

ТАДЖИКИСТАН

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

Система наблюдений в 1996 г. на территории Таджикистана по сравнению с таковой в 1995 г. [1] продолжала сокращаться. Из-за отсутствия запасных частей и осциллографной фотобумаги сейсмические станции вели регистрацию землетрясений с большими пропусками: опорная станция "Шаартуз" только с 1 по 15 января и с 16 марта по 12 апреля, в январе приостановила наблюдения станция "Лангар", с 1 сентября не работала станция "Ленинабад", крайне нестабильно работали станции "Рогун" и "Офтобруй". В мае была вновь открыта станция "Гарм", которая проработала лишь до 9 июля. В итоге в 1996 г. относительно стабильно вели регистрацию землетрясений только 9 станций: "Душанбе", "Куляб", "Джерино", "Гиссар", "Аккуйли", "Богизагон", "Игрон", "Султанабад" и "Гезан" (рис. 1, табл. 1).

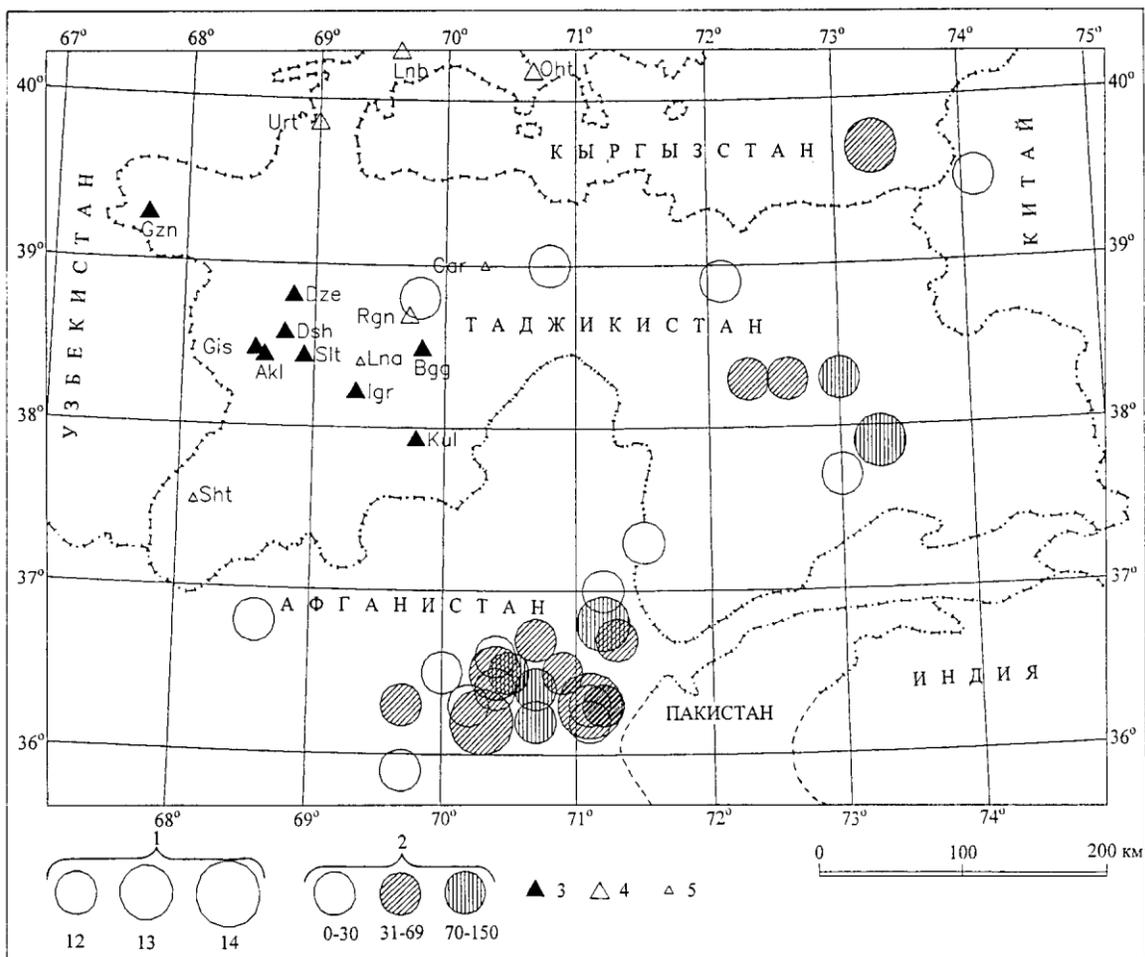


Рис. 1. Сеть сейсмических станций и эпицентры сильных ($K_p \geq 11.6$) землетрясений за 1996 г.

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.

Таблица 1. Сейсмические станции Таджикистана, работавшие в 1996 г., и их параметры

№	Станция			Дата		Координаты			Аппаратура			
	Название	Код		открытия	закрытия	φ°, N	λ°, E	h _y , м	Тип прибора	Компона- нента	V _{max}	ΔT _{max} , с
		Межд.	Рег.									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Душанбе	DSH	Дшн	03.04.1940		38.57	68.77	815	СКМ-3 СКМ-3, КПЧ СК СК, КПЧ	N,E,Z Z N,E,Z Z	10000 1000 1500 200	1.0-1.6 1.0-1.6 0.4-10.0 0.4-10.0
2	Куляб	KUL	Клб	02.11.1947		37.92	69.78	600	СК	N,E,Z	1500	0.20-2.0
3	Гарм	GAR	Грм	01.01.1949 28.06.1995 10.05.1996	30.12.1994 21.11.1995 09.07.1996	39.00	70.30	1350	СКМ-3	N,E,Z	40000	0.02-1.4
4	Гиссар	GIS	Гис	03.05.1955		38.47	68.55	770	СКМ-3	N,E,Z	10000	0.02-1.3
5	Лангар	LNA	Лнг	21.02.1964	21.01.1996	38.40	69.35	760	СКМ-3	N,E,Z	10000	0.02-1.3
6	Джерино	DZE	Джр	07.06.1964		38.80	68.83	1200	СКМ-3	N,E,Z	20000	0.02-1.2
7	Богизагон	BGG	Бгз	25.11.1964		38.48	69.82	1210	СКМ-3	N,E,Z	20000	0.02-1.3
8	Шааргуз	SHT	Шрт	24.09.1966 15.03.1996	16.01.1996 13.04.1996	37.53	68.12	440	СКМ-3	N,E,Z	30000	0.02-1.1
9	Аккуйли	AKL	Акл	12.06.1968		38.45	68.62	710	СМ-3	N,E,Z	15000	0.02-1.1
10	Ура-Тюбе	URT	Урт	30.08.1970 01.10.1995 01.08.1996	01.08.1995 11.05.1996	39.85	69.00	1240	СКМ-3	N,E,Z	20000	0.02-1.2
11	Рогун	RGN	Ргн	1974 02.05.1996 31.08.1996 30.11.1996	29.03.1996 03.06.1996 18.10.1996	38.68	69.72	1730	СМ-3	N,E,Z	5000	0.02-0.8
12	Игрон	IGR	Игр	01.01.1975 26.09.1995	01.08.1995	38.22	69.33	1200	СКМ-3	N,E,Z	20000	0.02-1.0
13	Гезан	GZN	Гзн	01.12.1980		39.27	67.70	1560	СКМ-3	N,E,Z	30000	0.02-1.2
14	Ленинабад	LNB	Лнб	09.02.1983	01.09.1996	40.28	69.62	350	СМ-3	N,E,Z	1000	0.02-1.0
15	Офтобруй	ОНТ	Офт	14.07.1983 01.08.1995 01.01.1996 21.02.1996 16.07.1996 20.11.1996	21.01.1995 26.09.1995 10.01.1996 19.05.1996 06.09.1996	40.17	70.67					
16	Султанабад	SLT	Слт	14.01.1984		38.43	68.92	1150	СМ-3	N,E,Z	2000	0.2-0.9

Такая система наблюдений обеспечила представительную регистрацию на большей части территории Таджикистана лишь с $K_{\min}=10$, а на окраинах, особенно северо- и юго-восточных, уровень лишь с $K_{\min}=11-12$. Постоянное (после 1993 г.) снижение числа сейсмических станций [1] приводит к уменьшению числа обработанных землетрясений, как это следует из табл. 2.

Таблица 2. Суммарное число коровых ($h<70$ км) и глубоких ($h=70-350$ км) землетрясений за 1993-1996 гг. на территории Таджикистана в зависимости от числа работающих станций

Год	n с/г	N		N _Σ
		h<70	h≥70	
1993 г.	38	600	1541	2141
1994 г.	34	472	1070	1542
1995 г.	25	480	1100	1580
1996 г.	16	262	545	807
		359	571	930

Примечание. Жирным выделены числа глубоких и коровых землетрясений за 1996 г. после дополнения из [2,3].

Из данных, приведенных в табл. 2, видно, что в 1996 г. примерно половина землетрясений Таджикистана и прилегающих к нему территорий с $K_p \geq 9$ оказалась пропущенной в годовом каталоге. Удалось выявить 123 землетрясения (97 коровых и 26 глубоких) по данным других сетей [2,3] и дополнить ими каталог [4].

Методика обработки землетрясений, осталась, в основном, прежней [1]. Некоторое дополнение в методике классификации землетрясений было обусловлено необходимостью оценки энергетических классов землетрясений Таджикистана по данным [3], для которых была известна лишь магнитуда m_b . С этой целью были выбраны все пары значений K_p и m_b из каталогов [4-7] и рассчитаны уравнения ортогональной регрессии по годовым выборкам, а также суммарной выборке за 1993-1996 гг. отдельно для коровых и глубоких ($h \geq 70$ км) землетрясений. Сведения об объеме данных, коэффициенте корреляции и параметрах уравнений связи представлены в табл. 3.

Таблица 3. Коэффициенты корреляционных уравнений связи энергетических классов K_p с магнитудами m_b (ISC) за 1993-1996 гг.

Год	a	b	n	r
$h < 70$ км				
1993	3.87±0.97	1.74±0.20	52	0.779
1994	4.70±0.75	1.58±0.14	53	0.834
1995	1.14±1.19	2.38±0.25	58	0.788
1996	2.27±1.45	2.18±0.33	63	0.642
1993-1996	3.31±0.48	1.89±0.10	226	0.788
$h \geq 70$ км				
1993	1.68±0.76	2.28±0.15	101	0.838
1994	2.86±0.76	2.00±0.15	82	0.834
1995	1.18±0.90	2.38±0.18	113	0.770
1996	0.28±0.63	2.66±0.14	228	0.774
1993-1996	1.57±0.33	2.31±0.07	512	0.833

На рис. 2 даны корреляционные поля за весь период 1993-1996 гг., соответствующие им уравнения имеют вид:

$$K_p = 3.31 + 1.89 m_b \quad \text{при } h < 70 \text{ км} \quad (1),$$

$$K_p = 1.57 + 2.31 m_b \quad \text{при } h \geq 70 \text{ км} \quad (2).$$

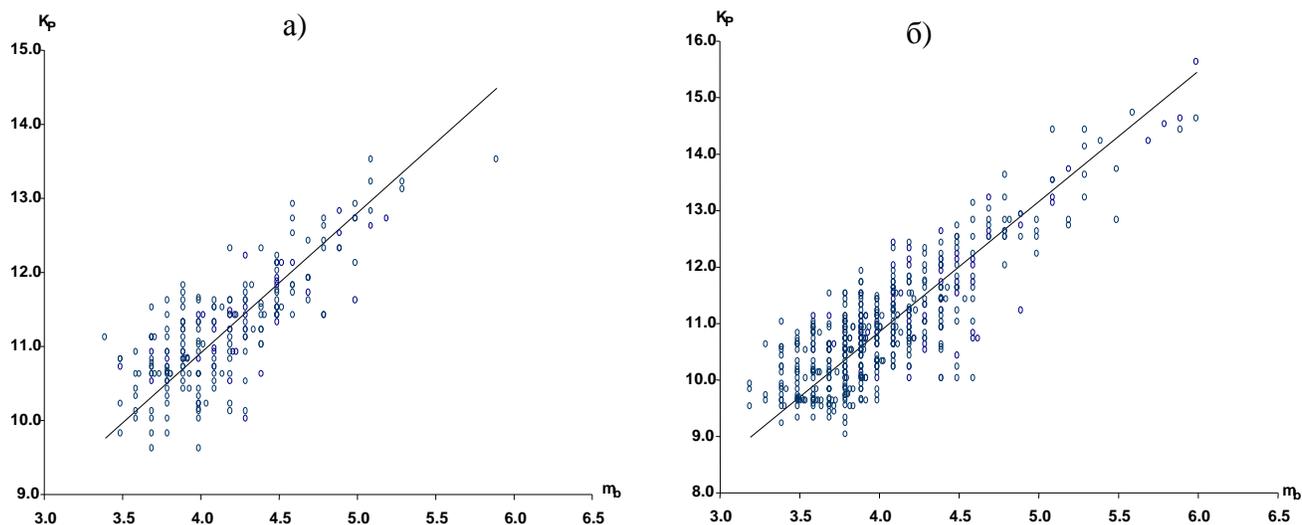


Рис. 2. Графики зависимости $K_p = f(m_b)$ за 1993-96 гг.: а – $h < 70$ км; б – $h \geq 70$ км.

Оценка точности определения координат эпицентров проводилась в соответствии с [8]. Однако последовательное уменьшение числа сейсмических станций привело, естественно, к снижению точности и увеличению разброса данных. В результате к 1996 г. границы сейсмоактивных зон даже наиболее стабильных совокупностей землетрясений, как, например, Памиро-Гиндукушских землетрясений с промежуточной глубиной очага ($h=70-350$) км, стали размыты (рис. 3)

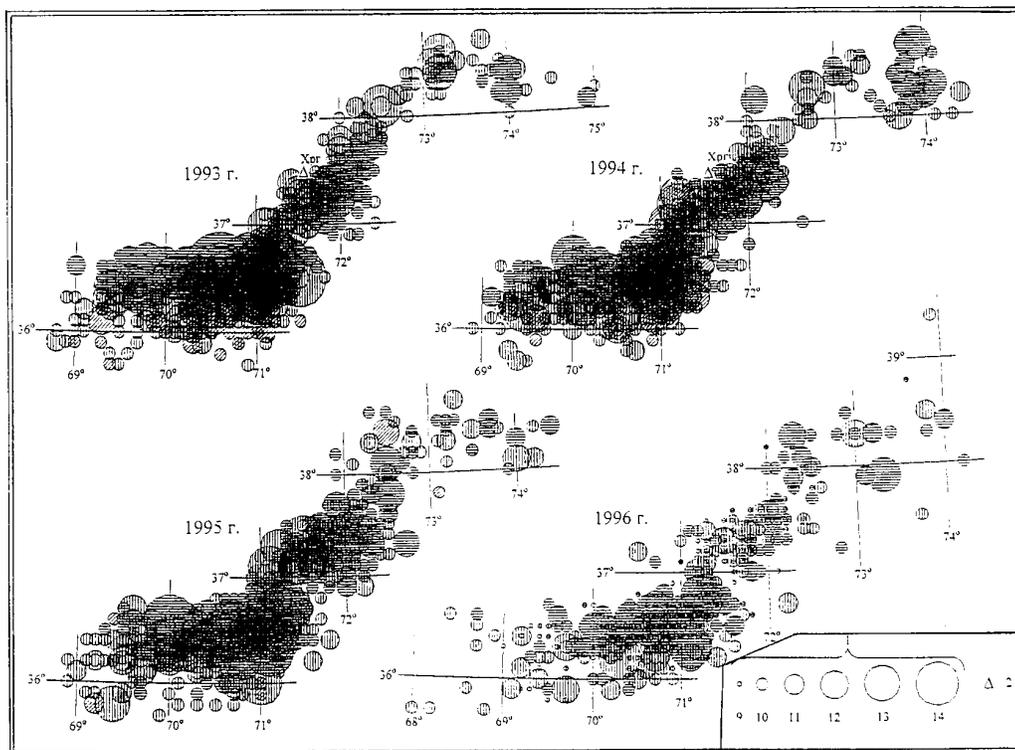


Рис. 3. Сравнение конфигурации зоны Памиро-Гиндукушских землетрясений по мере уменьшения числа сейсмических станций с 1993 г. по 1996 г. на территории Таджикистана.

По данным табл. 2 на изучаемой территории локализовано 930 землетрясений с $K_p=9\div 14$, из них 359 с очагом в земной коре и 571 глубоких. Схема четырех сейсмоактивных районов Таджикистана из [1] представлена на рис. 4, а распределение землетрясений по этим зонам – в табл. 4.

Таблица 4. Распределение числа землетрясений Таджикистана в 1996 г. и суммарная сейсмическая энергия ΣE по районам I-IV

№	Район	K_p						N_{Σ}	$\Sigma E \cdot 10^{14}$, Дж
		9	10	11	12	13	14		
I	Юго-Западный Тянь-Шань	2	2	1	-	1	-	6	0.082
II	Южный Тянь-Шань	137	70	16	3	1	-	227	0.124
III	Памиро-Гиндукуш (коровые)	39	44	36	6	-	1	126	2.589
IV	Памиро-Гиндукуш (глубокие)	236	238	73	19	3	2	571	2.196
	Всего	414	354	126	28	4	3	930	4.991

Величина высвободившейся сейсмической энергии для всех землетрясений в каждом сейсмогенном районе уменьшилась по сравнению с таковой в 1995 г. [1] почти в 4 раза. На территории республики уровень энергии коровых сильных землетрясений в большей части случаев (рис. 1) не превышал $K_p \div 12$. Это два землетрясения, происшедшие вблизи Гиссаро-Кокшаальского разлома (14 октября в $12^h 24^m$ вблизи Рогуна с $K_p=11.6$, 23 ноября в $01^h 56^m$ восточнее Гарма с $K_p=12.0$), одно вблизи Дарваз-Каракульского разлома (17 января в $19^h 54^m$ с $K_p=11.6$) и одно в центральной части Южного Памира (31 декабря в $12^h 14^m$ с $K_p=12.1$) (рис. 1,4). Более сильные землетрясения с $K_p=12.9$ произошли у северных границ республики (1 марта в $19^h 48^m$ и 19 декабря в $12^h 13^m$). Глубокие

землетрясения Памиро-Гиндукушской зоны характеризуются наибольшей величиной на уровне $K_p=14$ (рис. 1). Это землетрясения 14 сентября в 08^h01^m с $K_p=14.1$ ($M_w=5.9$, $M_0=7.0 \cdot 10^{17}$ Н·м [3]) и 30 ноября в 11^h02^m с $K_p=13.6$ [4], отмеченные в Афганской подзоне на территории Афганистана. Первое проявилось в г. Душанбе интенсивностью сотрясений в 3-4 балла.

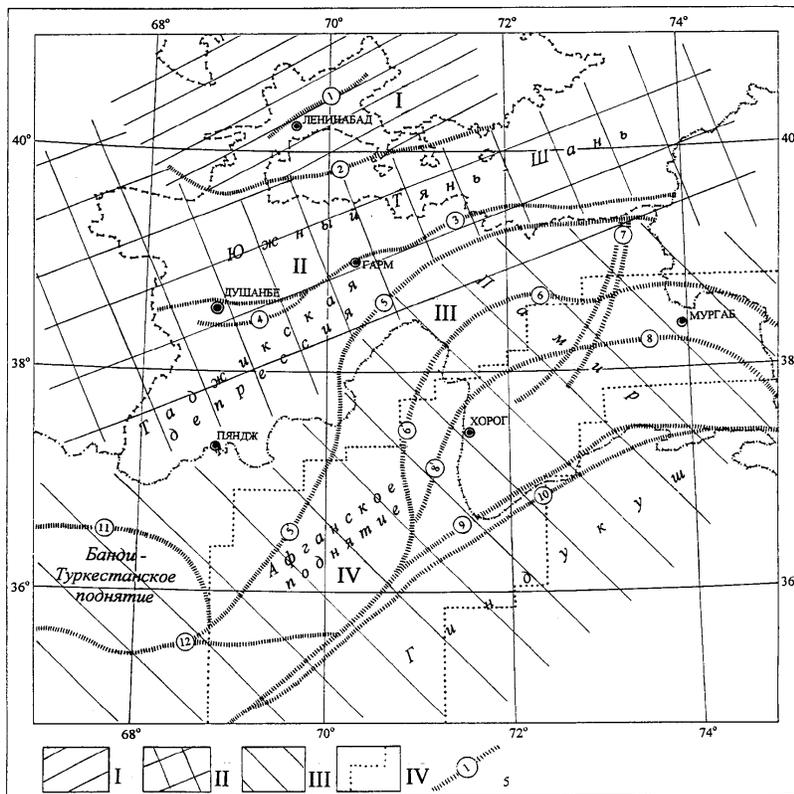


Рис. 4. Сейсмоактивные зоны Таджикистана и глубинные разломы

I-IV – сейсмоактивные зоны: Юго-Западный Тянь-Шань, Южный Тянь-Шань, Памиро-Гиндукуш (коровые), Памиро-Гиндукуш (глубокие), соответственно; 5 – глубинный разлом и его номер.

Главнейшие глубинные разломы территории Таджикистана и Северного Афганистана по [9]: 1 – Северо-Ферганский; 2 – Заамин-Хайдараканский; 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.

На территории **Юго-Западного Тянь-Шаня (I)**, в Ходжентской области, отмечены лишь незначительные толчки с $K_p=9-10$ (рис. 5). В 1996 г. – это наименее сейсмически активная зона на исследуемой территории.

В **Южном Тянь-Шане (II)**, как всегда, выделяется повышенной плотностью эпицентров зоны Южно-Гиссарского, Илякско-Вахшского и Дарваз-Заалайского глубинных разломов (рис. 4,5), наиболее сильные из них описаны выше. На территории Душанбино-Вахшского района продолжается сейсмическое затишье. Здесь 14 октября в 12^h24^m зарегистрировано только одно землетрясение с $K_p=11.6$. Эпицентр этого землетрясения расположен к северо-востоку от Рогунского землетрясения 15.06.1995 г., в зоне сближения Илякско-Вахшского и Южно-Гиссарского разломов (рис. 4,5).

В **Памиро-Гиндукушской зоне (III)** коровых землетрясений отмечается дальнейшее понижение сейсмической активности, связанное, скорее всего, с уменьшением числа работающих станций. Севернее Банди-Туркенстанского поднятия отмечен толчок двенадцатого энергетического класса. На Южном Памире, в юго-западных отрогах Северо-Аличурского хребта в очаговой зоне землетрясений 21 октября и 23 декабря 1995 г., отмечен один толчок с $K_p=12$. На Северном Памире зарегистрирован толчок 12 энергетического класса.

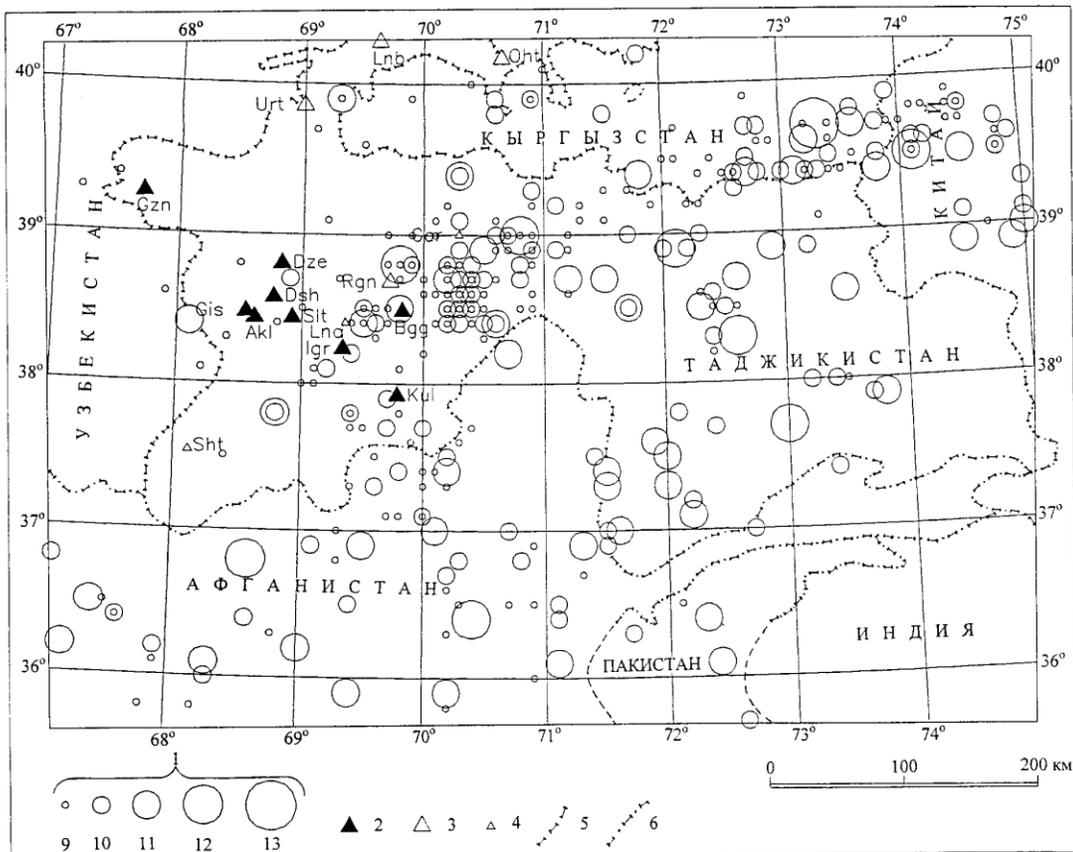


Рис. 5. Карта эпицентров коровых ($h < 70$ км) землетрясений Таджикистана с $K_p \geq 8.6$ за 1996 г.

1 – энергетический класс K_p ; 2-4 – сейсмическая станция, работавшая в течение всего года, менее $\frac{3}{4}$ года и менее $\frac{1}{4}$ года, соответственно; 5 – государственная граница в пределах СНГ; 5 – государственная граница вне СНГ.

Глубокие землетрясения **Памиро-Гиндукушской зоны (IV)** с $K_p \geq 9$ представлены на рис. 6. Традиционно эта зона подразделяется по плотности эпицентров на 3 подзоны: Афганскую, Хорогскую и Мургабскую. Землетрясения по подзонам распределились следующим образом (табл. 5).

Таблица 5. Распределение сильных ($K_p \geq 11.6$) глубоких землетрясений в зоне IV

Подзона	K_p			N_{Σ}	$\Sigma E \cdot 10^{13}$, Дж
	12	13	14		
Афганская	15	2	2	19	23.5
Хорогская	2	-	-	2	0.2
Мургабская	2	1	-	3	1.2

В Афганской подзоне суммарное число землетрясений с $K_p \geq 12$ увеличилось на 1 по сравнению с таковым в 1995 г. [1], при этом число толчков с $K_p \geq 12$ увеличилось на 5, вдвое уменьшилось число землетрясений тринадцатого класса. Величина высвобожденной сейсмической энергии в этой зоне примерно в 6 раз меньше, чем в прошлом году.

В Хорогской подзоне отмечено понижение сейсмической активности. Здесь зарегистрировано только 2 землетрясения с $K_p \geq 12$, что вдвое меньше чем в прошлом году, землетрясения с большим K_p не отмечены. На порядок, по сравнению с таковым в 1995 г., уменьшилась величина высвобожденной сейсмической энергии в этой зоне. В Мургабской подзоне отмечены только три толчка с $K_p > 12$: 17 июня в $21^{\text{h}}37^{\text{m}}$, $K_p = 11.9$; 27 июня в $05^{\text{h}}40^{\text{m}}$, $K_p = 12.7$; 31 декабря в $12^{\text{h}}14^{\text{m}}$, $K_p = 12.1$. В прошлом году здесь был только один толчок с $K_p = 12$. Величина высвобожденной энергии в Мургабской подзоне увеличилась более, чем на порядок. В целом в зоне IV высвободилось сейсмической энергии $2.49 \cdot 10^{14}$ Дж, что более чем в 5 раз меньше таковой в 1995 г. ($1.375 \cdot 10^{15}$ Дж) [1].

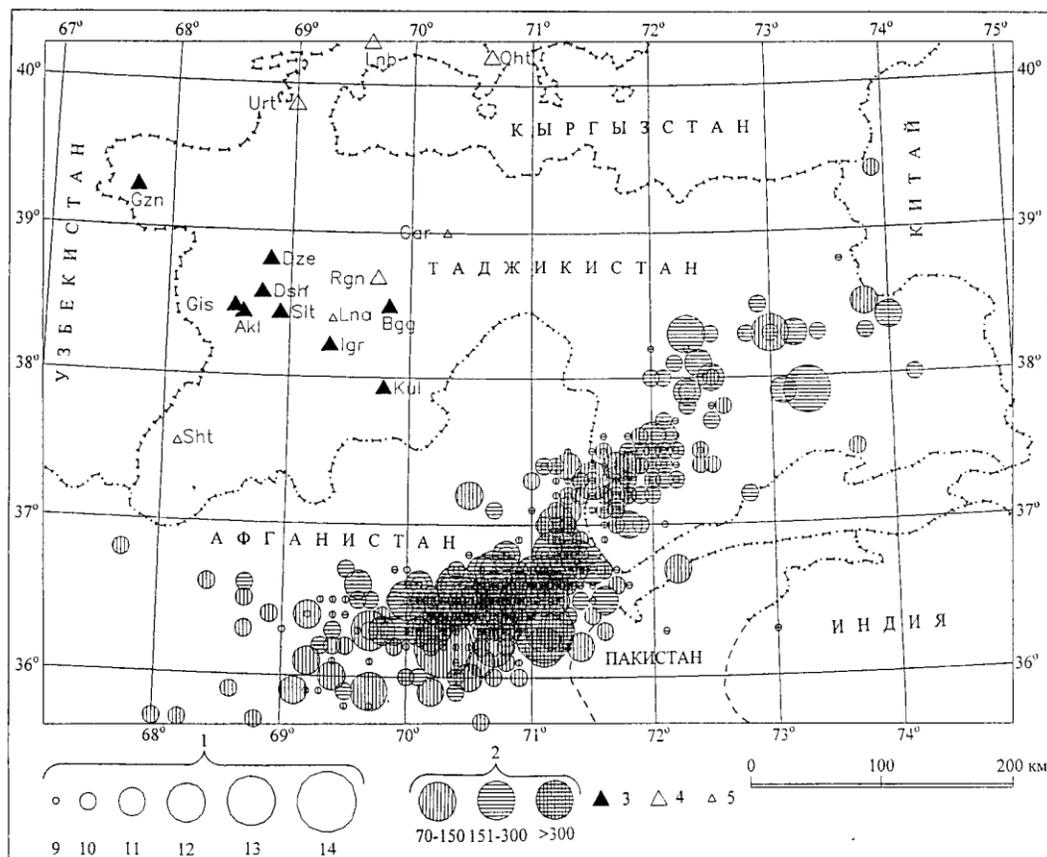


Рис. 6. Карта эпицентров глубоких землетрясений Таджикистана за 1996 г.

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.

Л и т е р а т у р а

1. 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.
2. Джанузакон К.Д. (по региону), Соколова Н.П. (Кыргызстан), Калмыкова Н.А. (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 (Каталоги землетрясений) в наст. сб.
3. **Bulletin of the International Seismological Centre (for 1996). 1998-1999.** Ньюбери: Изд-во ISC.
4. Улубиева Т.Р. (отв. сост.), Рислинг Л.И., Хусейнова Г.А., Максименко Т.И., Давлятова Р., Михайлова Р.С. Таджикистан. См. раздел III (Каталоги землетрясений) в наст. сб.
5. Улубиева Т.Р. (отв. сост.), Рислинг Л.И., Давлятова Р., Максименко Т.И. 2001. Таджикистан за 1993 год / Землетрясения Северной Евразии в 1995 году. М.: Изд-во ОИФЗ РАН. С. 232-257.
6. Улубиева Т.Р. (отв. сост.), Рислинг Л.И., Максименко Т.И., Давлятова Р. 2001. Таджикистан за 1994 год / Землетрясения Северной Евразии в 1995 году. М.: Изд-во ОИФЗ РАН. С. 258-276.
7. Улубиева Т.Р. (отв. сост.), Рислинг Л.И., Давлятова Р., Максименко Т.И. 2001. Таджикистан за 1995 год / Землетрясения Северной Евразии в 1995 году. М.: Изд-во ОИФЗ РАН. С. 277-296.
8. 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)).
9. 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.