

СИЛЬНЫЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ В МАНТИИ И ИХ ВЛИЯНИЕ В БЛИЖНЕЙ И ДАЛЬНОЙ ЗОНЕ

Михайлова Р.С.

Геофизическая служба РАН, г. Обнинск, raisa@gssras.ru

3 марта 2002 г. в Гиндукушской зоне глубокофокусных землетрясений произошло очень сильное и разрушительное землетрясение с $M_w=7.3$ [1, 2, 3]. В его эпицентральной зоне погибли, по меньшей мере, 150 человек. В Афганистане, в провинции Саманган, около 400 домов повреждены или разрушены оползнем, который перекрыл и затопил долину Суркундара. В Кабуле и Ростате погибли, по меньшей мере, 13 человек. На территории Пакистана 3 человека погибли в Баяре. В Бадахшане и в провинции Тахар разрушены более 300 домов. Это землетрясение ощущалось на большей части территории Афганистана, Пакистана и Таджикистана. Также ощущалось в Индии и в провинции Хиньянг Китая [2]. По данным MOS [4], интенсивность сотрясений в Таджикистане достигла 6 баллов в Душанбе; в Узбекистане с интенсивностью 5 баллов ощущалось в Карши, Самарканде и Ташкенте, 4 балла – в Андижане и Намангане; в Кыргызстане оно вызвало сотрясения с интенсивностью 5 баллов в Оше, 4 балла в Баткене, Суфи-Кургане, 3 балла в Бишкеке; в Казахстане отмечены колебания с интенсивностью 3 балла в Чимкенте, Таразе и Джамбуле. Решения параметров землетрясения 3 марта по данным сети сейсмических станций Таджикистана [1] и других сейсмологических служб [2, 4] неоднозначны (табл. 1).

Таблица 1. Основные параметры землетрясения 3 марта в $12^{\text{h}}08^{\text{m}}18.0$ с $M_w=7.3$ по данным Таджикистана в сопоставлении с определениями других агентств

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр						Магнитуда	Ист.
			φ°, N	$\delta\varphi^\circ$	λ°, E	$\delta\lambda^\circ$	h , км	δh , км		
Таджикистан	12 08 07		36.6	0.20	70.7	0.20	180		$K_p=16.4$	[1]
MOS	12 08 22.5		36.54		70.45		252		$MPSP=6.7/16$	[4]
ISC	12 08 18.0	0.53	36.50	0.033	70.52	0.036	209	5.4	$m_b=6.5/58, h^*$ по $pP-P$	[2]
HRVD	12 08 23.6		36.57	0.010	70.42	0.012	229	0.58	$M_w=7.3/57, M_0=1.3 \cdot 10^{20}$ Н·м	[2]

В частности имеют место большие и устойчивые различия в оценке его глубины: по данным Таджикистана $h=180$ км, все другие службы погружают его ниже в мантию на 29–72 км. Наиболее надежным из приведенных следует считать, по-видимому, определение глубины по обменным волнам в [2], соответствующее $h^*=233$ км. Более интересно различие во времени в очаге t_0 , которое по республиканским данным меньше других определений на 11–16 с, что не является однако ошибкой республиканских данных. Дело в том, что по республиканской сети зафиксировали начало группы из двух сильных толчков, т.е. время первого толчка. Он имел также значительную магнитуду m_b , варьирующую по разным оценкам в диапазоне $m_b=5.6-6.2$ (табл. 2), но из-за наложения больших амплитуд выделен мировыми службами как отдельный толчок лишь на телесеизмических расстояниях. Следует отметить, что по фазе pP в [2] его глубина, равная $h^*=251$ км, больше, нежели у второго толчка, и, следовательно, непосредственно разрыв в мантии, реализованный этим дублем с разницей глубин $h_1-h_2=18$ км, шел снизу вверх.

Таблица 2. Основные параметры землетрясения 3 марта в $12^{\text{h}}08^{\text{m}}07^{\text{s}}$ с $MPSP=6.1$ по данным MOS, ISC

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр						Магнитуда	Ист.
			φ°, N	$\delta\varphi^\circ$	λ°, E	$\delta\lambda^\circ$	h , км	δh , км		
MOS	12 08 08.2		36.48		70.48		213		$MPSP=6.1/37$	[4]
ISC	12 08 06.7	0.27	36.47	0.018	70.45	0.017	251*	3.4*	$m_b=6.2/144, h^*$ по $pP-P$	[2]

Но с другой стороны, более ранняя предваряющая стадия имела обратное направление – сверху вниз. Действительно в этой же зоне 3 января, т.е. ровно за два месяца, произошло также весьма сильное землетрясение с $M_w=6.1$ (табл. 3), очаг которого по годографу имел глубину $h=100$ км [1], по фазе pP – $h^*=128^*$ км [2]. Оно ощущалось с интенсивностью 5 баллов в Душанбе, Джерино, Хороге (Таджикистан), 3–4 балла – в Самарканде, Карши, Ташкенте (Узбекистан), также в Исламабаде, Лахоре, Мултане, Пешаваре, Равалпинди (Пакистан), в северо-западной Индии [4].

Таблица 3. Основные параметры землетрясения 3 января в 07^h05^m $M_w=6.1$ по данным Таджикистана в сопоставлении с определениями других агентств

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр					Магнитуда		Источник
			φ°, N	$\delta\varphi^\circ$	λ°, E	$\delta\lambda^\circ$	h , км	δh , км		
Таджикистан	07 05 32		36.3	0.10	70.4	0.10	100		$K_p=14.3$	[1]
MOS	07 05 27.7		36.11		70.71		126		$MPSP=6.0/35$	[4]
ISC	07 05 26.1	0.2/	36.04	0.018	70.68	0.016	115	2.9	$m_b=5.9/194 h^*$ по $pP-P$	[2]
HRVD	07 05 31.1		35.71	0.02	70.76	0.025	123	0.8	$M_w=6.1/44, M_0=1.5 \cdot 10^{18} H \cdot M$	[2]

Реализация двойного высокомагнитудного толчка вызвало как в его очаговой зоне, так и далеко за ее пределами вспышки сейсмической активности в земной коре и мантии Памиро-Гиндукушской зоны, Таджикской депрессии, Южного Тянь-Шаня и горной системы Памира. Это хорошо видно на рис. 1, где дана карта эпицентров 16 наиболее сильных землетрясений 2002 г. и проставлены даты их возникновения из табл. 4.

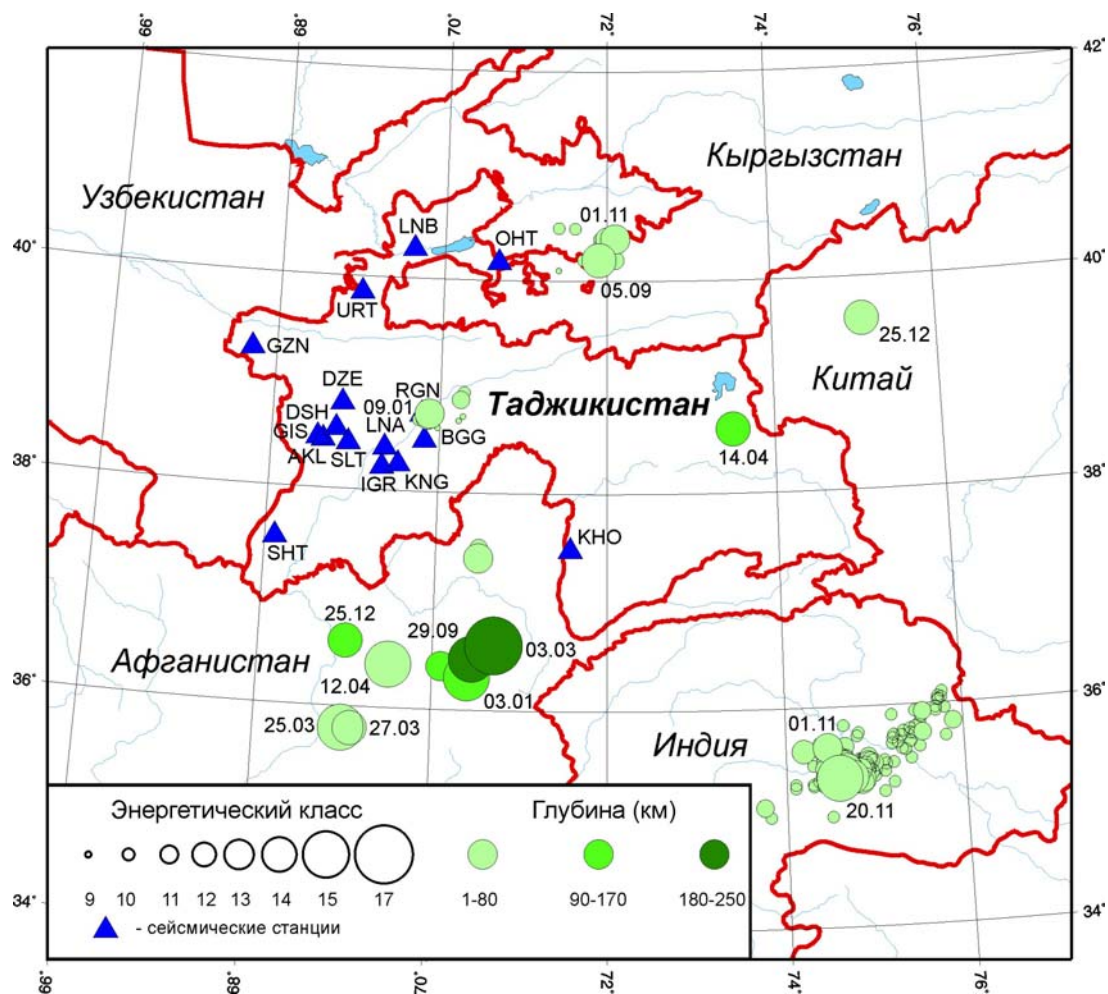


Рис. 1. Карта эпицентров сильных землетрясений Таджикистана и прилегающих территорий в 2002 г.

Вначале Гиндукушское землетрясение спровоцировало четыре землетрясения (№№5–8) в земной коре (с $h=25, 28, 10$ и 38 км), из которых одно (22 марта) – севернее, а три (25, 27 марта и 12 апреля) – юго-западнее главного события с $M_w=7.3$, но 14 апреля реализовалось глубокое ($h=115$ км) землетрясение на Памире. Следующая связка из корового и глубокого землетрясений (№№10, 11) возникла в сентябре – 5 сентября коровое ($h=31$ км) землетрясение на севере в пограничной области Таджикистана, а 29 сентября – глубокое ($h=135$ км) в Гиндукуше. В ноябре вновь четыре коровых ($h=26, 26, 21$ и 19 км) землетрясений (№№12–15), два первых из которых возникли в один день 1 ноября примерно на равных расстояниях от Гиндукушского, но в ортогональных радиусах относительно главного события – север Таджикистана и северо-западный Кашмир. В дальнейшем, в ноябре-декабре, в последнем районе развился большой рой коровых землетрясений с максимальным толчком 20 ноября с $h=19$ км. Последняя связка в табл. 4 объединяет

два землетрясения (№№16, 17), зарегистрированные в один день 25 декабря в 12^h57^m ($h=29$ км) и 19^h13^m ($h=29$ км) в диаметрально противоположных районах – в приграничной зоне Таджикистана с Китаем и на севере Афганистана (рис. 1). Но и первая связка – №№1, 2: не исключено, что глубокое ($h=128$ км) землетрясение 3 января, предваряющее Гиндукушское землетрясение, спровоцировало коровое землетрясение вблизи строящейся высокогорной плотины Рогунской ГЭС, произошедшее через шесть дней – 9 января.

Таблица 4. Наиболее сильные землетрясения юга Средней Азии в 2002 г.

№	Дата, д м	t_0 , ч мин с	Эпицентр		h^* , pP км	M_w (HRVD)	$K_p=$ $4+1.8 M_w$
			□°, N	□°, E			
1	03.01	07 05 30.1	36.3	70.4	128	6.1/44	15.0
2	09.01	06 45 50.5	38.73	69.87	17	5.2/31	13.4
3	03.03	12 08 06.7	36.47	70.45	251	6.1/37	15.0
4	03.03	12 08 18.0	36.6	70.7	233	7.3/57	17.1
5	22.03	02 02 08	37.4	70.5	25	4.9/10	12.8
6	25.03	14 56 25	35.8	69.0	28	6.1/50	15.0
7	27.03	08 52 48	35.8	69.1	10	5.6/47	14.1
8	12.04	04 00 30	36.4	69.5	38	5.9/51	14.6
9	14.04	02 04 18	38.6	73.5	115	5.5/47	13.9
10	05.09	11 02 57	40.2	71.9	31	5.4/38	13.7
11	29.09	17 02 48	36.4	70.1	135	5.1/14	13.2
12	01.11	02 28 54	40.4	72.1	26	5.0/18	13.0
13	01.11	22 09 32	35.36	74.72	26	5.3/40	13.6
14	03.11	07 33 40	35.36	74.64	21	5.3/25	13.4
15	20.11	21 32 31	35.35	74.59	19	6.3/58	15.3
16	25.12	12 57 06	39.6	75.1	29	5.6/41	14.1
17	25.12	19 13 51	36.6	69.0	90	5.4/46	13.7

Из приведенного в табл. 4 списка землетрясений одиночными были лишь четыре – №№9, 11, 16, 17. Остальные 13 сопровождалось сериями афтершоков разного объема и два землетрясения (3 января и 3 марта) – форшоками. Рассмотрим структуру полей их эпицентров. При этом одна часть афтершоков (для №№ 2, 5, 10–15) показана непосредственно на рис. 1, другая (№№4, 6–8) – представлена ниже отдельными картами эпицентров.

Землетрясение 9 января в 06^h45^m с $K_p=13.4$, локализованное в среднем течении р. Вахш, на энергетическом срезе с $K_p=8.6$ сопровождалось серией из 14 афтершоков, зарегистрированных с 9 января по 26 февраля [1], хотя на более низком срезе с $K_p=5$ их насчитывается 54 [5]. Облако его афтершоков вытянуто в северо-восточном направлении, вдоль р. Вахш. Максимальный афтершок с $K_p=11.8$ был зафиксирован достаточно поздно относительно главного толчка – 3 февраля в 20^h59^m.

Значительно меньше афтершоков имело землетрясение 22 марта в 02^h02^m с $K_p=12.8$. Их было всего четыре в течение недели после главного толчка: 22 марта в 05^h02^m с $K_p=8.6$, 29 марта в 08^h25^m, 08^h29^m и в 14^h47^m с $K_p=10.7$, 9.8 и 10.1 соответственно [1].

Пограничное с Киргизией землетрясение 5 сентября в 11^h02^m с $K_p=13.7$ на энергетическом срезе $K_p=9.3$ имело шесть афтершоков за 12 дней сентября: 5-го в 11^h52^m с $K_p=10.8$, 6-го в 00^h23^m с $K_p=11.5$, 7-го в 01^h59^m с $K_p=9.3$, 13-го в 04^h28^m с $K_p=9.7$, 17-го в 11^h25^m с $K_p=9.9$ и 18-го в 08^h35^m с $K_p=10.3$. Произшедшее в этой же зоне землетрясение 1 ноября в 02^h28^m с $K_p=13.0$ сопровождалось в тот же день двумя афтершоками: в 03^h46^m с $K_p=9.7$ и в 07^h37^m с $K_p=11.7$ [1].

Наиболее многочисленные афтершоки на рис. 1 показаны в области долины р. Инд, которые скорее следует отнести к роевым событиям в ноябре-декабре 2002 г. вместе с тремя наиболее сильными из них, зарегистрированными 1-го, 3-го и 20-го ноября (№№13–15 в табл. 4). Согласно [2], все три события были разрушительными. В результате первого из них разрушено более 1000 домов, 4000 жителей остались без крова, 11 человек погибли. Землетрясение спровоцировало оползни, которые блокировали частично скоростную дорогу в эпицентральной зоне и привели к гибели сотен голов рогатого скота. Возникший через 1.5 суток второй сильный толчок дополнил разрушения домов, число жертв и раненых. Но максимальным оказался третий толчок 20 ноября, разрушивший 100 и повредивший 1256 зданий, умноживший число раненых (40) и погибших (19 человек). Были разрушены многие хозяйственные постройки, оползни перекрыли и разрушили многие дороги, погибло много стад рогатого скота. Это землетрясение ощущалось на обширной территории. Наличие в табл. 4 глубин очагов из [2], определенных по глубинным фазам pP , соответственно равных $h^*=26, 21$ и 19, позволяет с определенностью утверждать о неглубоком залегании их

гипоцентров, с одной стороны, и о факте «всплывания» очагов самых сильных толчков роя, с другой. Поле эпицентров образует весьма протяженную структуру с линейными размерами свыше 160 км, ориентированную в северо-восточном направлении. В то же время следует отметить, что оно разорвано течением р. Инд в его северо-западном участке на две неравноценные части: слева поле характеризуется очень высокой плотностью эпицентров землетрясений как по их числу, так и по суммарной энергии, ввиду приуроченности к этой части всех сильных толчков, справа – на порядок меньшей по плотности и еще больше по энергии. К тому же можно говорить и о разной их ориентировке: слева – близширотная, справа – северо-восточная.

Землетрясения 25 марта (№ 6), 27 марта (№ 7) и 12 апреля (№ 8) – наиболее интересные ввиду близости к главному исследуемому событию с $M_w=7.3$ по времени и эпицентральному расстоянию. Первое из них – самое сильное ($M_w=6.1$) и из-за небольшой глубины ($h^*=28$ км) с большими жертвами и разрушениями. По данным агентства NEIC [2], после него в провинции Афганистана Баглан погибло по меньшей мере около 1000 жителей, несколько сотен ранено и несколько тысяч людей остались без крова. Многие дороги в эпицентральной области были блокированы оползнями. Интенсивные сотрясения имели место во всем северном Афганистане. Также его ощущали в Пакистане на территории Исламабад-Пешавар [2]. На территории Таджикистана макросейсмический эффект проявился с интенсивностью $I=3-4$ балла в Душанбе (300 км), 3 балла – в Нуреке (305 км) [4]. Второе землетрясение вызвало в Афганистане новые потери, дополнительные оползни и разрушения. Оно ощущалось в Пакистане [2] и Таджикистане (Душанбе (305 км) – 2 балла [4]). После третьего, произошедшего северо-восточнее двух первых, в провинции Аби-Нарин Афганистана, погибли около 50 человек, ранены – 150, 160 домов разрушено и 250 – повреждено. Ощущалось на территории Пакистана в Исламабаде, Лахоре и Пешаваре [2], Таджикистане (Душанбе (245 км) – 2–3 балла [4]), Узбекистане и Казахстане (Ташкент (580 км), Сурхан-Дарье (600 км), Джамбуле (670 км) – 2 балла [6]). Оба землетрясения, произошедшие в марте, сосредоточены в сейсмической зоне сближения Банди-Туркестанского поднятия и западных отрогов Гиндукуша в 160 км, к югу от г. Пяндж, а эпицентр третьего землетрясения располагался примерно в 80 км к северо-востоку от мартовских очагов.

Афтершоки сопровождали все три толчка. Их ход во времени представлен на рис. 2, из которого следует, что весь процесс активизации в трех очаговых зонах завершился фактически 30 апреля, т.е. его общая длительность составила лишь 37 дней. Анализ развития афтершокового процесса во времени и в пространстве достаточно сложный, поскольку эти землетрясения взаимосвязаны между собой.

Первая серия афтершоков – самая короткая, менее двух суток – с 25 марта 15^h00^m до 27 марта в 08^h50^m. Эпицентр основного толчка 25 марта расположен на юго-западе его афтершоковой зоны (рис. 3). Общее число афтершоков первой серии составило $N_{\text{афт}}=48$, они занимают площадь $S=1700$ км², длины продольной и поперечной осей области афтершоков соответственно равны $l=71$ км, $b=35$ км. Расхождение процесса афтершоков происходило в направлении на северо-восток. В этой серии сосредоточены наиболее сильные афтершоки с $K_p=12$, произошедшие 25 марта в 15^h10^m, 15^h20^m, 15^h46^m, 17^h49^m, 21^h45^m, и 26 марта в 00^h55^m и в 16^h54^m [1].

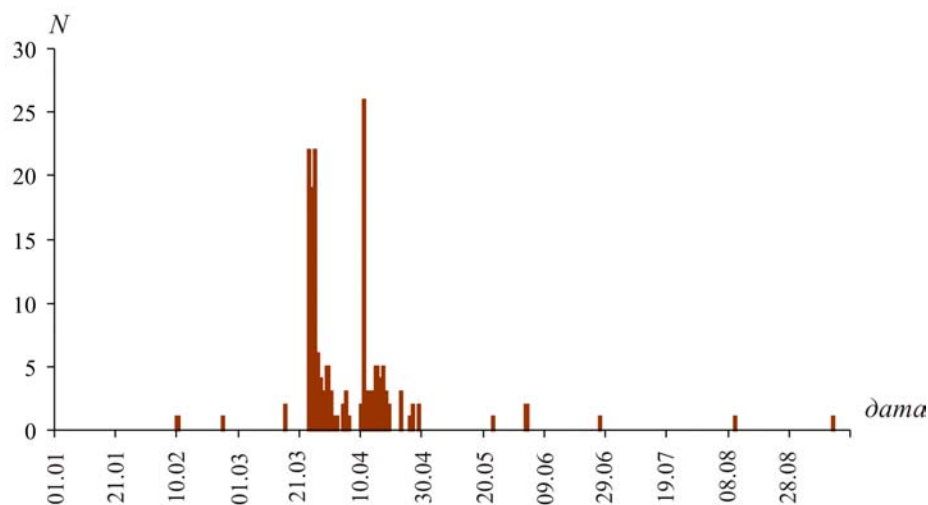


Рис. 2. Распределение во времени числа форшоков и афтершоков землетрясений 25 марта в 14^h56^m с $M_w=6.1$, 27 марта в 08^h52^m с $M_w=5.6$ и 12 апреля в 04^h00^m с $M_w=5.9$

Вторая серия афтершоков землетрясения 27 марта более длительная – около 16 суток, хотя объем ее тот же: $N_{2\text{афт}}=48$ [7]. Однако в ней отсутствуют афтершоки с $K_p \geq 12$. Карта эпицентров афтершоков, изображенная на рис. 4, свидетельствует о дальнейшем расхождении сейсмического процесса, причем той же направленности, на северо-восток. Размеры площади афтершоков землетрясения 27 марта равны $S=1385 \text{ км}^2$, с длиной продольной оси $\ell=64 \text{ км}$, поперечной – $b=35 \text{ км}$. Азимут продольной оси области афтершоков составил $AZM=13^\circ$, что удивительно согласуется с азимутом простираения второй нодальной плоскости $NP2$ ($AZM=13^\circ$ в [2]). Весьма интересен из всей второй серии один афтершок, самый удаленный на северо-восток, поскольку он произошел 28 марта в $00^{\text{h}}20^{\text{m}}$, т.е. через 13^{h} после второго главного толчка, но расположен очень близко к будущему главному толчку 12 апреля. Тем самым произошел как бы «прострел» всей очаговой зоны трех толчков, обозначивший ее крайнюю точку на северо-востоке. Этот факт свидетельствует о тесной взаимосвязи сейсмического процесса в исследуемых очаговых зонах.

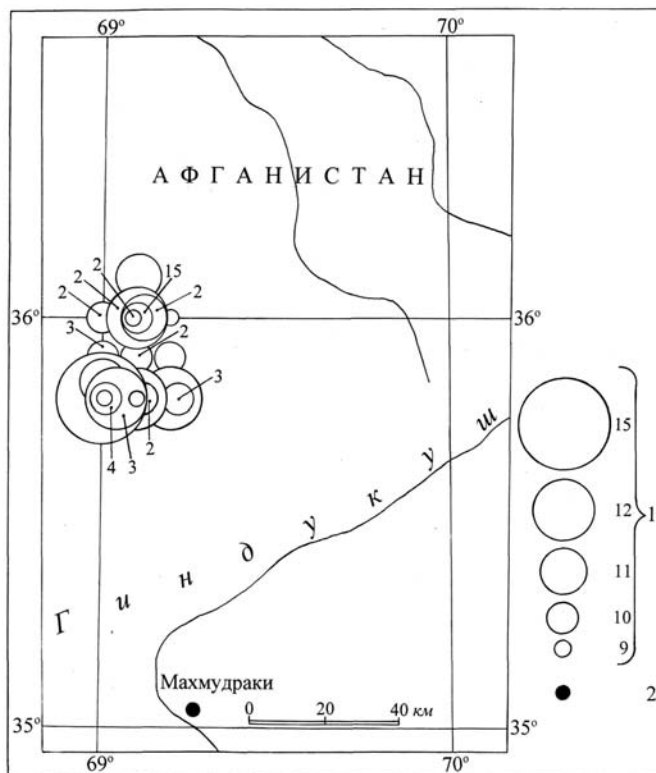


Рис. 3. Карта эпицентров афтершоков землетрясения 25 марта в $14^{\text{h}}56^{\text{m}}$ с $M_w=6.1$

1 – энергетический класс K_p ; 2 – населенный пункт; цифры указывают число совпадающих эпицентров.

Облако всех форшоков площадью 1590 км^2 вытянуто в северо–северо-восточном направлении, азимут его осевой линии равен $AZM=35^\circ$. Длина продольной оси $\ell=65 \text{ км}$, поперечной – $b=36 \text{ км}$. Эпицентр будущего главного толчка 3 марта лежит слева от области форшоков, напротив средней его части. Облако афтершоков занимает в плане площадь размером 4860 км^2 , длина продольной оси $\ell=95 \text{ км}$ с азимутом $AZM=53^\circ$, поперечной – $b=62 \text{ км}$. Основной толчок находится почти в центре облака афтершоков. Наиболее близкие афтершоки образовали компактную группу в пределах площади, ограниченной координатами $36.3\text{--}36.7^\circ\text{N}$, $70.4\text{--}70.8^\circ\text{E}$ и глубинами очагов от 180 до 210 км.

Развитие третьей серии афтершоков пошло «вспять» – от главного толчка 12 апреля к юго-западу, т.е. к очагам землетрясений 25 и 27 марта, с заполнением всего пространства между тремя главными толчками. Зона афтершоков землетрясения 12 апреля, представленная на рис. 5, имеет форму правильного эллипса с осями $\ell=109 \text{ км}$ и $b=46 \text{ км}$. Объем третьей серии афтершоков и занимаемая ими площадь – наибольшие ($N_{3\text{афт}}=66$, $S=3220 \text{ км}^2$). Эпицентр землетрясения 12 апреля с $M_w=5.9$ расположился на северо-востоке области его афтершоков, где их плотность минимальна. Участок повышенной плотности афтершоков сформировался к юго-западу от главного толчка.

Главное исследуемое глубокофокусное событие 3 марта с $M_w=7.3$ предвлялось форшоками и вызвало мощную серию афтершоков (рис. 6), что наблюдается только для наиболее сильных глубоких землетрясений Гиндукуша.

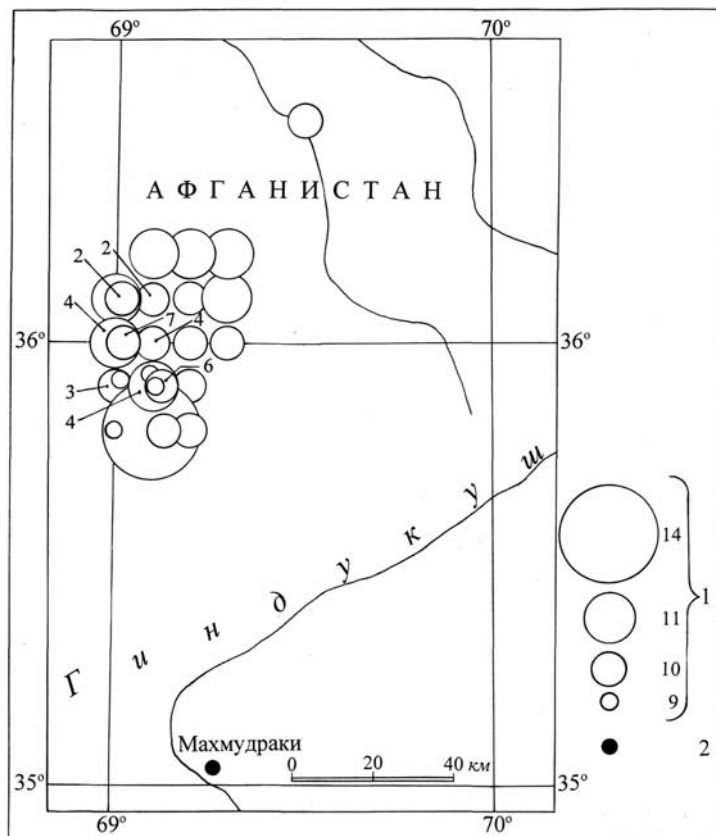


Рис. 4. Карта эпицентров афтершоков землетрясения 27 марта в 08^h50^m с $M_w=5.6$
 1 – энергетический класс K_p ; 2 – населенный пункт; цифры указывают число совпадающих эпицентров.

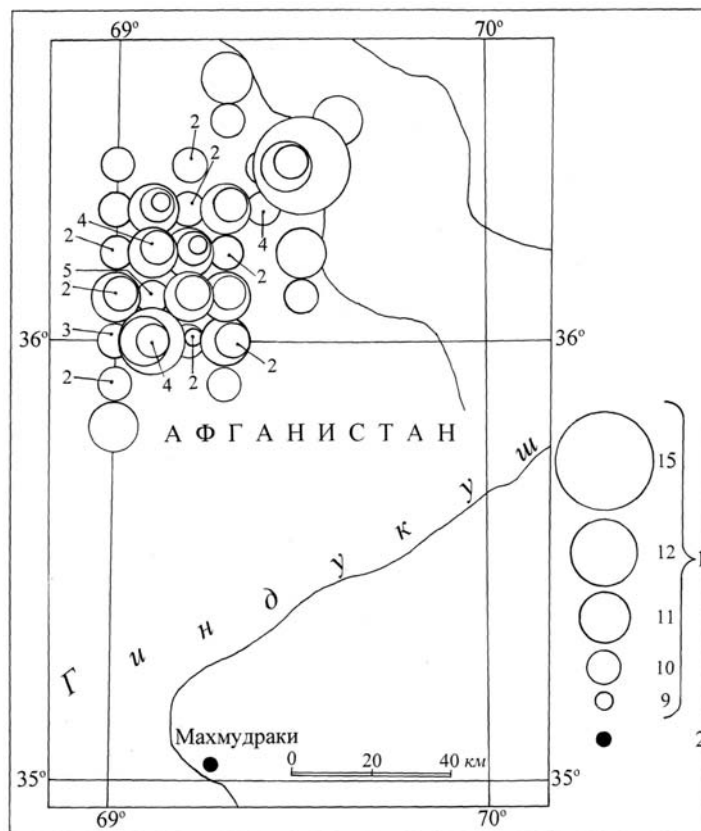


Рис. 5. Карта эпицентров афтершоков землетрясения 12 апреля в 04^h00^m с $M_w=5.9$
 1 – энергетический класс K_p ; 2 – населенный пункт; цифры указывают число совпадающих эпицентров.

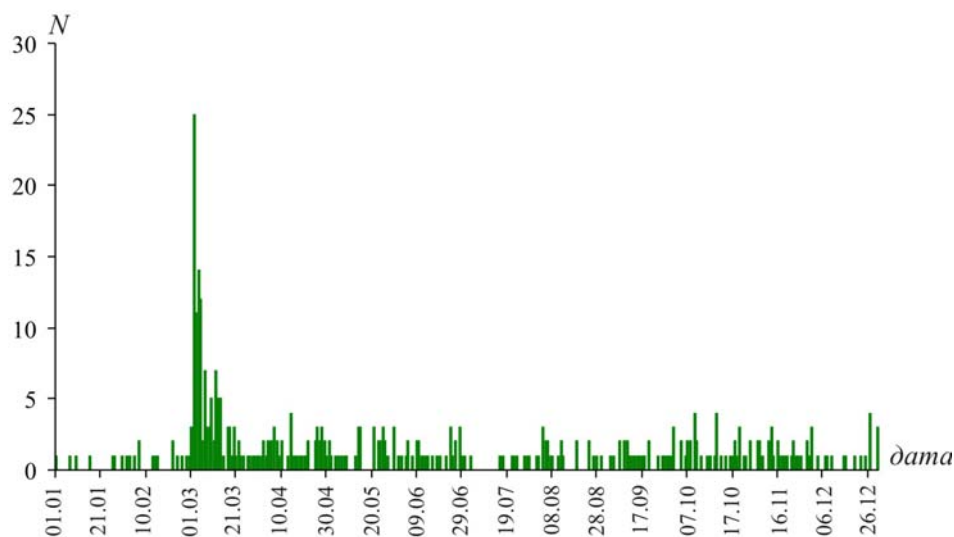


Рис. 6. Распределение во времени числа форшоков и афтершоков Гиндукушского землетрясения 3 марта с $M_w=7.3$

Соответствующие карты эпицентров форшоков и афтершоков изображены на рис. 7.

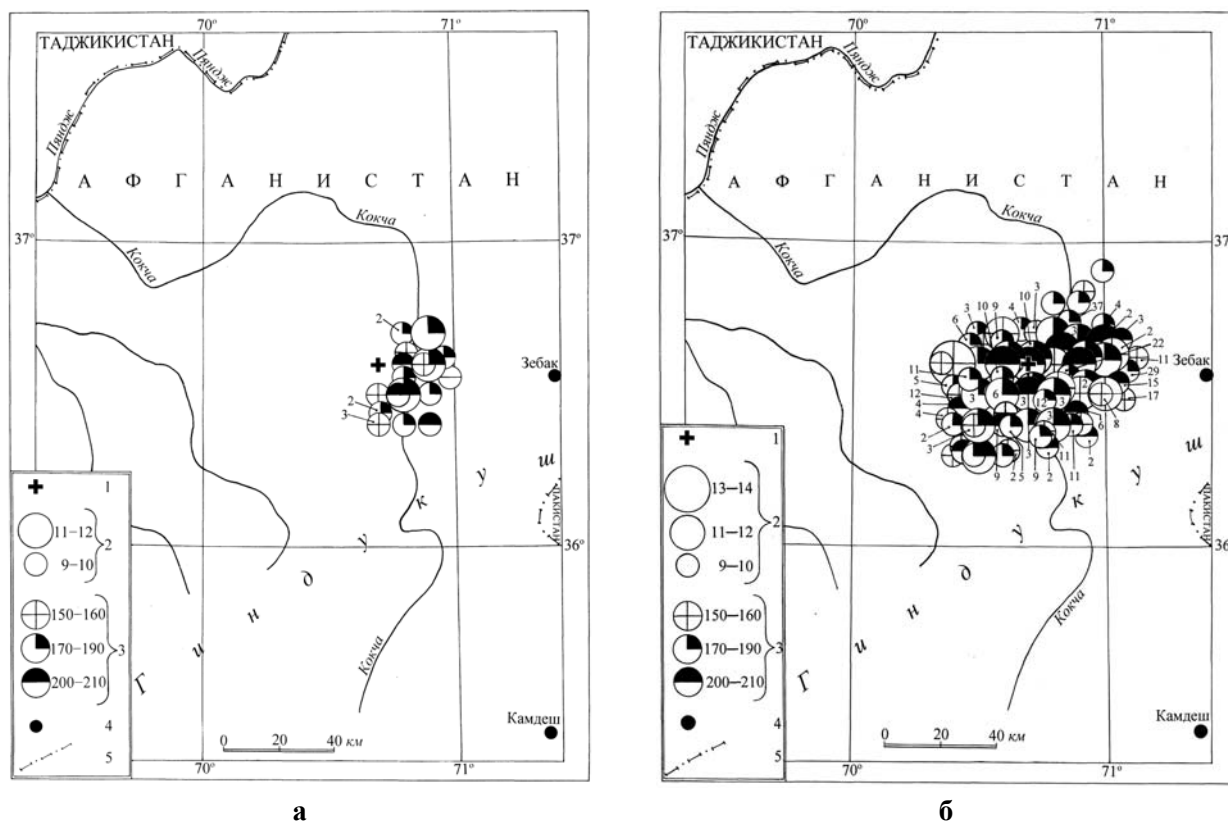


Рис. 7. Карты эпицентров 25 форшоков $K_p=8.9-15$ (а) и 368 афтершоков с $K_p=8.9-12.7$ (б) Гиндукушского землетрясения 3 марта в 12^h08^m с $M_w=7.3$. 1 – инструментальный эпицентр; 2 – энергетический класс K_p ; 3 – глубина h гипоцентра, км; 4 – населенный пункт; 5 – государственная граница.

Облако всех форшоков площадью 1590 км^2 вытянуто в северо–северо-восточном направлении, азимут его осевой линии равен $AZM=35^\circ$. Длина продольной оси $\ell=65 \text{ км}$, поперечной – $b=36 \text{ км}$. Эпицентр будущего главного толчка 3 марта лежит слева от области форшоков, напротив средней его части. Облако афтершоков занимает в плане площадь размером 4860 км^2 , длина продольной оси $\ell=95 \text{ км}$ с азимутом $AZM=53^\circ$, поперечной – $b=62 \text{ км}$. Основной толчок находится почти в центре облака афтершоков. Наиболее близкие афтершоки образовали компактную группу в пределах площади, ограниченной координатами $36.3-36.7^\circ\text{N}$, $70.4-70.8^\circ\text{E}$ и глубинами очагов от 180 до 210 км.

Что касается сейсмотектонической позиции очагов всей описанной последовательности глубокофокусных Гиндукушских землетрясений, то обращает на себя внимание различие в ориентировке длинных осей овальных в плане облаков форшоков и афтершоков. Облако форшоков имеет простирание длинной оси в северо–северо-восточном направлении (рис. 7 а), а афтершоков – в восточно–северо-восточном (рис. 7 б). При этом распределение глубин гипоцентров форшоковой последовательности указывает на наклонное положение действующей плоскости в очаге, поскольку гипоцентры с глубинами 150–160 км тяготеют к северо-западной части облака, а с глубинами 170–210 км – к юго-восточной части. То есть плоскость довольно круто погружается в восточно–юго-восточном направлении. В целом более глубокие и более мелкие гипоцентры распределены достаточно компактно в пределах облака. С этих позиций в [7] высказано предположение, что очаги форшоков выказывают определенную взаимосвязь с Бадахшанским глубинным разломом в земной коре, имеющим в целом близмеридиональное (или восточно–северо-восточное) простирание [8].

С другой стороны обе альтернативные действующие плоскости в очаге землетрясения 3 марта с $M_w=7.3$ согласно решению фокального механизма в [2] имеют близширотное простирание. Такое же простирание характерно для длинной оси облака эпицентров наиболее глубокофокусных повторных толчков (рис. 7 б). Невозможность увязать облако повторных толчков главного события 3 марта с определенным активным разломом на поверхности объясняется, по-видимому, подкоровым положением очага. Поскольку основное овальное в плане поле эпицентров сильнейших глубокофокусных Гиндукушских землетрясений, произошедших в одной и той же компактно расположенной зоне в разные годы 20-го и 21-го веков, в целом ориентировано в близширотном направлении, очевидно, что в этом регионе имеется скрытая верхнемантийная структура близширотного простирания, не имеющая прямой выраженности в сейсмоактивных структурах коры.

В заключение отметим, что описываемая активизация сейсмичности в верхних и более глубоких слоях земной коры Гиндукушской зоны несомненно спровоцирована сильным глубоким Гиндукушским землетрясением 3 марта с $M_w=7.3$, что подтверждает высказанное ранее [9] утверждение, что после сильных ($M>7$) землетрясений Гиндукуша происходит мощное усиление сейсмичности южных районов Средней Азии [10, 11].

Список литературы

1. Улубиева Т.Р. (отв. сост.), Рислинг Л.И., Давлятова Р., Хусейнова Г.А., Михайлова Р.С., Улубиев А.Н., Максименко Т.И. Каталог землетрясений Таджикистана, 2002. Землетрясения Северной Евразии в 2002 году. – Обнинск: ГС РАН, 2008. – На CD.
2. Bulletin of the International Seismological Centre for 2002. – Berkshire: ISC, 2003–2004.
3. Михайлова Р.С., Улубиева Т.Р., Чепкунас Л.С. Гиндукушское землетрясение 3 марта 2002 г. с $M_w=7.3$, $I_0=8$ (южнее Таджикистана) // Землетрясения Северной Евразии в 2002 году. – Обнинск: ГС РАН, 2008. – 332–337.
4. Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2002 год / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ГС РАН, 2002–2003.
5. Улубиева Т.Р., Михайлова Р.С., Рислинг Л.И. Таджикистан // Землетрясения Северной Евразии в 2002 году. – Обнинск: ГС РАН, 2008. – С. 153–167.
6. Закиров М.С. (отв. сост.). Список ощутимых землетрясений на территории Республики Узбекистан. Обнинск: Фонды ГС РАН, 28.08.2007. – 2 с.
7. Старовойт О.Е., Рогожин Е.А., Михайлова Р.С., Чепкунас Л.С. Северная Евразия // Землетрясения Северной Евразии в 2002 году. – Обнинск: ГС РАН, 2008. – 19–44.
8. Карта разломов территории СССР и сопредельных стран / Под ред. А.В. Сидоренко. – М.: ВСЕГЕИ, 1978.
9. Астафьева Е.Г., Горбунова И.В. и др. Землетрясения Средней Азии // Землетрясения в СССР в 1965 году. – М.: Наука, 1967. – С. 44–70.
10. Леонов Н.Н., Иодко В.К. и др. Землетрясение в Северном Афганистане 14 марта 1965 г. // Землетрясения в СССР в 1965 году. – М.: Наука, 1967. – С. 77–86.
11. Уломов В.И., Фадинова Р.П. и др. Землетрясения Средней Азии // Землетрясения в СССР в 1974 году. – М.: Наука, 1977. – С. 49–98.