

УДК 550.348. (575.3)

САРИХОСОРСКИЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 29 марта 2018 г. с $K_p=13.1$, $M_s=5.1$,

$I_0=6$ и 7 марта 2019 г. с $K_p=12.1$, $M_s=4.1$, $I_0=5-6$ (Таджикистан)

Р.У. Джураев

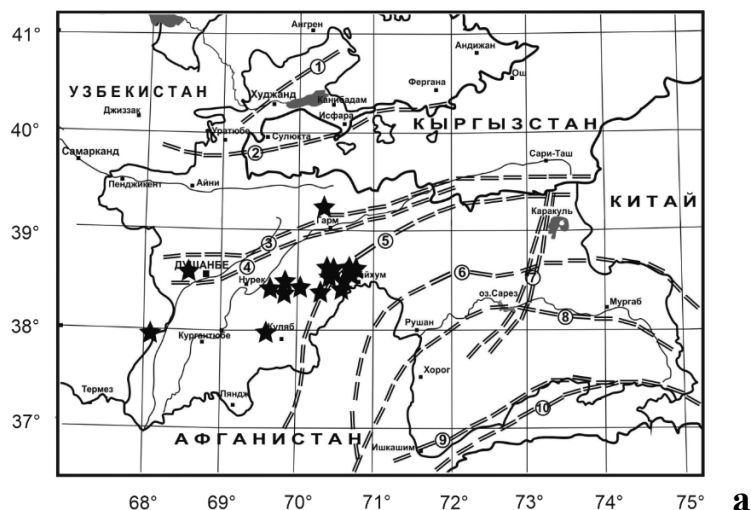
*Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии НАН Таджикистана,
г. Душанбе, dhuraev52@mail.ru*

Аннотация. Приведены сведения об ощутимых землетрясениях, произошедших в 2018–2019 гг. на территории Таджикистана, и их приуроченности к тектоническим структурам. Определены наиболее активные за этот период тектонические нарушения, в пределах которых произошли сильные сейсмические события. Представлены результаты обследования макросейсмических проявлений землетрясений 29 марта 2018 г. и 7 марта 2019 г., произошедших в восточной части Таджикской депрессии. Составлены карты изосейст, определены макросейсмические параметры. Отмечены характерные особенности проявления на поверхности сильных землетрясений района исследования. Сделано предположение о возможном влиянии двух крупных водохранилищ на увеличение сейсмичности района. Произведен анализ глубин очагов землетрясений в сопоставлении с геолого-тектоническим строением района. Разница в значениях глубины очагов одних и тех же землетрясений, определенных разными сейсмологическими службами, затрудняет привязку сейсмических событий к тектоническим структурам и определение параметров их очагов.

Ключевые слова: землетрясение, эпицентр, макросейсмические параметры, последствия землетрясений, изосейсты.

Для цитирования: Джураев Р.У. Сарихосорские землетрясения 29 марта 2018 г. с $K_p=13.1$, $M_s=5.1$, $I_0=6$ и 7 марта 2019 г. с $K_p=12.1$, $M_s=4.1$, $I_0=5-6$ (Таджикистан) // Землетрясения Северной Евразии. – 2023. – Вып. 26 (2018–2019 гг.). – С. 273–282. DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2023.26.24> EDN: GRJLGX

Введение. Территория Таджикистана ежегодно подвергается сейсмическим подземным толчкам различной силы. Эпицентры землетрясений располагаются как на территории республики, так и за ее пределами. За период 2018–2019 гг. на территории Таджикистана зарегистрировано 35 ощутимых коровых землетрясений (17 в 2018 г. и 18 в 2019 г.) с $M=3.8-5.1$ и с интенсивностью в эпицентре от 3–4 до 6 баллов (рис. 1) по шкале MSK-64 [1]. Основная часть этих сейсмических событий локализована в депрессионной части Таджикистана, в зонах Илякско-Вахшского, Дарваз-Каракульского глубинных разломов (4 и 5 на рис. 1) и оперяющих их тектонических нарушений. Эпицентры большинства из них расположены в горных малонаселенных районах (Дарваз, Шурабад), в связи с чем в ближайших к эпицентру селениях они ощущались интенсивностью от 2–3 до 4 баллов. В 2019 г., как и в 2018 г., наиболее активным был район кишлака Сарихосор, расположенный на восточном склоне Вахшского хребта, где зарегистрировано семь ощутимых землетрясений с $K_p \geq 11.4$. Наиболее сильными среди них являются 5–6-балльные землетрясения 29 марта 2018 г. с $K_p=13.1$ и 7 марта 2019 г. с $K_p=12.1$, которые описаны в данной статье более подробно, т.к. макросейсмические эффекты сейсмических событий, интенсивность проявления которых в эпицентральной зоне достигает 5 и более баллов, в сейсмологической практике обследуются более детально.



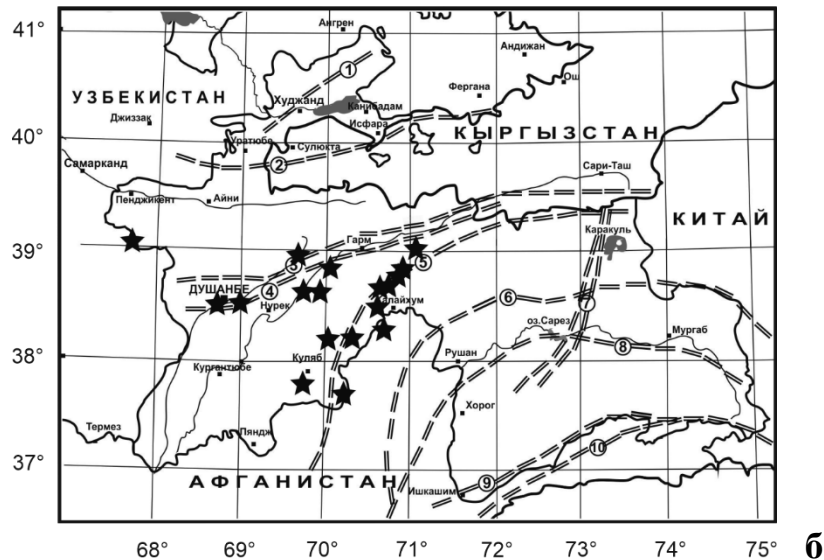


Рис. 1. Эпицентры (звездочки) ощутимых землетрясений Таджикистана с $K_p \geq 10.8$ за 2018 г. (а) и 2019 г. (б)

Крупнейшие разломы: 1 – Северо-Ферганский; 2 – Заамин-Хайдараканский; 3 – Южно-Гиссарский; 4 – Иляско-Вахшский; 5 – Дарваз-Каракульский; 6 – Ванч-Акбайтальский; 7 – Каракульско-Сарезские; 8 – Бартанг-Пшартский; 9, 10 – Афгано-Южно-Памирские

Сарихосорское землетрясение 29 марта 2018 г. с $K_p=13.1$, $M_s=5.1$

Инструментальные данные. Землетрясение произошло 29 марта 2018 г. в 22^h54^m по Гринвичу (30 марта в 03^h54^m по местному времени) в Бальджуанском районе Таджикистана. Эпицентр землетрясения расположен в 20 км западнее г. Рогуна и в 51 км к северо-востоку от райцентра Бальджуан на восточном склоне Вахшского хребта (рис. 1). В табл. 1 приведены основные параметры этого землетрясения по данным Геофизической службы Национальной академии наук Таджикистана (ГС НАНТ) [2] в сравнении с данными Сейсмологического бюллетеня ФИЦ ЕГС РАН [3] и Международного сейсмологического центра ISC [4].

Таблица 1. Основные параметры Сарихосорского землетрясения 29 марта 2018 г.

Источник	t_0 , ч мин с	Гипоцентр			Магнитуда, энергетический класс			Ссылка
		φ° , N	λ° , E	h , км	M_s , M_S (M^p)	m_b	K_p	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ГС НАНТ	22 54 11	38.72	69.89	5	(5.1)	–	13.1	[2]
MOS	22 54 12	38.72	69.94	15	5.0	5.8	–	[3]
ISC	22 54 13	38 68	69 91	14	5.1	5.6	–	[4]

Примечание. В графе 6 приведена расчетная магнитуда M^p , полученная с использованием формулы Т.Г. Раутиан $K_p=1.8 M+4$ [5], и магнитуды по данным MOS (далее M_S) и ISC (далее M_s). ГС НАНТ – Геофизическая служба НАН Таджикистана [2]; MOS – Сейсмологический бюллетень (сеть телесеизмических станций) ФИЦ ЕГС РАН [3]; ISC – Международный сейсмологический центр [4].

Глубина очага по данным ГС НАНТ, равная 5 км, – меньше взаимосогласованных глубин по данным ISC и MOS, тогда как расчетная магнитуда $M^p=5.1$ близка магнитудам M_s и M_S этих источников (табл. 1). Как эти параметры согласуются с макросейсмическими проявлениями землетрясения 29 марта, будет рассмотрено далее.

Макросейсмические проявления. В результате макросейсмического обследования и опросов были получены данные о проявлениях землетрясения в 20 населенных пунктах Рогунского, Нурабадского и Бальджуанского районов Таджикистана (табл. 2), по результатам которых составлена карта изосейст Сарихосорского подземного толчка с $K_p=13.1$ ($M^p=5.1$), произошедшего 29 марта 2018 г. (рис. 2).

Сотрясения с наибольшей интенсивностью, равной 5–6 баллам, проявились в кишлаке Пештова, где на стенах многих глинобитных жилых домов образовались трещины. В Сарихосоре

и Богизогоне ощущались 5-балльные колебания в субширотном направлении. В Обигарме и Комсомолабаде интенсивность сотрясений достигала 4–5 баллов, а в Нуреке, расположенном на расстоянии 66 км к юго-западу от эпицентра, – 3 баллов.

По рассказам местных жителей, в 7–14 км севернее кишлака Пештова (примерно в 5–10 км от инструментального эпицентра) в долинах небольших рек (правые притоки реки Шуробдаря) во время землетрясения произошло множество камнепадов, небольших обвалов и оползней. Один из оползней частично перекрыл русло небольшой речки. Очевидно, здесь интенсивность сотрясений была несколько большей (на полбалла), чем в кишлаке Пештова т.е. $I_0 \approx 6$ баллов. К сожалению, при обследовании последствий землетрясения из-за погодных условий и бездорожья на этот участок попасть не удалось.

Таблица 2. Таблица пунктов-баллов Сарихосорского землетрясения 29 марта 2018 г.

№	Пункт	Δ , км	φ° , N	λ° , E	№	Пункт	Δ , км	φ° , N	λ° , E
5-6 баллов					10	Калаинав	29.0	38.70	69.64
1	Пештова	5.5	38.51	69.94	11	Ховалинг	36.0	38.34	69.97
5 баллов					12	Навабад	41.0	39.01	70.15
2	Сарихосор	19.0	38.53	69.84	3 балла				
3	Богизогон	23.5	38.50	69.84	13	Тавильдара	45.0	38.69	70.48
4-5 баллов					14	Бальджуан	47.0	38.31	69.68
4	Рогун	19.0	38.70	69.75	15	Дубеда	52.5	38.57	69.37
5	Комсомолабад	22.0	38.87	69.95	16	Гарм	53.5	39.02	70.37
4 балла					17	Камароу	56.0	39.13	70.20
6	Обигарм	23.0	38.72	69.71	18	Хазорчашма	57.0	38.99	70.48
7	Дарбанд	29.0	38.90	70.12	19	Нурек	63.5	38.39	69.32
8	Шайдон	29.5	38.41	69.88	2-3 балла				
3-4 балла					20	Рамит	56.5	38.72	69.32
9	Чильдара	32.0	38.78	70.30					

Δ – расстояние от макросейсмического эпицентра.

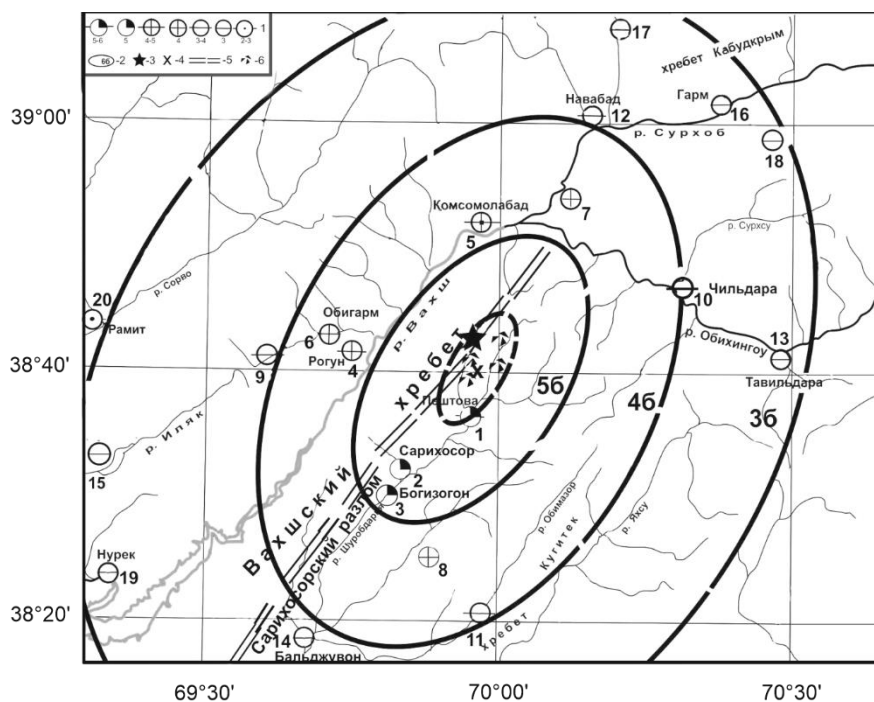


Рис. 2. Схема изосейст Сарихосорского землетрясения 29 марта 2018 г.

1 – баллы; 2 – изосейста; 3 – эпицентр по инструментальным данным; 4 – макросейсмический эпицентр; 5 – тектоническое нарушение; 6 – камнепады и обвалы.

На рис. 2 шестибалльная изосейста представлена пунктиром из-за недостаточности данных непосредственно в плейстосейстовой зоне. Она построена, основываясь на положении ближайшего к инструментальному эпицентру населенного пункта Пештова ($\Delta=12$ км) с $I_i=5-6$ баллов,

а также на положении камнепадов, обвалов и оползней, произошедших в центральной и северной частях этой зоны. Судя по количеству и объемам сейсмогравитационных явлений, в зоне их проявления интенсивность сотрясений была не менее 6 баллов.

Координаты эпицентра по макросейсмическим данным, определенные как центр трех первых изосейст на рис. 2, составили: $\varphi_M=38.66^\circ N$, $\lambda_M=69.96^\circ E$.

Сарихосорское землетрясение 29 марта 2018 г. имело относительно небольшую площадь распространения, что характерно для землетрясений Таджикской депрессии: 6-балльная изосейста – 120 км², 5-балльная – 1060 км², 4-балльная – 3690 км². Трехбалльные колебания ощущались на расстоянии 52 км в широтном и 63 км в меридиональном направлении.

Горизонтальная протяженность очага L_x по формуле Н.В. Шебалина из [6] равна:

$$L_x = d_{i \max} - d_{i \min} = 18.7 \text{ км} - 8.25 \text{ км} = 10.5 \text{ км},$$

где $d_{i \max}$ и $d_{i \min}$ – наибольший и наименьший диаметры первой изосейсты.

Согласно макросейсмической формуле Н.В. Шебалина [7]:

$$I_0 = bM - v \cdot \lg h + c, \quad (1)$$

при $b=1.44$, $v=3.9$ и $c=3.4$ (коэффициенты для Таджикской депрессии по А.А. Конькову [8]), $M^p = M_s = 5.1$, $I_0 = 6$, расчетная глубина очага равна $h=13$ км. По средним радиусам изосейст:

$$I_0 - I_i = 3.9 \lg(1 + \Delta^2/h^2)^{1/2}, \quad (2)$$

глубина $h=11.5 - 16$ км (средняя=13.5). Если использовать глубину очага 13.5 км, то по формуле (1) при указанных выше средних значениях коэффициентов затухания для Таджикской депрессии балльность в эпицентре $I_0=6.3$ баллов, что почти на полбалла выше наблюдаемой интенсивности в эпицентре. Следовательно, можно предположить, что глубина очага землетрясения 29 марта 2018 г. ближе к $h=14-15$ км, что соответствует определениям MOS и ISC.

Сарихосорское землетрясение 7 марта 2019 г. с $K_p=12.1$, $M_s=4.1$

Инструментальные данные. Землетрясение произошло в 10^h56^m по Гринвичу (15^h56^m по местному времени) в Бальджуанском районе Таджикистана. Его эпицентр был расположен в 17 км к западу от г. Рогуна и 46.5 км к северо-востоку от райцентра Бальджуан (рис. 1). По данным ГС НАНТ координаты эпицентра составили 38.67° и 69.94° с $K_p=12.1$ ($M^p=4.5$), глубина очага $h=15$ км, наблюдаемая магнитуда $m_b=5.1$ по [4] (табл. 3). Значения глубины по данным MOS и ISC отличаются от таковой по ГС НАНТ на 5 и 3.3 км соответственно.

Таблица 3. Основные параметры Сарихосорского землетрясения 7 марта 2019 г.

Источник	t_0 , ч мин с	Гипоцентр			Магнитуда, энерг. класс			Ссылка
		φ° , N	λ° , E	h , км	M_s (M^p)	m_b	K_p	
ГС НАНТ	10 56 05	38.67	69.94	15	(4.5)	–	12.1	[2]
MOS	10 56 03	38.67	69.95	10	4.1	5.1	–	[3]
ISC	10 56 05	38.65	69.89	11.7	3.9	4.9	–	[4]

Примечание. См. примечание к табл. 2.

Макросейсмические проявления. В результате макросейсмического обследования и опросов получены сведения о проявлении землетрясения в 13 населенных пунктах Рогунского, Нурабадского и Бальджуанского районов Таджикистана (табл. 4), по результатам которых составлена карта изосейст Сарихосорского подземного толчка 7 марта 2019 г. с $K_p=12.1$ (рис. 3). Координаты эпицентра по макросейсмическим данным составили $\varphi_M=38.63^\circ N$, $\lambda_M=69.90^\circ E$.

В эпицентре землетрясения, расположенном на восточном склоне Вахшского хребта, интенсивность сотрясений достигала, по расчетным данным, 5–6 баллов. В ближайших к эпицентру кишлаках Пештова и Сарихосор ощущались 5-балльные колебания. В отдельных жилых глинобитных постройках этих кишлаков образовались тонкие трещины в основном в штукатурке стен, незначительно увеличились старые трещины. На склонах гор произошли небольшие камнепады. В Рагуне и Шайдоне ощущались 4-балльные колебания. Трехбалльные колебания от землетрясения ощущались на расстоянии около 60 км от эпицентра (табл. 4).

Таблица 4. Таблица пунктов-баллов Сарихосорского землетрясения 7 марта 2019 г.

№	Пункт	Δ , км	φ° , N	λ° , E	№	Пункт	Δ , км	φ° , N	λ° , E
5 баллов					7	Чильдара	39.0	38.78	70.30
1	Пештова	4.5	38.51	69.94	8	Бальджуан	40.5	38.31	69.68
2	Сарихосор	12.0	38.53	69.84	3 балла				
4 балла					9	Ховалинг	32.0	38.34	69.97
3	Рогун	15.0	38.70	69.75	10	Навабад	47.5	39.01	70.15
4	Шайдон	23.5	38.41	69.88	11	Тавильдара	51.0	38.69	70.48
3-4 балла					12	Нурек	56.0	38.39	69.32
5	Обигарм	19.0	38.72	69.71	13	Гарм	60.5	39.02	70.37
6	Комсомолабад	26.0	38.87	69.95					

Δ – расстояние от макросейсмического эпицентра.

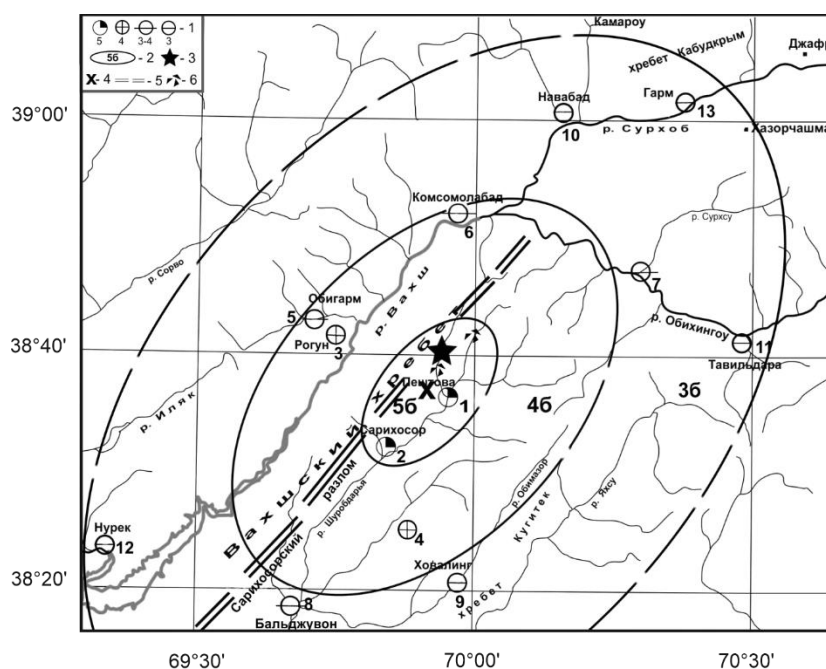


Рис. 3. Карта изосейст Сарихосорского землетрясения 7 марта 2019 г.

1 – балл; 2 – изосейта; 3 – эпицентр по инструментальным данным; 4 – макросейсмический эпицентр; 5 – тектоническое нарушение; 6 – камнепады, обвалы.

Сарихосорское землетрясение 7 марта 2019 г., как и предыдущее, имело относительно небольшую площадь распространения: 5-балльная изосейста – 338 км², 4-балльная – 1980 км².

Горизонтальная протяженность очага L_x по формуле Н.В. Шебалина из [7] равна:

$$L_x = d_{i \max} - d_{i \min} = 28.0 \text{ км} - 15.8 \text{ км} = 12.2 \text{ км},$$

где $d_{i \max}$ и $d_{i \min}$ – наибольший и наименьший диаметры первой изосейсты.

Интенсивность в эпицентре определим по формуле (1), используя данные ГС НАНТ и MOS. При коэффициентах уравнения (1) для Таджикской депрессии по А.А. Конькову [8] ($b=1.44$, $v=3.9$ и $c=3.4$), магнитуде по поверхностным волнам $M_{sMOS}=4.1$ и глубине по данным ГС НАНТ $h=15$ км мы получим $I_0=4.7$ балла, что ниже интенсивностей в ближайших населенных пунктах Пештова и Сарихосор, $I_i=5$ баллов. При глубине по данным MOS ($h=10$ км) оценка интенсивности в эпицентре более реалистична: $I_0=5.4$ балла, или, с шагом в полбалла, $I_0=5-6$ баллов. Эта глубина подтверждается подстановкой полученного значения I_0 в формулу (2) с использованием средних радиусов изосейст землетрясения 7 марта.

В тектоническом плане Сарихосорские землетрясения 29 марта 2018 г. и 7 марта 2019 г. произошли в северо-восточной части Таджикской депрессии, сложенной мощным чехлом осадочных пород.

Главными тектоническими нарушениями данного района в пределах Вахшского хребта, к которым приурочены эпицентры местных землетрясений, в основном являются Гулизиндонский и Сарихосорский взбросы, простирающиеся вдоль Вахшского хребта с юго-запада на северо-восток.

Эпицентры Сарихосорских землетрясений 29 марта 2018 г. и 7 марта 2019 г. расположены на восточном склоне Вахшского хребта, в зоне прохождения Сарихосорского взброса, простирающегося вдоль правого борта долины р. Шуробдарья в субмеридиональном направлении (рис. 4). Разлом проходит на протяжении более 55 км по восточному склону Вахшского хребта и в северной своей части, возможно, сочленяется с Яфучским надвигом, который пересекает долину р. Обихингоу, и далее простирается по северному склону хр. Петра Первого в восточном направлении. Поверхность Сарихосорского разлома круто ($50-70^\circ$) падает на юго-восток.

В сейсмическом отношении район является довольно активным. Согласно [2, 9, 10], здесь за период с 1998 г. по 2019 г. произошло семь сильных сейсмических событий с интенсивностью в эпицентре от 5 до 7 баллов (табл. 5).

Таблица 5. Основные параметры сильных землетрясений района по данным ГС НАНТ

Название	ч м г	Гипоцентр			M^p	Расчетный балл в эпицентре
		φ°, N	λ°, E	$h, км$		
Кули-Суфиёвское	03.09.1998	38.33	69.36	7.5	4.9	6
Бальджуанское (Сарихосорское)	26.09.2005	38.63	69.82	7.5	4.8	6–7
Сарихосорское	20.12.2007	38.30	69.75	7.5	3.1	5
Сарихосорское	15.11.2010	38.50	69.70	10	4.9	5–6
Сарихосорское	20.11.2015	38.63	69.96	12.5	5.2	6
Сарихосорское	29.03.2018	38.72	69.89	5	5.1	6
Сарихосорское	07.03.2019	38.67	69.94	15	4.5	5–6

Эпицентры пяти сейсмических событий, включая землетрясения 29 марта 2018 г. и 7 марта 2019 г., расположены в зоне Сарихосорского разлома и два из них – в пределах Гулизиндонского (рис. 4). Все эти сейсмические события похожи по характеру проявления на поверхности земли и имели относительно небольшие площади распространения. Их зоны наибольших сотрясений включали в себя почти одни и те же населенные пункты, а изосейсты имели форму эллипса, вытянутого вдоль долины р. Шуробдарья (рис. 5).

До 1998 г. в этом районе сильные землетрясения, подобные выше отмеченным, не были зарегистрированы, хотя в пределах Гулизиндонского и Сарихосорского разломов ежегодно происходит достаточно большое количество более слабых ($K_p=7-9$) подземных толчков. Это говорит об увеличении сейсмической активности района за последние 21 год, где происходило в среднем каждые 3–5 лет одно достаточно сильное сейсмическое событие.

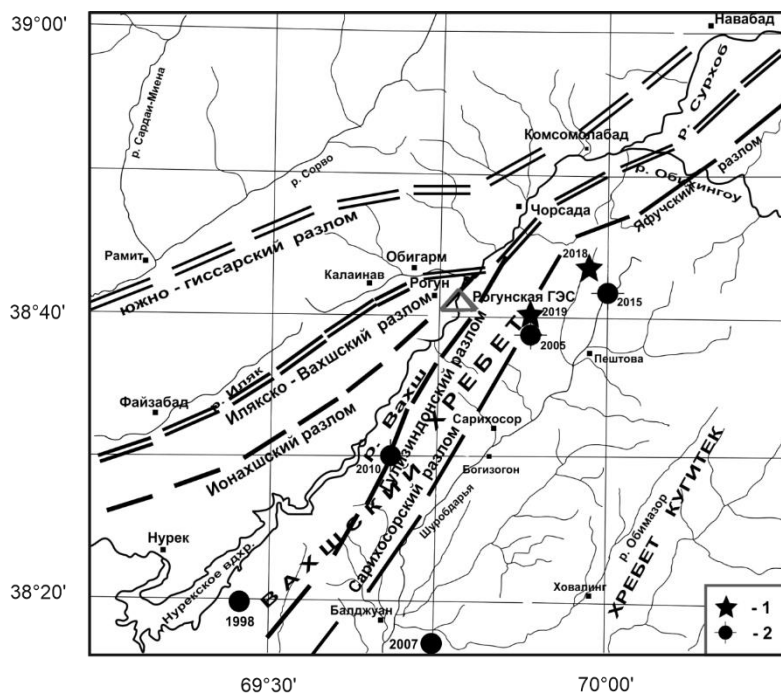


Рис. 4. Карта эпицентров сильных ($M \geq 4.0$) землетрясений в Сарихосорском районе
1 – эпицентры землетрясений 2018 и 2019 гг.; 2 – эпицентры сильных землетрясений с 1998 г. по 2015 г.

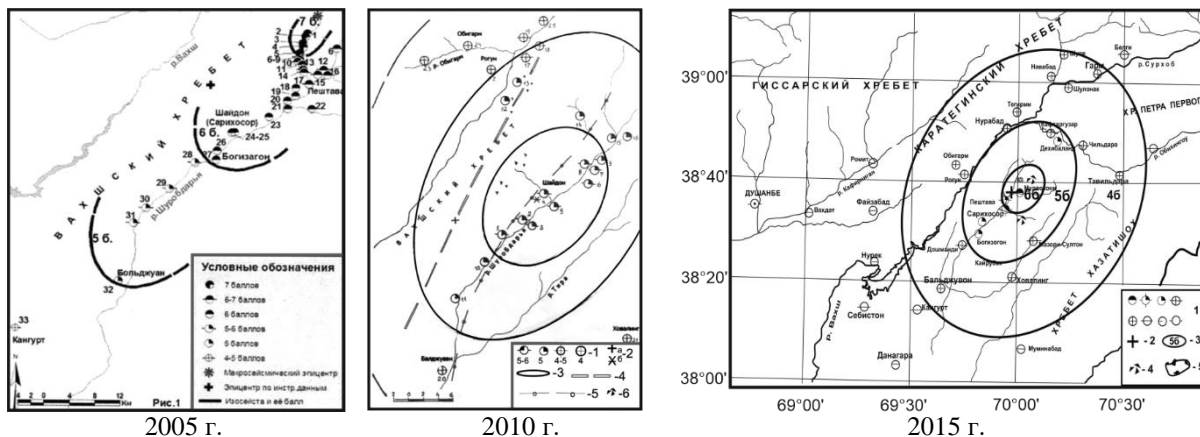


Рис. 5. Карты изосейст Сарихосорских землетрясений 2005, 2010 и 2015 гг.

Следует отметить, что эпицентры сильных Сарихосорских землетрясений расположены на расстоянии от 3–4 до 20 км от водохранилищ Нурекской ГЭС (начало заполнения 1970–1972 гг.) и строящейся Рогунской ГЭС (начало заполнения 2016–2017 гг.). Следовательно, можно предположить, что увеличение сейсмической активности данного района может быть связано с воздействием этих водохранилищ на геологическую среду данного района.

Некоторые вопросы глубины очагов землетрясений и глубины проникновения разломов. Отсутствие достоверных данных о строении и глубине положения фундамента депрессии обуславливает существование различных точек зрения относительно дислоцированности его поверхности.

Согласно одной из них, структуры верхнего (надсолевого) структурного этажа сорваны по кровле гипсов и солей мальма и ничего общего с подстилающими сооружениями не имеют. Другая точка зрения все разнообразие структурных форм депрессии объясняет блоковыми перемещениями палеозойского фундамента и тесной взаимосвязью с сооружениями верхнего осадочного чехла. Если придерживаться первого мнения, то все характеризуемые разломы имеют неглубокое заложение и затухают ближе к основанию осадочного чехла, согласно второму – они проникают на большую глубину и рвут осадочный чехол и фундамент Таджикской депрессии [11].

Несомненно, граничные разломы, развитые вдоль обрамления Таджикской депрессии, такие как Южно-Гиссарская система разломов, Илякско-Вахшский и Дарваз-Каракульский разломы, считаются глубинными и проникают в палеозойский фундамент. Вопрос проникновения внутридепрессионных тектонических нарушений ниже осадочного чехла и продолжения их в фундаменте до сих пор остается открытым. Однако приуроченность эпицентров землетрясений с очагами разной глубины (от поверхностных до 20 км и более) к одним и тем же разрывным нарушениям указывает на большую глубину проникновения и крутое положение сместителей.

По данным сейсмологов, поверхность консолидированной коры на востоке Таджикской депрессии залегает на глубинах 8–14 км. Согласно геолого-геофизическим данным, в пределах Вахшского поднятия эта поверхность воздымается до 6.5–8 км, а в выделяющихся здесь узких валообразных антиклинальных зонах та же поверхность опускается до 8–10 км [12]. На рис. 6 представлен геологический разрез с северо-запада на юго-восток в 50–55 км южнее эпицентров сильных Сарихосорских землетрясений 2018–2019 гг.

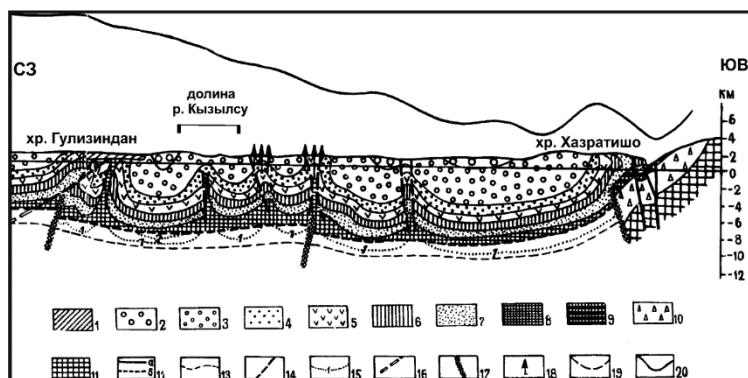


Рис. 6. Геологический разрез южнее эпицентральной зоны Сарихосорских землетрясений 2018 и 2019 гг. по данным [12]

Эпицентральные зоны Сарихосорских землетрясений расположены в пределах Шуробдаринской синклинали (верховья долины р. Кызылсу). В данном районе гипоцентры большинства землетрясений, происходящих на глубинах от 2.5–5.0 до 10 км, связаны с Гулизинданским и Сарихосорским разломами. Однако имеются сведения и о более глубоких (до 15–20 км и более) очагах землетрясений, приуроченных к зонам этих тектонических нарушений в пределах восточного склона Вахшского хребта и долины р. Шуробдаря [9].

По данным ГС НАНТ, глубины очагов сильных Сарихосорских землетрясений равны 5 км и 15 км для событий 2018 г. и 2019 г. соответственно. Несколько смущает значительная разница в глубинах этих землетрясений по определениям разными сейсмологическими службами (табл. 1 и 3). Гипоцентры этих же землетрясений согласно MOS расположены на глубинах 15 и 10 км, а по данным ISC h_{rp} = 14 и 11.7 км соответственно. По макросейсмическим данным очаг первого землетрясения определен на глубине 6–10 км (в среднем – 8 км), а второго – 10–11 км. Если принять глубины гипоцентров этих сейсмических событий до $h=10$ –11 км, то можно говорить о расположении очага на границе раздела осадочного чехла и фундамента, а в случае принятия значений глубин $h=12$ –15 км сделать предположение о проникновении Гулизинданского и Сарихосорского разломов в палеозойский фундамент. Как видно, важную роль в этом отношении играет точность определения глубины гипоцентра по инструментальным данным.

Выводы. Анализ макросейсмических данных с учетом геологического строения района показывает, что возникновение Сарихосорских землетрясений 2018 и 2019 гг. связано с тектоническими подвижками, произошедшими в зоне Сарихосорского разлома, простирающегося в северо-восточном направлении вдоль восточного склона Вахшского хребта.

Семь достаточно сильных землетрясений с интенсивностью в эпицентре I_0 от 5 до 7 баллов, произошедших в данном районе с 1998 г. по 2019 г., свидетельствуют о сейсмической активизации в этом районе за последние 20 лет, что может быть связано с воздействием на геологическую среду Нурекского и Рогунского водохранилищ.

Все сильные Сарихосорские землетрясения этого района имеют почти идентичный характер проявления на поверхности. Их плейстосейстовые области вытянуты вдоль Сарихосорского разлома в север–северо-восточном направлении и охватывают в основном одни и те же населенные пункты в долине р. Шуробдаря. Глубины их гипоцентров по инструментальным данным варьируют от 5–7.5 до 10–15 км. Некоторое сомнение вызывает разница в глубинах гипоцентров Сарихосорских землетрясений, определенных разными сетями сейсмических станций (ГС НАНТ, MOS и ISC), которая составляет от 5 до 10 км. Возможно, это связано с применением разных годографов или удаленностью станций от эпицентра. Это затрудняет привязку очага землетрясения к тектоническим структурам и их параметрам. В частности, нельзя однозначно сделать вывод о локализации внутридепрессийных разломов в осадочном чехле или их проникновении в кристаллический фундамент.

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. Улубиева Т.Р., Рислинг Л.И., Михайлова Р.С., Нилобекова З.Г., Маматкулова З.С., Холова Г.Н., Хакимова С.Ш. Каталог землетрясений Таджикистана за 2018–2019 гг. // Землетрясения Северной Евразии. – 2023. – Вып. 26 (2018–2019 гг.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.gsras.ru/zse/app-26.html>
3. Сейсмологический бюллетень (сеть телесеизмических станций), 2018–2019. (2023) // ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. – URL: http://www.gsras.ru/ftp/Teleseismic_bulletin/2018
4. International Seismological Centre. (2023). 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. Шебалин Н.В. Методы использования инженерно-сейсмических данных при сейсмическом районировании // Сейсмическое районирование СССР. – М.: Наука, 1968. – С. 95–111.
8. Коньков А.А. Определение коэффициентов макросейсмического поля Таджикской депрессии // Сильные землетрясения Средней Азии и Казахстана, Т. 2–4. – Душанбе: Дониш, 1975. – С. 70–72.

9. Негматуллаев С.Х., Рислинг Л.И., Улубиева Т.Р. Каталог ощутимых землетрясений Таджикистана за 1955–2015 г. – Душанбе: Дониш, 2016.
10. Улубиева Т.Р., Михайлова Р.С., Рислинг Л.И. Сейсмичность Таджикистана и прилегающих территорий в 2016–2017 гг. // Землетрясения Северной Евразии. – 2022. – Вып. 25 (2016–2017 гг.). – С. 108–117. DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2022.25.09>. EDN: SOANCB
11. Бабаев А.М. Важнейшие сейсмогенные разломы Таджикистана // Сейсмоструктура некоторых районов Юга СССР. – М.: Наука, 1976. – С. 91–105.
12. Беккер Я.А., Кошлаков Г.В., Кузнецов Е.С. Глубинное строение Юго-Западного Таджикистана по геолого-геофизическим данным // Поиски предвестников землетрясений на прогностических полигонах. – М.: Наука, 1974. – С. 16–24.

**SARIKHOSOR EARTHQUAKES on March 29, 2018 with $K_R=13.1$, $M_s=5.1$, $I_0=6$
and March 7, 2019 with $K_R=12.1$, $M_s=4.1$, $I_0=5-6$ (Tajikistan)**

R.U Juraev

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

Abstract. General information about the tangible earthquakes that occurred on the territory of Tajikistan in 2018–2019 and their confinement to tectonic structures is given. The most active tectonic structures during this period within which strong seismic events occurred are determined. The results of a survey of macroseismic manifestations of March 29, 2018 and March 7, 2019 earthquakes, which occurred in the eastern part of the Tajik depression, and their isoseist maps are presented. An assumption about the possible influence of two large reservoirs on the increase of the seismicity of the region is made. An analysis of the depths of earthquake sources in comparison with the geological and tectonic structures of the region is made. The difference in the depths of earthquakes, determined by different seismological services, makes it difficult to link the source of seismic events to tectonic structures and to determine their parameters.

Keywords: Earthquake, epicenter, macroseismic parameters, earthquake consequences, isoseists.

For citation: Juraev, R.U. (2023). [Sarikhosor earthquakes on March 29, 2018 with $K_R=13.1$, $M_s=5.1$, $I_0=6$ and March 7, 2019 with $K_R=12.1$, $M_s=4.1$, $I_0=5-6$ (Tajikistan)]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 26(2018–2019), 273–282. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2023.26.24> EDN: GRJLGX

R e f e r e n c e s

1. 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.).
2. Ulubiyeva, T.R., Risling, L.I., Mikhailova, R.S., Nilobekova, Z.G., Mamatkulova, Z.S., Kholova, G.N., & Khakimova, S.Sh. (2023). [Catalog of Tajikistan earthquakes for 2018–2019]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 26(2018–2019). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.gsras.ru/zse/app-26.html> (In Russ.).
3. GS RAS. (2023). Bulletin of Teleseismic Stations, 2018–2019. Retrieved from http://www.gsras.ru/ftp/Teleseismic_bulletin/2018/
4. International Seismological Centre. (2023). 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. Shebalin, N.V. (1968). [Methods of using engineering seismic data in seismic zoning]. In *Seismicheskoe raionirovanie SSSR* [Seismic zoning of the USSR] (pp. 95–111). Moscow, Russia: Nauka Publ. (In Russ.).

8. Kon'kov, A.A. (1975). [Determination of the coefficients of the macroseismic field of the Tajik depression]. In *Sil'nye zemletryaseniya Srednej Azii i Kazahstana, T. 2–4* [Strong earthquakes of Central Asia and Kazakhstan, V. 2–4] (pp. 70–72). Dushanbe, Tajikistan: Donish Publ. (In Russ.).
9. Negmatullaev, S.Ch., Riesling, L.I., & Ulubieva, T.R. (2016). *Katalog oshchutimyh zemletryasenij Tadjikistana za 1955–2015 g.* [Catalogue of tangible earthquakes in Tajikistan for 1955–2015]. Dushanbe, Tajikistan: Donish Publ. (In Russ.).
10. Ulubieva, T.R., Mikhailova, R.S., & Risling, L.I. (2022). [Seismicity of Tajikistan and adjacent territories in 2016–2017]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 25(2016–2017), 108–117. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2022.25.09>. EDN: SOANCB
11. Babaev, A.M. (1976). [The most important seismogenic faults of Tajikistan]. In *Sejsmotektonika nekotoryh rajonov Yuga SSSR* [Seismotectonics of some areas of the South of the USSR] (pp. 91–105). Moscow, Russia: Nauka Publ. (In Russ.).
12. Becker, Ya.A., Koshlakov, G.V., & Kuznetsov, E.S. (1974). [Deep structure of Southwestern Tajikistan according to geological and geophysical data]. In *Poiski predvestnikov zemletryasenij na prognosticheskikh poligonah* [The search for earthquake precursors at prognostic polygons] (pp. 16–24). Moscow, Russia: Nauka Publ. (In Russ.).