

ТАДЖИКИСТАН

Т.Р. Улубиева^{1,2}, Р.С. Михайлова³, Л.И. Рислинг¹¹Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН Республики Таджикистан, г. Душанбе, anton_ulubiev@mail.ru²Геофизическая служба АН Республики Таджикистан, г. Душанбе, n_sobit@yahoo.com³Геофизическая служба РАН, г. Обнинск, raisa@gsras.ru

Система наблюдений Таджикистана в 2006 г. включает 14 станций – «Душанбе» (СКМ, СК), «Джерино», «Нурек», «Шаартуз», «Гиссар», «Игрон», «Гезан», «Богизагон», «Ура-тюбе», «Рогун», «Больджуан», «Ленинабад», «Карасу» и «Гарм» (рис. 1), т.е. на одну меньше, чем в 2005 г. [1]. Была закрыта станция «Комароу». Стабильно без пропусков в течение года работали станция «Нурек» (СКМ) и «Душанбе» (СКМ), а каналы СК не записывали землетрясения с 1 по 10 марта, 5 и 18 декабря. Пропуски в регистрации землетрясений остальных станций составили: «Ура-Тюбе» – 5, 6 февраля; 11, 12 февраля; 21 февраля–6 марта; 10–20 марта; 31 марта–30 апреля; 19, 20 мая; 2 июня; 7–9 июня; 10, 11 июля; 1–5 августа; 18 августа–10 сентября; 20, 21 сентября; 9 октября–20 октября; 5 ноября–31 декабря; «Шаартуз» – 7, 8 января; 18 января; 8 мая; 1–4 сентября; 16–20 октября; 10 ноября; 14 ноября–31 декабря; «Ленинабад» – 19–21 января; 8 февраля–21 марта; 2, 3 мая; 13–15 мая; 26–28 мая; 31 мая; «Гарм» – 6, 7 января; 15 января; 28 января; 9 февраля; 13–16 февраля; 26 февраля–24 марта; 27 февраля–24 марта; 27 марта–31 декабря; «Джерино» – 27 января–31 января; 1 июня–4 августа; 16 августа–15 сентября; 17 сентября; 1 октября–31 декабря; «Гиссар» – 1 января–9 февраля; 22, 23 февраля; 23, 24 мая; 26 мая; 11–13 июня; 16 июля; 16–18 августа; 18, 19 ноября; 24 ноября–21 декабря; «Гезан» – 24, 25 января; 21–24 мая; 30 мая–1 июня; 14–20 августа; 13 сентября–20 октября; 28 октября; 3, 4 ноября; 12–22 декабря; «Игрон» – 18 апреля–31 мая; 29 сентября–9 октября; 9, 10 ноября; 16, 17 ноября; 6–31 декабря; «Рогун» – 1 января–21 марта; 23 апреля–5 мая; 21–27 июня; 8–12 июля; 30 июля–6 августа; 9–14 августа; 24, 25 августа; 12–15 августа; 28 сентября–3 октября; 11–17 октября; 8–13 ноября; 1–31 декабря; «Больджуан» – 1–13 января; 12 февраля; 25–28 февраля; 11–25 марта; 24 апреля–5 мая; 22–26 мая; 28 мая; 25 июля; 2–10 августа; 26 августа–31 декабря; «Карасу» – 26–29 января; 20–28 февраля; 1–9 марта; 12–30 апреля; 20–22 мая; 7–9 июня; 18 июня–2 августа; 18–20 августа; 27 сентября–2 октября; 21 октября–31 декабря.



Рис. 1. Сейсмические станции на территории Таджикистана в 2006 г.

1 – сейсмическая станция, 2 – глубинный разлом I порядка, 3 – государственная граница. Коды и названия станций: URT – «Ура-тюбе»; GZN – «Гезан»; DZE – «Джерино»; RGN – «Рогун»; DSH – «Душанбе»; GIS – «Гиссар»; LNA – «Нурек» (Лангар); BGG – «Богизагон»; IGR – «Игрон»; BLD – «Больджуан»; SHT – «Шаартуз»; GAR – «Гарм»; KRU – «Карасу»; LNB – «Ленинабад».

При обработке сильных ($K_p \geq 11.6$) и ощутимых землетрясений Таджикистана в 2006 г. использовались данные цифровых сейсмических станций «Душанбе», «Шаартуз» и «Гарм» в течение всего 2006 г. и с ноября – станций «Игрон» и «Гезан». Сейсмическая сеть современных цифровых станций Геофизической службы академии наук Таджикистана (табл. 1) введена в эксплуатацию с октября 2005 г. (с 5 октября – «Гарм», с 22 октября – «Шаартуз», с 24 октября – «Душанбе» [2]) при содействии фирмы «Нанометрикс» (Канада) и поддержке Швейцарского агентства по развитию и сотрудничеству (ШАРС).

Таблица 1. Координаты широкополосных цифровых сейсмических станций

Название станции	φ°, N	λ°, E	$h_y,$ м
Гарм	39.0000	70.3160	1305
Гезан	39.2833	67.7155	1485
Игрон	38.2203	69.3266	1284
Шаартуз	37.5620	68.1228	868

Такая система наблюдений обеспечила представительную регистрацию землетрясений с $K_p=10$ на всей территории Таджикистана, за исключением самых окраинных северо- и юго-восточных частей, где уровень представительности повышается до $K_{\min}=11$.

В целом границы исследуемой территории и схема сейсмоактивных зон Таджикистана, по сравнению с таковыми в [1, 3–6], не изменились. Методика обработки землетрясений осталась прежней [7, 8]. Оценка точности определения координат эпицентров проводилась в соответствии с [9, 10].

В результате сводной обработки составлен каталог землетрясений Таджикистана и прилегающих к нему районов Узбекистана, Кыргызстана, Афганистана и Китая [11]. Как и ранее [1, 3–6], в *ред.* в него добавлены некоторые землетрясения, которые произошли на окраинах зоны ответственности Таджикистана, но были обработаны не в Душанбе, а в Бишкеке [12] по данным сейсмических станций Узбекистана и Кыргызстана. Все добавленные землетрясения в новом варианте каталога [13] индексированы меткой «dob». Кроме того, к 153 афтершокам [11] Пакистанского землетрясения 08.10.2005 г. с $M_w=7.6$, $I_0=9-10$ баллов [14] добавлены из бюллетеней ISC еще 41 новый афтершок из [15], а для 153 остальных его афтершоков произведена замена их координат из [11] на более точные параметры по данным станции Индии и Пакистана из бюллетеней ISC [16]. Соответственно, для измененных координат афтершоков дана метка «isc».

Итоговый каталог [13] Таджикистана содержит 2266 землетрясений в диапазоне $K_p=8.6-14.0$, из них – 1255 глубокофокусные Памиро-Гиндукушские землетрясения и 1011 – мелкофокусные толчки, разбросанные на всей территории. Минимальная глубина гипоцентра $h=1$ км присвоена 34 событиям Душанбино-Гармского района с $K_p=8.6-10.8$, а максимальная – $h=270$ км – землетрясению 4 декабря в 04^h37^m с $K_p=10.4$, локализованному в мантии в пределах Афганской подзоны глубоких очагов.

Сведения об ощутимости имеются для 20 землетрясений [13], из них два обследованы и описаны в отдельных статьях, – это Кумсангирское землетрясение 29 июля в 00^h11^m с $K_p=13.4$, $M_w=5.4$, $I_0=6-7$ баллов [17] и Душанбинское землетрясение 18 августа в 11^h45^m $K_p=11.7$, $I_0=6-7$ баллов [18].

Решения механизмов очагов землетрясений Таджикистана представлены в [19]. Они касаются системы напряжений в 10 очагах землетрясений (табл. 2), описываемых ниже по тексту статьи.

Максимальное землетрясение в каталоге [13] имеет значение $K_p=14.0$. Оно реализовалось в земной коре ($h=10$ км) 6 июля в 03^h57^m в северной части Памира чуть южнее Дарваз-Каракульского разлома (рис. 2) и, согласно [16], ощущалось в Душанбе и Ташкенте. Как следует из табл. 2, система напряжений в его очаге характеризуется горизонтальными ($PL_p=2^\circ$) напряжениями сжатия с ориентацией на юг–юго-восток ($AZM_p=157^\circ$). Такая система напряжений обусловила в основном взбросовые подвижки по обеим нодальным плоскостям, сопровождаемые правосторонними сдвигами близширотной ($STK=283^\circ$) плоскости $NP1$ и левосторонними – по $NP2$, простирающейся в северо-восточном ($STK=32^\circ$) направлении. Действующей плоско-

стью в очаге следует признать, по-видимому, близширотную плоскость *NP1*, согласную с широтным простираем в этой своей части Дарваз-Каракульского разлома I порядка.

Таблица 2. Параметры механизмов очагов землетрясений Таджикистана за 2006 г.

№	Дата, д м	t_0 , ч мин с	h^* , км	Магнитуды			K_p	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Агент- ство
				M_w	M_S	M_s		<i>T</i>		<i>N</i>		<i>P</i>		<i>NP1</i>			<i>NP2</i>			
								<i>PL</i>	<i>AZM</i>	<i>PL</i>	<i>AZM</i>	<i>PL</i>	<i>AZM</i>	<i>STK</i>	<i>DP</i>	<i>SLIP</i>	<i>STK</i>	<i>DP</i>	<i>SLIP</i>	
1	02.02	21 49 01	19	4.9	4.1	4.2	11.8	69	156	20	317	6	49	160	42	120	302	54	66	HRVD
2	08.02	12 57 25	33	4.8	4.1	4.0	11.9	77	56	3	311	12	220	306	33	84	133	57	94	—
3	19.03	02 48 52	23	4.9		4.3	11.8	80	44	1	138	10	228	319	35	91	138	55	89	—
4	20.03	17 40 40	12	5.2	4.7	4.7	13.5	49	29	38	232	12	133	185	47	32	72	67	132	—
5	04.04	09 12 20	12	4.6		3.9	12.3	67	287	22	123	6	31	98	44	57	320	54	287	—
6	06.07	03 57 48	13	5.8	5.6	5.7	14.0	45	249	45	65	2	157	283	59	146	32	62	36	—
7	29.07	00 11 48	12	5.6	5.1	5.2	12.1	86	78	1	178	3	268	358	42	91	177	48	89	—
8	29.07	10 57 16	12	5.4	5.3	5.3	13.4	82	26	7	172	5	263	0	41	101	166	50	81	—
9	06.08	14 26 13	24	5.6	5.2	5.2	12.7	1	81	82	179	8	350	126	83	-175	35	85	-7	—
10	24.12	01 58 30	17	5	4.3	4.5	13.0	60	275	30	91	2	182	299	51	130	66	54	52	GCMT

Примечание. Глубина h дана из решения механизма HRVD [16].

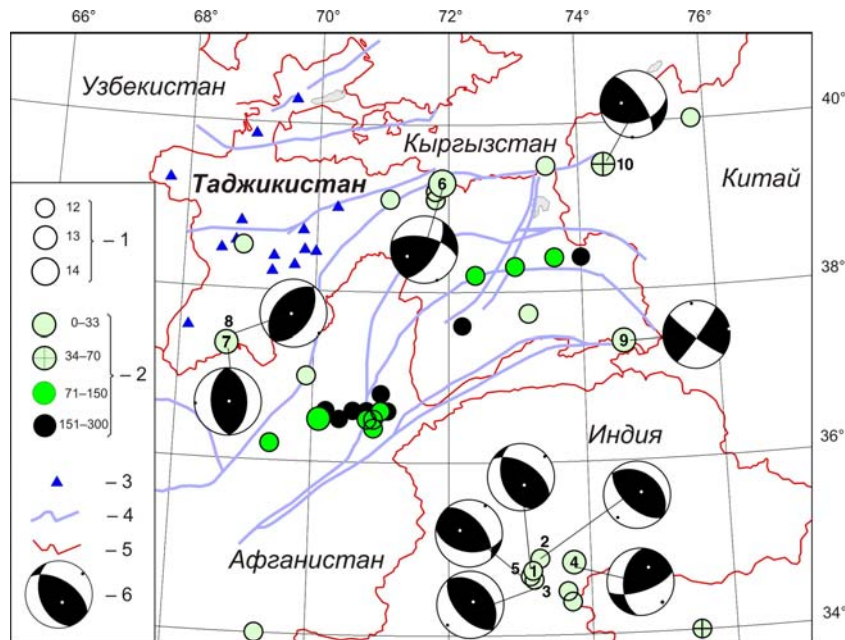


Рис. 2. Карта эпицентров сильных ($K_p \geq 12.6$) землетрясений Таджикистана за 2006 г.

1 – энергетический класс K_p ; 2 – глубина h гипоцентра, км; 3 – сейсмическая станция; 4 – глубинный разлом I порядка; 5 – государственная граница; 6 – стереограмма механизма очага, зачернена область волн сжатия.

Распределение землетрясений по крупным сейсмоактивным зонам представлено в табл. 3.

Таблица 3. Распределение числа землетрясений по энергетическим классам K_p и суммарной сейсмической энергии ΣE по крупным зонам I–IV за 2006 г.

№	Зона	K_p						N_Σ	ΣE , Дж
		9	10	11	12	13	14		
I	Юго-Западный Тянь-Шань	34	7	1				42	$1.50 \cdot 10^{11}$
II	Южный Тянь-Шань	219	63	29	4	1		316	$3.25 \cdot 10^{13}$
III	Памиро-Гиндукуш (коровые)	280	236	87	14	3	1	623	$1.76 \cdot 10^{14}$
IV	Памиро-Гиндукуш (глубокие)	778	361	97	18	1		1255	$4.08 \cdot 10^{13}$
	Всего	1334	669	188	23	4		2266	$2.499 \cdot 10^{14}$

Из сравнения чисел землетрясений и высвобожденной сейсмической энергии в зонах I–IV и в целом за 2006 г. с аналогичными данными за 2005 г. [1] следует, что суммарное число землетрясений уменьшилось в 1.3 раза (2266 вместо 3020), а сейсмическая энергия более чем на три порядка ($2.499 \cdot 10^{14}$ Дж вместо $5.138 \cdot 10^{17}$ Дж). По отдельным зонам спад уровня сейсмической энергии произошел в трех из четырех зон: в зоне I – $1.50 \cdot 10^{11}$ Дж вместо $8.46 \cdot 10^{11}$ Дж, в III-й – $1.76 \cdot 10^{14}$ Дж вместо $5.04 \cdot 10^{17}$ Дж, в IV-й – $4.08 \cdot 10^{13}$ Дж вместо $1.02 \cdot 10^{16}$ Дж. Только во II-й зоне наблюдается увеличение энергии в 2.8 раза – $3.25 \cdot 10^{13}$ Дж вместо $1.26 \cdot 10^{13}$ Дж. Карта эпицентров всех землетрясений дана на рис. 3.

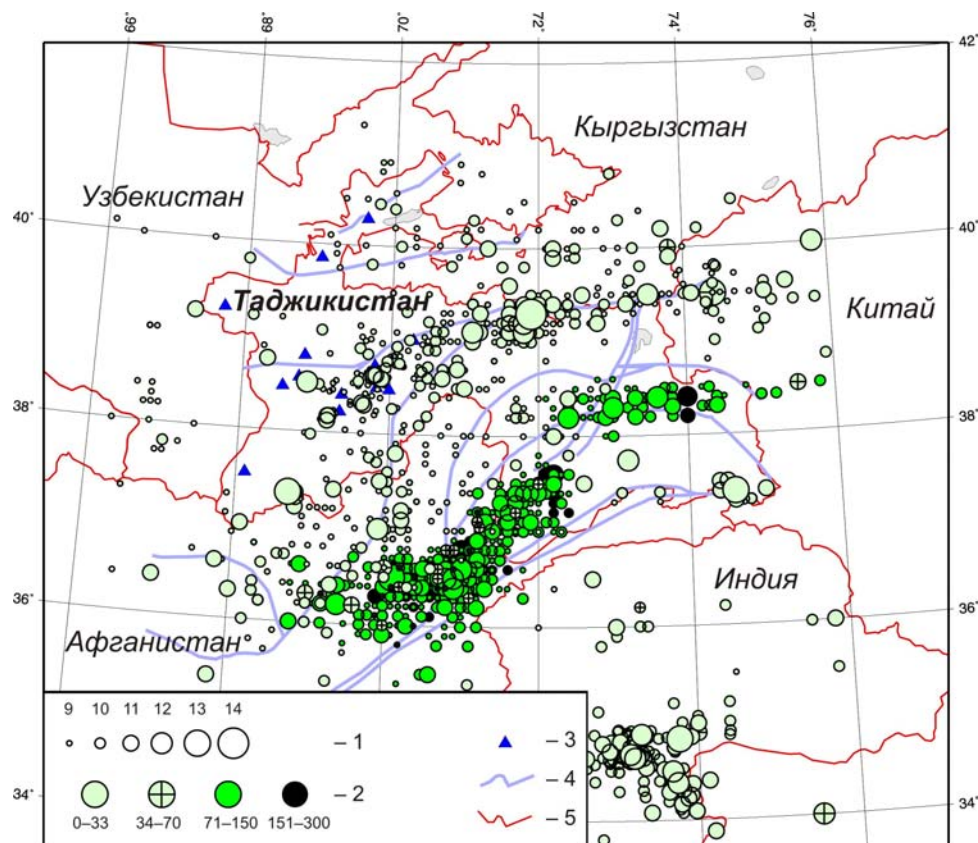


Рис. 3. Карта эпицентров землетрясений Таджикистана за 2006 г.

1 – энергетический класс K_p ; 2 – глубина h гипоцентра, км; 3 – сейсмическая станция; 4 – глубинный разлом I порядка; 5 – государственная граница.

Из рассмотрения представленной карты вытекает, что самая низкая сейсмическая активность в 2006 г. наблюдается в северных районах исследуемой территории в зоне I. Южнее традиционно достаточно плотной полосой эпицентров выделяется система трех глубинных разломов I порядка: широтного участка Дарваз-Каракульского разлома – на востоке, Гиссаро-Кокшаальского – в средней части, Илякского – на западе. На Памире четко выражена широтная структура землетрясений с промежуточными глубинами $h=70-150$ км, так называемая Мургабская подзона Памиро-Гиндукушских землетрясений. Сейсмические процессы в земной коре Памира выражены редко и слабо. Северные районы Афганистана в пределах земной коры характеризуются рассеянной сейсмичностью, но глубокие ($h=70-270$ км), как всегда, формируют структуру северо-восточной ориентации в юго-западном Памире и широтную – в Афганистане. На крайнем юге исследуемой территории (с $\varphi < 35^\circ N$ и $\lambda = 72-74^\circ E$) хорошо видны упомянутые выше продолжающиеся афтершоки Пакистанского землетрясения 08.10.2005 г. [14]. Зона афтершоков по-прежнему вытянута в северо-западном направлении.

Рассмотрим более детально сейсмичность каждой из четырех зон.

На территории **Юго-Западного Тянь-Шаня (I)** обработано 42 землетрясения (табл. 3), что на 10 событий больше, нежели в 2005 г. ($N=32$ [1]). Практически все они находятся выше

координаты 39.75° по широте и локализованы в основном в Ходжентской области Таджикистана. Максимальный энергетический класс $K_p=10.6$ имело землетрясение на восточной окраине зоны, зарегистрированное 10 января в 12^h56^m . Суммарная энергия в Юго-Западном Тянь-Шане, по сравнению с ее уровнем в 2005 г. ($\Sigma E=8.46 \cdot 10^{11}$ Дж), снизилась почти в шесть раз и составила $\Sigma E=1.50 \cdot 10^{11}$ Дж.

В пределах **Южного Тянь-Шаня (II)** произошло 316 землетрясений, что несколько меньше, чем в 2005 г. ($N_\Sigma=330$ [1]), но суммарная энергия, равная ($\Sigma E=3.25 \cdot 10^{13}$ Дж), в 2.5 раза превысила таковую в 2005 г. ($\Sigma E=1.26 \cdot 10^{13}$ Дж). Из зарегистрированных отметим одно землетрясение с $K_p=13.4$ и 4 толчка с $K_p=12$ [13].

29 июля 2006 г. в 05^h11^m по местному времени на территории Кумсангирского района Таджикистана произошло землетрясение с $K_p=12.1$ ($M^p=4.5$). Спустя 10^h здесь же зарегистрировано землетрясение с $K_p=13.4$ ($M^p=5.2$), вызвавшее значительные разрушения в эпицентральной области. По инструментальным данным сети аналоговых сейсмических станций с привлечением записей трех цифровых станций («Шаартуз», «Душанбе» и «Гарм») координаты этих очагов: $37.35^\circ N$ и $68.70^\circ E$ и $h=5-10$ км.

До 1991 г. в юго-западной части Таджикской депрессии за весь известный период инструментальных и неинструментальных наблюдений в [20] отмечены события в 1932 г. и в 1951 г. на уровне 12-го энергетического класса и серий в виде семи толчков – пяти с $K_p=10$ и в [21] – два землетрясения с $K_p=11$ – в 1979 г. Эти толчки следовали один за другим в течение 10 часов с интервалами времени от 5 минут до 3 часов. Ощущались они с $I=3-4$ балла, а в сумме дали пятибалльный эффект. Координаты очагов этих толчков следующие: $37.3^\circ N$ и $68.6^\circ E$. Самое сильное землетрясение зарегистрировано 18 апреля 1991 г. с $K_p=13.9$ ($M^p=5.5$). В эпицентре его интенсивность составила $I_0=7-8$ баллов с сильным разрушительным эффектом. Его координаты соответствуют $37.6^\circ N$ и $68.3^\circ E$, $h=5$ км. Оно сопровождалось серией из 494 повторных толчков с $K_p=3-11$. В 1999 г. юго-восточнее этого очага произошло землетрясение с $K_p=12.8$ ($M^p=5.0$) и интенсивностью в очаге $I_0=5-6$ баллов [22]. Его инструментальный эпицентр $37.1^\circ N$ и $68.4^\circ E$ и $h=5$ км.

Записи Кумсангирского землетрясения на сейсмограммах в пределах юго-западной части Таджикской депрессии имеют сложный характер. На эпицентральных расстояниях от 130–300 км видны все типы продольных и поперечных волн. Причем сразу же в первые две секунды – амплитуда увеличивается в 10 раз. Имеются трудности в выделении фазы S -волн, т.к. она попадает на конечную часть P -волны и выделить ее можно только по изменению частоты колебаний. Прослеживается очень длинный «хвост» этого землетрясения на уровне максимальных амплитуд. Длительность огибающей максимальных амплитуд в S -фазе на сейсмограмме сейсмической станций «Шаартуз» на малом эпицентральной расстоянии $\Delta=50-55$ км составляет $\tau=1.5^m$, но такая же длительность и на сейсмограммах станций «Душанбе» и «Гезан» на больших расстояниях с $\Delta=130$ и 220 км соответственно.

После форшока $K_p=12$ и до основного толчка с $K_p=13$ здесь зарегистрированы два толчка с $K_p=9$. После главного толчка в течение месяца всего зарегистрировано 44 афтершока с $K_p=7-11$. Координаты афтершоков находятся в пределах $37.20-37.35^\circ N$ и $68.75-68.80^\circ E$, $h=5-10$ км [23], при этом наблюдалась небольшая миграция повторных толчков в восточном направлении.

Приведенные в табл. 2 и на рис. 2 параметры механизмов очагов форшока и афтершока, свидетельствуют о большом сходстве в системе напряжений: горизонтальные ($PL=3-5^\circ$) оси напряжений сжатия, близвертикальные ($PL=78-86^\circ$) – растяжения (табл. 2), и одинаково ориентированы оси сжатия ($AZM_{ф-к}=268^\circ$, $AZM_{гл.т.}=263^\circ$). Поэтому тип движения в обоих очагах взброс, но для форшока – чистый взброс по обеим нодальным плоскостям, для главного толчка взбросы минимально осложнены сдвигами, правосторонними по $NP1$ и левосторонними по $NP2$. Важным параметром является азимут простираения нодальных плоскостей, который для $NP1$ одинаков у форшока и главного толчка ($STK_{ф-к}=358^\circ$, $STK_{гл.т.}=0^\circ$) и хорошо согласуется с меридиональной ориентацией геологических структур в зоне очага землетрясения. Эти плоскости с большой долей вероятности можно считать действующими.

В 2006 г. на территории **Душанбино-Вахшского и Гармского районов зоны II** зарегистрировано 192 землетрясения с $K_p \geq 7$, из них пять ощутимых [13]. С этого года началась активизация сейсмического процесса в восточной части Таджикской депрессии в Большджуанском

районе. Здесь 10 января в 10^h50^m и 10^h56^m зарегистрированы два ощутимых толчка с $K_p=10.7$ [13]. За 9 часов до момента возникновения этих землетрясений, начиная с 01^h39^m, зафиксирован 21 форшок с $K_p=6-9$. Они возникали с интервалом от 2 до 44 минут. В течение месяца было зарегистрировано 424 афтершока с $K_p=4-11$. Их распределение по энергетическим классам дано в табл. 4.

Таблица 4. Распределение афтершоков после двух Больджуанских землетрясений

K_p	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
$N(K)$	169	145	60	24	12	11	2	1	424

Афтершоки продолжались до конца года. 18 ноября с разницей в 2^m отмечены два толчка с $K_p=10.8$ ($I_0=4.5$) и $K_p=9.4$ ($I_0=3$ балла). Примерно в 30 км к северо-востоку от больджуанских толчков был зарегистрирован 3 февраля толчок с $K_p=12$. К югу от него 11 июня зарегистрировано землетрясение с $K_p=11.3$. Между этими двумя толчками 30 марта зафиксировано два ощутимых больджуанских афтершока и к юго-западу от этих очагов 18 июля зарегистрировано землетрясение с $K_p=11$. Этот толчок имеет два форшока с $K_p=9$ и 11.

Душанбинское землетрясение с $K_p=11.7$ ($M^p=4.2$) произошло 18 августа 2006 г. в 11^h45^m. Координаты этого очага: 38.45°N и 68.85°E и поверхностная глубина очага $h=2.5-5$ км. Эпицентр этого землетрясения пространственно приурочен к Ляурскому разлому. Оно возникло в весьма активной зоне. За последние 55 лет здесь произошли такие землетрясения силой от 5 до 7 баллов, как Султанабадское и Гиссаро-Бабатагское 1953 г., Кокташское 1955 г., Гиссарское 1968 г., Ляурское 1970 г., Душанбинское 1980 г., Гиссарское 1989 г., Чимтепинское 1998 г. Эпицентры этих землетрясений лежат в зоне Илякско-Вахшского глубинного разлома на отрезке 25 км. Характерно, что все они имеют малую глубину заложения очага. За 12 дней до основного события 6 августа зарегистрирован форшок с $K_p=6$. Землетрясение сопровождалось небольшой серией афтершоков с $K_p=5-7$ (табл. 5), которые продолжались в основном в течение 12 часов. За это время зарегистрировано четыре толчка с $K_p=7$, шесть толчков с $K_p=6$ и шесть толчков с $K_p=5$ (табл. 5). 19 августа повторных толчков не зарегистрировано. 20 августа зарегистрирован афтершок с $K_p=8$. На следующий день 21 августа здесь зафиксирован толчок с $K_p=7$, 23 августа зарегистрирован ощутимый толчок с $K_p=8$, 24 августа произошли еще три толчка: два с $K_p=7$ и один с $K_p=6$. Далее до конца месяца повторных толчков не зафиксировано.

Таблица 5. Распределение афтершоков Душанбинского землетрясения

K_p	5	6	7	8	N_{Σ}
$N(K)$	6	7	7	2	21

В конце года, 12 декабря в 01^h07^m, в 10 км к северо-западу от Душанбинского землетрясения зафиксирован толчок с $K_p=8.6$, $I_0=3-3.5$ баллов.

В целом характер волновой картины продольных и поперечных сейсмических волн с наличием достаточно четких вступлений является типичным для землетрясений данного района. Записи этого высокочастотного землетрясения имеют относительно простую форму в виде двух максимальных выбросов в P - и S -волнах и относительно малым «хвостом» слабых колебаний. Но идентификация основных фаз землетрясения, особенно поперечной волны, вызвала определенные трудности ввиду большой колебательной скорости и отсутствия перекала. Основные параметры афтершоков совпадают с координатами основного толчка.

Спустя девять суток (27 августа), примерно в 8 км от г. Турсунзаде, зарегистрирован толчок с $K_p=10.2$, который пространственно приурочен к западной оконечности Гиссаро-Кокшаальского разлома. Этот толчок сопровождался малым числом афтершоков 7-го энергетического класса.

17 сентября 2006 г. в 20 км к востоку от Байпазинского гидроузла и в 28 км к юго-западу от Нурека зарегистрирован ощутимый толчок с $K_p=9.2$, $I_0=3-3.5$ баллов.

В Памиро-Гиндукушской зоне коровых землетрясений (III) продолжается очаговая деятельность события 08.10.2005 г. с $M_w=7.6$ [14] на территории Пакистана. Здесь зарегистрированы один толчок с $K_p=13.5$ и восемь толчков с $K_p=12$ (рис. 2, [13]), а суммарное число афтершоков составило $N_a=197$ [15]. Для максимального ($K_p=13.5$) в 2006 г. афтершока, произошедшего 20 марта в 17^h40^m , и четырех других афтершоков с $K_p \div 12$ (2 февраля в 2140 с $K_p=11.8$, 8 февраля в 1257 с $K_p=11.9$, 19 марта в 0248 с $K_p=11.8$ и 4 апреля в 0912 с $K_p=12.3$) имеются в табл. 2 решения механизма их очагов, изображенные на стереограммах рис. 2. Все четыре стереограммы афтершоков 12-го класса весьма сходны взбросовыми подвижками с едва заметными сдвигами, правосторонними в очаге 2 февраля и левосторонними в очагах 8 февраля и 4 апреля (в очаге 19 марта – чистый взброс). Простирающие обих нодальных плоскостей северо-западное. Но механизм очага максимального афтершока иной и главное простирающие обих плоскостей сменилось на северо-восточное. Взбросовый тип подвижки сохраняется, но сдвиговая компонента заметно возрастает.

6 июля 2006 года в эпицентральной зоне Карамыкского землетрясения 2004 г. зарегистрировано землетрясение с $K_p=14.0$ ($M^p=5.6$) на глубине 20 км. Оно произошло на территории Кыргызстана вблизи с границы с Таджикистаном в 60 км к северо-востоку от Джиргаталы в зоне Дарваз-Заалайского разлома. Оно сопровождалось до конца года серией афтершоков с $K_p=9-12$. Механизм его очага описан выше.

В северо-восточной части Памира 7 июля и 24 декабря отмечены землетрясения с $K_p=11.8$ и 13.0 [13]. Для второго из них имеется решение механизма его очага (табл. 2, рис. 2). Очаг реализовался под действием горизонтальных ($PL_p=2^\circ$) напряжений сжатия, ориентированных с севера на юг ($AZM_p=182^\circ$), тогда как напряжения растяжения имеют большой наклон ($PL_t=60^\circ$) к горизонту. Движения в очаге взбросовые, хотя и с заметными сдвиговыми компонентами (см. рис. 2), правосторонними по нодальной плоскости $NP1$ и левосторонними – по $NP2$. Обе плоскости достаточно крутые ($DP = 51$ и 54°).

Интересен рой из 16 землетрясений на юге Памира на стыке Пакистана, Китая и Индии с суммарной энергией роя $\Sigma E=5.50 \cdot 10^{12}$ Дж). Максимальный толчок роя 6 августа в 14^h26^m имеет $K_p=12.7$ и для него есть решение механизма очага (табл. 2, рис. 2). Весьма любопытно, что тип движения в очаге типа нормальный сброс, как в рифтовых системах с преобладающими напряжениями растяжения. Однако в данной конкретной ситуации можно считать напряжения растяжения и сжатия примерно равными, т.к. они близгоризонтальны ($PL_t=1^\circ$, $PL_p=8^\circ$), поэтому фактически движения в очаге сдвиговые, о чем свидетельствует вид стереограммы на рис. 2.

В Памиро-Гиндукушской зоне глубокофокусных землетрясений (IV) локализовано 1255 событий с $K_p \geq 9$ на глубинах $h=70-270$ км. Их пространственное распределение представлено на рис. 3. Основная часть глубокофокусных землетрясений располагалась за пределами республики на территории Афганистана. Традиционно Памиро-Гиндукушская зона подразделяется по плотности эпицентров на три подзоны: Афганскую, Хорогскую и Мургабскую. Землетрясения с $K_p \geq 12$ по подзонам распределились следующим образом (табл. 6).

Таблица 6. Распределение сильных глубоких землетрясений с $K_p \geq 12$

№	Подзона	K_p		N с $K_p > 11.6$	N_Σ с $K_p > 8.6$	$\Sigma E,$ 10^{16} Дж
		12	13			
1	Афганская	13	1	14	931	$2.99 \cdot 10^{13}$
2	Хорогская	2		2	181	$5.08 \cdot 10^{12}$
3	Мургабская	4		4	86	$5.22 \cdot 10^{12}$
	Всего	19	1	20	1255	$4.02 \cdot 10^{13}$

Как всегда большинство ($N_\Sigma=931$) глубокофокусных землетрясений произошло в Афганской подзоне Гиндукуша. Их суммарная сейсмическая энергия составила $\Sigma E=2.99 \cdot 10^{13}$ Дж. В 2006 г. здесь толчков с $K_p \geq 14$ не зарегистрировано. Максимальный энергетический класс – $K_p=12.7$. Землетрясение такой величины зарегистрировано 13 марта в 10^h05^m на глубине $h=150$ км. Оно ощущалось в Хороге и в Душанбе с интенсивностью $I=2-3$ балла [13]. Землетрясений с $K_p=12$ здесь произошло 13, что на семь меньше, чем в 2005 г. [1].

В *Хорогской* подзоне зарегистрировано 181 землетрясение с суммарной энергией $\Sigma E = 5.08 \cdot 10^{12}$ Дж. Максимальное землетрясение, зарегистрированное 11 августа в 05^h40^m на глубине $h = 150$ км, по республиканским данным [13], и $h_{pp} = 190$ км по обменным волнам [16], имеет $K_p = 12.3$, оно ощущалось в Душанбе с $I = 2$ балла. Еще два толчка имеют $K_p = 11.5$ и равные глубины гипоцентров $h = 100$ км – 20 марта в 04^h33^m и 22 сентября в 22^h15^m.

В *Мургабской* подзоне отмечено всего 86 землетрясений, из них четыре толчка с $K_p = 12$, глубина очагов $h = 80$ –120 км – 20 января в 1936 с $K_p = 12.4$, 9 февраля в 05^h03^m с $K_p = 11.8$, 22 сентября в 15^h10^m с $K_p = 11.6$ и 15 декабря в 22^h58^m с $K_p = 11.6$. Одно из них ощущалось в Душанбе с $I = 2$ балла. Механизм очагов в 2006 г. впервые не определен во всей Памиро-Гиндукушской зоне.

В целом уровень сейсмичности, наблюдаемый в Таджикистане в 2006 г., низкий, особенно в Памиро-Гиндукушской зоне.

Л и т е р а т у р а

1. Улубиева Т.Р., Михайлова Р.С., Рислинг Л.И. Таджикистан // Землетрясения Северной Евразии, 2005 год. – Обнинск: ГС РАН, 2011. – С. 137–146.
2. Негматуллаев С.Х. Современная цифровая сеть сейсмического мониторинга Таджикистана. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
3. Улубиева Т.Р., Михайлова Р.С., Рислинг Л.И. Таджикистан // Землетрясения Северной Евразии в 2001 году. – Обнинск: ГС РАН, 2007. – С. 144–154.
4. Улубиева Т.Р., Михайлова Р.С., Рислинг Л.И. Таджикистан // Землетрясения Северной Евразии, 2002. – Обнинск: ГС РАН, 2008. – С. 153–167.
5. Улубиева Т.Р., Михайлова Р.С., Рислинг Л.И. Таджикистан // Землетрясения Северной Евразии, 2003 год. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 116–126.
6. Улубиева Т.Р., Михайлова Р.С., Рислинг Л.И. Таджикистан // Землетрясения Северной Евразии, 2004 год. – Обнинск: ГС РАН, 2010. – С. 118–129.
7. Кулагин В.К. Строение земной коры Вахшского района Таджикской ССР по сейсмическим данным. Канд. дис. – Иркутск: Фонды Иркутского гос. ун-та, 1970. – 150 с.
8. Кулагина М.В., Шакиржанова Г.Н., Рябовалова О.Т. Результаты опробования годографов для определения координат гипоцентров мелкофокусных землетрясений Таджикистана // Землетрясения Средней Азии и Казахстана в 1984 году. – Душанбе: Дониш, 1988. – С. 99–133.
9. Введенская Н.А. О точности определения очага землетрясений методом засечек // Труды ГЕОФИ АН СССР, №30(157). – М.: АН СССР, 1955. – С. 127–136.
10. Мирзоев К.М., Баринова А.Я., Голубятников В.Л., Шакиржанова Г.Н., Михайлова Р.С., Джанузакоев К.Д., Садиков Ф.С., Михайлова Н.Н. Сейсмическая обстановка в Средней Азии и Казахстане в 1979 г. // Землетрясения Средней Азии и Казахстана в 1979 году. – Душанбе: Дониш, 1981. – С. 7–37.
11. Улубиева Т.Р. (отв. сост.), Рислинг Л.И., Шараускас Л.М., Малюта Н.Б., Давлятова Р., Улубиев А.Н., Шараускас Н.В. Каталог (оригинал) землетрясений Таджикистана за 2006 г. – Обнинск: Фонды ГС РАН, 04.10.2011 г. – 25 с.
12. Джанузакоев К.Д. (отв. сост. по региону), Соколова Н.П. (Кыргызстан), Калмыкова Н.А. (Казахстан), Гиязова Ш.Ш. (Узбекистан), Шукурова Ы.Р., Сопиева К., Умурзакова Р.А., Проскурина Л.П., Ульянина И.А., Гайшук Л.Н., Тулегенова М.К., Абдыкадыров А.А. Каталог землетрясений Центральной Азии за 2006 г. ($N = 538$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
13. Улубиева Т.Р. (отв. сост.), Рислинг Л.И., Шараускас Л.М., Малюта Н.Б., Давлятова Р., Михайлова Р.С., Улубиев А.Н., Шараускас Н.В. Каталог землетрясений Таджикистана за 2006 г. ($N = 2265$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
14. Михайлова Р.С., Рогожин Е.А., Овсяченко А.Н. Пакистанское землетрясение 8 октября 2005 г. с $M_w = 7.6$, $I_0 = 9$ –10 (южнее Таджикистана) // Землетрясения Северной Евразии, 2005 год. – Обнинск: ГС РАН, 2011. – С. 388–403.
15. Михайлова Р.С. Афтершоки ($N = 196$) Пакистанского землетрясения 8 октября 2005 г. с $M_w = 7.6$, $K_p = 17.7$, $I_0 = 9$ –10 (южнее Таджикистана) за 2006 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).

16. **Bulletin of the International Seismological Centre for 2006.** – Berkshire: ISC, 2008. – [Электронный ресурс]. – <http://www.isc.ac.uk/search/index.html/2006>.
17. **Джураев Р.У.** Кумсангирское землетрясение 29 июля 2006 г. с $K_p=13.4$, $M_w=5.4$, $I_0=6-7$ (Таджикистан). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
18. **Джураев Р.У.** Душанбинское землетрясение 18 августа 2006 г. с $K_p=11.7$, $M=4.3$, $I_0=6-7$ (Таджикистан). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
19. **Михайлова Р.С. (сост.).** Каталог механизмов очагов землетрясений Таджикистана за 2006 г. ($N=10$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
20. **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.
21. **Джураев Р.У.** Схема изосейст Нижне-Пянджского землетрясения 13 октября 1979 г. // Землетрясения в СССР в 1979 году. – М.: Наука, 1982. – С. 43–44.
22. **Джураев Р.У., Улубиева Т.Р.** Кабодиёнское землетрясение 18 апреля 1991 г., его форшоки и афтершоки // Землетрясения в СССР в 1991 году. – М.: Наука, 1997. – С. 35.
23. **Улубиева Т.Р., Джураев Р.У.** Основные параметры форшоков ($N=4$) и афтершоков ($N=41$) Кумсангирского землетрясения 29 июля 2006 г. с $K_p=13.4$, $M_w=5.4$. (См. Приложение к наст. сб. на CD).