

### ГИССАРО-БАБАТАГСКОЕ-II ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 27 марта 1999 года

с  $K_p=12.3$ ,  $I_0=6-7$  (Таджикистан)

Р.У. Джураев, Б.К. Олимов

27 марта 1999 г. в  $10^h20^m$  в южной части Гиссарской долины произошло землетрясение с  $K_p=12.3$ ,  $I_0=6-7$  баллов. По данным сейсмической станции «Душанбе», эпицентр зарегистрирован в 20 км юго-западнее г. Душанбе, на территории Гиссарского района. Инструментальные параметры землетрясения по наблюдениям сети сейсмических станций Таджикистана приведены в табл. 1 в сопоставлении с решениями других агентств.

Таблица 1. Основные параметры Гиссаро-Бабатагского-II землетрясения 27 марта с  $K_p=12.3$

Агентство	$t_0$ , ч мин с	$\delta t_0$ , с	Гипоцентр						Магнитуда	Источник
			$\varphi^\circ$ , N	$\delta\varphi^\circ$	$\lambda^\circ$ , E	$\delta\lambda^\circ$	$h$ , км	$\delta h$ , км		
Таджикистан макросейсм. эпицентр	10 20 00.4	0.5	38.43	0.05	68.52	0.05	2.5	5	$K_p=12.3$	[1]
MOS	10 20 06.0	1.2	38.45		68.62		33		$M_S=4.3/8$ , $M_{PSP}=4.6/16$	[2]
ISC	10 20 06.3	0.9	38.37	0.04	68.70	0.05	42	10	$M_S=3.9/10$ , $m_b=4.2/27$	[3]
NEIC	10 20 05.9	0.4	38.44		68.60		33		$m_b=4.3$	[3]
HRVD									$M_w=5.0$	[3]
EIDC	10 20 10.2	3.9	38.49		68.67		52	39	$M_S=3.6/8$ , $M_b=3.9/16$	[3]
ВЛ	10 20 05.0	2.3	38.92		68.81		11		$M_S=4.6$ , $M_b=4.3$ , $M_L=5.3$	[3]
NDI	10 20 03.5	4.5	38.89		68.54		33		$M_b=4.3$ (NEIC)	[3]

Из рис. 1 видно, что все решения локализованы восточнее и севернее эпицентра, полученного по данным Таджикистана. Ближе всего к нему расположены эпицентры по определениям агентств MOS и NEIC, совершенно неверные решения – по данным агентств ВЛ и NDI.

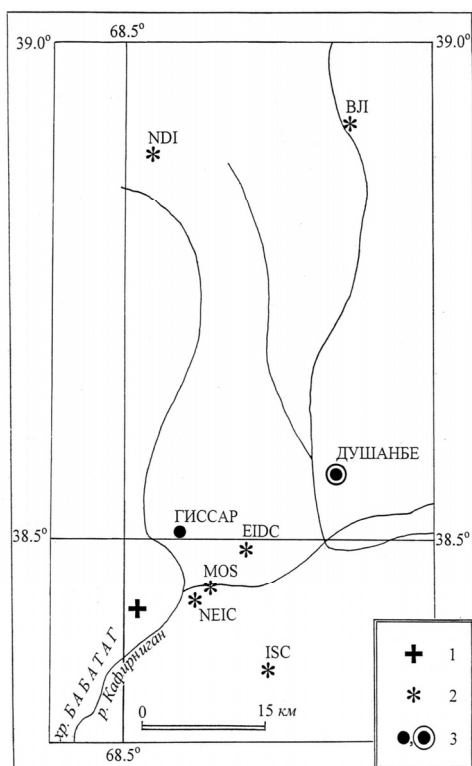


Рис. 1. Сравнение разных решений эпицентра Гиссаро-Бабатагского-II землетрясения 27 марта 1999 г.

1, 2 – эпицентр республиканский и по данным других агентств соответственно; 3 – населенный пункт.

Описываемое землетрясение произошло в весьма активной в сейсмическом отношении зоне контакта Прикафирниганских складок и Гиссарского прогиба. Сейсмические события подобной интенсивности здесь не являются редкостью (табл. 2). Среди известных можно отметить следующие землетрясения: 5–6-балльное Гиссарское 1953 г., 5-балльное Чимтеппинское 1966 г., 7-балльное Гиссарское 1968 г., 7–8-балльное Гиссарское 1989 г., 6-балльное Чимтеппинское 1998 г. (рис. 2). Наиболее сильным среди названных землетрясений этого района является Гиссарское 1989 г. Оно сопровождалось обрушением и последующим скольжением вниз большого горного выступа, подрытого при строительстве шоссейной дороги. По гребню этого выступа был прорыт водный канал, который обводил ближайшие к нему породы, что и обеспечило скольжение пород при обрушении. Под этим обрушением оказались погребенными множество домов, где все погибли [4].

Таблица 2. Ощутимые землетрясения вблизи Гиссара

Дата, д м год	$t_0$ , ч мин с $\pm \delta t_0, с$	Эпицентр		$h$ , км $\pm \delta h$	$M$ $\pm \delta M$	$I_0$ , балл $\pm \delta I_0$	Примечания	Источ- ник
		$\varphi^\circ, N$ $\pm \delta \varphi^\circ$	$\lambda^\circ, E$ $\pm \delta \lambda^\circ$					
04.08.1953	04 44 27 $\pm 2$	38.5 $\pm 0.10$	68.5 $\pm 0.10$	8 7-10	4.0 $\pm 0.5$	6 $\pm 0.5$	<b>Гиссаро-Бабатагское-I: 6-10(12)*;</b> 4-35(50); $MLH=4.1/2$ ; $M\tau=3.8/2$	[5]
02.01.1966	22 57 04 $\pm 2$	38.47 $\pm 0.02$	68.70 $\pm 0.02$	7 5-10	4.0 $\pm 0.5$	6 $\pm 0.5$	<b>Чимтеппинское: 6-2(1); 5-7(7);</b> 4-18(28); 3-35(43); $K_p=11/10$ ; $h_1=4$ ; $h_{1M}=7$ ; $h_n=10\pm 5$	[5]
21.04.1968	08 28 40 $\pm 2$	38.47 $\pm 0.05$	68.65 $\pm 0.05$	8 4-16	4.3 $\pm 0.5$	7 $\pm 0.5$	<b>Гиссарское: 7-3(5); 6-9(13); 5-17(28);</b> 4-30(31); 3-60(32); $K_p=12/10$ ; $MLH=4.3/1$ ; $h_1=4$ ; $h_{1M}=5$ ; $h_n=15\pm 5$	[5]
22.01.1989	23 02 02.8 $\pm 2$	38.49 $\pm 0.02$	68.67 $\pm 0.02$	2-5 $\pm 2$	5.7 $\pm 0.5$	7-8 $\pm 0.5$	<b>Гиссарское: 7-8-2(1); 7-2(3); 6-7-4(4);</b> 6-5(11); 5-6-11(20); 5-15(29); 4-5-27(17); 4-38(17); 3-4-53(11); 3-87(5); 2-3(144); $K_p=14.0$ ; $MPSP=5.5$	[4]
20.09.1998	07 12 21.7 $\pm 0.5$	38.49 $\pm 0.02$	68.68 $\pm 0.02$	4 $\pm 2$	(4.2) $\pm 0.5$	5-6 $\pm 0.5$	<b>Чимтеппинское: 5-6-3(4), 5-6(6),</b> 4-5-11(7), 3-4-22(9), 3-30(4); $K_p=11.6$	[6]

\*- Данное сочетание здесь и в остальных случаях означает последовательно: балльность  $I_i$ , среднее расстояние  $r$ , км от эпицентра до населенных пунктов, где интенсивность сотрясений соответствовала набранной жирным шрифтом балльности  $I_i$ , и число  $n$  таких пунктов.

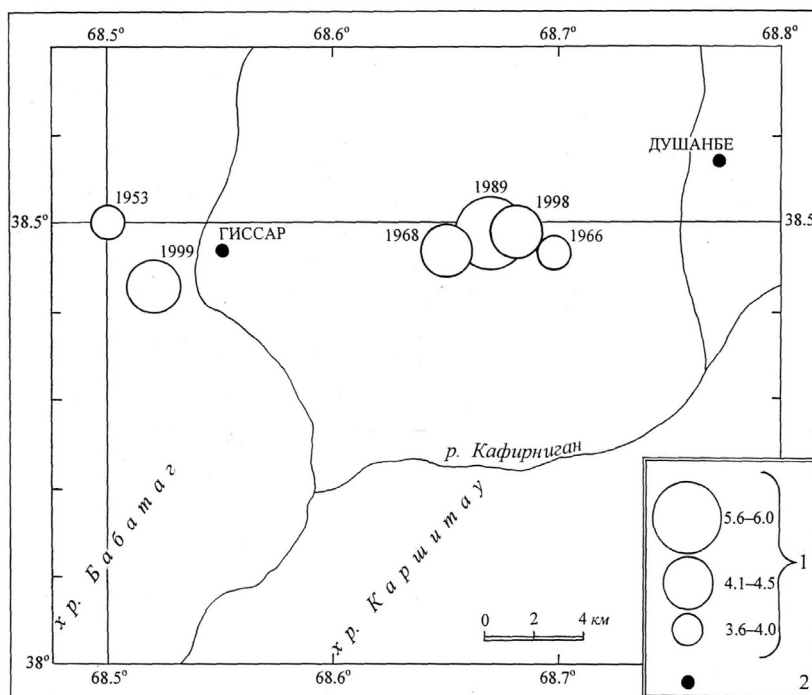


Рис. 2. Карта эпицентров ощутимых землетрясений Гиссаро-Бабатагского района за 1953–1999 гг.

1 – магнитуда  $MLH$ ; 2 – населенный пункт.

Основной толчок предварялся одним ощутимым форшоком с  $K_p=10.6$ , произошедшим 27 марта в  $08^h 41^m$ , т.е. почти за два часа до основного толчка. В ближайших к эпицентру селениях он проявился с интенсивностью  $I=3$  балла. В этой же зоне жители ощущали несколько слабых его афтершоков. Энергетическая ступень между главным толчком и форшоком составила:

$$\Delta K_a = 12.3 - 10.6 = 1.7.$$

Результаты полевого обследования последствий основного землетрясения в 40 населенных пунктах представлены в табл. 3. По макросейсмическим данным параметры землетрясения следующие: координаты эпицентра  $\varphi=38^{\circ}28'N$ ,  $\lambda=68^{\circ}31'E$ ; глубина очага  $h=5$  км. Расчетная магнитуда по уравнению из [7]:

$$K_p = 4 + 1.8 M$$

равна  $M=4.6$ , что на 0.3 единицы превышает значение  $MS$  из [2] (табл. 1).

**Таблица 3.** Макросейсмические данные о Гиссаро-Бабатагском-II землетрясении с  $K_p=12.3$

№	Пункт	$\Delta$ , км	№	Пункт	$\Delta$ , км		
1	<u>6–7 баллов</u>	4	20	Бесимас	9		
	Гаджик-Афган		21	Туда	10		
	<u>6 баллов</u>		22	Колхоз «Заря Востока»	10		
2	Озикент	4	23	Сумбула	10		
	3	Участок «Комсомол»	4	24	Окули-Боло	10	
4	Иттифок	4	25	Чанор	12		
5	<u>5–6 баллов</u>	4	26	Джартепа	16		
	Каракуль (колхоз «Калинина»)		<u>4–5 баллов</u>	27	Новобад	11	
	6		С/ст «Гиссар»	5	28	Шарора	13
	7		Джарубсой	5	29	Шуроб	13
	8		Гулхани	6	30	Шерхона	14
	9		Кончи	6	31	Хлопзавод	16
	10		Колхоз «Октябрь»	6	32	Махмадшо	17
	11		Булбулчашма	6	33	Сарыкишты	17
	<u>5 баллов</u>		34	Чимтеппа	19		
	12		Кишлак Гиссар	7	35	Джетигир	19
	13		Кунибой	7	36	Душанбе-I	23
14	Кызылкишлак	8	37	<u>4 балла</u>	19		
15	Лятобанд	8		Ляур			
16	Гиссар	8	38	Кадиджуббор (Шаринау)	20		
17	Джилалабад	8	39	Ленинский	23		
18	Колхоз «Большевик»	9	40	Душанбе-II	25		
19	Гулистон	9					

Землетрясением 27 марта нанесен значительный материальный ущерб селениям, расположенным в эпицентральной зоне. Следует отметить, что многие жилые дома построены здесь без учета просадочных явлений на поверхности, имеющей уклон  $15-20^{\circ}$  на север. До возникновения землетрясения эти здания имели просадочные трещины в стенах. В результате сейсмических колебаний эти повреждения значительно увеличились, появилось множество новых. Характерно, что значительно были повреждены южные и северные стены домов, что соответствует направлению горизонтальных сейсмических колебаний.

Более всех пострадал кишлак *Гаджак-Афган*, где интенсивность сотрясений достигала **6–7 баллов**. Землетрясение проявилось здесь в виде резкого взрывоподобного вертикального толчка, перешедшего в горизонтальные колебания меридионального простирания. Землетрясению предшествовал подземный гул. Люди в страхе выбежали из помещений. В южной части кишлака произошли небольшие обвалы крутых откосов, сложенных лессовидными суглинками. Почти все жилые дома из 31 хозяйства получили повреждения различной степени. Некоторые из них описаны ниже более подробно.

В доме С. Шарифова, построенном в 1979 г., одна стена обрушилась, а в других образовались трещины различной ориентации с выпадением кусков штукатурки. Трещиной выделен заделанный дверной проем.

В жилом двухэтажном доме Х. Мусоева, построенном в 1991 г., в результате землетрясения образовалась горизонтальная трещина в нижней части северной стены первого этажа, произошло раскрытие угловых сопряжений стен, появились тонкие трещины над оконными и дверными проемами с обрушением штукатурки. На стенах второго этажа образовались сквоз-

ные трещины в углах. Тонкие трещины различной ориентации образовались почти на всех стенах над дверными и оконными проемами. Деревянный потолок в одной комнате отошел на 0.3–0.5 см к северу. Снаружи, с западной стены, обрушилась штукатурка.

В одноэтажном глинобитном доме С. Мусаева, построенном в 1982 г., на высоком фундаменте-подвале образовались трещины в стенах толщиной 40–45 см, над оконными и дверными проемами, в угловых сопряжениях стен, с отпадением кусков штукатурки. Трещиной отделилась пристройка, значительно (до 2–3 см) расширились старые трещины в стенах, обвалилась ниша в стене. В глинобитном сарае обрушилась часть стены, образовались сквозные трещины на стенах.

Жилой дом Д. Мукимова построен в 1982 г. на высоком (80 см) фундаменте. Стены глинобитные (набивка). При землетрясении образовалась трещина по периметру здания над фундаментом.

В относительно новом (1995 г.) доме Ш. Шарифова также образовались трещины, раскрылись углы.

Аналогичные повреждения наблюдались во многих домах кишлака Гаджак-Афган. Значительные повреждения получили также подсобные помещения, в нескольких случаях наблюдались обрушения частей глинобитных дувалов. В горах произошли камнепады.

В кишлаках *Озикент*, *Иттифок* и на участке «Комсомол» интенсивность сотрясений достигла **6 баллов**. В результате землетрясения большинство глинобитных зданий этих кишлаков получили значительные повреждения, но в несколько меньшей степени, чем в кишлаке Гаджак-Афган. Следует отметить, что более сильно повреждены дома, расположенные ближе к склонам гор.

В *Озикенте* в жилом доме Додхоева трещинами раскрылись угловые сопряжения стен, отделилась веранда. Образовались тонкие трещины на стенах, над дверными проемами, значительно расширились старые осадочные трещины. Здесь также повреждены в основном южные и северные стены. Между двумя домами образовалась трещина в земле, которая имела продолжение в фундаменте дома. Менее повреждены дома, построенные из жженого кирпича. Так в двухэтажном доме общежития на участке «Комсомол» образовались тонкие трещины в штукатурке стен как на первом, так и на втором этажах, местами осыпалась побелка. Вдоль южных границ этих селений на склонах и откосах произошли небольшие обвалы лессовидных грунтов, в горах произошли камнепады. Люди, находившиеся в горах, рассказывали о появлении трещин в земле и камнепадах. Землетрясение они ощущали в виде резкого вертикального толчка, перешедшего в волнообразные колебания субмеридионального простирания, которые вызвали потерю равновесия и сильный страх.

Интенсивность воздействия колебаний с  **$I=5-6$  баллов** определена в семи населенных пунктах: *Каракуль* (колхоз «Калинина»), сейсмическая станция «Гиссар», *Джарубсой*, *Гулхани*, *Кончи*, *Булбулчаима* и колхоз «Октябрь». Повреждения получили в основном глинобитные дома. В них наблюдались тонкие трещины в стенах, в штукатурке стен, в угловых сопряжениях стен, раскрытие и увеличение старых трещин с отслаиванием кусков штукатурки. В кишлаке *Булбулчаима* в одноэтажном здании школы, построенном из силикатного кирпича, после появления осадочных трещин еще до землетрясения стены были усилены стяжкой и здание отремонтировано. После землетрясения произошло раскрытие старых трещин, появились тонкие трещины в штукатурке стен. Жители наблюдали небольшие камнепады в горах северо-западнее кишлака.

В зоне с  **$I=5$  баллов** землетрясение проявилось в виде резких горизонтальных толчков субмеридионального направления. В некоторых местах был слышен подземный гул. В населенных пунктах в пределах этой зоны в отдельных старых глинобитных домах образовались тонкие трещины в стенах, чаще – в штукатурке стен. Раскрылись и несколько увеличались старые повреждения. Внутри помещений дребезжали оконные стекла, был слышен скрип полов и крыш, падали неустойчиво стоявшие легкие предметы, открывались и закрывались незапертые двери. Люди в страхе выбегали из помещений. Землетрясение хорошо ощущалось и под открытым небом.

В населенных пунктах, где интенсивность колебаний достигала  **$I=4-5$  баллов**, здания и сооружения не пострадали. Жители ощущали сильные горизонтальные колебания небольшой продолжительности. Многие выбежали из помещений. Внутри домов дребезжали окна, раскачивались висячие предметы. Под открытым небом землетрясение ощущали только некоторые люди.

В пос. *Нефтяник*, расположенном на расстоянии 37 км к северо-востоку от эпицентра, землетрясение ощущалось с интенсивностью  $I=3-4$  балла.

На рис. 3 представлена карта изосейст. В юго-западном направлении изосейста в 6 баллов проведена условно в связи с отсутствием населенных пунктов. Продолжение шестибальной изосейсты на юго-запад предполагается по наличию остаточных деформаций грунтов в виде камнепадов и трещин в грунте (со слов очевидцев). Зона шестибального сотрясения имела площадь более  $60 \text{ км}^2$ . Площадь пятибальной зоны предположительно составляет около  $465 \text{ км}^2$ . Она также незамкнута с юго-западной стороны из-за отсутствия там селений (горная местность). Изосейсты землетрясения имеют форму эллипса, вытянутого в северо-восточном направлении, вдоль хр. Бабатаг. Основные параметры макросейсмического поля приведены в табл. 4.

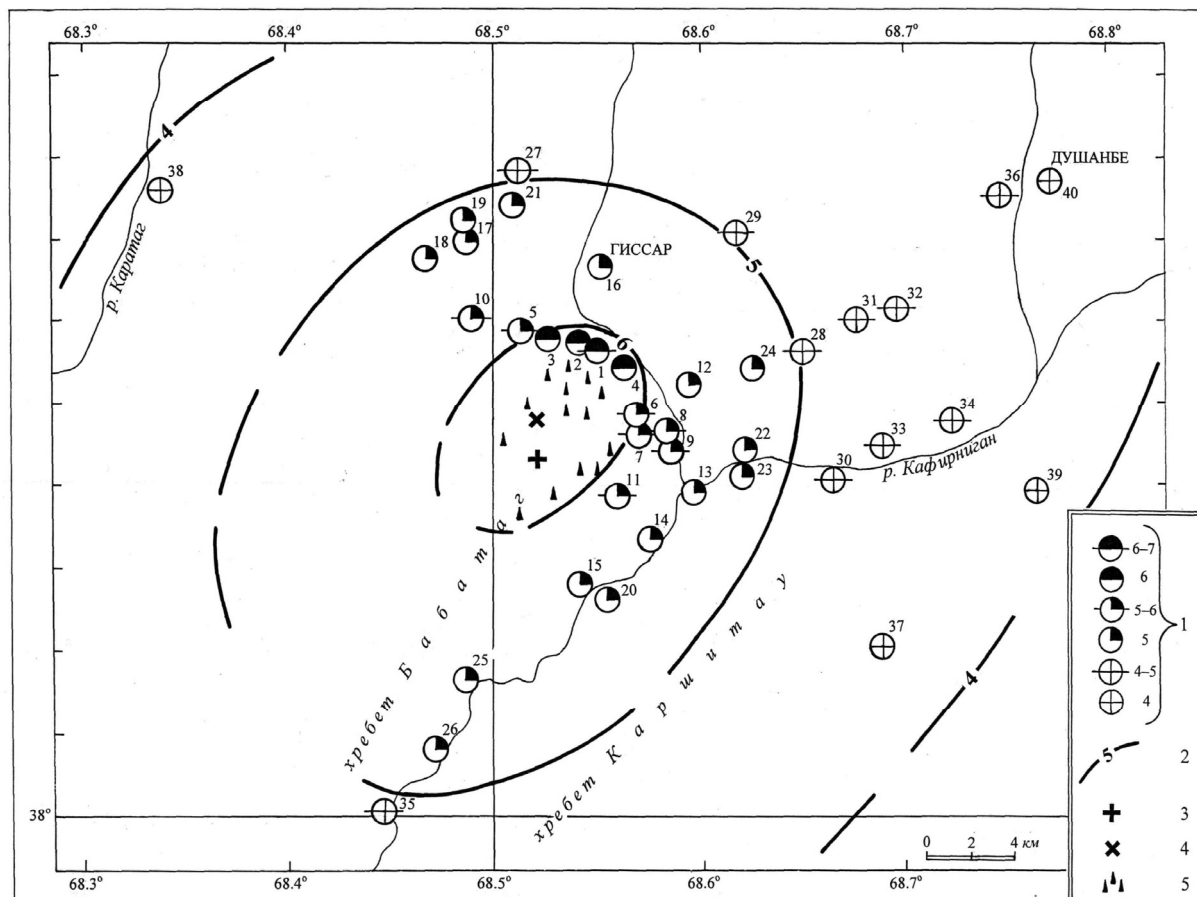


Рис. 3. Карта изосейст Гиссаро-Бабатагского-II землетрясения 27 марта с  $K_p=12.3$

1 – интенсивность сотрясений в баллах по шкале MSK-64 [8]; 2 – изосейста; 3, 4 – эпицентр инструментальный и макросейсмический соответственно; 5 – остаточные деформации грунтов.

Таблица 4. Основные параметры макросейсмического поля Гиссаро-Бабатагского-II землетрясения 27 марта 1999 г.

$I_i$ , балл	Радиусы изосейст, км			$S_i$ , $\text{км}^2$
	$r_a$	$r_b$	$r_{cp}$	
6	5	3	4	60
5	14	11	12	465

Гиссаро-Бабатагское-II землетрясение, судя по положению эпицентральной зоны, произошло по разрывному нарушению, прослеживаемому в хр. Бабатаг, и дополняет группу событий (рис. 2), происходивших ранее в исследуемом районе, свидетельствуя о продолжающихся интенсивных подвижках тектонических структур.

### Л и т е р а т у р а

1. Улубиева Т.Р. (отв. сост.), Рислинг Л.И., Давлятова Р., Хусейнова Г.А., Михайлова Р.С., Улубиев А.Н., Максименко Т.И. Таджикистан. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
2. Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 1999 год / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ЦОМЭ ГС РАН, 1999–2000.
3. *Bulletin of the International Seismological Centre for 1999.* – Berkshire: ISC, 2001.
4. Михайлова Р.С., Каток А.П., Матасова Л.М., Джанузаков К., Сыдыков А. (отв. сост.), Кондорская Н.В., Шебалин Н.В. и др. III. Средняя Азия и Казахстан [300 до н.э. – 1974 гг.;  $M \geq 5.0$ ;  $m_{pV} \geq 5.6$ ;  $m'_{pV} \geq 5.3$ ;  $I_0 \geq 6.0$ ] // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 198–296.
5. Джураев Р.У., Шакиржанова Г.Н. Гиссарское землетрясение 22.01.1989 г. // Землетрясения в СССР в 1989 году. – М.: Наука, 1993. – С. 76–84.
6. Джураев Р.У. Чимтеппинское землетрясение 20 сентября 1998 г. с  $K_p=12$ ,  $I_0=5-6$  (Таджикистан) // Землетрясения Северной Евразии в 1998 году. – Обнинск: ФООП, 2004. – С. 237–239.
7. Раутиан Т.Г. Энергия землетрясений // Методы детального изучения сейсмичности (Тр. ИФЗ АН СССР; № 9(176)). – М.: ИФЗ АН СССР, 1960. – С. 75–114.
8. Медведев С.В. (Москва), Шпонхойер В. (Иена), Карник В. (Прага). Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.