

ТАДЖИКИСТАН

Т.Р. Улубиева, Р.С. Михайлова, Л.И. Рислинг

Для нормального функционирования сейсмических станций Таджикистана распоряжением президента республики Э.Ш. Рахмонова от 5 сентября 1996 г. Институту сейсмологии и сейсмостойкого строительства были выделены дополнительные валютные средства на приобретение необходимого оборудования и запасных частей для бесперебойной работы сейсмических станций. На эти средства была приобретена осциллографная фотобумага (9700 м) и проведены ремонтно-восстановительные работы на сейсмических станциях "Карасу", "Лангар", "Джиргаталь", "Кангурт", "Большуан", "Арджинак", "Ленинабад" и "Гарм". Однако в связи с частыми перебоями в системе электроснабжения и нестабильной политической обстановкой в республике сейсмические станции Таджикистана вели регистрацию землетрясений в 1997 г. с большими пропусками. Крайне нестабильно работали станции "Рогун", "Богизагон", "Игрон", "Аккуйли", "Офтобруй" и "Ленинабад"; станция "Гарм", проработав чуть больше месяца, была вынуждена приостановить наблюдения; станция "Джиргаталь" вела регистрацию землетрясений только 20 дней, с 11 по 31 июля; опорная сейсмическая станция "Куляб" вела наблюдения лишь до 21 июля. К сожалению несколько позже (15 ноября) на сейсмической станции "Куляб", действовавшей без остановок со 02.11.1947 г., возник пожар, в результате которого полностью сгорели здание и сейсмическая аппаратура. И только 5 сейсмических станций – "Душанбе", "Джерино", "Гиссар", "Султанабад" и "Гезан" – работали относительно стабильно (табл. 1). Такая система наблюдений обеспечила представительную регистрацию землетрясений лишь с $K_{\min} \geq 10$ на большей части территории Таджикистана, а на самых окраинных северо- и юго-восточных частях с $K_{\min} \geq 11$ (по существующей методике [1]).

Таблица 1. Сейсмические станции Таджикистана, работавшие в 1997 г., и их параметры

№	Станция			Дата открытия	Координаты			Аппаратура			
	Название	Код			φ°, N	λ°, E	h, м	Тип прибора	Компонента	Увеличение	Период, с
		Межд.	Рег.								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Душанбе	Dsh	Дшн	03.04.40	38° 34'	68° 46'	815	СКМ СКМ КПЧ СК СК КПЧ	N,E,Z Z N,E,Z Z	10000 1000 1500 200	1-1.6 1-1.6 0.4-10 0.4-10
2	Куляб закрыта 21.07	Kul	Клб	02.11.47	37° 55'	69° 47'	600	СК	N,E,Z	1500	0.2-2.0
3	Ура-Гюбе не работала 06.04-10.07	Urt	Урт	01.10.95	39° 51'	69° 00'	1240	СКМ-3	N,E,Z	20000	0.02-1.2
4	Джерино не работала 18.12-31.12	Dze	Джр	07.06.64	38° 48'	68° 50'	1200	СКМ-3	N,E,Z	20000	0.02-1.2
5	Гиссар	Gis	Гис	03.05.55	38° 28'	68° 33'	770	СКМ-3	N,E,Z	10000	0.02-1.3
6	Аккуйли не работала 09.01-13.02 11.-8-25.08 06.12-31.12	Akl	Акл	12.06.68	38° 27'	68° 37'	710	СМ-3	N,E,Z	15000	0.02-1.1
7	Карасу не работала 16.07-21.07 11.08-21.08	Kru	Крс	25.06.97	38° 28'	68° 59'	520	СКМ-3	N,E,Z	15000	0.02-1.3
8	Лангар работала не стабильно	Lna	Лнг	01.06.97	38° 24'	69° 21'	760	СКМ-3	N,E,Z	10000	0.02-1.3

№	Станция			Дата открытия	Координаты			Аппаратура			
	Название	Код			φ°, N	λ°, E	h, м	Тип прибора	Компонента	Увеличение	Период, с
		Межд.	Рег.								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
9	Рогун не работала 25.01-06.02 15.03-14.06 13.07-23.10 28.11-31.12	Rgn	Ргн	01.08.85	38° 41'	69° 43'	1730	СМ-3	N,E,Z	5000	0.02-0.8
10	Джиргаталь закрыта 31.07.	Dzt	Джг	10.07.97	39° 13'	71° 12'	1840	СКМ-3	N,E,Z	5000	0.2-1.1
11	Кангурт закрыта 15.10	Kng	Кнг	16.09.97	38° 15'	69° 31'	520	СКМ-3	N,E,Z	20000	0.02-1.2
12	Богизагон не работала 16.02-16.03 26.06-30.06	Bgg	Бгз	25.11.64	38° 29'	69° 49'	1210	СКМ-3	N,E,Z	20000	0.02-1.3
13	Игрон не работала 16.01-11.07 05.11-21.11 26.11-01.12	Igr	Игр	26.09.95	38° 13'	69° 20'	1200	СКМ-3	N,E,Z	20000	0.02-1.0
14	Большджуан не работала 17.11-06.12	Bld	Блд	16.07.97	38° 18'	69 40'	940	СКМ-3	N,E,Z	15000	0.02-1.3
15	Арджинак	Arđ	Арж	02.11.97	38° 44'	68° 36'	1400	СКМ-3	N,E,Z	25000	0.02-1.1
16	Гезан	Gzn	Гзн	01.12.80	39° 16'	67° 42'	1560	СКМ-3	N,E,Z	30000	0.02-1.2
17	Султанабад не работала 16.11-22.11	Slđ	Слđ	14.01.84	38° 26'	68° 55'	1150	СМ-3	N,E,Z	2000	0.2-0.9
18	Офтобруй не работала 25.01-24.02 18.06-1.08 01.11-31.12	Oht	Офт	01.08.95	40° 10'	70° 40'	840	СКМ-3	N,E,Z	15000	0.04-1.3
19	Ленинабад не работала 21.03-01.05 11.06-06.07 13.10-22.11	Lnb	Лнб	08.01.97	40° 17'	69° 37'	350	СМ-3	N,E,Z	1000	0.02-1.0
20	Гарм не работала 26.09-31.12	Gar	Грм	21.08.97	39° 00'	70° 18'	1350	СКМ-3	N,E,Z	40000	0.02-1.4

Границы исследуемой территории и схема сейсмоактивных зон Таджикистана показаны на (рис. 1). Методика обработки землетрясений осталась прежней [2]. Оценка точности определения координат эпицентров проводилась в соответствии с [3]. В результате сводной обработки составлен каталог землетрясений Таджикистана и прилегающих к нему районов Узбекистана, Кыргызстана, Афганистана и Китая. При этом была проделана большая рутинная работа по выявлению всех записей землетрясений с $K_p=8-9$, отмеченных на сейсмограммах.

Учитывая описанные выше трудности условий регистрации землетрясений в республике, каталог землетрясений был дополнен в ред. пропущенными событиями в пределах координат (36-40°N, 67-75°E и 40-41°N, 69-71°E по [2]) из каталога землетрясений Центральной Азии [4] и международных бюллетеней агентств MOS [5] и ISC [6]. Этот каталог, представленный в наст сб. [7], содержит параметры 2408 землетрясений с $K_p=8\div 15$, из них 1655 глубокофокусных и 753 – мелкофокусных. Распределение всех землетрясений по крупным сейсмоактивным зонам I-IV дано в табл. 2. Величина высвободившей сейсмической энергии всех землетрясений увеличилась в 4.3 раза по сравнению с таковой в 1996 г. [9]. Максимальный энергетический класс землетрясений $\div 15$. Таких землетрясений произошло 2 (13 мая и 17 декабря) в Афганской подзоне на территории Афганистана. Очаги этих землетрясений имеют одну и ту же глубину – 190 км.

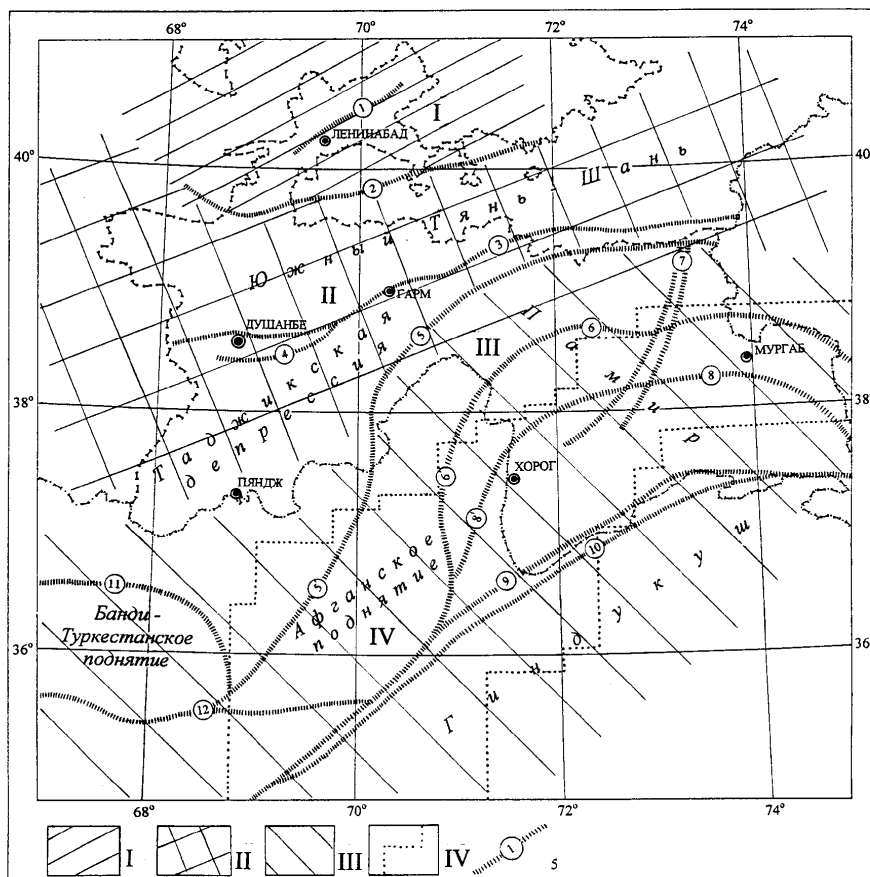


Рис. 1. Сейсмоактивные зоны Таджикистана и глубинные разломы

I-IV – сейсмоактивные зоны: Юго-Западный Тянь-Шань, Южный Тянь-Шань, Памиро-Гиндукуш (коровые), Памиро-Гиндукуш (глубокие), соответственно; 5 – глубинный разлом по [8] и его номер: 1 – Северо-Ферганский; 2 – Заамин-Хайдарканский; 3 – Южно-Гиссарский; 4 – Илякско-Вахшский; 5 – Дарваз-Заалайский; 5 – Афгано-Северо-Памирский; 6 – Ванч-Акбайтальский; 7 – Каракульско-Сарезский; 8 – Бартанг-Пшартский; 8 – Рушано-Северо-Пшартский; 9,10 – Афгано-Южно-Памирские; 11 – Альбурз-Мормульский; 12 – Андараб-Мирзавалангский.

Таблица 2. Распределение числа землетрясений по энергетическим классам K_p и суммарная сейсмическая энергия ΣE по зонам

№	Зона	Энергетический класс K_p								N_{Σ}	$\Sigma E \cdot 10^{15}$, Дж
		8	9	10	11	12	13	14	15		
I	Юго-Западный Тянь-Шань	14	72	16	2	-	-	-	-	104	0.0004
II	Южный Тянь-Шань	24	193	57	15	11	-	-	-	300	0.01
III	Памиро-Гиндукуш (коровые)	13	209	90	29	6	2	-	-	349	0.034
IV	Памиро-Гиндукуш (глубокие)	67	967	458	140	12	9	-	2	1655	2.123
	Всего	118	1441	621	186	29	11	-	2	2408	2.1674

Распределение землетрясений по глубине представлено отдельно для очагов в земной коре на всей территории (табл. 3) и глубокофокусных для Памиро-Гиндукуша (табл. 4), из которых следует, что в 1997 г. основная масса коровых очагов реализовалась на глубинах 0-20 км, а глубоких до 200 км. Самое глубокое землетрясение с $h=275$ км произошло 27 февраля в $21^{\text{h}}26^{\text{m}}$ в Афганской подзоне с $K_p=10.3$.

Таблица 3. Распределение числа коровых землетрясений по глубине их гипоцентров

h, км	0-5	6-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	0-60
N(h)	111	539	36	54	4	4	5	753
%	14.74	71.58	4.78	7.17	0.53	0.53	0.67	100%

Таблица 4. Распределение числа глубокофокусных Памиро-Гиндукушских землетрясений по глубине

h, км	N(h)			Зона IV	h, км	N(h)			Зона IV
	Подзоны зоны III					Подзоны зоны III			
	Афганская	Хорогская	Мургабская			Афганская	Хорогская	Мургабская	
70	11	2	5	18	190	50	9	-	60
80	137	69	30	236	200	101	37	-	138
90	5	2	1	8	210	45	15	-	60
100	88	22	22	132	220	12	8	1	21
110	1	2	2	5	230	18	3	-	21
120	14	9	2	25	240	7	2	-	9
130	135	25	14	175	250	5	-	-	5
140	78	15	-	93	260	-	-	-	-
150	224	37	12	273	270	4	2	-	6
160	87	20	-	107	275	1	-	-	1
170	54	30	3	87	Всего	1216	344	95	1655
180	138	35	3	176					

Сейсмичность исследуемой территории представлена на трех годовых картах эпицентров: сильных землетрясений с $K_p \geq 11.6$ для всех глубин очагов ($h=0-275$ км) на рис. 2 и землетрясений с $K_p \geq 8.0$ коровых ($h=0-60$ км) (рис. 3) и глубоких (рис. 4). Рассмотрим более детально сейсмичность каждой из четырех зон (рис. 1-4).

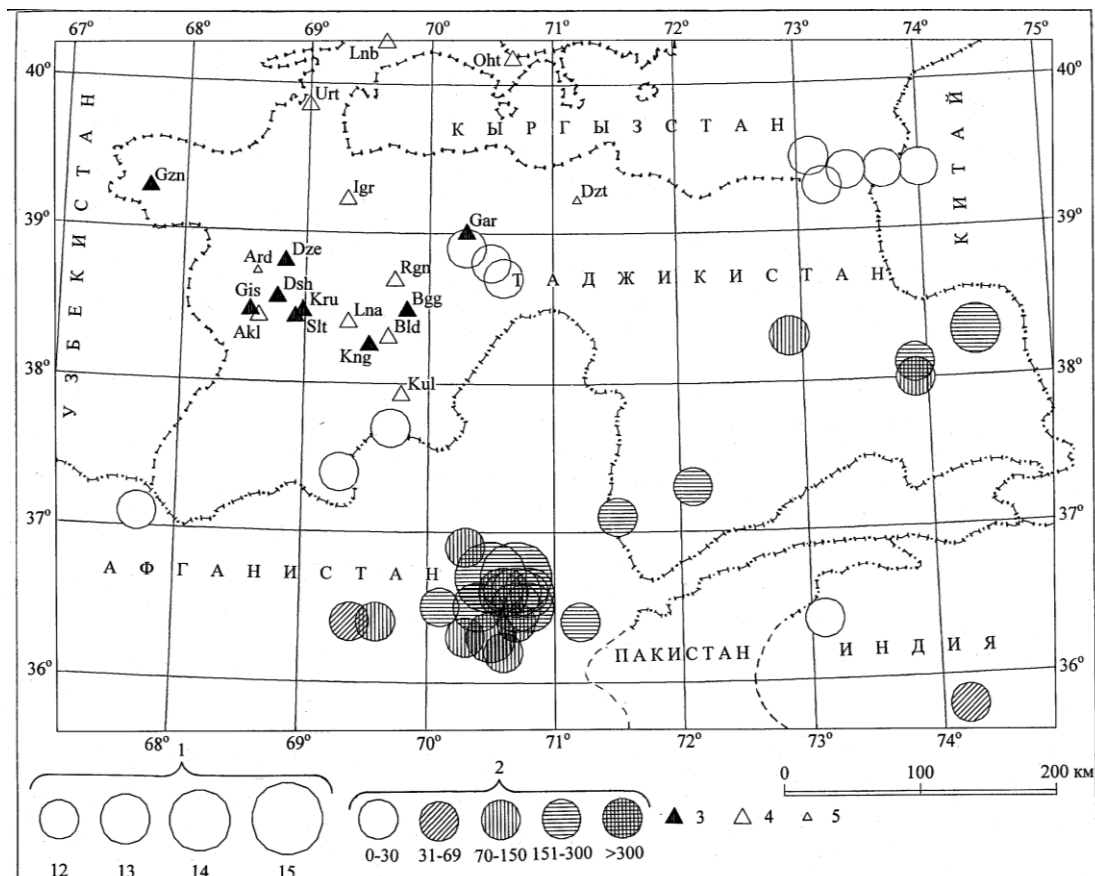


Рис. 2. Эпицентры сильных ($K_p \geq 11.6$) землетрясений Таджикистана за 1997 г.

1 – энергетический класс K_p ; 2 – глубина h гипоцентра, км; 3-5 – сейсмическая станция, работавшая в течение всего года, менее $\frac{3}{4}$ года и менее $\frac{1}{4}$ года, соответственно.

На территории зоны Юго-Западного Тянь-Шаня (I), в Согдийской области (бывшая Ленинадская) отмечены только незначительные толчки с $K_p=8-11$, при этом землетрясений с $K_p \geq 11$ всего два: 12 июля в 01^h18^m с $K_p=11.3$ и 23 декабря в 01^h34^m с $K_p=10.6$ [7]. Это наименее активная зона исследуемой территории (табл. 2).

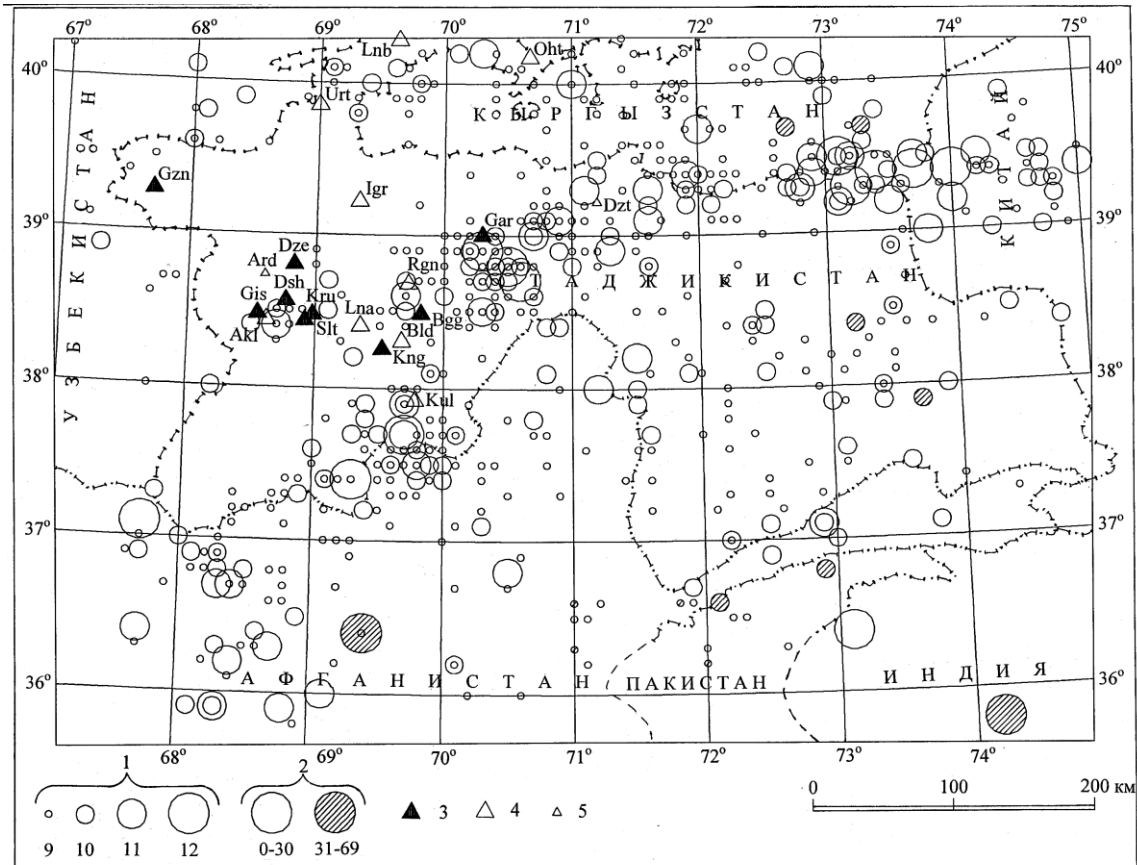


Рис. 3. Карта эпицентров коровых ($h < 60$ км) землетрясений Таджикистана за 1997 г.

1 – энергетический класс K_p ; 2 – глубина h гипоцентра, км; 3-5 – сейсмическая станция, работавшая в течение всего года, менее $\frac{3}{4}$ года и менее $\frac{1}{4}$ года, соответственно.

В зоне **Южного Тянь-Шаня (II)** зарегистрировано 11 сильных ($K_p \geq 11.6$) землетрясений, 5 из которых отмечены в пределах Дарваз-Заалайского разлома (4 января в 00^h21^m с $K_p=11.6$, 8 мая в 20^h02^m с $K_p=11.6$, 20 мая в 04^h45^m с $K_p=12.2$, 16 августа в 01^h04^m с $K_p=12.5$, 15 ноября в 05^h23^m с $K_p=11.8$). На территории Душанбино-Вахшского участка зоны **II** после относительного "затишья" активизировался район Кулябской впадины в юго-восточной части Таджикской депрессии. Здесь отмечены 3 землетрясения с энергией $K_p=11.7$ (17 мая в 15^h28^m , 6 ноября в 08^h09^m и в 08^h14^m). Эпицентр первого из них расположен примерно в 70 км, а двух других в 20 км к юго-западу от г. Куляба. Гармский участок зоны **II** отмечен тремя землетрясениями с $K_p \geq 11.6$ (18 января в 16^h27^m с $K_p=11.9$, 14 июля в 13^h59^m с $K_p=11.7$, 15 октября 12^h42^m с $K_p=11.9$). Эпицентры этих землетрясений пространственно приурочены к Южно-Гиссарскому разлому.

В **Памиро-Гиндукушской зоне (III)** коровых землетрясений с $h \leq 69$ км самые сильные землетрясения произошли на крайнем юге с $K_p=13.0$ и 12.9 (19 марта в 19^h57^m и 25 июня в 01^h22^m , соответственно). На этом же участке можно еще отметить два события несколько меньшей величины – 28 мая в 05^h20^m с $K_p=12.4$ и 24 декабря в 07^h22^m с $K_p=11.8$. Два землетрясения с $K_p \geq 11.6$ зарегистрированы на участке Афганского поднятия – 13 августа в 00^h01^m с $K_p=11.8$ и 20 сентября в 11^h49^m с $K_p=11.7$. Непосредственно на Памире максимальный энергетический класс коровых землетрясений составил $K_p=11.5$ (22 июня в 00^h59^m). Можно отметить здесь еще два землетрясения 25 февраля в 15^h49^m с $K_p=11.1$ и 11 августа в 00^h59^m с $K_p=11.0$ [7].

В **Памиро-Гиндукушской зоне (IV) глубокофокусных землетрясений** локализовано 1655 землетрясений с $K_p=8.2-14.8$. Их пространственное распределение представлено на рис. 4. Традиционно эта зона подразделяется по плотности эпицентров на 3 подзоны: Афганскую ($\varphi \approx 36.9^\circ N$), Хорогскую ($\varphi \approx 37.9^\circ N$) и Мургабскую ($\varphi \approx 38.8^\circ N$). Такое деление целесообразно, так как они характеризуются разным видом распределения землетрясений по глубине (рис. 5).

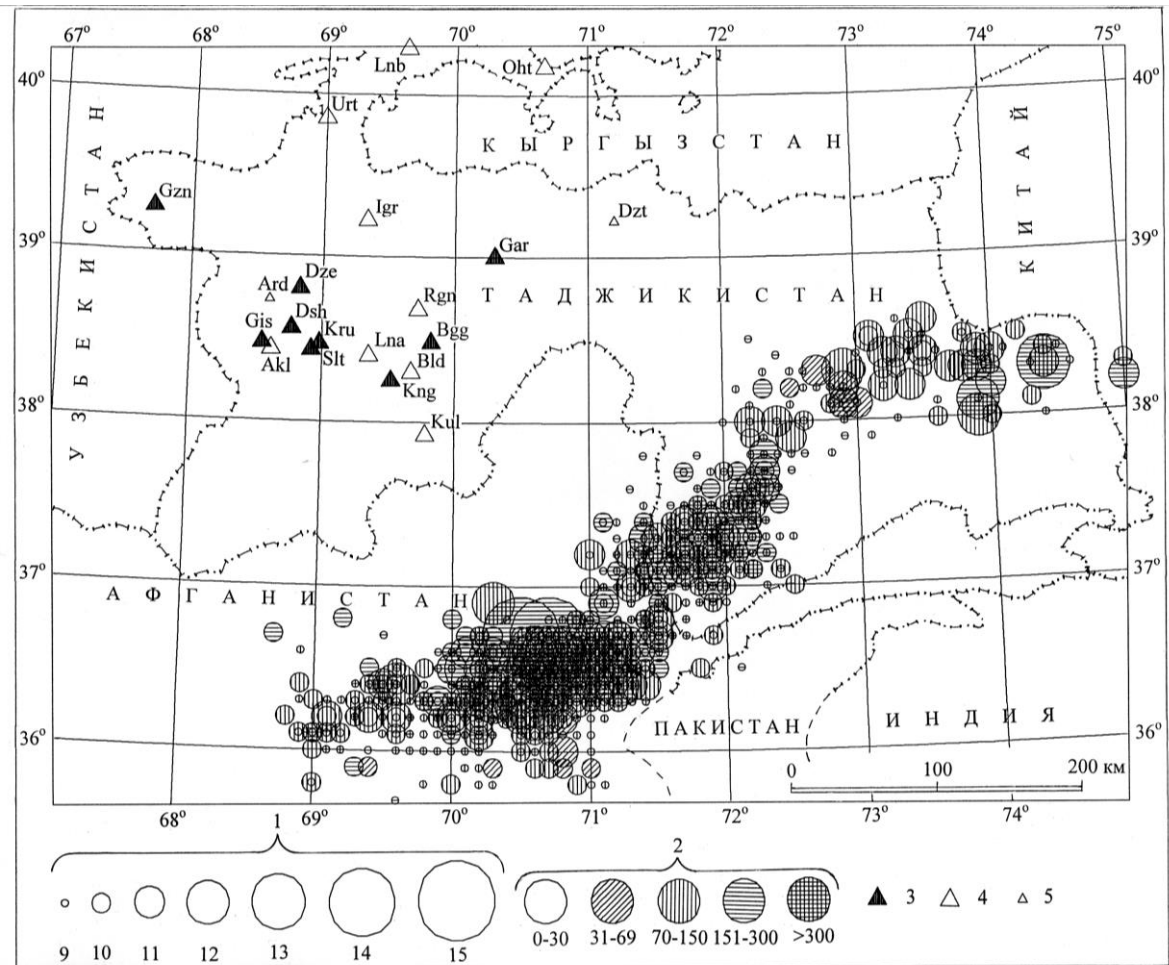


Рис. 4. Карта эпицентров глубоких землетрясений Таджикистана за 1997 г.

1 – энергетический класс K_p ; 2 – глубина h гипоцентра, км; 3-5 – сейсмическая станция, работавшая в течение всего года, менее $\frac{3}{4}$ года и менее $\frac{1}{4}$ года, соответственно.

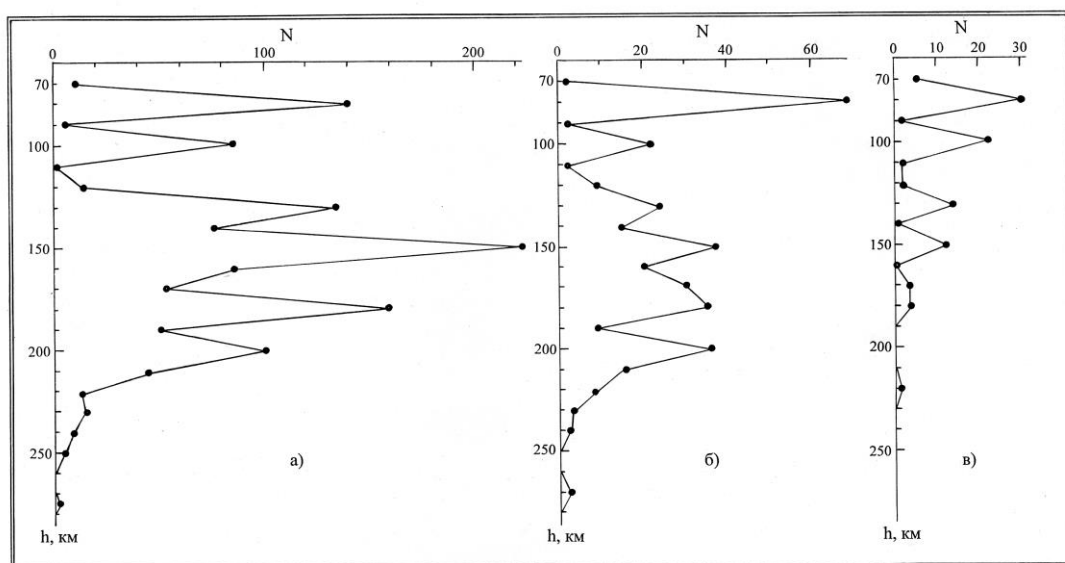


Рис. 5. Графики $N(h)$ глубокофокусных землетрясений зоны IV в трех подзонах: Афганской (а), Хорезмской (б) и Мургабской (в) за 1997 г.

Максимальный энергетический класс землетрясений в них составил: в Афганской подзоне – $K_{max}=14.8$ (17 декабря в 05^h51^m с $h=209$ км), в Хорогской – $K_{max}=12.4$ (21 апреля в 19^h16^m с $h=155$ км), в Мургабской – $K_{max}=12.9$ (6 февраля в 03^h00^m с $h=163$ км). Землетрясения $K_p \geq 11.6$ по подзонам распределились следующим образом (табл. 5).

Таблица 5. Распределения числа глубокофокусных землетрясений с $K_p \geq 11.6$ и суммарная сейсмическая энергия ΣE по подзонам

Подзона	K_p				N_{Σ}	$\Sigma E \cdot 10^{15}$, Дж
	12	13	14	15		
Афганская	9	8	-	2	19	2.089
Хорогская	2	-	-	-	2	0.002
Мургабская	3	1	-	-	4	0.130

Афганская подзона характеризуется наибольшей активностью, как по числу событий (табл. 2,5), так и по суммарной энергии, выделившейся в их очагах. Число землетрясений с $K \geq 11.6$ в ней составило $N=19$, что соответствует таковому в 1996 г. [9], хотя их суммарная энергия выше на порядок. Здесь зарегистрированы два землетрясения с $K_p \geq 15$ (13 мая в 14^h13^m с $K_p=14.7$ $h=198$ км и упомянутое выше землетрясение 17 декабря) и восемь с $K_p \geq 13$ (10 января в 02^h24^m с $K_p=12.6$ и $h=199$ км, 25 февраля в 16^h58^m с $K_p=12.6$ и $h=220$ км, 15 мая в 18^h30^m с $K_p=13.4$ и $h=186$ км, 28 мая в 18^h13^m с $K_p=12.9$ и $h=147$ км, 6 августа в 15^h00^m с $K_p=13.4$ и $h=196$ км, 31 октября в 17^h15^m с $K_p=13.3$ и $h=100$ км, 1 ноября в 03^h41^m с $K_p=13.1$ и $h=206$ км, 15 декабря в 18^h52^m с $K_p=12.6$ и $h=217$ км).

Для двух указанных землетрясений 15-го класса и одного 12-го (21 апреля в 09^h16^m с $K_p=12.4$ и $h=155$ км) в бюллетене ISC [5] приведен механизм очага, представленный в [10] и на рис. 6. Все три землетрясения произошли в условиях преобладания сжимающего напряжения P , но, если у первых двух с $K_p=14.7$ и 14.8 оси P ориентированы на юго-юго-восток, то у третьего с $K_p=11.8$ на юго-юго-запад. В очагах более сильных землетрясений одна из возможных плоскостей разрыва пологая ($DP=38$ и 19°), а другая – крутая ($DP=60$ и 71°), при этом у землетрясения с $K_p=14.8$ простирание обеих плоскостей близширотное, как и у землетрясения с $K_p=14.7$, в то время как вторая ориентирована в северо-восточном направлении. Преобладающий тип подвижки в их очагах – взброс (по пологой плоскости у второго землетрясения – надвиг). Механизм очага более слабого ($K_p=11.8$) очень похож на таковой для 1-го сильного землетрясения, но ориентировка обеих нодальных плоскостей северо-восточная, а углы падения одинаковы – по 47° [10].

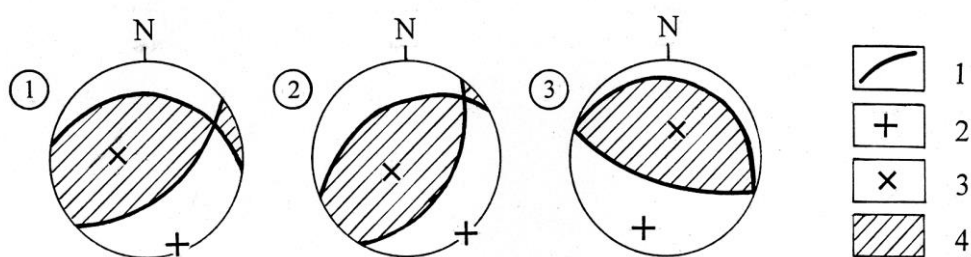


Рис. 6. Механизмы очагов землетрясений Афганской подзоны глубоких землетрясений по определениям HRVD [5]

1 – нодальная линия; 2 – ось сжатия; 3 – ось растяжения; 4 – область волн сжатия.

В Хорогской подзоне сейсмическая активность осталась на уровне таковой в 1996 г. [9]. Здесь зарегистрировано только 2 землетрясения с $K_p \geq 11.6$ (11 апреля в 15^h56^m с $K_p=11.7$ и 21 апреля в 09^h16^m с $K_p=12.4$).

В Мургабской подзоне число землетрясений с $K_p \geq 11.6$ увеличилось по сравнению с таковым в [9]. Относительно сильные землетрясения были зарегистрированы 20 января в 17^h53^m с $K_p=12.3$, 6 февраля в 01^h37^m с $K_p=12.9$, 28 апреля в 01^h37^m с $K_p=12.4$ и 14 декабря в 10^h04^m с $K_p=11.9$.

Л и т е р а т у р а

1. Михайлова Р.С., Бибарсова Д.Г., Аранович З.И., Ахалбедашвили А.М., Джанузаков К.Д., Яковлев В.Н., Михайлова Н.Н., Шакиржанова Г.Н., Рахимов А.Р., Матасова Л.М. 1984. Опыт оценки уровня K_{min} представительных землетрясений отдельных районов и всего региона Средней Азии и Казахстана // Землетрясения Средней Азии и Казахстана в 1982 году. Душанбе: Изд-во Дониш. С. 25-42.
2. Саломов Н.Г., Улубиева Т.Р., Рислинг Л.И., Шакиржанова Г.Н., Джураев Р.У 2001. Таджикистан за 1993-1995 годы // Землетрясения Северной Евразии в 1995 году. М.: Изд-во ОИФЗ РАН. С. 49-58.
3. Введенская Н.А. 1955. О точности определения очага землетрясений методом засечек // Сборник статей. М.: Изд-во АН СССР. С. 127-136. (Тр. ГЕОФИ АН СССР; №30(157)).
4. Джанузаков К.Д. (по региону), Соколова Н.П. (Кыргызстан), Калмыкова Н.А., Неверова Н.П. (Казахстан), Гиязова Ш.Ш. (Узбекистан), Сопиева К., Жунусова Ж., Айбашева К., Шипулина С.А., Ахметова Р.А., Умурзакова Р.А., Проскурина Л.П., Тулегенова М.К., Абдыкадыров А.А. Центральная Азия. См. раздел III в наст. сб. (на CD).
5. *Bulletin of the International Seismological Centre (for 1997). 1999-2000.* Berkshire, ISC.
6. Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 1997 год. 1997-1998. / Отв. ред. О.Е. Старовойт. Обнинск: Изд-во ЦОМЭ ИФЗ РАН.
7. Улубиева Т.Р. (отв. сост.), Рислинг Л.И., Хусейнова Г.А., Давлятова Р., Михайлова Р.С., Улубиев А.Н., Максименко Т.И. Таджикистан. См. раздел III в наст. сб. (на CD).
8. Ачилов Г.Ш., Бабаев А.М., Мирзоев К.М., Михайлова Р.С. 1985. Сейсмогенные зоны Памира // Геология и геофизика Таджикистана. №1. Душанбе: Изд-во Дониш. С. 117-138.
9. Улубиева Т.Р., Михайлова Р.С., Рислинг Л.И. 2002. Таджикистан // Землетрясения Северной Евразии в 1996 году. М.: Изд-во ОИФЗ РАН. С. 60-66.
10. Михайлова Р.С. (сост.). Таджикистан. См. раздел IV в наст. сб. (на CD).