

## ТАДЖИКИСТАН

Т.Р. Улубиева<sup>1</sup>, Р.С. Михайлова<sup>2</sup>, Л.И. Рислинг<sup>1</sup><sup>1</sup>Институт сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН Республики Таджикистан,  
г. Душанбе, [anton\\_ulubiev@mail.ru](mailto:anton_ulubiev@mail.ru)<sup>2</sup>Геофизическая служба РАН, г. Обнинск, [raisa@gstras.ru](mailto:raisa@gstras.ru)

Всего для определения основных параметров землетрясений Таджикистана в начале 2002 г. использовались сейсмограммы 16 сейсмических станций: «Душанбе», «Джерино», «Гиссар», «Аккуйли», «Богизагон», «Игрон», «Рогун», «Нурек», «Султанабад», «Шаартуз», «Кангурт», «Гезан», «Ленинабад», «Офтобруй», «Ура-Тюбе» и «Хорог» (табл. 1) вместо 18 в 2001 г. [1]. Из них стабильно без пропусков в течение года работали только две: «Душанбе» и «Джерино». «Нурек» имеет 7 дней пропусков в регистрации землетрясений в октябре (23–27 и 30–31). Нет сейсмограмм станции «Гиссар» 22–24 мая; 3–7 ноября и с 30 ноября по 14 декабря. С сейсмической станции «Аккуйли» не было материалов наблюдений за 1–16 января; 27–28 февраля и 9–11 марта. С 21 мая было принято решение о закрытии этой станции, так как в 10 км от этой станции расположена станция «Гиссар» и они практически дублировали друг друга. С 21 июня станция «Султанабад» с увеличением  $V_{\max}=2000$  была закрыта из-за получения мизерной информации, так что к концу 2002 г. осталось 14 станций. Крайне нестабильно в течение года работала станция «Богизагон»: отсутствуют материалы наблюдений за 6–11 января, 1–5 июня, с 20 июля по 3 августа, 20–31 августа, 12–15 октября, 5–10 ноября, с 27 ноября по 10 декабря и 29–31 декабря. Нет сейсмограмм станции «Шаартуз» с 6 по 15 мая, с 4 июня по 2 августа и с 25 августа по 25 ноября. С 28 апреля после ремонта начала функционировать станция «Рогун». Но регистрация землетрясений здесь велась нерегулярно, с пропусками: отсутствуют сейсмограммы за 14–15 мая; 21–22 мая; 1 июня; 4–5 июня, 13 и 16 июня; с 25 июня по 26 июля; с 1–5 августа и с 15 августа до конца года материалы наблюдений в группу обработки не поступили. Нет сейсмограмм с сейсмической станции «Игрон» за 26–31 мая, с 8 июня по 5 сентября и с 16 сентября по 31 декабря. Станция «Офтобруй» не работала с 23 января по 5 февраля, 14–15 февраля; 11–22 марта, 29–30 марта и с 26 июня по 21 сентября, а «Ленинабад» – с 25 мая по 12 сентября и с 26 ноября по 31 декабря. Почти 7.5 месяцев, с 21 января по 9 сентября, а также 21–23, 25–27 октября и 5–6 декабря не регистрировала землетрясения сейсмическая станция «Ура-Тюбе». У сейсмической станции «Гезан» имеются пропуски в регистрации землетрясений за 4–25 февраля, 6–31 марта, с 28 июля по 11 сентября и с 24 октября по 2 ноября. Станция «Кангурт» вела регистрацию землетрясений только 10 дней в январе (11–20) и 11 дней в марте (21–31). Сейсмограммы с сейсмической станции «Хорог» имеются только за 5–11 марта и несколько отдельных сейсмограмм за апрель, на которых отсутствует первичная обработка. В итоге перерывы в регистрации на 12-ти станциях составили: «Нурек» – 7 дней, «Гиссар» – 23 дня, «Богизагон» – 68 дней, «Гезан» – 73 дня, «Офтобруй» – 118 дней, «Шаартуз» – 131 день, «Рогун» – 143 дня, «Ленинабад» – 147 дней, «Игрон» – 203 дня «Ура-Тюбе» – 239 дней, «Кангурт» – 344 дня, «Хорог» – 355 дней, что вызвало огромные трудности в определении параметров землетрясений.

На сейсмических станциях «Хорог», «Богизагон», «Шаартуз» и «Рогун» плохая служба времени (частое отсутствие сигналов точного времени). Из-за этого материалы наблюдений с этих станций использовались не в полной мере, и вследствие этого привязка этих станций велась по фиктивной волне  $S-P$ .

Границы исследуемой территории и четырех сейсмоактивных зон Таджикистана, по сравнению с [1], не изменились. Методика обработки землетрясений осталась прежней [2–5]. Оценка точности определения координат эпицентров проводилась в соответствии с [6, 7]. Следует отметить, что ввиду большого объема работ при ручной до сих пор обработке землетрясений Таджикистана было принято решение об интерпретации в основном толчков с  $K_p \geq 10$ , что, естественно, привело к уменьшению числа обработанных толчков 9-го класса по всем зонам.

Таблица 1. Сейсмические станции Таджикистана, работавшие в 2002 г., и их параметры

№	Станция		Дата		Координаты			Аппаратура				
	Название	Код	открытия	закрытия	φ°, N	λ°, E	h, м	Тип прибора	Комп-нента	V <sub>max</sub>	ΔT <sub>max</sub> , с	
		межд.										рег.
1	Душанбе	DSH	Дшн	03.04.1940		38.567	68.767	815	СКМ СКМ КПЧ СК СК КПЧ	N, E, Z N, E, Z Z Z	10000 400 1500 200	1.0–1.6 1.0–1.6 0.4–10 0.3–9.6
2	Обигарм	OBG	Обг	1945 02.10.1993 01.01.1999	02.08.1994	38.717	69.717	1500	СКМ-3	N, E, Z	15000	0.02–1.3
3	Хорог	KHO	Хрг	04.01.1951 01.01.2001	31.07.1994	37.483	71.567	2400	СК	N, E, Z	1000	0.4–12
4	Гиссар	GIS	Гис	03.05.1955		38.467	68.550	770	СКМ-3	N, E, Z	10000	0.02–1.3
5	Нурек (Лангар)	LNA	Лнг	21.02.1964 01.06.1997	21.01.1996	38.400	69.350	760	СКМ-3	N, E, Z	10000	0.02–1.3
6	Джерино	DZE	Джр	07.06.1964		38.800	68.833	1200	СКМ-3	N, E, Z	20000	0.02–1.2
7	Богизагон	BGG	Бгз	25.11.1964		38.483	69.817	1210	СКМ-3	N, E, Z	20000	0.02–1.3
8	Шааргуз	SHT	Шрг	24.09.1966		37.533	68.117	440	СКМ-3	N, E, Z	30000	0.02–1.1
9	Аккуйли	AKL	Акл	12.06.1968	21.05.2002	38.450	68.617	710	СМ-3	N, E, Z	15000	0.02–1.1
10	Ура-Тюбе	URT	Урт	30.08.1970 01.10.1995	01.08.1995	39.850	69.00	1240	СКМ-3	N, E, Z	20000	0.02–1.2
11	Рогун	RGN	Ргн	11.10.1966 02.01.1974 01.08.1985	21.04.1968 31.07.1985	38.717 38.683	69.783 69.717	1000 1730	СМ-3	N, E, Z	5000	0.02–0.8
12	Игрон	IGR	Игр	01.01.1975 26.09.1995	01.08.1995	38.217	69.333	1200	СКМ-3	N, E, Z	20000	0.02–1.0
14	Кангурт	KNG	Кнг	28.04.1976 16.09.1997 01.01.1998	30.04.1995 15.10.1997	38.250	69.517	520	СКМ-3	N, E, Z	20000	0.02–1.2
15	Гезан	GZN	Гзн	01.12.1980		39.267	67.700	1560	СКМ-3	N, E, Z	30000	0.02–1.2
16	Ленинабад	LNB	Лнб	09.02.1983 08.01.1997	01.09.1996	40.283	69.617	350	СМ-3	N, E, Z	1000	0.02–1.0
17	Офтобруй	OHT	Офт	14.07.1983 01.08.1995	21.01.1995	40.167	70.667	840	СКМ-3	N, E, Z	15000	0.04–1.3
18	Султанабад	SLT	Слт	14.01.1984	21.06.2002	38.433	68.917	1150	СМ-3	N, E, Z	2000	0.2–0.9

Все сейсмические станции и их коды изображены на рис. 1.

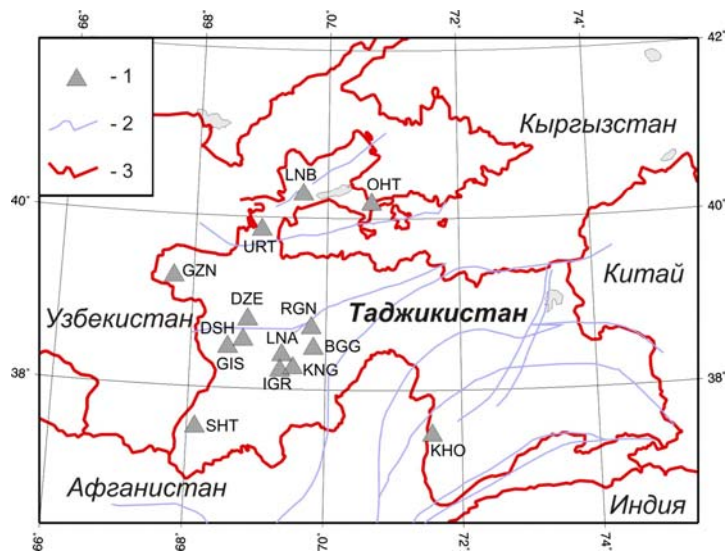


Рис. 1. Сеть сейсмических станций Таджикистана в 2001 г.

1 – сейсмическая станция; 2 – глубинный разлом; 3 – государственная граница.

В результате сводной обработки составлен каталог землетрясений Таджикистана и прилегающих к нему районов Узбекистана, Кыргызстана, Афганистана и Китая [8]. По данным этого каталога на изучаемой территории всего локализовано 1859 землетрясений с  $K_p=8.6-16.4$ , из них 1011 – глубокофокусных землетрясений Памиро-Гиндукуша и 848 – мелкофокусных. Их распределение по суткам изображено на рис. 2, 3, а общее распределение по глубинам гипоцентров – на рис. 4.

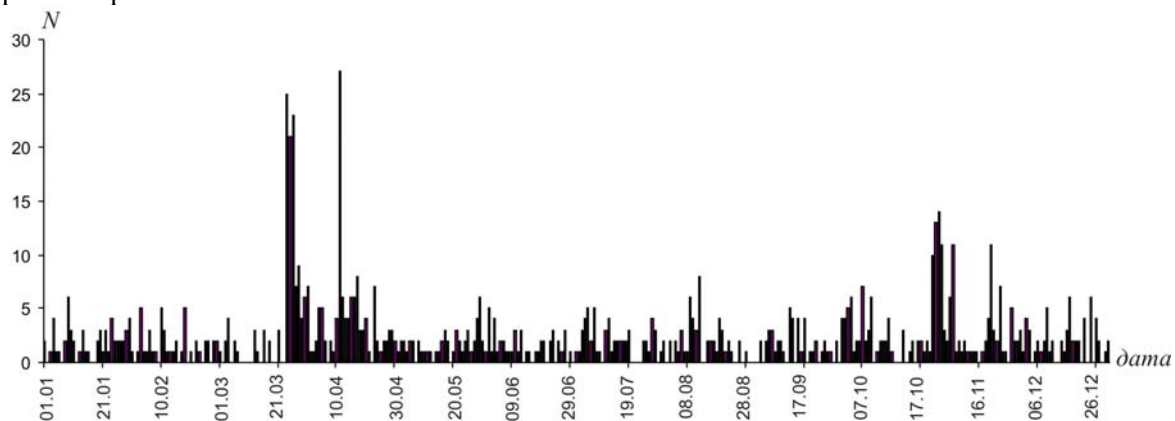


Рис. 2. Суточные числа коровых землетрясений с  $h=0-69$  км Таджикистана по [8]

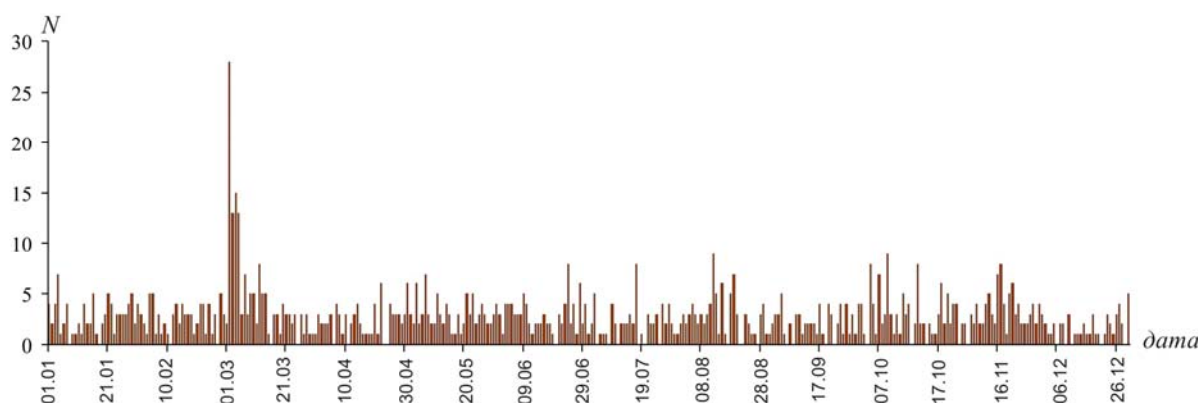


Рис. 3. Суточные числа глубоких землетрясений с  $h=70-250$  км Таджикистана по [8]

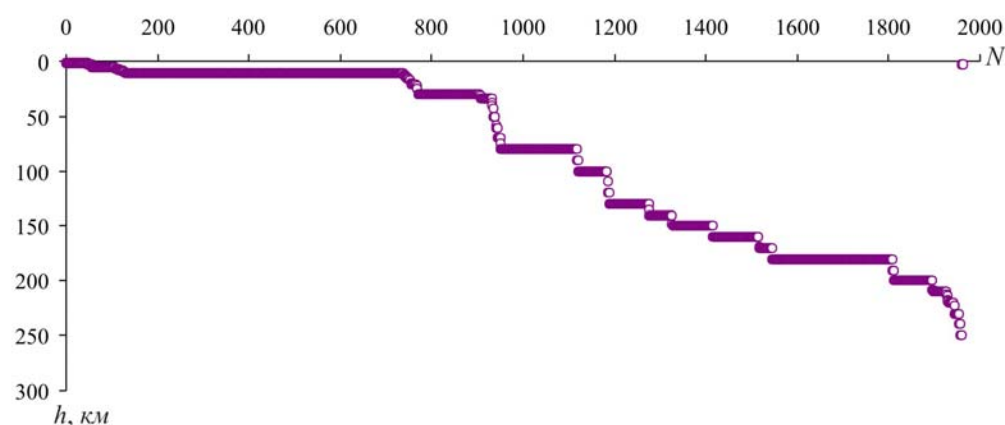


Рис. 4. Накопленные числа землетрясений Таджикистана с увеличением глубины их гипоцентров

Учитывая описанные выше трудности в работе сети сейсмических станций Таджикистана, в исходный каталог [8] *ред.* были добавлены некоторые коровые землетрясения из [9–12], локализованные на территории Таджикистана и вблизи его границ. В результате число землетрясений увеличилось и составило  $N_{\Sigma}=1920$  [13]. Кроме того, как и ранее [1], каталог дополнен

значениями магнитуд ( $M_w$ ,  $M_S$ ,  $M_s$ ,  $MPSP$ ,  $m_b$ ) из бюллетеней [10, 14]. Карта эпицентров всех землетрясений изображена на рис. 5.

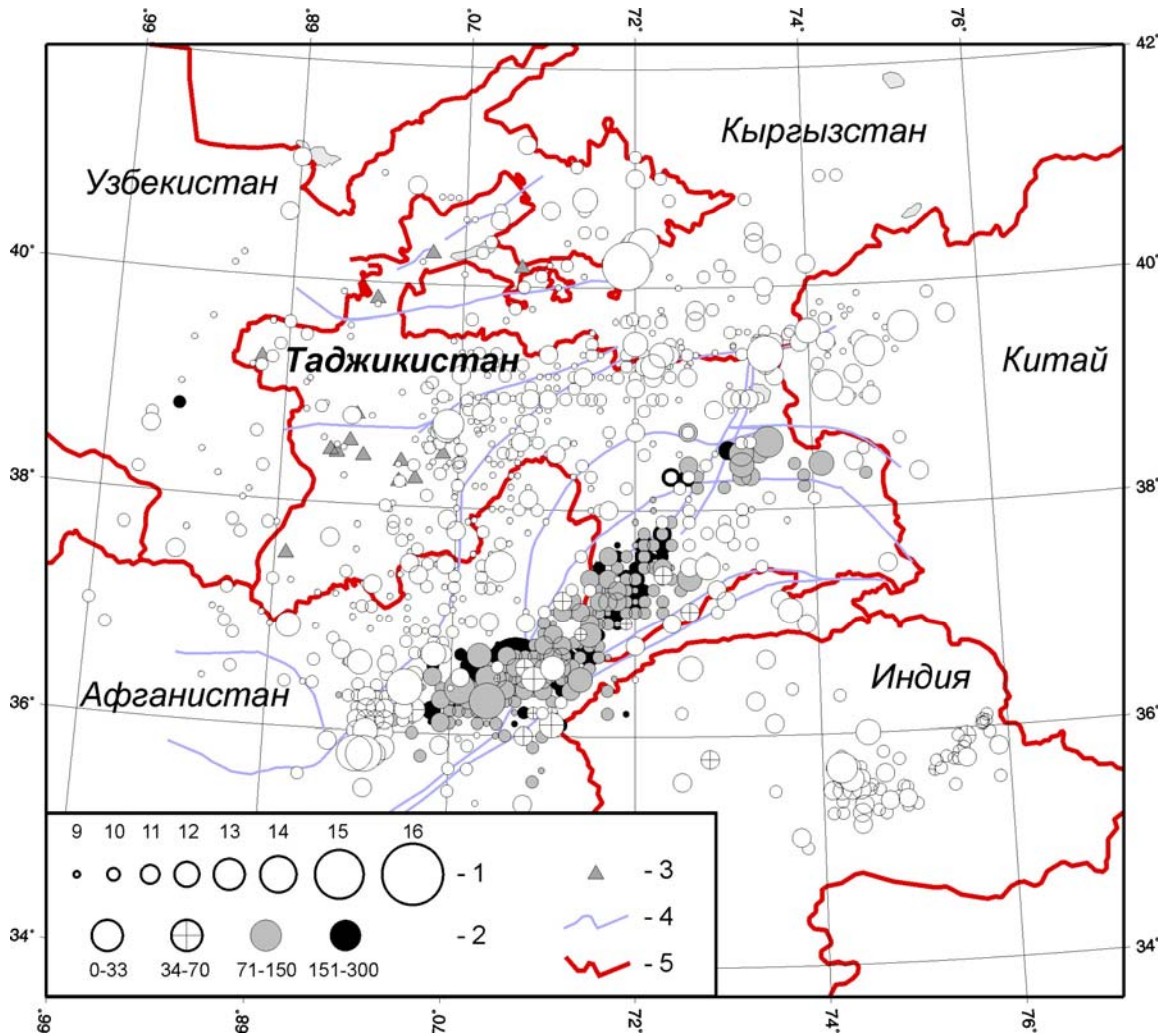


Рис. 5. Карта эпицентров землетрясений Таджикистана за 2002 г.

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

Распределение чисел землетрясений разных классов и суммарной энергии по крупным сейсмоактивным зонам дано в табл. 2.

Таблица 2. Распределение числа землетрясений по энергетическим классам  $K_p$  и суммарная сейсмическая энергия  $\Sigma E$  по зонам I–IV

№	Зона	$K_p$									$N_\Sigma$	$\Sigma E$ , Дж
		9	10	11	12	13	14	15	16			
I	Юго-Западный Тянь-Шань	8	17	7	2	1	–	–	–	35	$0.0087 \cdot 10^{15}$	
II	Южный Тянь-Шань	135	82	21	2	1	–	–	–	241	$0.0143 \cdot 10^{15}$	
III	Памиро-Гиндукуш (коровые)	183	292	131	25	6	4	–	–	641	$0.5424 \cdot 10^{15}$	
IV	Памиро-Гиндукуш (глубокие)	244	600	132	21	4	1	–	1	1003	$25.4070 \cdot 10^{15}$	
	Всего	570	991	291	50	12	5	–	1	1920	$25.9724 \cdot 10^{15}$	

Графики повторяемости  $N(K_p)$  коровых и глубоких землетрясений (рис. 6 а, б) свидетельствуют прежде всего о невосполнимой потере в 2002 г. большей части землетрясений 9-го класса, на которых хорошо виден левый загиб графиков.

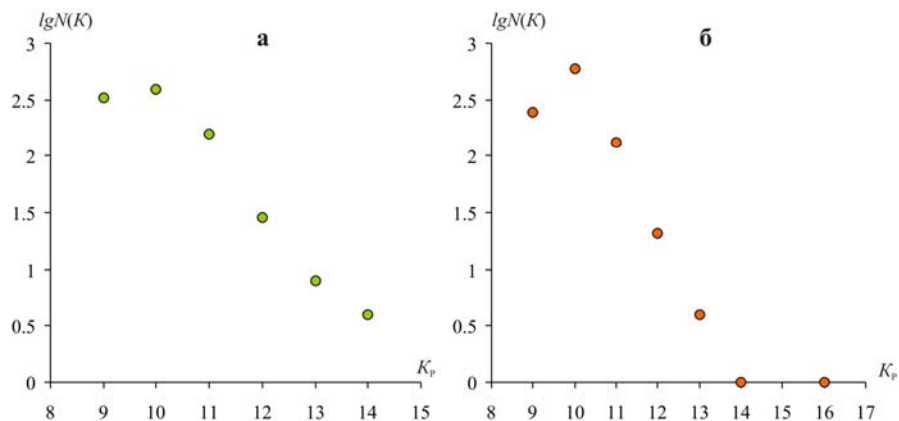


Рис. 6. Графики повторяемости коровых (а) и глубоких (б) землетрясений Таджикистана за 2002 г.

Расчет параметров этих графиков за 2002 г. по методу ортогональной регрессии дал следующие параметры:

$$\lg N = 7.91(\pm 0.49) - 0.53(\pm 0.05) K_p \text{ при } h < 70 \text{ км}, \quad (1)$$

$$\lg N = 9.85(\pm 0.22) - 0.71(\pm 0.02) K_p \text{ при } h \geq 70 \text{ км}. \quad (2)$$

Наклон  $\gamma$  графика повторяемости глубоких землетрясений, равный  $\gamma = -0.71$ , чрезмерно большой и свидетельствует о возникновении в 2002 г. непропорционального числа многих слабых глубоких землетрясений.

Сравнение сведений о числах коровых (табл. 3а) и глубоких (табл. 3б) землетрясений разных классов за 1993–2002 гг. показывает, что в 2002 г. сейсмическая активность Таджикистана, как по числу землетрясений, так и по суммарной сейсмической энергии, для коровых землетрясений в целом несколько выше средних значений за предыдущие девять лет и существенно выше – для глубоких. Такого уровня ( $\Sigma E = 25.4 \cdot 10^{15}$  Дж) высвобожденной энергии в очагах глубоких землетрясений за указанный период времени не наблюдалось. Сравнение чисел землетрясений, начиная с 9-го класса, как это было ранее, в 2002 г. неправомерно, т.к. выше указано, что из-за большого объема информации в группе обработки рассматривались в основном землетрясения с 10-го класса и выше. В самом деле при  $N_{K=10} = 600$  должно быть  $N_{K=9} \sim 600 \cdot 2.5 = 1500$  событий с  $K_p = 9$  вместо локализованных 244 (табл. 2).

Таблица 3а. Числа коровых ( $h = 0-69$  км) землетрясений Таджикистана разных классов  $K_p$ , суммарная сейсмическая энергия  $\Sigma E$  и средние значения этих величин за 1993–2001 гг.

Год	$K_p$									$N_\Sigma$	$\Sigma E$ , Дж
	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
1993	–	426	111	45	13	5	–	–	–	600	$0.070 \cdot 10^{15}$
1994	–	286	110	54	17	5	–	–	–	472	$0.071 \cdot 10^{15}$
1995	–	320	107	33	15	5	–	–	–	480	$0.06 \cdot 10^{15}$
1996	–	178	116	53	9	2	1	–	–	359	$0.2795 \cdot 10^{15}$
1997	51	474	163	46	17	2	–	–	–	702*	$0.0444 \cdot 10^{15}$
1998	121	872	356	173	44	6	1	1	1	1454*	$11.1797 \cdot 10^{15}$
1999	31	349	192	71	24	7	–	–	–	643*	$0.0267 \cdot 10^{15}$
2000	–	449	169	51	13	3	1	–	–	686	$0.151 \cdot 10^{15}$
2001	–	392	148	58	16	4	1	–	–	619	$0.1129 \cdot 10^{15}$
Сумма		3746	1472	584	168	39	4	1	1	6015	$11.9952 \cdot 10^{15}$
Среднее за 9 лет		416.22	163.55	64.89	18.67	4.33	0.444	0.111	0.111	668.33	$1.333 \cdot 10^{15}$
2002		326	391	159	29	8	4	–	–	917	$0.5654 \cdot 10^{15}$

Примечание. Здесь и в табл. 3б знаком \* отмечены  $N_\Sigma$  без 8-го класса.



**Таблица 3б.** Числа глубоких ( $h=70-250$  км) землетрясений Таджикистана разных классов  $K_p$ , суммарная сейсмическая энергия  $\Sigma E$  и средние значения этих величин за 1993–2001 гг.

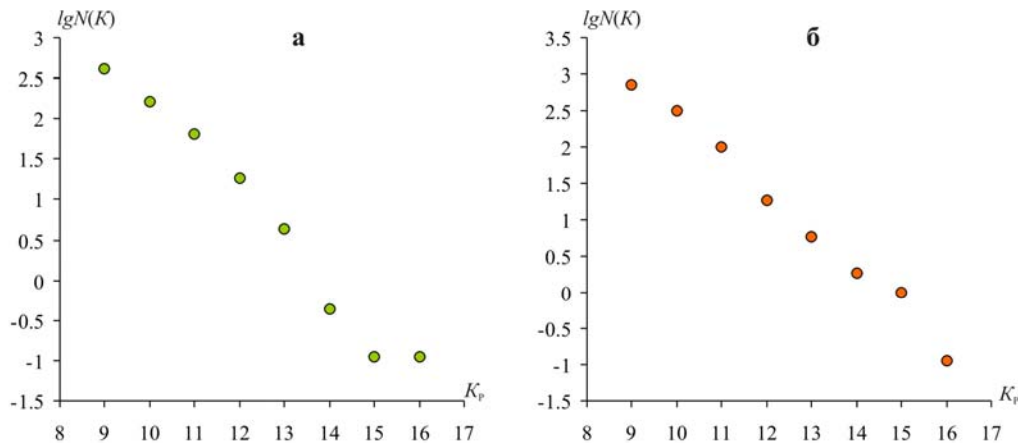
Год	$K_p$									$N_{\Sigma}$	$\Sigma E,$ <i>Джс</i>
	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
1993	–	1180	250	76	21	9	3	1	1	1541	$11.410 \cdot 10^{15}$
1994	–	723	244	74	17	9	2	1	–	1070	$1.310 \cdot 10^{15}$
1995	–	819	195	61	15	9	3	1	–	1103	$1.380 \cdot 10^{15}$
1996	–	236	238	73	19	3	2	–	–	571	$0.219 \cdot 10^{15}$
1997	67	967	458	140	12	9	–	2	–	1588*	$2.123 \cdot 10^{15}$
1998	8	816	383	152	28	3	3	1	–	1386*	$2.834 \cdot 10^{15}$
1999	10	644	332	110	19	3	1	1	–	1110*	$1.164 \cdot 10^{15}$
2000	–	659	358	112	11	2	2	1	–	1145	$1.246 \cdot 10^{15}$
2001		471	394	117	23	5	1	1	–	1012	$0.9237 \cdot 10^{15}$
Сумма		6515	2852	915	165	52	17	9	1	10526	$22.6097 \cdot 10^{15}$
Среднее за 9 лет		723.88	316.89	101.66	18.33	5.778	1.889	1.0	0.111	1169.56	$2.512 \cdot 10^{15}$
2002		244	600	132	21	4	1	–	1	1003	$25.4070 \cdot 10^{15}$

Уравнения графиков повторяемости землетрясений за 1993–2001 гг. (рис. 7а, б) имеют вид:

$$\lg N = 7.97(\pm 0.48) - 0.57(\pm 0.05) K_p \text{ при } h < 70 \text{ км,} \quad (3)$$

$$\lg N = 7.75(\pm 0.29) - 0.53(\pm 0.02) K_p \text{ при } h \geq 70 \text{ км,} \quad (4)$$

из которых видно, что за весь период  $\gamma$  глубоких землетрясений вполне обычно по величине и равно  $\gamma = -0.53$ . Это еще одно свидетельство существенных нарушений сейсмического режима сильными землетрясениями в 2002 г., такими, как произошедшее событие 3 марта с  $K_p=16.4$ ,  $h=180$  км.

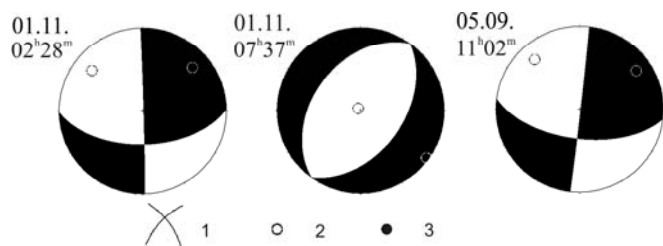


**Рис. 7а.** Графики повторяемости коровых (а) и глубоких (б) землетрясений Таджикистана за 1993–2001 гг.

Рассмотрим более детально сейсмичность каждой из четырех зон.

Сейсмическая активность территории зоны **Юго-Западного Тянь-Шаня (I)**, по сравнению с таковой в 2001 г., по числу землетрясений незначительно уменьшилась ( $N_{\Sigma}=35$  (табл. 2) вместо  $N_{\Sigma}=41$  [1]), но по высвобожденной энергии возросла в 2.3 раза ( $\Sigma E=0.0087 \cdot 10^{12}$  Джс вместо  $\Sigma E=0.0037 \cdot 10^{12}$  Джс). Основной вклад в эту энергию реализован одним землетрясением 13-го класса (1 ноября в  $02^h 28^m$  с  $K_p=12.8$  [13],  $M_w=5.0$  [10]) и двумя 12-го класса (7 октября в  $13^h 10^m$  с  $K_p=11.8$  и 1 ноября в  $07^h 37^m$  с  $K_p=11.7$  [13]). Для первого из них имеется решение механизма очага [15], согласно которому это землетрясение возникло под действием близких по величине как растягивающих, так и сжимающих напряжений ( $PL_{\Gamma}=22^\circ$ ,  $PL_p=23^\circ$ ). Ось сжатия направлена

на северо-запад ( $AZM=309^\circ$ ), ось растяжения – на северо-восток ( $AZM=49^\circ$ ). Движение в очаге по обеим плоскостям представлено сдвигами (рис. 8): по  $NP1$  широтного ( $STK=89^\circ$ ) простирания – левосторонним сдвигом с вертикальной компонентой, по плоскости  $NP2$  меридионального ( $STK=358^\circ$ ) простирания – правосторонним сдвигом.



**Рис. 8.** Стереогаммы механизмов очагов землетрясений 1 ноября в  $02^h28^m$  с  $K_p=12.8$  и в  $07^h37^m$  с  $K_p=11.7$ , 5 сентября в  $11^h02^m$  с  $K_p=14.6$  за 2002 г.

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

Следует отметить, что в непосредственной близости от этой **зоны I** на приграничной территории Узбекистана и Кыргызстана 5 сентября в  $11^h02^m$  произошло сильное ( $K_p=14.6$ ,  $\varphi=40.2^\circ N$ ,  $\lambda=71.9^\circ E$ ) землетрясение, которое проявилось в г. Душанбе с интенсивностью до 3.5 баллов [8]. Это землетрясение также возникло под действием очень близких по величине напряжений сжатия и растяжения ( $PL_T=21^\circ$ ,  $PL_P=20^\circ$ ). При этом ось сжатия направлена на северо-запад ( $AZM=318^\circ$ ), ось растяжения – на северо-восток ( $AZM=56^\circ$ ). Подвижка в очаге – типа сдвиг по обеим плоскостям: правосторонний по  $NP1$  близширотного ( $STK=97^\circ$ ) простирания и левосторонний с вертикальной компонентой по  $NP2$  близмеридионального ( $STK=7^\circ$ ) простирания [15].

Особо отметим в зоне I полосу эпицентров близмеридионального простирания из семи событий, произошедших в разное время: 19 марта в  $09^h06^m$  с  $K_p=9.6$ , 4 апреля в  $23^h06^m$  с  $K_p=9.7$ , 29 апреля в  $16^h29^m$  с  $K_p=9.6$ , 29 мая в  $14^h29^m$  с  $K_p=8.8$ , 2 июня в  $00^h46^m$  с  $K_p=8.3$ , 18 сентября в  $21^h03^m$  с  $K_p=11.0$  и 8 ноября в  $19^h27^m$  с  $K_p=9.5$  [13].

В **зоне Южного Тянь-Шаня (II)** продолжалась сейсмическая активность в эпицентральной области Камашинских землетрясений [16, 17]. Здесь в 2002 г. зарегистрировано ряд землетрясений (рис. 5) с  $K_p \leq 10.9$  (5 марта в  $16^h29^m$  с  $K_p=9.7$ , 31 марта в  $16^h51^m$  с  $K_p=10.4$ , 18 мая в  $20^h19^m$  с  $K_p=8.9$ , 31 мая в  $14^h40^m$  с  $K_p=9.3$ , 31 мая в  $16^h51^m$  с  $K_p=10.4$ , 4 июня в  $23^h37^m$  с  $K_p=9.1$ , 7 июня в  $23^h21^m$  с  $K_p=10.5$ , 10 августа в  $01^h05^m$  с  $K_p=9.6$ , 21 августа в  $22^h59^m$  с  $K_p=10.9$ , 22 августа в  $20^h15^m$  с  $K_p=9.3$  и 8 октября в  $02^h08^m$  с  $K_p=8.7$  [13]).

Наиболее точные сведения в зоне II получены, как всегда [1], для территории детальных сейсмических наблюдений в пределах координат  $\varphi=37^\circ50'–39^\circ20' N$ ,  $\lambda=68^\circ00'–70^\circ15' E$ , называемой Душанбино-Вахшским районом, где локализовано 727 землетрясений с  $K_p=4–13$ . Их распределение по энергетическим классам дано в табл. 4 в сопоставлении с таковым за 2001 г.

**Таблица 4.** Распределение числа землетрясений Душанбино-Вахшского района по энергетическим классам за 2001–2002 гг.

Год	$K_p$										$N(K_p \geq 4)$	$N(K_p \geq 7)$
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
2001	–	–	10	71	85	44	21	2	–	–	233	223
2002	20	78	169	192	165	62	25	3	2	1	727	450

Значительным событием в Душанбино-Вахшском районе стало землетрясение с  $K_p=13.0$ , которое возникло 9 января в  $06^h45^m$  примерно в 14 км к северо-востоку от г. Рогуна, где строится Рогунская ГЭС, и имело заметный макросейсмический эффект в эпицентре с  $I_0=6–7$  баллов. По инструментальным данным координаты очага этого землетрясения соответствуют  $38^\circ45.0' N$  и  $69^\circ52.5' E$ , глубина очага – 5 км [13].

Из-за отсутствия записей данных сейсмической станции «Рогун» непосредственно в эпицентральной области трудно было определить глубину залегания и местоположение очага. В основном приходилось опираться на инструментальные данные станции «Богизагон» на расстоянии 28 км от эпицентра и то только по афтершокам, т.к. запись основного толчка на сейс-

мограмме нечитаема из-за отсутствия перекала в течение 13 с от момента вступления  $P$ -волны. Значение  $t_S - t_P$  на этой станции для последующих толчков составляло 3–4 с. На рис. 9 представлены записи землетрясения на сейсмограммах станций «Нурек», «Игрон», «Султанабад» и «Джерино». В целом характер волновой картины продольных и поперечных волн не типичный для местных землетрясений, так как запись низкочастотная от  $f=0.5$  до 1 Гц. На эпицентральных расстояниях более 85 км момент вступления поперечной волны трудно поддается определению из-за наложения хвостовой части волны  $P$  на колебания волны  $S$ . Землетрясение получило название Талхак-Чашминского, оно обследовано и описано в отдельной статье [18] наст. сб.

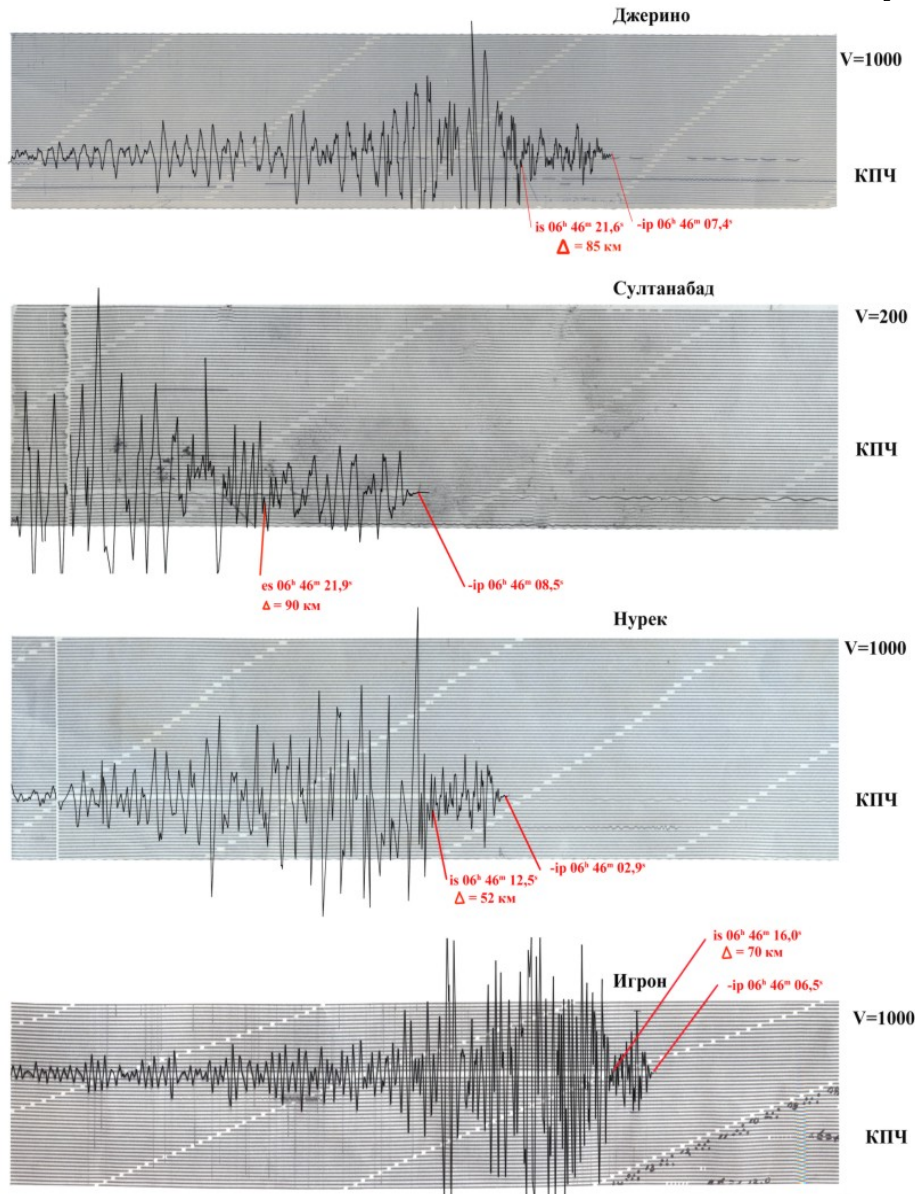


Рис. 9. Записи землетрясения 9 января 2002 г. на четырех сейсмических станциях Таджикистана

Это землетрясение предварялось сравнительно кратковременным роем, который возник 6 января в 22 км к юго-востоку от основного толчка и продолжался почти сутки (16 часов). За это время произошло 30 толчков с  $K_p=5-8$ . Одновременно с роем 6 января зафиксировано семь слабых форшоков с  $K_p=4-6$  вблизи эпицентра Талхак-Чашминского землетрясения и еще один слабый форшок с  $K_p=6$  за 1<sup>h</sup>25<sup>m</sup> до главного события.

После землетрясения имела место серия последующих толчков, наибольшее число которых приходится на январь и февраль (рис. 10). Два самых сильных ( $K_p \geq 12$ ) афтершока произошли 3 февраля в 20<sup>h</sup>59<sup>m</sup> и 11-го в 17<sup>h</sup>13<sup>m</sup>.



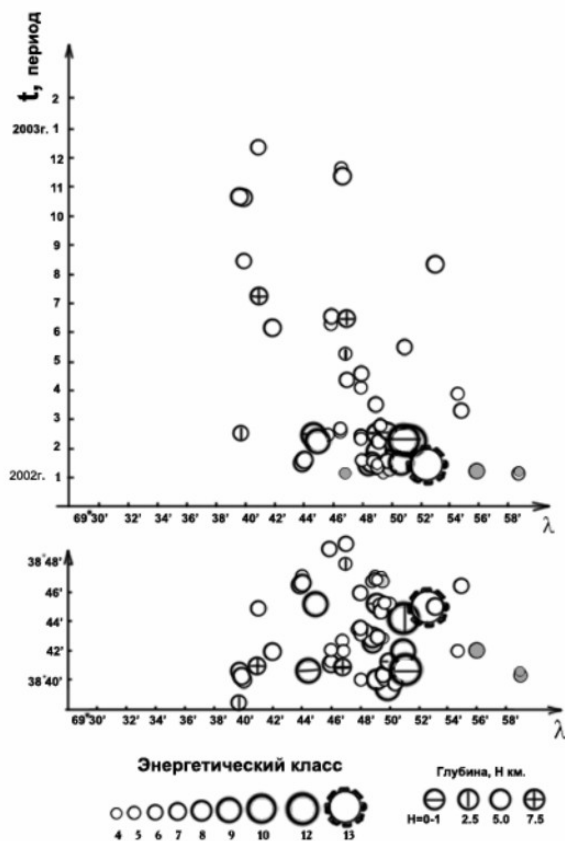


Рис. 10. Распределение афтершоков землетрясения 9 января 2002 г.

Всего выявлено 54 афтершока, их распределение по энергетическим классам дано в табл. 5.

Таблица 5. Число афтершоков разных классов после землетрясения 9 января 2002 г.

$K_p$	5	6	7	8	9	10	11	12	$N_{\Sigma}$
$N(K)$	4	19	11	10	4	4	–	2	54

Таким образом, особенности сейсмического режима в афтершоковой области и ближайшей окрестности свидетельствуют о том, что в развитии и расхождении афтершоковой активности определяющим было направление с юго-запада на северо-восток. Интересно, что, согласно [15], в этом же направлении простираются обе нодальные плоскости разрыва  $NP1$  и  $NP2$ , т.к. их азимуты составляют  $223^\circ$  и  $52^\circ$  соответственно. Подавляющее число гипоцентров афтершоков расположено на глубине  $h=5$  км, в то время как на глубинах 0–1 км, 2.5 км и 7.5 км число их незначительно. Высвобождение накопленной потенциальной энергии упругой деформации происходило малыми актами, и поэтому афтершоковая деятельность затянулась почти на год.

Отметим также землетрясение с  $K_p=10.7$ , зарегистрированное 26 мая в  $02^h14^m$  в 13 км севернее Душанбе. Оно проявилось на поверхности земли с интенсивностью  $I=3$  балла. Очаг имел поверхностную глубину  $h=5$  км. В эпицентральной зоне этого землетрясения 23 и 24 мая отмечены 3 форшока с  $K_p=6$ . Землетрясение сопровождалось небольшой ( $N=13$ ) серией повторных толчков с  $K_p=5-8$ .

**В Памиро-Гиндукушской зоне коровых землетрясений (III)** наблюдалось увеличение числа толчков с  $K_p \geq 12$ . Все сильные коровые землетрясения в 2002 г. произошли в западных отрогах Гиндукуша, вне границ Таджикистана. Здесь в юго-западном направлении возникло три сильных ощутимых землетрясения с  $K_p=14$  (25, 27 марта и 12 апреля) с глубиной очага 10 км. Эти события произошли в населенной местности, были разрушительными и имели трагические последствия на территории Афганистана [20]. На территории Таджикистана макро-сейсмический эффект этих землетрясений проявился с интенсивностью 4 балла. Оба землетря-

сения, 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 (12 апреля) располагался примерно в 80 км к северо-востоку от мартовских очагов. По результатам обработки инструментальные данные его эпицентра следующие: 36.4°N и 69.5°E, а координаты основных событий в марте почти совпадают и соответствуют 35.8°N и 69.0°–69.1°E.

Из-за отсутствия сейсмических станций непосредственно в районе землетрясения (на расстоянии до эпицентра меньше 100 км), точность определения эпицентров толчков по широте и долготе ±15 км, точность определения глубины очагов ±5 км. Следует особо отметить, что интерпретация сейсмограмм осложнялась сильным сейсмическим фоном, особенно в первые сутки, и работа по выделению афтершоков была крайне трудоемкой. При рассмотрении обстановки в эпицентральных зонах основных событий выбраны территории в пределах:

– для 25, 27 марта – φ=35.8–36.2°N и λ=69.0–69.3°E;

– для 12 апреля – φ=35.8–36.5°N и λ=69.0–69.6°E.

В очаговой зоне коровых Гиндукушских землетрясений в пределах указанных территорий в прошлом, начиная с 1955 г. [19], зарегистрировано около 30 сильных землетрясений (табл. 6).

**Таблица 6.** Список землетрясений с  $K_p \geq 11.6$ , произошедших в прошлом в эпицентральной зоне землетрясений 25, 27 марта и 12 апреля

№	Дата, д мес год	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	$K_p$	$M$	№	Дата, д мес год	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	$K_p$	$M$
			φ°, N	λ°, E							φ°, N	λ°, E			
1	26.03.1955	20 48 31	36.2	69.2		11.6		15	27.06.1972	15 59 31	36.3	69.4	12.8	4.8	
2	07.07.1956	23 50 51	36.3	69.2		11.9		16	03.10.1976	02 44 12	36.2	69.3	12.7	5.3	
3	08.05.1960	13 44 50	36.2	69.2		11.8	4.2	17	20.11.1976	04 19 33	36.5	69.0	12.0	4.6	
4	21.04.1961	01 07 50	36.3	69.4		12.1		18	22.03.1980	19 33 07	36.5	69.3	12.7		
5	01.04.1963	09 23 00	36.4	69.6		12.8	5.3	19	14.04.1980	10 17 55	36.4	69.4	13.9	5.6	
6	03.12.1965	21 17 37	36.5	69.2		13.0	5.3	20	11.11.1982	15 38 59	36.1	69.1	12.5	5.0	
7	06.12.1966	02 30 54	36.4	69.4		12.5		21	01.12.1982	07 22 59	36.3	69.3	12.3	4.9	
8	21.09.1969	19 09 49	36.1	69.1		12.2	4.7	22	22.04.1984	02 45 49	36.3	69.1	13.1	5.2	
9	16.06.1972	18 57 45	35.9	69.3		13.2	5.0	23	02.05.1984	09 03 23	36.3	69.1	11.7		
10	24.06.1972	15 29 17	36.2	69.4		15.5	6.3	24	09.01.1994	21 55 49	36.2	69.4	5	11.7	
11	24.06.1972	21 17 55	36.3	69.4		12.0		25	10.02.1995	07 49 15	36.1	69.0	30	11.8	
12	24.06.1972	23 00 19	36.3	69.4		12.0		26	08.03.1999	12 02 30	36.4	69.1	з/к	12.0 4.4	
13	25.06.1972	07 55 42	36.3	69.4		12.9	4.7	27	12.05.2000	23 10 35	36.4	69.3	10	13.7 5.4	
14	26.06.1972	00 47 28	36.3	69.5		11.9		28	02.01.2001	16 22 35	36.4	69.0	10	11.9	

Из табл. 6 видно, что приведенные в ней землетрясения имеют пространственное совпадение гипоцентров, что указывает на соответствие сеймотектонических процессов в этой Гиндукушской зоне.

Наибольшее число повторных сейсмических толчков локализовано в первые сутки. Наиболее сильные семь афтершоков с  $K_p=12$  относятся к землетрясению 25 марта. Три из них следовали один за другим с временными интервалами 14<sup>h</sup>, 10<sup>h</sup> и 26<sup>h</sup> (табл. 7). Эпицентр основного толчка расположен на юго-западе афтершоковой зоны. Расхождение процесса афтершоков происходило в направлении на северо-восток.

**Таблица 7.** Список сильных ( $K_p \geq 12$ ) афтершоков землетрясения 25 марта 2002 г.

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	$K_p$	№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	$K_p$
			φ°, N	λ°, E						φ°, N	λ°, E		
Основной толчок													
	<b>30.05</b>	<b>18 14 20</b>	<b>39.4</b>	<b>73.5</b>	<b>30</b>	<b>13.9</b>							
Афтершоки													
1	25.03	15 10 37	35.8	69.0	10	12.2	3	25.03	15 46 01	36.0	69.1	10	12.5
2	25.03	15 20 00	35.8	69.0	10	12.1	4	25.03	17 49 37	36.0	69.1	10	12.2
							5	25.03	21 45 03	35.8	69.2	10	11.9
							6	26.03	00 55 17	35.8	69.0	10	12.4
							7	26.03	16 54 20	35.8	69.1	10	12.0

Число афтершоков за период с 25 марта по 30 апреля – 161, из них 100 относится к землетрясениям 25, 27 марта (табл. 8), 61 – к землетрясению 12 апреля (табл. 9).

**Таблица 8.** Распределение афтершоков землетрясений 25 и 27 марта 2002 г. по суточным интервалам

№ суток	Март–апрель	$K_p$				Всего с $K_p \geq 10$	Сумма
		9	10	11	12		
1	25–26	4	26	4	6	36	40
2	26–27	2	10	4	1	15	17
3	27–28	1	13	1		14	15
4	28–29		3	1		4	4
5	29–30		3	1		4	4
6	30–31		1	1		2	2
7	31–01	1	3	2		5	6
8	01–02		1			1	1
9	02–03		1			1	1
10	03–04		1			1	1

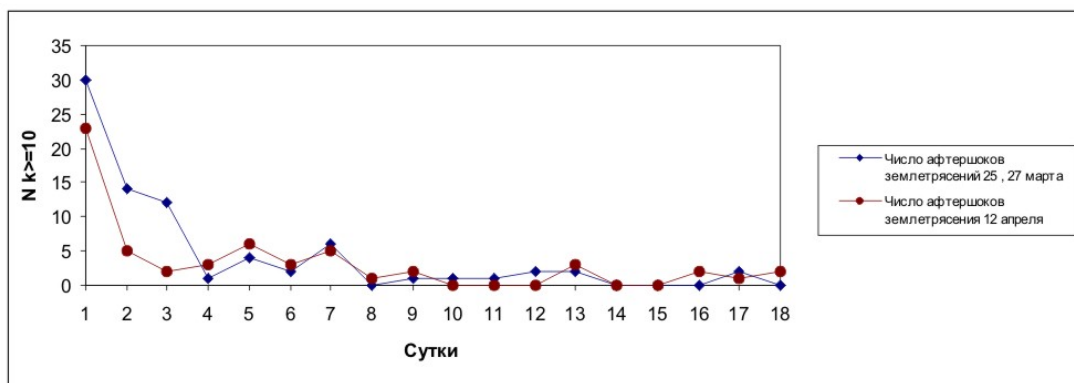
№ суток	Март–апрель	$K_p$				Всего с $K_p \geq 10$	Сумма
		9	10	11	12		
11	04–05		1			1	1
12	05–06	1		2		2	3
13	06–07		1	1		2	2
14	07–08						
15	08–09						
16	09–10						
17	10–11			2		2	2
18	11–12		1			1	1
	Сумма	9	65	19	7	91	100

**Таблица 9.** Распределение афтершоков землетрясений 12 апреля 2002 г. по суточным интервалам

№ суток	Март–апрель	$K_p$				Всего с $K_p \geq 10$	Сумма
		9	10	11	12		
1	12–13		19	5	1	25	25
2	13–14		4			4	4
3	14–15		2			2	2
4	15–16		3			3	3
5	16–17		2	3		5	5
6	17–18	1	3			3	4
7	18–19	1	2	2		4	5
8	19–20	1	2			2	3
9	20–21		2			2	2
10	21–22						

№ суток	Март–апрель	$K_p$				Всего с $K_p \geq 10$	Сумма
		9	10	11	12		
11	22–23						
12	23–24						
13	24–25	1	1	1		2	3
14	25–26						
15	26–27						
16	27–28		2			2	2
17	28–29		1			1	1
18	29–30		2			2	2
	Сумма	4	45	11	1	57	61

С целью сравнения трех афтершоковых потоков землетрясений 25, 27 марта и 12 апреля проведен анализ затухания толчков по одинаковому сроку наблюдений – первых 18 суток действия. Считается, что более поздние серии недостаточно правомерны ввиду изменения сейсмического процесса. К слову сказать, событие 12 апреля произошло спустя почти 18 суток (разница 10 часов). По данным табл. 8, 9, видно, что, несмотря на некоторую неравномерность во времени афтершокового процесса, в целом в обоих случаях число афтершоков убывало во времени с удалением от момента главного толчка (рис. 11).



**Рис. 11.** Графики затухания афтершоков

Еще одно землетрясение 14-го класса в этом году зарегистрировано 30 мая в 18<sup>h</sup>14<sup>m</sup> на Северном Памире Таджикистана. Через 28<sup>m</sup> здесь зафиксирован афтершок с  $K_p=11.2$ . Спустя 3 часа произошел еще один толчок 11-го энергетического класса. Оно предварялось одним форшоком, а также имело 18 афтершоков (табл. 11).

**Таблица 11.** Основные параметры главного толчка, форшока и афтершоков землетрясения 30 мая в 18<sup>h</sup>14<sup>m</sup> с  $K_p=13.9$

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	$K_p$
			$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E		
Форшок						
1	28.05	22 32 00	39.2	73.6	10	11.2
Основной толчок						
	<b>30.05</b>	<b>18 14 20</b>	<b>39.4</b>	<b>73.5</b>	<b>30</b>	<b>13.9</b>
Афтершоки						
1	30.05	18 36 20.3	39.52	73.47	8	9.8
2	30.05	18 42 52	39.3	73.5	30	11.4
3	30.05	19 10 42.9	39.53	73.48	14	8.7
4	30.05	21 33 42	39.5	73.6	30	10.8
5	30.05	22 30 57.4	39.53	73.38	8	8.6
6	31.05	14 43 59.7	39.53	73.43	5	9.2
7	07.06	21 35 29.8	39.45	73.68	9	8.8
8	14.06	04 08 58.4	39.55	73.48	5	8.6
9	02.07	18 29 05.3	39.48	73.58	11	8.6
10	10.07	01 14 49	39.6	73.3	5	9.2
11	25.08	22 04 48.1	39.53	73.50	6	8.6
12	26.08	16 53 15.9	39.55	73.40	9	9.5
13	31.08	03 42 54	39.30	73.60		8.8
14	03.09	04 52 02.0	39.30	73.40		8.7
15	03.09	22 37 59.7	39.53	73.68	7	9.0
16	06.09	23 46 18.4	39.58	73.48	9	9.1
17	26.09	15 35 13.5	39.53	73.60	10	9.5
18	15.11	14 29 36.3	39.50	73.57	5	9.0

Из шести землетрясений 13-го класса, зарегистрированных в разное время (22 марта в 02<sup>h</sup>02<sup>m</sup> с  $K_p=12.6$ , 11 апреля в 20<sup>h</sup>19<sup>m</sup> с  $K_p=12.6$ , 20 ноября в 21<sup>h</sup>32<sup>m</sup> с  $K_p=13.1$ , 15 декабря в 18<sup>h</sup>46<sup>m</sup> с  $K_p=13.3$ , 19 декабря в 22<sup>h</sup>21<sup>m</sup> с  $K_p=12.6$  и 25 декабря в 12<sup>h</sup>57<sup>m</sup> с  $K_p=13.1$ ), непосредственно в границах Таджикистана произошло лишь первое.

Оно локализовано в районе сближения Кулябской впадины с Северным Памиром в 75 км к юго-востоку от г. Куляба и в 50 км к северу от г. Файзабада, ощутимо до Душанбе (190 км – 2 балла) и сопровождалось афтершоками. Афтершок с  $K_p=8.6$  произошел через три часа – в 05<sup>h</sup>02<sup>m</sup>. Спустя семь суток (29 марта) локализованы еще три афтершока: в 08<sup>h</sup>25<sup>m</sup> с  $K_p=10.7$ , в 08<sup>h</sup>29<sup>m</sup> с  $K_p=9.8$  и в 14<sup>h</sup>47<sup>m</sup> с  $K_p=10.1$ . Эпицентры этих толчков имеют совпадающие координаты: 37.5°N и 70.5°E, глубина очага  $h=10$  км.

В Западном Кунь-Луне, на территории Китая, локализованы три землетрясения 13-го класса – 11 апреля, 15 и 25 декабря. Заметный рой землетрясений отмечен на крайнем юго-востоке исследуемой территории (рис. 5) с 1 по 31 декабря 2002 г. [21].

В **Памиро-Гиндукушской зоне (IV)** глубокофокусных землетрясений 3 марта в 12<sup>h</sup>08<sup>m</sup> в верхней мантии Гиндукуша разразилась «подземная буря», в результате которой возникло сильнейшее землетрясение года с  $M_w=7.3$  [10] и  $K_p=16.4$  [13]. Ввиду того, что гипоцентр этого землетрясения располагался на глубине 180 км, сотрясениями была охвачена практически вся территория Средней Азии. В Таджикистане землетрясение ощущалось с максимальной интенсивностью  $I=6$  баллов. Уникальность этому землетрясению придает тот факт, что оно сопровождалось повторными толчками, что для глубоких землетрясений наблюдается лишь изредка. Ему посвящена отдельная статья [22] в наст. сб. После момента его возникновения на территории Северного Афганистана в местах постоянной высокой сейсмической активности начало наблюдаться чередование очагов то в земной коре, то в верхней мантии. Вследствие этого март месяц характеризовался огромным высвобождением сейсмической энергии. Высвобожденная энергия глубоких землетрясений почти в 30 раз больше, чем у коровых.

Основная часть глубокофокусных землетрясений располагалась за пределами республики на территории Афганистана. Традиционно эта зона подразделяется по плотности эпицентров на три подзоны: Афганскую ( $\varphi \leq 36.9^\circ N$ ), Хорогскую ( $\varphi=37.0-37.9^\circ N$ ) и Мургабскую ( $\varphi=38.0-38.8^\circ N$ ). Такое деление целесообразно, так как они характеризуются разным видом распределения землетрясений по глубине (рис. 12 а,б,в) и разными закономерностями проявления сейсмического процесса в отдельных глубинных горизонтах глубокофокусных землетрясений Памиро-Гиндукушской зоны.

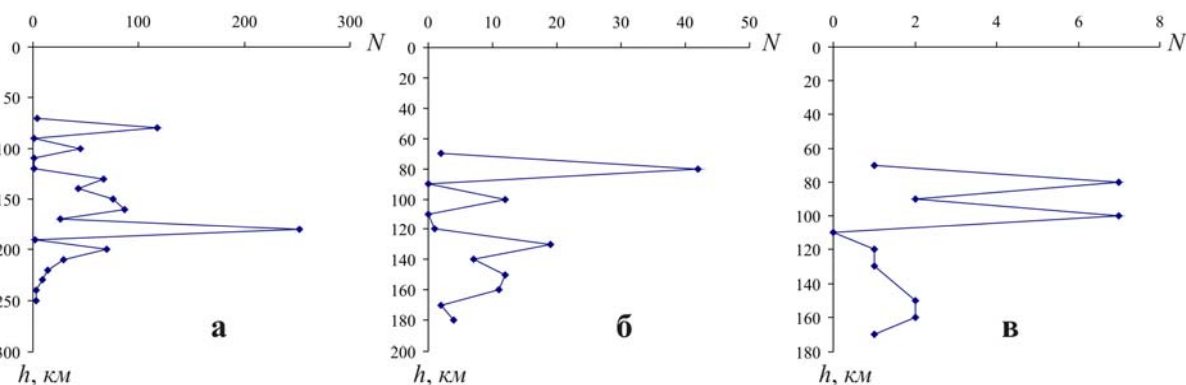


Рис. 12. Распределение землетрясений по глубине в трех подзонах зоны IV: а – Афганской; б – Хорогской; в – Мургабской

Землетрясения с  $K_p \geq 12$  по подзонам распределились так, как представлено в табл. 12.

Таблица 12. Распределение сильных глубоких землетрясений

Подзона	$K_p$					$N_{\Sigma}$	$\Sigma E, Дж$
	12	13	14	15	16		
Афганская	17	3	1	–	1	22	$25.37 \cdot 10^{16}$
Хорогская	1	–	–	–	–	1	$5.01 \cdot 10^{11}$
Мургабская	3	1	–	–	–	4	$3.49 \cdot 10^{13}$

Большинство глубокофокусных землетрясений произошло в **Афганской подзоне** Гиндукуша. Важнейшим здесь было упомянутое выше землетрясение 3 марта. С первых минут после этого сильнейшего толчка зафиксирована высокая активность глубокофокусных землетрясений и спустя почти час здесь на той же глубине зафиксирован толчок с  $K_p=11.9$ . Еще один толчок 12-го энергетического класса зарегистрирован 21 марта в  $21^h58^m$ . Всего за период с 3 марта по 30 апреля выделено 142 повторных толчка с  $K_p \geq 10$ . Распределение афтершоков землетрясения 3 марта по энергетическим классам дано в табл. 13.

Таблица 13. Распределение афтершоков землетрясения 3 марта

$K_p$	9	10	11	12
$N(K)$	19	113	27	2

Эти толчки образовали компактную группу в пределах площади, ограниченной координатами  $36.3-36.7^\circ N$  и  $70.4-70.8^\circ E$ . Глубина очага от – 180 до 210 км. Записи на сейсмограммах идентичные. В прошлом в этой эпицентральной зоне зарегистрированы аналогичные глубокофокусные землетрясения, которые сопровождалась повторными толчками (табл. 14).

Таблица 14. Список землетрясений с  $K_p \geq 16.4$ , произошедших в прошлом в эпицентральной зоне землетрясения 3 марта 2002 г.

№	Дата, д м год	$t_0, ч мин с$	Эпицентр		$h, км$	$K_p$	$M$
			$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$			
1	14.03.1965	15 53 06	36.4	70.5	215	17	7.5
2	30.07.1974	05 12 40	36.5	70.7	230	16.4	7.3
3	30.12.1983	23 52 40	36.4	70.6	210	16.6	7.1
4	09.08.1993	12 42 49	36.6	70.6	200	15.6	6.3

В **Хорогской подзоне** зарегистрировано 112 землетрясений в диапазоне глубин 70–230 км. Из них максимальное событие, зарегистрированное 18 июня в  $00^h13^m$  на глубине 130 км, имеет



$K_p=11.7$ . Но событий на уровне 11-го класса –  $N=22$ , из них с крайними значениями глубин,  $h=70$  км и 230 км, реализовались по одному толчку и отмечены 11 ноября в 01<sup>h</sup>25<sup>m</sup>  $K_p=10.6$  и 2 февраля в 16<sup>h</sup>59<sup>m</sup> с  $K_p=10.9$  соответственно. Наибольшее число ( $N=5$ ) толчков с  $K_p \geq 11$  имеют  $h=80$  км: 21 мая в 05<sup>h</sup>48<sup>m</sup>, 22 июня в 17<sup>h</sup>35<sup>m</sup>, 4 сентября в 11<sup>h</sup>38<sup>m</sup>, 27 сентября в 15<sup>h</sup>49<sup>m</sup>, 29 октября в 11<sup>h</sup>01<sup>m</sup> [13].

В Мургабской подзоне отмечено всего 24 землетрясения с  $h=70$ –170 км, но их суммарная энергия выше таковой в Хорогской подзоне из-за реализации 14 апреля в 02<sup>h</sup>04<sup>m</sup> одного землетрясения с  $K_p=13.5$  и трех толчков 12-го класса. Первое произошло на глубине 90 км на восточном Памире в районе пика Сев. Музкол. Оно проявилось в г. Душанбе с интенсивностью 2 балла. Интерпретация этого землетрясения представляла определенную трудность ввиду сложной волновой записи на сейсмограммах с наличием двух довольно четких вступлений продольной и поперечной волн. В его очаге преобладали напряжения растяжения ( $PL_T=2^\circ$ ,  $PL_P=36^\circ$ ), nodальная плоскость  $NP1$  ориентирована на юго-восток ( $AZM=125^\circ$ ),  $NP2$  – близ-меридиональна ( $AZM=23^\circ$ ) [15].

Юго-западнее этого толчка на глубине 100 км 3 сентября в 23<sup>h</sup>50<sup>m</sup> зарегистрировано землетрясение с  $K_p=11.9$ . Еще одно землетрясение с  $K_p=11.7$  зафиксировано 1 декабря в 03<sup>h</sup>59<sup>m</sup> с  $K_p=11.7$  на глубине 80 км. Третий толчок с  $K_p=12.3$  зарегистрирован 23 декабря в 21<sup>h</sup>45<sup>m</sup> на глубине 100 км [13] в 15 км восточнее г. Мургаб.

#### Л и т е р а т у р а

1. Улубиева Т.Р., Михайлова Р.С., Рислинг Л.И. Таджикистан // Землетрясения Северной Евразии в 2001 году. – Обнинск: ГС РАН, 2007. – С. 144–154.
2. Кулагин В.К. Строение земной коры Вахшского района Таджикской ССР по сейсмическим данным. Канд. дис. – Иркутск: Фонды Иркутского Государственного Университета, 1970. – 150 с.
3. 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.
4. Лукк А.А., Нерсесов И.Л. Глубокие Памиро-Гиндукушские землетрясения // Землетрясения в СССР в 1966 году. – М.: Наука, 1970. – С. 118–136.
5. Раутиан Т.Г. Об определении энергии землетрясений на расстоянии до 3000 км // Экспериментальная сейсмика. Труды ИФЗ АН СССР; № 32(199). – М.: Наука, 1964. – С. 88–93.
6. Введенская Н.А. О точности определения очага землетрясений методом засечек. (Тр. ГЕОФИ АН СССР. – №30(157)). – М.: АН СССР, 1955. – С. 127–136.
7. Мирзоев К.М., Баринаева А.Я., Голубятников В.Л., Шакиржанова Г.Н., Михайлова Р.С., Джанузак 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.
8. Улубиева Т.Р. (отв. сост.), Рислинг Л.И., Давлятова Р., Хусейнова Г.А., Улубиев А.Н., Максименко Т.И. Каталог (оригинал) землетрясений Таджикистана за 2002 г. с  $K_p \geq 8.6$ . – Обнинск: Фонды ГС РАН, 02.07.2007. – 31 с.
9. Закиров М.С. (отв. сост.), Соколов М.В., Бахриддинов С., Халикова М.А., Гиясова Ш.Ш. Каталог землетрясений Узбекистана за 2001–2005 гг. – Ташкент: АН РУ, КЭИС, 2006. – С. 37–43.
10. Bulletin of the International Seismological Centre for 2002. – Berkshire: ISC, 2003–2004.
11. Джанузак К.Д. (отв. сост. по региону), Соколова Н.П. (Кыргызстан), Калмыкова Н.А. (Казахстан), Гиясова Ш.Ш. (Узбекистан), Сопиева К., Жунусова Ж., Айбашева К., Шипулина С.А., Умурзакова Р.А., Проскурина Л.П., Ульянина И.А., Каймачникова Н.И., Гайшук Л.И., Тулегенова М.К., Абдыкадыров А.А. Центральная Азия. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
12. Сарыева Г.Ч. (отв. сост.), Тачов Б., Мамедязова М.Т., Халлаева А.Т., Коржукова Т.А., Дурасова И.А., Клычева Э.Р., Эсенова А., Петрова Н.В., Мустафаев Н.С. Копетдаг. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD). От 15.09.2007.
13. Улубиева Т.Р. (отв. сост.), Рислинг Л.И., Давлятова Р., Хусейнова Г.А., Михайлова Р.С., Улубиев А.Н., Максименко Т.И. Таджикистан. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).

14. **Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2002 год** / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ГС РАН, 2002–2003.
15. **Михайлова Р.С., Чепкунас Л.С. (сост.)**. Таджикистан. (См. раздел VII (Каталоги механизмов очагов землетрясений) в наст. сб. на CD).
16. **Михайлова Р.С.** Камашинское-II землетрясение 20 апреля 2000 года с  $M_w=5.3$ ,  $I_0=5-6$  (Узбекистан) // Землетрясения Северной Евразии в 2000 году. – Обнинск: ГС РАН, 2006. – С. 254–264.
17. **Михайлова Р.С.** Камашинское-III землетрясение 18 января 2001 года с  $M_w=5.3$ ,  $I_0=5-6$  (Узбекистан) // Землетрясения Северной Евразии в 2001 году. – Обнинск: ГС РАН, 2007. – С. 291–300.
18. **Джураев Р.У.** Талхак-Чашминское землетрясение 9 января 2002 года с  $M_w=5.2$ ,  $I_0=6-7$  (Таджикистан). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
19. **Улубиева Т.Р. (отв. сост.)**. Сильные ( $K_p \geq 11.6$ ) землетрясения Таджикистана и прилегающих районов за 1955–2001 гг. Душанбе: Личный архив, 2001. – 20 с.
20. **Михайлова Р.С., Улубиева Т.Р., Чепкунас Л.С.** Землетрясения 25 марта с  $M_w=6.1$ , 27 марта с  $M_w=5.6$ , 12 апреля 2002 г. с  $M_w=5.9$  (южнее Таджикистана). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
21. **Михайлова Р.С.** Рой землетрясений юго-восточнее Таджикистана в ноябре–декабре 2002 г. (См. раздел VIII (Дополнительные данные) в наст. сб. на CD).
22. **Михайлова Р.С., Улубиева Т.Р., Чепкунас Л.С.** Гиндукушское землетрясение 3 марта 2002 года с  $M_w=7.3$ ,  $I_0=8$  (южнее Таджикистана) (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).