

ГАЗОРЧАШМИНСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 1 июля 2016 г.**с $K_p=12.5$, $M_w=5.0$, $I_0=6-7$ (Таджикистан)****Р.У. Джураев***Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии
АН Таджикистана, г. Душанбе, dhuraev52@mail.ru*

Аннотация. Представлены результаты полевого обследования последствий землетрясения, произошедшего на территории Раштского (Гармского) района Таджикистана 1 июля 2016 года. Произведен анализ поврежденных зданий и сооружений, выявлены основные их причины. Составлена карта изосейст, определены макросейсмические параметры. Описаны афтершоки, механизм очага и приуроченность землетрясения к геологическим структурам района.

Ключевые слова: макросейсмика, изосейста, бальность, магнитуда, сейсмостойкость, антисейсмические мероприятия.

DOI: 10.35540/1818-6254.2022.25.25 EDN: GOMUII

Для цитирования: Джураев Р.У. Газорчашминское землетрясение 1 июля 2016 г. с $K_p=12.5$, $M_w=5.0$, $I_0=6-7$ (Таджикистан) // Землетрясения Северной Евразии. – 2022. – Вып. 25 (2016–2017 гг.). – С. 277–284. DOI: 10.35540/1818-6254.2022.25.25. EDN: GOMUII

Введение. В Таджикистане сейсмический мониторинг проводится в двух организациях Национальной академии наук Таджикистана (НАНТ): Геофизической службе (ГС НАНТ) и Институте геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии, сокращенно ИГССС НАНТ.

Геофизическая служба обрабатывает землетрясения разных глубин от 0 до 300 км, создает их каталоги с $K_p \geq 5.5$ для Душанбино-Вахшского района и с $K_p \geq 8.6$ для всей территории Таджикистана с прилегающими районами семи государств (Узбекистана, Кыргызстана, Казахстана, Китая, Пакистана, Индии, Афганистана), проводит на их основе анализ всех сторон сейсмических процессов.

ИГССС НАНТ проводит качественные макросейсмические обследования ощутимых в Таджикистане коровых и глубоких землетрясений с анализом тектоники их очаговых зон, а также создает некоторые локальные каталоги землетрясений.

Инструментальные данные. 1 июля 2016 г. в 19^h58^m местного времени (14^h58^m по Гринвичу) в 156 км восточнее г. Душанбе произошло землетрясение интенсивностью в эпицентре $I_0=6-7$ баллов по шкале MSK-64 [1]. По данным ГС НАНТ оно расположено на северном склоне хр. Петра Первого (ближе к гребневой части), в 7 км южнее селения Газорчашма, получив название Газорчашминского. Ранее в этом районе уже происходили подобные землетрясения: в 1956 г. с $I_0=7-8$ баллов, в 1976 г. с $I_0=6-7$ баллов, в 1983 г. с $I_0=7$ баллов, в 1987 г. с $I_0=6$ баллов, в 2009 г. с $I_0=5-6$ баллов [2].

Координаты гипоцентра по данным сети сейсмических станций ГС НАНТ равны: $\varphi=38.92^\circ\text{N}$, $\lambda=70.49^\circ\text{E}$, $h=10$ км, энергетический класс $K_p=12.5$ [3]. По данным ISC [4], это землетрясение записали 1154 сейсмические станции Мира и целый ряд агентств, таких как MOS, NEIC, GCMT, IDC и др., с оценкой параметров его эпи/гипоцентра и магнитуды (табл. 1).

Таблица 1. Основные параметры землетрясения 1 июля 2016 г. в 14^h58^m с $K_p=12.5$ по данным различных сейсмологических центров

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр						Магнитуда	Источник
			φ° , N	$\Delta\varphi$, км	λ° , E	$\Delta\lambda$, км	h , км	δh , км		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ГС НАНТ	14 58 53	–	38.92 _н	–	70.49 _н	–	10	–	$K_p=12.5$; $M(K)=4.7$ по [4]	[3]
ИГССС НАНТ	–	–	38.99 _м	–	70.48 _м	–	–	–	–	рис. 7
COME	14 58 51.8	–	39.117	–	70.717	–	–	–	–	[4]
MOS	14 58 55.9	1.2	38.873	3.8	70.622	3.1	28	–	$M_S=4.6/40$; $m_b=5.5/71$	[4]
ISC	14 58 56.32	0.4	38.929	3.6	70.439	2.8	18.3	1.8	$M_S=4.5/130$; $m_b=5.2/278$ $h_{pp}=18$ км	[4]
NEIC-1	14 58 54.70	–	38.895	–	70.629	–	19	–	$M_{wr}=5.0/26$; $m_b=5.4/103$	[4]

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр						Магнитуда	Источ- ник
			φ° , N	$\Delta\varphi$, км	λ° , E	$\Delta\lambda$, км	h , км	δh , км		
NEIC-2	14 58 54.75	–	38.881	10.5	70.559	8.0	10 f	–	–	[4]
GCMT	14 58 55.8	0.20	39.040	–	70.370	–	12 f	–	$M_w=5.0/105$	[4]
ВЛ	14 58 51.7	1.3	38.99	–	70.47	–	11	–	$M_s=4.9/79$, $m_b=4.9/71$, $ML=5.0/3$	[4]

Примечание. ГС НАНТ – Геофизическая служба Академии наук Таджикистана; ИГССС НАНТ – Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии национальной Академии наук Таджикистана; COME – Сейсмологическая опытно-методическая экспедиция, Алматы, Казахстан. Коды, используемые при международном обмене для обозначения национального сейсмологического центра: MOS – ФИЦ ЕГС РАН; ISC – International Seismological Centre, Thatcham, Berkshire, United Kingdom; NEIC – National Earthquake Information Center; Geological Survey, Denver, USA; GCMT – Global CMT Project, Lamont Doherty Earth Observatory, Columbia University, Palisades, USA; ВЛ – China Earthquake Networks Center, Beijing, China.

Как видим, диапазон разброса координат гипоцентра, составляющий 0.24° по широте ($38.873_{\text{MOS}}-39.117_{\text{COME}}^\circ\text{N}$), 0.26 по долготе ($70.370_{\text{GCMT}}-70.629_{\text{NEIC}}^\circ\text{N}$) и $10-28$ км по глубине (при более точном ее значении $h_{\text{рр}}=18$ км по обменным волнам), невелик. Магнитуды по поверхностным волнам равны: $M_{\text{S MOS}}=4.6$, $M_{\text{S ISC}}=4.5$ и $M_{\text{S ВЛ}}=4.9$, что в среднем близко к магнитуде $M_{\text{расч}}=4.7$, рассчитанной из энергетического класса $K_{\text{р}}=12.5$ по формуле Т.Г. Раутиан ($M=(K_{\text{р}}-4)/1.8$) [5]. Обе моментные магнитуды ($M_{\text{w NEIC}}$ и $M_{\text{w GCMT}}$) ожидаемо выше и равны 5.0.

Макросейсмические проявления. Землетрясение с наибольшей интенсивностью, равной 6–7 баллам (ближе к 7 баллам), проявилось в селении Газорчашма, расположенном на относительно ровной поверхности межгорной впадины вблизи гребневой части хр. Петра Первого. Здесь жилые дома и общественные здания в основном глинобитные (типа похса) и из кирпича-сырца. Многие из них построены без надлежащего фундамента и соблюдения элементарных норм сейсмостойкости. Землетрясение проявилось в виде резкого и сильного вертикального толчка, который сопровождался подземным гулом. Люди в страхе выбегали из домов. В 20 % жилых зданий произошли значительные повреждения в виде обрушения стен, образования сквозных трещин в стенах, в результате здания пришли в негодность для проживания (рис. 1–4).



Рис. 1. Повреждение здания школы



Рис. 2. Обрушение части стены жилого дома



Рис. 3. Повреждение нового жилого дома



Рис. 4. Обрушение части крыши и стен жилого дома

В остальных домах на стенах и угловых сопряжениях образовались трещины, произошло выпадение больших кусков штукатурки, значительно раскрылись и удлинились старые трещины в стенах. В 3–4 км южнее селения Газорчашма в приводораздельной части хр. Петра Первого и на южных склонах произошли обвалы и камнепады, которые включены в 6–7-балльную зону землетрясения.

В селениях Куль, Зубет, Яхакпаст, Шархо, Аскалон и Саришухон, где землетрясение проявилось с $I_i=6$ баллов, во многих жилых постройках и общественных зданиях образовались трещины разного направления (вертикальные, косые, горизонтальные) в стенах с шириной раскрытия от 0.3 до 2.0 см, произошло обрушение больших кусков штукатурки стен. Значительно расширились и увеличились старые трещины. Сильно повреждены или частично разрушены около 10 % преимущественно старых жилых домов, глинобитных хозяйственных построек, дувалов (глинобитных заборов). Эти селения расположены на холмистой поверхности северного склона хр. Петра Первого. Поверхность имеет общий уклон от 5–7° до 15–20° в северном направлении и сложена лёссовидными суглинками мощностью от 5–10 до 20 м и более. На интенсивность проявления землетрясения в этих селениях повлияли рельеф местности, грунтовые и гидрогеологические условия. Более серьезные повреждения наблюдались в жилых зданиях, расположенных на склонах, сложенных лёссовидными суглинками и на поверхностях с близкими грунтовыми водами. В селении Куль на склоне холма в результате землетрясения образовался небольшой оползень и трещины на поверхности земли (рис. 5 и 6).



Рис. 5. Оползень в селении Куль



Рис. 6. Трещины на поверхности земли

В селениях Мохи Хоса, Ярхоби Чукурак, Чакихойта и Ярхоб, расположенных в 2–3 км севернее Газорчашмы, интенсивность сотрясений I_i достигала 5–6 баллов. Здесь степень повреждений жилых домов была несколько меньше, чем в 6-балльной зоне.

В зоне пятибалльных сотрясений, охватившей в основном северные склоны хр. Петра Первого (на южном склоне хребта нет селений) и частично селения, расположенные на правом борту долины р. Сурхоб, находились девять селений, включая пос. Гарм (Рашт).

В селениях, где интенсивность сотрясений от подземных толчков достигала 4–5 и 4 баллов, жители ощущали резкие горизонтальные колебания широтного направления и выходили из помещений.

Последствия землетрясения 1 июля 2016 г. были обследованы в 30 населенных пунктах Раштского (Гармского), Нурабадского, Тавильдаринского и Таджикабадского районов, результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2. Макросейсмические данные землетрясения 1 июля 2016 г. с $K_p=12.5$, $M_w_{\text{GCMТ}}=5.0$

№	Пункт	Δ , км	r , км	φ° , N	λ° , E	№	Пункт	Δ , км	r , км	φ° , N	λ° , E
	6–7 баллов					15	Бельги	8.9	13.4	39.07	70.48
1	Газорчашма	1.1	10.1	38.98	70.48	16	Ялдамич	8.2	12.9	39.06	70.45
	6 баллов					17	Джафр	14.6	17.7	39.09	70.59
2	Зубет	2.8	10.4	38.98	70.45	18	Гарм	10.5	14.5	39.03	70.37
3	Кулисояру	3.4	10.6	39.01	70.45	19	Нимич	20.4	22.7	39.10	70.67

№	Пункт	Δ , км	r , км	φ° , N	λ° , E	№	Пункт	Δ , км	r , км	φ° , N	λ° , E
4	Яхакпаст	3.3	10.5	39.02	70.48	20	Кадара	16.4	19.2	38.98	70.29
5	Шархо	4.1	10.8	39.01	70.44		4–5 баллов				
6	Саришухон	5.5	11.4	39.02	70.43	21	Хуфак	28.2	29.9	38.94	70.16
7	Аскалон	6.2	11.8	39.03	70.43	22	Лябиджар	35.9	37.2	38.86	70.10
	5–6 баллов						4 балла				
8	Ярхоби Чукурак	6.2	11.8	39.02	70.54	23	Тавильдара	32.2	33.7	38.70	70.48
9	Ярхоб	6.9	12.1	39.05	70.50	24	Арганкуль	38.7	40.0	38.87	70.90
10	Мохи Хоса	5.6	11.5	39.04	70.47	25	Таджикабад	35.0	36.4	39.12	70.85
11	Чакихойта	7.0	12.2	38.98	70.40	26	Кафтаргузар	33.1	34.6	38.84	70.15
	5 баллов					27	Навабад	28.6	30.3	39.01	70.15
12	Дараимазор	16.9	19.6	39.05	70.66	28	Хаит	40.4	41.6	39.18	70.88
13	Хичборак	10.3	14.3	39.07	70.54	29	Сайрон	43.9	45.0	39.16	70.94
14	Рунов	9.8	14.0	39.01	70.37	30	Кишинбог	28.7	30.4	39.13	70.20

Примечание. Эпи- (Δ) и гипоцентральные (r) расстояния пересчитаны от макросейсмического эпицентра с $\varphi=38.99^\circ$ N, $\lambda=70.48^\circ$ E.

По результатам табл. 2 была составлена карта пунктов-баллов данного сейсмического события и построена карта изосейст (рис. 7).

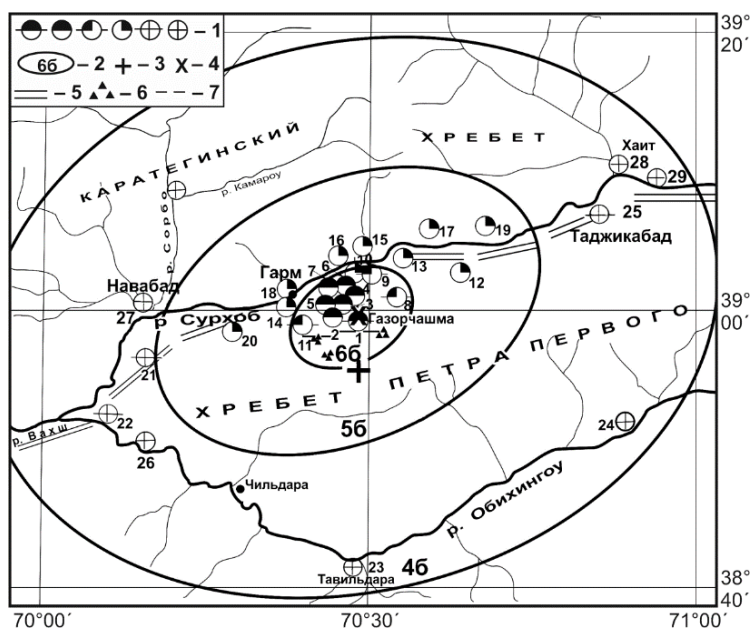


Рис. 7. Карта изосейст землетрясения 1 июля 2016 г. с $K_p=12.5$, $M_{WGSMT}=5.0$

1 – интенсивность сотрясений в баллах (от 6–7 до 4 с шагом в полбалла) по шкале MSK-64; 2 – изосейста; 3, 4 – эпицентр по инструментальным и макросейсмическим данным соответственно; 5 – Вахшский глубинный разлом; 6 – камнепады и обвалы; 7 – трещины на поверхности земли.

Макросейсмический эпицентр с координатами 38.99° и 70.48° определен в 1–2 км севернее селения Газорчашма (в 11 км к юго-востоку от пос. Гарм) на северном склоне хр. Петра Первого. Относительно небольшая площадь первой изосейсты (6 баллов) свидетельствует о небольших размерах очаговой области. Горизонтальная протяженность очага L_x по формуле из [6] составляет:

$$L_x = d_{i\max} - d_{i\min} = 17.7 \text{ км} - 12.4 \text{ км} = 5.3 \text{ км},$$

где $d_{i\max}$ и $d_{i\min}$ – наибольший и наименьший диаметры первой изосейсты. Описываемое землетрясение имело относительно небольшую площадь распространения: 6-балльная – 190 км², 5-балльная – 1460 км², 4-балльная – 5527 км².

Афтершоки последовали сразу же после основного толчка и были многочисленны (до конца года $N_s=350$ [7]), в энергетическом диапазоне $K_p=5.2-9.5$ (рис. 8), с нестандартным распределением во времени – с затуханием по гиперболе лишь в первые 30–40 дней и с колебательным процессом в последующем (рис. 9). Начальная группа из 40 афтершоков с $K_p=7.0-9.5$ за период с 1 по 31 июля, показанная на рис. 10, сгруппирована в основном в пределах 6-балльной зоны

землетрясения между гребневой частью северного склона хр. Петра Первого и р. Сурхоб. Максимальный афтершок с $K_p=9.5$ произошел 2 июля в 9 км северо-западнее главного толчка. Энергетическая ступень между ними равна $\Delta K_a=12.5-9.5=3.0$.

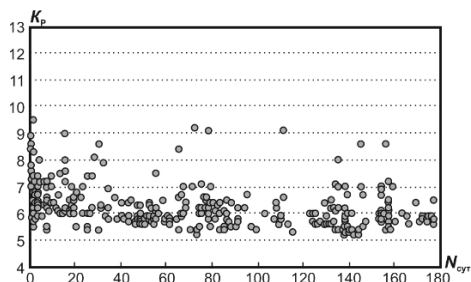


Рис. 8. Изменение во времени энергетических классов афтершоков землетрясения 1 июля 2016 г. от момента главного толчка до 31 декабря 2016 г.

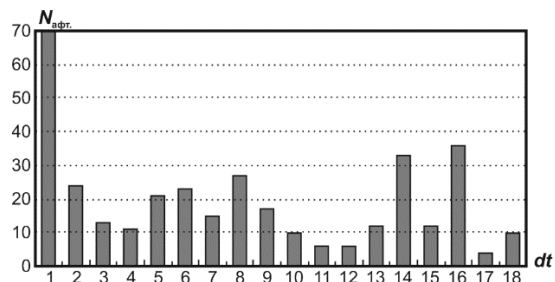


Рис. 9. Изменение числа афтершоков со временем, с отсчетом от момента главного толчка и до 31.12.2016 г., с суммированием в интервалах $dt=10$ суток

В тектоническом плане Газорчашминское землетрясение произошло в пределах Южно-Таджикской структурно-фациальной подзоны Памиро-Алайской зоны [8]. Северной границей подзоны является Илякско-Вахшский глубинный разлом (восточная часть), по которому она приведена в соприкосновение с Гармской и Зеравшано-Гиссарской зонами. Южной границей подзоны служит Хингоуский глубинный разлом (ответвление Дарваз-Каракульского разлома, который проходит южнее пос. Тавильдара и в районе селений Арганкуль и Лайрон прослеживается уже по долине р. Обихингоу), ограничивающий ее от Обихингоуской подзоны (рис. 11). Вахшский глубинный разлом относится к категории пологих постседиментационных надвигов с амплитудой горизонтальных перемещений, достигающей в рассматриваемом районе 10–12 км [2]. Изосейсты высших баллов данного землетрясения имеют форму эллипса, вытянутого вдоль простирания Вахшского глубинного разлома и более молодого Яфучского надвига.

Механизм очага Газорчашминского землетрясения рассмотрен в интерпретации наиболее приоритетного источника GCMT из [3], согласно которому оно возникло в обстановке близгоризонтального сжатия ($PL_p=10^\circ$) северо-западной ориентации ($AZM_p=313^\circ$) и наклонного к горизонту ($PL_T=50^\circ$) растяжения северо-восточной ($AZM_T=54^\circ$) ориентации (рис. 12). Тип подвижки в очаге – правый взбросо-сдвиг по пологой (49°) плоскости $NP1$ близширотной ($STK_{NP2}=79^\circ$) ориентации, или левый взбросо-сдвиг по достаточно крутой (65°) близмеридиональной ($STK_{NP1}=193^\circ$) плоскости разрыва $NP2$. Истинной плоскостью разрыва является, по-видимому, плоскость $NP1$, близширотная ориентация и падение на юг которой согласуются с таковыми для Яфучского разлома.

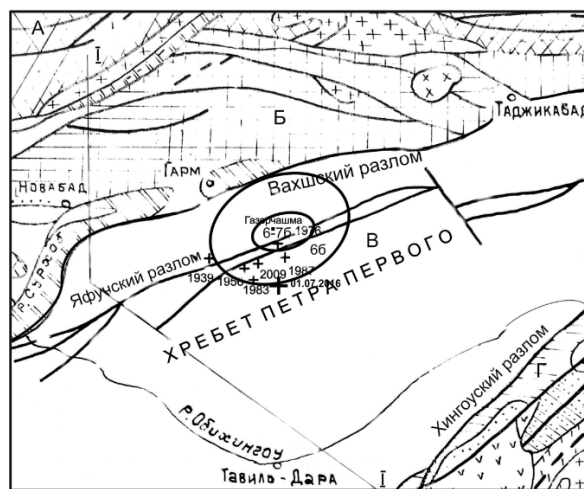


Рис. 11. Изосейсты $I_1=6-7$ и $I_1=6$ баллов Газорчашминского землетрясения 1 июля 2016 г. на фоне тектонической схемы Гармского района [8]

А, Б, В, Г – структурно-фациальные зоны (А – Зеравшано-Гиссарская, Б – Гармская, В – Южно-Таджикская подзона Памиро-Алайской зоны, Г – Обихингоуская подзона Памиро-Алайской зоны); линия I-I – геологический профиль; знак (+) – инструментальные эпицентры сильных землетрясений района.

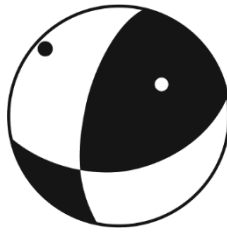


Рис. 12. Диаграмма механизма очага (нижняя полусфера) землетрясения 1 июля 2016 г. с M_w ГСМТ=5.0

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

В приосевой части хр. Петра Первого расположено несколько крутых разрывов (глав крест простирания структур [9]). Согласно этой же работе, в южных отрогах хр. Петра Первого, где Вахшский надвиг проходит ниже Нуранчской антиклинали, на глубине примерно 5–6 км все чешуйчатые надвиги хребта сливаются в единую поверхность срыва на уровне верхнеюрских гипсов.

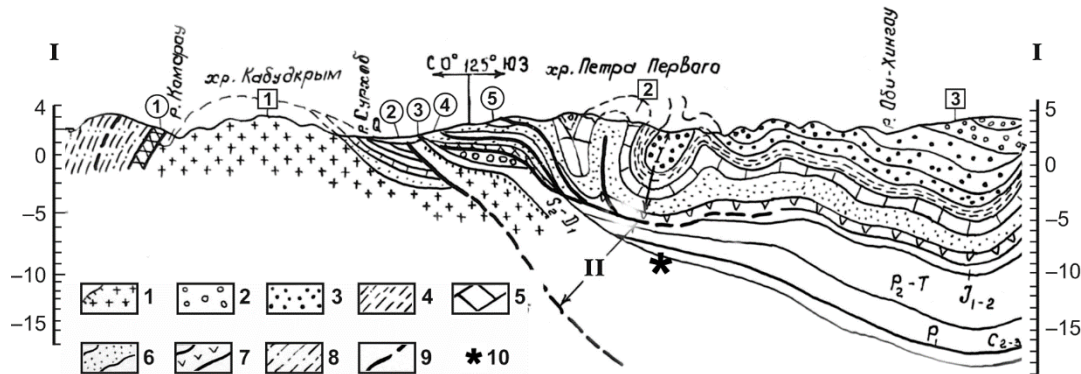


Рис. 13. Геологический профиль через территорию Гармского района [7]

1 – среднепалеозойские граниты; 2 – плиоцен; 3 – миоцен; 4 – палеоген; 5 – верхний мел; 6 – нижний мел; 7 – верхняя юра; 8 – метаморфические породы верхнего протерозоя; 9 – надвиги и разрывы; 10 – эпицентр землетрясения 01.07.2016 г. по инструментальным данным; I и II – тектонические пластины земной коры; цифры в кружках – надвиги (1 – Даштихирсунский; 2 – Дагана-Миндалюльский; 3 – Вахшский; 4 – Юстинский; 5 – Яфучский); цифры в квадратах – структуры (1 – Кабудкрымское поднятие; 2 – Нуранчская антиклиналь; 3 – Тавильдаринский прогиб).

Зона наибольшего сотрясения Газорчашминского землетрясения 01.07.2016 г. находилась на северном склоне вблизи приводораздельной части хр. Петра Первого в зоне прохождения Яфучского надвига, имеющего здесь юго-восточное падение (рис. 13). Это тектоническое нарушение прослеживается с левобережья р. Обихингоу в северо-восточном направлении к водоразделу хр. Петра Первого и проходит несколько южнее селения Газорчашма. Разрыв является молодым, альпийским, активно «живущим» в новейший тектонический этап. Амплитуда смещения по разрыву не установлена, но судя по взаимоотношению контактирующих по нему пород, составляет, видимо, несколько сотен метров [9].

История сейсмичности. В сейсмическом отношении описываемый район является одним из наиболее активных на территории Таджикистана. По историческим данным, в этом районе в среднем каждые 10–15 лет происходит одно землетрясение с интенсивностью $I_0 \geq 6$ баллов. Здесь за период с 1939 г. по 2016 г. зарегистрированы семь сейсмических событий с магнитудой от 4.7 до 5.8, интенсивностью в эпицентре от 6 до 8–9 баллов (рис. 11). Это 8–9-балльное Каратегинское землетрясение 1939 г. с $M=5.8$; Газорчашминские землетрясения 1956 г. с $M=5.3$, $I_0=7$ –8 баллов, 1976 г. с $M=5.3$, $I_0=6$ –7 баллов, 1983 г. с $M=5.5$, $I_0=7$ баллов, 1987 г. с $M=4.7$, $I_0=6$ баллов, 2009 г. с $M=4.9$, $I_0=5$ –6 баллов [2]. Эпицентры всех этих сейсмических событий имеют близкие координаты (рис. 11) и глубину очага (от 5–6 до 10 км). Похожи они и по характеру проявления на поверхности земли. Их эпицентральные зоны включают в себя почти одни и те же населенные пункты. Все это дает основание к предположению о генетической связи Газорчашминских землетрясений, включая и последнее, с одной и той же очаговой зоной, приуроченной к Вахшскому разлому, проходящему в основании хр. Петра Первого.

Закключение. Газорчашминское землетрясение 1 июля 2016 г. своим происхождением связано с подвижками по Яфучскому надвигу, что подтверждается механизмом очага по данным ГСМТ, а также приуроченностью его гипоцентра и повторных толчков к этому разлому. Вероятнее всего, высвобождение основной энергии землетрясения происходило по поверхности чешуйчатых надвигов, проходящих в приосевой части хр. Петра Первого.

Как обычно, серьезные повреждения глинобитных жилых домов в эпицентральной зоне землетрясения были вызваны низким качеством строительства, отсутствием фундаментов и связывающих стены элементов крепления и т.д., т.е. несоблюдением элементарных норм строительства. Для уменьшения риска ущерба жилым постройкам и общественным зданиям, расположенным в сейсмически активных зонах, необходимо, прежде всего, строительство сейсмостойких зданий, а также усиление существующих глинобитных домов, которыми застроено большинство населенных пунктов этого района.

Л и т е р а т у р а

1. Медведев С.В., Шпонхойер В., Карник В. Международная шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
2. Джураев Р.У. Макросейсмическое проявление сильных землетрясений в районе строительства Рогунской ГЭС. – Душанбе: Мир полиграфии, 2013. – 35 с.
3. Улубиева Т.Р. (отв. сост.); Рислинг Л.И., Михайлова Р.С., Нилобекова З.Г., Маматкулова З.С., Кутузова А.П., Валявская Т.Н., Артёмов Е.В. Каталог землетрясений Таджикистана за 2016–2017 гг. // Землетрясения Северной Евразии. – 2022. – Вып. 25 (2016–2017 гг.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.gsras.ru/zse/app-25.html>
4. International Seismological Centre. (2022). On-line Bulletin. <https://doi.org/10.31905/D808B830>
5. Раутиан Т.Г. Энергия землетрясений // Методы детального изучения сейсмичности. (Труды ИФЗ АН СССР; № 9 (176)). – М.: ИФЗ АН СССР, 1960. – С. 75–114.
6. Шебалин Н.В. Очаги сильных землетрясений на территории СССР. – М.: Наука, 1974. – 54 с.
7. Улубиева Т.Р. Афтершоки землетрясения 1 июля 2016 г. с $K_R=12.5$. // Землетрясения Северной Евразии. – 2022. – Вып. 25 (2016–2017 гг.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.gsras.ru/zse/app-25.html>
8. Бабаев А.М. Важнейшие сейсмогенные разломы Таджикистана // Сеймотектоника некоторых районов юга Таджикистана. – М.: Наука, 1976. – С. 91–105.
9. Лим В.В., Чертов Л.Н. Результаты комплексной гидрогеологической и инженерно-геологической съемки масштаба 1:200 000 листа J-42-XVI // Отчет за 1971–1974 гг. – Фонды УГСМ Таджикской ССР, 1975. – С. 26–30.

GAZORCHASHMA EARTHQUAKE on July 1, 2016

with $K_R=12.5$, $M_w=5.0$, $I_0=6-7$ (Tajikistan)

R.U. Juraev

*Institute of Geology, Earthquake Engineering and Seismology
of the Academy of Sciences of the Republic Tajikistan, dhuraev52@mail.ru*

Abstract. The field survey results of the consequences of July 1, 2016 earthquake that occurred on the territory of the Rasht (Garm) district of the Republic of Tajikistan are presented. An analysis of damage to buildings and structures was made and their main reasons are revealed. The intensity map is composed and macroseismic parameters are determined. As result of the complex analysis of the main shock focal mechanism, the after-shocks and faults location, the confinement of the earthquake to the main geological structures of the region is established.

Keywords: macroseismic, isoseist, magnitude, seismic intensity, seismic resistance, anti-seismic measures.

DOI: 10.35540/1818-6254.2022.25.25 **EDN:** GOMUII

For citation: Juraev, R.U. (2022). [Gazorchashma earthquake on July 1, 2016 with $K_R=12.5$, $M_w=5.0$, $I_0=6-7$ (Tajikistan)]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 25(2016–2017), 277–284. (In Russ.). DOI: 10.35540/1818-6254.2022.25.25. EDN: GOMUII

R e f e r e n c e s

1. Medvedev, S.V., Sponheuer, 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.).

2. Juraev, R.U. (2013). Macroseismic manifestation of strong earthquakes in the area of construction of the Rogun hydroelectric power plant. Dushanbe, Tajikistan: World of Printing Publ., 35 p.
3. Ulubieva, T.R., Risling, L.I. Mikhailova, R.S., Nilobekova, Z.M., Mamatkulova, Z.S., Kutuzova, A.P., Valiavskaia, T.N., & Artemova, E.V. (2022). [Catalog of Tajikistan earthquakes 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.).
4. International Seismological Centre. (2022). On-line Bulletin. Retrieved from <https://doi.org/10.31905/D808B830>
5. Rautian, T.G. (1960). [Energy of earthquakes]. In *Metody detal'nogo izucheniya seismichnosti (Trudy IFZ AN SSSR, № 9(176))* [Methods of Detail Study of Seismicity] (pp. 75–114). Moscow, Russia: Inst. Fiz. Zemli Akad. Nauk SSSR Publ. (In Russ.).
6. Shebalin, N.V. (1974). [Foci of strong earthquakes on the territory of the USSR]. Moscow, Russia: Nauka Publ., 54 p. (In Russ.).
7. Ulubieva, T.R., Juraev, R.U., & Mikhailova, R.S. (2022). [Aftershocks of Gazorchashma earthquake of July 1, 2016 with $K_R=12.5$]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 25(2016–2017). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.gsras.ru/zse/app-25.html> (In Russ.).
8. Babaev, A.M. (1976). [The most important seismogenic faults of Tajikistan]. In *Seismotektonika nekotoryh raionov yuga Tadzhikistana* [Seismotectonics of some areas of southern Tajikistan] (pp. 91–105). Moscow, Russia: Nauka Publ. (In Russ.).
9. Lim, V.V., & Chertov, L.N. (1975). [Results of a comprehensive hydrogeological and geotechnical survey of the scale of 1:200 000 sheet J-42-XVI]. In *Otchet za 1971–1974 gg.* [Report for 1971–1974] (pp. 26–30). Funds of UGSM of the Tajik SSR Publ.