

**СПИТАКСКОЕ-IV ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 4 февраля 2002 года с  $M=4.0$ ,  $I_0=6$  (Армения)**

**Г.В. Саргсян, К.А. Мхитарян, Л.С. Саргсян, А.Г. Суварян**

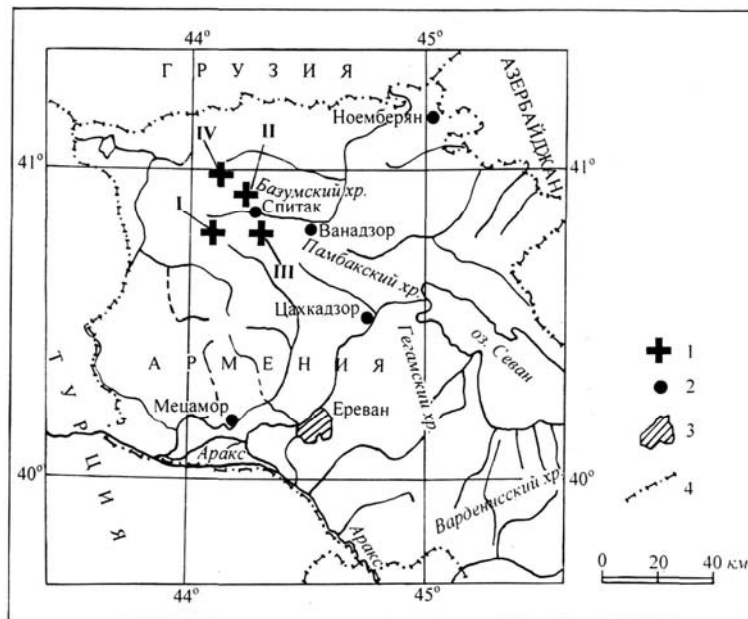
Агентство Национальной службы сейсмической защиты  
Республики Армения, г. Ереван, [heghinesar@mail.ru](mailto:heghinesar@mail.ru)

Это уже четвертое ощутимое землетрясение с названием «Спитакское» (табл. 1). Предыдущие три произошли 30.01.1967 г. [1, 2], 07.12.1988 г. [3, 4] и 02.10.1998 г. [5].

**Таблица 1.** Параметры четырех Спитакских землетрясений на территории Армении

№	Дата	$t_0$ , 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
Спитакское-I, 1967 г.											
1	30.01.	01 20 25		40.8	0.05	44.1	0.05	0–10		$MLH=5$ , $K_p=13$	[6]
Спитакское-II, 1988 г.											
2	07.12.	07 41 23.7	0.8	40.92	0.03	44.23	0.03	7		$MLH=6.8/17$ , $MPVA=6.5/38$ $K_p=16.5/19$	[7]
Спитакское-III, 1998 г.											
3	02.10.	22 21 45	0.4	40.8	0.03	44.3	0.03	8	5	$MLH=3.9$ , $MPVA=5.0$ , $K_p=11.0$	[8]
Спитакское-IV, 2002 г.											
4	04.02.	01 53 28.5		40.98		44.13		5		$MPVA=5.7$ , $Md=3.9$ , $K_p=11.0$	[9]

Все четыре инструментальных эпицентра основных толчков изображены на рис. 1. Безусловно, самое значимое из них – катастрофическое 10-балльное землетрясение 1988 г., унесшее жизни более 25000 людей. Его эпицентр наиболее близок к эпицентру описываемого события 2002 г. Эпицентры двух других толчков расположены южнее и на одинаковой широте ( $\varphi=40.8^\circ$ ).



**Рис. 1.** Инструментальные эпицентры Спитакских землетрясений 30.01.1967 г. (I), 07.12.1988 г. (II), 02.10.1998 г. (III) и 18.01.2002 г. (IV)

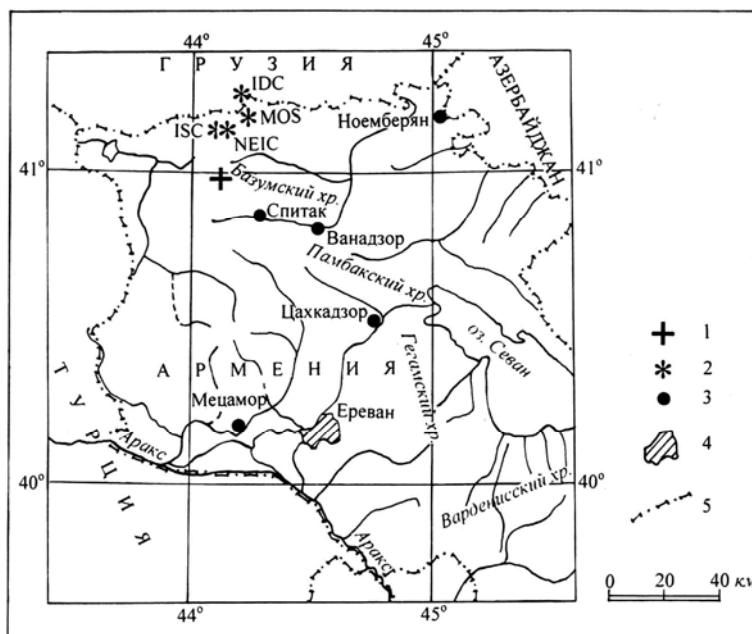
Землетрясение 4 февраля 2002 г. произошло на севере Республики Армения и вызвало сотрясения в эпицентре до 6 баллов. Параметры землетрясения приведены в табл. 2 по данным сейсмологических наблюдений Национальной службы сейсмической защиты Республики Армения (НССЗ РА) и других агентств.

**Таблица 2.** Параметры Спитакского-IV землетрясения 4 февраля 2002 г. по данным сети сейсмических станций Армении [10] и основных международных 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		
НССЗ РА	01 53 28.5	0.29	40.98		44.13		5	$MPVA=5.7, Md=3.9,$ $K_p=11.0$	[9]
MOS	01 53 30.1		41.18		44.23		7	$MPSP=4.1$	[11]
ISC	01 53 30.3	0.34	41.11	0.04	44.10	0.05	7 f	$M_S=3.8/1, m_b=4.0/14$	[12]
NEIC	01 53 30.4		41.15		44.14		10 f	$m_b=3.9/3$	[12]
IDC	01 53 30.4	0.79	41.26		44.22		0 f	$M_L=4.1/1, m_b=4.0/14$	[12]

Примечание. Буквой «f» отмечена фиксированная глубина гипоцентра.

Разброс всех решений изображен на рис. 2, откуда видно, что республиканский эпицентр смещен от всех других к югу. Все иные решения расположены севернее эпицентра по данным Армении.



**Рис. 2.** Решения эпицентра Спитакского-IV землетрясения по данным НССЗ РА и других агентств

1 – инструментальный эпицентр по данным Армении; 2 – то же – по данным других сейсмологических служб; 3 – населенный пункт; 4 – Ереван; 5 – государственная граница.

Это землетрясение было удачно записано акселерографами типа SMACH на пяти станциях (рис. 3).

Максимальные ускорения зарегистрированы на станциях «Карадзор» и «Степанаван» (табл. 3). Как и при разрушительном Спитакском землетрясении 07.12.1988 г., г. Кировакан (Ванадзор), находясь близко к эпицентру, получил малые разрушения, так и при данном землетрясении в этом городе, в 25 км от эпицентра, интенсивность сотрясений составила 4 балла.

Для исследования последствий землетрясения была сформирована экспедиция в составе сотрудников Северного департамента НССЗ. Обследование проводилось по маршрутам Гюмри–

Ашотцк–Бавра, Гюмри–Спитак–Ванадзор, а также были разосланы анкеты в наблюдательные пункты Северного департамента для описания ощущений от данного события. В большинстве пунктов землетрясение ощущали с гулом. Интенсивность сотрясений в эпицентре, определенная по данным инструментальной сети сильного движения, с одной стороны, и по опросным листам – с другой, сходится и составляет 6 баллов по шкале MSK-64 [12]. В табл. 4. приведены макросейсмические данные об ощущении землетрясения в населенных пунктах.

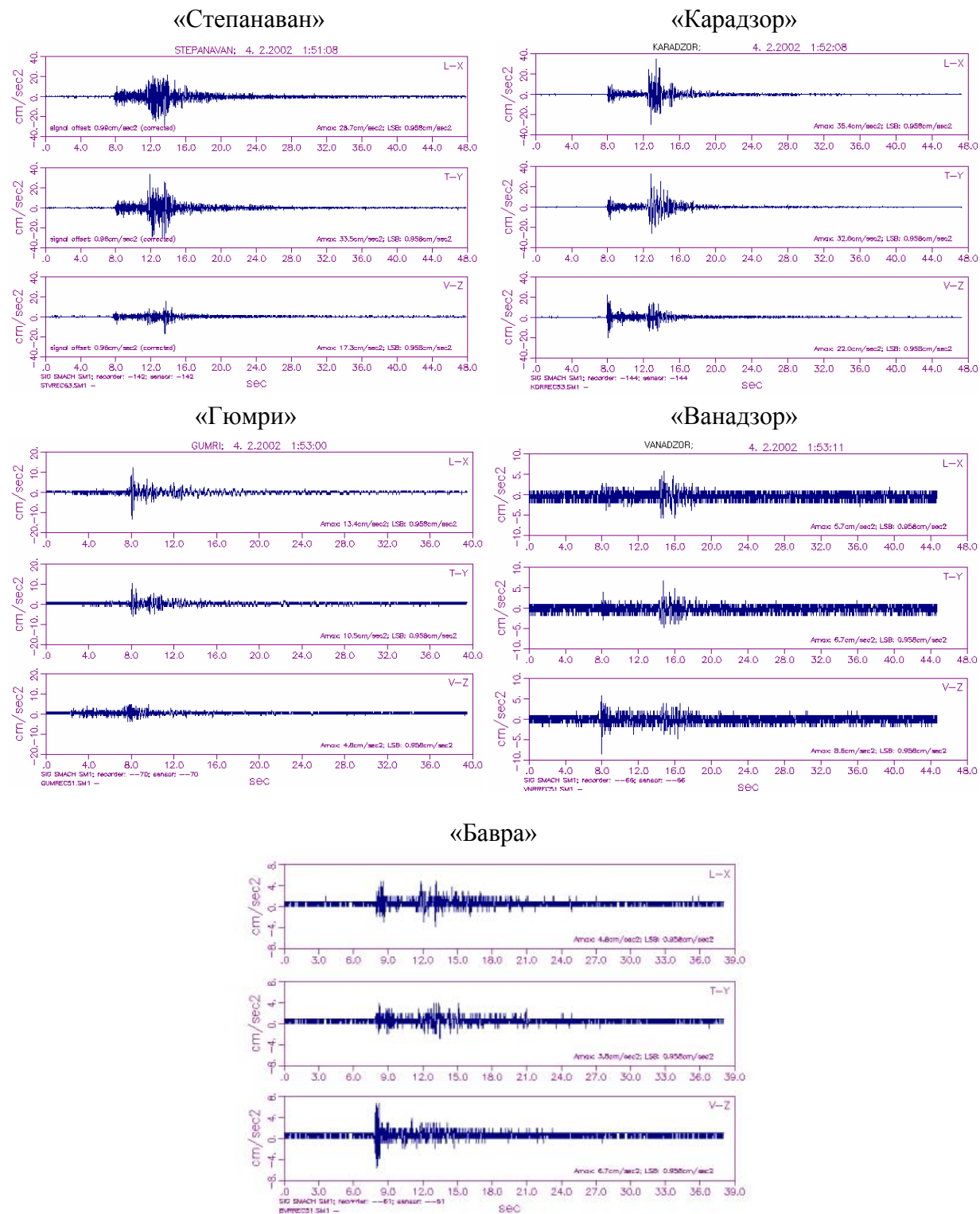


Рис. 3. Акселерограммы землетрясения 4 февраля в 01<sup>h</sup>53<sup>m</sup> по аппаратуре SMACH на станциях «Степанаван», «Ванадзор», «Гюмри», «Карадзор», «Бавра» по трем компонентам

**Таблица 3.** Инструментальные данные аппаратуры SMACH о сильных движениях грунтов при Спитакском-IV землетрясении 4 февраля 2002 г.

Станция	$\Delta$ , км	$A_N$ , см/с <sup>2</sup>	$A_E$ , см/с <sup>2</sup>	$A_Z$ , см/с <sup>2</sup>
Степанаван	13	28.7	33.5	17.3
Карадзор		35.4	32.6	22.0
Гюмри	39	13.4	10.5	4.8
Ванадзор	25	5.7	6.7	8.6
Бавра	42	4.8	3.8	6.7

**Таблица 4.** Макросейсмические данные о Спитакском-IV землетрясении 4 февраля 2002 г. с  $K_p=11.0$ 

№	Пункт	$\Delta$ , км	№	Пункт	$\Delta$ , км
	<u>6 баллов</u>		17	Ванадзор	25
1	Спитак	13	18	Мецаван	28
2	Степанаван	13	19	Алаверди	38
3	Гюлакарак	18	20	Бавра	42
4	Ширакамут	14	21	Сарагюх	42
5	Луйсахпюр	21	22	Азатан	44
6	Дзорашен	16	23	Меграшат	49
7	Саратовка	15		<u>3 балла</u>	
	<u>5 баллов</u>		24	Артик	44
8	Джаджур	28	25	Кучак	50
9	Торосгюх	32	26	Исаакян	58
10	Цохамарг	34	27	Дилижан	57
11	Гогаовит	36	28	Раздан	65
12	Вардахпюр	30	29	Ноемберян	67
13	Гюмри	39	30	Иджеван	76
14	Ашотцк	34	31	Ереван	88
	<u>4 балла</u>		32	Дманиси	43
15	Амасия	40	33	Ниноцминда	66
16	Джрадзор	41	34	Ахалкалаки	82
			35	Севан	73

Землетрясение охватило довольно обширную территорию, всю северную часть Республики Армения (рис. 4). Карта изосейст построена на основе макросейсмических и инструментальных данных. Плейстосейстовая зона землетрясения имеет эллипсоидную форму, большая полуось направлена в сторону г. Гюмри (Ленинакан), 6-балльная зона охватила большую площадь. В городах Степанаван, Карадзор, Спитак, Гюмри землетрясение проявилось наподобие взрыва: вначале почувствовали сильный вертикальный взброс, а после – горизонтальные колебания, как при разрушительном Спитакском землетрясении 07.12.1988 г.

Характеристика размеров макросейсмического поля представлена в табл. 5.

**Таблица 5.** Геометрические параметры изосейст Спитакского-IV землетрясения 2002 г.

$I_i$ , балл	$r_{\text{imax}}$ , км	$r_{\text{imin}}$ , км
6	20	11
5	42	20
4	65	32
3	100	67

Представляет интерес сопоставить систему изосейст описываемого землетрясения с такими для других ощутимых землетрясений Спитакской очаговой зоны (рис. 5), включая самое главное – 10-балльное [3, 4]. Как видим, шестибалльная изосейста землетрясения 2002 г. вписывается почти полностью в 10-балльную изосейсту и по площади примерно в два раза меньше,

что естественно. Но их ориентация совершенно различная: направление плейстосейстовой зоны землетрясения 2002 г. на  $45^\circ$  отклонено от плейстосейстовой зоны Спитакского разрушительного землетрясения на юго-запад, в сторону г. Гюмри. Все остальные системы изосейст на рис. 5, несмотря на достаточную близость их эпицентров, также ориентированы по-разному. Наиболее близко к исследуемой системе изосейст 2002 г. ориентированы изосейсты Параванийского землетрясения 13.05.1986 г. Все это говорит о сложной, разнонаправленной системе разрывов в Спитакской очаговой зоне в целом. Землетрясения данной зоны взаимосвязаны, но одновременно отличаются по своему характеру.

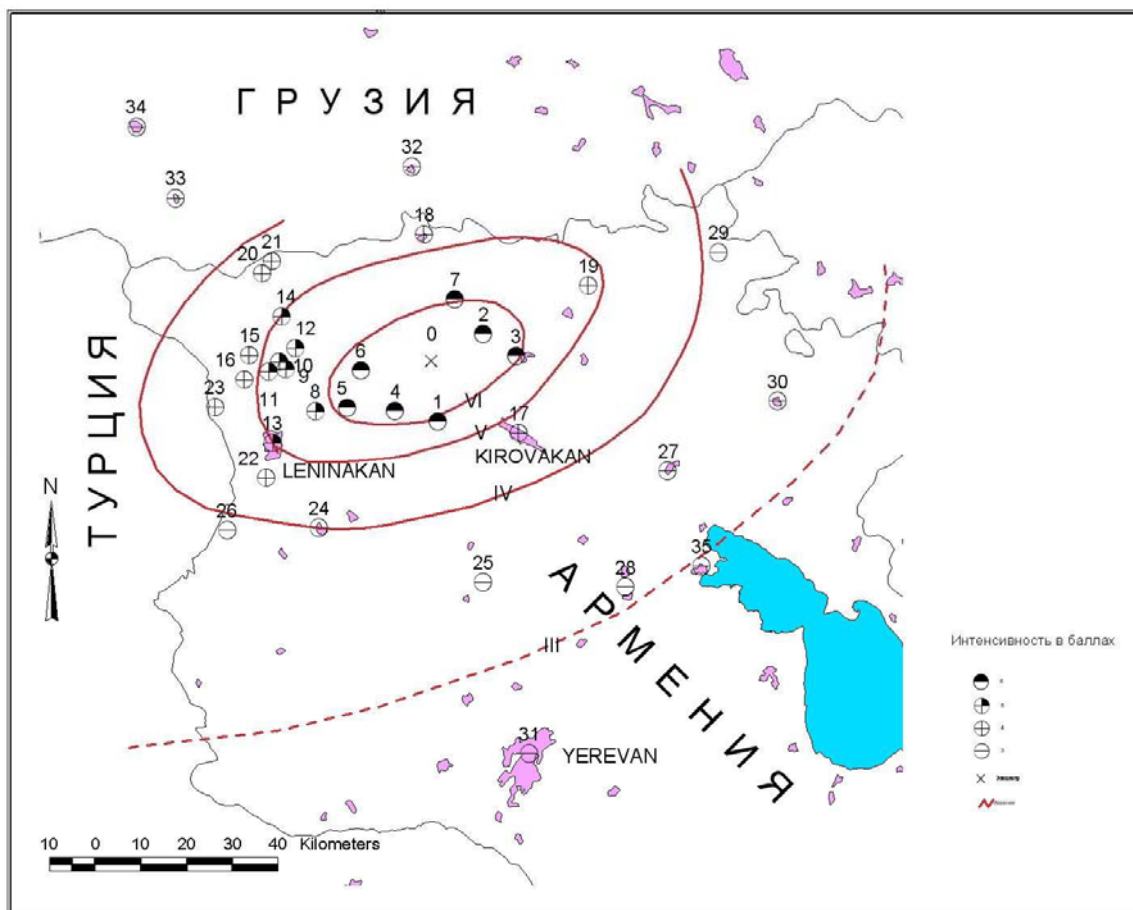


Рис. 4. Карта изосейст Спитакского-IV землетрясения 4 февраля 2002 г. с  $K_p=11.0$

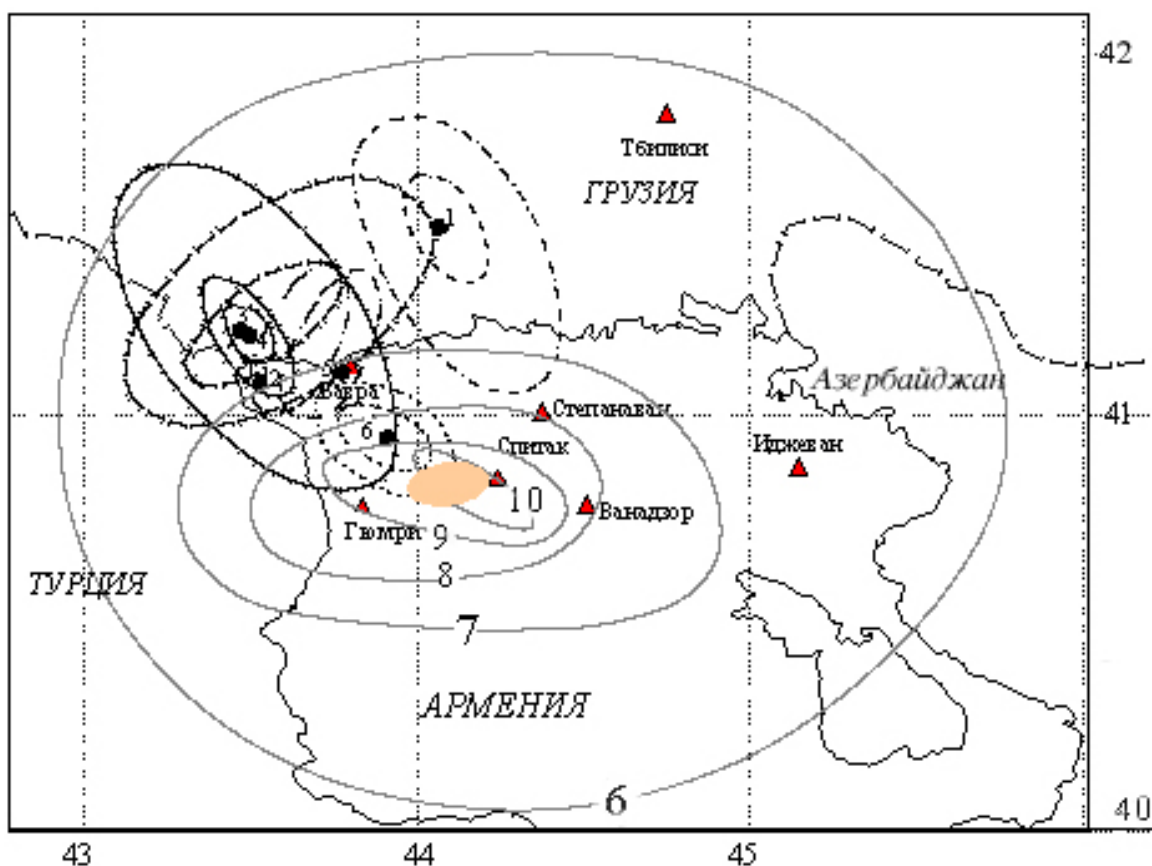
1 – балльность; 2 – эпицентр по инструментальным данным; 3 – изосейста; 4 – государственная граница.

Землетрясение 4 февраля сопровождалось форшоками и афтершоками (табл. 6).

Таблица 6. Основные параметры форшоков и афтершоков Спитакского-IV землетрясения

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	MPVA	$K_p$
			$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$			
Форшоки							
1	01.01	06 00 58.4	41.00	44.00	3		7.0
2	04.01	01 30 28.5	41.00	44.12			8.0
3	19.01	10 59 12.5	41.00	44.00			6.0
4	19.01	12 28 52	41.00	44.00			6.2
5	19.01	14 18 18	41.00	44.00			6.3
6	24.01	02 26 27	41.03	44.20			7.8
7	25.01	14 12 15	41.00	44.20			6.2
8	25.01	14 20 40	41.00	44.20			6.2
Основной толчок							
	<b>04.02</b>	<b>01 53 28.5</b>	<b>40.98</b>	<b>44.13</b>	<b>5</b>	<b>3.9</b>	<b>11.0</b>

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	MPVA	$K_p$
			$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$			
Афтершоки							
1	04.02	01 56 38	41.00		6	4.0	8.5
2	04.02	02 31 54.5	40.92	44.10	10	2.9	6.8
3	04.02	02 58 25.2	40.98	44.13	10	3.3	7.0
4	04.02	03 10 00.2	41.07	44.13	12	3.4	8.0
5	04.02	03 34 25.3	41.13	44.07		2.9	6.5
6	04.02	04 58 02	41.13	44.07	8	3.2	6.7
7	04.02	07 35 19.7	41.13	44.10		2.4	6.5
8	04.02	21 17 14.6	40.90	44.30			5.6
9	06.02	11 28 29	41.20	43.90			6.5
10	06.02	20 20 13.2	41.20	43.90			6.0
11	06.02	22 04 08.5	41.20	44.00	15	3.2	7.3
12	07.02	08 20 18	41.10	44.20			6.3
13	08.02	12 58 31	41.00	44.00	15		6.5
14	09.02	05 39 25	41.05	44.03			3.0 7.0
15	09.02	16 39 00.4	41.13	43.96	15		3.4 8.1
16	10.02	06 31 01	41.00	44.00			7.0
17	11.02	16 46 05.7	41.30	44.00			3.0 6.0
18	16.02	11 03 42	41.17	44.00	18		8.3
19	16.02	12 25 32.5	41.28	44.08	24		8.2
20	18.02	10 07 52	41.20	44.00			7.0
21	19.02	22 49 16.4	41.30	44.00			6.0
22	20.02	18 28 15.2	41.30	43.90	5	4.3	8.5
23	01.03	09 56 06.1	41.30	44.00			6.0



**Рис. 5** Карта изосейст Спитакского землетрясения 07.12.1988 г. ( $I_0=10$  баллов [1]) с дополнением изосейст ближних зон сильных землетрясений, произошедших до и после него: 1 – Дманисского 02.01.1978 г. ( $I_0=7-8$  баллов [13]), 2 – Гукасянского 17.01.1982 г. ( $I_0=6$  баллов [14]), 3 – Параванского 13.05.1986 г. ( $I_0=8$  баллов [15]), 4 – Сагамонского 16.12.1990 г. ( $I_0=7$  баллов [16]), 5 – Баврийского 18.05.1994 г. ( $I_0=7$  баллов [17]), 6 – Дзорашенского землетрясения 9 июня 1996 г. в  $05^h19^m$  ( $I_0=7$  баллов [18]) и описанного выше Спитакского-IV землетрясения, представленного на рисунке шестибалльной изосейстой, залитой фоном.

Карты их эпицентров изображены на рис. 6, 7, из которых видно, что их области ориентированы различно. Область форшоков имеет близширотное простирание и достаточно близка к основному толчку. Область афтершоков вытянута в близмеридиональном направлении к северу, а главный толчок расположен на ее южном окончании. При этом никакого согласования с простиранием системы изосейст не наблюдается.

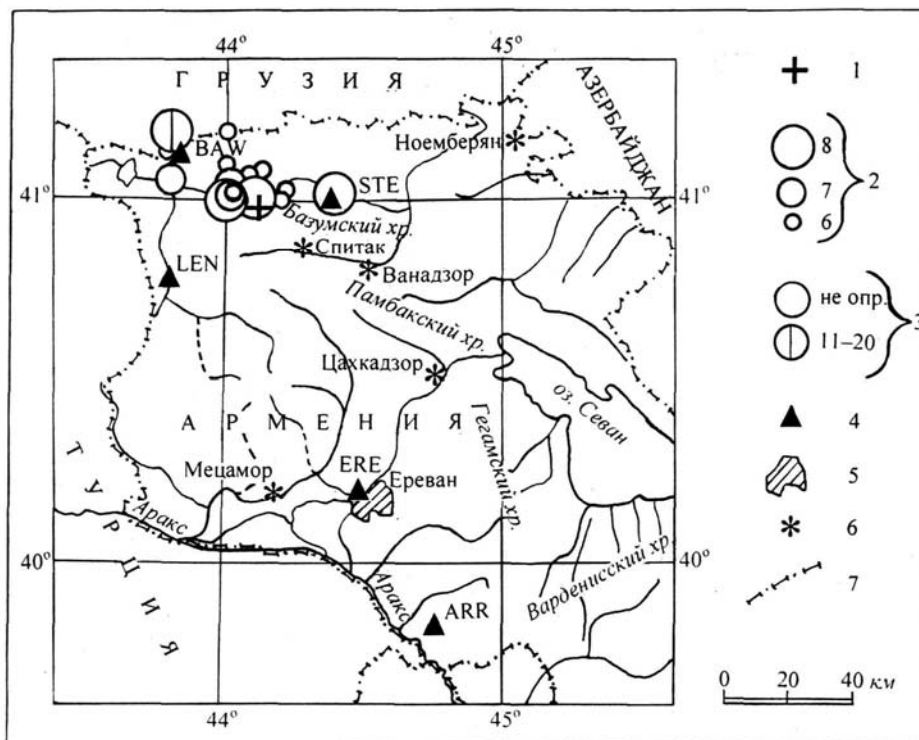


Рис. 6. Карта эпицентров форшоков Спитакского-IV землетрясения 4 февраля с  $K_p=11.0$

1 – инструментальный эпицентр; 2 – энергетический класс  $K_p$ ; 3 – глубина гипоцентра  $h$ , км; 4 – сейсмическая станция; 5 – г. Ереван; 6 – населенный пункт; 7 – государственная граница.

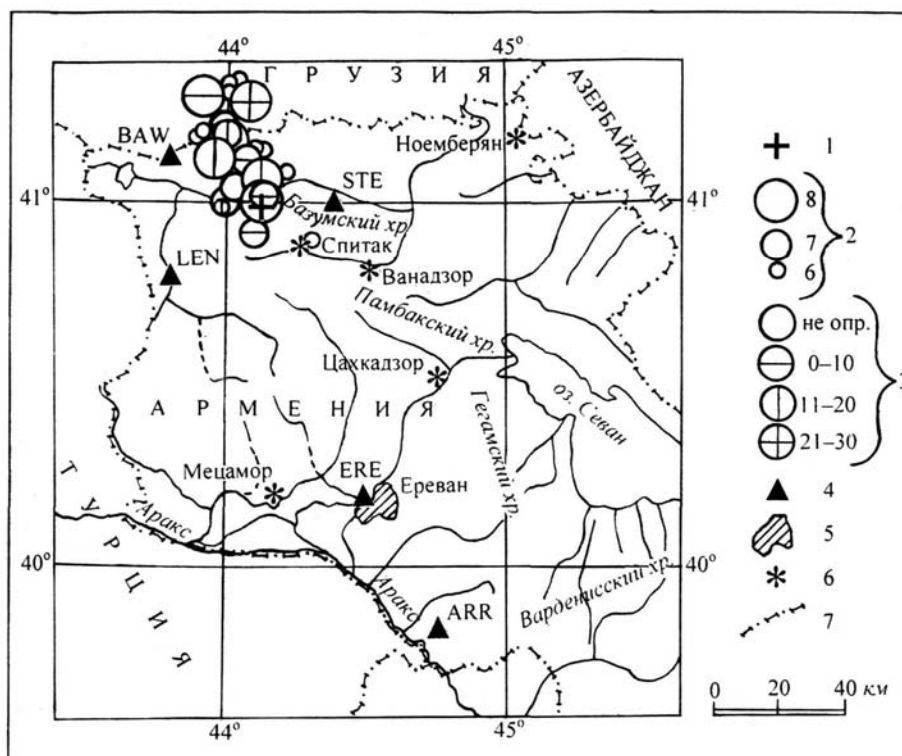


Рис. 7. Карта эпицентров афтершоков Спитакского-IV землетрясения 4 февраля с  $K_p=11.0$

Условные обозначения те же, что на рис. 6.

Авторы весьма благодарны заведующему наблюдательной сети Республики Армения В.Г. Арзумяну за предоставленный материал о сильных движениях по аппаратуре SMACH.

## Л и т е р а т у р а

1. Баграмян А.Х., Папалашвили В.Г., Пирузян С.А., Шагинян С.Г. Спитакское землетрясение 30 января 1967 г. // Землетрясения в СССР в 1967 году. М.: Наука, 1970. – С. 29–31.
2. 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., Алимamedова В.П. Землетрясения Кавказа // Землетрясения в СССР в 1967 году. М.: Наука, 1970. – С. 23–29.
3. Кондорская Н.В., Вандышева Н.В., Захарова А.И., Саргсян Г.В., Чепкунас Л.С. Спитакское землетрясение 7 декабря 1988 г. Инструментальные данные // Землетрясения в СССР в 1988 году. М.: Наука, 1991. – С. 60–73.
4. Геодакян 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.
5. Саргсян Г.В., Гаспарян В.Р., Мкртчян А.Т. Спитакское-III землетрясение 2 октября 1998 года с  $M=3.9$ ,  $I_0=5-6$  (Армения) // Землетрясения Северной Евразии в 1998 году. – Обнинск: ГС РАН, 2004. – С. 249–252.
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., Алимamedова В.П. Землетрясения Кавказа // Землетрясения в СССР в 1967 году. – М.: Наука, 1970. – С. 23–29.
7. Папалашвили В.Г. (по региону), Агаларова Э.Б. (АзССР), Кахиани Л.А. (ГССР), Саргсян Г.В. (АрмССР), Габсатарова И.П. (ОМЭ ИФЗ АН СССР), Мусалаева З.А. (ОМП ГИ Дагфил. АН СССР) (отв. сост.). Каталог землетрясений Кавказа за 1988 г. // Землетрясения в СССР в 1988 году. – М.: Наука, 1991. – С. 236–247.
8. Саргсян Г.В. (отв. сост.), Гаспарян В.Р., Мкртчян А.Т. Армения // Землетрясения Северной Евразии в 1998 году. – Обнинск: ГС РАН, 2004. (На CD).
9. Саргсян Г.В. (отв. сост.), Саргсян Л.С., Мазманиян Л.В., Мхитарян К.А. Армения. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
10. Саргсян Г.В., Мхитарян К.А., Саргсян Л.С. Армения. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
11. Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2002 год / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ГС РАН, 2002–2003.
12. Bulletin of the International Seismological Centre for 2002. – Berkshire: ISC, 2003–2004.
13. Папалашвили В.Г., Баграмян А.Х. (АрмССР), Гоцадзе О.Д. (ГССР), Агаларова Э.Б. (АзССР) (отв. сост.). Региональный каталог землетрясений Кавказа // Землетрясения в СССР в 1978 году. – М.: Наука, 1982. – С. 101–109.
14. Агаларова Э.Б., Гасанов А.Г., Гоцадзе О.Д. и др. Землетрясения Кавказа // Землетрясения ССР в 1982 году. – М.: Наука, 1985. – С. 12–29.
15. Варазанашвили О.Ш., Гоцадзе О.Д., Гедакян Э.Г. и др. Параванское (Абул-Самсарское) землетрясение 13 мая // Землетрясения СССР в 1986 году. – М.: Наука, 1989. – С. 78–86.
16. Махатадзе Л.Н., Мухадзе Т.И., Папалашвили В.Г., Тутберидзе Н.П., Шенгелия И.С. Землетрясение 16 декабря 1990 г. на Джавахетском нагорье в районе оз. Сагамо // Землетрясения СССР в 1990 году. – М.: Наука, 1996. – С. 28–32.
17. Саргсян Г.В., Саргсян Н.М., Оганесян Г.А., Оганесян А.Р. Баврийское землетрясение 18 мая 1994 года // Землетрясения Северной Евразии в 1994 году. – М.: ГС РАН, 2000. – С. 134–137.
18. Саргсян Г.В., Гаспарян В.Р. Дзюрашенские землетрясения 2 и 9 июня 1996 года с  $K_p=10.8$  и  $11.8$ ,  $I_0=6$  и  $7$  (Армения) // Землетрясения Северной Евразии в 1996 году. – М.: ГС РАН. – С. 181–185.