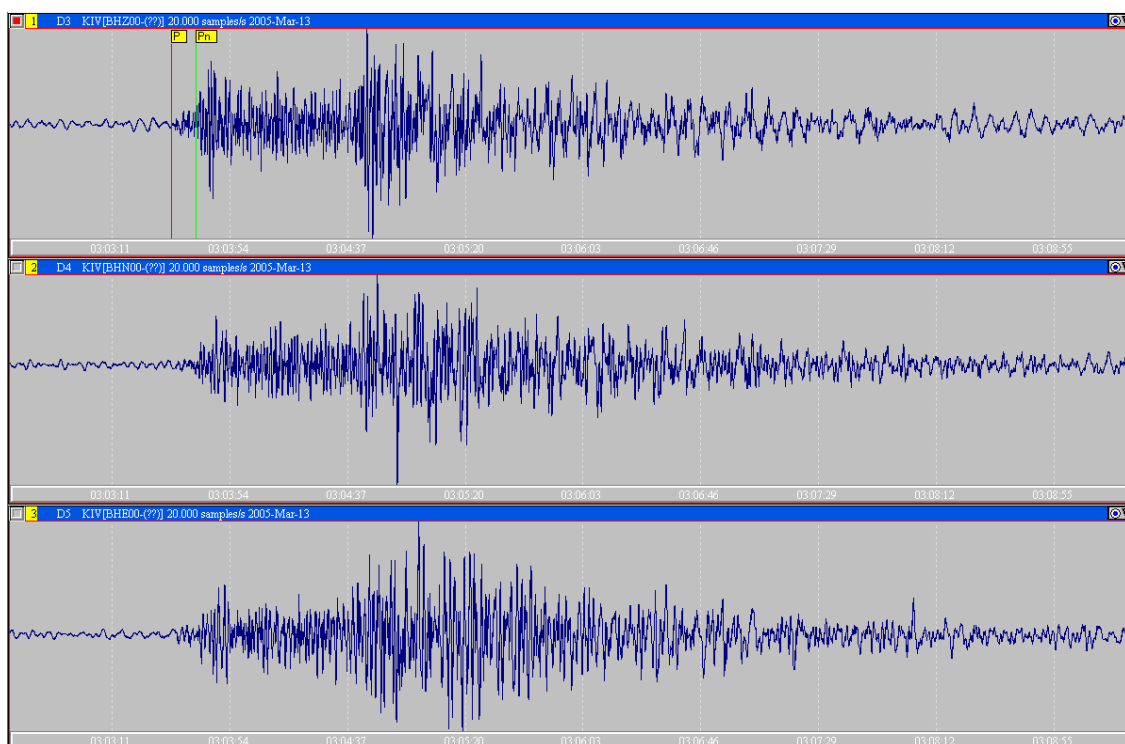


**СИСИАНСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 13 марта 2005 года с  $K_p=12.0$ ,  $M_w=4.7$ ,  $I_0=6$  (Армения)****Г.В. Саргсян, Г.Р. Абгарян, Л.В. Мазманян, Э.А. Мугнецян**Агентство Национальной службы сейсмической защиты  
Республики Армения, г. Ереван, [haghinesar@mail.ru](mailto:haghinesar@mail.ru)

Название землетрясению дано по ближайшему населенному пункту, где оно ощущалось: очаг расположен в 9 км северо-западнее от г. Сисиан. Сисианское землетрясение возникло 13 марта в 03<sup>h</sup>02<sup>m</sup> на юге Республики Армения с интенсивностью в эпицентре  $I_0=6$  баллов [1]. Глубина залегания очага, определенная по макросейсмическим данным, равна  $h_{10M}=18-25$  км. Землетрясение имело сложный характер: оно оказалось сдвоенным, с разницей во времени, равной 8<sup>s</sup> ( $t_{01}=13^h02^m12^s$ ,  $t_{02}=13^h02^m20^s$ ). Это хорошо видно на записи цифровой станции ГС РАН «Кисловодск» (рис. 1), извлеченной И.П. Габсатаровой из архива записей сильных землетрясений в Информационно-обрабатывающем центре ГС РАН по просьбе *ред.* Однако не исключена и вторая версия, что очаг один, но развивался постепенно в течение 8<sup>s</sup>, набирая силу. Во всяком случае, решения эпицентра других сейсмологических центров, представленные в табл. 1, указывают лишь время в очаге, близкое к  $t_{02}$ , в среднем равное  $t_0=13^h02^m25.2^s$ .

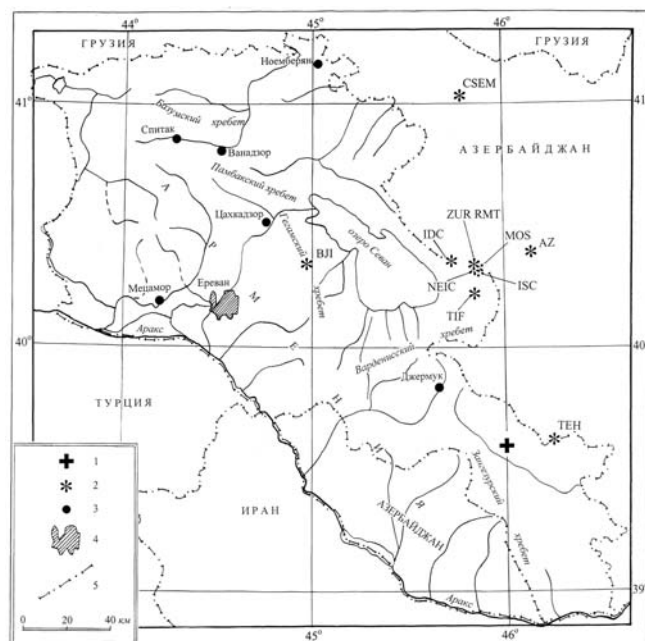


**Рис. 1.** Цифровые записи Сисианского землетрясения 13 марта 2005 г. в 03<sup>h</sup>02<sup>m</sup> с  $K_p=12.0$  на сейсмической станции ГС РАН «Кисловодск» (И.П. Габсатарова)

**Инструментальный эпицентр** землетрясения определялся по данным Национальной службы сейсмической защиты (НССЗ) Республики Армения по следующим станциям: «Варденис», «Гарни», «Горис», «Каджаран», «Ереван», «Степанаван», «Степанакерт», «Мартакерт» и Кафанской телеметрической сети. При обработке пользовались прямыми *P*- и *S*-волнами. Далее, окружая эпицентр станциями в радиусе до 200 км, использовали дополнительно в сводной обработке первичные данные сейсмической сети Ирана из сайта ТЕН. Результат НССЗ по локализации Сисианского землетрясения приведен в табл. 1 вместе с решениями других агентств.

**Таблица 1.** Основные параметры Сисианского землетрясения 13 марта 2005 г. с  $K_p=12.0$  по данным НССЗ Армении в сопоставлении с определениями других агентств

Агентство	$t_0$ , ч мин с	$\delta t_0$ , с	Гипоцентр						Магнитуда	Источ- ник
			$\varphi^\circ, N$	$\delta\varphi^\circ$	$\lambda^\circ, E$	$\delta\lambda^\circ$	$h$ , км	$\delta h$ , км		
НССЗ Армении	03 02 12.0	0.30	39.60		46.00					
	03 02 20.0	0.14	39.6		46.0			18		$M_s=4.4/5, M_d=4.7/8, K_p=12.0/5$ [1]
MOS	03 02 26.2	1.5	40.33		45.85			22		$MPSP=4.8/37$ [2]
TIF	03 02 21.8		40.22		45.84			22	2	$MPVA=4.8$ [3]
ТЕН	03 02 37.3		39.62		46.24			10f		$Mn=4.4$ – " –
ZUR_RMT	03 02 16		40.34		45.84			12		$Mw=4.7/12$ – " –
CSEM	03 02 31.3		41.02		45.77			10f		$m_b=4.7$ – " –
IDC	03 02 24.5	0.8	40.36		45.73					$M_s=3.9/6, m_b=4.4/24$ – " –
ISC	03 02 24.7	0.1	40.32	0.02	45.86	0.02	10f	17*	2.2*	$M_s=4.0/14, m_b=4.5/86,$ $h^*$ по $pP$ – " –
NEIC	03 02 26.1	0.3	40.34		45.84			10f		$m_b=4.6/46$ – " –
ВЛ	03 02 19.5		40.35		44.97			10f		$M_s=4.2, m_b=4.8$ – " –



**Рис. 2.** Сопоставление решения эпицентра Сисианского землетрясения 13 марта в 03<sup>h</sup>02<sup>m</sup> с  $K_p=12.0$  по данным близких станций сети НССЗ с решениями других агентств

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

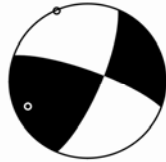
Вблизи решения НССЗ на рис. 2 находится только эпицентр по данным Ирана. Все другие решения, образуя компактную группу (кроме ВЛ), расположены значительно севернее, включая и решение сети сейсмических станций Азербайджана (AZ). Как видим, дислокация инструментального эпицентра НССЗ заметно отличается от приведенных решений других агентств – в 80 км южнее. Возможно, причина в том, что в других решениях географические координаты определены по данным удаленных станций, кроме станции «Гарни», на расстоянии 90 км от эпицентра (на удаленных станциях выделяются наложенные фазы).

**Механизм очага** этого землетрясения определен агентством ZUR [4], его параметры приведены в табл. 2, стереограмма – на рис. 3.

Таблица 2. Параметры механизма очага Сисианского землетрясения 13 марта 2005 г. с  $K_p=12.0$

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	$h$ , км	Магнитуды				$K_p$	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Агент- ство
				$M_W$	$M_S$	$MPSP$	$m_b$		T		N		P		NP1			NP2			
									PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	SLIP	STK	DP	SLIP	
6	13.03	03 02 20.0	12	4.7	4.0	4.8	4.5	12.0	18	246	72	71	1	337	290	78	166	23	77	12	ZUR

Примечание. Номер землетрясения в графе 1 и параметры в графах 2, 3, 9 соответствуют таковым в [1].



X – 1  
 o – 2  
 • – 3

Рис. 3. Стереограмма механизма очага Сисианского землетрясения 13 марта 2005 г. в  $03^h02^m$  с  $K_p=12.0$  в проекции нижней полусферы

1 – нодальные линии; 2, 3 – оси главных напряжений сжатия и растяжения соответственно; зачернена область волн сжатия.

Одна из плоскостей разрыва (NP1) простирается в направлении на запад–северо-запад ( $STK=290^\circ$ ), другая – на север–северо-восток ( $STK=23^\circ$ ). Обе плоскости крутые ( $DP_1=78^\circ$ ,  $DP_2=77^\circ$ ). При этом напряжения сжатия ориентированы на север–северо-запад ( $AZM_p=337^\circ$ ,  $PL_p=1^\circ$ ), а напряжения растяжения – на запад–юго-запад ( $AZM_1=246^\circ$ ,  $PL_1=18^\circ$ ) (табл. 2). Подвижка соответствует правостороннему сдвигу со взбросом по плоскости NP1 и левостороннему сдвигу со взбросом – по NP2 (рис. 3).

Форшоки и афтершоки отсутствуют у исследуемого землетрясения, есть лишь в его окрестности предваряющая сейсмичность из трех землетрясений и последующая – из 18 землетрясений, представленная в виде их списка (табл. 3) и карты эпицентров (рис. 4).

Таблица 3. Параметры землетрясений, окружающих эпицентр Сисианского землетрясения 13 марта 2005 г. с  $K_p=12.0$

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	Магнитуда				$K_p$
			$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E		MLH	MPVA	Md	$M_s$ [3]	
До 13 марта										
1	21.01	15 28 13.2	40.2	45.7						8.5
2	21.01	22 48 10.9	40.17	45.89	13			2.7		9.2
3	22.01	04 12 40.2	40.2	45.7						5.8
Основной сдвоенный толчок										
	<b>13.03</b>	<b>03 02 12</b>	<b>39.6</b>	<b>46.0</b>	<b>25</b>					
	<b>13.03</b>	<b>03 02 20.0</b>	<b>39.6</b>	<b>46.0</b>	<b>18</b>	<b>4.4</b>	<b>4.8</b>	<b>4.7</b>	<b>4.0</b>	<b>12.0</b>
После 13 марта										
1	30.03	11 07 33	40.17	46.0	8			3.0		9.4
2	28.05	14 33 48.5	40.32	45.56	25			2.4		8.4
3	03.06	11 34 29	39.93	46.23				2.4		8.0
4	03.06	12 16 37.6	39.90	46.30						7.4
5	20.06	16 28 52.9	40.35	45.59	10			2.2		8.0
6	13.07	10 28 17	39.91	45.80	15			2.8		9.5
7	13.07	10 28 34	40.15	45.94	10			2.8		8.0
8	07.08	15 34 19.8	40.30	46.00						8.2
9	28.09	01 08 47.5	39.50	46.30				1.7		6.0
10	14.10	19 03 40	40.35	45.90	10			3.0		9.6
11	16.10	05 46 28	40.35	45.91	10					7.7
12	03.11	13 08 37	39.90	46.20				1.7		6.4
13	13.11	19 05 27	40.27	45.80	15			2.4		8.3
14	13.11	19 30 13	40.28	45.77				2.4		8.3
15	14.11	00 50 23.4	40.25	46.10	10			1.6		7.2
16	22.11	06 28 40	40.20	46.90				2.5		9.5
17	25.11	23 50 08.5	40.22	45.01	10					8.0
18	01.12	20 48 08.53	40.22	45.68				2.2		8.0

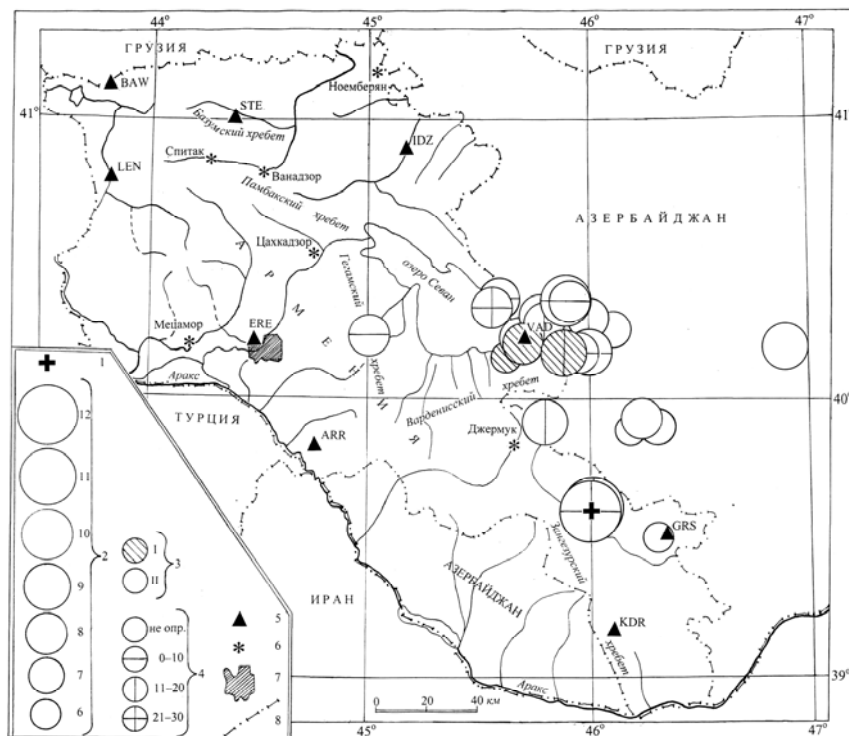


Рис. 4. Карта эпицентров землетрясений в окрестности Сисианского землетрясения 13 марта 2005 г. в  $03^h02^m$  с  $K_p=12.0$

1 – инструментальный эпицентр по данным Армении [1]; 2 – энергетический класс  $K_p$ ; 3 – форшоки (I) и афтершоки (II) соответственно; 4 – глубина  $h$  гипоцентра, км; 5 – сейсмическая станция; 6, 7 – населенный пункт и г. Ереван соответственно; 8 – государственная граница.

Как видим, в районе разных решений эпицентра Сисианского землетрясения, лоцированных разными агентствами на побережье оз. Севан, наблюдается плотное облако эпицентров, которые можно считать афтершоками, если принять за истину более северное решение эпицентра по данным других агентств (рис. 4). Глубины гипоцентров этих землетрясений изменяются в диапазоне  $\Delta=8-25$  км, но средняя глубина – в пределах 10–15 км.

**Макросейсмическое обследование** выявило большую площадь осязимости землетрясения (свыше 39 тыс. км<sup>2</sup>). Интенсивность в эпицентре, как было указано выше, составила  $I_0=6$  баллов. Жители Сисиана, Сарнакунка проснулись и были напуганы. Ощущали вертикальный удар и слышали гул, как от ветра. Серьезных повреждений не было. Все собранные немногочисленные данные о землетрясении приведены в табл. 4.

Таблица 4. Макросейсмические данные о Сисианском землетрясении 13 марта 2005 г. в  $03^h02^m$  с  $K_p=12.0$

№	Пункт	Параметры пункта			№	Пункт	Параметры пункта		
		$\Delta$ , км	$\varphi^\circ N$	$\lambda^\circ E$			$\Delta$ , км	$\varphi^\circ N$	$\lambda^\circ E$
					<b>5–6 баллов</b>				
1	Сисиан (гул)	9	39.5	46.0	9	Гергер	44	39.77	45.54
2	Сарнакунк (гул)	12	39.65	45.88	10	Вайк	47	39.7	45.46
3	Нораван	13	39.52	46.10	11	Верин Шоржа	56	40.08	45.83
					<b>5 баллов</b>				
4	Дастакерт	25	39.38	46.03	12	Гехакар	64	40.11	45.68
5	Горис	31	39.5	46.34	13	Варденис	69	40.18	45.73
6	Галидзор	33	39.4	46.29	<b>3 балла</b>				
7	Джермук	39	39.84	45.68	14	Ехегнадзор	60	39.76	45.33
8	Капан	56	39.20	46.40	15	Мегри	80	38.91	46.25
					16	Гегаркуник	102	40.25	45.15

Карта изосейст Сисианского землетрясения приведена на рис. 5.

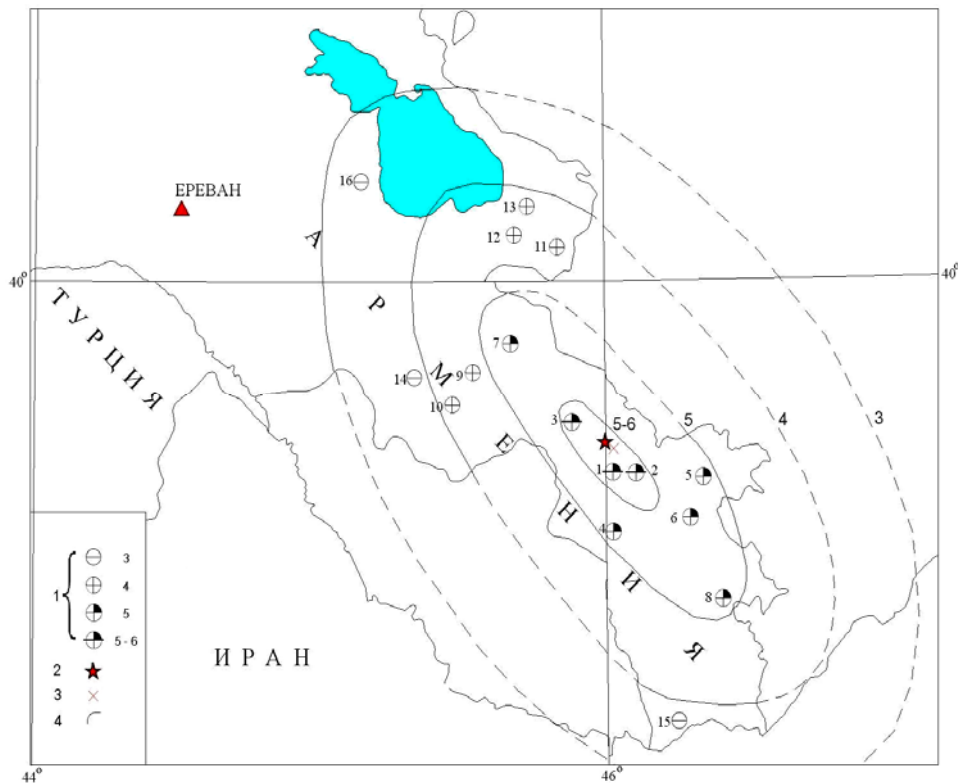


Рис. 5. Карта изосейст Сисианского землетрясения 13 марта 2005 г. в 03<sup>h</sup>02<sup>m</sup> с  $K_p=12.0$

1 – интенсивность сотрясений в баллах по шкале MSK-64 [5]; 2, 3 – эпицентр, инструментальный и макросейсмический соответственно; 4 – изосейста.

Изосейсты на рис. 5 по форме близки к эллипсам. Большая ось плейстосейстовой области внутри изолинии с  $I=5-6$  баллов имеет северо-восточное простирание, азимут продольной оси составляет  $AZM=322^\circ$ . В этом направлении сотрясения распространились на 80 км. Макросейсмический эпицентр сходится с инструментальным, и это понятно, т.к. обе плоскости разрыва крутые, как отмечено выше. В табл. 5 приведены результаты параметров макросейсмического поля Сисианского землетрясения.

Таблица 5. Основные параметры макросейсмического поля Сисианского землетрясения 13 марта 2005 г. в 03<sup>h</sup>02<sup>m</sup> с  $K_p=12.0$

$I$ , баллы	$l_a$ , км	$l_b$ , км	$l_a/l_b$	$\bar{l}$ , км	$S_2$ , км <sup>2</sup>
5-6	20	4	5	9	251
5	57	19	3	33	3401
4	85	42	2.02	60	11 210
3	114	68	1.69	88	24 341

Примечание.  $\bar{l} = \sqrt{l_a \cdot l_b}$ .

Как видим, степень вытянутости изосейст максимальна ( $l_a/l_b=5$ ) для первой изосейсты с  $I=5-6$  баллов, где поперечный размер в пять раз короче продольного. Для последующих изосейст это соотношение уменьшается, составляя, например,  $l_a/l_b \sim 1.7$  для  $I=3$  балла.

Поскольку изосейсты Сисианского землетрясения вытянуты вдоль Сомхето-Кафанского глубинного разлома [6], то можно считать, по-видимому, более вероятной плоскостью разрыва в очаге, совпадающую с нодальной плоскостью  $NP1$ .

### Л и т е р а т у р а

1. **Саргсян Г.В. (отв. сост.), Саргсян Л.С., Абгарян Г.Р.** Каталог землетрясений Армении за 2005 год ( $N=418$ ). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
2. **Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2005 год** / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ГС РАН, 2005–2006.
3. **Bulletin of the International Seismological Centre for 2005.** – Berkshire: ISC, 2007.
4. **Саргсян Г.В., Абгарян Г.Р., Саргсян Л.С. (отв. сост.)**. Каталог механизмов очагов землетрясений Армении за 2005 год ( $N=7$ ). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
5. **Медведев С.В. (Москва), Шпонхойер В. (Иена), Карник В. (Прага)**. Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
6. **Габриелян А.А. и др.** Сейсмоструктура Армянской ССР. – Ереван: Ереванский университет, 1980. – 284 с.