

АРМЕНИЯ

Г.В. Саргсян, Г.Р. Абгарян, Э.А. Мугнецян

Агентство Национальной службы сейсмической защиты
Республики Армения, г. Ереван, heghinesar@mail.ru

В 2007 г. исполнилось 75 лет со дня пуска первой республиканской сейсмической станции «Ереван» в центральной части Республики Армения. Станция «Ереван» находилась в центре столицы г. Ереван. Введение к 1932 г. в строй действующих сейсмических станций «Ереван», «Грозный», «Сочи», «Пятигорск», оборудованных горизонтальными сейсмографами СН (системы П.М. Никифорова) с прямой оптической регистрацией, специально предназначенными для записи близких землетрясений, положило начало созданию региональной сети сейсмических станций Кавказа.

Далее с развитием сети сейсмических наблюдений на Кавказе строились типовые здания для сейсмических станций. В 1978 г. станцию «Ереван» перевели в новое сооружение с интересным архитектурным решением (рис. 1). Станция была оснащена современной аппаратурой и стала одной из передовых станций ЕССН СССР (табл. 1).



Рис. 1. Здание сейсмической станции «Ереван» НССЗ РА

Таблица 1. Сведения об аппаратуре сейсмической станции «Ереван»

Станция		Координаты			Период работы	Аппаратура						
Название	Код		φ°, N	λ°, E		$h_y, м$	Тип прибора	Компоненты	V_{max}	$\Delta T_{max}, с$		
	межд.	рег.										
Ереван	ERE		40.17	44.47	998	1946–1961	СН	N, E, Z	570	2.0		
						1961–1978	ВЭГИК	N, E, Z	540	0.5–1.0		
						– " –	СКД	N, E, Z	1040	0.2–18		
						1971–1978	СКМ-3	N, E, Z	5200	0.2–1.2		
						– " –	СМТР	N, E, Z	8.6	2.0–5.0		
			40.181			44.492	1016	1978–1999	СКМ-3	N, E, Z	5200	0.2–1.5
								1978–1993	СК	N, E, Z	1000	0.3–10
								1978–1992	С-5-С	N, E, Z	1500	
								1978–1992	СМТР	N, E, Z	7	
								1978	СБМ	N, E, Z	5	
								1999–2009	СКМ-3	Z*	5200	0.2–1.5

На рис. 2 представлено занятие с сотрудниками заведующей сейсмической станции «Ереван» Б.Ц. Еремян на тему «Распознавание близких землетрясений по записям региональных станций и их особенности».



Рис. 2. Заведующая сейсмической станции Б.Ц. Еремян проводит семинар по распознаванию близких землетрясений по записям с/ст «Ереван»

В 2007 г. сеть сейсмологических наблюдений на территории Республики Армения, по сравнению с таковой в [1], не изменилась и состояла из 8 аналоговых и 28 телеметрических станций. Положение всех станций и обеспечиваемая ими энергетическая представительность K_{\min} землетрясений показаны на рис. 3. Уровень представительной регистрации землетрясений рассчитан минимум по трем станциям и равен $K_{3\min}=7.5$ для всей территории Армении, а за ее пределами $K_{3\min}=9.5$. На карте отмечены два центра обработки сейсмологической информации в гг. Ереване и Гюмри, оперативно собирающие данные из наблюдательных пунктов.

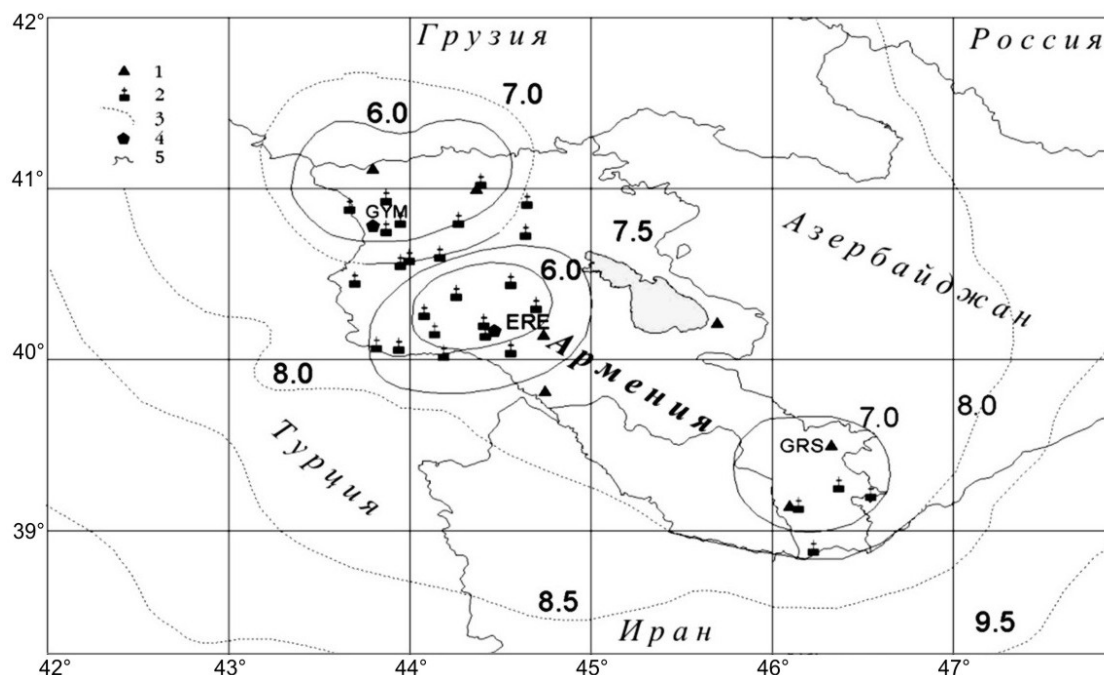


Рис. 3. Карта K_{\min} на территории Армении в 2007 г.

1, 2 – аналоговая и телеметрическая сейсмические станции соответственно; 3 – изолиния K_{\min} ; 4 – центр сбора и обработки данных; 5 – государственная граница.

Методы определения основных параметров землетрясений те же, что и в [1]. Для всех землетрясений использовались данные аналоговой и телеметрической сетей НССЗ РА. Для более сильных событий привлекались сведения Геофизической службы РАН (MOS), региональной сети Грузии (TIF), Национального центра информации о землетрясениях Геологической службы США (NEIC), Европейско-Средиземноморского сейсмологического центра (CSEM), национальной сети Университета Тегерана (ИЕЕС) и Кандилийской обсерватории научно-исследовательского института по изучению землетрясений в Иране (КОЕРИ). При локации землетрясений юга Республики Армения совместно с данными армянской сети использовались данные национальной сети Ирана.

Как видно из карты эпицентров всех обработанных в Армении землетрясений (рис. 4), слабые землетрясения лоцированы в 2007 г. на большой площади – на юге республики и в сопредельных Иране и Турции.

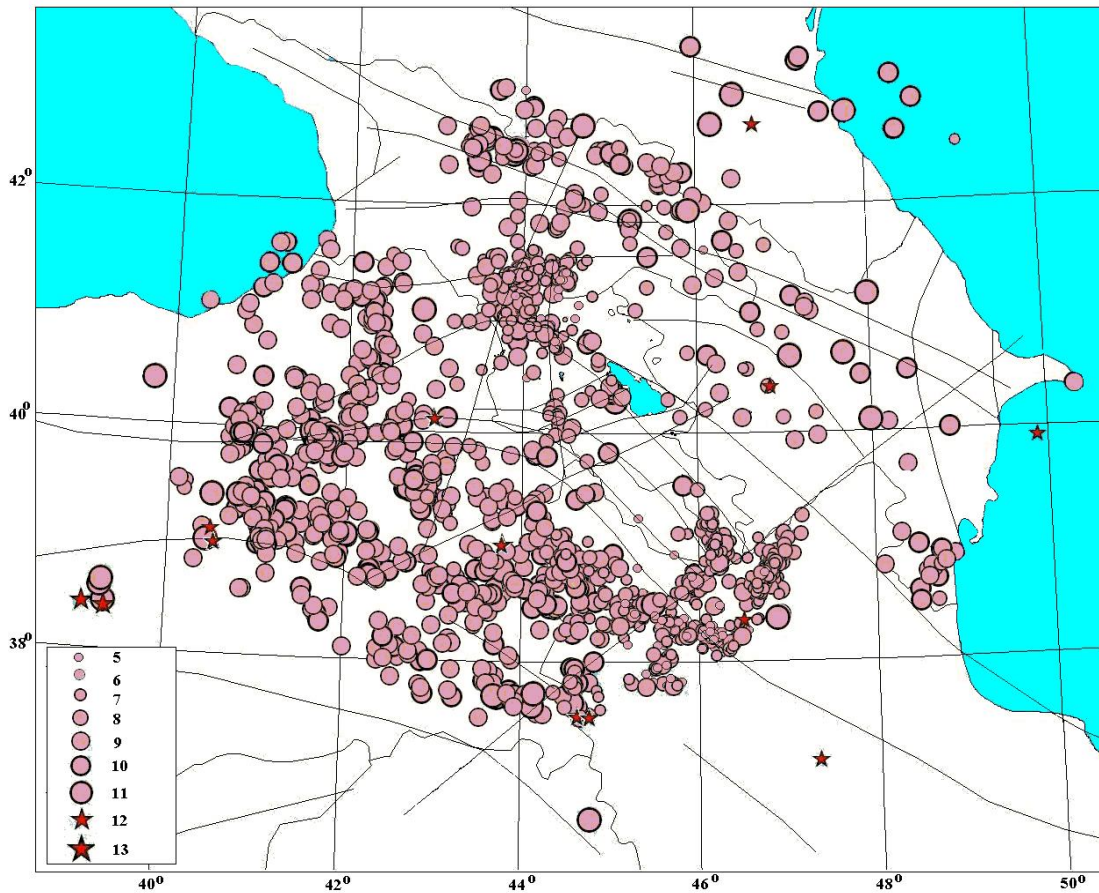


Рис. 4. Карта эпицентров землетрясений Кавказа за 2007 г. по данным оригинала каталога [2]
Разломы даны по тектонической карте А.А. Габриеляна [3].

Обработка землетрясений проводилась машинным способом по программе НУРО-71 [4] для ближней зоны и ручным методом – методом засечек и изохор. Общее число зарегистрированных землетрясений сетью сейсмологических наблюдений НССЗ РА в 2007 г. в пределах координат $\varphi=37.5-43^{\circ}\text{N}$, $\lambda=40-49^{\circ}\text{E}$ равно $N_{\Sigma}=1901$ [2]. Их распределение по классам дано в табл. 2, график повторяемости – на рис. 5.

Таблица 2. Числа землетрясений разных классов и суммарная сейсмическая энергия Кавказа за 2007 г. по данным оригинала каталога землетрясений Армении

Территория	K_p									N_{Σ}	$\Sigma E, \text{Дж}$
	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Кавказ	7	127	478	417	622	176	51	18	5	1901	$5.05 \cdot 10^{13}$

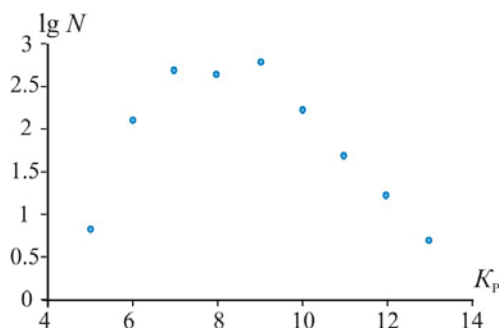


Рис. 5. Графики повторяемости землетрясений Кавказа в 2007 г.

Каталог [5], публикуемый в наст. сб., включает лишь 1613 землетрясений с эпицентрами непосредственно на территории Армении, вблизи ($\Delta < 30$ км) ее границ с Азербайджаном и Грузией, а также все землетрясения в Турции и Иране. Как и ранее [1], *ред.* в каталог добавлены несколько граф с магнитудами ($M_S(OBN)$, $M_{PSP}(OBN)$) из [6], $M_S(ISC)$, $m_b(ISC)$, $M_d(ISK)$, $M_L(ISK)$, $M_L(ТHE)$, $M_L(ТHR)$ из [7] и графа, где даны источники, других решений параметров конкретного землетрясения как в международных сводках [6, 7], так и в каталогах соседних государств СНГ [8, 9]. Распределение оставшихся землетрясений по классам дано в табл. 3 в сопоставлении с аналогичными данными за весь период выпуска сборников «Землетрясения Северной Евразии». Таблица составлена *ред.* по данным опубликованных в сборниках каталогов [10–23].

Рис. 5. Графики повторяемости землетрясений Кавказа в 2007 г.

Таблица 3. Распределение числа землетрясений по энергетическим классам K_{II} и суммарная сейсмическая энергия ΣE Армении за 1993–2007 гг.

Год	K_{II}											N_{Σ}	$\Sigma E,$ 10^{12} Дж
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
1993 [10]					8	61	16	7	5			97	4.218
1994 [11]					13	65	31	6	4			119	4.482
1995 [12]			1	108	78	65	20	11	2			285	2.750
1996 [13]	1	3	70	215	142	71	40	11	5	1		559	9.719
1997 [14]		2	112	242	122	76	34	15	10			613	12.500
1998 [15]		4	65	125	88	84	33	25	6			430	8.632
1999 [16]	2	13	149	225	178	104	35	6	5	2		719	13.870
2000 [17]		7	77	108	66	49	33	8	4	1		353	8.250
2001 [18]	1	9	49	105	77	55	21	9	6	1		333	20.231
2002 [19]			38	94	69	46	31	11				291	2.576
2003 [20]	1	3	42	106	80	63	22	16	2	3	1	339	70.018
2004 [21]	1	3	100	182	87	42	38	13	10		1	477	111.177
2005 [22]		2	53	133	91	60	38	29	7	6		419	96.237
2006 [23]		4	91	317	190	199	158	17	2	1		979	10.933
Сумма	6	50	847	1960	1289	1040	550	184	70	15	2	6013	375.592
Среднее	0.43	3.57	60.50	140.00	92.07	74.29	39.29	13.14	5.00	1.07	0.14	429.50	26.828
2007		7	123	467	341	482	140	36	13	4	0	1613	39.764

Как видим, такого большого числа землетрясений еще не было. Объяснение этому кроется в нерациональном включении в каталог [2] землетрясений Турции и Ирана, которые ничего не добавляют к особенностям проявления сейсмичности в самой Армении. Это можно увидеть из табл. 4, где дано построенное *ред.* распределение 1613 землетрясений по традиционным районам О.Д. Цхакая [24] для Кавказа. Действительно, в каталог Армении включены 582 землетрясения Турции и 741 – Ирана.

Таблица 4. Распределение числа землетрясений по энергетическим классам K_p и суммарная сейсмическая энергия ΣE по районам за 2007 г.

№	Район	K_{II}										N_{Σ}	$\Sigma E,$ 10^{12} Дж
		5	6	7	8	9	10	11	12	13			
6	Джавахетское нагорье	1	13	84	33	5	2	0	0	0		138	0.043
8	Восточная часть Малого Кавказа	5	8	36	20	9	3	2	0	0		83	0.254
9	Армянское нагорье	0	6	23	22	13	3	2	0	0		69	0.299
16	Турция	0	6	13	36	383	108	23	9	4		582	35.197
17	Иран	1	90	311	230	72	24	9	4	0		741	3.971
	Всего	7	123	467	341	482	140	36	13	4		1613	39.764

Действительно, в каталог Армении включены 582 землетрясения Турции и 741 – Ирана. Поэтому не имеет смысла сравнивать сейсмический процесс за разные годы из-за явной деформации каталога турецкими и иранскими землетрясениями.

Рассмотрим конкретную сейсмическую обстановку в 2007 г. непосредственно в государственных границах Армении, где произошло только 207 землетрясений. Их распределение по классам дано в табл. 5, а график повторяемости – на рис. 6.

Таблица 2. Числа землетрясений разных классов и суммарная сейсмическая энергия за 2007 г.

Территория	K_p							N_Σ	$\Sigma E, Дж$
	5	6	7	8	9	10	11		
Армения	6	24	98	49	20	6	4	207	$5.68 \cdot 10^{11}$

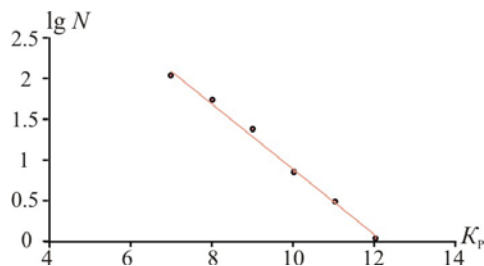


Рис. 6. Графики повторяемости землетрясений Армении в 2007 г.

Осреднение прямыми линиями возможно, начиная с 9-го класса по Кавказу и с 7-го – по Армении. Получены следующие два уравнения:

$$\lg N = -0.425 K_p + 6.3 \text{ (Кавказ),}$$

$$\lg N = -0.409 K_p + 4.96 \text{ (Армения).}$$

Значение наклона графика повторяемости $\gamma = -0.42$ для Кавказа занижено относительно нормального значения ($\gamma = -0.5$). Для территории Армения при представительности землетрясений, начиная с $K_{\min} = 7.0$, наклон графика повторяемости равен $\gamma = -0.41$.

На рис. 7 показана карта эпицентров землетрясений Армении. На ее основе можно дать характеристику сейсмичности этой территории в 2007 году.

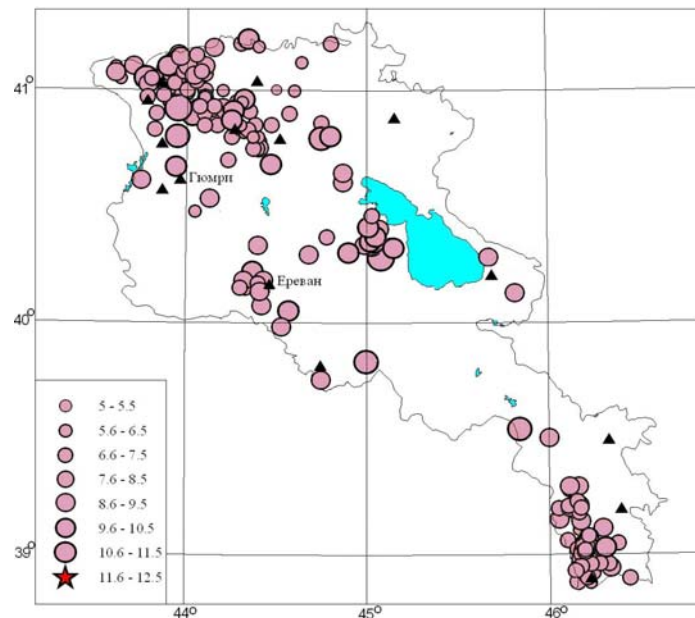


Рис. 7. Карта эпицентров землетрясений Армении за 2007 г. по данным каталога [5]

Как видим, в основном скопление эпицентров землетрясений наблюдается в очаговой зоне Спитакского землетрясения 08.12.1988 г. [25] и продолжается в сторону оз. Севан, т.е. по направлению Севан-Базумского разлома. Заметно повышение плотности эпицентров вблизи Еревана и западном побережье оз. Севан. 12 января произошло землетрясение в центральной части Республики Армения в районе г. Гавар с магнитудой 4.0, вызвавшее в эпицентре сотрясения с интенсивностью 5–6 баллов по шкале МСК-64. Оно описано в отдельной статье наст. сб.

[26]. С 9 июля активизировалась северо-западная зона Республики Армения Баврийскими землетрясениями. Однако наблюдавшиеся ранее сейсмические события на территории северо-восточной части Армении практически исчезли из-за отсутствия сейсмической станции «Иджеван», поэтому нет возможности следить за слабым сейсмическим фоном данной зоны.

Обращает на себя внимание облако высокой плотности землетрясений на юге Армении. Начиная с 2006 г., в эксплуатацию вошли Каджаранские карьеры, где производятся взрывы. В результате юг Республики Армения наполнился эпицентрами слабых землетрясений. Возможны два объяснения этой активности: первая – возникновение наведенной сейсмичности в результате взрывных работ, что, видимо, послужило активизации данного района [27]; вторая – не исключено, что многие взрывы оказались не выявленными и вошли в список тектонических землетрясений. В любом случае обработка этих событий облегчена благодаря информации первичных данных из Ирана.

На территории Турции, сопредельной с территорией Республики Армения, сильных ($K_p > 13$) землетрясений не было, но сейсмический фон там завышен (рис. 4). Следует отметить четыре землетрясения с $K_p = 12.6$ – 12.8 , зарегистрированные в первом полугодии: 21 января в 07^h38^m с $K_p = 12.6$, 9 февраля в 02^h22^m с $K_p = 12.6$, 21 февраля в 11^h05^m с $K_p = 12.6$, 3 июня в 07^h38^m с $K_p = 12.8$ [5]. Первое из них – наиболее близкое к границам Армении – в районе горы Хама, примерно 40 км к юго-западу от г. Игдыр. Оно ощущалось в Армении с интенсивностью от $I = 3$ до $I = 4$ баллов. В Ереване ($\Delta = 148$ км), где имеется большое количество аварийных домов, жители были в панике, в Гюмри ($\Delta = 155$ км) довольно долго ощущали длиннопериодные колебания.

Л и т е р а т у р а

1. Саргсян Г.В., Мхитарян К.А., Саргсян Л.С., Абгарян Г.Р. Армения // Землетрясения Северной Евразии, 2006 год. – Обнинск: ГС РАН, 2012. – С. 72–77.
2. Саргсян Г.В. (отв. сост.), Абгарян Г.Р., Саргсян Л.С. Каталог (оригинал) землетрясений Армении за 2007 год. – Обнинск: Фонды ГС РАН, 11.11.2011. – 39 с.
3. Габриелян А.А., Саргсян О.А., Симонян Г.П. Сейсмоструктура Армянской ССР (с приложениями: Сейсмоструктурная карта Кавказа. Составитель: А.А. Габриелян). – Ереван: Ереванский гос. университет, 1981. – 283 с.
4. Lee W.H.K., Lahr J.C. HYPO-71 (Revised): A computer program for determining hypocenter, magnitude and first motion of local earthquakes // USGS Survey open-file Report. – 1975, June. – P. 75–311.
5. Саргсян Г.В. (отв. сост.), Абгарян Г.Р., Саргсян Л.С. Каталог землетрясений Армении за 2007 год ($N=754$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
6. 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/
7. Bulletin of the International Seismological Centre for 2007. – Thatcham, United Kingdom: ISC, 2009.
8. 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 (оригинал) землетрясений Азербайджана за 2007 г. ($N=636$). – Обнинск: Фонды ГС РАН, 06.07.2010. – 15 с.
9. Габсатарова И.П., Е.А. Селиванова, Л.В. Головкова, С.Р. Амиров, Л.В. Девяткина (отв. сост.), Александрова Л.И., Иванова Л.Е., Малянова Л.С., Асманов О.А., Мусалаева З.А., Сагателова Е.Ю., Гамидова А.М., Абдуллаева А.Р., Котляренко Н.Л., Никольская Т.Н., Яфимова Я.П., Киселева О.А., Цирихова Г.В., Калоева И.Ю. Каталог (оригинал) землетрясений Северного Кавказа за 2007 г. ($N=855$). – Обнинск: Фонды ГС РАН, 2012. – 12 с.
10. Саргсян Г.В. (отв. сост.), Арутюнян М.П., Хачатрян С.О., Товмасын А.К. Армения // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. – М.: ГС РАН, 1999. – С. 152–154.
11. Саргсян Г.В. (отв. сост.), Арутюнян М.П., Хачатрян С.А., Товмасын А.К. Армения // Землетрясения Северной Евразии в 1994 году. – М.: ГС РАН, 2000. – С. 190–192.
12. Саргсян Г.В. (отв. сост.), Арутюнян М.П., Хачатрян С.А., Хачатрян К.К., Товмасын А.К. Армения // Землетрясения Северной Евразии в 1995 году. – М.: ГС РАН, 2001. – С. 211–214.
13. Саргсян Г.В. (отв. сост.), Варосян Г.Р., Гаспарян В.Р., Мартиросян А.А., Суварян Л.Г. Армения // Землетрясения Северной Евразии в 1996 году. – М.: ГС РАН, 2002. – С. 231–239.

14. **Саргсян Г.В. (отв. сост.), Варосян Г.Р., Гаспарян В.Р.** Армения // Землетрясения Северной Евразии в 1997 году. – Обнинск: ГС РАН, 2003. – (На CD).
15. **Саргсян Г.В. (отв. сост.), Гаспарян В.Р., Мкртчян А.Т.** Армения // Землетрясения Северной Евразии в 1998 году. – Обнинск: ГС РАН, 2004. – (На CD).
16. **Саргсян Г.В. (отв. сост.), Мкртчян А.Т., Паносян Э.А., Петросян М.Д.** Армения // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – (На CD).
17. **Саргсян Г.В. (отв. сост.), Мкртчян А.Т., Паносян Э.А., Петросян М.Д.** Армения // Землетрясения Северной Евразии в 2000 году. – Обнинск: ГС РАН, 2006. – (На CD).
18. **Саргсян Г.В. (отв. сост.), Паносян Э.А., Мазманиян Л.В., Мхитарян К.А., Саргсян Л.С.** Армения // Землетрясения Северной Евразии в 2001 году. – Обнинск: ГС РАН, 2007. – (На CD).
19. **Саргсян Г.В. (отв. сост.), Саргсян Л.С., Мазманиян Л.В., Мхитарян К.А.** Армения // Землетрясения Северной Евразии, 2002. – Обнинск: ГС РАН, 2008. – (На CD).
20. **Саргсян Г.В. (отв. сост.), Абгарян Г.Р., Мхитарян К.А.** Армения // Землетрясения Северной Евразии, в 2003 год. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – (На CD).
21. **Саргсян Г.В. (отв. сост.), Саргсян Л.С., Абгарян Г.Р.** Каталог землетрясений Армении за 2004 год // Землетрясения Северной Евразии, 2004 год. – Обнинск: ГС РАН, 2010. – (На CD).
22. **Саргсян Г.В. (отв. сост.), Саргсян Л.С., Абгарян Г.Р.** Каталог землетрясений Армении за 2005 год ($N=419$) // Землетрясения Северной Евразии, 2005 год. – Обнинск: ГС РАН, 2011. – (На CD).
23. **Саргсян Г.В. (отв. сост.), Саргсян Л.С., Абгарян Г.Р.** Каталог землетрясений Армении за 2006 год ($N=979$) // Землетрясения Северной Евразии, 2006 год. – Обнинск: ГС РАН, 2012. – (На CD).
24. **Цхакая А.Д., Джибладзе Э.А., Папалашвили В.Г., Султанова З.З., Лебедева Т.М., Табуцадзе Ц.А., Дарахвелидзе Л.К., Кахиани Л.А., Лабадзе Л.В., Алимамедова В.П.** Землетрясения Кавказа // Землетрясения в СССР в 1969 году. – М.: Наука, 1973. – С. 19–28.
25. **Гедакян Э.Г., Голинский Г.Л., Папалашвили В.Г., Хромецкая Е.А., Шебалин Н.В.** Спитакское землетрясение 7 декабря 1988 г., карты изосейст // Землетрясения в СССР в 1988 году. – М.: Наука, 1991. – С. 74–86.
26. **Саргсян Г.В., Абгарян Г.Р.** Гаварское землетрясение 12 января 2007 г. с $K_p=10.6$, $M_s=3.7$, $I_0=5-6$ (Армения). (См. раздел I (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
27. **Саргсян Г.В., Саакян А.А., Абгарян Г.Р.** // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Пятой Международной сейсмологической школы. – Обнинск: ГС РАН, 2010. – С. 192–197.