

УДК 550.343.9:551.24:551.240

Гребенникова В.В., Исмаилова Ж.Ж., Гулкайыр Т.К.
Институт сейсмологии НАН КР
г. Бишкек, Кыргызстан

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ИСФАРА-БАТКЕНСКОМУ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЮ 31 ЯНВАРЯ 1977 ГОДА

Аннотация. В статье дан краткий обзор публикаций, посвящённых Исфара-Баткенскому землетрясению 31 января 1977 г. с $K_R=15.5$. Приводится инструментальное и макросейсмическое описание.

Ключевые слова: землетрясение, форшок, афтершок, последствия землетрясений, изосейсты.

1977ЖЫЛДЫН 31-ЯНВАРЫНДАГЫ ИСФАРА-БАТКЕН ЖЕР ТИТИРӨӨСҮ БОЮНЧА ЖАҢЫ МААЛЫМАТТАР

Корутунду. Бул макалада 1977 жылдын 31 январындагы $K_R=15.5$ болгон Исфара-Баткен жер титирөөсүнүн билдирүүлөрүнөн кыскача баяндама берилген. Инструменталдык жана макросейсмикалык мүнөздөмө берилген.

Негизги сөздөр: жер титирөө, форшок, афтершок, жер титирөөлөрдүн кесепеттери, изосейсталар.

NEW DATE ON THE ISFARA-BATKEN EARTHQUAKE, JANUARY 31, 1977

Abstract. The article provides the brief overview of publications on the Isfara-Batken earthquake. The instrumental and macroseismic description is presented.

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

За последние 140 лет (1883-2023 гг.) в пределах Южно-Ферганской зоны ($\varphi=39.5^{\circ}$ – 41.0° N, $\lambda=69.0^{\circ}$ – 74.0° E) произошло 140 землетрясений с $M=5.0$ -6.8 и энергетическим классом $K_R=12.0$ -15.6. По данным источников [1, 2], во временных рядах максимальных годовых энергетических классов землетрясений ($K_{\text{Мак}}$) наблюдались периоды активизации (1902-1915, 1923-1935, 1942-1946, 1951-1955, 1963-1969, 1974-1977, 1982-1987, 2007-2011, 2014-2017, 2019-2023 гг.) и периоды сейсмического затишья (рисунок 1).

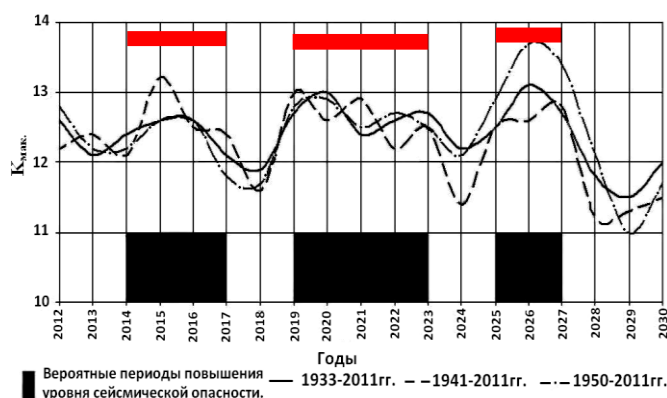


Рисунок 1. Прогноз вероятных изменений $K_{\text{Мак}}$ Южно-Ферганской зоны на 2012-2030 гг. по разным временным рядам [1, 2].

На рисунке 2 приведён пример повышения уровня сейсмической опасности на территории Южно-Ферганской зоны в 2014-2017 гг., в период которого произошло четыре крупных события: Талдыкское 17.11.2015 г. ($M=6.4$, $K_R=14.1$), Кызыл-Артское 26.06.2016 г. ($M=6.7$, $K_R=15.1$), Акетаоское (КНР) 26.11.2016 г. ($M=6.8$, $K_R=15.4$) и Карамыкское 03.05.2017 г. ($M=6.5$, $K_R=14.5$).

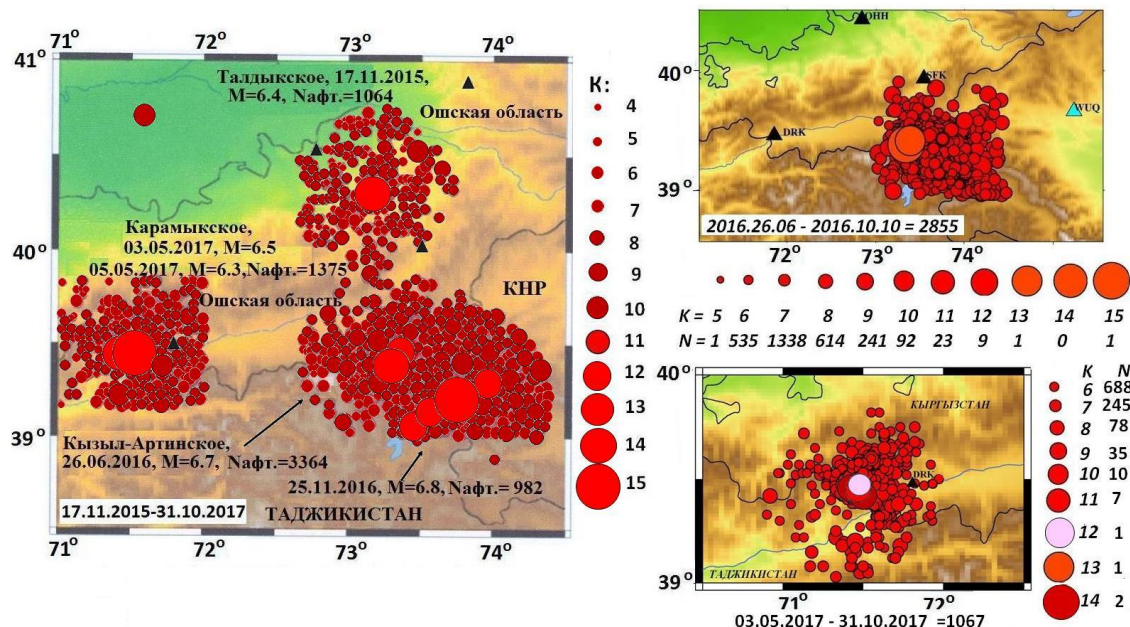


Рисунок 2. Активизация сейсмических процессов в Южно-Ферганской зоне в 2014-2017 гг. [3].

В 1977 году в пределах координат $\varphi=39.0^0-41.0^0N$, $\lambda=69.0-72.6^0E$, куда входит территория Баткенской области, часть территории Ошской области Кыргызской Республики и прилегающие районы сопредельных государств (Узбекистана и Таджикистана), в Южно Тянь-Шаньской зоне энергично активизировалась Южно-Ферганская система разломов (таблица 1).

Таблица 1. Распределение землетрясений по энергетическим классам и количество выделенной суммарной сейсмической энергии по крупным сейсмогенным зонам Кыргызского Тянь-Шань в 1977 году [4].

Название зоны	Энергетический класс (K_R)							N_{Σ}	ΣE , Дж
	9	10	11	12	13	14	15		
Северный Тянь-Шань	31	14	1					46	$2.71 \cdot 10^{11}$
Центральный Тянь-Шань	73	25	9	1	1	2		111	$2.12 \cdot 10^{14}$
Южный Тянь-Шань	141	49	16	4	2	2	1	215	$1.22 \cdot 10^{15}$

Здесь в течение 1977 года произошло два сильных землетрясения: Исфара-Баткенское - 31 января с $M_{pV}=6.3$, Хайдарканское - 3 июня с $M_{pV}=5.8$ и Ура-Тюбинское - 20 декабря с $M_{pV}=5.0$ (рисунок 3).

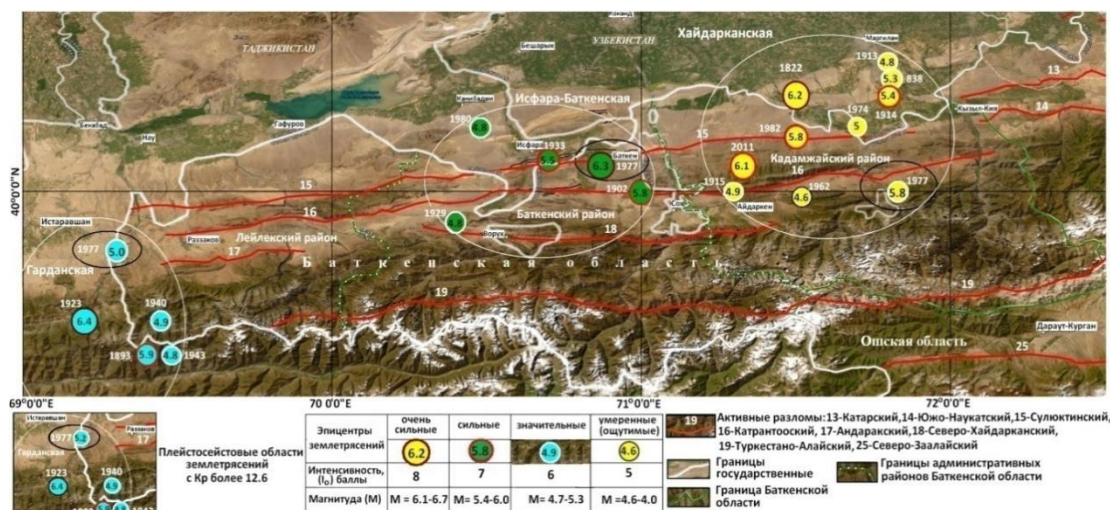


Рисунок 3. Карта-схема территориального расположения эпицентров землетрясений Исфара-Баткенского 31.01.1977 г., Хайдарканского 3.06.1977 г. и Ура-Тюбинского 20.12.1977 г.

Эпицентры этих землетрясений территориально приурочены к различным плейстосейстовым областям (Исфара-Баткенской, Хайдарканской и Ура-Тюбинской) сильных исторических и современных землетрясений, произошедших в Южно Тянь-Шаньской зоне. Основные параметры землетрясений их форшоков и максимальных афтершоков представлены в таблица 2 [3, 5].

Таблица 2. Основные параметры сильных землетрясений, произошедших в 1977 г. [3,5].

№	Дата Г.М.Д	Время ч.м.с Гринвич	Координаты		H, км	M	K _R	Форшоки Афтершоки	Название землетрясения, регион, I ₀ (MSK-64)
			φ ⁰ N	λ ⁰ E					
Исфара-Баткенская плейстосейстовая область									
1.	1902.04.17	21 10 00	40.00	71.00	30	5.8	14.4		
2.	1929.11.11	21 41 31	39.90	70.40	12	4.8	12.6		
3.	1933.09.09	19 34 21	40.10	70.70	26	5.5	13.6		
4.	1977.01.31	14 26 14	40.08	70.87	20±5	6.3	15.5		Исфара-Баткен, Кырг., I₀=8
	1977.04.21	10 03 51	40.10	70.80	15	4.9	12.8	M _{афт}	
5.	1980.07.11	11 47 22.9	40.20	70.48	15	4.8	12.6		Тадж. I ₀ =5-6
	1980.07.26	14 47 24	40.00	70.22		4.5	12.0	M _{афт}	
Хайдарканская плейстосейстовая область									
1.	832	01 01 00	40.30	71.80	10	5.3	13.6		Узб. I ₀ =7
2.	1822±1год		40.30	71.50	12	6.2	15.2		Коканд, Узб. I ₀ =8-9
3.	1913.06.30	12 00 00	40.40	71.80	10	4.8	12.6		Узб.
4.	1914.01.13	21 00 00	40.30	71.80	20	5.4	13.7		Узб. I ₀ =6-7
5.	1915.04.09	23 30 25	40.00	71.30	20	4.9	12.8		Кырг.
6.	1962.12.18	02 06 03	39.98	71.52	20	4.6	12.6		Кырг.
	1963.04.03	11 55 06	40.05	72.00		3.3	10	M _{афт} .	
	1973.08.06	07 05 01	40.00	71.78	30	3.7	10.6	фор.	
7.	1974.01.22	06 08 07	40.20	71.70	24	5.0	12.7		Кадамжай, Кырг.
	1977.05.11	12 45 0.0	40.00	71.50		2.8	9.0	фор.	
8.	1977.06.03	01 05 23	40.00	71.82	15	5.8	14.2		Хайдаркан, Кырг. I₀=6-7
	1977.12.26	05 15 18	39.95	71.72	10	4.4	12.3	M _{афт}	
	1982.01.10	15 41 57	40.08	71.52		3.2	9.7	фор.	
	1982.02.03	21 24 04	40.10	71.50		2.6	8.6	фор.	

9.	1982.05.06	15 42 20.9	40.17	71.50	20	5.8	14.4		Чимион, Узб. $I_0=7-8$
	1982.05.09	16 11 20	40.42	71.77	20	3.7	10.7	$M_{aфг.}$	
10	2011.07.19	19 35 43.9	40.08	71.33	17	6.1	14.1		Кан, Кырг. $I_0=8$
	2011.07.19	20 46 00	40.15	71.42	10	4.0	9.8	$M_{aфг.}$	
Гарданская плейстосейстовая область									
1.	1893.11.05	03 30	39.50	69.40	40	5.9	14.6		Тадж. $I_0=7$
2.	1923.12.28	22 24 48	39.60	69.20	18	6.4	15.3		Гардан, Тадж. $I_0=8$
	1924.01.08	13 29				5.3		афт.	[3]
3.	1939.10.10	20 42 30.0	39.30	69.00	15	5.0	13.0		Тадж.
	1939.12.04	23 24 4.0	39.40	69.80		3.9	11.0	афт.	
4.	1940.05.06	12 54 06	39.60	69.50	12	4.9	12.8		Кырг.
	1940.05.17	11 08 8.0	39.30	69.70		3.9	11.0	$M_{aфг.}$	
5.	1943.01.12	10 41 42	39.52	69.52	25	4.8	12.6		Тадж.,
	1977.09.03	02 17 22	39.67	69.13	20	4.4	12.0	фор.	
	1977.11.14	10 34 55	39.87	69.72	10	2.8	9.0	фор.	
	1977.11.30	09 16 09	39.70	69.50		2.8	9.0	фор.	
	1977.12.20	07 25 44	39.68	69.18		2.8	9.0	фор.	
6.	1977.12.20	07 27 38	39.82	69.32	10	5.0	13.0	Ура-Тюби,Тадж.,	$I_0= 6-7$
	1978.04.29	22 45 01	39.62	69.00	5	3.7	10.6	$M_{aфг.}$	
	2023.03.18	11 29 24.4	39.33	69.82		4.8	10.8	фор.	Тадж., $I_0= 4,5$
	2023.03.18	11 35 17.4	39.37	69.88		4.5	10.2	фор.	Тадж., $I_0= 4$
7.	2023.03.22	20 07 35	39.27	69.57		6.7	14.7		Тадж. $I_0 \approx 8$
	2023.03.22	20 12 28	39.40	69.82		5.2	11.4	$M_{aфг.}$	

Исфара-Баткенского землетрясение произошло 31 января 1977 г. $14^h26^m14,6^s$ по Гринвичу с $M_{pв}=6.3$ в юго-западной части Ферганской долины на территории Баткенского района Ошской области (с 1999 года - Баткенская область). Землетрясение ощущалось на территории Кыргызстана, в Таджикистане, на значительной площади Узбекистана и в юго-западных районах Казахстана. Его эпицентр приурочен к узлу, расположенному на стыке широтного Северо-Катранского разлома и Баткенского разрыва северо-западного простирания. Эпицентральною зону слагают метаморфическая и карбонатная формации скальных пород, теригенно-карбонатная формация полускальных грунтов, а также формации межгорных впадин [6, 7].

Очаговая область землетрясения охватила трансграничную территорию и была обследована разными авторами [6, 7, 8], которые составили и опубликовали карты изосейст, отличающиеся между собой по конфигурации. На рисунке 4 представлена карта изосейст, составленная Касымовым С.М, Джураевым А.И., Мадатовым П. и др. в [8].

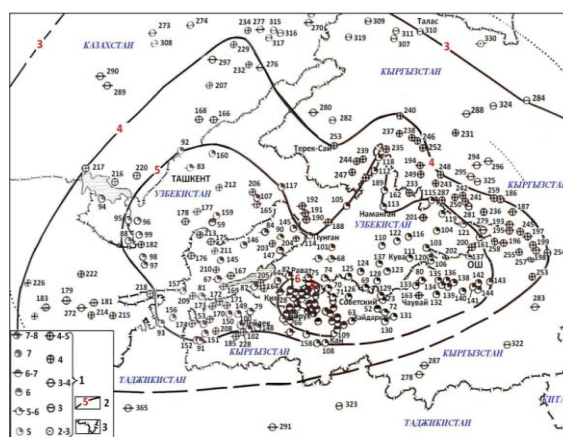


Рисунок 4. Карта изосейст Исфара-Баткенского землетрясения 31 января 1977 г. (с дополнениями и изменениями): 1- интенсивность сотрясений в баллах, 2 - изосейсты, 3 - границы государственные [8].

Максимальная зона сотрясения (между реками Сох и Исфара), равная 7-8 баллам, выделяется в виде узкой прерывистой полосы шириной 1-2 км и общей протяжённостью 22 км. Здесь сильно пострадали населённые пункты: Офтобруй, Кызыл-Пилал, Дагана, Базарбаши, Кызыл-Бель и Каракабак.

Плейстосейстовая область данного землетрясения, оконтуриваемая изосейстой 7 баллов, имеет форму эллипса, большая ось которого ориентирована с северо-запада на юго-восток и имеет длину 35 км, при ширине 15 км. Землетрясение здесь проявилось в виде резкого кратковременного вертикального толчка, со слабо выраженными горизонтальными колебаниями. Основному толчку предшествовал подземный гул. Многие заметили свечение над горизонтом.

По данным узбекских сейсмологов [8], в макросейсмическом поле на территории плейстосейстовой области землетрясения, особенно в северной части Исфара-Лякканской впадины и горах Гузан, проявилось влияния грунтовых условий и инженерно-геологических факторов на распространение сейсмических волн и на форму изосейст. В пос. Больница, расположенном на лёссовидных суглинках мощностью свыше 10-15 м, при уровне грунтовых вод 0-5 м, землетрясение проявилось на один балл выше, чем в пос. Ляккан (6-7 баллов), расположенном на валунно-галечниковых отложениях с щебнем и суглинистым заполнителем при уровне грунтовых вод 3-5 м и ниже. В кишлаке Офтобруй, расположенного на лёссовидных серых суглинках с включением гравия при уровне грунтовых вод менее 1 м, интенсивность землетрясения достигала 7-8 баллов. На участке фермы колхоза им. Куйбышева, находящейся в 4 км северо-восточнее от кишлака Офтобруй, интенсивность была 6-7 баллов. Увеличение интенсивности сотрясений, связанной с уровнем грунтовых вод, произошло и в других посёлках: Кызылпилал, Дагана, Базар-Баши, Кызыл-Бель и т.д. [8].

Механизм очага Исфара-Баткенского землетрясения 31 января 1977 г., определённый по данным более 120 сейсмических станций, приведён на рисунке 5 [9].

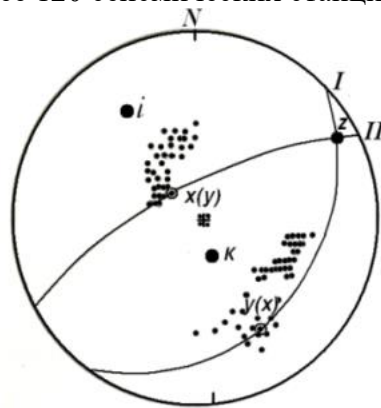


Рисунок 5. Решение механизма очага Исфара-Баткенского землетрясения на сетке Вульфа (верхняя полусфера) [9].

Плоскость I – имеет северо-восточное-юго-западное простирание, близгоризонтальна, падение на северо-запад, плоскость II – с близширотным простиранием и круто падает на юго-юго-восток. В плоскость I подвижка имеет преобладающую надвиговую компоненту, в плоскости II – взбросовую. Напряжения-растяжения почти вертикальны, напряжения сжатия и промежуточные – почти горизонтальны. Средние значения динамических параметров по амплитудным спектрам Р-волн на станциях Обнинск и Петропавловск составляет: $M_0=0,09 \cdot 10^{26}$ дин·см, $L=25$ км, $\Delta\delta=2$ бар, $\bar{u}=6$ см [9].

Протяжённость очага составляет: по горизонтали – 35 км, по вертикали – 20-25 км. Указанной ориентации разрыва и близширотной вытянутости изосейст в работе [6-8],

соответствует плоскость II. Протяжённость разрыва согласуется со значением 25 км, полученным по спектрам Р-волн.

Рассмотрим временные особенности сейсмического процесса до и после Исфара-Баткенского землетрясения. На рисунке 6 приведены графики повторяемости землетрясений, построенные за разные периоды наблюдений, которые позволяют оценить представительный энергетический класс.

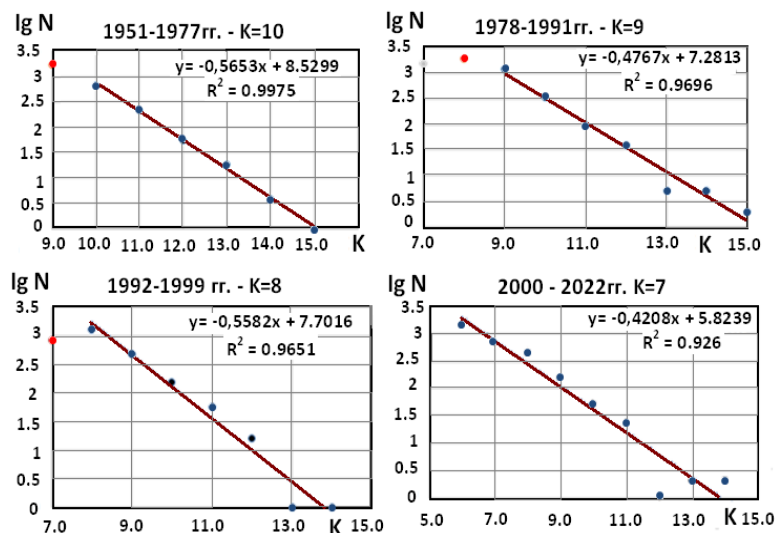


Рисунок 6. Графики повторяемости землетрясений за разные интервалы времени в пределах координат $\varphi=39.0^0-41.0^0N$, $\lambda=69.0-72.6^0E$ [3].

Из приводимых данных следует, что с 1951 по 1977 гг. представительными являются землетрясения с $K_R = 10.0$. С момента установки 1 апреля 1977 г. сейсмической станции «Баткен» представительным стал класс $K_R = 9.0$. С постепенной модернизацией сети наблюдений, уровень представительного энергетического класса снижался и при полном переходе на цифровую форму регистрации (с 2008-2024 гг.) регистрируются все сейсмические события с $K_R \geq 6.0$ (таблица 3).

Таблица 3. Распределение землетрясений по энергетическим классам, произошедших за период с 1971 по 1980 гг. и с 2021 по 31.10.2023 гг. [3, 10].

Год	Энергетический класс (K_R)														N_{Σ}
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1971	-	-	-	-	2	10	59	21	3	2	-	-	-	-	97
1972	-	-	-	-	1	22	67	13	3	-	1	-	-	-	107
1973	-	-	-	-	1	25	59	21	13	2	1	-	-	-	122
1974	-	-	-	-	12	58	60	26	5	4	2	-	-	-	167
1975	-	-	-	-	7	44	77	27	9	2	2	-	-	-	168
1976	-	-	-	-	18	61	75	39	8	3	1	-	-	-	205
1977	-	-	1	13	92	113	114	37	10	2	2	1	1	-	386
1978	-	-	-	9	133	240	178	86	25	8	1	3	-	1	684
1979	-	-	-	5	79	154	116	42	10	3	-	-	-	-	409
1980	-	-	-	7	117	113	121	35	9	1	2	-	-	-	405
2021	-	5	305	519	315	102	37	20	4	-	-	1	-	-	130 8
2022	-	38	269	491	272	88	21	5	4	-	-	-	-	-	118 8
1.01. 2023- 1.10.2023	1	41	186	369	206	84	34	12	6	-	-	1	-	-	940

Анализ временных рядов годовых энергетических классов землетрясений с 1971 по 1976 г. показал, что до Исфара-Баткенского землетрясения 1977 г. активная сейсмическая активизация в 1973 году началась с запада и, охватив в 1975 году территории: Кадамжайского, южную приграничную территорию Баткенского районов Баткенской области и Чон-Алайского района Ошской области, мигрировала в юго-западном направлении к очаговой области Хаитского землетрясения 1949 г. с $M=7.4$, $K_R=17.0$ (таблица 3, рисунок 7).

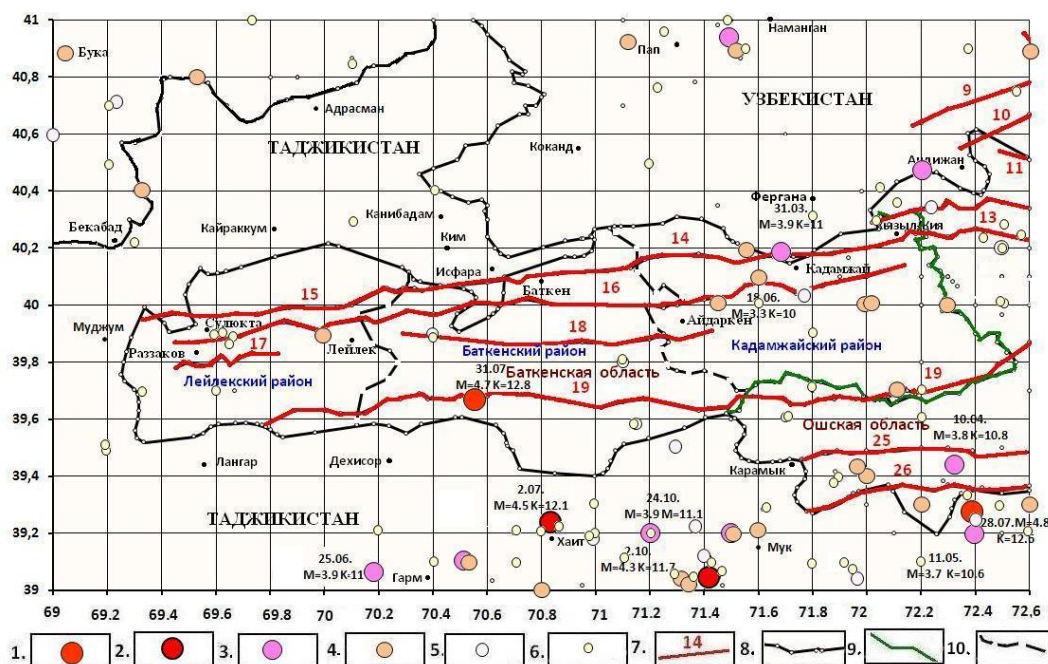


Рисунок 7. Карта эпицентров землетрясений, произошедших за период с 01. 01. по 31.12. 1975 г. с $K_R \geq 7.0$ в пределах координат $\varphi=39^{\circ}-41^{\circ}N$, $\lambda=69-72,6^{\circ}E$ (радиус кружка соответствует размеру энергетического класса) [3]. 1- Эпицентры землетрясений: 1- с $K_R=13.0$ – 28 июля с $M=4.8$, $K_R =12.6$ и 31 июля с $M=4.7$, $K_R =12.8$; 2- с $K_R =12.0$; 3- с $K_R=11.0$; 4- с $K_R =10.0$; 5- с $K_R =9.0$; 6- с $K_R =7.0-8.0$ (маленькие белые кружки); 7- активные разломы [11]: 9-Чангырчакский, 10-Южно-Ферганский, 11-Мадынский, 13-Катарский, 14-Южно-Наукатский, 15-Сулюктинский, 16-Катрантооский, 17-Андаракский, 18-Северо-Хайдарканский, 19-Туркестано-Алайский, 25-Северо-Заалайский, 26-Дарваз-Каракульский; Границы: 8-государственные, 9-Баткенской области, 10-административных районов Баткенской области.

Из рисунка 7 видно, что 2 июля 1975 г. в очаговой области Хаитского землетрясения 1949 г. произошло землетрясение с $M=4.5$, $K_R =12.1$. В течение июля месяца 1975 года произошло два землетрясения с $K_R =13.0$: с $M=4.8$, $K_R =12.6$ - 28 июля в очаговой области Алайских землетрясений и 31 июля в 30 км южнее очаговой области Исфара-Баткенского землетрясения 1977 г. в зоне Туркестано-Алайского активного разлома с $M=4.7$, $K_R =12.8$ (рисунок 8).

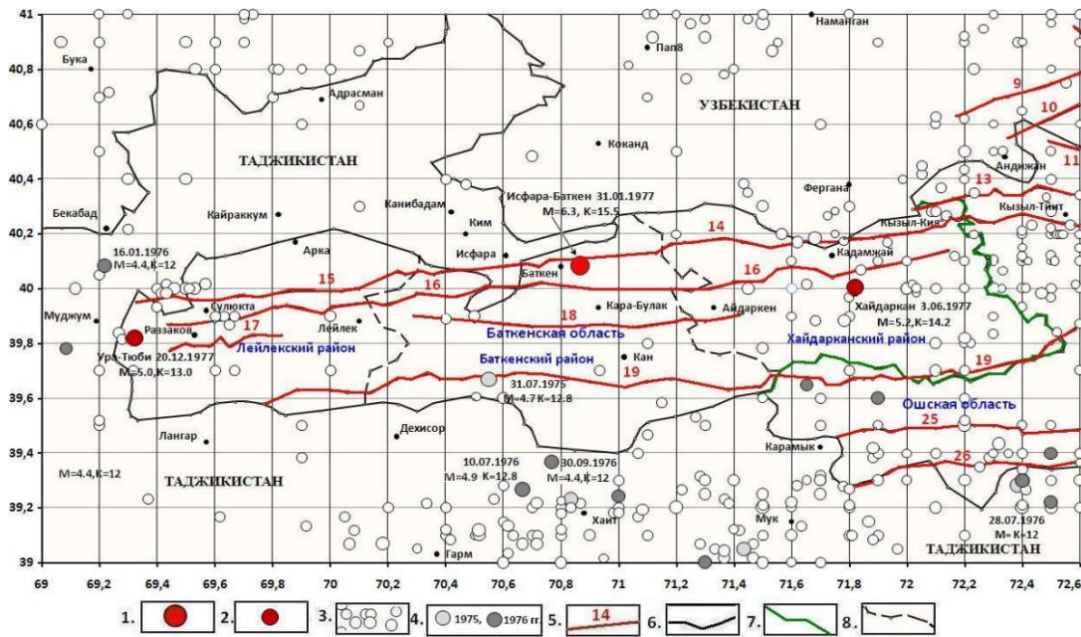


Рисунок 8. Карта эпицентров землетрясений, произошедших за период с 1975 по 1976 гг. в пределах координат $\varphi=39.0^{\circ}-41.0^{\circ}N$, $\lambda=69.0-72.6^{\circ}E$ (размер кружка соответствует размеру энергетического класса) [3]. 1-4. Эпицентры землетрясений: 1-Исфара-Баткенского, 2-Хайдарканского и Ура-Тюбинского 1977 г.; 3- произошедшие в 1975-1976 гг. с $K_R \geq 7.0$ (белые кружки), 4- с $K_R = 11.0-13.0$ (серые кружки - в 1975 г., темносерые - в 1976 г.) [3]; 5-активные разломы [11]: названия разломов смотри на рисунке 7; Границы: 6-государственные, 7-Баткенской области, 8-адиминистративных районов Баткенской области.

Афтершоки. Землетрясение сопровождалось серией повторных толчков, начавшихся через 30 минут после главного толчка. В течение 31 января произошло 11 афтершоков с $K_R=8.0-11.0$, глубиной (H) 10-15 км (рисунок 9).

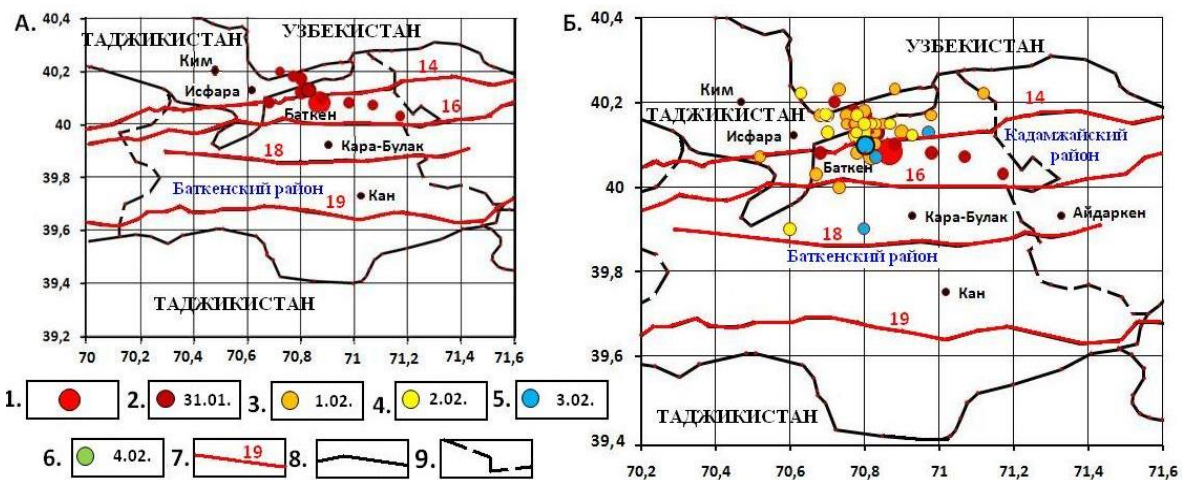


Рисунок 9. Карты эпицентров афтершоков [3]: **А.** 1-эпицентр Исфара-Баткенского землетрясения, 2-афтершоки в первый день после главного толчка (31.01.1977 г.); **Б.** Эпицентры афтершоков за 5 дней после главного толчка: 1-эпицентр Исфара-Баткенского землетрясения, афтершоки: 2-31.01, 3-1.02, 4-2.02, 5-3.02, 6-4.02.1977г.; 7- активные разломы [11]: названия разломов смотри на рисунке 7; Границы: 8- государственные, 9-административных районов Баткенской области.

В эпицентральной зоне землетрясения в течение двух месяцев зарегистрировано более 150 афтершоков с $K_R = 6.0-11.0$. Остальные довольно многочисленные афтершоки имели энергетические классы $K_R \leq 11.0$ ($M \leq 3.9$). Самый сильный афтершок с силой в эпицентре 5 баллов ($K_R = 12.8$, $M = 4.9$, $H = 15$ км) произошёл 21 апреля в $10^{\circ}03'51''$ с вблизи очага основного толчка (таблица 2, рисунок 10).

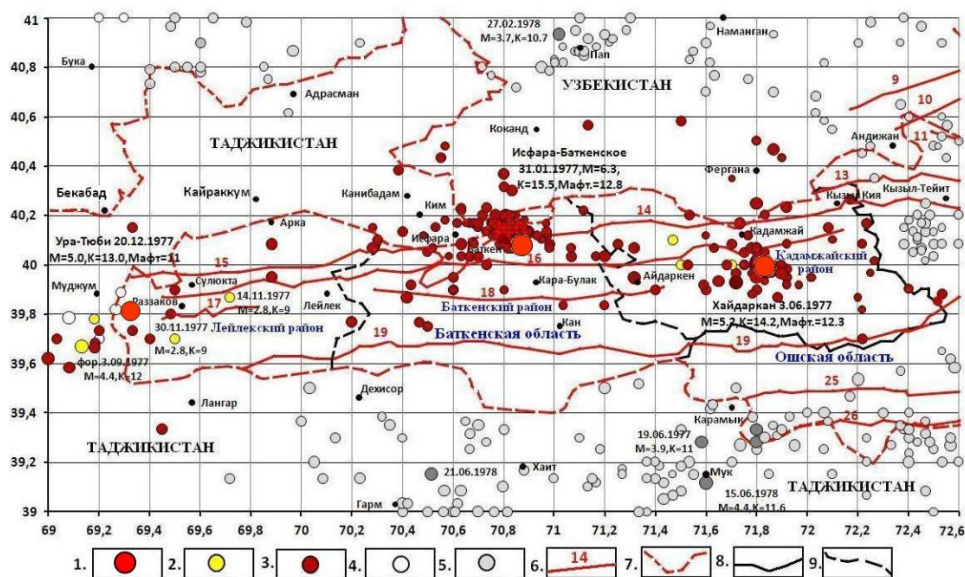


Рисунок 10. Карта эпицентров землетрясений с 01.11.1976 г. по 30.06.1978 г. [3]: 1-эпицентры землетрясений с $M_{\text{рв}} \geq 5.0$; 2-форшоки; 3-афтершоки; 4-эпицентры землетрясений с $K_R \geq 6.0$, произошедшие за три месяца (01.11.1976 г. по 30.01.1977 г.) до Исфара-Баткенского землетрясения; 5-землетрясения с $K_R \geq 6.0$, произошедшие с 01.02.1977 г. по 30.06.1978 г.; 6-активные разломы [11]: названия разломов смотри на рисунке 7; Границы: 7-государственные, 8-Баткенской области, 9-административных районов Баткенской области.

Из анализа расположения эпицентров как слабых, так и сильных землетрясений следует, что подавляющее количество их приурочено к зоне Южно-Ферганского глубинного разлома, в том числе и к западному флангу одной из его составляющих – Северо-Катрантооскому разлому. Небольшое количество удалённых афтершоков были связаны с субширотными и секущими разрывами. Очаги афтершоков погружались под крутым углом ($75-80^\circ$) в южном и юго-восточном направлении до глубин 15-20 км и вытягиванию зоны афтершоков почти в широтном направлении [6].

По геофизическим данным в пределах Южно-Ферганского зоны, были выделены три сейсмоактивных участка (блока): Хайдарканский (I), Иски-Наукатский (II), Исфара-Баткенский (III) территориально совпадающие с административными районами Баткенской области [12]. В работе [13] выделены четыре сейсмоактивных участка - (блока): Исфара-Баткенский (I), Хайдарканский (II), Иски-Наукатский (III) и Ферганский (IV). На рисунке 11 представлена карта-схема расположения выделенных сейсмоактивных участков авторами в работах [12, 13].

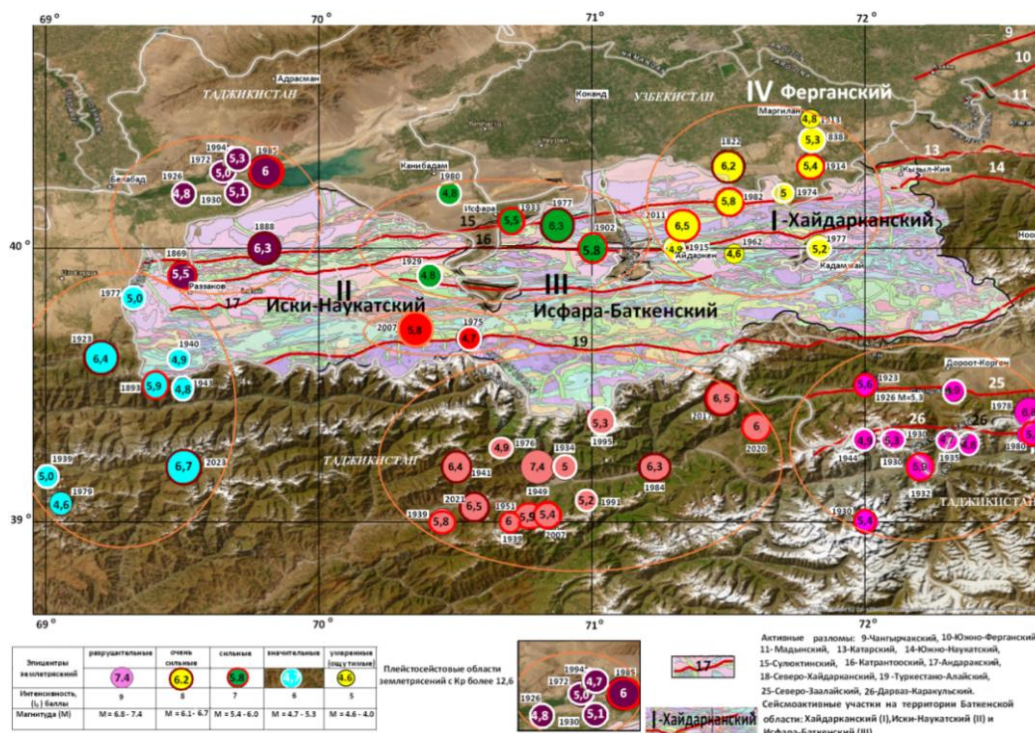


Рисунок 11. Карта-схема расположения сейсмоактивных участков - Хайдарканского (I), Иски-Наукатского (II), Исфа́ра-Баткенского (III) и Южно-Ферганского (IV) [12, 13].

В работе [12] авторы отмечают особенности каждого участка. На картах эпицентров слабых землетрясений очаги в диапазоне глубин $H=0-5$ до 25-30 км были расположены равномерно почти на всех участках. С увеличением глубины очагов наблюдается всё большая приуроченность их к определённым зонам. В пределах Исфа́ра-Баткенского (III) участка практически отсутствуют слабые землетрясения с большой глубиной, что указывает на прочную и слабо раздробленную среду сейсмоактивного слоя, который «возможно» сложен породами преимущественно гранитоидного состава.

На территории Хайдарканского (I) участка слабых землетрясений за период многолетних наблюдений было в три раза больше, чем на Иски-Наукатском (II). Они также различаются по типу подвижек в очагах сильных землетрясений: Хайдарканский (I) участок испытывает взбросовые деформации, а Иски-Наукатского (II) – сбросовые. Следовательно, Исфа́ра-Баткенское землетрясение 1977 г. произошло на стыке участков, испытывающих противоположные движения. Преимущественную роль в подготовке Исфа́ра-Баткенского землетрясения 1977 г. играл восточный Хайдарканский (I) участок. Перед основным толчком выход суммарной энергии уменьшался в пределах восточного Хайдарканского (I) участка, на что указывает наклон линии регрессии – $y=12.03-0.05x$ [12] (рисунок 12 (б)).

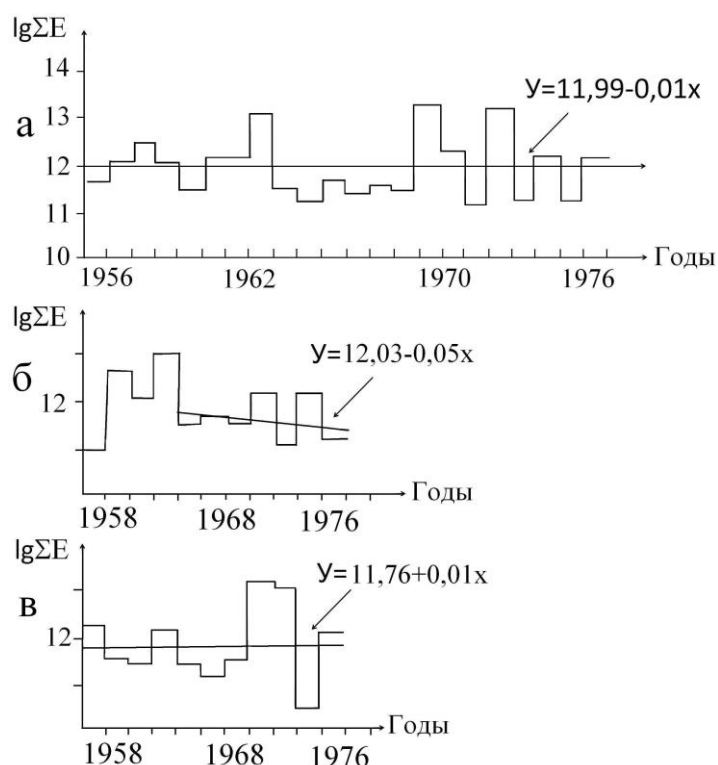


Рисунок 12. График временных вариаций выхода суммарной энергии для трёх участков (а), восточного – Хайдарканского (б) и западного – Иски-Наукатского (в) [12].

Сравнение пространственного распределения эпицентров землетрясений с $K_R \geq 3.0$ в пределах вышеуказанных координат за 2023 год с картами за 2021-2022 годы показывает, что значительное число сильных землетрясений приурочено к участкам, не соответствующим максимальной активности. Они происходят или в зонах скопления слабых землетрясений, или в краевых частях этих скоплений. Такое расположение характерно для очагов Исфара-Баткенского и Хайдарканского землетрясений 1977 года.

На рисунке 13 представлена карта эпицентров землетрясений, произошедших с 01.01.2023 г. по 10.10.2023 г. с $K_R \geq 3.0$ в пределах координат $\varphi=39^{\circ}-41^{\circ}N$, $\lambda=69^{\circ}-72,60^{\circ}E$ (рисунок 13).

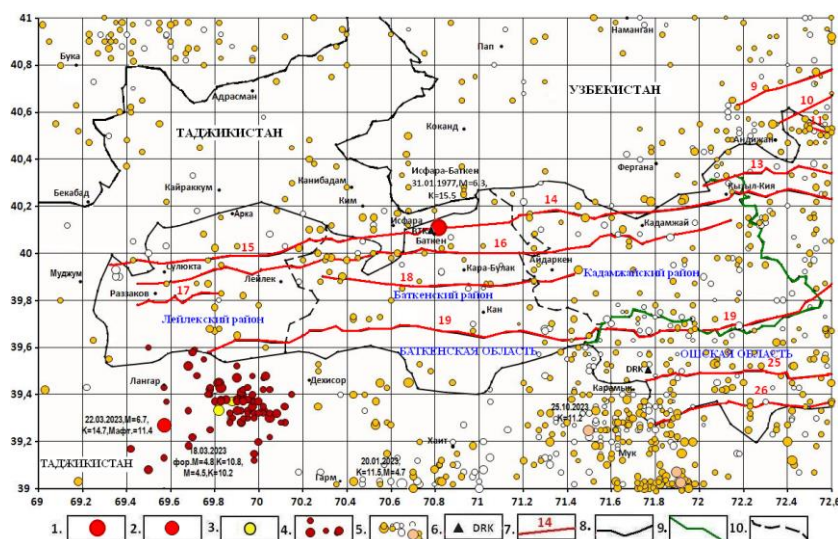


Рисунок 13. Карта эпицентров землетрясений, произошедших с 01.01.2023 г. по 10.10.2023 г. с $K_R \geq 3.0$, в пределах координат $\varphi=39.0^{\circ}-41.0^{\circ}N$, $\lambda=69.0^{\circ}-72.6^{\circ}E$ (размер

кружка соответствует размеру энергетического класса) [10]. Эпицентры землетрясений: 1-Исфара-Баткенское 1977 г., $M=6.3$; 2-сейсмособытие 22.03.2023 г., $M=6.7$; 3-форшоки; 4-афтершоки после основного толчка; 5-эпицентры землетрясений (белые кружочки) с $K_R \geq 3.0$ до основного толчка и (тёмно-жёлтые кружочки) с $K_R \geq 3.0$ после события; 6- цифровые сейсмические станции сети **KRNET** (ИС НАН КР); 7- активные разломы [11]: названия разломов смотри на рис. 7; Границы: 8-государственные, 9-Баткенской области, 10-административных районов Баткенской области.

Самое сильное событие 2023 года с $K_R = 14.7$ произошло 23 марта в $02^h07^m35.0^s$ по местному времени (22.03.2023 г. в $20^h07^m35.0^s$ по Гринвичу) на территории Согдийской области Таджикистана, в 62 км к югу от г. Раззаков (Баткенская область, Лейлекский район). Очаг землетрясения расположен в плейстосейстовой области Гарданского землетрясения 1923 года с $K_R = 15.3$ с силой в эпицентре 8 баллов (рисунок 14, таблица 4).

Землетрясению предшествовали два форшока, которые произошли за 4 дня до основного толчка 18 марта 2023 года в $17^h29^m24.4^s$ по местному времени с $K_R = 10.8$ и в $17^h35^m17.4^s$ с $K_R = 10.2$. Через 5 минут после основного толчка произошёл максимальный афтершок с $K_R = 11.4$ и интенсивностью сотрясений 5 баллов. За ним последовали повторные толчки с энергетическими классами $K_R = 9.0 - 11.3$.

Землетрясение ощущалось в эпицентре с расчётной интенсивностью $I_0=7.5$ баллов, на территории Кыргызстана – от 6.5 (с. Кёк-Таш) до 5 баллов в Лейлекском районе, от 5 до 4.5 баллов в Баткенском и от 4.5 до 4 баллов в Кадамжайском районах.

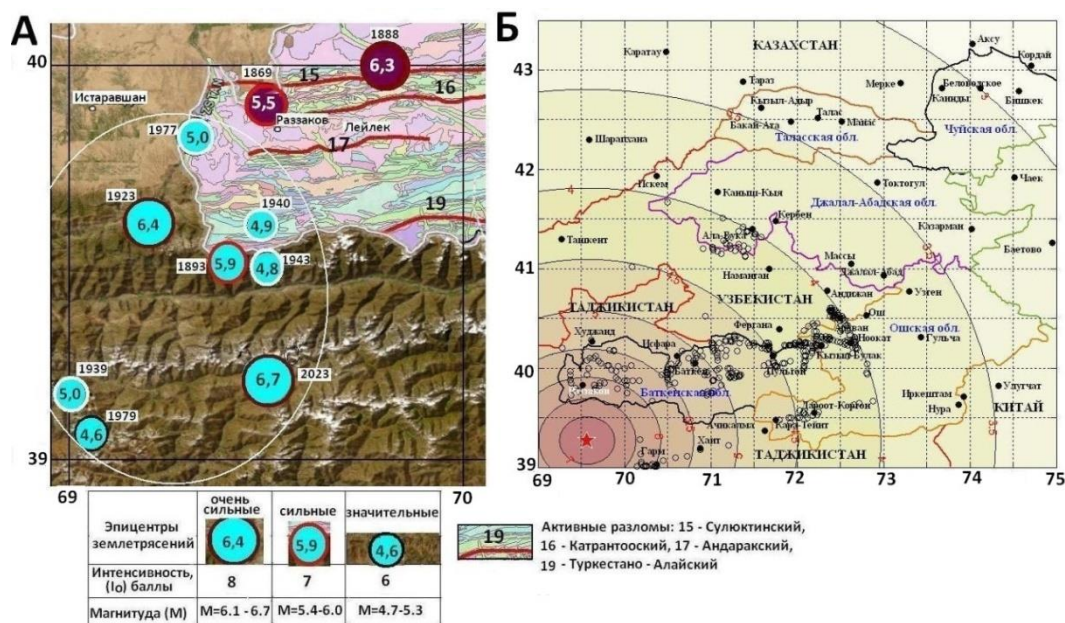


Рисунок 14. А - Гарданская плейстосейстовая область землетрясений с $K_R \geq 12.6$; Б - карта расчётной интенсивности сотрясений ($I_{расч.}$ в баллах) в населённых пунктах вследствие землетрясения, произошедшего 23.03.2023 г. в $02^h07^m35.0^s$ по местному времени (22.03.2023 г. в $20^h07^m35.0^s$ по Гринвичу) с $M_{рв}=6.7$, $K_R = 14.7$ [14].

Таблица 4. Основные параметры землетрясений с $K_R \geq 12.6$ Гарданской плейстосейстовой области.

№	Дата д.м.г.	Время (t ₀) (Гринвич)	Координаты		H, км	M	K _R	Интенсивность I ₀ (MSK-64), / регион
			φ°N	λ°E				
1.	05.11.1893	03 30 ±10	39.50	69.40	40	5.9	14.6	I ₀ =7, Тадж.
2.	28.12.1923	22 24 48	39.60	69.20	18	6.4	15.3	I ₀ =8 Тадж.

								Гарданское
	08.01.1924	13 29				5.3		афт.
3.	1939.06.22	17 02 42.0	39.20	69.20	5	4.5	12.0	фор.
	10.10.1939	20 42 30.0	39.30	69.00	15	5.0	13.0	Тадж.
	04.12.1939	23 24 04.0	39.40	69.80		3.9	11.0	афт.
4.	1940.05.06	12 54 06	39.60	69.50	12	4.9	12.8	Кыргызстан
	17.05.1940	11 08 8.0	39.30	69.70		3.9	11.0	афт.
	30.05.1940	19 43 24.0	39.60	69.20		3.3	10.0	афт.
5.	12.01.1943	10 41 42	39.52	69.52	25	4.8	12.6	Тадж.
6.	20.12.1977	07 27 38.2	39.82	69.32	10	5.0	13.0	Тадж.
7.	10.08.1979	09 50 51	39.08	69.03	12	4.6	12.2	Тадж.
	18.03.2023	11 29 24.4	39.33	69.82		Mpv 4.8	10.8	фор.
	18.03.2023	11 35 17.4	39.37	69.88		Mpv 4.5	10.2	фор.
8.	22.03.2023	20 07 35.0	39.27	69.57		Mpv 6.7	14.7	$I_0=7.5$ Тадж.
	22.03.2023	20 12 28.9	39.40	69.82		Mpv 5.2	11.4	$I_0=5$ афт.
	22.03.2023	20 17 17.3	39.30	70.05		Mpv 4.4	10.1	афт.
	22.03.2023	20 19 22.8	39.52	69.68		Mpv 4.3	10.0	афт.
	22.03.2023	20 36 08.7	39.35	69.85		Mpv 4.1	9.2	афт.
	22.03.2023	22 24 40.4	39.40	69.92		Mpv 3.9	9.0	афт.
	23.03.2023	00 27 27.3	39.33	70.02		Mpv 3.9	9.2	афт.
	23.03.2023	01 52 57.4	39.35	69.97		Mpv 3.9	9.3	афт.
	23.03.2023	02 53 49.6	39.43	69.83		Mpv 4.9	11.3	афт.
	23.03.2023	03 50 21.1	39.47	69.90		Mpv 4.2	9.7	афт.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мамыров Э., Маханькова В.А. Анализ квазипериодичности проявления слабых и сильных землетрясений Тянь-Шаня //Наука и новые технологии. 2010. №2. С. 66-78.
2. Мамыров Э., Маханькова В.А. Определение вероятного места ожидаемых сейсмокатастроф на территории Кыргызстана //Вестник Института сейсмологии НАН КР. 2016. №1 (7). С. 67-75.
3. Каталог землетрясений Кыргызстана и прилегающих территорий с исторических времён по ноябрь 2023 года //Фонды Института сейсмологии Национальной Академии Наук Кыргызской Республики.
4. Уломов В.И., Каток А.П., Фленова М.Г., Киняпина Т.А., Джанузаков К.Д., Оспанов А.Б., Дасымов А.Д., Астафьева Е.Г., Сияница Н.М., Шукурова И. Землетрясения Средней Азии и Казахстана //Землетрясения в СССР в 1977 г. / Под ред. Кондорской Н.В., Шебалина Н.В., Горбунова И.В. М.: Наука. 1981. С. 25-47, 142-143.
5. Абдрахматов К.Е., Берёзина А.В., Уокер Р., Фролова А.Г., Грюцнер К., Гребенникова В.В., Першина Е.В., Соколова Н.П., Молдобекова С. Землетрясения Кыргызстана. Бишкек: Издательство научных журналов и детской художественной литературы. 2022. 205 с.
6. Калмурзаев К.Е., Кнауф В.И., Юдахин Ф.Н., Джанузаков К.Д., Трофимов А.К. Предварительные результаты изучения Исфара-Баткенского землетрясения 31 января 1977 года // Известия АН Кирг. ССР. 1977. № 5. С. 11-19
7. Джанузаков К.Д., Омуралиев М., Омуралиева А., Ильясов Б.И., Гребенникова В.В. Сильные землетрясения Тянь-Шаня (в пределах территории Кыргызстана и прилегающих районов стран Центральной Азии). Бишкек: Илим. 2003. С. 149-156.
8. Касымов С.М., Джураев А.И., Мадатов П., Абдурахманов С.А. Карта изосейст Исфара-Баткенского землетрясения 31 января 1977 г. Ташкент: ФАН. 1977.С. 143-146.
9. Захарова А.И., Чепкунас Л.С., Синельникова Л.Г. Динамические параметры очагов ряда сильных землетрясений // Землетрясения в СССР в 1977 г. / Под ред. Кондорской Н.В., Шебалина Н.В., Горбунова И.В. М.: Наука. 1981. С. 124-130.

10. Каталог землетрясений с энергетическим классом $K_R \geq 2.0$ Центра Данных Института сейсмологии НАН КР за 2021-2023 гг. //Фонды Института сейсмологии НАН КР.
11. Абдрахматов К.Е., Бегалиев У.Т., Омуралиев М., Омуралиева А. Сейсмическая опасность населённых пунктов и стратегических сооружений Кыргызской Республики. Бишкек: ОСОО Триада Принт. 2019. 98 с.
12. Юдахин Ф.Н., Морева Л.М. Изменения сейсмического режима перед Исфара-Баткенским (31.1.1977 г.) и Жаланаш-Тюпским (25.Ш.1978 г.) землетрясениями //Прогноз землетрясений, № 9 / Под ред. Садовского М.А., Асимова М.С., Балавадзе Б.К., Борисова О.М. Душанбе: Дониш. 1988. С. 68-73.
13. Детальное сейсмическое районирование в горных областях / Под ред. Калмурзаева К.Е. Фрунзе: Илим.1984. С. 108-110.
14. Гребенникова В.В., Миркин Е.Л. Метод оперативного расчёта интенсивности сейсмических сотрясений в населённых пунктах Кыргызстана при сильных землетрясениях // Землетрясения Северной Евразии, 2011 год. Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН. 2017. С. 495–501.

Рецензент: к.г.-м.н. Фролова А.Г.