

**КАРАМЫКСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 3 мая 2017 г.**

**с  $K_p=14.2$ ,  $M_s=6.0$ ,  $I_0=7$  (Таджикистан)**

**Джураев Р.У.**

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

**Аннотация.** Представлены результаты полевого обследования эффектов землетрясения 3 мая 2017 года. Составлена карта изосейст, определены макросейсмические параметры и установлена приуроченность землетрясения к геологическим структурам района. Произведен анализ повреждений зданий и сооружений и выявлены их основные причины.

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

**DOI:** 10.35540/1818-6254.2022.25.31 **EDN:** MJVFEN

**Для цитирования:** Джураев Р.У. Карамыкское землетрясение 3 мая 2017 г. с  $K_p=14.2$ ,  $M_s=6.0$ ,  $I_0=7$  (Таджикистан) // Землетрясения Северной Евразии. – 2022. – Вып. 25 (2016–2017 гг.). – С. 338–347. DOI: 10.35540/1818-6254.2022.25.31. EDN: MJVFEN

**Введение.** На северо-востоке приграничной зоны между Таджикистаном и Кыргызстаном часто происходят землетрясения, поскольку Памирская горная цепь надвигается на Тянь-Шанскую со скоростью около 20 см/г. Алайская впадина между ними – самая сейсмоопасная зона. Именно здесь, на границе территории Таджикистана с Кыргызстаном, в 250 км северо-восточнее г. Душанбе, 3 мая 2017 г. в 04<sup>h</sup>47<sup>m</sup> (09<sup>h</sup>47<sup>m</sup>) местного времени произошло землетрясение с интенсивностью в эпицентре 7 баллов по шкале MSK-64 [1].

**Основные параметры по инструментальным данным.** Эпицентр землетрясения расположен в 35 км к север–северо-востоку от пос. Джиргаталь, в приграничной с Кыргызстаном труднодоступной горной местности, в зоне влияния трех разломов – Зеравшанского, Гиссаро-Каратегинского и Вахшского (рис. 1). В табл. 1 приведены основные параметры землетрясения 3 мая по данным обрабатывающих центров Таджикистана [2] в сравнении с данными Кыргызстана, Казахстана и РФ. Указанная в скобках расчетная магнитуда  $M_{расч}$  определялась по известной формуле Т.Г. Раутиан [3]:

$$M=(K_p-4)/1.8, \tag{1}$$

где  $K_p$  – энергетический класс по шкале Раутиан [3].



**Рис. 1.** Расположение эпицентра землетрясения 3 мая 2017 г. по данным Таджикистана (ГС НАНТ), Кыргызстана (ИС НАН КР), Казахстана (ГУ «СОМЭ» КН МОН РК), Российской Федерации (ИОЦ ФИЦ ЕГС ГС РАН) и IRIS

Таблица 1. Основные параметры Карамыкского землетрясения 3 мая 2017 г.

Источник	$t_0$ , ч мин с	Гипоцентр			Магнитуда, энерг. класс			$I_0^p$ , балл
		$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E	$h$ , км	$M_s$ ( $M_{расч}$ )	$m_b$	$K_p$	
ГС НАНТ	04 47 11.7	39.45	71.40	10	(5.7)	–	14.2	7.3
ИС НАН КР	04 47 11.7	39.46	71.44	23	(5.8)	–	14.5	7.5
ГУ «СОМЭ КН МОН РК»	04 47 09.2	39.49	71.49	5	(5.7)	–	14.2	7.3
ИОЦ ФИЦ ЕГС РАН	04 47 10.3	39.44	71.48	10	5.9	5.9	14.8	7.7
ISC	04 47 13.2	39.42	71.48	17	6.0	5.8	–	–

Примечание. ГС НАНТ – Геофизическая служба национальной академии наук Республики Таджикистана; ИС НАН КР – Институт сейс-мологии Национальной академии наук Кыргызской Республики; ГУ «СОМЭ» КН МОН РК – Государственное учреждение «Сейсмологическая опытно-методическая экспедиция Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан»; ИОЦ ФИЦ ЕГС РАН – Информационно-обработывающий центр Федерального Исследовательского Центра «Единая геофизическая служба Российской Академии наук», г. Обнинск; ISC – International Seismological Centre, Thatcham, Berkshire, United Kingdom [4].

Координаты эпицентра основного толчка 3 мая 2017 г. (рис. 1), приведенные в табл. 1, почти совпадают по данным разных центров. Отличаются значения глубины очага и магнитуды, а следовательно, и расчетного балла в эпицентре.

Глубина очага по данным ГС НАНТ равна 10 км. Из макросейсмической формулы Н.В. Шебалина [5] для интенсивности в эпицентре:

$$I_0 = bM - v \lg h + c, \quad (2)$$

при  $M_{расч}=5.7$ ,  $I_0=7.0$ ,  $b=1.5$ ,  $v=3.5$  и  $c=3.0$  расчетная глубина очага составит  $h=19$  км. По средним радиусам изосейст:

$$I_0 - I_i = v \lg \sqrt{(r^2 + h^2) / h^2} \quad (3)$$

глубина равна 15–17 км; по обменным  $pP$ -волнам –  $h_{pp}=17$  км [4]. Если использовать глубину очага 10 км, то по формуле (2) при указанных выше средних значениях для Средней Азии коэффициентов затухания  $v$  балльность в эпицентре будет равна:

$$I_0 = 8.55 - 3.5 \times 1 + 3.0 \approx 8 \text{ баллов,}$$

что на 1 балл завывает наблюдаемое значение интенсивности в эпицентре. Следовательно, глубина землетрясения 3 мая 2017 г. должна быть, на наш взгляд, ближе к  $h_{pp}=17$  км.

**Афтершоки.** Процесс возникновения и развития очага Карамыкского землетрясения носил мультиплетный характер. Он начался с форшока с  $K_p=12.7$  и  $m_b=4.7$ , произошедшего за 18<sup>с</sup> до главного толчка с  $K_p=14.2$  и  $M_s=6.0$ , затем последовали многочисленные афтершоки (203 микротолчка), а 5 мая возник второй сильный толчок, почти равный по энергии первому –  $K_p=14.1$  и  $M_s=5.8$ . За ним последовали еще 307 афтершоков. Большая часть из них, за период с 3 мая по 31 октября, показана на рис. 2 из работы [6].

Согласно каталогу [2], наиболее сильные афтершоки, эпицентры которых изображены на рис. 3, произошли: 3 мая – два подземных толчка (в 05<sup>h</sup>36<sup>m</sup> с  $K_p=12.1$  и  $m_b=4.7$ , в 20<sup>h</sup>03<sup>m</sup> с  $K_p=13.1$  и  $M_s=4.3$ ), 4 мая – три толчка (в 06<sup>h</sup>52<sup>m</sup> с  $K_p=10.1$ , в 11<sup>h</sup>10<sup>m</sup> с  $K_p=12.4$ , в 18<sup>h</sup>23<sup>m</sup> с  $K_p=11.7$ ), 5 мая – шесть событий (в 05<sup>h</sup>09<sup>m</sup> с  $K_p=14.1$ , в 05<sup>h</sup>15<sup>m</sup> с  $K_p=12.0$ , в 05<sup>h</sup>25<sup>m</sup> с  $K_p=11.9$ , в 06<sup>h</sup>38<sup>m</sup> с  $K_p=11.8$ , в 17<sup>h</sup>03<sup>m</sup> с  $K_p=10.8$ , в 22<sup>h</sup>32<sup>m</sup> с  $K_p=11.4$ ) и 6 мая – два толчка (в 03<sup>h</sup>35<sup>m</sup> с  $K_p=10.1$ , в 07<sup>h</sup>15<sup>m</sup> с  $K_p=12.2$ ). Эпицентры этих толчков расположены на южном склоне Алайского хребта и сгруппированы в пределах эллипса, вытянутого в субмеридиональном направлении между Зеравшанским и Вахшским разломами. Естественно, эти афтершоки несколько усугубили полученные повреждения жилых домов при основном подземном толчке 3 мая и были учтены при макросейсмическом обследовании плейстосейстовой области.

**Макросейсмические проявления землетрясения 3 мая.** Согласно данным МЧС Кыргызстана [7], на юге Кыргызстана в результате сильных подземных толчков, произошедших 3 мая 2017 г., пришли в аварийное состояние 66 жилых домов и четыре объекта социального назначения. Еще свыше 200 домов получили трещины. Всего повреждены 270 домов и сооружений. Эпицентр находился на территории Таджикистана, сила подземных толчков, по данным Института сейсмологии Республики Кыргызстан, составила 7 баллов; на территории Кыргызстана землетрясение ощущалось на уровне 4–5 баллов.

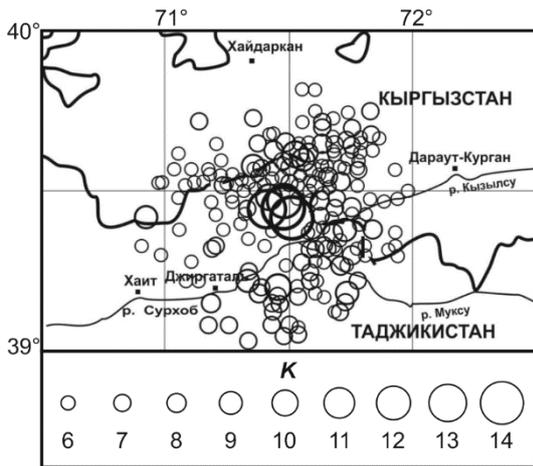


Рис. 2. Эпицентры всех афтершоков с 3 мая по 31 октября [7]

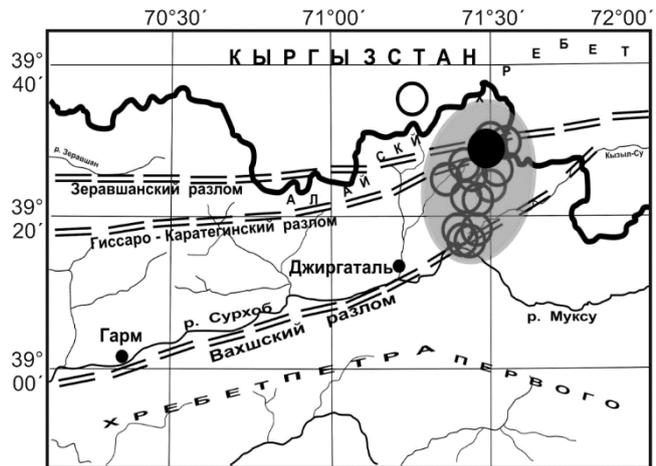


Рис. 3. Карта расположения эпицентров основного толчка с  $K_p=14.2$ ,  $M_s=6.0$  и афтершоков с  $M_{расч}$ ,  $m_b=3.8-6.0$  за период с 3 по 6 мая 2017 г.

В результате полевого макросейсмического обследования были получены данные о проявлении землетрясений в 39 населенных пунктах Таджикистана и Кыргызстана (табл. 2), по результатам которых составлена карта изосейст Карамыкского подземного толчка с  $K_p=14.2$ ,  $M_s=6.0$ , произошедшего 3 мая 2017 г. (рис. 4). Координаты эпицентра по макросейсмическим данным составили  $\varphi_m=39.50^\circ N$  и  $\lambda_m=71.40^\circ E$  [6]. По опросным данным выяснено, что, хотя 5 мая в 05<sup>h</sup>09<sup>m</sup> повторился подземный толчок с близкой энергией ( $K_p=14.1$ ,  $M_s=5.8$ ) [2], все же первый был несколько сильнее, и при нем произошли основные повреждения жилых домов и общественных зданий в ближайших к эпицентру населенных пунктах. Естественно, последующие подземные толчки усугубили эти повреждения, что было учтено при определении интенсивности сотрясений в обследованных селениях.

Дополнительные сведения о макросейсмических эффектах найдены в сети Интернет для 14 удаленных населенных пунктов по всей Средней Азии: в Таджикистане (Душанбе, Худжанд, Канибадам, Пролетарский), Кыргызстане (Бишкек, Ош), Узбекистане (Ташкент, Фергана, Андижан, Уртаул, Бектемир) и в Казахстане (Алматы, Шымкент, Тараз) [8] и добавлены в табл. 2 (обозначены \*).

Таблица 2. Таблица пунктов-баллов Карамыкского землетрясения 3 мая 2017 г.

№ пп	Пункт	$\Delta$ , км	$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E	№ пп	Пункт	$\Delta$ , км	$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E
<b>7 баллов</b>					<b>4-5 баллов</b>				
~	горное озеро	11	39.45	71.51	28	<sup>2</sup> Хайдаркен	49.5	39.95	71.33
<b>6 баллов</b>					29	Таджикабад	64.0	39.11	70.85
1	Дувана	21.5	39.35	71.56	30	<sup>2</sup> Дараут Курган	69.0	39.55	72.20
2	Ачикалма	24.5	39.37	71.63	31	Ворух	81.0	39.85	70.57
3	Килчуджой	25.5	39.42	71.68	32	Гарм	103	39.02	70.37
4	Карамык	28.0	39.42	71.71	33	Камароу	111	39.13	70.20
5	Саргой	27.0	39.40	71.69	<b>4 балла</b>				
6	<sup>2</sup> Кара-Теит	30.0	39.49	71.75	35	Сангвор	83.0	38.77	71.21
<b>5-6 баллов</b>					36	Чорку	88.0	39.97	70.56
7	Оксой	21.5	39.33	71.52	37	Газорчашма	106	38.99	70.48
8	Карасой	22.0	39.31	71.43	38	Тавильдара	120	38.69	70.49
9	Кашат	22.0	39.31	71.46	39	Навабад	121	39.00	70.15
10	Чонкиргиз	24.5	39.31	71.26	40	Лабиджар	132	38.86	70.11
11	<sup>2</sup> Карамык	33.5	39.49	71.79	41*	<sup>1</sup> Канибадам	120	40.290	70.430
<b>5 баллов</b>					42*	<sup>3</sup> Андижан	163	40.784	72.335
12	Мукур	24.5	39.32	71.57	43*	<sup>3</sup> Уртаул IV ММ	266	41.183	69.138
13	Джаилган	25.0	39.30	71.53	<b>3-4 балла</b>				
14	Гулама	25.5	39.34	71.62	44*	<sup>1</sup> Худжанд	174	40.280	69.620

№ пп	Пункт	$\Delta$ , км	$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E	№ пп	Пункт	$\Delta$ , км	$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E
<b>5 баллов</b>					<b>3–4 балла</b>				
15	Окджар	26.5	39.31	71.21	45*	<sup>3</sup> Фергана	103	40.380	71.800
16	Домрачи	26.5	39.26	71.37	46*	<sup>1</sup> Пролетарский	177	40.170	69.510
17	Ярмазор	28.0	39.28	71.23	47*	<sup>1</sup> Душанбе	249	38.568	68.794
18	Карашура	29.0	39.26	71.52	48*	<sup>4</sup> Шымкент	346	42.320	69.600
19	Каракенджа	31.0	39.23	71.51	<b>3 балла</b>				
20	Кушай	33.0	39.24	71.22	49*	<sup>3</sup> Бектемир III ММ	258	41.237	69.341
21	Джиргаталь	37.0	39.21	71.18	50*	<sup>3</sup> Ташкент III ММ	268	41.267	69.217
22	Джилонды	38.0	39.16	71.34	51*	<sup>4</sup> Тараз	376	42.883	71.367
23	Мук	43.5	39.14	71.60	52*	<sup>2</sup> Бишкек	454	42.867	74.567
24	<sup>2</sup> Шибээ	44.0	39.46	71.91	<b>2 балла</b>				
25	<sup>2</sup> Джекенды	45.5	39.50	71.93	53*	<sup>2</sup> Ош II ММ	163	40.530	72.780
26	Сайрон	56.0	39.15	70.93	54*	<sup>4</sup> Алматы	610	43.250	76.900
27	Хаит	57.5	39.17	70.88					

Примечание. Координаты начального пункта без номера даны по рис. 4; верхние индексы <sup>1, 2, 3, 4</sup> указывают название Республик (Таджикистан, Кыргызстан, Узбекистан, Казахстан соответственно); все расстояния пересчитаны от макросейсмического эпицентра с  $\varphi=39.50^\circ$  N и  $\lambda=71.40^\circ$  E из [6]; балльность римскими цифрами соответствует шкале ММ [9] по данным [4].

В результате землетрясения 3 мая 2017 г. в верховьях долины р. Кичи Карамык (в 11–13 км к северо-западу от кишлака Карамык) на крутых склонах произошли многочисленные небольшие обвалы коренных пород. На берегах небольшого горного озера на поверхности рыхлых гляциальных отложений образовались трещины протяженностью более 100 м с шириной раскрытия от 5 до 15 см. Интенсивность сотрясений здесь, очевидно, достигала 7 баллов.

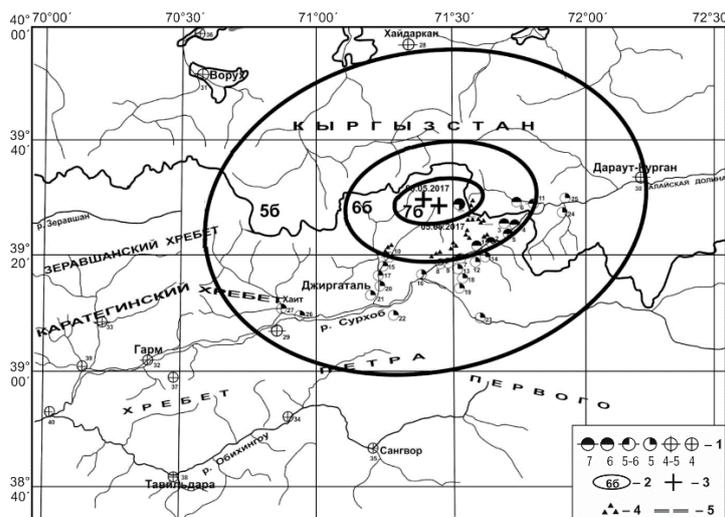
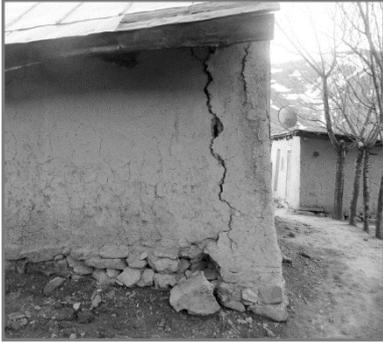


Рис. 4. Карта изосейст землетрясения 3 мая 2017 г.

1 – балл по шкале MSK-64; 2 – изосейсты балльности; 3 – эпицентры 3 и 5 мая 2017 г. (координаты:  $39.45^\circ$ N,  $71.40^\circ$ E и  $39.40^\circ$ N,  $71.50^\circ$ E соответственно) по инструментальным данным; 4 – камнепады и обвалы; 5 – трещины в грунте.

При землетрясении наиболее сильно пострадали кишлаки (села) Килчуджой, Карамык, Саргой, Ачиалма, Дувана, расположенные в северо-восточной части Ляхшского района Таджикистана вблизи государственной границы с Кыргызстаном. В этих кишлаках интенсивность сотрясений достигала 6 баллов. Следует отметить, что в этом районе большинство жилых домов и общественных зданий имеют глинобитное строение типа «покса», а также из кирпича-сырца. Многие из них построены без фундамента и соблюдения элементарных норм сейсмостойкого строительства.

В результате землетрясения во многих жилых глинобитных домах этих кишлаков образовались сквозные трещины в стенах, преимущественно в угловых сопряжениях стен, выпадение больших кусков штукатурки, произошло значительное расширение старых трещин. В отдельных домах этого типа (преимущественно старой постройки) образовались сквозные трещины со смещением несущих стен в верхней части, с обрушением частей стен и углов (фото 5–10). Относительно новые дома, построенные на хорошем фундаменте, получили повреждения в виде тонких трещин на стенах, в угловых сопряжениях стен.



**Рис. 5.** Кишлак Килчуджой, повреждения глинобитных домов



**Рис. 6.** Кишлак Карамык, сквозные трещины на стенах и углах жилого дома



**Рис. 7.** Кишлак Саргой, обрушение части стены и сквозные трещины в стенах жилых домов



**Рис. 8.** Кишлак Ачкалма, обрушение части стены и сквозные трещины в стенах жилых домов



**Рис. 9.** Кишлак Дувана, сквозные трещины на стенах глинобитных домов



Рис. 10. Кишлак Оксой, примеры повреждений жилых глинобитных домов

В северо-восточной части кишлака Саргой, на правом борту долины р. Кызылсу, в результате землетрясения на склоне холма произошел небольшой оползень. Также небольшие оползни произошли на крутом склоне большого и глубокого сая (впадина между соседними холмами) в западной части селения. Севернее кишлаков Ачикалма и Дувана на склонах гор возникли небольшие обвалы. Многочисленные обвалы также обнаружены на крутых склонах гор по левому берегу р. Кызыл-Су от кишлака Саргой до кишлака Дувана вдоль автодороги Джиргаталь–Карамык (рис. 11).



Рис. 11. Обвалы вдоль автодороги Джиргаталь-Карамык

По свидетельству очевидцев, находившихся на территории кишлаков Кара Теит и Карамык (Киргизия), расположенных в долине р. Ок-Су, интенсивность сотрясений достигала 6 баллов (повреждения, аналогичные Килчуджой). В верховьях долины р. Ок-Су на крутых склонах произошли небольшие обвалы.

5–6 баллов достигала интенсивность колебаний в кишлаках Оксой, Карасой, Кашат, Чонкиргиз, расположенных на расстоянии 21–24 км южнее эпицентра на левом борту долины р. Кызыл-Су. Степень повреждений жилых домов здесь несколько меньше, чем в 6-балльных пунктах. На склонах гор более северных кишлаков произошли небольшие обвалы и камнепады.

В кишлаках, в которых интенсивность сотрясений достигала 5 баллов, во многих преимущественно старых глинобитных домах образовались тонкие трещины в стенах, с полок и в шкафах падала сложенная друг на друга посуда, неустойчиво стоящие легкие предметы колебались. Жители в страхе выбегали из помещений. На горных склонах произошли небольшие камнепады.

Сейсмические колебания интенсивностью 4–5 баллов ощущались в Таджикабаде, Гарме, Камароу, Ворухе на расстояниях от 64 до 111 км от эпицентра;

– 4 балла – в Сангворе, Газорчашме, Тавильдаре на юге (от 83 до 120 км), в Чорку на севере (88 км) и в юго-восточном направлении в Навабаде, Лябиджаре (от 121 до 132 км);

– 3–4 балла достигала интенсивность колебаний в городах Худжанд, Душанбе, Шымкент (от 174 до 346 км);

– 3 балла – в Ташкенте, Таразе, Бишкеке (от 268 до 454 км);

– 2 балла – в Алматы (624 км).

Карамыкское землетрясение 3 мая 2017 г. имело достаточно большую площадь распространения: 7-балльная – 329 км<sup>2</sup>, 6-балльная – 1827 км<sup>2</sup>, 5-балльная – 10940 км<sup>2</sup>. Относительно большая площадь эпицентральной зоны свидетельствует о больших размерах очага, характерных

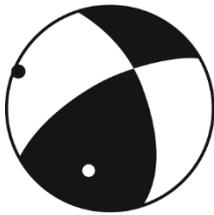
для землетрясений Южного Тянь-Шаня. Горизонтальная протяженность очага  $L_x$  по формуле Н.В. Шебалина из [10] равна:

$$L_x = d_{\max} - d_{\min} = 28.35 \text{ км} - 14.8 \text{ км} = 13.5 \text{ км},$$

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

**В тектоническом плане** Карамыкское землетрясение 3 мая 2017 г. произошло в Гиссаро-Алайской горной области, сложенной в основном палеозойскими породами. Его эпицентр расположен в восточной части Зеравшанского разлома в зоне его сближения с Гиссаро-Каратегинским разломом. Как видно из рис. 3, основная часть эпицентров афтершоков расположена в зоне сближения и пересечения этих тектонических нарушений.

Зеравшанский краевой разлом принадлежит к числу наиболее выраженных дизъюнктивов протяженностью в широтном направлении около 500 км – от Дараут-Кургана на востоке до Самарканда на западе. Разлом является крутопадающим ( $60-80^\circ$ ) на юг и на своем протяжении разделяет несколько тектонических зон. Почти такие же углы ( $DP_{NP1}=69^\circ$ ,  $DP_{NP2}=61^\circ$ ) характеризуют падения обеих нодальных плоскостей в очаге Карамыкского землетрясения 3 мая в решении механизма его очага по GCMT [4] (рис. 12). Согласно этому решению, в очаге по нодальным плоскостям юго-западного ( $STK1=240^\circ$ ) и север-северо-западного простирания ( $STK2=342^\circ$ ) произошли взбросо-сдвиги вдоль ( $NP1$ ) или поперек ( $NP2$ ) Зеравшанского краевого разлома. Подвижки вызваны горизонтальными ( $PLP=5^\circ$ ) напряжениями сжатия, ориентированными близширотно ( $AZM_P=293^\circ$ ) [11]. Учитывая северо-восточную вытянутость изосейст и облака афтершоков,  $NP1$  следует считать действующей плоскостью разрыва.



**Рис. 12.** Диаграмма механизма очага в проекции на нижнюю полусферу Карамыкского землетрясения 3 мая 2017 г.

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

На южном крыле находятся Центрально-Гиссарская, Ягнобская и Барзанги-Шумкарская тектонические зоны; на северном крыле располагается Зеравшано-Туркестанская зона [12]. В сейсмическом отношении активными являются в основном краевые части разлома. В его краевой западной части, в районе Самарканда (Ургут), известно 8–9-балльное землетрясение, произошедшее в 1799 г. [13], а в восточной – описываемое 7-балльное землетрясение 3 мая 2017 года. На других участках разлома сильных или разрушительных сейсмических событий не зафиксировано.

Гиссаро-Каратегинский краевой разлом разграничивает Центрально-Гиссарскую и Ягнобскую тектонические зоны на западе, Гарм-Хайтскую и Барзанги-Шумкарскую (район исследования) на востоке, имеет протяженность более 300 км и близвертикальное падение на юг. Своим восточным концом он причленяется к расположенному севернее Зеравшанскому разлому. За историческое время в этом тектоническом узле на территории Таджикистана очаги сильных землетрясений не зафиксированы.

Согласно схеме сейсмогенных зон Таджикистана [14], район возникновения землетрясений 3 мая 2017 г. относится к сейсмогенной зоне Центрального Таджикистана, включающей в себя территорию Гиссаро-Алайской горной области, где возможно возникновение сейсмических событий  $M_{\max} \geq 6.5$ , учитывая слабую дифференцированность тектонических перемещений и небольшой уровень сейсмичности.

Изосейсты землетрясения 3 мая 2017 г. имеют форму эллипса, сильно вытянутого в северо-восточном направлении по простиранию Зеравшанского краевого разлома. Изосейста 6-балльного сотрясения оконтуривает зону сгущения эпицентров афтершоков вокруг очага сейсмического события 3 мая (рис. 3). Изосейсты 6- и 5-балльных сотрясений в северной части территории (рис. 4), из-за отсутствия населенных пунктов на северных и южных отрогах Алайского хребта, проведены условно и повторяют конфигурацию первой изосейсты. При этом было учтено затухание интенсивности в южном и юго-западном направлениях исследуемого района, а также имеющиеся макросейсмические данные по населенным пунктам на севере Таджикистана и юге Киргизии.

Как видно из рис. 4, затухание интенсивности землетрясения 3 мая 2017 г. вкост простира- ния геологических структур происходило почти в два раза быстрее, чем вдоль них. Так, затухание интенсивности от 7 до 6 баллов (по соответствующим изосейстам) вдоль простира- ния структур и Зеравшанского краевого разлома (в восточном и западном направлениях) происхо- дило на расстоянии 18 км, а вкост простира- ния (в южном и северном направлениях) – на рас- стоянии около 10–11 км. Затухание в 2 балла происходило в широтном направлении на рассто- янии 70 км (от 7-балльной изосейсты), а в меридиональном – на расстоянии 47 км. Такие формы изосейст и характер затухания интенсивности с расстоянием являются характерными для силь- ных землетрясений Южного Тянь-Шаня, который сложен консолидированными породами, в частности, в сейсмогенной зоне Гиссаро-Кокшаальского разлома [15], в пределах которой про- изошли известные землетрясения – 9-балльное Гармское 1941 г., 9–10-балльное Хаитское 1949 г., 8-балльное Джиргатальское 1984 г. и др. [16, 17].

**Закключение.** Анализ макросейсмических данных с учетом геологического строения рай- она показывает, что возникновение землетрясения 3 мая 2017 г. связано, в основном, с тектони- ческими подвижками, произошедшими в восточной части Зеравшанского краевого разлома в зоне его сближения с Гиссаро-Каратегинским разломом. Возможно, некоторые афтершоки зем- летрясения, вследствие перераспределения напряжений, связаны с Гиссаро-Каратегинским раз- ломом.

Характер ошутимости на поверхности и форма изосейст землетрясения 3 мая 2017 г. соот- ветствуют выявленным ранее закономерностям проявления сильных землетрясений этой зоны. За историческое время землетрясение подобной интенсивности в этом районе зафиксировано впервые. Судя по произошедшему в 1799 г. 8–9-балльному землетрясению с разрушением кре- пости Ургут (вблизи Самарканда) в крайней западной части Зеравшанского разлома [13] и 7- балльному землетрясению 3 мая 2017 г., можно судить о высокой активности и опасности пре- имущественно его краевых частей.

Основной причиной значительных повреждений глинобитных жилых домов в зоне 6-балльных сотрясений является несоблюдение элементарных строительных норм (низкое каче- ство строительства, отсутствие фундаментов и связывающих стены элементов крепления, непра- вильное использование рельефа местности и т.д.). Для уменьшения риска возможных разруше- ний при сильных землетрясениях необходимо вести строительство жилых и общественных зданий с соблюдением всех норм с учетом расположения района в сейсмоактивной зоне.

#### 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. (отв. сост.); Рислинг Л.И., Михайлова Р.С., Нилобекова З.М., Маматкулова З.С., Куту- зова А.П., Валяская Т.Н., Артёмова 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>
3. Раутиан Т.Г. Энергия землетрясений // Методы детального изучения сейсмичности. (Труды ИФЗ АН СССР; № 9 (176)). – М.: ИФЗ АН СССР, 1960. – С. 75–114.
4. International Seismological Centre. (2022). On-line Bulletin. <https://doi.org/10.31905/D808B830>
5. Шебалин Н.В. Опорные землетрясения и уравнения макросейсмического поля // Новый каталог силь- ных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 20–31.
6. Джураев Р.У., Гребенникова В.В. Макросейсмическое проявление землетрясений 3–6 мая 2017 года в приграничных районах Таджикистана и Кыргызстана // Вестник Института сейсмологии НАН КР. – 2018. – №2(12). – С. 25–37.
7. Tengrinews. (2022). – URL: <https://tengrinews.kz/sng/posledstviya-zemletryaseniya-kyrgyzystane-pov-rejdenyi-270-317367/>
8. Улубиева Т.Р., Рислинг Л.И., Нилобекова З.М. (отв. сост.); Артёмова Е.В., Лукаш Н.А. Макросейсми- ческий эффект ошутимых землетрясений Таджикистана в 2016–2017 гг. // Землетрясения Северной Евразии. – 2022. – Вып. 25 (2016–2017 гг.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.gsras.ru/zse/app-25.html>

9. The Modified Mercalli Intensity Scale. Earthquake Topics. (2022) // USGS [Web Site]. – URL: <https://www.usgs.gov/programs/earthquake-hazards/modified-mercalli-intensity-scale>
10. Шебалин Н.В. Очаги сильных землетрясений на территории СССР. – М.: Наука, 1974. – 54 с.
11. Лукаш Н.А. Каталог механизмов очагов 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>
12. Кухтиков М.М. Тектоническая зональность и важнейшие закономерности строения и развития Гиссаро-Алая в палеозое. – Душанбе: «Дониш», 1968. – 248 с.
13. Кондорская Н.В., Шебалин Н.В. Новый каталог землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – 536 с.
14. Бабаев А.М., Мирзоев К.М. Основные принципы сейсмического районирования Таджикистана // Вопросы сейсмического районирования территории Таджикистана. – Душанбе: Дониш, 1976. – С. 3–31.
15. Мирзоев К.М., Джураев Р.У. Основные закономерности затухания балльности землетрясений на территории Таджикистана // Землетрясения Средней Азии и Казахстана в 1983 г. – Душанбе: «Дониш», 1985. – С. 99–128.
16. Губин И.Е. Закономерности сейсмических проявлений на территории Таджикистана. – М.: АН СССР, 1960. – 464 с.
17. Джураев Р.У. Макросейсмическое проявление сильных землетрясений в районе строительства Рогунской ГЭС. – Душанбе: Мир полиграфии, 2013 – 63 с.

***KARAMYK EARTHQUAKE of May 3, 2017 with  $K_R=14.2$ ,  $M_S=6.0$ ,  $I_0=7$  (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.** The results of field survey of consequences of the May 3, 2017 earthquake are presented. The isoseismal map is created, the earthquake macroseismic parameters are determined and their connection with geological structures is established. The analysis of damage for buildings and constructions is made.

**Keywords:** earthquake, aftershock, epicenter, macroseismic parameters, earthquake consequences, isoseism.

**DOI:** 10.35540/1818-6254.2022.25.31 **EDN:** MJVFEH

**For citation:** Juraev, R.U. (2022). [Karamyk earthquake of May 3, 2017 with  $K_R=14.2$ ,  $M_S=6.0$ ,  $I_0=7$  (Tajikistan)]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 25(2016–2017), 338–347. (In Russ.). DOI: 10.35540/1818-6254.2022.25.31. EDN: MJVFEH

**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. Ulubieva, T.R., Risling, L.I., Mikhailova, R.S., Nilobekova, Z.M., Mamatkulova, Z.S., Kutuzova, A.P., Valiavskaya, 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.).
3. 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.).
4. International Seismological Centre. (2022). On-line Bulletin. Retrieved from <https://doi.org/10.31905/D808B830>
5. Shebalin, N.V. (1977). [Reference earthquakes and macroseismic field equations]. In *Novyi katalog sil'nykh zemletriasenii na territorii SSSR drevneishikh времен do 1975 g* [A new catalog of strong earthquakes in the USSR from ancient times to 1975] (pp. 20–30). Moscow, Russia: Nauka Publ. (In Russ.).
6. Juraev, R.U., & Grebennikova, V.V. (2018). [Macroseismic manifestation of earthquakes on May 3–6, 2017 in the border regions of Tajikistan and Kyrgyzstan]. *Bulletin of the Institute of Seismology of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic*, 2(12), 25–37. (In Russ.).

7. Tengrinews. (2022). Retrieved from <https://tengrinews.kz/sng/posledstviya-zemletryaseniya-kyrgyzystane-povrejdenyi-270-317367/>
8. Ulubieva, T.R., Risling, L.I., Nilobekova, Z.M., Artemova, E.V., Lukash, N.A., & Mikhailova, R.S. (2022). [Macroseismic effect of tangible earthquakes in Tajikistan in 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.).
9. The Modified Mercalli Intensity Scale. Earthquake Topics. USGS. (2022). Retrieved from <https://www.usgs.gov/programs/earthquake-hazards/modified-mercalli-intensity-scale>
10. Shebalin, N.V. (1974). *Ochagi sil'nykh zemletriaseniy na territorii SSSR* [Foci of strong earthquakes on the territory of the USSR]. Moscow, Russia: Nauka Publ., 54 p. (In Russ.).
11. Lukash, N.A. (2022). [Catalog of focal mechanisms 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.).
12. Kukhtikov, M.M. (1968). *Tektonicheskaya zonal'nost' i vazhnejshie zakonomernosti stroeniya i razvitiya Gissaro-Alaya v paleozoe* [Tectonic zonality and the most important laws of the structure and development of Gissaro-Alay in the Paleozoic]. Dushanbe, Tajikistan: Donish Publ., 248 p. (In Russ.).
13. Kondorskaya, N.V., & Shebalin, N.V. (1977). *Novyi katalog sil'nykh zemletriasenii na territorii SSSR drevneishikh vremen do 1975 g.* [New catalog of strong earthquakes in the USSR from ancient times through 1975]. Moscow, Russia: Nauka Publ., 536 p. (In Russ.).
14. Babaev, A.M. & Mirzoev, K.M. (1976). [Basic principles of seismic zoning of Tajikistan]. In *Voprosy sejsmicheskogo rajonirovaniya territorii Tadzhikistana* [Issues of seismic zoning of the territory of Tajikistan] (pp. 3–31). Dushanbe, Tajikistan: Donish Publ. (In Russ.).
15. Mirzoev, K.M., & Dzshuraev, R.U. (1985). [The main patterns of attenuation of earthquake balliness in Tajikistan]. In *Zemletriaseniia Srednej Azii i Kazahstana v 1983 g.* [Earthquakes of Central Asia and Kazakhstan in 1983] (pp. 99–128). Dushanbe, Tajikistan: Donish Publ. (In Russ.).
16. Gubin, I.E. (1960). *Zakonomernosti sejsmicheskikh proyavlenij na territorii Tadzhikistana* [Patterns of seismic manifestations in Tajikistan]. Moscow, Russia: Academy of Sciences of the USSR Publ., 464 p. (In Russ.).
17. Juraev, R.U. (2013). *Makrosejsmicheskoe proyavlenie sil'nykh zemletryasenij v rajone stroitel'stva Rogunskoj GES* [Macroseismic manifestation of strong earthquakes in the area of the Rogun hydroelectric station]. Dushanbe, Tajikistan: World of Graphic Arts Publ., 63 p. (In Russ.).