшие землетрясения и глубинные разломы Шамахи-Исмаиллинской зоны

Разломы общекавказского направления: 4-4 – Дашгиль-Мудресинский; 5-5 – Вандамский; 6-6 – Агричай-Алятский; субмеридиональные разломы: b-b – Таирджачай-Сальянский; c-c – Исмаиллы-Габалинский; k-k – Дербенд-Астаринский [13].

И в современном периоде эта зона отличается повышенной сейсмической активностью. На последней карте сейсмического районирования территории Азербайджана [14] эта зона была отмечена как 9-балльная.

#### 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., Ширинова З.Г., Ахмедли А.Т. Каталог землетрясений Азербайджана за 2007 г. ( $N=613$ ). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
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 EMSC (European Mediterranean Seismological Centre) for 2007. – URL: <http://www.emsc-csem.org/Earthquake/earthquake.php>
4. Bulletin of the International Seismological Centre for 2007. – Thatcham, United Kingdom: ISC, 2009.
5. Етирмишли Г.Д., Абдуллаева Р.Р. (отв. сост.), Мамедова М.К., Абдуллаева Э.Г., Саидова Г.Э., Исламова Ш.К., Исмаилова С.С., Казымова С.Е., Ширинова З.Г., Абдуллаева Р.Р. Ахтершоки Ахсуинского землетрясения 23 августа 2007 г. с  $K_p=11.6$ ,  $M_s=3.8$ ,  $I_0=5$  (Азербайджан) ( $N=55$ ). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
6. Медведев С.В. Международная шкала сейсмической интенсивности // Сейсмическое районирование СССР. – М.: Наука, 1968. – С. 151–162.
7. Медведев С.В. (Москва), Шпонхойер В. (Иена), Карник В. (Прага). Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
8. Шебалин Н.В., Айвазишвили И.В., Варазанашвили О.Ш., Папалашвили В.Г. Уравнения макросейсмического поля Большого Кавказа и Закавказья // Сейсмологический бюллетень Кавказа за 1974 г. – Тбилиси: Мецниереба, 1976. – С. 113–126.
9. Кулиев Ф.Т. Уравнение макросейсмического поля для Азербайджана и его геотектонических областей // Сейсмологический бюллетень Кавказа за 1977 г. – Тбилиси: Мецниереба, 1980. – С. 129–140.
10. Агамирзоев Р.А. Сейсмоструктура азербайджанской части Большого Кавказа. – Баку: Элм, 1987. – 123 с.

11. **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.
12. **Кулиев Ф.Т., Гасанов А.Г., Агамирзоев Р.А., Эюбов Д.Г., Агамирзоев С.Р., Агаларова Э.Б., Гюль Э.К., Касумов И.К., Юсифов Р.Ю.** Исмаиллинские землетрясения // Землетрясения в СССР в 1981 году. – М.: Наука, 1984. – С. 30–36.
13. **Кенгерли Т.Н.** Геология Азербайджана. Т. 4. – Баку, Элм. – 290 с.
14. **Гасанов А.Г., Ахмедбейли Ф.С., Баба-Заде О.Б. и др.** Новые схемы областей возникновения сильнейших землетрясений и сейсморайонирования территории Азербайджана // Каталог сейсмопрогностических наблюдений на территории Азербайджана в 1987 году. – Баку: Элм, 1991. – С. 62–65.