

ТАЛХАК-ЧАШМИНСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 9 января 2002 года **$M_w=5.2, I_0=6-7$ (Таджикистан)****Р.У. Джуроев**

Институт сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН Республики Таджикистан,
г. Душанбе, seismtadj@rambler.ru

9 января 2002 г. в 06^h45^m (11^h45^m местного времени) в Обигармском административном районе Республики Таджикистан, в 110 км восточнее столицы – г. Душанбе – произошло землетрясение с интенсивностью в эпицентре $I_0=6-7$ баллов. Эпицентральная зона землетрясения была расположена на северо-восточном склоне Вахшского хребта, на террасах левого берега р. Вахш, всего в 4 км от строящейся высокогорной Рогунской ГЭС. Сводка данных о его параметрах по республиканским и другим данным приведена в табл. 1.

Таблица 1. Основные параметры Талхак-Чашминского землетрясения 9 января 2002 г. по данным Таджикистана 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		
Таджикистан, ручная обработка макросейсмический эпицентр	06 45 50.5		38.75	0.05	69.87	0.05	5	5	$K_p=13.0$	[1]
			38.7		69.8					см. рис. 2
MOS	06 45 56.4		38.71		69.90				$M_S=5.0/38, MPSP=5.4/48$	[2]
ISC	06 45 54.6	0.12	38.67	0.02	69.86	0.02	17*	4*	$M_S=5.2/104, m_b=5.1/123,$ h^* по pP	[3]
HRVD	06 45 57.7		38.89	0.06	69.29	0.09	44	5.4	$M_w=5.2/31,$ $M_0=8/8 \cdot 10^{16}$ Н·м	[3]
NEIC	06 45 57.5		38.67		69.90		33f		$M_S=5.2/93, m_b=5.2/99$	[3]
IDC	06 45 56.8		38.67		69.81		16	29	$M_S=4.8, m_b=4.7$	[3]
ВЛ	06 46 03.1		38.84		70.65		33f		$M_S=5.2, M_b=5.2, M_L=5.7$	[3]

Расположение разных решений эпицентра в плане изображено на рис. 1, откуда видна их удивительная согласованность: разброс не превышает 10 км.

Данное землетрясение было обследовано автором. В эпицентральной зоне землетрясение проявилось в виде резкого вертикального толчка, которому предшествовал громкий взрывоподобный подземный гул. Жители в панике выбегали из помещений. Длина зоны 6–7-балльного сотрясения вдоль левого борта долины р. Вахш составила около 15 км.

С наибольшей интенсивностью, равной **6–7 баллов**, оно проявилось в кишлаках (селениях) Талхак-Чашма и Таги-Агба, расположенных на аллювиальной террасе, перекрытой сверху делювиально-пролювиальными отложениями мощностью 10–15 м. Постройки все одноэтажные, их стены возведены в основном из камня на глинистом растворе. В результате землетрясения в кишлаке Талхак-Чашма из 44 жилых домов 25 были разрушены частично (выпадение одной из стен, части стены, обрушение крыши) и 19 получили серьезные повреждения в виде сквозных трещин в стенах и их угловых сопряжениях, с обрушением больших кусков штукатурки. К последним относятся здания школы и медпункта. Были разрушены многие подсобные помещения (частично и некоторые полностью). В кишлаке Таги-Агба из шести домов два полностью разрушены, четыре – частично. Под завалами домов погибли трое и шесть человек получили увечья.

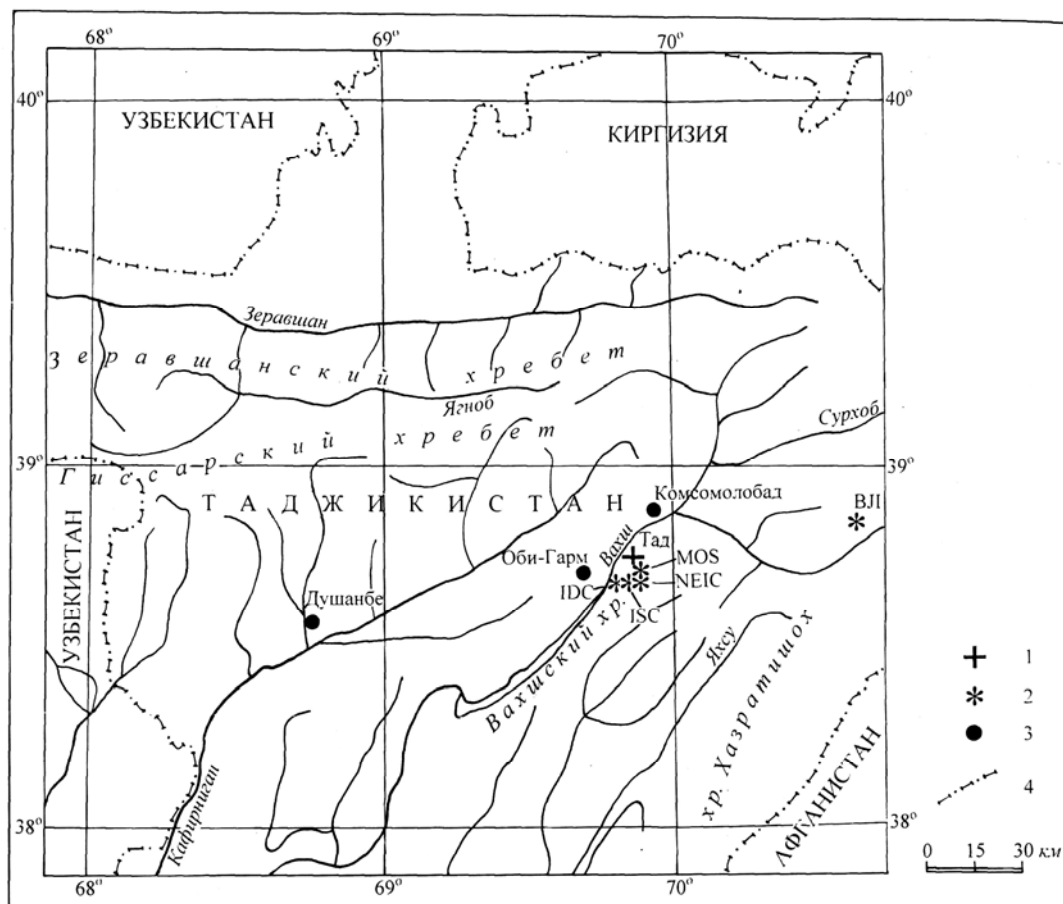


Рис. 1. Сопоставление решений эпицентра Талхак-Чашминского землетрясения с $M_w=5.2$ по данным станций Таджикистана с решениями других агентств

1, 2 – инструментальный эпицентр по данным Таджикистана и других сейсмологических служб соответственно; 3 – населенный пункт; 4 – государственная граница.

В кишлаках Пасимурахо, Таги-Камар, Сичарог, Лугур, Дебистон и Кишрог землетрясение проявилось с интенсивностью **5–6 баллов**. Здесь в таких же домах, как и описанных выше, образовались небольшие трещины в стенах, чаще в их угловых сопряжениях. Сильных повреждений зданий не наблюдалось. В г. Рогун в пятиэтажных жилых зданиях наблюдали падение посуды и других предметов в шкафах и с полок, разбились несколько оконных стекол. В зоне 5–6-балльных сотрясений на склонах гор наблюдались небольшие обвалы и камнепады. Оползень-обвал, произошедший на склоне правого борта р. Вахш в районе строительства Рогунской ГЭС, перекрыл на 10–15 минут реку. Небольшие камнепады произошли также и на северных склонах Вахшского хребта. Следует отметить, что склоны гор перед землетрясением были сильно увлажнены в результате ливневых дождей и таяния снега.

Сотрясения с интенсивностью **5 баллов** охватили площадь около $S=500 \text{ км}^2$. В ее пределах находились девять кишлаков, расположенных на расстоянии от 6 до 17 км от эпицентра. Землетрясение, хотя и проявилось достаточно сильно, повреждений в зданиях не вызвало. Люди в страхе покидали помещения.

Колебания в **4 балла** ощущались в юго-западном и восточном направлениях от эпицентра на расстоянии от 20 до 54 км.

По результатам обследования, собранным в 24 населенных пунктах, составлена таблица пунктов-баллов (табл. 2).

Карта изосейст, построенная по данным табл. 2, изображена на рис. 2. Удалось провести три замкнутые изосейсты с интенсивностью 6–7, 5–6 и 5 баллов. Четырехбалльная изосейста, которая опирается лишь на два пункта, незамкнута. Все изосейсты имеют форму эллипса, вытянутого в северо-восточном направлении, вдоль долины р. Вахш, т.е. в этом направлении за-

тухание наименьшее. В результате вниз по течению р. Вахш, в г. Нурек, расположенном на расстоянии 54 км от эпицентра, где находится Нурекская ГЭС, интенсивность сотрясений достигла 4 баллов. Наоборот, в северо-западном направлении затухание колебаний происходило довольно быстро. Так, в селениях, расположенных на расстоянии 4–5 км от эпицентра, интенсивность толчков отличалась на один балл, на расстоянии 13–17 км – на два балла.

Таблица 2. Макросейсмические данные о Талхак-Чашминском землетрясении 9 января 2002 г. в 06^h45^m с $M_w=5.2$

№	Пункт	Δ , км	№	Пункт	Δ , км
	<u>6–7 баллов</u>		14	Севгарди	9
1	Талхак-Чашма	1	15	Кадиоб	10
2	Таги-Агба	1	16	Калаинав	13
	<u>5–6 баллов</u>		17	Ионахш	15
3	Пасимурахо	3.5	18	Гашион	16
4	Рогун	4		<u>4–5 баллов</u>	
5	Таги-Камар	4	19	Хакими	13
6	Дебистон	4	20	Кулобод	17
7	Сичарог	4		<u>4 балла</u>	
8	Кокдара	4	21	Муминабад	21
9	Кишрог	4	22	Комсомолабад	23
	<u>5 баллов</u>		23	Калайдашт	27
10	Алигалабон	6	24	Нурек	24
11	Хишхарф	7		<u>3–4 балла</u>	
12	Оби-Гарм	8		Душанбе	110
13	Чорсада	9			

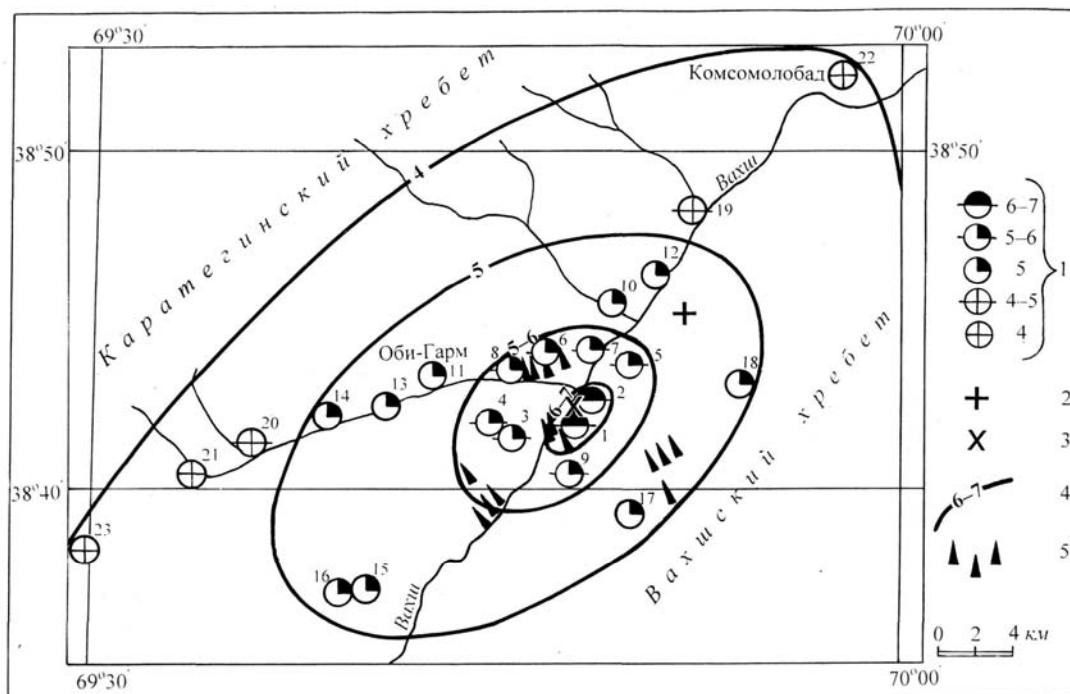


Рис. 2. Карта изосейст Талхак-Чашминского землетрясения 9 января 2002 г. с $M_w=5.2$

1 – интенсивность сотрясений; 2, 3 – эпицентр инструментальный и макросейсмический соответственно; 4 – изосейста; 5 – камнепад. Номера пунктов на карте соответствуют таковым в табл. 2.

Землетрясение имело небольшую площадь распространения, размеры плейстосейстовой области всего лишь около 9 км². Геометрические размеры поля изосейст приведены в табл. 3.

Таблица 3. Основные параметры макросейсмического поля Талхак-Чашминского землетрясения с $M_w=5.2$

I_s , баллы	Геометрические параметры поля изосейст, км				Площадь S_i зоны, км ²
	λ_a	λ_b	$\bar{\lambda}$	λ_a/λ_b	
6–7	4.6	2.4	3.3	1.67	9
5–6	12.0	8.3	10.0	1.45	72
5	29.7	17.1	22.5	1.73	500

Примечание. Среднее $\bar{\lambda}$ является средним геометрическим.

Согласно [4], горизонтальная протяженность очага равна:

$$l_x = d_{l \max} - d_{l \min}, \tag{1}$$

где $d_{l \max}$ и $d_{l \min}$ – наибольший и наименьший диаметры первой изосейсты, которые составили 4.6 км и, соответственно, 2.4 км. Следовательно,

$$l_x = 4.6 \text{ км} - 2.4 \text{ км} = 2.2 \text{ км}. \tag{2}$$

Интересно, что расчет размеров очага по известной формуле Ю.В. Ризниченко [5]:

$$\lg l_{\text{км}} = -2.266 + 0.244 K = -1.289 + 0.440 M, \tag{3}$$

для $K_p=13.0$ [1] и $MS=5.0$ [2] дает $l=8.05$ км и 8.15 км, т.е. в 3.6 или 3.7 раза больше (2), что может свидетельствовать о крутой плоскости падения разрыва в очаге. И это действительно так, как следует из табл. 4, где приведены параметры механизма очага, полученные в Гарвардском центре США по методу тензора момента центроида (СМТ) [3]. Землетрясение возникло под действием преобладания напряжений сжатия, ориентированных в юго-восточном направлении ($AZM=140^\circ$). Обе нодальные плоскости простираются в одном направлении – с юго-запада на северо-восток. Тип подвижки в очаге по пологой ($DP=22^\circ$) плоскости $NP1$ – надвиг с компонентами правостороннего сдвига, по крутой ($DP=68^\circ$) плоскости $NP2$ – взброс с компонентами левостороннего сдвига. Как видим, плоскость $NP2$ характеризуется весьма крутым падением ($DP=68^\circ$). Азимут простираения этой плоскости составляет $AZM=52^\circ$.

Таблица 4. Параметры механизма очага Талхак-Чашминского землетрясения 9 января 2002 г. с $M_w=5.2$ из [3]

№	Дата, д м ч мин с	t_0 , с	h , км	Магнитуды			K_p	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Агентство
				M_w	MS	$MPSP$		T		N		P		$NP1$			$NP2$			
								PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	$SLIP$	STK	DP	$SLIP$	
2	09.01	06 45 57.7	5	5.2	5.0	5.4	13.0	67	329	3	231	23	140	223	22	81	52	68	94	HRVD

С другой стороны, рассмотрим азимуты простираения продольных осей трех замкнутых изосейст, которые оказались равными:

$$AZM_{(1=6-7)}=41^\circ, AZM_{(1=5-6)}=51^\circ, AZM_{(1=5)}=46^\circ,$$

т.е. весьма близкими к простираению плоскости $NP2$. Поэтому можно принять именно эту плоскость разрыва за действующую плоскость разрыва в очаге землетрясения (рис. 3).

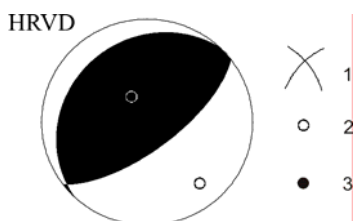


Рис. 3. Стереогаммы механизма очага Талхак-Чашминского землетрясения 9 января 2002 г. с $M_w=5.2$ в проекции нижней полусферы

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

Талхак-Чашминское землетрясение имело небольшое число афтершоков [6], которые продолжались в течение одного месяца. Наиболее ощутимые из них произошли 10 января с $K_p=9.8$ (Рогун, 2 балла), 3 февраля с $K_p=11.8$ (Рогун, 4–5 баллов) и рассмотренный ниже (табл. 5, 6) афтершок 11 февраля с $K_p=11.6$.

Таблица 5. Основные параметры афтершока Талхак-Чашминского землетрясения 11 февраля 2002 г. по данным Таджикистана 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		
Таджикистан, ручная обработка макросейсмический эпицентр	17 13 50.0		38.74	0.05	69.86	0.10	2.5	5	$K_p=11.6$	[1] см. рис. 4
MOS	17 13 54.1		38.73		69.77		29		$MPSP=4.5/20$	[2]
ISC	17 13 55.5	0.72	38.67	0.03	69.86	0.04	41	8	$M_s=3.6/5$, $m_b=4.2/25$	[3]
NEIC	17 13 54.9		38.72		69.81		33f		$m_b=4.4/19$	[3]
IDC	17 13 51,4		38.59		69.80		0f		$M_s=3.7$, $m_b=4.1$	[3]
ВЛ	17 13 53.9		38.7		69.95		23		$M_s=4.7$, $M_b=4.3$, $M_L=4.8$	[3]

Последствия повторного толчка 11 февраля были обследованы в 18 селениях, по данным которых составлена таблица пунктов-баллов (табл. 6).

Таблица 6. Макросейсмические данные об афтершоке Талхак-Чашминского землетрясения 11 февраля в 17^h13^m с $K_p=11.6$

№	Пункт	Δ , км	№	Пункт	Δ , км	
1	<u>5–6 баллов</u>	1	10	Оби-Гарм	8	
	Таги-Агба		11	Кадиоб	10	
			12	Калаинав	13	
2	<u>5 баллов</u>	3		<u>4 балла</u>	10	
	Талхак-Чашма		13	Алигалабон		
	Пасимурахо		14	Чорсада		13
	Рогун		15	Гашион		14
5	<u>4–5 баллов</u>	3		<u>3–4 балла</u>	17	
	Таги-Камар		16	Кулобод		
	Сичарог			<u>3 балла</u>		
	Дебистон		17	Комсомолабад		24
	Кокдара		18	Калайдашт		26
	Лугур					

Характер распространения сотрясений при повторном толчке был идентичным с основным толчком. Изосейсты имеют аналогичную форму и вытянуты вдоль долины р. Вахш (рис. 4).

Следует заметить, что макросейсмический эпицентр при этом был несколько смещен к юго-западу, вниз по течению реки (рис. 4). Наиболее сильные колебания с интенсивностью 5–6 баллов при этом ощущались в кишлаке Таги-Агба ($\Delta=1$ км).

Область Талхак-Чашминского землетрясения 9 января в геологическом плане расположена в северо-восточной части Таджикской депрессии, в зоне ее сближения со структурами Гиссаро-Алая. Район является одним из геологически сложных и сейсмически активных в Таджикистане: охватывается часть области сочленения структур Южного Тянь-Шаня и Таджикской депрессии. Геологическое строение района подробно описано во многих работах [7–11 и др.], где признается наличие двух крупных глубинных разломов, ограничивающих исследуемый район: Гиссаро-Кокшаальского, проходящего по подножию Каратегинского хребта, и Илякско-Вахшского – по подножиям хребтов Сурхку и Вахшского.

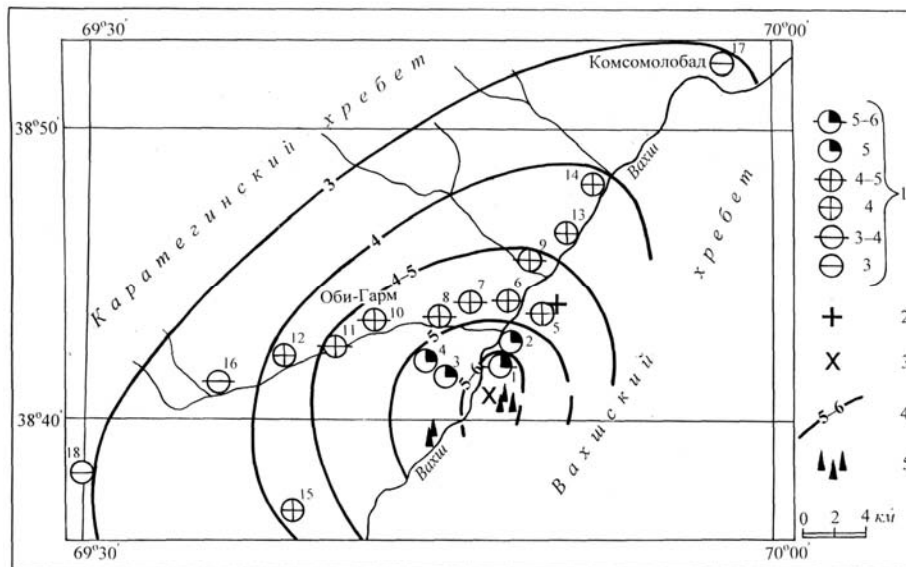


Рис. 4. Карта изосейст афтершока 11 февраля в 17^h13^m с $K_p=11.6$

1 – интенсивность сотрясений; 2, 3 – эпицентр, инструментальный и макросейсмический соответственно; 4 – изосейста; 5 – камнепад. Номера пунктов на карте соответствуют таковым в табл. 5.

Высокая сейсмогенность Гиссаро-Кокшаальского (Южно-Гиссарского) разлома, особенно его восточной части, неоспорима. Однако в описываемом районе, от Оби-Гарма до Комсомолобада, его сейсмическая активность значительно уменьшается, хотя эпицентры многих слабых землетрясений приурочены к этой зоне. По историческим данным на этом отрезке разлома до настоящего времени не было зарегистрировано ни одного сильного подземного толчка. Значительно активнее в сейсмическом отношении является расположенная с юга депрессионная часть района, где известно довольно большое число сильных и разрушительных землетрясений, примером которых являются 7-балльное Гашионское 12.01.1947 г., 6-балльное Таги-Камарское 19.03.1955 г. и 6–7-балльное Шуробское землетрясение 21.08.1955 г. [12], произошедшие в непосредственной близости от эпицентра Талхак-Чашминского землетрясения 2002 г. (рис. 5).

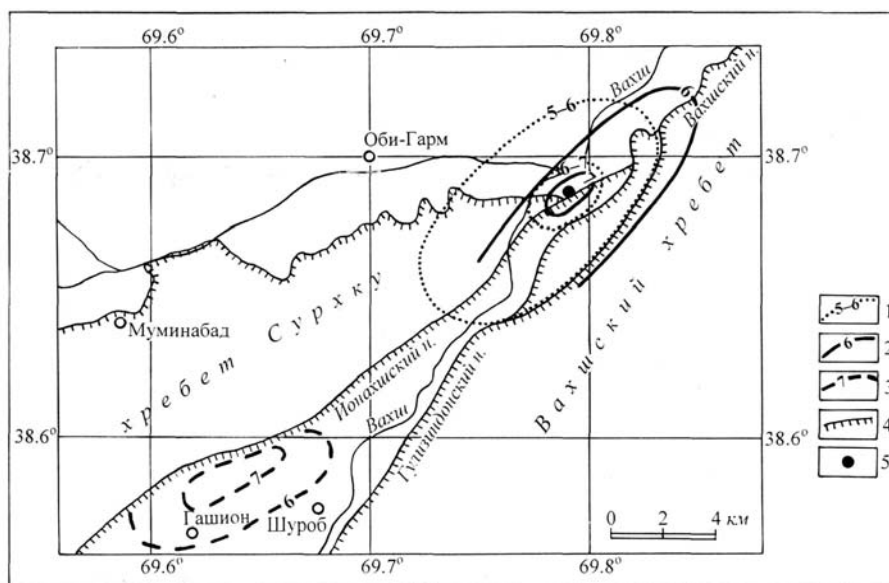


Рис. 5. Карта изосейст землетрясений Гашионского 1947 г. и Таги-Камарского 1955 г. Составил И.Е. Губин в 1955 г. (с. 257 в [13]).

1 – изосейста Талхак-Чашминского землетрясения 2002 г.; 2–3 – изосейста Гашионского и Таги-Камарского землетрясений соответственно; 4 – линия надвига; 5 – Талхак-Чашма.

Следует отметить, что по своим макросейсмическим проявлениям Талхак-Чашминское землетрясение почти идентично с Таги-Камарским 19.03.1955 г. [12]. В обоих случаях наиболее сильные сотрясения, а, следовательно, и разрушения наблюдались в кишлаке Талхак-Чашма. Их плейстосейстовые области расположены у подножья Вахшского хребта, вблизи линии Ионахшского надвига.

Макросейсмическая глубина очага Талхак-Чашминского землетрясения по карте изосейст равна $h_1=5-7$ км; по величине магнитуды M и балльности I_0 в эпицентре – $h_{10M}=10$ км; по инструментальным данным – $h_{10I}=5$ км. По геолого-геофизическим данным поверхность консолидированного фундамента в западной части Вахшского хребта находится на глубине 5–6 км [14], что соответствует средней глубине очага Талхак-Чашминского землетрясения. Исходя из макросейсмических параметров, расположения плейстосейстовой области можно предположить, что очаг Талхак-Чашминского землетрясения находился в Вахшском хребте, на поверхности Ионахшского надвига. По своим проявлениям данное землетрясение является типичным для северной части Таджикской депрессии.

Л и т е р а т у р а

1. Улубиева Т.Р. (отв. сост.), Рислинг Л.И., Давлятова Р., Хусейнова Г.А., Улубиев А.Н., Максименко Т.И. Таджикистан. Каталог (оригинал) землетрясений Таджикистана за 2002 г. с $K_p \geq 8.6$. – Обнинск: Фонды ГС РАН, 02.07.2007. – 31 с.
2. Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2002 год / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ГС РАН, 2002–2003.
3. *Bulletin of the International Seismological Centre for 2002*. – Berkshire: ISC, 2004.
4. Шебалин Н.В. Очаги сильных землетрясений на территории СССР. – М.: Наука, 1974. – 54 с.
5. Улубиева Т.Р., Михайлова Р.С., Рислинг Л.И. Таджикистан. См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.
6. Губин И.Е. Закономерности сейсмических проявлений на территории Таджикистана. – М.: АН СССР, 1960. 250 с.
7. Губин И.Е. Закономерности сейсмических проявлений на территории Таджикистана. – М.: АН СССР, 1960. 250 с.
8. Захаров С.А. Тектоническое районирование и структурная схема Таджикской депрессии (Труды Ин-та геол. АН ТаджССР, т. 5) – Душанбе: АН Тадж.ССР, 1962.
9. Захаров С.А. Развитие тектонических представлений в Таджикистане и гипотеза зонного тектогенеза. – Душанбе: Дониш, 1970.
10. Бабаев А.М., Лысков Л.М. Новейшая тектоника района Душанбинского полигона // Поиски предвестников землетрясений на прогностических полигонах. – М.: Наука, 1974. – С. 29–40.
11. Бабаев А.М., Лысков Л.М. Основные черты геологического строения района Душанбинского полигона // Поиски предвестников землетрясений на прогностических полигонах. – М.: Наука, 1974. – С. 41–48.
12. Михайлова Р.С., Каток А.П., Матасова Л.М., Джанузаков Л.М., Сыдыков А. (отв. сост.). III. Средняя Азия и Казахстан [300 до н.э. – 1974 гг., $M \geq 5.0$, $MPSP \geq 5.6$, $MPVA \geq 5.3$; $I_0 \geq 6.0$] // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 198–296.
13. Губин И.Е. Геология и землетрясения. Избранные труды. Т. 1. – М.: РАН, 2003. – 378 с.
14. 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.