

**ХАШМИЙСКОЕ-IV ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 27 ноября 1997 года с  $M_w=5.3$ ,  $I_0=7$  (Грузия)****Т.И. Мухадзе, В.Г. Папалашвили**

27 ноября 1997 г. в 17<sup>h</sup>34<sup>m</sup> в Тбилиси ощущалось землетрясение с интенсивностью 5-6 баллов. Оно произошло в Сагареджском районе восточной Грузии в селе Хашми, в 30 км от Тбилиси. Подробные кинематические данные, снятые с записей этого землетрясения на 11 сейсмических станциях Грузии и одной станции Армении "Степанаван", приведены ниже в (табл. 1).

**Таблица 1.** Подробные данные Хашмийского-IV землетрясения 27 ноября в 17<sup>h</sup>34<sup>m</sup> ( $M_w=5.3$ )

№	Станция	Фаза	$t_i$ , ч мин с	Фаза	$t_i$ , мин с	$\Delta$ , км	$K_p$	MPVA
1	Тбилиси	+i P	17 34 36.8	i S	34 42.2	40	12.5	5.5
2	Лагодехи	+i P	17 34 42.8	i S	34 53.4	80		
3	Гори	+i P	17 34 54.8	S	35 07.8	95		
4	Степанаван	i P	17 34 48.0			110		
5	Ахалкалаки	-i P	17 34 53.6			150		
6	Гюмри	i P	17 34 58.0			165		
7	Они	+i P	17 34 57.0	e S	35 18.0	175		
8	Амбролаури	e P	17 34 58.8			195		
9	Абастумани	+i P	17 35 00.4	e S*	36 05.4	200	11.5	5.0
10	Бечо	-i P	17 35 08.8		36 38.8	265		
11	Чкварели	-I P	17 35 11.8		36 42.8	280		
12	Чала	P	17 35 13.4			285		

Координаты гипоцентра по результатам ручной обработки соответствуют 41.69°N, 45.20°E, h=5 км, а машинной – 41.70°N, 45.14°E, h=10 км (табл. 2). Там же приведены решения гипоцентра по данным других агентств.

**Таблица 2.** Решение гипоцентра Хашмийского-IV землетрясения по данным разных агентств

Агентство	$t_0$ , ч мин с	$\delta t_0$ , с	Гипоцентр						Магнитуды	Ист.
			$\varphi^\circ$ , N	$\delta\varphi^\circ$	$\lambda^\circ$ , E	$\delta\lambda^\circ$	h, км	$\delta h$ , км		
Грузия	17 34 27.1		41.69*		45.20*		5			
	17 34 27.1	0.7	41.70	0.05	45.14	0.05	6		MPVA=5.5, $K_p=12.0$	[1]
MOS	17 34 28.1	1.8	42.0	0.07	45.3	0.07	10		MS=5.0/22, MPSP=5.7/12, $M_w=5.0$	[2]
ISC	17 34 30	1.1	41.86	0.03	45.37	0.03	24	1	Ms=5.2/92, $m_b=5.1/132$	[3]
NEIC	17 34 30.3		41.85		45.33		38		Ms=5.2/64, $M_w=5.3$ , $m_b=5.3/99$	[3]
EIDC	17 34 26.0		41.7		45.2		0		Ms=5.1/10, $m_b=4.8/26$	[3]
ВЛ	17 34 30.8		42.24		45.43		33		Ms=5.4, $m_b=5.1$	[3]

Примечание. Знаком \* помечены результаты ручной обработки эпицентра.

Сравнение всех решений на рис. 1 показывает наилучшее согласие с региональным данных EIDC, наихудшее – ВЛ [3].

Величина этого землетрясения значительна: диапазон магнитуд  $M_w$  составил 5.0-5.3, по поверхностным волнам 5.0-5.4, по объемным – 4.8-5.7 (табл. 2). При таких значениях магнитуд величина энергетического класса  $K_p=12.0$ , полученная по записям станций "Тбилиси" и "Абастумани" (табл. 1), по-видимому, занижена. Более соответствующим классом в данном случае будет расчетный по [4] величина  $K=4+1.8 M_{cp}=13.3^p$ . Согласно определению механизма очага в [3] землетрясение произошло в условиях преобладающего напряжения сжатия близмеридионального простирания. Обе возможные плоскости разрыва в очаге направлены субширотно (рис. 2). Подвижка по крутой плоскости представлена взбросом, по более пологой – комбинацией взброса со сдвигом. Ориентация одной из плоскостей очень хорошо согласуется с направлением вытянутости изосейст.

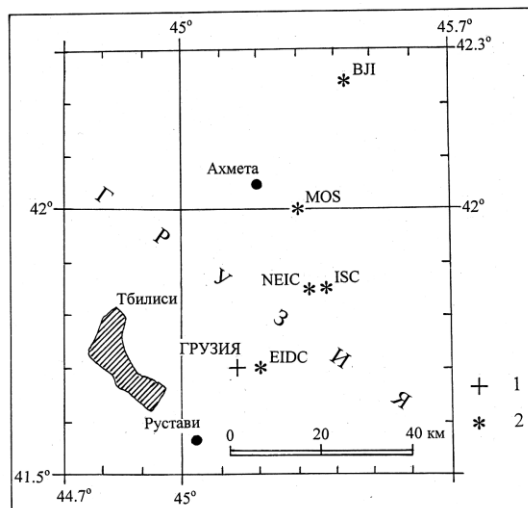


Рис. 1. Сравнение разных решений гипоцентра Хашмийского-IV землетрясения

1 – эпицентр по региональным данным; 2 – эпицентр по другим данным (табл. 2).

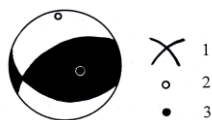


Рис. 2. Механизм очага землетрясения 27 ноября в 17<sup>h</sup>34<sup>m</sup>

1 – нодальные линии; 2,3 – оси главных напряжений сжатия и растяжения соответственно; зачернены области сжатия.

Интенсивность  $I_0$  сотрясений в эпицентре близка к 7 баллам. По названию ближайшего к нему села Хашми оно названо Хашмийским, причем ему следует приписать номер IV, так как здесь же ранее (22.01.1953 г. [5], 17.06.1967 г. [6], 04.03.1994 г. [7]) произошли три ощутимых землетрясения с интенсивностью  $I_0$  в 6 и 6-7 баллов (табл. 3).

Таблица 3. Основные параметры Хашмийских землетрясений

№	Дата д мес год	$t_0$ , с	Эпицентр		h, км	M	$K_p$	$I_0$	Ист.	Примечание
			$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E						
1	22.01.1953	05 53 47±2	41.8±0.1	45.1±0.1	5±2	3.6±0.7		6±0.5	[5]	Хашмийское-I
2	17.06.1967	09 56 04±1	41.7±0.1	45.3±0.1	7±3	4.0±0.5	11.0	6±1	[5,6]	Хашмийское-II
3	04.03.1994	23 08 12.9±1	41.59±0.10	45.03±0.10	15±5	4.0±0.5	11.1	6-7±0.5	[7]	Хашмийское-III
4	27.11.1997	17 34 27.1±0.7	41.70±0.05	45.14±0.05	6	5.2±0.1	(13.3)	7±0.5	[1]	Хашмийское-IV

Примечание. В скобках дано расчетное значение  $K_p$ .

Первое из них ощущалось в Хашми и Гомбори с интенсивностью 6-7 баллов; Сагареджо – 4 балла, Тбилиси – 3-4 балла [8]. Второе – в Хашми 6 баллов; Патардзеули, Уджарма, Сартичала, Гомбори, Сагареджо, Тетрицклеби – 5 баллов, Норю, Телави, Рустави, Тбилиси – 4 балла; Бочорма, Ахмта, Грдабани, Качрети, Марнеули, Гурджаани, Душети – 3 балла (обследование последствий землетрясения проводил сотрудник ИГ АН ГССР А.М. Ахалбедашвили [9]). Третье – в Хашми 6-7 баллов; Сартичала, Патардзеули, Ниоцминда, Сагареджо, Уджарма – 4-5 баллов; Гомбори, Марткоби, Тбилиси – 4 балла; Рустави, Удабно, Мцхета – 3 балла [10,11].

Четвертое Хашмийское землетрясение – самое сильное как по магнитуде ( $M=5.2$ ), так и по интенсивности сотрясений ( $I_0=7$  баллов). Макросейсмические данные о нем приведены в табл. 4. Название всех перечисленных землетрясений в региональной традиции чаще "Хашмское" или "Хашминское", но в Новом Каталоге [5] и, в соответствии с ним в [7] – "Хашмийское". Учитывая широкую аудиторию по использованию Нового каталога, представляется целесообразным в наст. сб. сохранить принятое в нем название этих уникальных по своей приуроченности к селу Хашми землетрясений, как "Хашмийское".

Таблица 4. Макросейсмические данные о Хашмийском-IV землетрясении 27 ноября в 17<sup>h</sup>34<sup>m</sup> с  $M_W=5.3$

№	Пункт	Δ, км	№	Пункт	Δ, км
	<u>6-7 баллов</u>		18	Телави	33
1	Хашми	3	19	Марнеули	47
	<u>6 баллов</u>			<u>4 балла</u>	
2	Уджарма	3	20	Мцхета	40
3	Патардзеули	5	21	Асурети	48
	<u>5-6 баллов</u>		22	Тетри-цкаро	60
4	Гомбори	10	23	Товуз*	95
5	Сагареджо	12	24	Шамкир*	120
6	Марткопи	13	25	Гянджа*	160
7	Вазнани	17		<u>3-4 балла</u>	
8	Тбилиси	30	26	Душети	53
	<u>5 баллов</u>			<u>3 балла</u>	
9	Саргичала	8	27	Владикавказ**	152
10	Тетрицклеби	18	28	Ереван**	178
11	Актафа*	75	29	Мингечевир*	195
12	Газак*	95	30	Евлах*	213
	<u>4-5 баллов</u>			<u>2-3 балла</u>	
13	Красногорск	20	31	Махачкала**	233
14	Рустави	25	32	Нальчик**	236
15	Авчала	30	33	Пятигорск**	314
16	Ахмета	30	34	Ставрополь**	449
17	Какабети	31			

Примечание. Знаками \* и \*\* помечены нас. пункты Азербайджана и Северного Кавказа, соответственно, добавленные редколлегией из [2,12].

Землетрясение ощущалось в Азербайджане с интенсивностью до 5 баллов [12]. Кроме того, по данным [2] Хашмийское землетрясение ощущалось на территории Северного Кавказа, включая Дагестан, с интенсивностью 2-3 балла. По данным NEIC оно также ощущалось в Армении (Ереван) [3]. Все перечисленные дополнительные данные включены в табл. 4, но при построении карты изосейст не использовались. Учитывая большой радиус осязительности землетрясения, следует принять, по-видимому, за более достоверную глубину очага оценку  $h=24$  км из [3] по волнам  $pP$ , отраженным от дневной поверхности вблизи эпицентра. Карта изосейст в ближней зоне изображена на рис. 3.

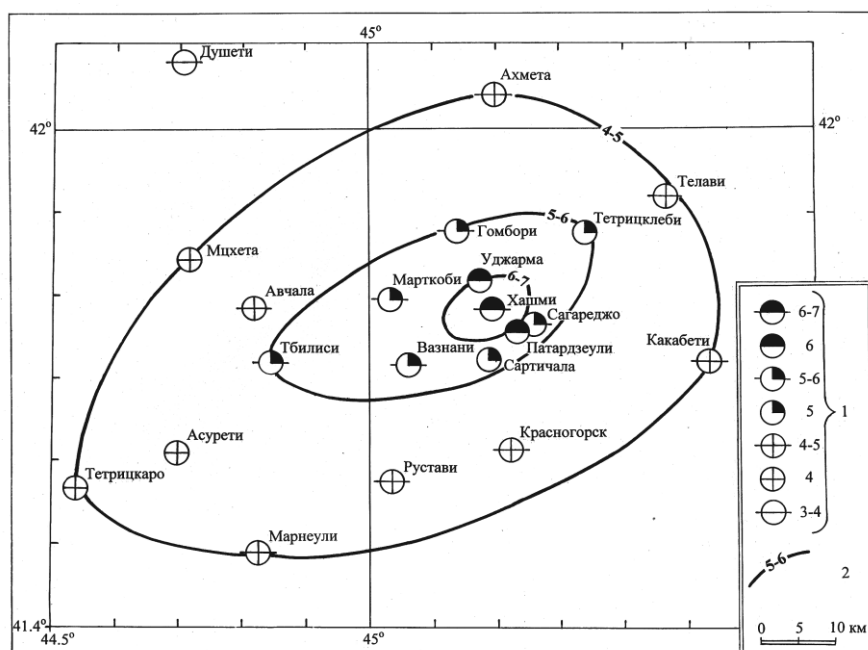


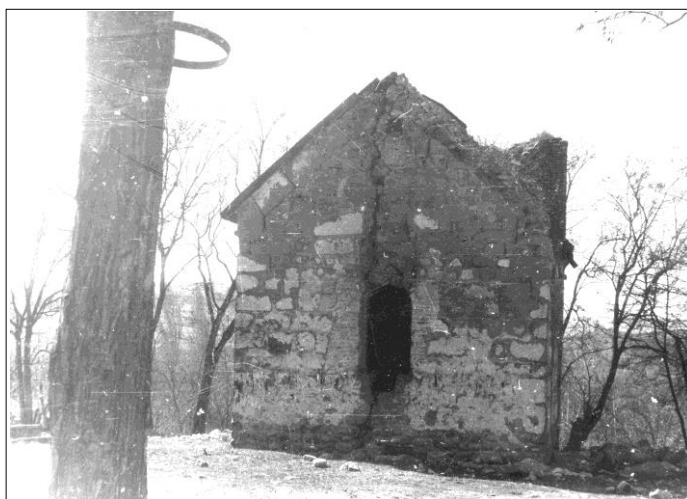
Рис. 3. Карта изосейст Хашмийского-IV землетрясения 27 ноября в 17<sup>h</sup>34<sup>m</sup> ( $M_W=5.3$ )

1 – интенсивность сотрясений в баллах по шкале MSK-64 [13]; 2 – изосейста.

Землетрясение вызвало повреждения различной степени в жилых зданиях села Хашми (рис. 4). Из наиболее пострадавших при землетрясении сооружений следует отметить Натлисмцелский монастырь, который состоит из трех частей: башни, пристройки к ней и собственно здания монастыря (рис. 5,6).



*Рис. 4.* Разрушение верхней части жилого дома



*Рис. 5.* Повреждение пристройки монастыря



*Рис. 6.* Вид монастыря Натлисмцемели после землетрясения

Хашмийское-IV землетрясение сопровождалось афтершоками, в течение года после него их число достигло 31. Часть из них, происшедшая до конца 1997 г., приведена в табл. 5. и на рис. 7.

Таблица 5. Каталог афтершоков Хашмийского-IV землетрясения

Дата, д м	t <sub>0</sub> , ч мин с	Эпицентр		δ, км	h, км	K <sub>p</sub>	Дата, д м	t <sub>0</sub> , ч мин с	Эпицентр		δ, км	h, км	K <sub>p</sub>
		φ°, N	λ°, E						φ°, N	λ°, E			
27.11	17 34 27.1	41.70	45.14	5	10	12.0	28.11	10 07 07.6	41.84	45.13	5	5	8.6
27.11	17 54 01.2	41.79	45.24	5	5	8.0	29.11	05 59 40.2	41.74	45.20	5	10	6.9
27.11	17 54 14.8	41.79	45.24	5	5	8.2	01.12	09 55 08.6	41.61	45.10	5	15	7.1
27.11	18 43 06.8	41.87	45.15	5	8	8.6	01.12	17 54 41.9	41.90	45.18	5	10	6.7
27.11	18 44 13.0	41.73	45.23	5	10	7.6	04.12	16 39 17.0	41.70	45.03	5	12	8.1
27.11	18 55 33.5	41.73	45.19	5	10	6.8	05.12	07 45 47.4	41.95	45.21	5	16	7.7
27.11	20 00 10.7	41.77	45.15	5	5	7.2	05.12	07 46 41.7	41.88	45.23	5	16	8.3
27.11	20 59 16.1	41.79	45.27	5	5	6.9	07.12	21 10 46.6	41.79	45.19	5	4	6.6
27.11	21 25 00.0	41.84	45.26	5	5	6.9	10.12	05 13 09.9	41.76	45.16	5	18	6.9
27.11	23 18 28.0	41.75	45.28	5	10	7.3	11.12	12 24 46.4	41.81	45.20	5	19	7.1
28.11	02 34 55.4	41.90	45.12	5	5	7.8	12.12	15 12 22.8	41.92	45.13	5	6	8.9
28.11	09 50 01.2	41.83	45.30	5	5	7.5							

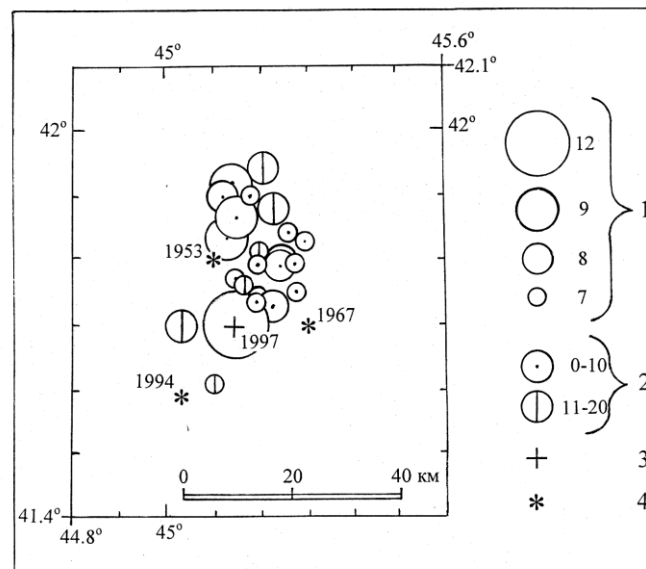
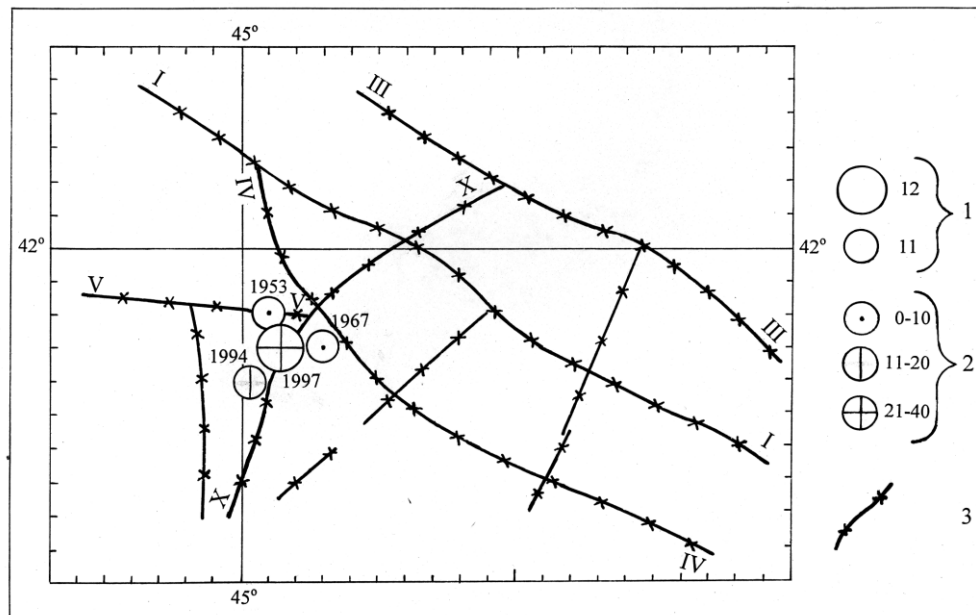


Рис. 7. Афтершоки Хашмийского-IV землетрясения за 1997 г.

1 – энергетический класс K<sub>p</sub>; 2 – глубина h гипоцентра, км; 3 – инструментальный эпицентр Хашмийского-IV землетрясения 1997 г.; 4 – эпицентры Хашмийских землетрясения прошлых лет.

Селение Хашми расположено в зоне развития третичных отложений, представленных песчаниками и глинами среднего и нижнего сармата. В южной части села развиты песчано-глинисто-мергелистая свита среднего миоцена. К северу от с. Хашми проходит так называемый Джагви-Хашминский надвиг [8]. Нарушение пересекает ось антиклинальной складки, сильно сжатой и опрокинутой на юг. Северное крыло надвинуто на южное, надвиг имеет небольшую амплитуду, так как породы среднего и нижнего сармата надвинуты на породы нижнего миоцена и олигоцена. Таким образом, можно сказать, что Джагви-Хашминский надвиг моложе сарматского возраста. По мнению акад. А.И. Джанелидзе эта территория представляет платформенную структуру с блоковым строением кристаллического фундамента сбросового характера. На южном склоне Кахетинского хребта блоки расчленены глубинными разломами.

В тектоническом отношении район очагов Хашмийских землетрясений более сложный, нежели другие складчатые системы. Академик П.Д. Гамкрелидзе на тектонической карте Грузии [14] выделяет здесь две тектонические единицы: Аджаро-Триалетскую складчатую систему в южной части с Сартичальской подзоной погружения и Грузинскую глыбу с двумя подзонами погружения в ее восточной части – Мухрано-Тирифонской и Гаре-Кахетинской (рис. 8).



**Рис. 8.** Глубинные разломы в районе с. Хашми по [15]: I-I – Авадхара-Саботлинский; II-II – Пшавела-Лагодехский; III-III – Хашми-Чатминский; IV-IV – Аспиндза-Удабноыйский; V-V – Ахалсопели-Удабно-Камарлинский.

Очаги Хашмийских землетрясений 22.01.1953 г. и 17.06.1967 г. в [8,9] приписывают Джагва-Хашминскому надвигу. Изучая строение земной коры в районе Хашми и определив мощность земной коры порядка 47 км, Т.К. Твалтвадзе и др. [15] очаг Хашмийского землетрясения 17.06.1967 года приписывает глубинному разлому, проходящему здесь по меридиональному направлению, который к северу соединяется с Орхевским разломом, а к югу – простирается восточнее от Сартичала по направлению Удабно. Г.П. Горшков [16] все очаги Хашмийских землетрясений относит к так называемой Куринской сеймотектонической зоне Закавказской межгорной впадины. В монографии "Строение литосферы и его связь с сейсмичностью" [17] М.С. Иоселиани, В.К. Чичинадзе и др. в районе Хашми по сейсморазведочным работам выделяют 4 глубинных разлома: Супса-Сагареджойский, Аспиндза-Удабноыйский, Хашми-Чатминский и Ахалсопели-Удабно-Камарлинский.

Как видно, этот район в тектоническом отношении сложнее. Однако, по нашему мнению, вероятнее всего, что Хашмийские очаги приурочены к Сартичальской подзоне погружения или Хашми-Чатминскому глубинному разлому.

#### Л и т е р а т у р а

1. Папалашвили В.Г., Кахиани Л.А. (отв. сост.), Бикашвили Л.А., Бедианашвили Э.Н., Джанезашвили М.М., Дзманашвили М.А., Кутателадзе Р.К., Сохадзе Л.Д., Табуцадзе Ц.А., Аманаташвили Я.Т. Грузия. См. раздел III в наст. сб. (на CD).
2. Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 1997 год. 1997-1998. / Отв. ред. О.Е. Старовойт. Обнинск: Изд-во ОМЭ ИФЗ РАН.
3. **Bulletin of the International Seismological Centre (for 1997). 1999-2000.** Berkshire, ISC.
4. Раутиан Т.Г. 1960. Энергия землетрясения // Методы детального изучения сейсмичности. М.: Изд-во АН СССР. С. 75-114. (Тр. ИФЗ АН СССР; №9(176)).
5. Бабаян Т.О., Кулиев Ф.Т., Папалашвили В.Г., Шебалин Н.В., Вандышева Н.В. (отв. сост.). 1977. П б. КАВКАЗ // Новый Каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. М.: Наука. С. 69-170.
6. Цхакая А.Д., Джибладзе Э.А., Папалашвили В.Г., Лебедева Т.М., Табуцадзе Ц.А., Дарахвелидзе Л.К., Кахиани Л.А., Лабадзе Л.В., Султанова З.З., Алимамедова В.П. 1970. Каталог землетрясений Кавказа за 1967 г. // Землетрясения в СССР в 1967 году. М.: Наука. С. 24-27.

7. **Папалашвили В.Г., Кахиани Л.А., Аманаташвили Я.Т. (отв. сост.), Дзманашвили М.А., Гоглидзе Ф.З., Концелидзе Л.В., Кутателадзе Р.К. 2000.** Грузия // Землетрясения Северной Евразии в 1994 году. М.: Изд-во ОИФЗ РАН. С. 193-194.
8. **Сафарян А.Н., Джабуа Ш.А., Бакрадзе Е.И. 1960.** Последствия Хашмского землетрясения // Тр. ин-та строительного дела АН ГрузССР. Т. VIII. Тбилиси: Изд-во Мецниереба. С. 155-162.
9. **Ахалбедашвили А.М. 1970.** Хашмское землетрясение 17 июня 1967 г. // Землетрясения в СССР в 1967 году. М.: Наука. С. 31-33.
10. **Мухадзе Т.И., Папалашвили В.Г. 2000.** Хашмийское-III землетрясение 4 марта 1994 года // Землетрясения Северной Евразии в 1994 году. М.: Изд-во ОИФЗ РАН. С. 138-141.
11. **Мухадзе Т.И. 1994.** Инженерный анализ последствий Хашмского землетрясения 5 марта 1994 г. // Отчет ИСМиС ГССР. Тбилиси: Фонды ИСМиС. С. 21-38.
12. **Гасанов А.Г., Абдуллаева Р.Р. (отв. сост.), Миргуламова С.М., Казиева С.Г., Мамедова М.К., Абдуллаева Э.Г.** Азербайджан. См. раздел III в наст. сб. (на CD).
13. **Медведев С.В. (Москва), Шпонхойер В. (Иена), Карник В. (Прага). 1965.** Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. М.: Изд-во МГК АН СССР. 11 с.
14. **Гамкрелидзе П.Д. 1964.** Тектоника Грузии // Атлас Грузинской Советской Социалистической Республики. Тбилиси-Москва. Изд-во ГУГК ГГК СССР. С. 20-21.
15. **Твалтвадзе Г.К., Папалашвили В.Г., Иоселиани М.С. 1973.** К вопросу строения земной коры в районе Хашми (гаре Кахети) // Тр. ТГУ. Сер. А. №6-7. С. 212-214.
16. **Горшков Г.П. 1984.** Региональная сеймотектоника территории юга СССР. М.: Наука. 270 с.
17. **М.С. Иоселиани, В.К. Чичинадзе и др. 1989.** // Строение литосферы и его связь с сейсмичностью. Тбилиси: Изд-во Мецниереба. С. 83-89.