

УДК 550.348. (575.3)

ЕРЕВАНСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 13 февраля 2021 г., $M_L=4.7$, $I_0=6$ (Армения)

Г.В. Саргсян¹, С.С. Маргарян¹, Г.Р. Абгарян¹, А.А. Геворгян¹, Н.В. Петрова²

¹ГНКО «Региональная служба сейсмической защиты» МВД Республики Армения,
Ереван, Армения, ovash@yandex.ru

²ФИЦ ЕГС РАН, г. Обнинск, Россия, npetrova@gsras.ru

Аннотация. 13 февраля 2021 г. в 15^h29^m по местному времени (11^h29^m по Гринвичу) сейсмической сетью Региональной службы сейсмической защиты МЧС Республики Армения зарегистрировано землетрясение с магнитудой $M_L=4.7$ на глубине 10 км. Эпицентр находился в 8 км к юго-востоку от центра Еревана. Землетрясение ощущалось в населенных пунктах на территории Армении с интенсивностью от 3 до 5–6 баллов, интенсивность в эпицентре составила 6 баллов. Построена карта изосейст, которая отличается от аналогичных карт предыдущих Ереванских землетрясений как ориентацией, так и степенью сжатия изосейст. Это объясняется сложностью тектонического строения в районе очага и присутствием разнонаправленных глубинных разломов.

Ключевые слова: эпицентр, очаг землетрясения, глубина гипоцентра, макросейсмическое обследование.

Для цитирования: Саргсян Г.В., Маргарян С.С., Абгарян Г.Р., Геворгян А.А., Петрова Н.В. Ереванское землетрясение 13 февраля 2021 г., $M_L=4.7$, $I_0=6$ (Армения) // Землетрясения Северной Евразии. – 2025. – Вып. 28 (2021). – С. 300–308. DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2025.28.28> EDN: VEYFYFN

Введение. Араратская долина вместе с примыкающим к ней горным обрамлением, расположенная в северо-восточной части Армянского вулканического нагорья, является одной из наиболее сейсмоактивных областей на территории Армении, что обусловлено молодым возрастом складчатости и наличием системы глубинных сейсмогенных разломов близширотного и поперечного направлений. В центральной части этой области, в районе г. Еревана, 13 февраля 2021 г. в 15^h29^m по местному времени (11^h29^m по Гринвичу) произошло землетрясение с $M_L=4.7$, $M_S=4.0$ (рис. 1), которое ощущалось на всей территории Армении с интенсивностью от 2–3 до 5–6 баллов по шкале MSK-64 [1]. В статье анализируются инструментальные и макросейсмические данные об этом землетрясении.

Историческая сейсмичность. За исторический период времени в окрестностях Еревана известны сильные и разрушительные землетрясения [2–10] (рис. 1), например, землетрясение 893 г. с $M=6.5$ (магнитуда определена по палеосейсмодислокациям) в 12 км к юго-юго-востоку от эпицентра 13 февраля 2021 г. На рис. 1 и в табл. 1 приведены все землетрясения с MLH или $M_S \geq 3.6$ в радиусе 45 км от Еревана. Наиболее близки к Еревану, помимо события 2021 г., пять землетрясений: Ереванское-I 07.01.1937 г. в 20^h47^m с $MLH=4.6$, его афтершок 12.01.1937 г. в 05^h47^m с $MLH=3.7$, событие 25.02.1978 г. в 08^h25^m с $MLH=3.9$, Ереванское-II 02.08.1984 г. в 05^h52^m с $MLH=3.7$ [4, 5] и Ереванское-III 01.03.1997 г. в 03^h09^m с $MLH=3.8$ [6]. Рассматриваемое в данной статье событие 2021 г. по сути является Ереванским-IV землетрясением. Возможно, триггером для его реализации послужило Шоржинское землетрясение 5 февраля 2021 г. с такой же магнитудой $M_L=4.7$ ($M_S=4.3$, $M_{W_{GCMT}}=5.2$), произошедшее за неделю до него в 80 км к северо-западу (за пределами правого верхнего угла рис. 1).

Инструментальные данные. Основные параметры главного толчка 13 февраля по данным сейсмических станций Региональной службы сейсмической защиты МЧС Республики Армения (RSSP) и шести международных агентств приведены в табл. 2, а положение эпицентра согласно табл. 2 приведено на рис. 2.

Параметры гипоцентра по данным разных агентств близки. Эпицентр землетрясения согласно данным RSSP находится немного севернее других решений и ближе к г. Еревану, однако его положение подтверждается близостью к макросейсмическому эпицентру, как будет показано далее.

Исходные данные для определения гипоцентра RSSP приведены в табл. 3.

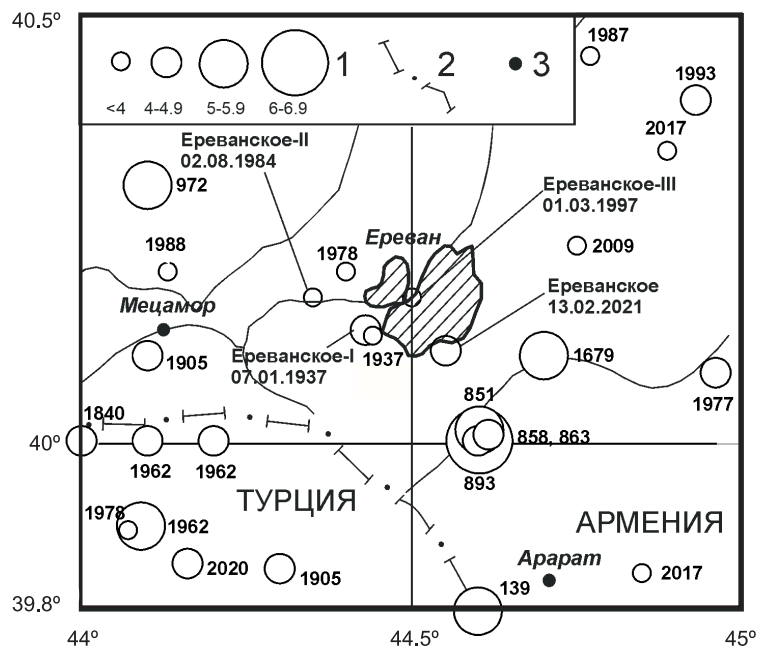


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений с $K_p \geq 8.6$ Армянского вулканического нагорья за исторический период времен

1 – магнитуда MLH или Ms ; 2 – граница; 3 – город.

Таблица 1. Эпицентры землетрясений в окрестностях Еревана с древнейших времен по 2021 г.

№	Название землетрясения	Дата и время дд.мм.гггг чч.мм	$\varphi^\circ N$	$\lambda^\circ E$	h , км	MLH , M_s	I_0 , балл	Ссылка
1	Двинское-I	851	40.00	44.60	10	5.2	8	[2, 3]
2	Двинское-II	858	40.00	44.60	10	4.5	7	[2, 3]
3	Двинское-III	04.863	40.00	44.60	10	4.9	7–8	[2, 3]
4	Двинское-IV	27.03.893	40.00	44.60	10	6.4	8–9	[2, 3]
5		972	40.30	44.10	8	5.0	7–8	[2, 3]
6	Гарнийское	04.06.1679 04:00	40.10	44.70	15	5.9	8–9	[2, 3]
7		14.08.1840 07:00	40.00	44.00	22	4.7	6	[2, 3]
8		03.04.1901 00:55	39.85	44.30	33	4.8	5–6	[2, 3]
9		28.10.1916 20:48	40.10	44.10	20	4.9	6–7	[2, 3]
10	Ереванское-I	07.01.1937 20:47	40.13	44.43	10	4.6	7	[2, 3]
11	Афтершок Ереванского-I	12.01.1937 05:02	40.13	44.43	10	3.7	6	[2, 3]
12		04.09.1962 22:59	39.90	44.09	10	5.2	7–8	[2, 3]
13		11.09.1962 00:17	40.00	44.10	15	4.4		[2, 3]
14		19.09.1962 14:13	40.00	44.20	15	4.0		[2, 3]
15		16.06.1973 08:59	40.40	44.50	9	3.7	5–6	[2, 3]
16		30.09.1977 16:50	40.08	44.96	10	4.6		[2, 3]
17		25.02.1978 08:25	40.20	44.40	5	3.9		[2]
18		25.11.1978 08:57	39.90	44.07	10	3.7		[2]
19	Ереванское-II	02.08.1984 05:52	40.17	44.35	10	3.7	6	[2, 4, 5]
20		26.01.1987 18:59	40.45	44.77	15	3.6		[2]
21		07.12.1988 08:57	40.20	44.13	5	3.9		[2]
22		09.10.1993 16:18	40.40	44.93	10	4.0	5	[2]
23	Ереванское-III	01.03.1997 13:09	40.17	44.50	15	3.9	6	[2, 6]
24		01.07.2004 22:30	39.76	44.15	25	4.6	6–7	[7]
25	Гарнийское	18.06.2009 07:34	40.23	44.75	7	3.6	5–6	[8]
26		15.08.2017 20:50	39.85	44.84	7	3.6		[9]
27		20.12.2017 21:40	40.33	44.89	5	3.8		[9]
28		11.08.2020 23:29	39.86	44.16	10	4.2	4	[10]

Таблица 2. Основные параметры Ереванского землетрясения 13 февраля 2021 г. в 11^h29^m с $M_L=4.7$

№	t_0 , ч:мин:с	Гипоцентр			Магнитуда	Агентство
		$\varphi^\circ\text{N}$	$\lambda^\circ\text{E}$	h , км		
1	11:29:23.45	40.11	44.54	10	$M_L=4.7$ $K_{\text{расч}}=12.5$	RSSP
2	11:29:23.2	40.03	44.51	13.4	$ML=4.9$	TEH
3	11:29:22	40.02	44.51	10	$mb=4.9$	EMSC
4	11:29:22.40	39.93	44.50	13.0	$mb=5.0$	GSRAS
5	11:29:23.60	40.02	44.48	11.7	$mb=4.7$, $M_S=4.0$	ISC
6	11:29:27.50	40.07	44.52	27.9	$M_W=4.9$	GCMТ
7	11:29:24	40.0	44.5	21	$M_L=4.6$	ISK

Примечание. RSSP – Regional Survey for Seismic Protection, Armenia (<http://www.nssp-gov.am/>); TEH – Institute of Geophysics, University of Tehran, Iran (<http://www.iiees.ac.ir/>); EMSC – European Mediterranean Seismological Centre (<https://www.emsc-csem/>); GSRAS – Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences (<http://www.gsras.ru/>); ISC – International Seismological Centre (<http://www.isc.ac.uk/>); GCMТ – The Global CMT Project; ISK – Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute, Turkey (<http://www.koeri.boun.edu.tr/>).

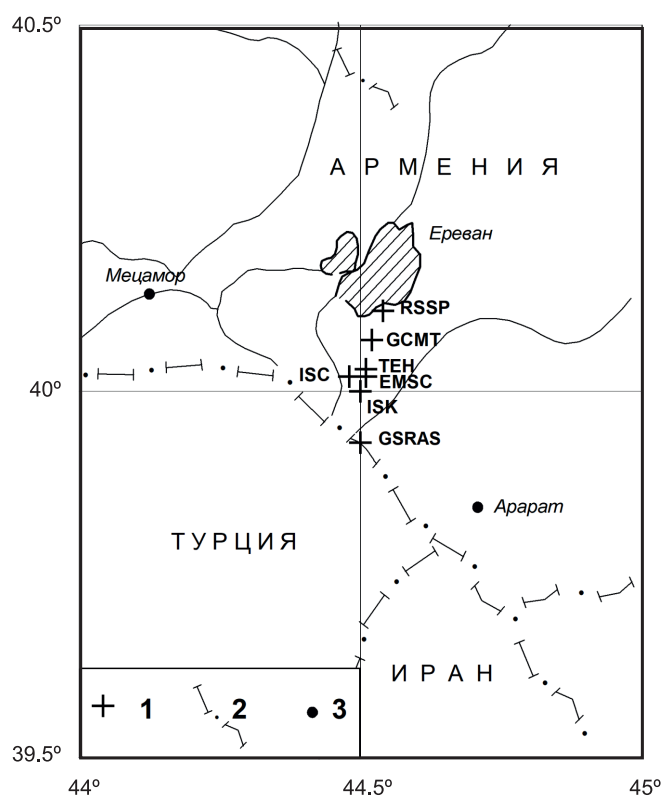


Рис. 2. Координаты эпицентра Ереванского землетрясения 13 февраля по данным разных агентств
1 – эпицентр; 2 – государственная граница; 3 – город.

Ощутимые афтершоки. Землетрясение 13 февраля сопровождалось многочисленными афтершоками, особенно в первые дни. На третий день афтершоковая активность заметно ослабла. Анализ имеющихся в RSSP данных показал, что вероятность сильного землетрясения мала, и жителей призвали вернуться в свои квартиры.

Среди афтершоков имелись ощутимые толчки, которые для землетрясения такой энергии ($\lg E = K_{\text{расч}} = 12.5$) вполне вероятны.

14 февраля в 01^h47^m по местному времени (13 февраля в 21^h47^m по Гринвичу) сейсмической сетью Региональной службы сейсмической защиты МЧС РА зарегистрировано землетрясение с магнитудой $M_L=2.3$ на глубине 10 км. Эпицентр находился в 8 км к югу от центра Еревана и около 2 км к северу от административного района Нубарашен. Землетрясение ощущалось в г. Ереване и в ряде населенных пунктах региона Арарат с интенсивностью 2–3 балла.

15 февраля в 18^h21^m по местному времени (в 14^h21^m по Гринвичу) сейсмической сетью Региональной службы сейсмической защиты МЧС РА зарегистрировано землетрясение (афтершок) с $M_L=2.5$ и глубиной 10 км в 17 км к югу от г. Еревана. Интенсивность сотрясений в г. Ереване составила 2–3 балла.

17 февраля в 07^h26^m по местному времени (в 03^h26^m по Гринвичу) зарегистрирован афтершок с $M_L=2.6$ и глубиной 2 км в 12 км к юго-востоку от г. Еревана. Землетрясение ощущалось в городах Ереван и Арташат с интенсивностью 2 балла.

Таблица 3. Исходные данные для определения гипоцентра Ереванского землетрясения 13 февраля 2021 г. и станционные магнитуды M_L

Код станции	Времена вступлений волн P- и S-волн								$S-P, c$	$\Delta, км$	M_L	Время в очаге t_0		
	часы	мин	секунды	фаза	часы	мин	секунды	фаза				ч	мин	с
GNI	11	29	28.44	ip+	11	29	32.45	is-	4.0	31	4.6	11	29	22.96
VAYK	11	29	37.75	ipg+	11	29	48.46	isg+	10.7	82		11	29	23.12
ALVK	11	29	54.70	ip-	11	30	18.70	is+	24.0	192	4.8	11	29	21.92
AYRK	11	29	41.64	ip+	11	29	54.73	is+	13.1	100	5.0	11	29	23.76
EGV	11	29	54.83	ip-	11	30	18.59	is+	23.8	190	5.6	11	29	22.38
KMO	11	29	40.01	ip-	11	29	52.72	is+	12.7	97	4.7	11	29	22.65
LSVT	11	29	42.14	ip+	11	29	56.18	is+	14.0	108	5.5	11	29	22.96
SRTK	11	29	42.56	ip+	11	29	56.88	is+	14.3	110	4.7	11	29	23.00
METS	11	29	29.93	ip+	11	29	35.11	is+	5.2	41	4.4	11	29	22.45
ARU	11	29	31.50	ip+	11	29	37.57	is+	6.1	48	4.6	11	29	23.21
VNN	11	29	33.79	ip+	11	29	41.37	is+	7.6	57	4.4	11	29	23.44
KAP	11	29	30.21	ip+	11	29	35.30	is+	5.1	40	4.5	11	29	23.26
AMB	11	29	31.88	ip+	11	29	38.12	is+	6.2	49	4.2	11	29	23.36
BAVR	11	29	45.45	ip+	11	30	1.61	is+	16.2	124	4.5	11	29	23.38

Таблица 4. Основные параметры ощутимых афтершоков Ереванского землетрясения 13 февраля 2021 г.

Месяц	День	Час	Минуты	Секунды	$\varphi^{\circ}N$	$\lambda^{\circ}E$	$h, км$	M_L	I_{max} , балл
2	13	21	47	42.96	40.11	44.50	10	2.3	2–3
2	15	14	21	27.66	40.06	44.59	10	2.5	2–3
2	17	3	26	58.64	40.02	44.44	2	2.6	2

Примечание. I_{max} – максимальная интенсивность сотрясений в населенных пунктах.

Результаты макросейсмического обследования главного толчка 13 февраля. Землетрясение сопровождалось сильным гулом и достаточно интенсивными сотрясениями зданий и сооружений, ощущалось в г. Ереване и еще нескольких населенных пунктах с интенсивностью 5–6 баллов; в Араратской, Армавирской, Котайкской областях – 4–5 баллов, а в Арагацотнской, Ширакской, Вайоцзорской, Гегаркуниской и Сюникской областях – 3–4 балла. После землетрясения в Национальный центр управления кризисных ситуаций поступило около 3000 различных сообщений. Из полученных и подтвержденных сообщений об обрушениях существенный ущерб был зарегистрирован в следующих районах г. Еревана: ул. Айвазовского (обрушилось 9 м² штукатурки от стены одноэтажного здания, 7 м² от крыши); ул. Смбата Зоравара (обрушилось 2 м² от стены здания); ул. Чехова (обрушился 1 м² от стены); пр. Комитаса (со стены отвалилось около 10 плиток). Жители были напуганы, особенно сильно – жители высотных зданий. Предварительная информация о пострадавшем гражданине на улице Айвазовского была опровергнута. В табл. 5 приведены данные об ощутимости Ереванского землетрясения 13 февраля 2021 г. в населенных пунктах, полученные в процессе обследования и опроса. При изучении макросейсмического поля очень помогли социальные сети, в которых сразу с момента землетрясения начали появляться сообщения о реакции людей и предметов. Сотрудниками МЧС РА была проведена эффективная работа для предотвращения панических настроений.

На основе макросейсмических данных (табл. 5) построена карта изосейст Ереванского землетрясения 13 февраля 2021 г. (рис. 3). Макросейсмический эпицентр определен как центр первой изосейсты, огибающей пункты с интенсивностью 5–6 баллов: $\varphi_m=40.16^{\circ}E$; $\lambda_m=44.8^{\circ}N$. Расстояния в табл. 5 рассчитаны от этого эпицентра. В ближайшем к нему пункте (Ереван, $\Delta=4 км$) землетрясение проявилось с интенсивностью в 5–6 баллов, а в самом эпицентре, очевидно, интенсивность составляла $I_0=6$ баллов. Это подтверждают и теоретические расчеты по формуле из [11] с коэффициентами согласно модели затухания сотрясений на территории Армении:

$$I_0=1.4M-3.5lgh+4.2, \quad (1)$$

согласно которым $I_0 = 6.3$ балла по шкале MSK-64 [1]. В качестве M в формуле (1) использовалась магнитуда $M_S=4.0$ по данным ISC (см. табл. 1), глубина очага $h=10$ км взята из той же таблицы по данным RSSP. Коэффициенты в формуле (1) выбраны согласно модели затухания сотрясений на территории Армении, приведенной в [11].

Таблица 5. Ощутимость Ереванского землетрясения 13 февраля в баллах шкалы MSK-64 [1]

№	Пункт	Δ , км	$\varphi^\circ N$	$\lambda^\circ E$	№	Пункт	Δ , км	$\varphi^\circ N$	$\lambda^\circ E$
5–6 баллов					17	Аруч	37	40.293	44.079
1	Ереван	4	40.18	44.52	18	Арагат	41	39.84	44.71
2	Мусалер	9	40.161	44.3797	19	Апаран	49	40.588	44.36
3	Баграмян	10	40.1932	44.3677	20	Гандзак	57	40.325	45.11
4	Масис	11	40.07	44.43	21	Гавар	58	40.35	45.12
5	Ланджазат	14	40.06	44.58	22	Еранос	60	40.205	45.187
5 баллов					3 балла				
6	Вагаршапат	14	40.167	44.31	23	Севан	59	40.55	44.96
7	Егвард	17	40.317	44.483	24	Маралик	69	40.572	43.867
8	Абовян	18	40.27	44.63	25	Шоржа	77	40.5	45.27
9	Аштарак	18	40.294	44.36	26	Айкадзор	81	40.53	43.66
10	Ошакан	18	40.27	44.32	27	Мартуни	86	40.665	45.254
11	Зовк	19	40.208	44.696	28	Гюмри	88	40.79	43.85
12	Гарни	22	40.12	44.73	2–3 балла				
13	Агарак	23	40.3	44.28	29	Варденис	106	40.18	45.73
14	Арташар	26	40.1095	44.1824	30	Верин Шоржа	115	40.083	45.834
4 балла					31	Капан	195	69.21	46.4
15	Амберд	33	40.389	44.226	16	Армавир	37	40.083	44.057

Примечание. Расстояния Δ рассчитаны от макросейсмического эпицентра ($\varphi=40.16^\circ E$; $\lambda=44.8^\circ N$).

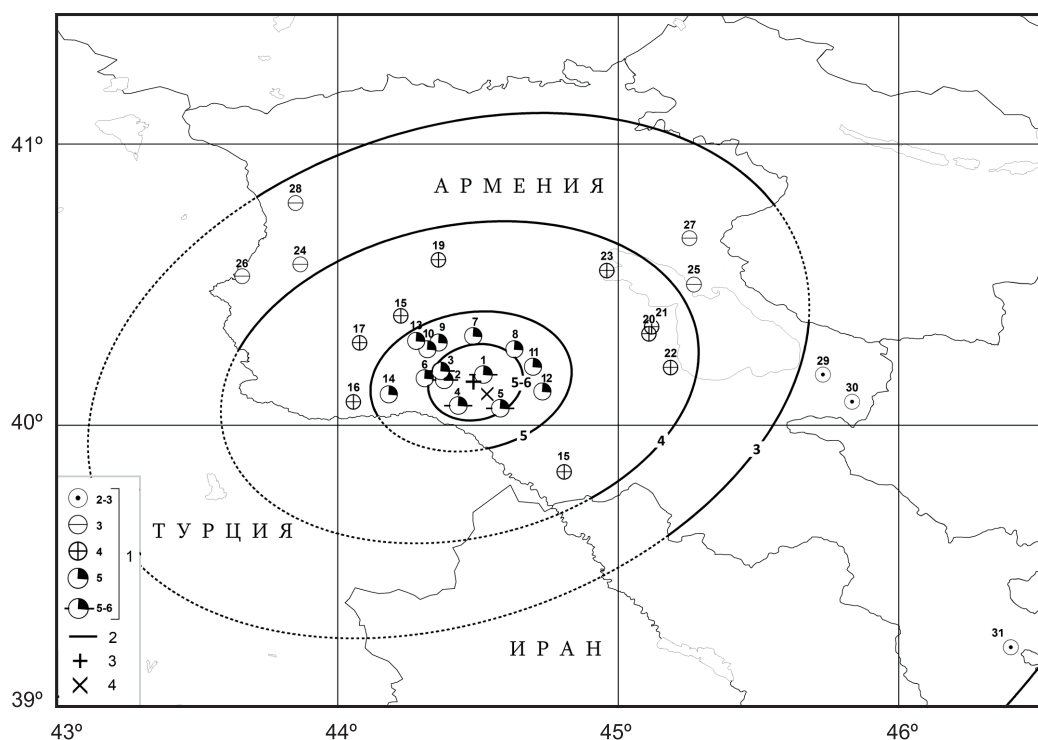


Рис. 3. Карта изосейст Ереванского землетрясения 13 февраля 2021 г.

1 – баллы по шкале MSK-64; 2 – изосейста, 3 – макросейсмический эпицентр; 4 – инструментальный эпицентр.

В табл. 6 приведены геометрические параметры изосейст изучаемого землетрясения.

Таблица 6. Геометрические параметры макросейсмического поля Ереванского землетрясения 13 февраля 2021 г.

I_i , балл	Геометрические параметры поля изосейст, км				Площадь изосейст S_i , км ²
	l_a	l_b	\bar{l}	l_a/l_b	
5–6	16	14	14.9	1.14	704
5	31	26	28.4	1.19	2532
4	71	58	64.17	1.22	12937
3	123	87	103.4	1.41	33618

Примечание. l_a, l_b – продольная и поперечная полуоси; $\bar{l} = \sqrt{l_a \cdot l_b}$ – их среднее геометрическое.

Сопоставление на рис. 4 изосейст 5–6 и 5 баллов Ереванского землетрясения 13 февраля 2021 г. с парами изосейст максимального балла Ереванского-II землетрясения 02.08.1984 г. [4, 5] и Ереванского-III землетрясения 01.03.1997 г. [6] показывает, что и ориентация, и форма изосейст этих землетрясений различаются. По форме все изосейсты представляют эллипс, но для землетрясений 1984 и 1997 гг. он более сжатый, чем для землетрясения 2021 года. При этом ориентация системы изосейст землетрясения 1984 г. – северо-западная и соответствует ориентации Ереванского глубинного разлома (I–I на рис. 4) общекавказского простирания, тогда как изосейсты землетрясений 1997 и 2021 гг. ориентированы в поперечных относительно общекавказского простирания направлениях, не совпадающих между собой. Ереванский глубинный разлом пересекают поперечные глубинные разломы – меридиональный Арарат-Спитакский (II–II), Артени-Севанский (III–III) и Ванский (IV–IV) северо-восточного простирания. Между дизъюнктивными узлами области пересечения этих разнонаправленных глубинных разломов локализованы макросейсмические эпицентры трех Ереванских землетрясений (рис. 4). Видимо, сложным тектоническим строением в районе очагов Ереванских землетрясений объясняется разнонаправленность изосейст этих землетрясений.

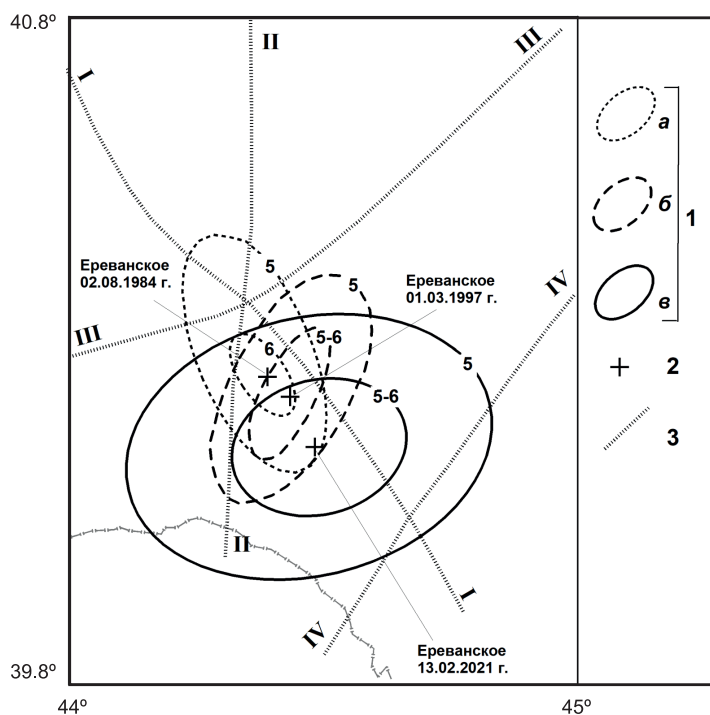


Рис. 4. Сопоставление первых изосейст Ереванских землетрясений 2.08.1984 г. (1 а), 1.03.1997 г. (1 б) и 13.02.2021 г. (1 в)

1 – изосейсты; 2 – макросейсмические эпицентры; 3 – глубинный разлом по [12]: I–I – Ереванский, II–II – Арарат-Спитакский, III–III – Артени-Севанский и IV–IV – Ванский.

Механизм очага. На основе данных о первых вступлениях P -волн на записях сейсмических станций RSSP определен механизм очага Ереванского землетрясения 13 февраля 2021 г. (рис. 5). В очаге произошел взброс с существенными компонентами сдвига. Подобное решение получено и в KOERI (Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute, Turkey). Простирание нодальной плоскости NPI близко к ориентации изосейст Ереванского землетрясения 2021 г.

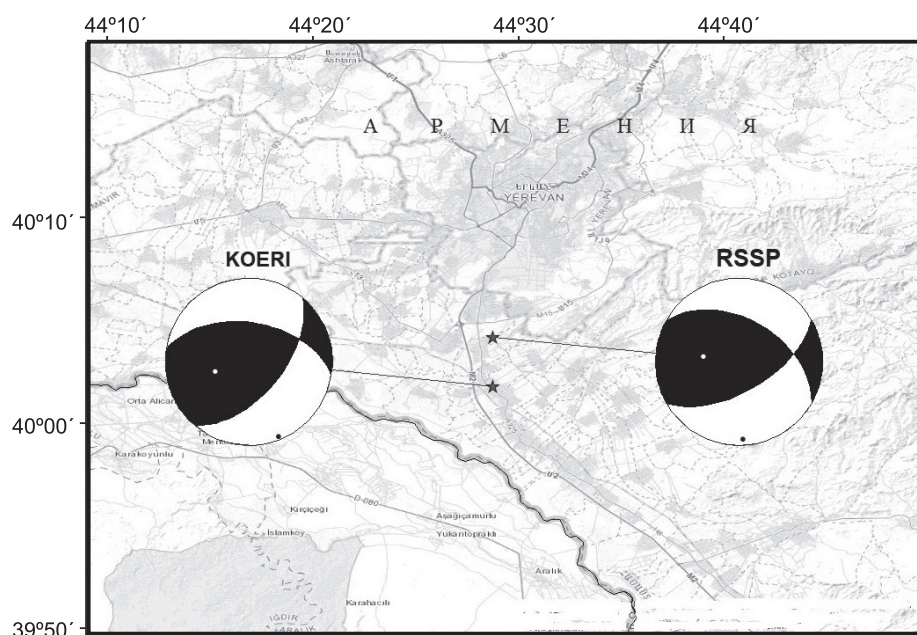


Рис. 5. Диаграммы механизма очага Ереванского землетрясения 13 февраля 2021 г. по решениям RSSP (Армения) и KOERI (Турция)

Таблица 7. Механизм очага Ереванского землетрясения 13 февраля 2021 г. по данным RSSP и KOERI

t_0 , ч:мин:с	$\varphi^\circ\text{N}$	$\lambda^\circ\text{E}$	h , км	M_L	Нодальные плоскости						Агентство
					NP1			NP2			
					STK	DP	SLIP	STK	DP	SLIP	
11:29:23.45	40.11	44.54	10	4.7	59.9	60.9	50.1	299.7	47.9	139.0	RSSP
11:29:23.00	40.03	44.48	9	4.6	40	57	48	279	51	136	KOERI

Заключение. Зона возникновения Ереванского землетрясения является высокосейсмичной и известна проявлениями разрушительных землетрясений. Большое информационное и научное значение для оценки сейсмической опасности и риска имеют данные макросейсмического обследования последствий Ереванского землетрясения 13 февраля 2021 г. с $M_L=4.7$. Особенно сильно почувствовали землетрясение жители высотных зданий. В Ереване много аварийных зданий, в том числе высотных, сейсмостойкость которых необходимо обеспечить усилением конструкций.

Карта изосейст Ереванского землетрясения 13 февраля 2021 г. отличается от аналогичных карт предыдущих Ереванских землетрясений как ориентацией, так и степенью сжатия изосейст. Это объясняется сложностью тектонического строения в месте очага и присутствием разнонаправленных глубинных разломов.

Литература

1. Медведев С.В., Шпонхойер В., Карник В. Международная шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
2. Кондорская Н.В., Уломов В.И. Специализированный каталог землетрясений для сейсмического районирования Северной Евразии // Основные достижения Объединенного института физики Земли им. О.Ю. Шмидта за 1992–1996 гг. – М.: ОИФЗ РАН, 1996. – Т. 1. – С. 108–109.
3. Бабаян Т.О., Кулиев Ф.Т., Папалашвили В.Г., Шебалин Н.В., Вандышева Н.В. II б. Кавказ // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 69–170.
4. Агаларова Э.А., Гасанов А.Г., Гедакян Э.Г., Гоцадзе О.Д., Каспаров В.А., Папалашвили В.Г., Пирузян С.А., Саргсян Г.В., Светлов А.Б., Тутберидзе П., Шафадияев Р.Н., Шенгелия И.С. Землетрясения Кавказа // Землетрясения в СССР в 1984 году. – М.: Наука, 1987. – С. 19–35.
5. Гедакян Э.Г., Назаретян С.Н., Саргсян Г.В., Саркисян Н.М. Ереванское землетрясение 2 августа 1984 года // Поиск геофизических предвестников землетрясений на Кавказе. – Тбилиси: Мецниереба, 1987. – Т. 54. – С. 48–68.
6. Саргсян Г.В., Гаспарян В.Р. Ереванское-III землетрясение 1 марта 1997 года с $MLH=3.8$ $I_0=6$ (Армения) // Землетрясения Северной Евразии в 1997 году. – Обнинск: ГС РАН, 2003. – С. 222–225.

7. Саргсян Г.В., Абгарян Г.Р., Саргсян Л.С., Мазманян Л.В. Игдыр–Догубаязитское землетрясение 1 июля 2004 года с $M_S=4.8$, $I_0=6-7$ (Турция–Армения) // Землетрясения Северной Евразии в 2004 году. – Обнинск: ГС РАН, 2010. – С. 335–342.
8. Саргсян Г.В., Мхитарян К.А., Мугнецян Э.А., Абгарян Г.Р., Саргсян Л.С. Гарнийское–II землетрясение 18 июня 2009 г. с $K_p=10.8$, $M_d=3.6$, $I_0=5-6$ (Армения) // Землетрясения Северной Евразии, 2009 год. – Обнинск: ГС РАН, 2015. – С. 317–324.
9. Саргсян Г.В., Абгарян Г.Р., Хачкалян К.Л., Мхитарян М.Г. Каталог землетрясений Армении и сопредельных территорий за 2016–2017 гг. // Землетрясения Северной Евразии. – 2022. – Вып. 25 (2016–2017 гг.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.gsras.ru/zse/app-25.html>
10. Абгарян Г.Р., Саргсян Г.В., Геворгян А.А., Петрова Н.В. Сейсмичность Армении и прилегающих территорий в 2020 году // Землетрясения Северной Евразии. – 2024. – Вып. 27 (2020). – С. 60–68. DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2024.27.05> EDN: DGRSUO
11. Шебалин Н.В. Опорные землетрясения и уравнения макросейсмического поля // Новый Каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 20–30.
12. Габриелян А.А., Саргсян О.А., Симонян Г.П. Сейсмотектоника Армянской ССР (с приложениями: Сейсмотектоническая карта Кавказа. Составитель: Габриелян А.А.). – Ереван: Ереванский гос. университет, 1981. – 283 с.

YEREVAN EARTHQUAKE on February 13, 2021, $M_L=4.7$, $I_0=6$ (Armenia)

H.V. Sargsyan¹, S.S. Margaryan¹, G.R. Abgaryan¹, A.A. Gevorgyan¹, N.V. Petrova²

¹SNCO “Regional Seismic Protection Survey” of the Ministry of Internal Affairs,
Yerevan, Armenia, ovash@yandex.ru

²Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences, Obninsk, Russia, npetrova@gsras.ru

Abstract. On February 13, 2021, at 15^h29^m local time (11^h29^m GMT), the seismic network of the Regional Seismic Protection Survey of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Armenia registered an earthquake with a magnitude of $M_L=4.7$ at a depth of 10 km. The epicenter was located 8 km southeast of the center of Yerevan. The earthquake was felt in populated areas on the territory of Armenia with an intensity of 3 to 5–6 points, the intensity at the epicenter was 6 points. The isoseism differs from similar maps of previous Yerevan earthquakes in both the orientation and degree of compression of the isoseisms. This is explained by the complexity of the tectonic structure in the source area and the presence of multidirectional deep faults.

Keywords: epicenter, earthquake source, hypocenter depth, macroseismic survey

For citation: Sargsyan, H.V., Margaryan, S.S., Abgaryan, G.R., Gevorgyan, A.A., & Petrova, N.V. (2025). [Yerevan earthquake on February 13, 2021, $M_L=4.7$, $I_0=6$ (Armenia)]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 28(2021), 300–308. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2025.28.28> EDN: VEYFYN

References

1. Medvedev, S.V. Shponhoyer, V., & Karnik, V. (1965). *Mezhdunarodnaya shkala seismicheskoy intensivnosti MSK-64* [MSK-64 International seismic intensity scale]. Moscow, Russia: MGK Academy of Sciences USSR Publ., 11 p. (In Russ.).
2. Kondorskaya, N.V., & Ulomov, V.I. (1996). *Specializirovannyj katalog zemletryasenij dlya seismicheskogo rajonirovaniya Severnoj Evrazii* [Specialized earthquake catalog for seismic zoning of Northern Eurasia]. Moscow, Russia: UIPE RAS Publ., 1, 108–109. (In Russ.).
3. Babayan, T.O., Kuliev, F.T., Papalashvili, V.G., Shebalin, N.V., & Vandysheva, N.V. (1977). [II b. Caucasus]. In *Novyi katalog sil'nykh zemletriasenii na territorii SSSR s drevneishikh времен do 1975 g.* [A new catalog of strong earthquakes in the USSR from ancient times to 1975] (pp. 69–170). Moscow, Russia: Nauka Publ. (In Russ.).
4. Agalarova, E.A., Gasanov, A.G., Gedakyan, E.G., Gotsadze, O.D., Kasparov, V.A., Papalashvili, V.G., Piruzyan, S.A., Sargsyan, G.V., Svetlov, A.B., Tutberidze, N.P., Shafadiyaev, R.N., & Shengelia, I.S. (1987). [Earthquakes of the Caucasus]. In *Zemletriaseniia v SSSR v 1984 godu* [Earthquakes in the USSR in 1984], (pp. 19–35). Moscow, Russia: Nauka Publ. (In Russ.).
5. Gedakyan, E.G., Nazaretyan, S.N., Sargsyan, G.V., & Sargsyan, N.M. (1987). *Erevanskoe zemletryasenie 2 avgusta 1984 goda* [Yerevan earthquake of August 2, 1984]. Tbilisi, Georgia: Metsniereba Publ., 54, 48–68. (In Russ.).
6. Sargsyan, G.V., & Gasparyan, V.R. (2003). [Yerevan-III earthquake on March 1, 1997 with $M_L=3.8$, $I_0=6$ (Armenia)]. In *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii v 1997 godu* [Earthquakes in Northern Eurasia, 1997] (pp. 222–225). Moscow, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
7. Sargsyan, G.V., Abgaryan, G.R., Sargsyan, L.S., Mazmanyan, L.V. (2010). [Igdirdogubayazi earthquake on July 1, 2004 with $M_S=4.8$, $I_0=6-7$ (Turkey–Armenia)]. In *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii v 2004 godu* [Earthquakes in Northern Eurasia, 2004] (pp. 335–342). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).

8. Sargsyan, G.V., Mkhitarian, K.A., Mugnetsyan, E.A., Abgaryan, G.R., & Sargsyan L. S. (2015). [Garni-II earthquake on June 18, 2009 with $K_R=10.8$, $M_d=3.6$, $I_0=5-6$ (Armenia)]. In *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii v 2009 godu* [Earthquakes in Northern Eurasia, 2009] (pp. 317–324). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
9. Sargsyan, G.V., Abgaryan, G.R., Khachkalyan, K.L., & Mkhitarian, M.G. (2022). [Catalog of earthquakes in Armenia and adjacent territories for 2016–2017]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 25(2016–2017). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.gsras.ru/zse/app-25.html> (In Russ.).
10. Abgaryan, G.R., Sargsyan, H.V., Gevorgyan, A.A., & Petrova, N.V. (2024). [Seismicity of Armenia and adjacent territories in 2020]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 27(2020), 60–68. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2024.27.05> EDN: DGRSUO
11. Shebalin, N.V. (1977). [Reference earthquakes and macroseismic field equations]. In *Novyi catalog sil'nykh zemletriasenii na territorii SSSR s drevneishikh vremen do 1975 g.* [A new catalog of strong earthquakes in the USSR from ancient times to 1975] (pp 20–30). Moscow, Russia: Nauka Publ. (In Russ.).
12. Gabrielyan, A.A., Sargsyan, O.A., & Simonyan, G.P. (1981). *Sejsmotektonika Armyanskoj SSR (s prilozheniyami: Sejsmotektonicheskaya karta Kavkaza. Sostavitel': Gabrielyan A. A.)* [Seismotectonics of the Armenian SSR (with appendices: Seismotectonic map of the Caucasus. Compiled by: Gabrielyan A. A.)]. Yerevan, Armenia: Yerevan State University Publ., 283 p.