

III. СИЛЬНЫЕ и ОЩУТИМЫЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

УДК 550.348. (470.67)

ОЩУТИМЫЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ ДАГЕСТАНА в 2016–2017 гг.

О.А. Асманов, Х.Д. Магомедов, З.А. Адиллов, З.О. Асекова

Дагестанский филиал ФИЦ ЕГС РАН, г. Махачкала, Россия, adilov79@mail.ru

Аннотация. В статье приводятся инструментальные данные и описания макросейсмических проявлений шести ощутимых землетрясений, произошедших на территории Дагестана в 2016 г. (Мехельтинское 13 мая с $K_p=13.5$, $M_s=5.3$, $I_0=5$ баллов, Араканское 24 августа с $K_p=10.1$, $M_s=3.4$, $I_0=4$ балла, Ботлихское 2 ноября с $K_p=9.3$, $M_s=3.2$, $I_0=4$ балла, Кизилюртовское-II 22 декабря с $K_p=10.3$, $M_s=3.5$, $I_0=4-5$ баллов) и 2017 г. (Цурибское 3 мая с $K_p=13.6$, $M_s=5.3$, $I_0=6$ баллов и Ляхлинское 7 декабря с $K_p=12$, $M_s=4.4$, $I_0=5-6$ баллов). Для каждого из рассматриваемых землетрясений, кроме Цурибского, составлены карты изосейст. Все землетрясения, кроме Араканского, размещены вдоль сейсмоактивного кольца вокруг зоны затишья. Араканское землетрясение, наряду с Кичигамринским-I и Кичигамринским-II землетрясениями 3 мая 1988 г. и 13 апреля 2013 г., нарушает продолжительное сейсмическое затишье в этой зоне, тем самым подтверждая, что в среднесрочной перспективе здесь могут иметь место подобные сейсмические события. Следует отметить, что Ботлихское землетрясение 2016 г. является единственным событием подобной силы в пределах Ботлихского района за весь инструментальный период наблюдений (с 1975 г.). Кизилюртовское-II землетрясение, несмотря на небольшое значение магнитуды, представляет интерес в связи с большой площадью ощутимости сотрясений, а также, наряду с сильным Кизилюртовским-I землетрясением 1999 г. с $M_s=5.3$, близостью к Чирюртовской ГЭС.

Ключевые слова: Дагестан, землетрясение, макросейсмические и инструментальные данные, карта изосейст, глубинный разлом, история сейсмичности.

DOI: 10.35540/1818-6254.2022.25.24 **EDN:** GILHQD

Для цитирования: Асманов О.А., Магомедов Х.Д., Адиллов З.А., Асекова З.О. Ощутимые землетрясения Дагестана в 2016–2017 гг. // Землетрясение Северной Евразии. – 2022. – Вып. 25 (2016–2017 гг.). – С. 261–276. DOI: 10.35540/1818-6254.2022.25.24. EDN: GILHQD

Введение. В 2016 г. на территории Центрального Дагестана были зарегистрированы четыре ощутимые землетрясения: Мехельтинское – 13 мая с $K_p=13.5$ ($M_s=5.3$), $I_0=5$ баллов; Араканское – 24 августа с $K_p=10.1$ ($M_s=3.4$), $I_0=4$ балла; Ботлихское – 2 ноября с $K_p=9.3$ ($M_s=3.2$), $I_0=4$ балла; Кизилюртовское-II – 22 декабря с $K_p=10.3$ ($M_s=3.5$), $I_0=4-5$ баллов. Центральный Дагестан является одним из самых сейсмоактивных районов Кавказа, где ежегодно регистрируются в среднем около 400 землетрясений с $K_p \geq 5$ [1]. В 2017 г. на территории Южного Дагестана произошли два ощутимые землетрясения: Цурибское 3 мая с $K_p=13.6$ ($M_s=5.3$), $I_0=6$ баллов и Ляхлинское 7 декабря с $K_p=12$ ($M_s=4.4$), $I_0=5-6$ баллов. Опасность землетрясений Дагестана заключается в их мелкофокусном характере, в результате чего даже относительно слабые и умеренные землетрясения могут представлять опасность для населения.

Методика обработки макросейсмических данных. Для описания макросейсмических проявлений рассматриваемых землетрясений использовалось уравнение макросейсмического поля Блейка-Шебалина:

$$I_i = bM - \gamma_0 \lg \sqrt{\Delta_i^2 + h^2} + C, \quad (1)$$

или, для интенсивности в эпицентре I_0 :

$$I_0 = bM - \gamma_0 \lg h + C. \quad (2)$$

В уравнениях (1) и (2) коэффициенты b , γ_0 и C для Дагестана и прилегающих районов принято считать равными 1.5; 3.6; 3.1 соответственно [2]. Формулы (1) и (2) не учитывают геометрические размеры очага, и изосейсты являются концентрическими кругами. Макросейсмическая интенсивность в эпицентре I_0 и интенсивность I_i в конкретном населенном пункте на эпицентральном расстоянии Δ_i определялись по шкале MSK-64 [3]; M – магнитуда землетрясения, определяемая по поверхностным волнам, h – глубина гипоцентра землетрясения.

Макросейсмический эпицентр находился как центр изосейсты высшего балла. Глубина по макросейсмическим данным определялась из уравнения (2) интенсивности сотрясений в эпицентре I_0 .

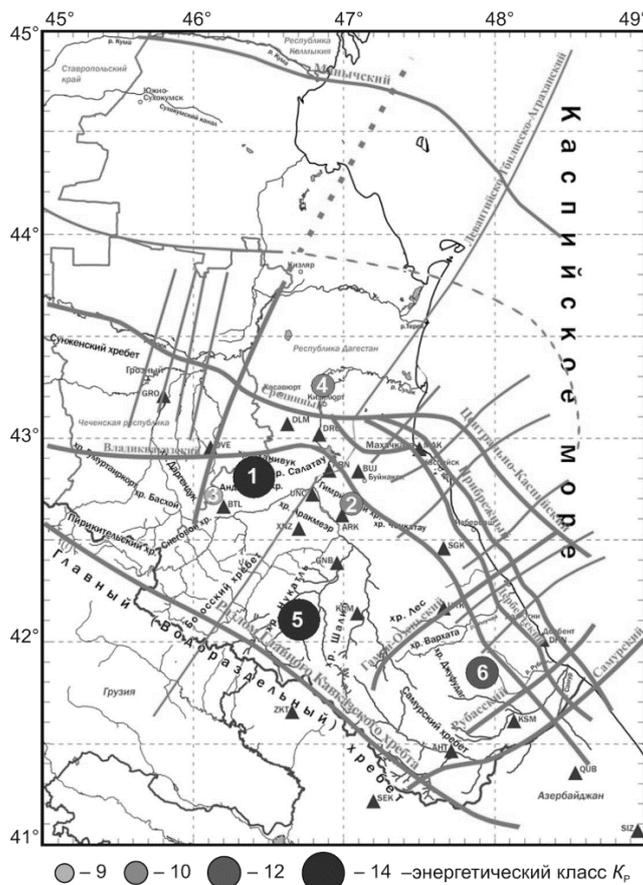


Рис. 1. Карта эпицентров ощутимых землетрясений 2016–2017 гг., совмещенная с картой разломов. Землетрясения: 1 – Мехельтинское; 2 – Араканское; 3 – Ботлихское; 4 – Кизилюртовское-II; 5 – Цурибское; 6 – Ляхлинское.

Тектоническая позиция очагов. На рис. 1 приведена карта эпицентров вышеперечисленных землетрясений, совмещенная с картой разломов [4]. Эпицентры трех из них (Мехельтинского 13 мая 2016 г., Араканского 24 августа 2016 г. и Ляхлинского 7 декабря 2017 г.) располагаются в области влияния Владикавказского (Черногорского) разлома, в центральной и юго-восточной его частях; одно – Ботлихское 2 ноября 2016 г. – произошло в южной части близмеридионального Аксайского разлома, одно – Кизилюртовское-II 22 декабря 2016 г. – на северном борту Срединного разлома; Цурибское 3 мая 2017 г. – в зоне влияния Главного Кавказского разлома.



Рис. 2. Решения эпицентра Мехельтинского землетрясения 13 мая 2016 г. по данным разных сейсмологических центров (табл. 1)

Мехельтинское землетрясение. Эпицентр землетрясения, произошедшего 13 мая 2016 г. в 21^h17^m, находился в приграничной зоне с Чеченской Республикой. Названо оно по наименованию ближайшего к нему населенного пункта Мехельта.

Инструментальные данные. Мехельтинское землетрясение записали 1563 сейсмических станции мировой сети. Его кинематические и динамические параметры представлены в табл. 1 по данным Дагестанского филиала ФИЦ ЕГС РАН [1] (сеть DRS) в сопоставлении с решениями международных сейсмологических центров, представленными в бюллетене ISC [5]. Положение эпицентра по данным DRS и разных сейсмологических служб показано на рис. 2.

Таблица 1. Основные параметры Мехельтинского землетрясения 13 мая 2016 г. с $K_p=13.5$, $M_s=5.3$ по данным Дагестанского филиала ФИЦ ЕГС РАН в сопоставлении с определениями других агентств

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр						Магнитуда	Источник
			φ° , N	$\delta\varphi^\circ$	λ° , E	$\delta\lambda^\circ$	h , км	δh , км		
DRS	21 17 47.79	0.00	42.800	–	46.400	–	27.5	–	$K_p=13.5$	[1]
MOS	21 17 47.20	0.00	42.831	–	46.395	–	65.1	1.8	$MPVA=5.5$	[5]
AZER	21 17 46.71	0.17	42.662	0.08	46.236	0.02	33.8	4.3	–	–
ISC	21 17 45.99	0.34	42.892	0.03	46.409	0.03	169.0	3.0	$m_b=(5.0\pm 0.1)/306$	–
NEIC	21 17 51	–	42.940	–	46.630	–	60.5	–	$m_b=(5.0\pm 0.0)/419$, $M_{ww}=4.8$	–
TIF	21 17 46.68	–	42.778	–	46.405	–	99.6	2.0	$MPVA=5.2$	–
NORS	21 17 47.50	0.00	42.776	–	46.418	–	58.7	2.0	$m_b=4.8/190$	–
IDC	21 17 46.67	0.89	42.912	0.06	46.369	0.06	71.2	8.4	$m_b=(4.5\pm 0.1)/36$, $M_s=(3.6\pm 0.0)/64$	–

Примечание. DRS – Дагестанский филиал ФИЦ ЕГС РАН; MOS – ФИЦ ЕГС РАН, Обнинск, Россия; AZER – Республиканский сейсмологический центр Национальной академии наук Азербайджана; ISC – International Seismological Center, UK; NEIC – National Earthquake Information Center, USA; TIF – Институт наук о Земле Национального центра сейсмического мониторинга; NORS – Северо-Осетинский филиал ФИЦ ЕГС РАН; IDC – International Data Centre, Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty (CTBTO), Austria.

Как видно из табл. 1 и рис. 1, решения для эпицентра близки по данным DRS, MOS, NORS, TIF, ISC, тогда как разброс глубин значительный – от 28 до 169 км.

Макросейсмические данные о проявлениях Мехельтинского землетрясения собраны сотрудниками Дагестанского филиала ФИЦ ЕГС РАН в основном при помощи телефонного опроса жителей населенных пунктов Гумбетовского, Казбековского, Ботлихского и других районов. Обработка результатов опроса населения осуществлялась по опросной таблице, составленной на базе шкалы MSK-64 [3]. Землетрясение проявилось в населенных пунктах Дагестана от севера (г. Южный Сухокумск) до юга (с. Касумкент) на эпицентральных расстояниях до 213 км.

Собранный материал позволил произвести оценки интенсивности сотрясений в населенных пунктах вблизи эпицентра (табл. 2) и построить карту изосейст (рис. 3), по которой были определены координаты макросейсмического гипоцентра: $\varphi_{\text{мкр}}=42.93^\circ\text{N}$ и $\lambda_{\text{мкр}}=46.6^\circ\text{E}$, $h_{\text{мкр}}=33$ км. Все эпицентральные расстояния до обследованных населенных пунктов, сведенные в табл. 2, рассчитаны от этого макросейсмического эпицентра, расположенного к северу от с. Мехельта.

Таблица 2. Макросейсмические сведения о Мехельтинском землетрясении 13 мая 2016 г. с $K_p=13.5$, $M_s=5.3$

№	Пункт	φ° , N	λ° , E	Δ , км	№	Пункт	φ° , N	λ° , E	Δ , км
	Макросейсмический эпицентр	42.93	46.6	–	13	Какашура	42.65	47.38	68
5 баллов					14	Махачкала	42.97	47.50	68
1	Буртунай	42.98	46.61	7	3–4 балла				
2	Дылым	43.07	46.63	15	15	Бабаюрт	43.60	46.77	72
3	Мехельта	42.78	46.50	20	16	Карабудахкент	42.66	47.55	79
4	Дубки	43.01	46.85	23	17	Сулак	43.27	47.51	81
4–5 баллов					18	Грозный	43.31	45.66	86
5	Ножай-Юрт	43.08	46.36	27	19	Манаскент	42.73	47.68	90
6	Ведено	42.95	46.10	41	20	Кизляр	43.84	46.71	103
7	Кизилюрт	43.20	46.86	36	3 балла				
8	Хасавюрт	43.25	46.59	40	21	Тлярата	42.11	46.38	92
9	Буйнакск	42.82	47.11	45	22	Бежта	42.13	46.12	93
10	Ботлих	42.66	46.21	47	23	Кумух	42.17	47.11	95
4 балла					24	Сергокала	42.45	47.66	103
11	Гудермес	43.31	46.1	58	25	Уркарах	42.16	47.63	121
12	Гуниб	42.38	46.96	68					

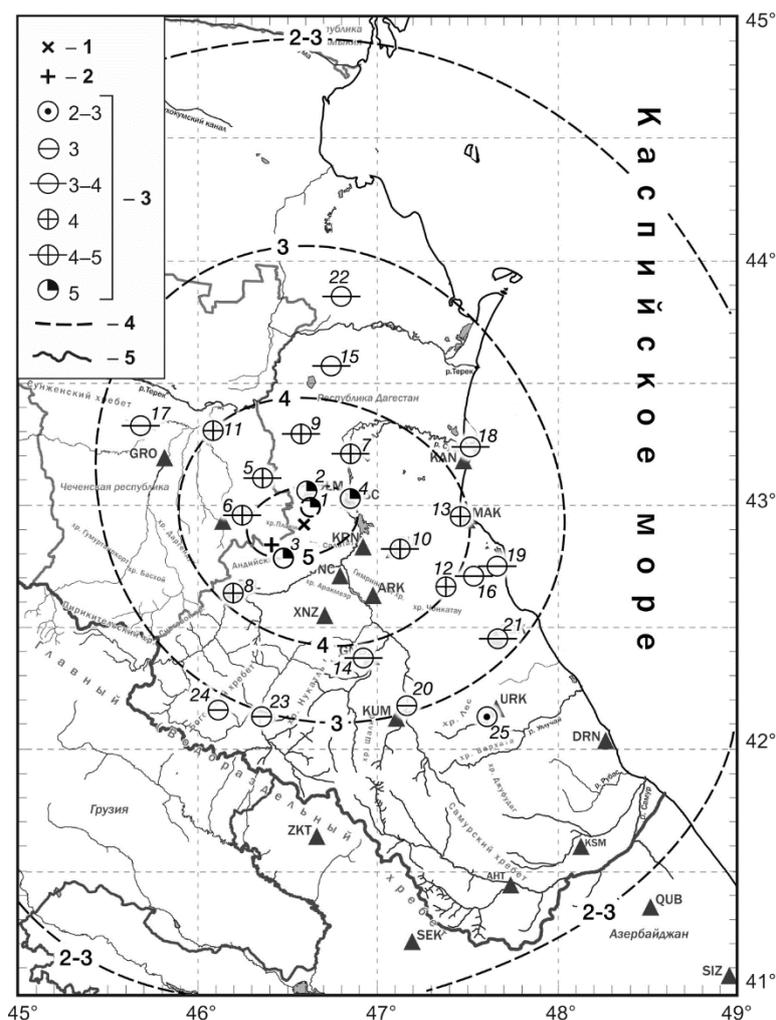


Рис. 3. Карта изосейст Мехельтинского землетрясения

1, 2 – макросейсмический и инструментальный эпицентры соответственно; 3 – интенсивность сотрясений в баллах по шкале MSK-64; 4 – изосейсты; 5 – государственная граница.

Расчетная интенсивность в эпицентре составила 5–6 баллов. Эта оценка подтверждается показаниями жителей с. Буртунай, согласно которым $I_i \geq 5$ баллов.

В четырехбалльной зоне люди ощущали толчки, спящие проснулись, дрожали посуда и оконные стекла, заметно колебались люстры.

Имеются сведения о макросейсмических проявлениях землетрясения за пределами Дагестана. Как сообщил М.Я. Гайсумов (г. Грозный), землетрясение ощущалось в следующих населенных пунктах: Ножай-Юрт, Ведено – 4–5 баллов; Гудермес – 4 балла; Грозный – 3–4 балла.

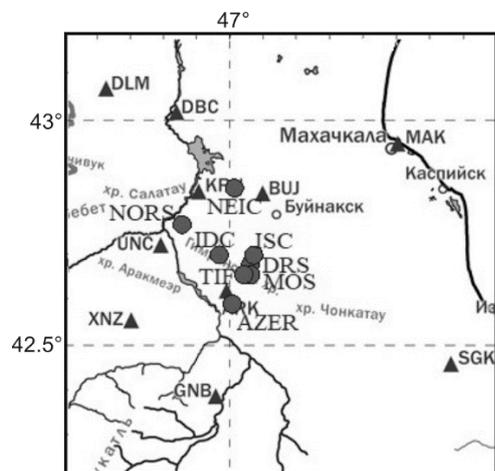


Рис. 4. Разные решения для эпицентра Араканского землетрясения 24 августа 2016 г.

Араканское землетрясение названо так по одноименному населенному пункту в центральной части Дагестана, в шести километрах от которого 24 августа 2016 г. в 21^h08^m произошло это ощутимое землетрясение.

Инструментальные данные. Кинематические и динамические параметры Араканского землетрясения, определенные региональной сетью сейсмических станций Дагестанского филиала ФИЦ ЕГС РАН, приведены на рис. 4 и в табл. 3 в сопоставлении с решениями других сейсмологических служб. По данным ISC [5], Араканское землетрясение записали 329 сейсмических станций мировой сети.

Как видно из рис. 4, решения разных агентств для эпицентра землетрясения, приведенные также в табл. 3, близки. В отличие от решений для Мехельтинского землетрясения 13 мая 2016 г., глубины гипоцентра Араканского землетрясения по данным разных центров хорошо согласуются между собой, находясь в диапазоне глубин $h=0.6–14.3$ км.

Таблица 3. Основные параметры Араканского землетрясения 24 августа 2016 г. с $K_p=10.1$, $M_s=3.4$ по данным Дагестанского филиала ФИЦ ЕГС РАН в сопоставлении с определениями других агентств

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр						Магнитуда	Источник
			φ° , N	$\delta\varphi^\circ$	λ° , E	$\delta\lambda^\circ$	h , км	δh , км		
DRS	21 08 40.87	0.00	42.678	–	47.057	–	11.5	–	$K_p=10.1$	[1]
MOS	21 08 39.60	0.00	42.655	–	47.058	–	10.0	0.2	$MPVA=4.5$	[5]
AZER	21 08 39.46	0.14	42.590	0.02	47.002	0.01	3.3	0.7	–	–
ISC	21 08 40.73	0.57	42.698	0.02	47.067	0.02	14.3	3.5	$m_b=(3.9\pm 0.2)/19$	–
NEIC	21 08 41.38	2.23	42.847	0.13	47.009	0.09	10.0f	–	$m_b=(4.3\pm 0.0)/11$	–
TIF	21 08 40.33	–	42.655	–	47.037	–	11.3	2.0	–	–
NORS	21 08 42.40	0.00	42.766	–	46.851	–	0.6	0.4	$MPVA=4.2$	–
IDC	21 08 38.57	0.64	42.699	0.11	46.963	0.08	0.0f	–	$m_b=(3.7\pm 0.1)/9$, $M_s=(2.8\pm 0.1)/2$	–

Примечание. (См. табл. 2).

Макросейсмические данные Араканского землетрясения были собраны по телефонному опросу без выезда в населенные пункты.

По сообщениям жителей в населенных пунктах Аракани ($\Delta=5$ км), Кудутль ($\Delta=5$ км), Аркас ($\Delta=8$ км), Майданская ($\Delta=9$ км) и Апши ($\Delta=10$ км), было замечено дребезжание посуды и оконных стекол, раскачивание висящих и подвешенных предметов, слышался гул, но трещины в штукатурке не наблюдались (4 балла).

Интенсивность сотрясений в 3–4 балла наблюдалась в таких населенных пунктах как Ирганай, Гергебиль, Могох, Шамилькала, Нижнее Казанище, Дургели, Унцукуль, Какашура. Толчок почувствовали некоторые люди, находившиеся в состоянии покоя в помещениях на первых или вторых этажах, спавшие люди проснулись, но не испугались. Дребезжала посуда, легко колебались висящие предметы, слышался гул, напоминающий шум тяжелого автотранспорта.

Интенсивность сотрясений в 3 балла ощущалась в Буйнакске, Гунибе, Хунзахе и в Гели. В этих населенных пунктах сотрясения, вызванные землетрясением, были замечены отдельными людьми, находящимися в состоянии покоя в помещениях на первых этажах. Отмечалось легкое колебание подвешенных предметов, при этом большинство жителей населенных пунктов землетрясение не почувствовали.

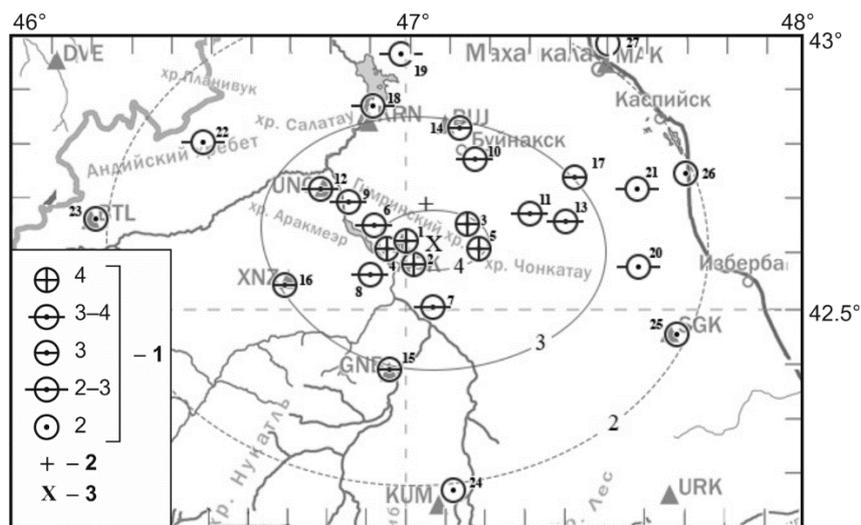
Интенсивность сотрясений в 2–3 балла была зафиксирована в Верхнем Каранае, Новом Чиркее, Губдене, Карабудахкенте и в с. Мехельта. Землетрясение было замечено отдельными людьми, находившимися в состоянии покоя в помещениях на первых-вторых этажах. Отмечено беспокойство животных (вой собак).

Интенсивность 2 балла была зафиксирована в Дубках, Кумухе, Сергокале, Манаскенте, Махачкале и Ботлихе. Землетрясение ощущалось на верхних этажах пяти- и девятиэтажных зданий различных типов. Сообщения об ощущениях на первых этажах отсутствуют. Большинство жителей города землетрясение даже не почувствовали.

Сведения об интенсивности сотрясений в населенных пунктах по шкале MSK-64 представлены в табл. 4 и на рис. 5. Отметим, что, несмотря на небольшой объем информации (28 населенных пунктов), удалось оконтурить зону сотрясений двумя изолиниями 4 и 3 балла. Был определен макросейсмический гипоцентр землетрясения, находящийся на расстоянии 6 км к востоку от селения Аракани и на 6 км южнее инструментального эпицентра, с координатами $\varphi_{\text{мкр}}=42.61^\circ\text{N}$, $\lambda_{\text{мкр}}=47.07^\circ\text{E}$ и глубиной очага $h_{\text{мкр}}=12$ км.

Таблица 4. Макросейсмические сведения об Араканском землетрясении 24 августа 2016 г. с $K_p=10.1$

№	Пункт	φ°, N	λ°, E	$\Delta, км$	№	Пункт	φ°, N	λ°, E	$\Delta, км$
	Макросейсмический эпицентр	42.61	47.07	–	3 балла				
4 балла					14	Буйнакск	42.82	47.11	23
1	Аракани	42.60	46.99	5	15	Гуниб	42.38	46.96	26
2	Кудугль	42.57	47.01	5	16	Хунзах	42.54	46.70	29
3	Аркас	42.64	47.14	8	17	Гели	42.72	47.39	32
4	Майданская	42.59	46.96	9	2–3 балла				
5	Апши	42.60	47.17	10	18	Верхний Каранай	42.82	46.90	29
3–4 балла					19	Чиркей	42.96	46.96	38
6	Ирганай	42.63	46.93	12	20	Губден	42.56	47.56	42
7	Гергебиль	42.50	47.06	12	21	Карабудахкент	42.70	47.56	43
8	Могох	42.56	46.91	13	22	Мехельта	42.79	46.50	50
9	Шамилькала	42.68	46.87	18	2 балла				
10	Нижнее Казанище	42.76	47.16	19	23	Дубки	43.02	46.83	48
11	Дургели	42.66	47.29	20	24	Кумух	42.16	47.11	49
12	Унцукуль	42.70	46.79	24	25	Сергокала	42.45	47.66	53
13	Кака-Шура	42.65	47.39	27	26	Манаскент	42.74	47.69	54
					27	Махачкала	42.96	47.51	54
					28	Ботлих	42.66	46.20	68

Рис. 5. Карта изосейст Араканского землетрясения 24 августа 2016 г. с $K_p=10.1$

1 – интенсивность сотрясений в баллах по шкале MSK-64 [2]; 2, 3 – эпицентр землетрясения по инструментальным и макросейсмическим данным соответственно.

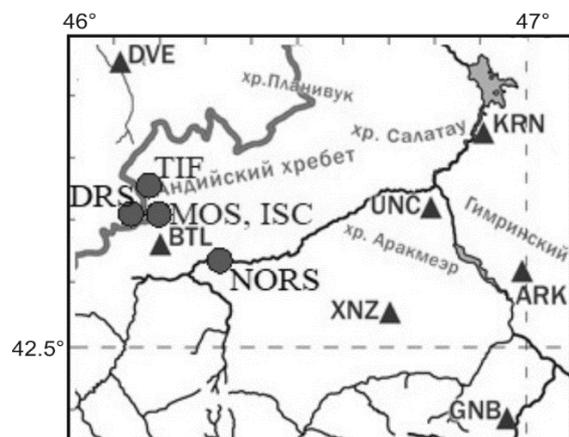


Рис. 6. Решения для эпицентра Ботлихского землетрясения 2 ноября 2016 г. по данным разных сейсмологических центров из табл. 5

Ботлихское землетрясение. Территория известняков в Дагестане в сейсмическом отношении изучена недостаточно. Сильные ощутимые землетрясения происходят здесь редко, поэтому любое заметное сейсмическое событие в данной зоне вызывает пристальный интерес. 2 ноября в 21^h08^m в Ботлихском районе, вблизи районного центра – села Ботлих – было зарегистрировано четырехбалльное землетрясение.

Инструментальные данные. По данным ISC [5], Ботлихское землетрясение записали 160 сейсмических станций мировой сети. На рис. 6 и в табл. 5 приведены основные параметры этого землетрясения по данным ДФ ФИЦ ЕГС РАН совместно с решениями других сейсмологических служб. Как видно из таблицы и рисунка, решения для эпицентра и глубины близки.

Таблица 5. Основные параметры Ботлихского землетрясения 2 ноября 2016 г. с $K_p=9.3$, $M_s=2.9$ по данным Дагестанского филиала ФИЦ ЕГС РАН в сопоставлении с определениями других агентств

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр						Магнитуда	Источник
			φ° , N	$\delta\varphi^\circ$	λ° , E	$\delta\lambda^\circ$	h , км	δh , км		
DRS	00 19 22.26	0.00	42.710	–	46.135	–	12.0	–	$K_p=9.3$	[1]
MOS	00 19 21.00	0.00	42.710	–	46.195	–	15.3	0.2	$MPVA=4.2$	[5]
ISC	00 19 23.01	0.79	42.709	0.03	46.196	0.02	7.5	5.6	–	–
TIF	00 19 21.80	–	42.755	–	46.174	–	5.9	2.4	–	–
NORS	00 19 21.10	0.00	42.636	–	46.328	–	3.0	0.4	$MPVA=4.3$	–

Макросейсмические проявления. Сразу же после произошедшего землетрясения работников сейсмостанции Ботлих Магомаевой А.А. были опрошены жители близлежащих населенных пунктов. Полученные сведения представлены в табл. 6.

Таблица 6. Макросейсмические сведения о Ботлихском землетрясении 2 ноября 2016 г. с $K_p=9.26$

№	Пункт	φ° , N	λ° , E	Δ , км	№	Пункт	φ° , N	λ° , E	Δ , км
	Макросейсмический эпицентр	42.69	46.17	–	3–4 балла				
4 балла					7	Гигатль	42.58	46.09	13
1	Ботлих	42.66	46.21	4	8	Анды	42.77	46.27	14
2	Ансалта	42.68	46.12	5	9	Агвали	42.54	46.12	16
3	Годобери	42.63	46.11	7	10	Верх. Гаквари	42.55	46.03	16
4	Чанко	42.71	46.25	8	11	Карата	42.58	46.33	16
5	Ниж. Инхело	42.64	46.25	8	3 балла				
6	Алак	42.60	46.19	9	12	Шабдух	42.75	46.42	22
					13	Киятль	42.69	46.47	25
					14	Мехельта	42.78	46.5	29

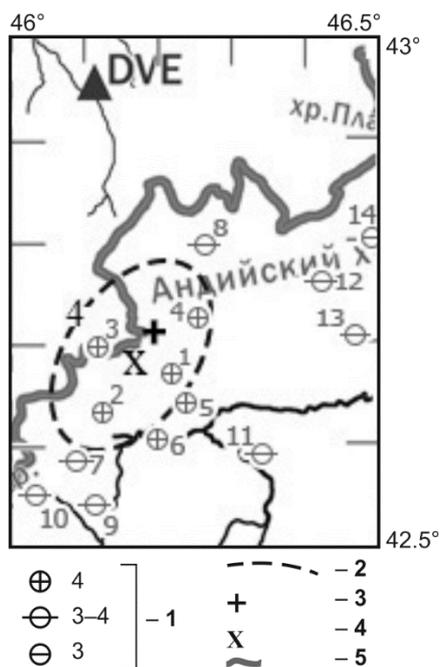


Рис. 7. Карта изосейст Ботлихского землетрясения 2 ноября 2016 г. с $K_p=9.3$

1 – балльность по шкале MSK-64; 2 – изосейста землетрясения; 3 – инструментальный эпицентр; 4 – макросейсмический эпицентр; 5 – административная граница.

Как видно из таблицы, интенсивность сотрясений в 4 балла ощущалась в селах Ботлих, Ансалта, Годобери, Чанко, Нижнее Инхело, Алак. Жители перечисленных населенных пунктов слышали подземный гул, похожий на звук проезда тяжелой груженой машины. В отдельных домах было замечено движение незакрытых дверей, дрожание мебели и дома, звон оконных стекол, некоторые люди испугались, но не вышли на улицу.

В результате анализа полученных сведений была построена карта изосейст (рис. 7). Эпицентральная зона характеризуется интенсивностью сотрясений 4 балла.

Трехбалльную изосейсту провести не удалось из-за отсутствия информации из удаленных от эпицентра населенных пунктов.

Макросейсмический эпицентр имеет координаты $\varphi_{\text{мкр}}=42.69^\circ\text{N}$; $\lambda_{\text{мкр}}=46.17^\circ\text{E}$ и $h_{\text{мкр}}=12$ км.

Следует отметить, что макросейсмический эпицентр Ботлихского землетрясения смещен на 3 км в юго-западном направлении от инструментального эпицентра.



Рис. 8. Решения эпицентра Кизилюртовского-II землетрясения 22 декабря 2016 г. по данным разных агентств

Кизилюртовское-II землетрясение. Эпицентр землетрясения, возникшего 22 декабря 2016 г. в 16^h31^m, находился недалеко от г. Кизилюрта, в зоне, где 31 января 1999 г. произошло Кизилюртовское-I землетрясение с магнитудой $M_s=5.6$ и силой сотрясений в эпицентре 7 баллов. Отсюда землетрясение 22 декабря 2016 г. получило название Кизилюртовское-II.

Инструментальные данные. По данным ISC [5], Кизилюртовское-II землетрясение записали 295 сейсмических станций мировой сети. Основ-

ные параметры землетрясения и положение эпицентра по данным разных агентств приведены в табл. 7 и на рис. 8.

Таблица 7. Основные параметры Кизилюртовского-II землетрясения 22 декабря 2016 г. с $K_p=10.3$, $M_s=5.3$ по данным Дагестанского филиала ФИЦ ЕГС РАН в сопоставлении с определениями других агентств

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр						Магнитуда	Источ- ник
			φ° , N	$\delta\varphi^\circ$	λ° , E	$\delta\lambda^\circ$	h , км	δh , км		
DRS	16 31 39.13	0.00	43.252	—	46.860	—	15	—	$K_p=10.3$	[1]
MOS	16 31 39.40	0.00	43.108	—	46.848	—	3.8	0.1	$MPVA=4.4$	[5]
AZER	16 31 39.41	0.07	43.109	0.01	46.585	0.01	5.0f	—	—	—
ISC	16 31 40.10	0.34	43.190	0.03	46.910	0.02	7.3	7.2	$m_b=(3.8\pm 0.0)/7$	—
TIF	16 31 40.80	—	43.094	—	46.816	—	10.6	1.2	—	—
NORS	16 31 38.30	0.00	42.988	—	47.073	—	2.8	0.2	$MPVA=4.8$	—
IDC	16 31 38.64	0.65	43.205	0.11	46.722	0.07	0.0f	—	$m_b=(3.5\pm 0.1)/8$, $ML=(3.4\pm 0.2)/9$	—

Макросейсмические данные. Ниже приводится краткое описание характерных макросейсмических проявлений землетрясения 22 декабря в близлежащих населенных пунктах. Макросейсмические данные собраны по телефонному опросу. Максимальная интенсивность сотрясений в эпицентре составила $I_0=4-5$ баллов по шкале MSK-64.

По сообщениям из населенных пунктов Бавтугай ($\Delta=3.5$ км), Нижний Чирюрт ($\Delta=4$ км) и Гелбах ($\Delta=3$ км), землетрясение ощущалось с интенсивностью сотрясений 4–5 баллов. Жители вышеперечисленных населенных пунктов почувствовали вертикальный удар. Повсеместно наблюдалось раскачивание люстр. Землетрясение ощущалось практически всеми людьми, находившимися в состоянии покоя, и сопровождалось гулом.

К *четырёхбалльной* зоне можно отнести г. Кизилюрт, с. Инче и с. Комсомольское. В этих селениях отмечено дребезжание посуды, оконных стекол, раскачивались подвешенные предметы. Повреждений в штукатурке в кладке печей не было.

В зоне 3–4 балла оказались с. Шушановка, пос. Дубки, села Эндирей, Нечаевка, Чонтаул, Дылым. В этих селениях отмеченное землетрясение ощущали многие жители. Они заметили покачивание люстр, дребезжание посуды, некоторые испугались.

В *трехбалльной* зоне в Новом Чиркее, Буртунае и Куруше землетрясение ощущали многие жители селений, ощущалось легкое дрожание, раскачивались люстры.

В населенном пункте Новолакское (зона 2–3 балла) землетрясение замечено отдельными людьми в состоянии покоя в помещениях на вторых этажах. Дрожала и скрипела мебель, легко колебались подвешенные предметы.

На основе опросных данных составлена табл. 8 о макросейсмических проявлениях Кизилюртовского-II землетрясения и построена карта изосейст (рис. 9).

Макросейсмический эпицентр имеет координаты $\varphi_{\text{МКР}}=43.13^\circ\text{N}$; $\lambda_{\text{МКР}}=46.85^\circ\text{E}$ и $h_{\text{МКР}}=12$ км.

Таблица 8. Макросейсмические сведения о проявлении Кизилюртовского-II землетрясения 22 декабря 2016 г. с $K_p=10.3$

№	Пункт	φ°, N	λ°, E	$\Delta, \text{км}$	№	Пункт	φ°, N	λ°, E	$\Delta, \text{км}$
	Макросейсмический эпицентр	43.13	46.85	–	8	Дубки	43.01	46.85	13
4–5 балла					9	Эндирей	43.14	46.65	14
1	Гелбах	43.14	46.85	2	10	Нечаевка	43.25	46.90	15
2	Бавтугай	43.16	46.83	3	11	Чонтаул	43.29	46.85	18
3	Ниж. Чирюрт	43.16	46.86	3	12	ДЫЛЫМ	43.07	46.63	18
4 балла					3 балла				
4	Инчхе	43.08	46.76	7	13	Нов. Чиркей	43.14	47.05	17
5	Кизилюрт	43.20	46.86	8	14	Буртунай	42.98	46.61	24
6	Комсомольск	43.16	46.89	8	15	Куруш	43.36	46.76	25
3–4 балла					2–3 балла				
7	Шушановка	43.19	46.98	12	16	Новолакская	43.10	46.48	29

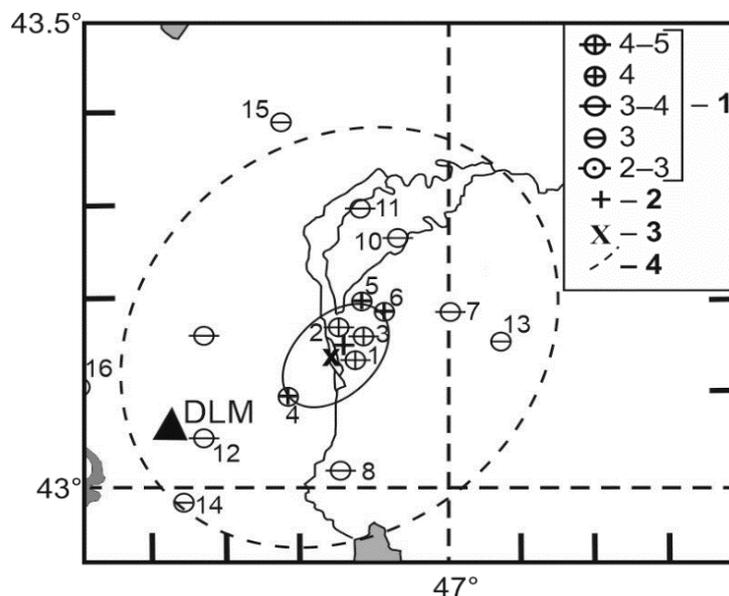


Рис. 9. Карта изосейст Кизилюртовского-II землетрясения 22 декабря в $16^{\text{m}}31^{\text{s}}$ ($K_p=10.3$)

1 – интенсивность сотрясений в баллах по шкале MSK-64 [3]; 2 – инструментальный эпицентр; 3 – макросейсмический эпицентр; 4 – изосейста, сплошная линия – уверенная, пунктир – предполагаемая.

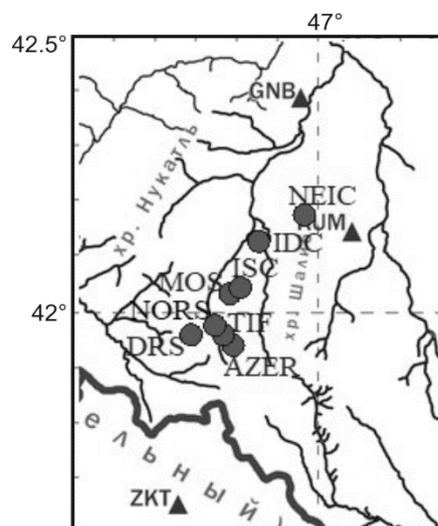


Рис. 10. Положения эпицентра Цурибского землетрясения 3 мая 2017 г. по данным разных сейсмологических центров

Цурибское землетрясение. Инструментальные данные. По данным ISC [5], Цурибское землетрясение 3 мая 2017 г. в $08^{\text{h}}53^{\text{m}}$ с $K_p=13.6$ записали 1172 сейсмические станции мировой сети. Его основные параметры, определенные в Дагестанском филиале ФИЦ ЕГС РАН (код сети DRS), приведены в табл. 9 в сопоставлении с данными международных сейсмологических центров. На рис. 10 показаны решения для эпицентра этого землетрясения этих центров. Наилучшее согласие в положении эпицентра наблюдается для решений DRS, NOR, AZER, TIF, MOS, ISC, максимально отклоняется от решения DRS эпицентр по данным NEIC – $\Delta\varphi=0.075^\circ$, $\Delta\lambda=0.26^\circ$. Разброс глубин находится в диапазоне $h=10-65$ км.

Таблица 9. Основные параметры Цурибского землетрясения 3 мая 2017 г.
с $K_p=13.6$, $M_s=5.3$ по данным Дагестанского филиала ФИЦ ЕГС РАН
в сопоставлении с определениями других агентств

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр						Магнитуда	Источник
			φ° , N	$\delta\varphi^\circ$	λ° , E	$\delta\lambda^\circ$	h , км	δh , км		
DRS	08 53 43.65	0.00	42.10	–	46.70	–	26.0	–	$K_p=13.6$	[1]
MOS	08 53 42.40	0.00	42.033	–	46.780	–	49	0.6	$MPVA=5.4$	[5]
AZER	08 53 43.45	0.26	41.940	0.04	46.788	0.02	41.5	1.6	–	–
ISC	08 53 41.54	0.44	42.044	0.02	46.805	0.02	49.1	4.0	$m_b=(5.1\pm 0.1)/304$, $M_s=(4.0\pm 0.1)/70$	–
NEIC	08 53 37.19	2.85	42.175	0.10	46.961	0.10	10.0f	–	$m_b=(5.2\pm 0.0)/337$	–
TIF	08 53 42.90	–	41.959	–	46.764	–	65.4	1.7	–	–
NORS	08 53 41.80	0.00	41.976	–	46.743	–	36.4	0.4	–	–
IDC	08 53 41.74	1.31	42.127	0.10	46.850	0.07	51.1	12.7	$m_b=(4.6\pm 0.1)/40$, $M_s=(3.9\pm 0.0)/56$	–

Сведения о проявлениях землетрясения получены от сотрудников сейсмических станций региональной сети Дагестанского филиала, а также собраны по телефону сотрудниками филиала без выезда в населенные пункты.

Макросейсмические проявления Цурибского землетрясения отмечены в Чародинском, Гунибском, Лакском районах. Ниже приведено краткое описание макросейсмических проявлений землетрясения в разных населенных пунктах. Как и в случаях с другими землетрясениями в рассматриваемом районе, поступившие сведения немногочисленны из-за малонаселенности эпицентральной области.

Максимальная интенсивность сотрясений $I_0=5-6$ баллов по шкале MSK-64 наблюдалась в селе Цуриб. Вертикальные удары ощущались практически всеми людьми, находившимися в состоянии покоя на первых этажах зданий. Отмечены испуг людей и беспокойство домашних животных. Некоторые из очевидцев в испуге выходили из домов, другие оставались на месте. Гре-мела посуда, дребезжали стекла окон, дрожала мебель, с полок падали предметы.

Пятибалльный эффект отмечен в пяти селениях: Ругуджа, Кумух, Гуниб, Вачи и Гергебиль. Большинство людей отмечали сильный короткий удар, наблюдался испуг. В зданиях скрипели полы и потолки, дребезжали посуда и стекла окон, колебались всяческие предметы.

4–5-балльные эффекты выявлены в селениях Акуша и Леваши. Землетрясение ощущали люди, находившиеся в состоянии покоя в зданиях на первых этажах, некоторые люди испытывали испуг и покидали помещения. Макросейсмические проявления внутри помещений сводились к раскачиванию всячих предметов, дребезжанию посуды и оконных стекол.

Интенсивность $I_i=4$ балла зафиксирована очевидцами в селениях Закаталы (Азербайджан) и Аракани. Землетрясение ощущалось большинством людей, находившихся в состоянии покоя в зданиях различного типа. Колебались всяческие предмеры, дребезжала посуда.

С интенсивностью $I_i=3-4$ балла землетрясение проявилось в селениях Глярата, Хунзах, Шамилькала, Унцукуль, Уркарах, Каранай, Буйнакск, Сергокала, Карабудахкент. Землетрясение ощущалось людьми, находившимися в состоянии покоя. Наблюдалось колебание всячих предметов.

Трехбалльный эффект отмечен в поселке Дубки, в селах Ахты и Касумкент, в городах Махачкала и Дербент. Землетрясение ощущали люди в основном на вторых этажах. Ощущалось легкое дрожание, раскачивались люстры.

Интенсивность 2–3 балла отмечена в селах Ботлих и Дылым. Землетрясение отмечено отдельными людьми в состоянии покоя в помещениях на вторых этажах. Дрожала и скрипела мебель, легко колебались всяческие предметы.

Оценки интенсивности сотрясений в населенных пунктах в баллах шкалы MSK-64 приведены в табл. 10, а соответствующая карта макросейсмических проявлений Цурибского землетрясения показана на рис. 11. Номера населенных пунктов на карте соответствуют нумерации в табл. 10. Из-за малонаселенности эпицентральной области и связанным с этим недостатком данных построение карты изосейст и определение макросейсмического эпицентра оказались невозможными, поэтому в табл. 10 приведены расстояния от населенных пунктов до инструментального эпицентра, а не макросейсмического.

Таблица 10. Макросейсмические сведения о Цурибском землетрясении 3 мая 2017 г. с $K_p=13.6$

№	Пункт	φ°, N	λ°, E	$\Delta, км$	№	Пункт	φ°, N	λ°, E	$\Delta, км$
5–6 баллов					13	Шамхалкала	42.69	46.86	63
1	Цуриб	42.23	46.83	18	14	Унцукуль	42.71	46.79	67
5 баллов					15	Уркарах	42.16	47.63	78
2	Ругуджа	42.36	46.92	34	16	Верхний Каранай	42.82	46.91	82
3	Кумух	42.17	47.11	36	17	Буйнакск	42.82	47.11	85
4	Гуниб	42.38	46.96	40	18	Сергокала	42.45	47.66	90
5	Вачи	42.07	47.21	42	19	Карабудахкент	42.71	47.56	98
6	Гергебиль	42.50	47.05	55	3 балла				
7	Акуша	42.28	47.34	42	20	Дубки	43.01	46.85	103
8	Леваша	42.43	47.32	50	21	Ахты	41.46	47.74	113
4 балла					22	Махачкала	42.97	47.50	116
9	Закаталы	41.63	46.64	53	23	Касумкент	41.67	48.16	129
10	Аракани	42.61	46.99	55	24	Дербент	42.05	48.27	132
3–4 балла					2–3 балла				
11	Тлярата	42.10	46.35	28	25	Ботлих	42.66	46.21	73
12	Хунзах	42.54	46.70	49	26	Дылым	43.07	46.63	108

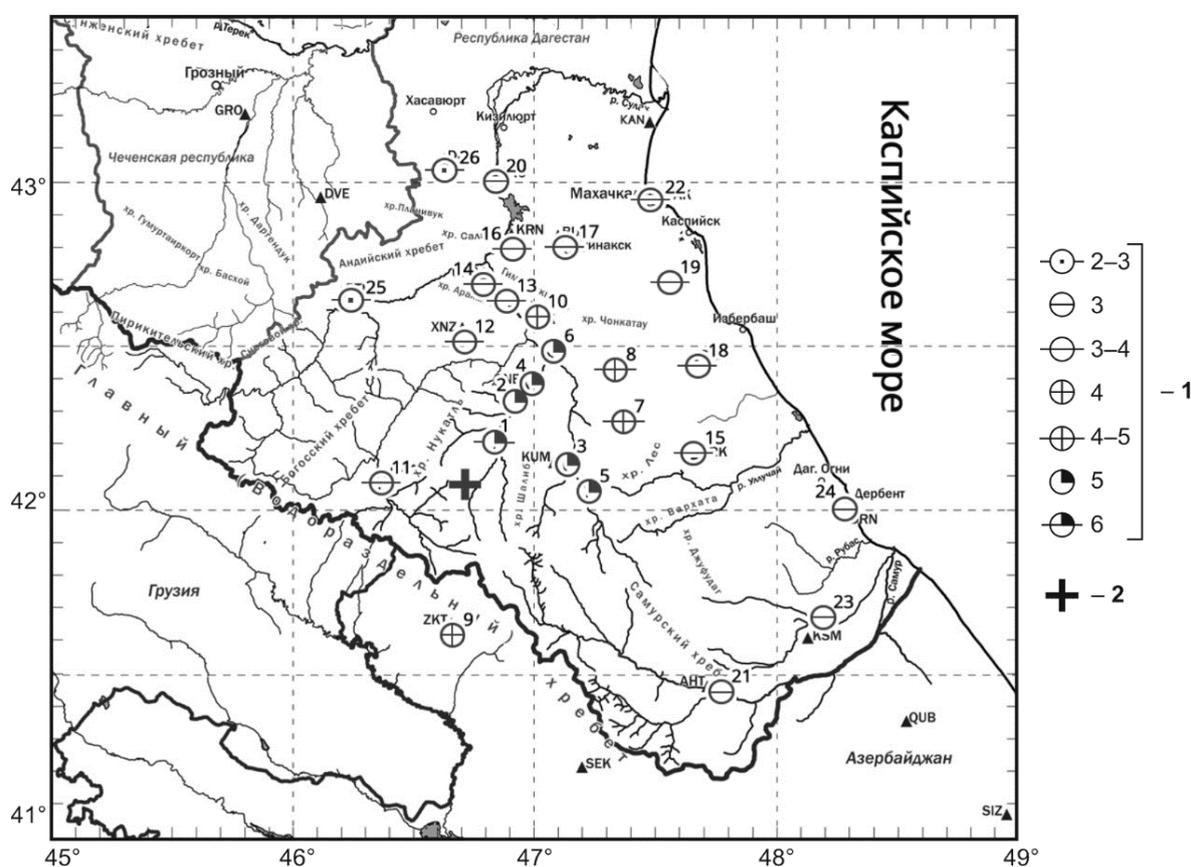


Рис. 11. Карта макросейсмических проявлений Цурибского землетрясения 3 мая 2017 г.

1 – интенсивность сотрясений в баллах по шкале MSK–64; 2 – инструментальный эпицентр.

В истории сейсмичности юго-западного Дагестана землетрясения, подобные Цурибскому, не редкость, например: землетрясение 27 июля 1948 г. в 16^h06^m с $M_s=6.1$; $I_0=7$ баллов [2(4), 6(5)], эпицентр которого был расположен к юго-западу на расстоянии 32 км от Цурибского; землетрясения 26 мая 1978 г. в 13^h43^m с $M_s=5.3$, $I_0=6$ баллов [7(6)] и 17 апреля 1994 г. в 08^h02^m с $M_s=5.0$ [6], эпицентры которых локализованы на расстоянии 30 км к юго-западу от Цурибского. Как видим, Цурибское землетрясение подтвердило высокую сейсмическую активность юго-западной части Дагестана.

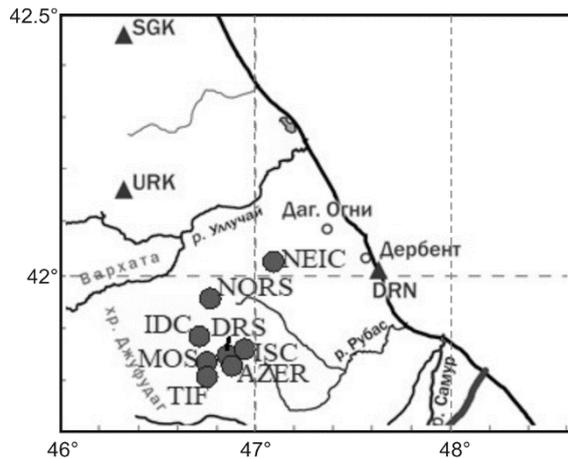


Рис. 12. Решения эпицентра Ляхлинского землетрясения 7 декабря 2017 г. разных сейсмологических центров

Ляхлинское землетрясение. Ближайшим населенным пунктом к эпицентру землетрясения, произошедшего 7 декабря 2017 г. в 05^h23^m, было с. Ляхля, по названию которого и наименовано это землетрясение.

Инструментальные данные. По данным ISC [5], Ляхлинское землетрясение записали 419 сейсмических станций мировой сети. Основные параметры землетрясения, определенные региональной сетью сейсмических станций Дагестанского филиала ФИЦ ЕГС РАН, приведены

в табл. 11 и на рис. 12 вместе с решениями других сейсмологических служб. Как и для Цурибского, наилучшее согласие положения эпицентра Ляхлинского землетрясения наблюдается по решениям DRS, NOR, AZER, TIF, MOS, ISC, несколько в стороне отстоят эпицентры по данным NOR и NEIC. Разброс глубин находится в диапазоне $h=10-28$ км.

Таблица 11. Основные параметры Ляхлинского землетрясения 7 декабря 2017 г. с $K_p=12$, $M_s=4.4$ по данным Дагестанского филиала ФИЦ ЕГС РАН в сопоставлении с определениями других агентств

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр						Магнитуда	Источник
			φ°, N	$\delta\varphi^\circ$	λ°, E	$\delta\lambda^\circ$	h , км	δh , км		
DRS	05 23 39.78	0.00	41.848	–	47.928	–	27.5	–	$K_p=12$	[1]
MOS	05 23 38.40	0.00	41.835	–	47.873	–	9.9	0.2	$MPVA=5.0$	[5]
AZER	05 23 37.45	0.04	41.828	0.01	47.939	0.00	21.2	0.1	–	–
ISC	05 23 39.16	0.65	41.860	0.03	47.972	0.02	28.1	5.1	$m_b=(4.2\pm 0.1)/31$, $M_s=(3.1\pm 0.2)/9$	–
NEIC	05 23 38.33	1.36	42.026	0.13	48.046	0.11	10.0f	–	$m_b=(4.1\pm 0.1)/28$	–
TIF	05 23 39.24	–	41.807	–	47.875	–	10.5	1.3	–	–
NORS	05 23 39.70	–	41.956	–	47.883	–	8.8	0.3	$MPVA=5.0$	–
IDC	05 23 35.70	0.60	41.884	0.12	47.855	0.07	21.2	0.1	$m_b=(4.1\pm 0.1)/19$, $M_s=(3.2\pm 0.1)/20$	–

В обследовании последствий землетрясения и в сборе макросейсмических данных участвовали сотрудники ДФ ФИЦ ЕГС РАН и представитель МЧС Дагестана М.Г. Багичев. Изучение распределения балльности в зоне проявления землетрясения проведено в Дагестанском филиале.

Анализ данных показал хорошую согласованность координат инструментального и макросейсмического эпицентров землетрясения, отстоящих друг от друга всего на 4 км, что находится в пределах точности определения инструментального эпицентра. Оценки интенсивностей сотрясений в населенных пунктах приведены в табл. 12, а соответствующая карта макросейсмических проявлений Ляхлинского землетрясения показана на рис. 13. Номера населенных пунктов на карте соответствуют нумерации в табл. 12. Для населенных пунктов, где получены неоднозначные оценки интенсивности, использовались средние значения.

Максимальная интенсивность сотрясений $I_0=5-6$ баллов наблюдалась в селе Ляхля. Землетрясение ощущалось всеми жителями, находившимися в зданиях в состоянии покоя, многие чувствовали два подземных толчка (первый – слабый, второй – сильный, как от взрыва). С севера слышался гул с характерным звуком взрыва, после которого начались колебания, люди в испуге выбежали из домов. По описаниям библиотекаря школы, вдруг раздался грохот, за которым последовало землетрясение, упала штукатурка в углу над дверным проемом. Также появились многие наружные и внутренние трещины на стенах здания школы. По словам завхоза, здание школы построено без сейсмопояса и введено в эксплуатацию сравнительно недавно, в 2010 году. Житель с. Ляхля рассказывал, что сначала легко задрожало в комнате, где

он находился, как будто проехала тяжелая машина, затем началось сильное землетрясение так, что стены раскачивались. Ему показалось, что волна пришла с севера.

Таблица 12. Макросейсмические сведения о Ляхлинском землетрясении 7 декабря 2017 г. с $K_p=12$, $M_s=4.4$

№	Пункт	φ°, N	λ°, E	$\Delta, км$	№	Пункт	φ°, N	λ°, E	$\Delta, км$
	Макросейсмический эпицентр	41.88	47.87		16	Касумкент	41.67	48.16	31
5–6 баллов					17	Курах	41.58	47.78	36
1	Ляхля	41.88	47.87		4 балла				
5 баллов					18	Рукель	41.98	48.21	29
2	Юхари-Ярак	41.83	47.93	6	19	Кубачи	42.08	47.60	32
3	Ашага-Ярак	41.81	47.95	7	20	Уркарах	42.16	47.63	37
4	Куштиль	41.81	47.88	8	21	Ахты	41.46	47.74	50
5	Хучни	41.93	47.93	9	3–4 балла				
6	Чувек	41.80	47.90	10	22	Рутул	41.53	47.43	57
7	Ничрас	41.83	48.00	11	3 балла				
8	Зильдик	41.80	47.98	11	23	Дербент	42.05	48.27	38
9	Кондик	41.80	47.86	13	24	Белиджи	41.86	48.38	42
10	Пилиг	41.96	47.86	13	25	Магарамкент	41.61	48.35	48
11	Межгюль	41.80	48.00	13	26	Вачи	42.06	47.20	61
12	Хив	41.75	47.91	15	2–3 балла				
13	Чере	41.80	48.04	18	27	Кумух	42.12	47.11	71
4–5 баллов					2 балла				
14	Маджалис	42.11	47.81	26	28	Сергокала	42.45	47.66	64
15	Тпиг	41.76	47.58	29	29	Избербаш	42.57	47.86	74

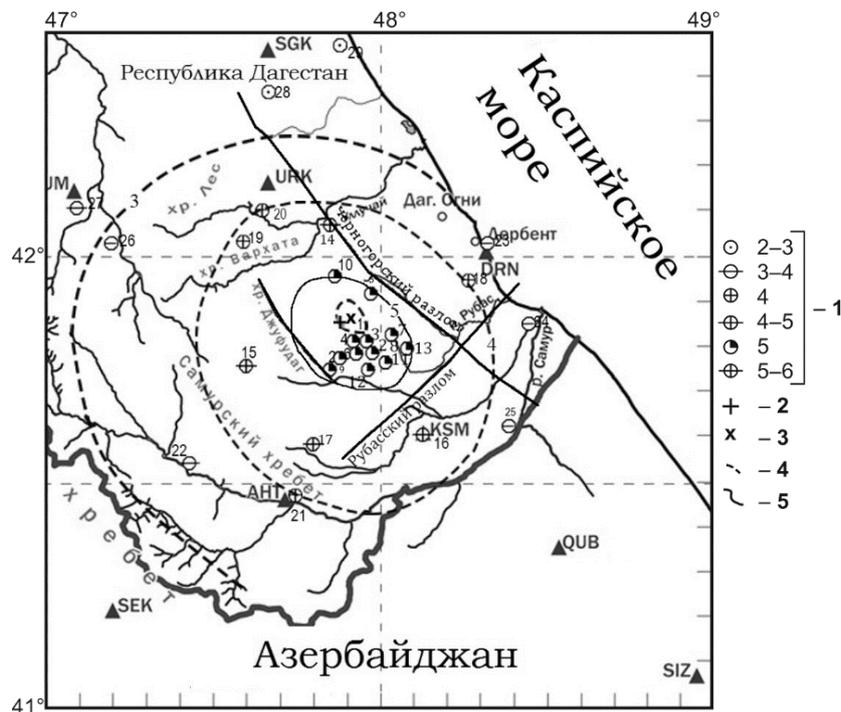


Рис. 13. Карта макросейсмических проявлений Ляхлинского землетрясения 7 декабря 2017 г.

1 – интенсивность сотрясений в баллах по шкале MSK–64, 2 – инструментальный эпицентр, 3 – макросейсмический эпицентр, 4 – изосейсты; 5 – разломы [4].

Пятибалльный эффект отмечен в селениях Юхари-Ярак, Ашага-Ярак, Чувек, Ничрас, Кондик, Зильдик, Пилиг, Межгюль, Хив и Чере. Землетрясение ощущалось людьми, находившимися в зданиях на первых и вторых этажах, а также на открытом воздухе. В помещениях скрипели полы и потолки, дребезжали посуда и оконные стекла, раскачивались висячие предметы, был слышен нарастающий подземный гул. Сотрясения чувствовались практически всеми жителями.

4–5-балльные эффекты выявлены в селениях Маджалис, Тпиг, Касумкент, Курах. Жители вышеперечисленных населенных пунктов почувствовали один достаточно короткий толчок, вызвавший состояние тревоги. Отмечалось дребезжание оконных стекол.

Интенсивность сотрясений 4 балла зафиксирована очевидцами в селениях Рукель, Кубачи, Уркарах и Ахты. В помещениях дребезжали посуда и оконные стекла, скрипела мебель, раскачивались висючие предметы.

С интенсивностью сотрясений 3–4 балла землетрясение проявилось в селении Рутул. Землетрясение ощущалось большинством людей в помещениях, отмечалось дребезжание оконных стекол. Трехбалльный эффект отмечен в г. Дербенте и в селениях Белиджи, Магарамкент и Вачи. Землетрясение ощущали люди в основном на вторых этажах. Ощущалось легкое дрожание, раскачивались люстры.

Как видно из схемы изосейст Ляхлинского землетрясения, вырисовываются две особенности: во-первых, ориентация изосейст в северо-западном направлении свидетельствует о приуроченности очага землетрясения к Черногорскому (Владикавказскому) разлому соответствующей ориентации, во-вторых, изосейсты землетрясения постепенно расширяются к юго-западу.

Рассматриваемое событие произошло в районе, где на протяжении последних десятков лет сильные землетрясения ($K_p \geq 12.5$) не зафиксированы. Однако на продолжающуюся сейсмическую активность этой зоны указывает список всех землетрясений с $K_p \geq 10$, произошедших в данной зоне с 1997 г. [6], приведенный в табл. 13. Ближе всего к эпицентру Ляхлинского землетрясения находится Касумкентское землетрясение, произошедшее 20 апреля 1966 г. [8] с $K_p = 13.7$ в 38 км юго-восточнее от него.

Таблица 13. Список землетрясений, произошедших в очаговой зоне Ляхлинского землетрясения ($\varphi = 41.57^\circ - 42.15^\circ$, $\lambda = 47.30^\circ - 48.10^\circ$) за 1997–2017 гг.

№	Дата	t_0 , ч мин с	Эпицентр		h, км	K_p
			φ °, N	λ °, E		
1	28.06.1997	06 45 01.05	41.83	48.00	15	11.5
2	04.12.1997	06 06 20	41.78	47.92	30	10.6
3	02.06.1998	10 53 18.1	42.04	47.60	11.4	10.7
4	24.02.1999	02 26 20.1	41.69	47.88	6	11.1
5	05.07.2000	17 29 26.1	41.99	47.72	23	10.6
6	27.06.2001	21 58 25.1	42.05	47.94	13.5	10.7
7	08.02.2004	12 54 10	41.74	47.46	4.5	11.0
8	08.03.2005	02 41 04	41.65	48.01	37	10.6
9	13.03.2005	03 02 09	41.86	47.90	44	12.4
10	29.09.2005	01 14 57	42.03	47.38	15.5	10.9
11	28.09.2010	18 40 41	42.06	47.52	14	10.5
12	28.05.2012	07 51 96	42.04	47.39	14.5	10.9
13	23.10.2012	16 17 56	41.99	47.62	13.5	11.0
14	07.12.2017	05 23 39.78	41.84	47.92	27.5	12

Как видно, за последние 22 года в зоне Ляхлинского землетрясения произошло 14 землетрясений с $K_p = 10 - 12$. На рис. 14 приведена карта эпицентров этих исторических землетрясений.

Закключение. Все вышеописанные ощутимые землетрясения 2016–2017 гг., за исключением Араканского, размещены в сейсмоактивном кольце вокруг зоны затишья. Араканское землетрясение, наряду с Кичигамринскими-I и II землетрясениями 3 мая 1988 г. и 13 апреля 2013 г., нарушает продолжительное сейсмическое затишье в этой зоне, тем самым показывая, что выделение сейсмической энергии в этой зоне продолжается и, возможно, в среднесрочной перспективе здесь будут иметь место подобные сейсмические события. Также следует отметить, что Ботлихское землетрясение 2 ноября является единственным событием подобной силы в пределах Ботлихского района за инструментальный период наблюдений (с 1975 г.). Детальная информация о нем в определенной мере восполняет пробел в наших знаниях о сейсмичности этой территории. Кизилюртовское-II землетрясение, несмотря на небольшое значение магнитуды, представляет интерес в связи с близостью его эпицентра к Чирюртовской ГЭС и большой площадью ощутимости сотрясений.

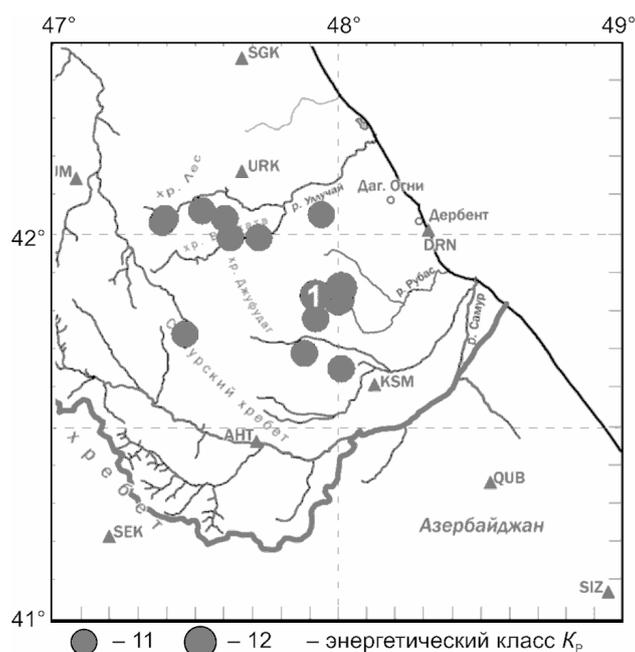


Рис. 14. Карта эпицентров исторических землетрясений в районе Ляхлинского землетрясения 7 декабря 2017 г.

1 – эпицентр Ляхлинского землетрясения.

Описанные сейсмические события вполне вписываются в общую схему сеймотектонической активности рассматриваемой территории, а результаты их изучения расширяют представление о подобных событиях и их последствиях, позволяя уточнить сейсмическую опасность на территории Дагестана.

Л и т е р а т у р а

1. Адилов З.А., Асекова З.О., Гамидова А.М., Мусалаева З.А., Павличенко И.Н., Сагателова Е.Ю., Шахмарданова С.Г. // Каталог (оригинал) землетрясений Дагестана за 2016–2017 гг. – Махачкала: Фонды ДФ ФИЦ ЕГС РАН, 2016–2017 гг. – 33 с.
2. Бабаян Т.О., Кулиев Ф.Т., Папалашвили В.Г., Шебалин Н.В., Вандышева Н.В. П б. Кавказ [50–1974 гг.; $M \geq 4.0$, $I_0 \geq 5$] // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: «Наука», 1977. – С. 69–170.
3. Медведев С.В. Международная шкала сейсмической интенсивности // Сейсмическое районирование СССР – М.: Наука, 1968. – С. 151–162.
4. Черкашин В.И., Сабанаев К.А., Гаврилов Ю.О., Панов Д.И. Тектоническая карта Дагестана. // Труды ИГ ДНЦ РАН (Тектоника Дагестана (объяснительная записка); Вып. 60). – Махачкала: АЛЕФ, 2012. – С. 86.
5. International Seismological Centre. (2022). On-line Bulletin. <https://doi.org/10.31905/D808B830>
6. Общий каталог землетрясений на территории Дагестана. Макросейсмические и инструментальные данные о землетрясениях за период с VII в.н.э. до 2005 года. – Махачкала: Эпоха, 1997. – 394 с.
7. Папалашвили В.Г., Кулиев Ф.Т., Левкович Р.А., Агамирзоев Р.А. Тляртинское землетрясение 26 мая 1978 г. // Сейсмический бюллетень Кавказа 1979 г. – Тбилиси, 1982. – С. 209–214.
8. Ананьин И.В., Кулиев Ф.Г. Касумкентское землетрясение 20 апреля 1966 г. // Землетрясения в СССР в 1966 г.– М.: Наука, 1970. – С. 44–55.

DAGESTAN EARTHQUAKES FELT in 2016–2017

O.A. Asmanov, Kh.Dzh. Magomedov, Z.A. Adilov, Z.O. Asekova

*Dagestan branch of Geophysical Survey of Russian Academy of Sciences,
Makhachkala, Russia, adilov79@mail.ru*

Abstract. The article provides instrumental data and descriptions of macroseismic manifestations of six perceptible earthquakes that occurred on the territory of Dagestan in 2016 (Mekhelta on May 13 with $K_R=13.5$,

$M_s=5.3$, $I_0=5$, Arakan on August 24 with $K_R=10.1$, $M_s=3.4$, $I_0=4$, Botlikh on November 2 with $K_R=9.3$, $M_s=3.2$, $I_0=4$, Kizilyurt-II on December 22 with $K_R=10.3$, $M_s=3.5$, $I_0=4-5$) and in 2017 (Tsurib on May 3 with $K_R=13.6$, $M_s=5.3$, $I_0=6$ and Lyakhlya on December 7 with $K_R=12$, $M_s=4.4$, $I_0=5-6$). For each of the considered earthquakes, except for the Tsurib one, isoseismal maps were compiled. All earthquakes, except for the Arakan one, are located along the seismically active ring around the calm zone. The Arakan earthquake, together with the Kichigamra-I and Kichigamra-II earthquakes on May 3, 1988, and April 3, 2013, breaks the long-term seismic calm in this zone, thereby confirming that similar seismic events can take place here in the medium term. It should be noted that the 2016 Botlikh earthquake is the only event of such magnitude within the Botlikh area for the entire instrumental observation period (since 1975). The Kizilyurt-II earthquake, despite its low magnitude, is of interest due to the wide-area where shakes were felt, and, together with the strong 1999 Kizilyurt-I earthquake with $M_s=5.3$, due to proximity to the Chiryurt hydroelectric power station.

Key words: Dagestan, earthquake, macroseismic and instrumental data, isoseismal map, deep fault, history of seismicity.

DOI: 10.35540/1818-6254.2022.25.24 **EDN:** GILHQD

For citation: Asmanov, O.A., Magomedov, Kh.Dzh., Adilov, Z.A., & Asekova, Z.O. (2022). [Dagestan earthquakes felt in 2016–2017]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 25(2016–2017), 261–276. (In Russ.). DOI: 10.35540/1818-6254.2022.25.24. EDN: GILHQD

References

1. Adilov, Z.A., Asekova, Z.O., Hamidova, A.M., Musalaeva, Z.A., Pavlichenko, I.N., Sagatlova, E.Yu., & Shakhmardanova, S.G. (2016–2017). *Katalog (original) zemletriaseniy Dagestana za 2016–2017 gg.* [Catalog (original) of the earthquakes of Dagestan in 2016–2017]. Makhachkala, Russia: Funds DF GS RAS Publ., 33 p. (In Russ.).
2. Babayan, T.O., Kuliev, F.T., Papalashvili, V.G., Shebalin, N.V., & Vandysheva, N.V. (1977). [Caucasus (50–1974.; $M \geq 4.0$, $I_0 \geq 5$)]. In *Novyi katalog sil'nykh zemletryaseni na territorii USSR s drevneishykh vremen do 1975 goda* [A new catalog of strong earthquakes on the territory of the USSR from ancient times to 1975] (pp. 69–170). Moscow, Russia: Nauka Publ. (In Russ.).
3. Medvedev, S.V. (1968). [International scale of seismic intensity]. In *Seysmicheskoye rayonirovaniye SSSR* [Seismic zoning of the USSR] (pp. 151–162). Moscow, Russia: Nauka Publ. (In Russ.).
4. Cherkashin, V.I., Sabanaev, K.A., Gavrilov, Yu.O., & Panov, D.I. (2012). [Tectonic map of Dagestan]. Trudy IG DNTS RAN [Proceedings of the IG DSC RAS]. Makhachkala, Russia: ALEF Publ., 86 p. (In Russ.).
5. International Seismological Centre. (2022). On-line Bulletin. Retrieved from <https://doi.org/10.31905/D808B830>
6. *Obshchiy katalog zemletriaseniy na territorii Dagestana. Makroseysmicheskiye i instrumental'nyye dannyye o zemletryaseniakh za period s VII v.n.e. do 2005 goda* [General catalog of earthquakes in the territory of Dagestan. Macroscopic and instrumental data on earthquakes for the period from the VII-th century until 2005]. (1997). Makhachkala, Russia: Epocha Publ., 394 p.
7. Papalashvili, V.G., Kuliev, F.T., Levkovich, R.A., & Agamirzoev, R.A. (1982). [Tlyarata earthquake on May 26, 1978]. In *Seysmicheskiy byulleten' Kavkaza 1979 g.* [Seismic Bulletin of the Caucasus 1979] (pp. 209–214). Tbilisi, Georgia.
8. Anan'in, I.V., & Kuliev, F.G. (1970). [Kasumkent earthquake on April 20, 1966]. *Zemletriaseniia v SSSR v 1966 godu* [Earthquakes in the USSR in 1966] (pp. 44–55). Moscow, Russia: Nauka Publ. (In Russ.).