

КАМАШИНСКОЕ-II ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 20 апреля 2000 года**с $M_w=5.3$, $I_0=5-6$ (Узбекистан)****Р.С. Михайлова**ГС РАН, г. Обнинск, raisa@gsras.ru

20 апреля в 08^h41^m на юго-западе Узбекистана произошло достаточно сильное землетрясение ($M_w=5.3$, $K_p=13.7-13.8$ [1]), которое заслуживает внимания в связи с тем, что возникло практически там же, где и землетрясение 31.10.1999 г. с $M_w=5.0$ [2]. Оба землетрясения были ощутимыми и сопровождались афтершоками, но расположены на участке, достаточно удаленном от окружающих его трех систем сейсмических станций – Центральной Азии [3], Таджикистана [4] и Копетдага [5]. Будучи все односторонними относительно названных эпицентров, они с трудом «дотягиваются» до него. В итоге каждая из трех систем станций, записав главные толчки и афтершоки, дает разное их число и, естественно, разные параметры. Все сведения по главному толчку 20 апреля и его афтершокам взяты из обзорной статьи [5] и каталога Копетдага [6], а также каталогов Центральной Азии [7] и Таджикистана [8].

В этой ситуации редколлегия Сборника, учитывая достаточно большое значение энергетического класса землетрясения ($K_p=13.7-13.8$), сочла целесообразным объединить результаты всех наблюдений и рассмотреть их в совокупности, одновременно решая методический вопрос о величине разброса в значениях параметров землетрясений по трем системам наблюдений.

Землетрясениям 31.10.1999 г. и 20.04.2000 г. можно присвоить названия Камашинское-I и Камашинское-II, по названию ближайшего (25 и 15 км соответственно) к эпицентрам населенному пункту Камаша в западных отрогах Гиссарского хребта (междуречье Кизылдарьи и Урадарьи).

Камашинское-II землетрясение, согласно бюллетеню [9], записано 492 станциями мировой сети. В табл. 1 приведены его основные параметры по данным основных агентств, из которой виден диапазон их значений: $t_0=08^h41^m29.6^s-08^h41^m33.4^s$, $K_p=13.7-13.8$, $M_w=5.3$, $M=5.0-5.2$, $m=5.4-5.8$, $h=5-25$ км, $\varphi=38.59-38.80^\circ\text{N}$, $\lambda=66.40-66.52^\circ\text{E}$ (без HRVD и ВЛ).

Таблица 1. Параметры Камашинского-II землетрясения 20 апреля 2000 г. по данным сетей сейсмических станций Центральной Азии (ЦАз), Таджикистана (Тад), Копетдага (Коп) и основных международных 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		
ЦАз	08 41 30.8	0.1	38.68	0.05	66.52	0.05	15		$K_p=13.7$	[7]
Тад	08.41.31	0.08	38.8	0.10	66.5	0.10	10		$K_p=13.7$	[8]
Коп	08 41 31	0.1	38.70	0.10	66.40	0.10	25		$K_p=13.8$, $MLH=5.4/2$, $MPVA=6.1/3$	[6]
MOS	08 41 33.4	1.22	38.68		66.44		з/к		$M_S=5.2/28$, $M_{PSP}=5.8/34$	[10]
ISC	08 41 29.7	0.11	38.59	0.02	66.47	0.02	5*	3*	$M_S=5.1/98$, $m_b=5.4/130$, h^* по pP	[9]
NEIC	08 41 29.6	0.17	38.62		66.45		10		$M_S=5.1/77$, $m_b=5.5/109$	[9]
HRVD	08 41 32.5	0.5	38.74	0.10	66.14	0.10	15		$M_w=5.3$	[9]
ВЛ	08 41 31.9		38.9		66.8		10		$M_S=5.0$, $M_b=5.4$, $ML=5.9$	[9]

Разброс времени в очаге ($\delta t=\pm 1.9^s$), энергетических оценок ($\delta K=\pm 0.5$, $\delta M=\pm 0.1$, $\delta m=\pm 0.2$) и координат эпицентра невелик. Эпицентр, при исключении данных ВЛ, равновероятно может находиться в любой точке сравнительно небольшой площадки, всего лишь $0.21 \times 0.12^\circ$ (рис. 1), варианты значений глубины h – в слое мощностью 20 км, т.е. ($\delta h=\pm 10$ км).

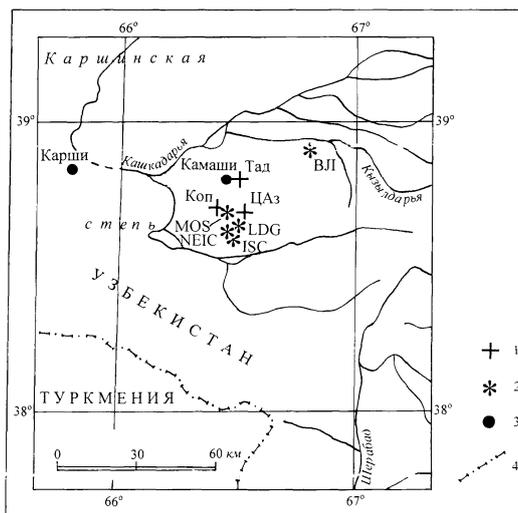


Рис. 1. Сопоставление эпицентров Камашинского-II землетрясения по данным сетей сейсмических станций Центральной Азии, Копетдага и Таджикистана с решениями других агентств

1 – инструментальный эпицентр по данным близких сетей станций; 2 – то же, по данным других сейсмологических служб; 3 – населенный пункт; 4 – государственная граница.

Поле афтершоков этого землетрясения на рис. 2 достаточно сложное для обозрения, поскольку здесь изображены разной штриховкой три совокупности афтершоков объемом 20, 61 и 78 толчков по данным сети станций ЦАз, Тад и Коп соответственно. Они различаются не только числом событий, но геометрией и азимутами продольных осей соответствующих областей афтершоков. По данным ЦАз – это усеченный эллипс с осями $l_{\parallel}=49$ км, $l_{\perp}=30$ км и азимутом большой оси $AZM=316^{\circ}$; по данным Тад – несколько неправильный эллипс с осями $l_{\parallel}=48$ км, $l_{\perp}=31$ км и азимутом большой оси $AZM=0^{\circ}$; по данным Коп – это фигура, близкая к эллипсу с размерами осей $l_{\parallel}=61$ км, $l_{\perp}=26$ км и азимутом большой оси $AZM=292^{\circ}$.

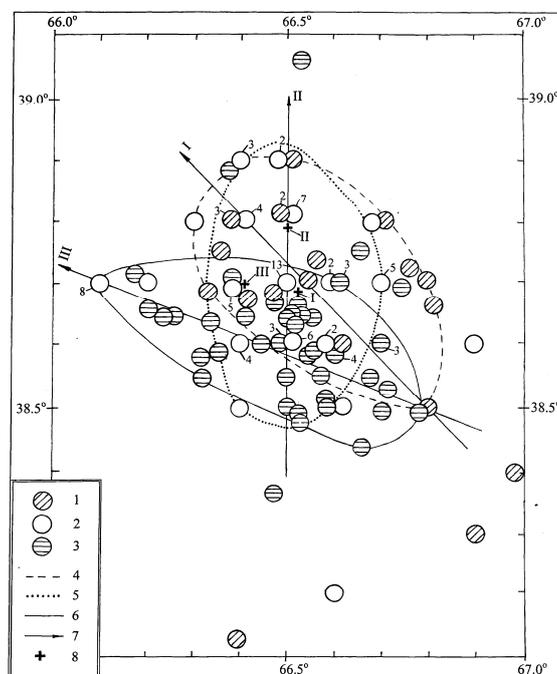


Рис. 2. Афтершоки Камашинского-II землетрясения, полученные при обработке их записей на сейсмических станциях Центральной Азии, Таджикистана и Копетдага

1–3 – эпицентры афтершоков по данным Центральной Азии, Таджикистана и Копетдага соответственно; 4–6 – контурные линии областей афтершоков по данным Центральной Азии, Таджикистана и Копетдага соответственно; 7 – осевая линия области афтершоков; 8 – инструментальный эпицентр главного толчка по данным Центральной Азии (I), Таджикистана (II) и Копетдага (III).

Сопоставление азимутов продольных осей областей афтершоков с простиранием нодальных плоскостей механизма очага (см. рис. 3 в ст. [11] наст. сб.) показывает согласие лишь одного из них, полученного по данным обработки повторных толчков сетью станций Тад ($AZM=0^\circ$ на рис. 2), с близмеридиональной плоскостью $NP1$. По-видимому, это согласие можно считать достаточным для выбора последней в качестве плоскости, действующей в очаге.

Варианты глубин гипоцентров афтершоков по определениям трех сетей представлены на рис. 3. Здесь также наблюдается значительный разброс данных, а именно: в каталоге Тад всем афтершокам приписана фиксированная глубина $h=10$ км [8], в каталоге ЦАз – в основном 5 или 15 км [7], и лишь в каталоге Коп даны конкретные для каждого афтершока определения глубин. Большая их часть заглублена – h изменяется от 10 до 43 км [6].

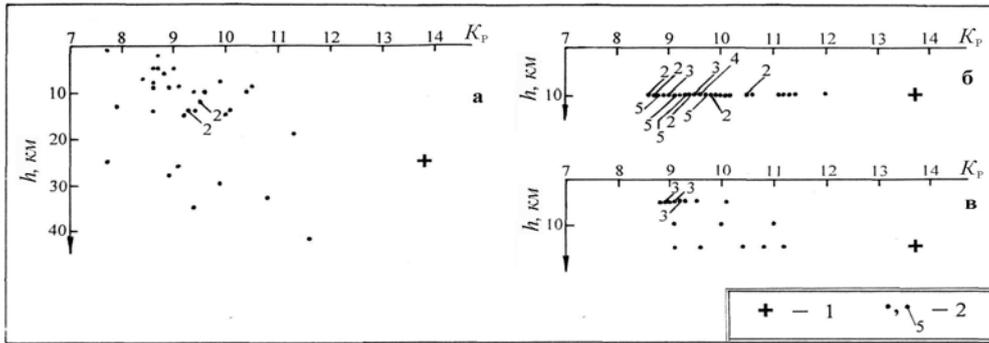


Рис. 3. Глубина гипоцентров афтершоков разных классов по данным каталогов Копетдага (а), Таджикистана (б) и Центральной Азии (в)

1 – гипоцентр Камашинского-II землетрясения; 2 – гипоцентр одного или нескольких афтершоков, число которых указано на концах косых линий.

Расчетное значение интенсивности I_0 в эпицентре по усредненной формуле Н.В. Шебалина [12]:

$$I_0 = 1.5 M - 3.5 \lg h + 3.0$$

при разных оценках h из табл. 1, равных 5, 10, 15, 25 км, составит при минимальной ($M=5.0$) оценке магнитуды – $I_0=8.1, 7.0, 6.4, 5.6$ баллов, при максимальной ($M=5.3$) – 8.5, 7.4, 6.4, 6.0 баллов соответственно, т.е. в диапазоне $I_0=5.6-8.5$ баллов. Его можно значительно сузить, используя наблюдаемую балльность $I_i=5-6$ баллов в ближайшем (15 км) пункте (Камаша). Тот же набор глубин и два значения магнитуды дают следующие два ряда значений I_i : 6.3, 6.1, 5.9, 5.4 баллов и 6.7, 6.5, 6.3, 5.8 баллов, откуда следует, что наиболее близкие расчетные балльности (5.4 и 5.8) к наблюдаемой $I_i=5.5(5-6)$ получены только при $h=25$ км. Следовательно, в итоге для Камашинского-II землетрясения следует принять $I_0=5-6$ баллов и глубину очага $h=25$ км.

Все имеющиеся немногочисленные сведения о макросейсмическом проявлении этого землетрясения из Сейсмологического бюллетеня [10] и трех оригиналов каталогов [6-8] приведены в табл. 2. Радиус осязтимости землетрясения на уровне $I=3$ балла около 400 км.

Таблица 2. Макросейсмические данные о Камашинском-II землетрясении 20 апреля 2000 г. в 08^h41^m с $M_w=5.3$

№	Пункт	Δ , км	Источник	№	Пункт	Δ , км	Источник
1	5-6 баллов Камаша	15	[10]	7	Говурдак	105	[6]
	4 балла			8	Душанбе	190	[7]
2	Самарканд	117	[7], [10]	3 балла			
3	Душанбе	200	[8]	9	Чарджоу	258	[10]
4	Джерино	205	[8]	10	Игрон	260	[8]
5	3-4 балла Талимарджан	90	[6]	11	Ташкент	387	[7], [10]
	6			Свинцовый рудник	95	[6]	2-3 балла
				12	Гиссар	185	[8]
				13	Большджуан	282	[8]

По аналогии с Камашинским-II землетрясением 2000 г. рассмотрим кратко все имеющиеся материалы по предваряющему землетрясению 31.10.1999 г., названному выше Камашинским-I. Оно несколько слабее, записано меньшим числом станций мировой сети ($n=332$ [13]) и погрешности определения его параметров по совокупным данным (табл. 3), равные $\delta t = \pm 5.6^s$, $\delta K = \pm 0.3$, $\delta M = \pm 0.1$, $\delta m = \pm 0.3$, $\delta h = \pm 22$ км, несколько больше, чем для более сильного Камашинского-II землетрясения. Разные решения его эпицентра приведены на рис. 4. Глубина его гипоцентра по всем определениям больше; в частности значение h по фазе pP , наиболее достоверное, равно 44 км.

Таблица 3. Параметры Камашинского-I землетрясения 31 октября 1999 г. по данным сетей сейсмических станций Центральной Азии (ЦАз), Таджикистана (Тад), Копетдага (Коп) и основных международных агентств

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр					h , км	δh , км	Магнитуда	Источник
			φ° , N	$\delta\varphi^\circ$	λ° , E	$\delta\lambda^\circ$					
ЦАз	17 09 03.1	3.9	38.68	0.05	66.67	0.05	15		$K_p=13.0$	[14]	
Тад	17 09 04	2.2	38.6	0.20	66.4	0.20	10		$K_p=13.3$	[15]	
Коп	17 09 06	0.9	38.76	0.50	66.70	0.50	41		$K_p=13.6, MLH=4/9/2, MPVA=5/7/9$	[16]	
MOS	17 09 11.4	1.26	38.90		66.42		з/к		$MS=4.5/20, MPSP=5.5/21$	[17]	
ISC	17 09 11.6	0.14	38.63	0.03	66.45	0.02	44*		$MS=4.6/46, m_b=5.2/146, h^*$ по pP	[13]	
NEIC	17 09 10.7	0.18	38.72		66.41		з/к		$MS=4.6/27, m_b=5.2/109$	[13]	
HRVD	17 09 14.2	1.0	38.94	0.10	66.44	0.10	55	8	$M_w=5.0$	[13]	
ВЛ	17 09 10	1.2	39.05		66.46		20		$M_s=4.8, M_b=4.8$	[13]	

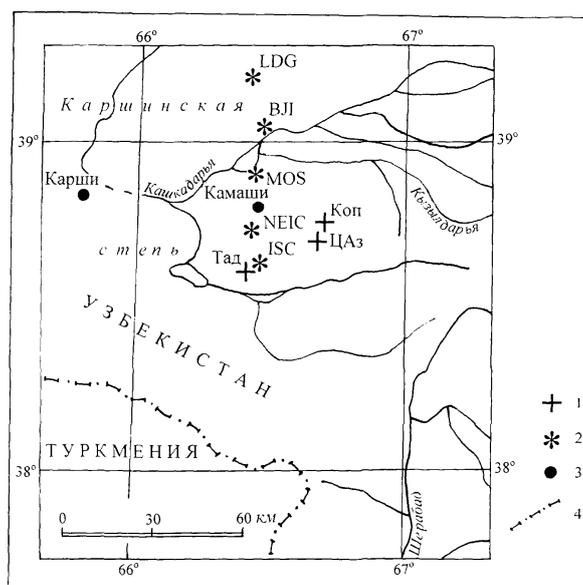


Рис. 4. Сопоставление эпицентров Камашинского-I землетрясения по данным сетей сейсмических станций Центральной Азии, Копетдага и Таджикистана с решениями других агентств

1 – инструментальный эпицентр по данным близких сетей станций; 2 – то же по данным других сейсмологических служб; 3 – населенный пункт; 4 – государственная граница.

Механизм его очага по данным HRVD из [13] представлен в табл. 4 и на рис. 5 в сравнении с аналогичными данными для Камашинского-II землетрясения из [9, 11]. Из приведенных параметров следует, что движение в его очаге произошло также под действием сжимающих напряжений, но ориентированных в широтном направлении. Нодальная плоскость $NP1$ имеет северо-западное простирание, плоскость $NP2$ – северо-восточное. Обе плоскости крутые. Тип движения по обеим плоскостям – взброс, с теми же компонентами сдвига, что и в очаге Камашинского-II землетрясения [11], а именно: левостороннего, по $NP1$ и правостороннего – по $NP2$.

Таблица 4. Параметры механизма очага Камашинского-I и Камашинского-II землетрясений

№	Дата, д м	t_0 , ч мин с	h , км	Магнитуды			K_p	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости					
				M_w	MS/n	$MPSP/n$		T		N		P		$NP1$			$NP2$		
					Ms/n	m_b/n		PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	$SLIP$	STK	DP	$SLIP$
I	31.10.1999	17 09 06						38	0	51	164	8	264	138	70	35	35	58	156
II	20.04.2000	08 41 31	5*	5.3	\wedge 5.2 #5.1	\wedge 5.8 #5.4	13.7	60	202	29	44	10	309	9	43	46	242	61	123

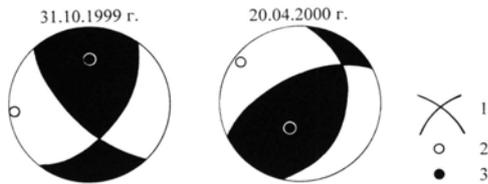


Рис. 5. Стереогаммы механизмов очагов (нижняя полусфера) двух Камашинских землетрясений
1 – нодальные линии; 2, 3 – оси главных напряжений сжатия и растяжения соответственно; зачернена область волн сжатия.

Афтершоков у Камашинского-I землетрясения было меньше, чем у Камашинского-II: $N_{aft}=22$ в каталоге Таджикистана [15] и по $N_{aft}=17$ – в каталогах Центральной Азии [14] и Копетдага [16]. Совмещение их эпицентров по данным трех сетей, представленное на рис. 6, свидетельствует о большей степени несогласованности результатов локации афтершоков, нежели для Камашинского-II землетрясения. По этой причине они не могут быть использованы для выбора истинной плоскости разрыва в очаге.

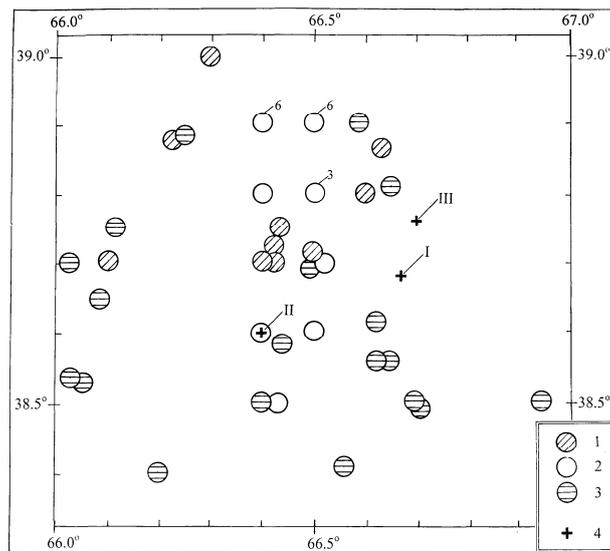


Рис. 6. Афтершоки Камашинского-I землетрясения 31.10.1999 г., полученные при обработке их записей на сейсмических станциях Центральной Азии, Таджикистана и Копетдага

1–3 – эпицентры афтершоков по данным Центральной Азии, Таджикистана и Копетдага соответственно; 4 – инструментальный эпицентр главного толчка по данным Центральной Азии (I), Таджикистана (II) и Копетдага (III).

Эпицентр главного толчка Камашинского-I землетрясения так же, как и в случае землетрясения 2000 г. [11], был приурочен к активному разлому вдоль хребта Кугитангтау в юго-западных отрогах Гиссара [18], простирающегося с юго-запада на северо-восток. Согласно решению фокального механизма, плоскость $NP2$ является действующей в очаге, поскольку простирается в том же направлении, как и одноименная плоскость в очаге землетрясения 2000 г. Движение в очаге (взброс с правосдвиговой компонентой) достаточно характерно для этой зоны Тянь-Шаня.

В табл. 5 приведены сведения о макросейсмическом проявлении Камашинского-I землетрясения из Сейсмологического бюллетеня [17] и трех каталогов [14–16]. Из-за большой глубины оно характеризуется в эпицентре той же интенсивностью $I_0=5$ баллов, что и в Камаше на расстоянии 25 км. Радиус осязтимости землетрясения на уровне $I=3$ балла чуть выше 200 км.

Таблица 5. Макросейсмические данные о Камашинском-I землетрясении 31 октября 1999 г. в 17^h09^m с $M_w=5.0$

№	Пункт	Δ , км	Источник	№	Пункт	Δ , км	Источник
1	5 баллов	25	[16]	7	Самарканд	135	[14, 15, 17]
	Камаши			8	Бухара	160	[15, 17]
2	4 балла	80	[16]	3 балла			
	Карши			9	Гезан	138	[15]
3	Свинцовый рудник	100	[16]	10	Керки	160	[16]
4	Говурдак	115	[16]	11	Керкичи	165	[16]
5	3–4 балла	110	[15, 17]	12	Душанбе	195	[14, 15]
	Карши			2–3 балла			
6	Талимарджан	125	[16]	13	Чарджоу	300	[17]

История сейсмической активности непосредственно очаговой зоны Камашинских землетрясений и в ближайшей ее окрестности оказалась по найденной информации достаточно длительной и интересной. Исходные данные для этого исследования, выбранные, прежде всего, из Нового Каталога... [19], а также из сборников «Землетрясения в СССР» за 1962–1991 гг. и «Землетрясения Северной Евразии» за 1992–1999 гг., представлены в табл. 6.

Таблица 6. Список землетрясений в очаговой зоне Камашинских землетрясений с 01.01.1900 г. по 31.10.1999 г.

№	Дата, д м год	t_0 , ч мин с	Гипоцентр			M	K_p	I_0
			φ° , N	λ° , E	h , км			
1	20.09.1902	06 32	(38.5)	(67.0)	(40)	6.2	(15.2)	6–7 (7)
2	02.11.1907	22 15	(38.5)	(66.5)	20	5.8	(14.4)	
3	03.01.1928	06 21 51	39.0	67.0	(15)	5.3	(13.6)	
4	15.02.1969	16 11 26	38.1	66.2			10	
5	06.04.1969	14 10 11	39.03	66.04	10		11	
6	17.06.1969	19 16 13	38.74	66.72	0–5		9	
7	18.10.1969	12 13 32	38.8	66.7	5		10	
8	08.11.1969	09 12 02	38.5	66.8	10		9	
9	21.05.1970	19 50 28	38.4	66.6	0		9	
10	21.05.1970	20 21 55	38.5	66.6			11	
11	14.08.1970	07 08 05	38.4	67.0	0–5		9	
12	03.02.1971	16 00 41	38.2	66.4	20		9	
13	12.02.1971	10 58 59	38.9	66.5			9	
14	11.04.1971	05 52 46	39.0	66.0	0		9	
15	07.05.1971	19 31 50	38.6	66.8	0		9	
16	18.11.1971	07 31 31	38.51	66.61	20	5.3	14	7
17	26.12.1971	07 30 15	38.2	67.0	10		9	
18	12.04.1972	21 38 20	38.5	66.4		4.5	12	
19	29.05.1972	08 58 55	38.8	66.6	1–2		9	
20	22.07.1972	13 09 22	38.4	66.6	5		9	
21	05.01.1974	11 36 02	38.5	66.6			9	
22	13.06.1974	21 42 45.5	38.2	66.9	5		9	
23	07.07.1979	03 17 08.8	38.27	66.23	10		11	
24	28.12.1979	12 03 33	38.9	66.9			9	
25	16.01.1984	22 00 57.1	38.17	66.21	15		10.2	
26	18.05.1984	20 17 00.4	38.83	66.41	5		9.7	
27	10.09.1991	16 44 15.5	38.81	66.44	10		10.4	
28	29.04.1992	05 42 54.0	38.93	66.77	15		10.8	
29	05.02.1993	14 32 23.5	39.02	67.00	20		11.8	
30	10.04.1993	17 08 20.8	38.72	66.42	15		11.1	
31	20.06.1994	07 45 34.5	38.65	66.55	5		9.4	

№	Дата, д м год	t_0 , ч мин с	Гипоцентр			M	K_p	I_0
			φ° , N	λ° , E	h , км			
32	28.07.1994	07 16 42	38.2	67.1	5		9.3	
33	06.09.1994	00 28 34	38.75	66.92			9.9	
34	17.03.1995	20 54 46	39.1	66.6	10		9.0	
35	18.06.1995	22 13 24	38.57	66.69	24		9.4	
36	24.06.1995	14 53 48.6	38.80	66.80	20		9.3	
37	02.03.1996	01 43 37.1	38.43	66.27	5		9.5	
38	15.06.1997	06 24 36	39.1	67.2	10		8.4	
39	16.11.1998	00 33 19	38.80	66.80			9.2	
40	26.02.1999	04 32 47.9	38.27	66.65	15		10.6	
41	12.03.1999	02 23 34	38.50	66.70			9.9	
42	04.04.1999	03 24 40.8	38.70	66.62	10		9.1	
43	04.04.1999	05 18 48 t	38.8	66.5	10		9.1	

Примечание. В скобках даны приближенные значения параметров.

Первым в этом списке значится землетрясение 20.09.1902 г. с магнитудой $M=6.2$, координаты которого в [19] даны в скобках, т.е. весьма приблизительно. Его эпицентр расположен в 45 км юго-восточнее Камашинских землетрясений (рис. 7) и по магнитуде оно является максимальным в выборке за 100 лет. Весьма интересно второе землетрясение (в табл. 6), произошедшее 02.11.1907 г. с $M=5.8$, которое в [19] считается удаленным афтершоком катастрофического Каратагского землетрясения 27.10.1907 г. [20] с $M=7.4$, $I_0=9$ на юго-западе Таджикистана [19]. По-видимому, очаговая зона Камашинских землетрясений 1999 и 2000 гг. может быть связана генетически с мощными и высокоактивными сейсмогенными структурами Гиссаро-Кокшаальского и Илякского глубинных разломов Южного Тянь-Шаня [21].

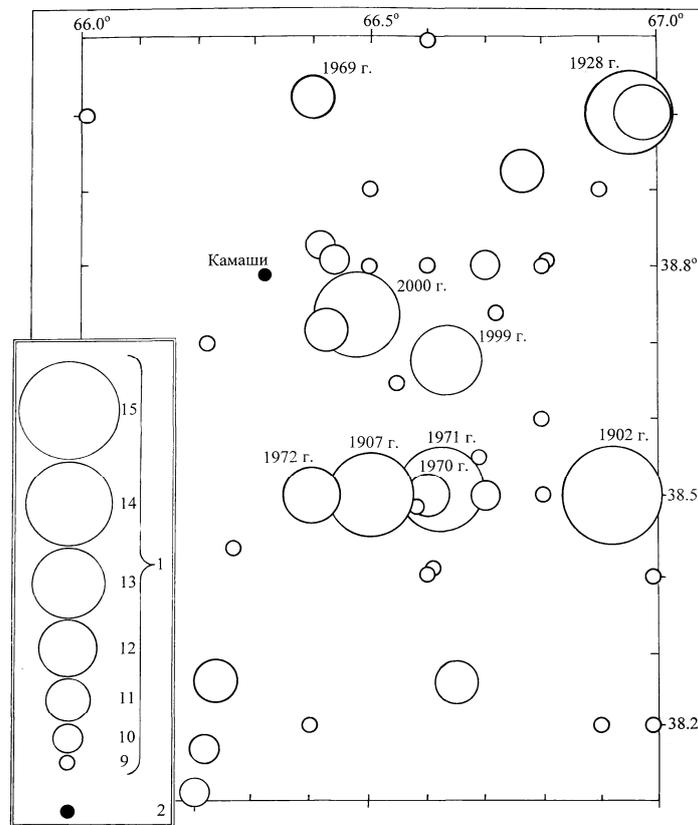


Рис. 7. Карта эпицентров землетрясений в пределах координат $\varphi=38.1-39.1^\circ\text{N}$, $\lambda=66.0-67.0^\circ\text{E}$ за период с 01.01.1900 г. по 31.10.1999 г.

Эпицентры главных толчков 31.10.1999 г. и 20.04.2000 г. нанесены по данным Центральной Азии.

За все последующие 93 года максимальное значение магнитуды произошедших землетрясений не превысило $M=5.3$ (табл. 6). Такую же магнитуду имеет последнее, Камашинское-II землетрясение. В то же время ощутимые землетрясения с интенсивностью сотрясений от 5 до 7 баллов здесь нередки.

Наиболее детальные описания макросейсмических проявлений по землетрясениям из этой зоны, собранные в свое время В.К. Иодко в [22, 25], приведены ниже:

– Землетрясение 06.04.1969 г. с $K_p=11$ с эпицентром в Каршинской степи ощущалось с $I=5-6$ баллов в Камаше (45 км); 5 баллов – в Ката-Арабе (20 км), Кокбулаке (75 км); 4 балла – в Чиракчи (50 км), Чимкуруне (65 км); 3–4 балла – в Дехканабаде (85 км); 3 балла – в Мираки (95 км); 2 балла – в Самарканде (105 км); не замечено – в пунктах Карши, Кокдадь, Касан, Чияль (25–40 км) и в пунктах Шахрисабз, Налкама, Яккабаг, Китаб, Кызылча, Чоршамбе (65–85 км), $h_1=10-15$ км, $h_{IM}=10$ км [22].

– Землетрясение 21.05.1970 г. с $K_p=11$ ощущалось в Самарканде (130 км) с $I=3-4$ балла, в Душанбе (195 км) – 2 балла [23] и является форшоком следующего землетрясения, произошедшего 18.11.1971 г.

– Землетрясение 18.11.1971 гг. с $M=5.3$, $K_p=14$ к западу от хр. Байсунтау имело интенсивность $I=6-7$ баллов в Аккишлаке (20 км); 6 баллов – в Лянгаре (20 км), Ак-Рабате (35 км), Дербенте (45 км). Всего данные об ощутимости этого землетрясения были собраны по 41 пункту, самые дальние из которых с $I=3$ балла – Обигарм (240 км) и Куляб (260 км) [24].

– Землетрясение 12.04.1972 г. с $M=4.5$, $K_p=12$ в отрогах Гиссарского хребта ощущалось с наибольшей интенсивностью 5–6 баллов на гидрометеорологической станции Мин-Чукур (20 км); 5 баллов – в Пачкамаре (23 км), Дербенте (45 км), Байсуне (58 км), Рабате (64 км) и сопровождалось гулом: просыпались спавшие, многие выходили из домов, дребезжали стекла и посуда, сильно колебались висевшие предметы, в стенах некоторых домов появились волосяные трещины, после землетрясения зарегистрированы два повторных толчка с $K_p=9$ [25].

Таким образом, возникновения Камашинских землетрясений I и II в западных отрогах Гиссарского хребта не являются уникальными, поскольку события такого уровня энергии и даже выше здесь уже были ранее.

В заключение проведена оценка расхождения энергетических классов афтершоков Камашинского-II землетрясения 20.04.2000 г. и положения их эпицентров на карте по результатам обработки наблюдений сейсмических станций Центральной Азии, Таджикистана и Копетдага. В каталогах землетрясений этих трех сетей одновременно есть сведения лишь о 17 афтершоках. Они сопоставлены на рис. 8а. Как видим, случаи малых расхождений решений со сторонами треугольников не более 15 км единичны, но в большей части случаев, – это 20–50 км, есть и совсем сложные случаи с разбросом до 100 км.

Представляет интерес сравнить попарно варианты решений по данным Центральной Азии и Копетдага, Центральной Азии и Таджикистана, Копетдага и Таджикистана. Таких «пар» оказалось 18, 21 и 36, которые изображены «диполями» на рис. 8б, в, г соответственно. Из представленных карт можно видеть, что относительно хуже стыкуются решения Центральной Азии и Копетдага (диапазон расстояний между ними – 12–105 км), лучше – Таджикистана-Копетдага (диапазон – 4–52 км). В любом случае, реальное расхождение нередко превышает заявленную в каталогах [6–8] погрешность определения координат эпицентров 5–25 км.

Разброс в энергетических классах представлен на рис. 9 (1–3) в виде графика вида $K_i=f(K_j)$ (а) и в виде зависимости разности $K_i-K_j=f(K_j)$ (б) для разных классов отдельно для трех сетей. Из количественного анализа всех данных получено:

– энергетические классы афтершоков K_1 по данным Центральной Азии относительно классов K_2 и K_3 по данным Таджикистана и Копетдага занижены; средняя величина разности составляет

$$K_1 - K_2 = -0.4; \quad K_1 - K_3 = -0.3;$$

– энергетические классы афтершоков по данным Таджикистана и Копетдага разнятся меньше, в среднем Таджикистан завышает классы

$$K_2 - K_3 = +0.1.$$

Однако приведенные средние различия получены при значительном разбросе классов в исходных каталогах – от $\Delta K = -1.5$ до $\Delta K = +1.2$ (рис. 9).

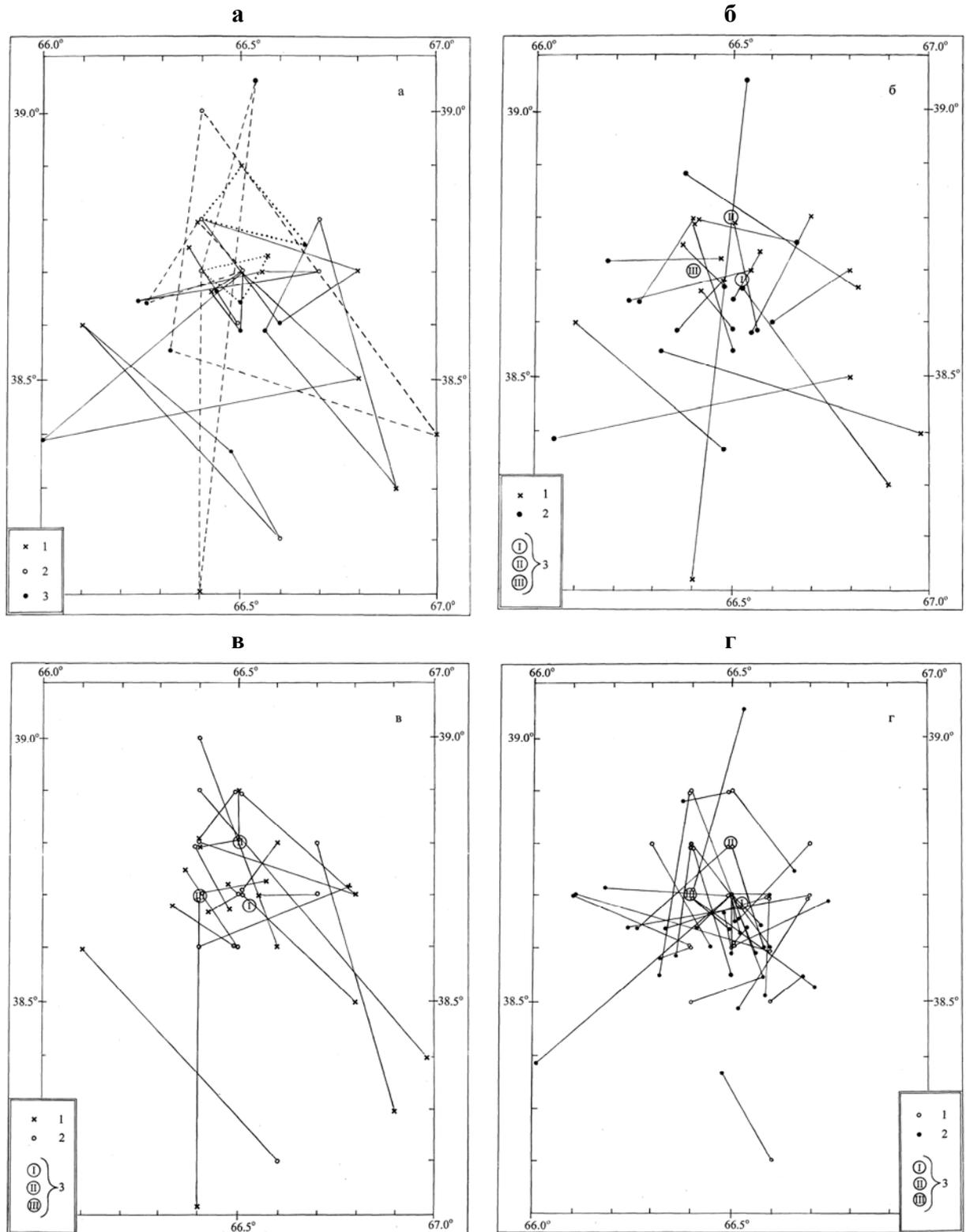


Рис. 8. Сопоставление положения эпицентров афтершоков Камашинского-II землетрясения 20.04.2000 г. в четырех вариантах (а, б, в, г)

а → 1–3 – эпицентр того или иного афтершока по данным сети сейсмических станций Центральной Азии, Таджикистана и Копетдага соответственно (разные линии использованы для облегчения просмотра рисунка);
 б → 1, 2 – решение эпицентра афтершока по данным Центральной Азии и Копетдага; 3 – инструментальный эпицентр главного толчка по данным Центральной Азии (I), Таджикистана (II) и Копетдага (III).
 в → 1, 2 – решение эпицентра афтершока по данным Центральной Азии и Таджикистана; 3 – то же, что на рис. 8б.
 г → 1, 2 – решение эпицентра афтершока по данным Таджикистана и Копетдага; 3 – то же, что на рис. 8б.

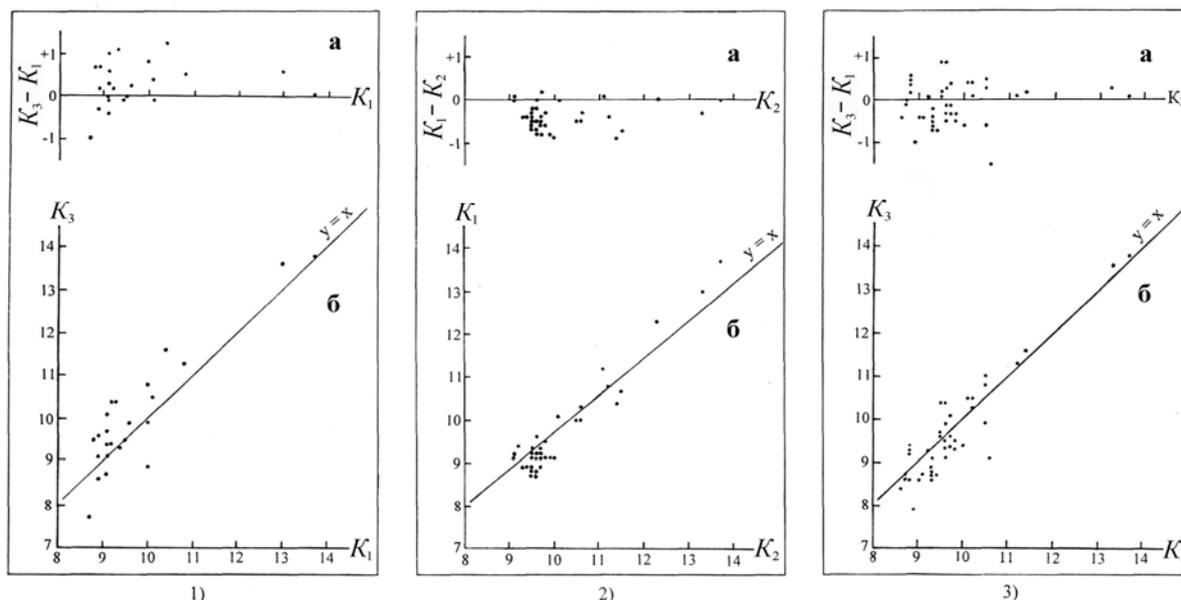


Рис. 9. Сопоставление энергетических классов K_p эпицентров афтершоков Камашинского-II землетрясения в двух вариантах:

а – зависимость разности энергетических классов $K_j - K_i$ от K_i ; б – график зависимости K_j от K_i , где индексы i и j принимают значения 1, 2, 3 для энергетических классов из каталогов Центральной Азии, Таджикистана и Копетдага соответственно. Знаки под фрагментами означают: 1) – анализируются энергетические классы афтершоков из каталогов Центральной Азии (K_1) и Копетдага (K_3) соответственно; 2) – то же, из каталогов Центральной Азии (K_1) и Таджикистана (K_2); 3) – то же, из каталогов Таджикистана (K_2) и Копетдага (K_3).

Полученные результаты свидетельствуют о сложной ситуации в обработке землетрясений в этой части территории Центральной Азии, которая могла бы быть улучшена хорошо налаженным обменом станционных данных между сейсмическими службами Центральной Азии, Копетдага и Таджикистана.

Л и т е р а т у р а

1. Михайлова Р.С. (отв. сост.). Каталог землетрясений Северной Евразии. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
2. Михайлова Р.С. (отв. сост.). Каталог землетрясений Северной Евразии // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 26–42.
3. Джанузакон К.Д., Калмыкова Н.А., Гиязова Ш.Ш. Центральная Азия. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
4. Улубиева Т.Р., Михайлова Р.С., Рислинг Л.И. Таджикистан. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
5. Гаипов Б.Н., Петрова Н.В., Голинский Г.Л., Рахимов А.Р., Сарыева Г.Ч. Копетдаг. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
6. Сарыева Г.Ч., Рахимов А.Р., Голинский Г.Л. (отв. сост.), Тачов Б., Мамедязова М.Т., Халлаева А.Т., Коржукова Т.А., Таджиева Ш.К., Дурасова И.А., Клычева Э.Р., Эсенова А., Петрова Н.В. Копетдаг. Каталог (оригинал) землетрясений Копетдага за 2000 г. с $K_p \geq 8.6$. – Обнинск: Фонды ГС РАН, 23.01.2006. 11 с.
7. Джанузакон К.Д. (по региону), Соколова Н.П. (Кыргызстан), Калмыкова Н.А. (Казахстан), Гиязова Ш.Ш. (Узбекистан), Сопиева К., Жунусова Ж., Айбашева К., Шипулина С.А., Умурзакова Р.А., Проскурина Л.П., Ульянина И.А., Каймачникова Н.И., Гайшук Л.Н., Тулегенова М.К., Абдыкадыров А.А. Центральная Азия. Каталог (оригинал) землетрясений Центральной Азии за 2000 г. с $K_p \geq 8.6$. – Обнинск: Фонды ГС РАН, 2005. – 8 с.
8. 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 2000 г. с $K_p \geq 8.6$. – Обнинск: Фонды ГС РАН, 2006. – 35 с.

9. **Bulletin of the International Seismological Centre for 2000.** – Berkshire: ISC, 2002.
10. **Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2000 год** / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ЦОМЭ ГС РАН, 2000–2001.
11. **Старовойт О.Е., Захарова А.И., Рогожин Е.А., Михайлова Р.С., Пойгина С.Г.** Северная Евразия. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
12. **Шебалин Н.В.** Методы использования инженерно-геологических данных в сейсмическом районировании // Сейсмическое районирование СССР. – М.: Наука, 1968. – С. 95–111.
13. **Bulletin of the International Seismological Centre for 1999.** – Berkshire: ISC, 2001.
14. **Джанузаков К.Д. (по региону), Соколова Н.П. (Кыргызстан), Калмыкова Н.А. (Казахстан), Гиязова Ш.Ш. (Узбекистан), Сопиева К., Жунусова Ж., Айбашева К., Шипулина С.А., Умурзакова Р.А., Проскурина Л.П., Ульянина И.А., Каймачникова Н.И., Гайшук Л.Н., Тулегенова М.К., Абдыкадыров А.А.** Центральная Азия // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – (На CD.)
15. **Улубиева Т.Р. (отв. сост.), Рислинг Л.И., Давлятова Р., Хусейнова Г.А., Михайлова Р.С., Улубиев А.Н., Максименко Т.И.** Таджикистан // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН. – (На CD.)
16. **Сарыева Г.Ч., Рахимов А.Р., Голинский Г.Л. (отв. сост.), Тачов Б., Мамедязова М.Т., Халлаева А.Т., Коржукова Т.А., Таджиева Ш.К., Дурасова И.А., Клычева Э.Р., Эсенова А., Петрова Н.В.** Копетдаг // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – (На CD.)
17. **Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 1999 год** / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ЦОМЭ ГС РАН, 1999–2000.
18. **Трифонов В.Г., Соболева О.В., Трифонов Р.В., Востриков Г.А.** Современная геодинамика Альпийско-Гималайского коллизионного пояса. – М.: Геос, 2002. – 224 с.
19. **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 г., $M \geq 5.0$, $MPSP \geq 5.6$, $MPVA \geq 5.3$; $I_0 \geq 6.0$] // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 198–296.
20. **Бронников М.М.** Каратагское землетрясение // Изв. Геологической комиссии – 1908. – 27. – № 147. – С. 475–515.
21. **Бабаев А.М., Киняпина Т.А., Мирзоев К.М., Михайлова Р.С., Кошлаков Г.В.** Сейсмическое районирование Таджикистана // Сейсмическое районирование территории СССР. – М.: Наука, 1980. – С. 175–182.
22. **Иодко В.К.** Землетрясение 6 апреля 1969 г. // Землетрясения в СССР в 1969 г. – М.: Наука, 1973. – С. 53.
23. **Каталог землетрясений Средней Азии с $K \geq 9$ за 1970 г.** // Землетрясения в СССР в 1970 г. – М.: Наука, 1973. – С. 88.
24. **Иодко В.К.** Землетрясение 18.11.1971 г. к западу от хр. Байсунтау // Землетрясения в СССР в 1971 г. – М.: Наука, 1975. – С. 57.
25. **Иодко В.К., Краснова А.Ф.** Землетрясение 12 апреля 1972 г. // Землетрясения в СССР в 1972 г. – М.: Наука, 1976. – С. 51–52.