

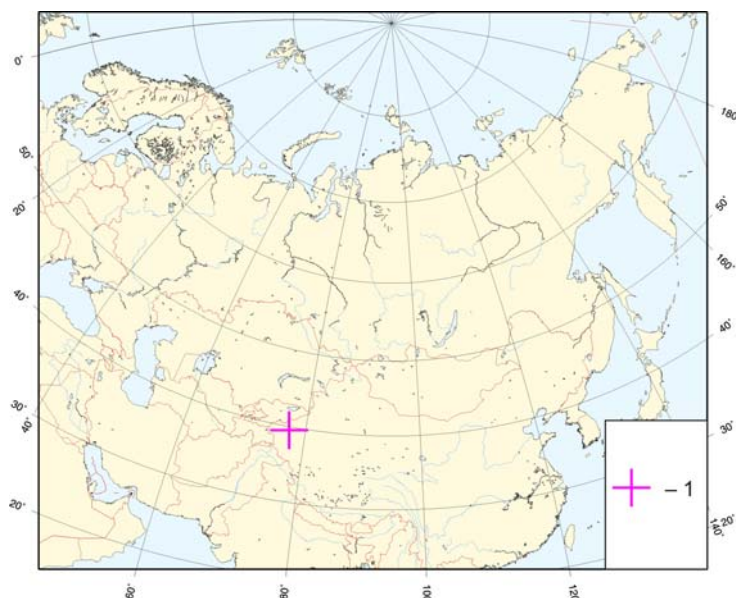
**ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 24 ФЕВРАЛЯ 2003 года с  $M_w=6.3$ ,  $I_0=9$  (в верховье р. Кашгар)**

**Р.С. Михайлова<sup>1</sup>, Е.А. Рогожин<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Геофизическая служба РАН, г. Обнинск, [raisa@gsras.ru](mailto:raisa@gsras.ru)

<sup>2</sup>Институт физики Земли РАН, г. Москва, [eurjg@ifz.ru](mailto:eurjg@ifz.ru)

24 февраля 2003 г. в 02<sup>h</sup>03<sup>m</sup> южнее государственной границы Кыргызстана и КНР (рис. 1), в верховьях р. Кашгар произошло сильное ( $M_w=6.3$ ) землетрясение, в результате которого отмечено «по меньшей мере, 261 человек погибших, 4000 раненых, 71 000 зданий разрушены и 40 119 повреждены, зафиксированы разрывы коммуникаций, погибли около 38 259 голов крупного рогатого скота» [1], что говорит об интенсивности сотрясений не ниже 9 баллов. Оно «также ощущалось в г. Алма-Ата, Казахстан» [1].



**Рис. 1.** Географическое положение Кашгарского землетрясения 2003 г. с  $M_w=6.3$

1 – инструментальный эпицентр.



**Рис. 2.** Решения эпицентра главного толчка по данным разных агентств

1 – инструментальный эпицентр;  
2 – населенный пункт.

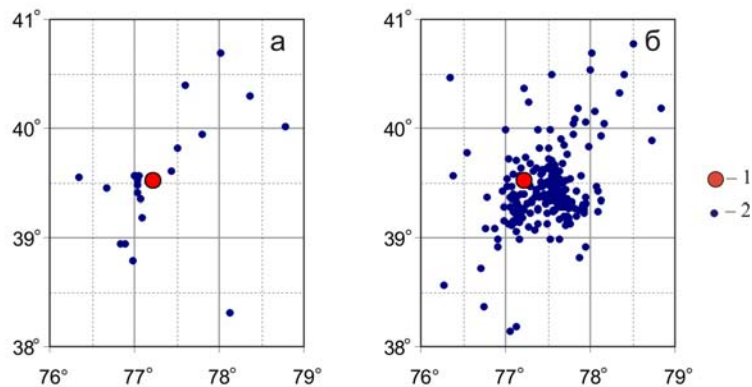
Решения его эпицентра, полученное основными агентствами, приведено в табл. 1.

**Таблица 1.** Основные параметры землетрясения 24 февраля 2003 г. по данным каталога Центральной Азии [2] в сопоставлении с определениями других агентств

Агентство	$t_0$ , ч мин с	$\delta t_0$ , с	Гипоцентр					Магнитуда		Источ- ник
			$\varphi^\circ$ , N	$\delta\varphi^\circ$	$\lambda^\circ$ , E	$\delta\lambda^\circ$	$h$ , км	$\delta h$ , км		
Центральная Азия	02 03 40.2		39.30	0.25	77.20	0.25			$K_p=14.9$	[2]
MOS	02 03 44.5	1.0	39.56	0.05	77.22	0.03	33f		$M_S=6.3/56$ , $MPSP=5.9/92$	[3]
ISC	02 03 43.4	0.1	39.52	0.02	77.21	0.02	26*	2*	$M_S=6.3/123$ , $m_b=5.7/272$ , $h$ по фазе $pP$	[1]
NEIC	02 03 41.5	0.1	39.61	0.04	77.23	0.02	11		$M_S=6.3/60$ , $m_b=5.8/159$ , $M_w=6.3$	[1]
IDC	02 03 45.8	2.8	39.58		77.36		31	18	$M_S=6.0/13$ , $m_b=5.2/23$	[1]
ВЛ	02 03 41.5		39.58		77.33		8		$M_S=6.6$ , $m_b=5.6$	[1]
NNC	02 03 43.2	11.0	39.44	0.57	76.96	0.19	20	58	$K_p=14.6$ , $MPVA=5.7$	[1]
HRVD	02 03 53.7	0.1	39.37		77.24		24		$M_w=6.3/72$	[1]

Сравнение всех решений в плане представлено на рис. 2. Как видим, все решения образуют три группы – западную (NEIC, MOS, ISC), восточную (ВЛ, IDC) и южную (Азия, HRVD). Особняком отстоит решение NNC. Однако, предпочтительнее, по-видимому, решение ISC, обеспеченное наибольшим числом станций, согласно которому координаты гипоцентра землетрясения соответственно равны:  $\varphi=39.52^\circ\text{N}$ ,  $\lambda=77.21^\circ\text{E}$ ,  $h=26\pm 2$  км (по глубинной фазе  $pP$ ). Именно этот инструментальный эпицентр изображен на рис. 1.

**Форшоки и затишье.** Рассмотрим развитие во времени сейсмического процесса в очаговой зоне землетрясения и прилегающих площадей. При этом на первом этапе целесообразно провести анализ в заведомо большей области с последующим уменьшением ее размеров при изучении особенностей поля афтершоков, коих было много. Исходная выборка выполнена в пределах  $\varphi=38\text{--}41^\circ\text{N}$ ,  $\lambda=76\text{--}79^\circ\text{E}$  с акцентом на более детальные (до  $0.01^\circ$ ) эпицентры агентств ISC и ВЛ [1]. Данные из [2] характеризуются намного большей ошибкой в локации (до  $\delta=25$  и даже 50 км), поэтому они использованы позже, при подсчете общего числа афтершоков. По времени исходная выборка разбита на периоды «до» и «после» основного толчка землетрясения 24 февраля, т.е. с 1 января по 23 февраля и с 24 февраля по 31 декабря 2003 г. длительностью 54 и 311 дней соответственно. Периоды времени слишком разные и построенные за эти интервалы карты эпицентров на рис. 3 а, б не могут быть использованы для сравнения предшествующего уровня фона с последующим. Тем не менее информация на рис. 3 а полезна для выявления форшоков. Заметим, что для облегчения анализа геометрии поля форшоков и афтершоков эпицентры всех землетрясений изображены одинаковыми малыми кружками, кроме главного толчка.



**Рис 3.** Карта эпицентров всех землетрясений из [1] в пределах координат  $38\text{--}41^\circ\text{N}$  и  $76\text{--}79^\circ\text{E}$  за периоды с 1 января по 23 февраля (а) и с 24 февраля по 31 декабря (б) 2003 г.

1, 2 – инструментальный эпицентр главного толчка и остальных землетрясений соответственно.

Из рис. 3 а видно, что форшоки имели место, хотя их было немного. Эпицентры афтершоков образуют в плане как бы полукруг к северо-западу от места главного толчка. Список форшоков приведен в табл. 2, из которого следует, что по времени все они реализовались до 27 января, причем большая их часть зарегистрирована в течение одного дня – 4 января. Гипоцентры форшоков размещены в слое мощностью  $\Delta h=16$  км, от  $h_{\min}=9$  км до  $h_{\max}=25$  км, т.е. очаги всех форшоков лежат над фокусом главного толчка (с  $h=26$  км).

**Таблица 2.** Основные параметры форшоков Кашгарского землетрясения 24 февраля 2003 г. в  $02^{\text{h}}03^{\text{m}}\text{с}$   $M_w=6.3$

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	$m_b$	$K_p$	
			$\varphi^\circ, \text{N}$	$\lambda^\circ, \text{E}$				
Форшоки								
1	04.01	11 07 02.3	39.57	77.00	12	3.6	11.9	
2	04.01	11 07 17.9	39.57	77.01	16	4.8		
3	04.01	11 35 40.9	39.5	77.5				8.6
4	04.01	11 37 33.0	39.6	77.5				8.9
5	04.01	12 39 22.5	39.41	77.03	9	3.7	9.5	
6	04.01	12 44 24	39.35	77.07	14	3.4	8.6	
7	04.01	16 52 48.7	39.6	77.0			9.1	
8	04.01	17 00 17.0	39.51	77.17	16	3.8	10.6	
9	05.01	03 16 11	39.57	77.05	15	3.6	8.6	

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	$m_b$	$K_p$
			$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E			
10	12.01	03 06 22	39.52	77.03	14	3.3	9.2
11	17.01	02 41 53.6	39.7	77.2			8.8
12	25.01	16 07 32	39.70	77.12	25	3.5	8.7

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	$m_b$	$K_p$
			$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E			
13	27.01	00 23 51	39.41	77.42	25	3.7	10.2
Основной толчок							
	24.02	02 03 43	39.52	77.21	26	6.3	14.9

Примечание. Данные по большому числу афтершоков ( $N > 400$ ) помещены в [4].

Завершая временной анализ предваряющей сейсмичности, отметим, что непосредственно перед сильным землетрясением в очаговой зоне и даже за ее пределами наступило затишье. Это хорошо видно на двух графиках изменения во времени текущей широты и долготы эпицентров на двух фрагментах рис. 4.

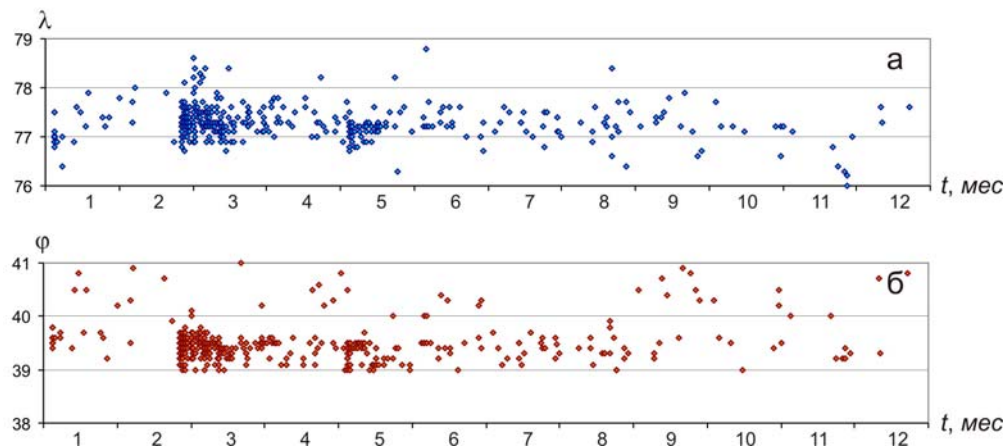


Рис. 4. Развертка во времени последовательных значений долготы (а) и широты (б) эпицентров землетрясений в пределах координат 38–41°N и 76–79°E за период с 1 января по 31 декабря 2003 г.

**Геометрия поля афтершоков.** Афтершоки у описываемого землетрясения, как видно на рис. 3 б, весьма многочисленны и в общей массе их эпицентры образуют фигуру, достаточно сложную, с разнонаправленными полосами повышенной плотности. Рассмотрим представленную массу афтершоков во временной развертке. На двух фрагментах рис. 5 даны карты эпицентров «первых афтершоков», зарегистрированных за 3 и 12 часов после главного толчка. Как видим, в первые три часа (рис. 5 а) почти все афтершоки возникли юго-восточнее главного толчка: эпицентры расположились двумя параллельными полосами с азимутом  $AZM \sim 300^\circ$ . Через 12 часов (рис. 5 б) картина мало изменилась: наблюдаются две полосы практически той же направленности. В это время начала заполняться также область между ними.

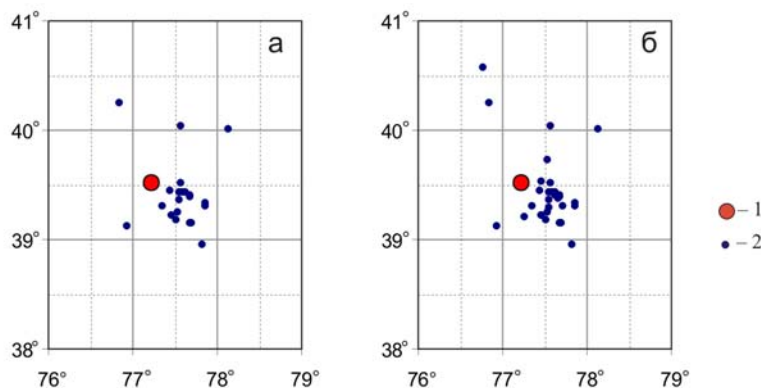


Рис. 5. Карты эпицентров землетрясений в пределах координат 38–41°N и 76–79°E за три (а) и двенадцать (б) часов после главного толчка

1, 2 – инструментальный эпицентр главного толчка и остальных землетрясений соответственно, также как и на рис. 6–8.

Уже за четыре дня, с 24 по 28 февраля (рис. 6), сформировалась область афтершоков северо-западной ориентации ( $AZM \sim 310^\circ$ ) размером  $40 \times 70 \text{ км}^2$ . При этом пространство между первоначальными двумя полосами эпицентров целиком заполнилось последующими афтершоками. Можно также отметить миграцию афтершоков в северо-западном направлении, с внедрением в область фолшоков.

Сравним указанные размеры области афтершоков со среднестатистическими размерами очага с  $M_w=6.3$ , рассчитанными по формулам из [5]:

$$\lg L_{\text{км}} = -2.266 + 0.244 K = -1.289 + 0.440 M.$$

Опираясь на характеристики  $K=14.9$  [2] и  $M=6.3$  [1], получим длину  $L$  очага в 24 или 30 км соответственно, что в два раза меньше длинной оси облака афтершоков за первые четыре дня.

Афтершоки, зарегистрированные за март и апрель, изображены на двух половинах рис. 7. Хорошо видно, что, во-первых, поле эпицентров «расплывается», хотя в марте еще угадывается ориентировка длинной оси в прежнем направлении ( $AZM \sim 315^\circ$ ). Во-вторых, видно затухание афтершокового процесса.

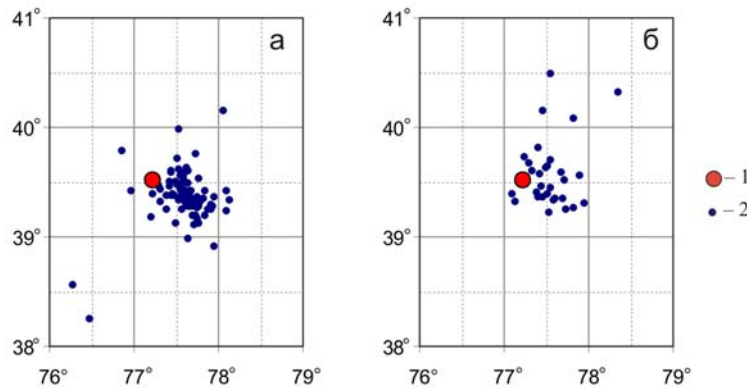


Рис. 7. Карты эпицентров землетрясений в пределах координат  $38\text{--}41^\circ\text{N}$  и  $76\text{--}79^\circ\text{E}$  за март (а) и апрель (б)

Однако в последующие два месяца происходит некоторая перестройка в пространственной ориентации длинной оси облака афтершоков в исследуемой очаговой зоне. Действительно, афтершоки за май и июнь (рис. 8 а, б) образуют облако эпицентров совершенно иной ориентировки с азимутами продольных осей, приблизительно равных  $AZM_{\text{май}}=40^\circ$  и  $AZM_{\text{июнь}}=38^\circ$  соответственно, т.е. в северо-восточном направлении.

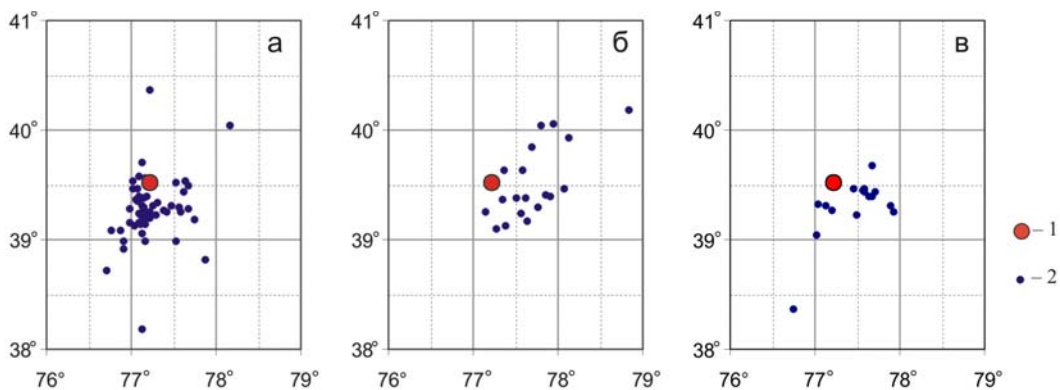


Рис. 8. Карты эпицентров землетрясений в пределах координат  $38\text{--}41^\circ\text{N}$  и  $76\text{--}79^\circ\text{E}$  за май (а), июнь (б) и июль (в)

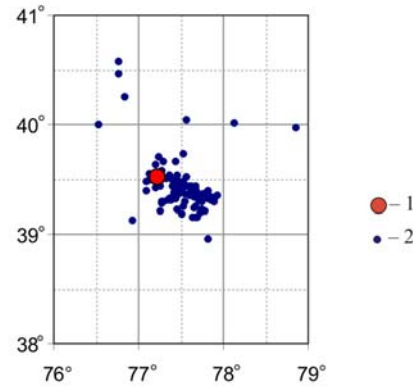


Рис. 6. Карта эпицентров землетрясений в пределах координат  $38\text{--}41^\circ\text{N}$  и  $76\text{--}79^\circ\text{E}$  с 24 по 28 февраля

Механизм очага главного землетрясения представлен в табл. 3 и на рис. 9 из [1].

Таблица 3. Параметры механизма очага Кашгарского землетрясения 24 февраля с  $M_w=6.3$

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	$h$ , км	Магнитуды			$K_p$	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Агент- ство
				$M_w$	$\wedge MS$	$\wedge MPSP$		$T$		$N$		$P$		$NP1$			$NP2$			
					# $M_s$	# $m_b$		$PL$	$AZM$	$PL$	$AZM$	$PL$	$AZM$	$STK$	$DP$	$SLIP$	$STK$	$DP$	$SLIP$	
1	24.02	02 03 43.4	26*	6.3	$\wedge 6.3$	$\wedge 5.9$	14.9	69	37	15	263	15	169	239	33	62	92	61	107	HRVD
				6.3	#6.3	#5.7		51	353	1	84	39	175	273	6	99	84	84	89	NEIC

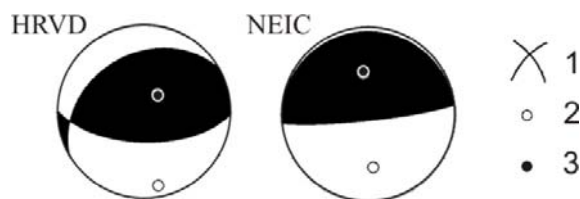


Рис. 9. Стереограмма механизма очага землетрясения 24 февраля с  $M_w=6.3$  из [6] в проекции нижней полусферы

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

Согласно решению HRVD, в очаге землетрясения 24 февраля преобладали напряжения сжатия ( $PL_p=15^\circ$ ), ориентированные на юг–юго-восток с  $AZM_p=169^\circ$ ; согласно решения NEIC – напряжения сжатия и растяжения почти близки по величине ( $PL_p=39^\circ$  и  $PL_T=51^\circ$ ) и ориентированы в направлении юг–север ( $AZM_p=175^\circ$ ,  $AZM_T=353^\circ$ ).

Нодальная плоскость  $NP1$ , по данным HRVD, относительно пологая ( $DP_1=33^\circ$ ) и ориентирована с юго-запада на северо-восток ( $AZM_1=239^\circ$ ), другая плоскость  $NP2$  – широтная ( $AZM_2=92^\circ$ ) и крутопадающая ( $DP_2=61^\circ$ ). В решении NEIC нодальная плоскость  $NP1$  близширотная ( $AZM_1=273^\circ$ ) и совсем пологая ( $DP_1=6^\circ$ ), другая плоскость  $NP2$  также близширотная ( $AZM_1=84^\circ$ ), но имеет близвертикальное падение ( $DP_2=84^\circ$ ). По описанию Л.С. Чепкунас в [6], тип подвижки для решения HRVD – взброс по обеим плоскостям, с незначительными компонентами сдвига, левостороннего по  $NP1$  и правостороннего по  $NP2$ ; для решения NEIC – надвиг по пологой плоскости  $NP1$  с компонентами правостороннего сдвига и «чистый» взброс по крутой плоскости  $NP2$ .

Сравнение значений азимутов продольных осей поля афтершоков за разные интервалы наблюдений с простиранием нодальных плоскостей в двух решениях механизмов очагов не позволяет однозначно решить, какую из предложенных плоскостей назвать действующей. На карте суммарного поля повторных толчков (рис. 3 б) видны два линейных участка повышенной плотности афтершоков – запад–северо-западного и северо-восточного направлений, хотя овальное в плане облако эпицентров имеет скорее широтную ориентацию длинной оси. Близко к широтному простиранию нодальной плоскости  $NP2$  с  $AZM=92^\circ$  в решении HRVD и обеих плоскостей  $NP1$ ,  $NP2$  с  $AZM=273^\circ$  и  $84^\circ$  в решении NEIC, что важно для понимания сейсмотектонической позиции очага. Представляет, однако, интерес, что достаточно четкое изменение ориентации длинной оси овального в плане поля афтершоков в мае и июне с азимутом продольных осей  $40^\circ$  и  $38^\circ$  находит некую «поддержку» в решении фокального механизма по HRVD в ориентации плоскости  $NP1$  с  $AZM=239^\circ$  в третьем квадранте или что то же  $59^\circ$  – в первом, т.е. разброс между ними составляет  $19\text{--}21^\circ$ , что, в общем, находится в пределах ошибок таких разнохарактерных построений.

**Каталог афтершоков** выбран из суммарного каталога землетрясений с 1 января по 31 декабря 2003 г. с координатами в интервале  $38\text{--}41^\circ\text{N}$  и  $76\text{--}79^\circ\text{E}$ , составленного из данных трех агентств – Центральной Азии [2], ВJI и ISC [1]. Деление землетрясений на «афтершоки» и «фоновые» было весьма облегчено анализом серии карт эпицентров за разные интервалы времени. Составленный в итоге список содержит 418 афтершоков. Распределение их во времени представлено на рис. 10, из которого следует, что практически завершение активности серии можно отнести к концу октября 2003 г.



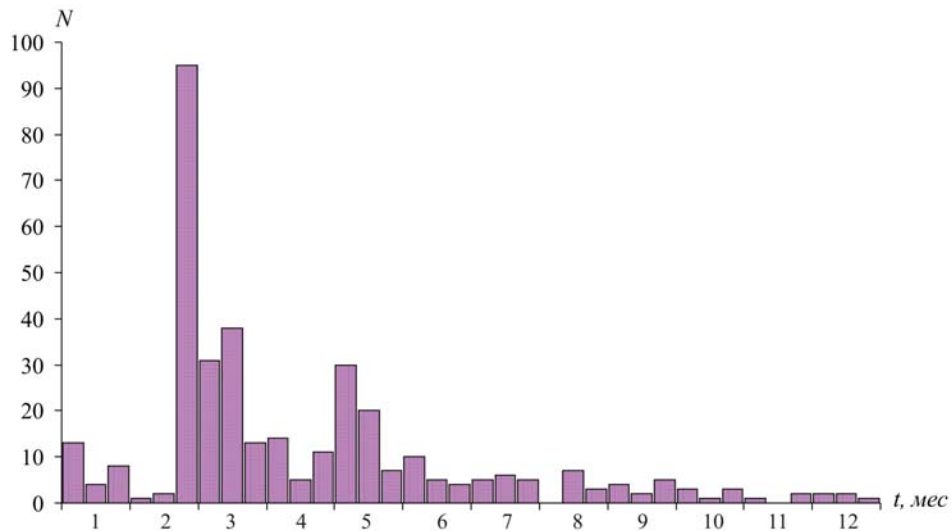


Рис. 10. Затухание процесса афтершоков землетрясения 24 февраля 2003 г. с  $M_w=6.3$

Однако построение карты эпицентров афтершоков предполагает наличие сквозной классификации по одному параметру, чего не было ввиду того, что характеристикой величины землетрясений служат магнитуды  $m_b$  и  $M_s$  в агентстве *ISC* [1], локальные магнитуды  $ML$  – в *ВЛ* [1], энергетические классы  $K_p$  – в [2], хотя многие афтершоки имели две или больше оценок их величины. Это позволило построить корреляционные поля (рис. 11) и рассчитать необходимые уравнения связи. В качестве базовой оценки величины землетрясений выбран энергетический класс  $K_p$ .

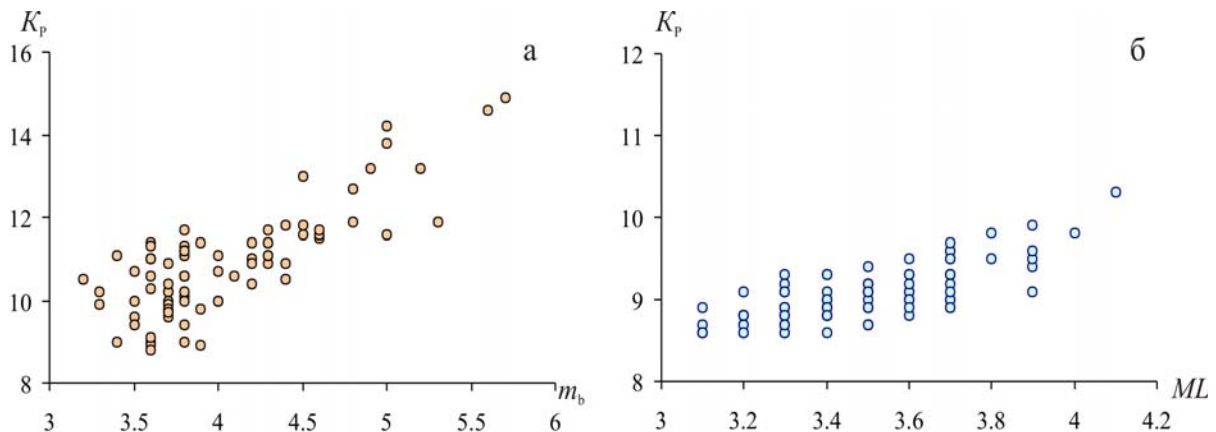


Рис. 11. Графики зависимости энергетического класса  $K_p$  от  $m_b$  (а) и  $ML$  (б) для афтершоков землетрясения 24 февраля 2003 г.

Уравнения связи, найденные методом ортогональной регрессии, имеют вид:

$$K_p = -0.2451 + 2.7587 m_b, \quad (1)$$

$$K_p = 1.2775 + 2.2359 ML \quad (2)$$

при коэффициентах корреляции  $r(m_b) = 0.797$  и  $r(ML) = 0.659$  соответственно. Переход от  $M_s$  к  $K_p$  осуществлен по формуле Т.Г. Раутиан [7]:

$$K_p = 4 + 1.8 M. \quad (3)$$

Уравнения (1) – (3) были использованы для унификации классификации всех афтершоков в энергетических классах  $K_p$ . Их список приведен в работе [4] раздела VIII «Дополнительные данные».

Карта эпицентров всех афтершоков землетрясения 24 февраля приведена на рис. 12.

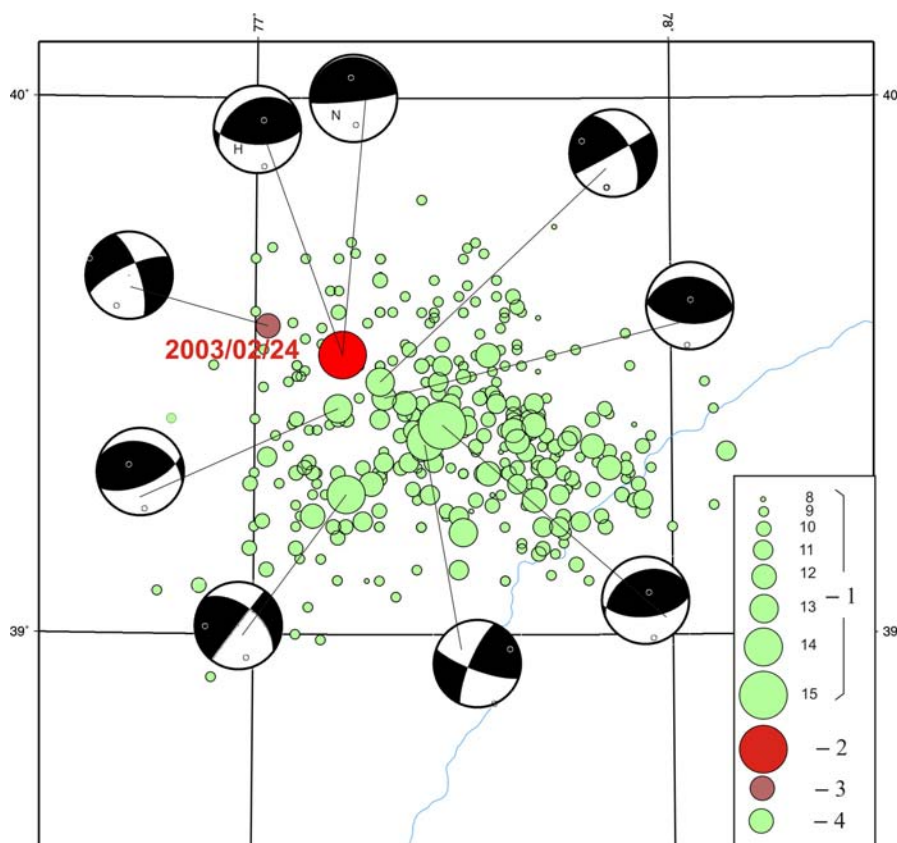


Рис. 12. Афтершоки Кашгарского землетрясения 24 февраля 2003 г. и диаграммы механизмов очагов, наиболее сильных из них

1 – энергетический класс  $K_p$ ; 2–4 – эпицентр главного толчка, форшока и афтершока соответственно.

Как видим, поле повторных толчков энергетически насыщено, т.к. имеет целый ряд сильных афтершоков. Для некоторых из них в бюллетенях ISC имеется решение фокального механизма очагов, представленных ниже в табл. 4.

Таблица 4. Параметры механизма очага форшока и пяти афтершоков землетрясения 24 февраля 2003 г. с  $M_S=6.3$

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	$h$ , км	Магнитуды			$K_p$	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Агент- ство
				$M_w$	$\wedge M_S$	$\wedge MPSP$		$T$		$N$		$P$		$NP1$			$NP2$			
					# $M_S$	# $m_b$		PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	SLIP	STK	DP	SLIP	
Форшок																				
1	04.01	11 07 17.9	33	5.2	$\wedge 4.8$ #4.9	$\wedge 5.1$ #4.8	11.9	1	293	64	26	26	203	341	71	-162	245	73	-20	HRVD
Афтершоки																				
1	24.02	21 18 44	15	5.2	$\wedge 5.1$ #5.0	$\wedge 5.2$ #4.9	13.2	65	302	19	78	16	174	289	33	126	69	64	69	HRVD
2	25.02	03 52 44	15	5.3	$\wedge 5.2$ #5.3	$\wedge 5.2$ #5.0	13.8	19	67	71	247	0	337	110	77	166	203	77	14	HRVD
3	12.03	04 47 50	15	5.7	$\wedge 5.8$ #5.7	$\wedge 5.7$ #5.6	14.6	74	24	9	259	13	167	245	33	73	85	58	101	HRVD
4	15.03	22 59 57	15	5.0	$\wedge 4.5$ #4.5	$\wedge 5.0$ #4.8	12.7	24	290	57	63	22	190	330	57	178	61	89	33	HRVD
5	30.03	23 15 46	42	5.2	$\wedge 5.2$ #5.1	$\wedge 5.5$ #5.3	11.9	79	5	0	273	11	183	273	34	89	93	56	90	HRVD
6	04.05	15 44 35	15	5.8	$\wedge 5.6$ #5.6	$\wedge 5.2$ #5.0	14.2							308	53	-179	218	89	-37	HRVD

Их диаграммы представлены для наглядности на фоне карты афтершоков. Рассмотрим их более детально.

Форшок 4 января реализовался в 11<sup>h</sup>07<sup>m</sup> под действием растягивающих ( $PL_T=1^\circ$ ) напряжений, ориентированных на запад–северо-запад. Обе нодальные плоскости крутые ( $DP_1=71^\circ$ ,  $DP_2=73^\circ$ ). Тип движения в очаге по обеим плоскостям – сдвиг, правосторонний по плоскости  $NP1$  север–северо-западного ( $341^\circ$ ) простирания и левосторонний – по  $NP2$  запад–юг-западного ( $245^\circ$ ) простирания, с небольшими элементами сброса.

Близкие по времени к главному толчку афтершоки 24 и 25 февраля произошли под преобладающими напряжениями сжатия близмеридиональной ( $174^\circ$  и  $337^\circ$ ) ориентации. Для первого из них подвижка по обеим плоскостям – взброс с компонентами правостороннего сдвига по  $NP1$  запад–северо-западного ( $289^\circ$ ) простирания и левостороннего – по  $NP2$  восток–северо-восточного ( $69^\circ$ ) простирания. В очаге второго – сдвиг по обеим плоскостям (правосторонний по плоскости  $NP1$  восток–юго-восточного ( $110^\circ$ ) простирания, левосторонний – по  $NP2$  юго-юго-западного простирания) с элементами взброса.

Три афтершока в марте, зарегистрированные 12 марта в 04<sup>h</sup>47<sup>m</sup>, 15 марта в 22<sup>h</sup>59<sup>m</sup> и 30 марта в 23<sup>h</sup>15<sup>m</sup>, характеризуются разными отношениями напряжений сжатия и растяжения. Для очагов 12 и 30 марта напряжения сжатия выступают в качестве основных ( $PL_P=13^\circ$  против  $PL_T=74^\circ$ ,  $PL_P=11^\circ$  против  $PL_T=79^\circ$  соответственно), но для очага 15 марта напряжения сжатия и растяжения близки, т.к.  $PL_P=22^\circ$  и  $PL_T=24^\circ$ . Такое соотношение напряжений обусловило подвижки типа взброс с компонентами сдвига в очаге 12 марта и чистый взброс в очаге 30 марта, а в очаге 15 марта – сдвиги по обеим плоскостям (правосторонний – по  $NP1$  и левосторонний – по  $NP2$ ).

Определенного единообразия в типе подвижек во всех описанных очагах, в сравнении с таковыми в очаге главного толчка, не усматривается. Сдвиги по обеим плоскостям преобладают в очагах форшока 4 января и афтершоков 25 февраля и 15 марта, взбросы – в очагах афтершоков 24 февраля, 12 и 15 марта. В очаге главного толчка также преобладают подвижки типа взброс по обеим плоскостям в решении HRVD, а в решении NEIC – чистый взброс по крутой плоскости и надвиг по наклонной плоскости. Хотя можно отметить для всех очагов преимущественную меридиональную ориентацию осей сжатия (рис. 12, табл. 4).

**Сейсмотектоническая позиция очага.** Из приведенных выше особенностей проявления сейсмического очага в виде облака эпицентров афтершоков и положения нодальных плоскостей, согласно решениям фокального механизма по данным разных агентств, можно предположительно сделать вывод о той геологической структуре, которая породила данное сейсмическое событие. На Карте литосферной динамики Китая [8] видно, что в очаговой зоне землетрясения 24 февраля 2003 г. никаких протяженных тектонических зон не отмечается. Однако с юго-востока в район эпицентра трассируется зона активных разломов, выраженная в рельефе в виде линейного запад–северо-западного простирания. С другой стороны, по материалам Карты разломов территории СССР [9] и Альбома... [10], значительная по протяженности Мазартагская зона активных в неоген-четвертичное время разломов запад–северо-западной ориентировки протягивается в эпицентральную зону из пустыни Такла-Макан. Вдоль северо-западного отрезка этой зоны сосредоточена цепочка эпицентров афтершоков первых трех дней после главного толчка (рис. 6).

В связи с этим в качестве действующей в очаге нодальной плоскости по решению HRVD следует выбрать плоскость  $NP2$  – широтную ( $AZM_2=92^\circ$ ) и крутопадающую ( $DP_2=61^\circ$ ) в южном направлении. В решении NEIC нодальная плоскость  $NP2$  также близширотна ( $AZM_2=84^\circ$ ) и имеет близвертикальное падение ( $DP_2=84^\circ$ ). Таким образом, согласно простиранию длинной оси овального в плане облака афтершоков и решения фокального механизма, а также в соответствии с положением и строением зон активных разломов в эпицентральной области землетрясения, именно близширотный разлом ответственен за возникновение землетрясения 24 февраля 2003 г. в Северной Кашгарии. Важно также отметить, что вдоль этой тектонической зоны в течение XX в. зарегистрировано более десяти сейсмических событий с магнитудой от 6.0 до 7.0. При этом сейсмическая активизация часто имела роевый характер [11].



### Л и т е р а т у р а

1. **Bulletin of the International Seismological Centre for 2003.** – Berkshire: ISC, 2005–2006.
2. **Джанузакон К.Д. (отв. сост. по региону), Соколова Н.П. (Кыргызстан), Калмыкова Н.А. (Казахстан), Тулаганова М.К. (Узбекистан), Шукурова Р.Б., Сопиева К., Шипулина С.А., Ахметова Р.А., Умурзакова Р.А., Проскурина Л.П., Холикова М.Н., Джалилова С.С.** Каталог землетрясений Центральная Азия за 2003 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
3. **Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2003 год /** Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ГС РАН, 2003–2004.
4. **Джанузакон К.Д., Михайлова Р.С., Артёмова Е.В.** Форшоки и афтершоки Кашгарского землетрясения 24 февраля 2003 г. с  $M_w=6.3$  // Землетрясения Северной Евразии, 2003. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – (На CD).
5. **Ризниченко Ю.В.** Размеры очага корового землетрясения и сейсмический момент // Исследования по физике землетрясений – М.: Наука, 1976. – С. 9–26.
6. **Старовойт О.Е., Михайлова Р.С., Рогожин Е.А., Чепкунас Л.С.** Северная Евразия. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
7. **Раутиан Т.Г.** Энергия землетрясений // Методы детального изучения сейсмичности. (Труды ИФЗ АН СССР; № 9(176)). – М.: ИФЗ АН СССР, 1960. – С. 75–114.
8. **Lithospheric Dynamic Map of China and Adjacent Seas.** Scale 1:4 000 000 and Explanatory Notes. – China. – Beijing: Geol. Publishin House, 1984. – 2 sheets. – 53 p.
9. **Карта разломов территории СССР и сопредельных стран.** Масштаб 1:2500000 / Под ред. А.В. Сидоренко. – М.: Мингео и АН СССР, 1980.
10. **Album of the Bachu-Jiashi Ms 6.8 earthquake in Xinjiang, China.** – China. – Xinjiang: Xinjiang Science and Technology Publishing House. – 101 p.
11. **Wang X., Sun J., Wang J.** Contrastive study on Jiashi strong Earthquake swarm in Xinjiang and other typical strong earthquake swarms // Inland Earthquake. – 2006. – **20.** – № 2. – P. 121–130.