

СПИТАКСКОЕ-V ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 6 июля 2014 г. с  $M_L=4.0$ ,  $I_0=5-6$  (Армения)

Г.В. Саргсян, Г.Р. Абгарян, А.Г. Макарян, А.А. Геворгян

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

**Аннотация.** В работе приводятся результаты макросейсмического обследования землетрясения 6 июля 2014 г. с  $M_L=4.0$ ,  $I_0=5-6$  баллов в очаговой зоне разрушительного Спитакского землетрясения 1988 г. с  $I_0=10$  баллов. Построена карта изосейст землетрясения 6 июля 2014 г. и определены параметры механизма очага, согласно которым в очаге произошел сдвиг с незначительными компонентами взброса.

**Ключевые слова:** главный толчок, афтершоки, карта изосейст, механизм очага.

**DOI:** 10.35540/1818-6254.2020.23.35

**Для цитирования:** Саргсян Г.В., Абгарян Г.Р., Макарян А.Г., Геворгян А.А. Спитакское-V землетрясение 6 июля 2014 г. с  $M_L=4.0$ ,  $I_0=5-6$  (Армения) // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. С. 344–349. doi: 10.35540/1818-6254.2020.23.35

**Введение.** Землетрясение, сопровождавшееся гулом, произошло 6 июля 2014 г. в  $23^h08^m$  в очаговой зоне катастрофического Спитакского землетрясения 07.12.1988 г. [1], унесшего жизни более 25000 человек. Это уже пятое землетрясение в районе Спитака с таким названием, поэтому ему присвоен номер V. Все пять инструментальных эпицентров основных толчков изображены на рис. 1. Среди них – 10-балльное Спитакское-II землетрясение 07.12.1988 г., безусловно, самое значимое из них. Его эпицентр, как и IV толчка, расположен к северо-западу от г. Спитак, тогда как три других Спитакских землетрясения, включая анализируемое в данной статье Спитакское-V, локализованы южнее города, в широтной полосе с  $\varphi \approx 40.8^\circ N$ .



**Рис. 1.** Инструментальные эпицентры пяти Спитакских землетрясений: 30.01.1967 г. (I) [2]; 07.12.1988 г. (II) [1]; 25.10.1998 г. (III) [3]; 04.02.2002 г. (IV) [4] и описываемого ниже – 06.07.2014 г. (V).

1 – инструментальный эпицентр по данным Армении; 2 – населенный пункт; 3 – г. Ереван; 4 – государственная граница.

**Инструментальные данные.** Согласно данным Международного сейсмологического центра [5], Спитакское-V землетрясение было записано 261 станцией. В табл. 1 приведены определения основных параметров землетрясения разными агентствами.

**Таблица 1.** Основные параметры Спитакского-V землетрясения 6 июля в  $23^h08^m$  с  $K_p=11.2$  по данным разных агентств

Агентство	$t_0$ , ч мин с	$\delta t_0$ , с	Гипоцентр						Магнитуда	Источник
			$\varphi^\circ, N$	$\delta\varphi$ , км	$\lambda^\circ, E$	$\delta\lambda$ , км	$h$ , км	$\delta h$ , км		
NSSP	23 08 32.9	–	40.81	–	44.35	–	2	–	$M_L=4.0$	Наст. статья
NSSP	23 08 34.7	0.5	40.81	–	44.35	–	2	–	$M_L=4.0$ , $K_p=11.2$ (расчетный, $K_p=4+1.8 M$ [6])	[7]
OBN	23 08 32.7	1.6	40.74	8	44.37	8	1	8	$K_p=10.8$ , $MPVA=5.1$	[8]
NORS	23 08 31.9	0.6	40.643	2.2	44.365	2.2	1.6	1	$K_p=11.2$	[5]
MOS	23 08 34.5	1.4	40.801	4.7	44.379	4.7	10	–	$MPSP=4.2/7$	[9]
ISC	23 08 34.1	0.7	40.799	2.4	44.376	1.8	8.8	4	$m_b=(3.8 \pm 0.2)/16$	[5]

Агентство	$t_0$ , ч мин с	$\delta t_0$ , с	Гипоцентр						Магнитуда	Источник
			$\varphi^\circ, N$	$\delta\varphi$ , км	$\lambda^\circ, E$	$\delta\lambda$ , км	$h$ , км	$\delta h$ , км		
ISK	23 08 31.9	0.4	40.823	—	44.517	—	5.0	0.4	$ML=3.8/28$	—
TIF	23 08 32.4	0.3	40.600	0.5	44.394	0.5	4.8	0.8	—	—
DDA	23 08 32.7	0.1	40.753	—	44.402	—	11.9	1.1	$M_W=4.1$	—
IDC	23 08 33.9	1.0	40.819	14	44.360	10	0 f	—	$MS=2.4/1; ML=3.5/7; m_b=3.7/11$	—
CSEM	23 08 34.7	—	40.81	—	44.3	—	5	—	$M_S=4.0$	[10]

Примечание. Сведения об агентствах из графы 1 см. в обозначениях к настоящему ежегоднику.

Решения разных агентств для координат эпицентра Спитакского-V землетрясения из табл. 1 представлены на рис. 2.

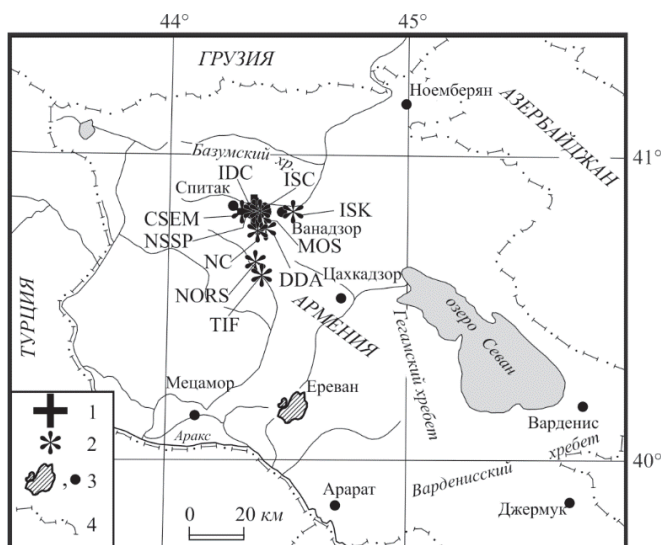


Рис. 2. Решения для эпицентра Спитакского-V землетрясения по данным NSSP/НССЗ РА и других агентств

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

Как видим, имеет место хорошее совпадение решений всех агентств, кроме двух (NORS и TIF), представляющих Северную Осетию и Грузию.

Механизм очага этого землетрясения (табл. 2) определен по данным сейсмических станций Армении и включен в региональный каталог механизмов очагов [11].

Таблица 2. Параметры механизма очага Спитакского-V землетрясения по первым вступлениям P-волн

Агентство	$t_0$ , ч мин с	$h$ , км	$K_p$	$M_L$	T		P		NP1			NP2		
					PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	SLIP	STK	DP	SLIP
NSSP	23 08 34.7	2	11.2	4.0	21	272	18	175	44	88	28	312	61	177

На рис. 3 приведена диаграмма механизма очага Спитакского-V землетрясения 6 июля 2014 г. в  $23^h08^m$  с  $M_L=4.0$ .

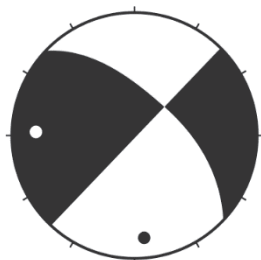


Рис. 3. Диаграмма механизма очага Спитакского-V землетрясения 6 июля 2014 г. с  $M_L=4.0$

Землетрясение 6 июля возникло в обстановке близких по величине горизонтальных напряжений – близмеридионального сжатия и широтного растяжения. Тип подвижки в очаге – левосторонний взбросо-сдвиг по близвертикальной ( $DP=88^\circ$ ) плоскости NP1 северо-восточного простирания, или правосторонний сдвиг по крутой ( $DP=61^\circ$ ) плоскости NP2 северо-западного простирания.

Форшоки и афтершоки (в каталоге [7] имеются метки «фор»-«афт»). Сильный форшок с расчетной интенсивностью сотрясений  $I_0=5$  баллов в эпицентре наблюдался 26 мая в  $10^h57^m$  на территории очаговой зоны Спитакского землетрясения. Гипоцентр находился на глубине  $h=10$  км [7]. Землетрясение сопровождалось гулом и ощущалось в Ванадзоре с  $I_i=4$  балла; в Степанаване, Ширакамуте – 3–4 балла; в Ашоцке и Гюмри – 3 балла [12]. На рис. 4 а, б представлена запись форшока французской аппаратурой на сейсмической станции «Степанаван».

Второй форшок, зарегистрированный примерно за  $16^h00^m$  до главного толчка, был несколько слабее, с  $K_p=9.4$  [7].

Афтершоков зарегистрировано около 80, но не все они были локализованы, поскольку записаны, в основном, одной станцией «Степанаван». В каталоге [7] даны лишь 19 более сильных афтершоков.

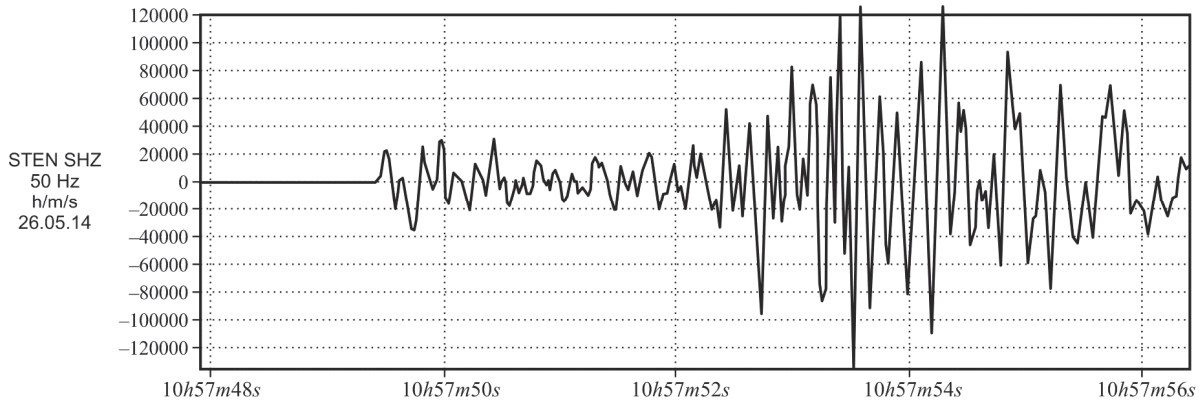


Рис. 4. Запись форошока 26 мая на станции «Степанаван»

**Макросейсмическое обследование.** Землетрясение вызвало панику среди населения городов Ванадзор, Гюмри, а далее она распространилась и в другие пункты очаговой зоны. Детей забирали из детских садов, выводили больных из стационаров. Поэтому для успокоения населения сам министр по Чрезвычайным ситуациям выехал в г. Ванадзор и выступал по местному телевидению. Была создана комиссия по изучению последствий землетрясения 6 июля 2014 г. Результаты частично описаны ниже для зон с интенсивностью сотрясений от 5 до 3 баллов.

**5 баллов.** Такую интенсивность сотрясений ощутили жители Лернапата, Нор Хачакапа, Дарпас, Лернацка, Карадзора, Ванадзора, Спитака. Был слышен сильный гул, люди находились в страхе, просыпались почти все спящие, опрокинулись легкие предметы, у некоторых жителей разбилась посуда. Останавливались часы у жителей Нор Хачакапа. Незапертые двери и окна распахивались и снова захлопывались. Всю ночь люди провели на улицах.

**4 балла.** В Степанаване отмечены заметные 4-балльные сотрясения: землетрясение ощущалось внутри зданий многими людьми; под открытым небом – немногими. Спящие жители просыпались. В Ширакамуте наблюдалось дребезжание окон, дверей, посуды, скрип полов и стен, дрожание мебели. Всякие предметы слегка раскачивались. Жидкость в открытых сосудах слегка колебалась.

**3 балла.** Слабые сотрясения интенсивностью 3 балла зафиксированы в Гюмри, но жители были в испуге. Наблюдалось легкое раскачивание предметов, более сильное – на верхних этажах.

Все данные об интенсивности сотрясений в населенных пунктах приведены в табл. 3.

Таблица 3. Макросейсмические данные для Спитакского-V землетрясения 6 июля 2014 г.

№	Пункт	$\varphi^{\circ}$ , N	$\lambda^{\circ}$ , E	$\Delta$ , км
<b>5 баллов</b>				
1	Лернапат	40.82	44.39	3.5
2	Нор Хачакап	40.84	44.36	3.4
3	Дарпас	40.84	44.43	7.5
4	Лернацк	40.80	44.28	6.0
5	Карадзор	40.85	44.32	5.1
6	Ванадзор	40.81	44.47	10.1
7	Спитак	40.82	44.27	6.8
<b>4 балла</b>				
8	Джрашен	40.79	44.19	13.7
9	Памбак	40.83	44.55	17
10	Лернаван	40.79	44.16	16.1
<b>3 балла</b>				
11	Ширакамут	40.85	44.16	16.6
12	Ваагнадзор	40.88	44.59	21.6
13	Антарамут	40.93	44.56	22.1
14	Степанаван	41.01	44.38	22.4
15	Апаран	40.59	44.33	24.5
16	Джаджур	40.85	43.95	33.9
17	Ташир	41.12	44.29	34.8
18	Дилижан	40.74	44.86	43.6
19	Гюмри	40.79	43.85	42.1
20	Ашотцк	41.04	43.86	48.5

Примечание. Эпицентральные расстояния рассчитаны от инструментального эпицентра (40.81°N, 44.35°E), совпадающего с макросейсмическим; балльность указана по шкале MSK-64 [13].

Карта изосейст, построенная по данным этой таблицы, изображена на рис. 5.

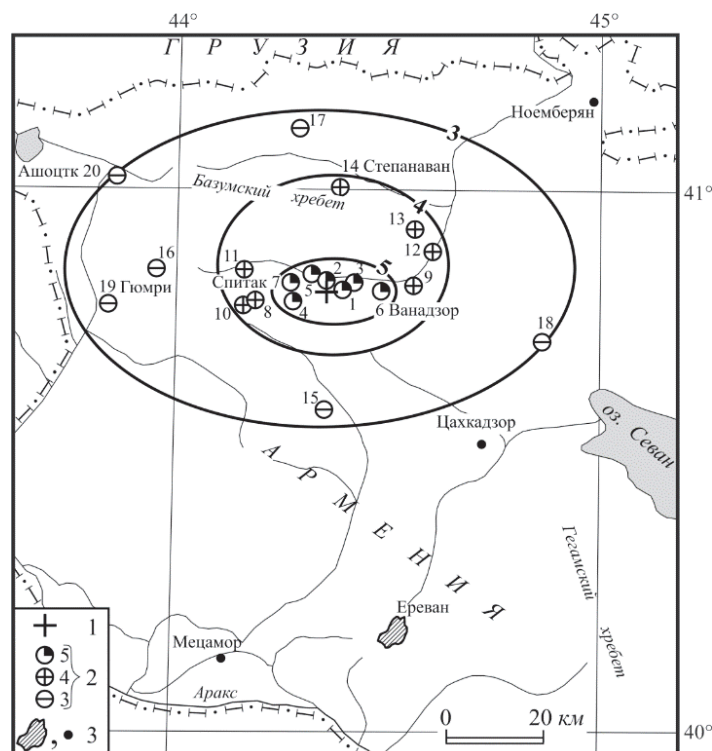


Рис. 5. Карта изосейст Спитакского-V землетрясения 6 июля 2014 г. с  $M_L=4.0$

1 – эпицентр; 2 – интенсивность в баллах шкалы MSK-64; 3 – населенный пункт.

Как видим, высшая изосейста ориентирована в широтном направлении. Ее длинная ось в целом совпадает с положением Памбак-Севанского активного разлома, к которому был приурочен очаг Спитакского землетрясения 1988 г. [14].

Наблюдаемые параметры макросейсмического поля, снятые с карты изосейст, даны в табл. 4.

Таблица 4. Геометрические параметры макросейсмического поля Спитакского-V землетрясения 6 июля 2014 г. с  $M_L=4.0$

$I_i$ , балл	$l_a$ , км	$l_b$ , км	$l_a/l_b$	$l$ , км	$S_i$ , км <sup>2</sup>
5	10.1	5.4	1.87	7.4	170
4	18.9	14.5	1.30	15.5	860
3	41.5	17.3	2.40	26.8	2250

Примечание.  $l = \sqrt{l_a \cdot l_b}$ , где a, b – большая и малая полуоси эллипсов.

**Закключение.** Описанное выше Спитакское-V землетрясение свидетельствует о сохранении повышенной сейсмической активности очаговой зоны разрушительного Спитакского землетрясения 07.12.1988 г. с  $MLH=6.8$ ,  $I_0=9-10$  [1].

### Л и т е р а т у р а

1. Гедакян Э.Г., Голинский Г.Л., Папалашвили В.Г., Хромецкая Е.А., Шебалян Н.В. Спитакское землетрясение 7 декабря 1988 г., карты изосейст // Землетрясения в СССР в 1988 году. – М.: Наука, 1991. – С. 74–86.
2. 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.
3. 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.

4. Саргсян Г.В., Мхитарян К.А., Саргсян Л.С., Суварян А.Г. Спитакское-IV землетрясение 4 февраля 2002 года с  $M=4.0$ ,  $I_0=6$  (Армения) // Землетрясения Северной Евразии, 2002. – Обнинск: ГС РАН. 2008. – С. 323–330.
5. International Seismological Centre (2020), On-line Bulletin, <https://doi.org/10.31905/D808B830>
6. Раутиан Т.Г. Энергия землетрясений // Методы детального изучения сейсмичности. Труды ИФЗ АН СССР; № 9 (176). – М.: ИФЗ АН СССР, 1960. – С. 75–114.
7. Саргсян Г.В. (отв. сост.), Абгарян Г.Р., Гонян А.А., Хачкалян К.Л., Петросян К.К. Каталог землетрясений Армении и сопредельных территорий за 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
8. Габсатарова И.П., Селиванова Е.А., Королецки Л.Н., [Даниялов М.Г.], Цирихова Г.В. (отв. сост.), Абдуллаева А.Р., Александрова Л.И., [Амиров С.Р.], Артемова Е.В., Багаева С.С., Гамидова А.М., Головкова Л.В., Гричуха К.В., Девяткина Л.В., Дмитриева И.Ю., Зверева А.С., Иванова Л.Е., Калугина И.Ю., Косая В.В., Лещук Н.М., Мусалаева З.А., Петросян Э.Н., Сагателова Е.Ю. Каталог землетрясений и взрывов Северного Кавказа за 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
9. Сейсмологический бюллетень (сеть телесеismicических станций), 2014. (2020 г.) // ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. – URL: [ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic\\_bulletin/2014](ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2014)
10. European Mediterranean Seismological Centre. (2020). <http://www.emsc-csem.org/Earthquake/earthquake.php>
11. Геворгян А.А. (отв. сост.), Артемова Е.В., Лукаш Н.А. Каталог механизмов очагов землетрясений Армении за 2013 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
12. Саргсян Г.В. (отв. сост.), Артемова Е.В., Михайлова Р.С., Лукаш Н.А. Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений Армении в населенных пунктах за 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
13. Медведев С.В., Шпонхойер В., Карник В. Международная шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
14. Рогожин Е.А., Филипп Э. Геолого-тектоническое изучение очаговой зоны Спитакского землетрясения // Физика Земли. – 1991. – № 11. – С. 3–17.

### ***SPITAK-V EARTHQUAKE on July 6, 2014 with $M_L=4.0$ , $I_0=5-6$ (Armenia)***

***H.V. Sargsyan, G.R. Abgaryan, A.G. Makaryan, A.A. Gevorgyan***

*“Survey for Seismic Protection” Agency, Erevan, Armenia, heghinesar@mail.ru*

**Abstract:** The work presents the results of macroseismic survey of the Spitak-V earthquake which occurred on July 6, 2014 with  $M_L=4.0$ ,  $I_0=5-6$  in the focal zone of the destructive Spitak earthquake 1988 with  $I_0=10$ . The isoseismal map of the July 6, 2014 earthquake was made and the focal mechanism parameters were determined. According to the focal mechanism decision, the movement in the source was a strike-slip with minor uplift components.

**Keywords:** main shock, aftershock, isoseismal map, focal mechanism.

**DOI:** 10.35540/1818-6254.2020.23.35

**For citation:** Sargsyan, H.V., Abgaryan, G.R., Makaryan, A.G., & Gevorgyan, A.A. (2020). [Spitak-V earthquake on July 6, 2014 with  $M_L=4.0$ ,  $I_0=5-6$  (Armenia)]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), 344–349. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2020.23.35

### **R e f e r e n c e s**

1. Gedakyan, E.G., Golinsky, G.L., Papalashvili, V.G., Khrometskaya, E.A., & Shebalin, N.V. (1991). [Spitak earthquake on December 7, 1988 isoseismal maps]. *Zemletriaseniia v SSSR v 1988 godu* [Earthquakes in the USSR in 1988] (pp. 74–86). Moscow, Russia: Nauka Publ. (In Russ.).
2. Baghranyan, A.Kh., Papalashvili, V.G., Piruzyan, S.A., & Shaginyan, S.G. (1970). [Spitak earthquake on January 30, 1967]. *Zemletriaseniia v SSSR v 1967 godu* [Earthquakes in the USSR in 1967] (pp. 29–31). Moscow, Russia: Nauka Publ. (In Russ.).

3. Sargsyan, H.V., Gasparyan, V.R., & Mkrtchyan, A.T. (2004). [Spitak-III earthquake on October 25, 1998 with  $M=3.9$ ,  $I_0=5-6$  (Armenia) *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii v 1998 godu* [Earthquakes in Northern Eurasia, 1998] (pp. 249–252). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
4. Sargsyan, H.V., Mkhitaryan, K.A., Sargsyan, L.S., & Suvaryan, A.G. (2008). Spitak-IV earthquake on February 4, 2002 with  $M=4.0$ ,  $I_0=6$  (Armenia). *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii, 2002* [Earthquakes in Northern Eurasia, 2002] (pp. 323–330). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
5. International Seismological Centre (2020), On-line Bulletin, <https://doi.org/10.31905/D808B830>
6. Rautian, T.G. (1960) [Energy of the Earthquakes] In *Metody detal'nogo izucheniya seismichnosti. Trudy IFZ ANSSSR, 9(176)*. [Methods of Detailed Study of the Seismicity. Proceedings of the IFZ SA USSR № 9(176)] (pp. 75–114). Moscow, Russia: IFZ AN SSSR Publ. (In Russ.).
7. Sargsyan, H.V., Abgaryan, G.R., Gonyan, A.A., Khachkalyan, K.L., & Petrosyan, K.K. (2020). [Catalog of earthquakes in Armenia and neighboring territories for 2014]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
8. Gabsatarova, I.P., Selivanova, E.A., Koroletski, L.N., Daniyalov, M.G., Tsirikhova, G.V., Abdullaeva, A.R., Aleksandrova, L.I., Amirov, S.R., Artyomova, E.V., Bagaeva, S.S., Hamidova, A.M., Golovkova, L.V., Grichukha, K.V., Devyatkina, L.V., Dmitrieva, I.Yu., Zvereva, A.S., Ivanova, L.E., Kalugina, I.Yu., Kosaya, V.V., Leshchuk, N.M., Musalaeva, Z.A., Petrosyan, E.N., & Sagatlova, E.Yu. (2020). [Catalog of earthquakes and explosions of the North Caucasus for 2014]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
9. GS RAS, Bulletin of Teleseismic Stations, 2014. (2020). Retrieved from [ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic\\_bulletin/2014/](ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2014/)
10. European-Mediterranean Seismological Center. (2020). Retrieved from <http://www.emsc-csem.org/Earthquake/>
11. Gevorgyan, A.A. (2019), Artyomova E.V., Lukash N.A. (2020). [Catalog of Focal Mechanisms of Earthquakes of Armenia in 2013]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22(2013), Appendix on CD. (In Russ.).
12. Sargsyan, H.V., & Artyomova, E.V., Mikhailova, R.S., Lukash, N.A. (2020). [The macroseismic effect of perceptible earthquakes in the settlements of Armenia for 2014]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
13. Medvedev, S.V. Shponhoyer, V., & Karnik, V. (1965). *Mezhdunarodnaya shkala seysmicheskoy intensivnosti MSK-64* [MSK-64 International seismic intensity scale]. Moscow, Russia: MGK Academy of Sciences USSR Publ., 11 p. (In Russ.).
14. Rogozhin, E.A., Philip, E. (1991). [Geological and tectonic study of the focal zone of the Spitak earthquake]. *Fizika Zemli* [Izvestiya. Physics of the Solid Earth], 11, 3–17. (In Russ.).