

УДК 550.348

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ КОПЕТДАГА

Б.Н. Гаипов, Г.Л. Голинский, Н.В. Петрова, А.Р. Рахимов*, Г.Ч. Сарыева

Система сейсмических наблюдений Туркменистана в 1993 г. состояла из 23 станций (табл. 1). Определение кинематических параметров землетрясений выполнялось с помощью программы LOCTRY [1], разработанной в ИС АНТ на основе блочных годографов [2]. Энергетический класс K_p землетрясений определялся для каждой станции по палетке Раутиан [3], а затем осреднялся; магнитуды MPVA получены согласно [4]. Региональное уравнение связи между этими характеристиками величины землетрясения в ближней зоне ($\Delta < 400$ км) согласно [5] имеет вид:

$$K_p = 0.77 + 2.2 MPVA.$$

На телесеизмических расстояниях соотношения между энергетическими характеристиками K_p землетрясений по данным региональной сети и магнитудами MS, MPSP по данным Сейсмологического бюллетеня ОМЭ ИФЗ РАН наилучшим образом аппроксимируются следующими зависимостями [5]:

$$K_p = 5.6 + 1.46 MS$$

$$K_p = 2.2 + 2.05 MPSP$$

Механизмы очагов определены Т.А. Аннаоразовой для 7 землетрясений и представлены в каталоге дополнительных параметров настоящего сборника.

Таблица 1. Сведения о сейсмических станциях Копетдагского сейсмоактивного региона за 1993 г.

№	Станция			Дата открытия	Координаты			Аппаратура			
	Название	Код			φ°, N	λ°, E	$h_y, м$	Тип прибора	Компонента	V_{max}	$\Delta T_{max}, с$
		Межд.	Рег.								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Ашгабат	ASH	Ашг	март 1947	37.96	58.37	305	СМ-3	N E Z	20000 20000 12000	0.20-1.2 0.30-0.9 0.40-0.9
								СМ-3,КПЧ СК С-5-С	N,E,Z N,E,Z N,E,Z	6000 1000 100	0.50-0.9 0.20-10 0.20-4.0
2	Кызыл-Арват	КАТ	Кзл	01.01.1951	38.97	56.28	110	СК	N,E Z	1600 1200	0.35-11 0.35-11
3	Ванновская	VAN	Ван	июль 1952	37.95	58.11	580	СКМ-3	N,E Z	99900 100000	0.30-1.3 0.30-1.4
								СМ-3 С-5-С СКД	N,E,Z N,E,Z N,E,Z	10000 100 1000	0.20-1.4 0.20-4.5 0.20-20
4	Красноводск	KRE	Крс	март 1966	40.04	53.00	10	СКМ-3 СК	N,E,Z N E Z	30000 1000 1000 1000	0.20-0.8 0.30-11 0.40-10 0.50-10

* А.Р. Рахимов является также соавтором аналогичной статьи за 1992 год.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	Небит-Даг	NBD	Нбд	март 1966	39.51	54.39	15	СКМ-3 СКД	N,E Z N,E,Z	5000 1000 1000	0.20-1.2 0.20-1.2 0.2-17
6	Кызыл-Атрек		Ктр	окт. 1968	37.68	54.77	55	СМ-3 СКД	N,E,Z N E Z	5000 700 770 700	0.20-1.2 0.30-18 0.60-18 0.40-18
7	Кара-Кала		Крк	июнь 1970	38.44	56.27	315	СКМ-3 С-5-С	N,E,Z N E Z	5000 105 100 520	0.20-1.2 0.20-4.3 0.20-4.0 0.20-2.3
3	Чагыл		Чгл	нояб. 1972	40.78	55.38	144	СКМ-3	N,Z E	40000 40000	0.20-0.8 0.20-0.6
9	Гяурс		Грс	1976	37.93	58.91	148	ВЭГИК	N,E,Z	3000	0.20-1.1
10	Чарджоу		Чрд	июнь 1976	39.08	63.53	90	С-5-С	N E Z	1500 500 1500	0.20-1.5 0.20-3.6 0.20-1.4
11	Каушут		Кшт	июнь 1977	37.46	59.49	257	ВЭГИК	N E,Z	10000 10000	0.20-1.1 0.20-1.2
12	Маньш		Мнш	1977	37.72	58.61	680	СКМ-3	N,Z E	30000 6000	0.20-1.2 0.20-1.2
13	Овадан-Тепе		Овд	1977	38.11	58.36	160	СМ-3	N E Z	7000 7000 7000	0.20-1.1 0.20-1.2 0.30-1.1
14	Серный		Срн	окт. 1980	39.99	58.83	120	СКМ-3	N,E,Z	50000	0.20-0.8
15	Гермаб		Грм	1980	38.01	57.75	775	СКМ-3	N,E,Z	50000	0.20-1.2
16	Серахс		Срх	сент. 1981	36.53	61.21		СМ-3	N,E,Z	12000	0.20-1.2
17	Гаудан		Гдн	апр. 1982	37.67	58.42	490	"черепаха"	N,Z E		
18	Гаурдак		Грд	дек. 1985	37.80	66.05	460	СМ-3	N E Z	10000 9230 10000	0.30-1.2 0.30-1.1 0.20-1.2
19	Кушка		Кшк	дек. 1985	35.27	62.31	650	СМ-3	N,Z E	10000 10000	0.20-1.2 0.20-1.3
20	Дан-Ата		Днт	апр. 1988	39.07	55.17		СКМ-3	N,E,Z	40000	0.20-0.8
21	Сунча		Сун	12.09.1990	38.50	57.30		СМ-3	N E Z	8900 9400 10000	0.60-1.4 0.70-1.5 0.60-1.3
23	Карлюк		Кар	01.09.1992	37.56	66.43		СМ-3	N E Z	10000 2000 10000	0.20-1.2 0.20-1.2 0.20-1.1
	Кугитанг		Куг	01.10.1992	37.91	66.48		СМ-3	N E,Z	2000 10000	0.20-1.2 0.20-1.2

Примечание. Дополнительные сведения: ст. "Ашгабат" с марта 1947 г. находилась в пос. Кеши, а с июня 1967 г. - в пос. Берзенги; ст. "Красноводск" в июле 1982 г. перенесена в новое здание.

Копетдагский регион в настоящее время имеет условные границы: $\varphi = 35-42^\circ \text{ N}$ и $\lambda = 51-67^\circ \text{ E}$. Учитывая характерные сеймотектонические особенности региона, его территория разделена на 5 сейсмоактивных районов (рис. 1, табл. 2). По сравнению с предыдущими годами расширен Туркмено-Хорасанский район № 3 (на полградуса к северу) и представлен Центрально-Каракумский район № 5, который, оставаясь асейсмичным на уровне представительных землетрясений в течение нескольких последних лет, за период наблюдений с 1955 г. неоднократно проявлял себя землетрясениями с $K_p \leq 12$.

Таблица 2. Сейсмоактивные районы Копетдагского региона и представительные энергетические классы K_{min}

№	Район	K_{min}	$\varphi_1 - \varphi_2$, N	$\lambda_1 - \lambda_2$, E	S, 10^3 км^2
1	Балхано-Каспийский	9	38.5 - 42.0	51.0 - 55.5	150
2	Эльбурский	9	35.0 - 38.5	51.0 - 55.5	160
3	Туркмено-Хорасанский	9	35.0 - 39.5	55.5 - 61.0	250
4	Восточный Туркменистан	10	35.0 - 42.0	61.0 - 67.0	420
5	Центрально-Каракумский	9	39.5 - 42.0	55.5 - 61.0	130
	КОПЕТДАГ	9	35.0 - 42.0	51.0 - 67.0	1110

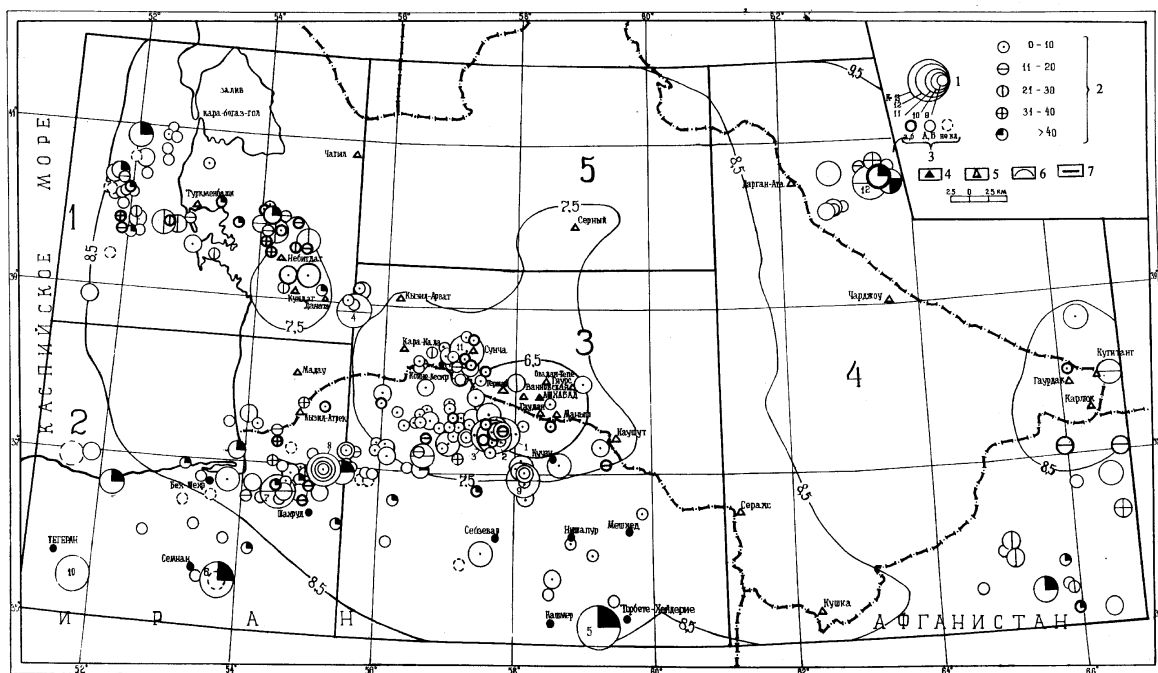


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений Копетдага за 1993 г. с $K_p \geq 8.6$

1 - энергетический класс K_p ; 2 - глубина гипоцентра, км; 3 - класс точности определения эпицентра; 4, 5 - сейсмическая станция, опорная и региональная соответственно; 6 - изолиния представительного класса K_{min} при регистрации минимум двумя станциями; 7 - граница сейсмоактивного района.

В 1993 г. в указанных границах региона зарегистрированы 2494 землетрясения с $K_p=2-13$, из них 247 - с $K_p \geq 8.6$ (табл. 3,4). Выделившаяся на территории региона сейсмическая энергия составила $2.41 \cdot 10^{13}$ Дж, что в 6 раз меньше энергии предыдущего года ($14.42 \cdot 10^{13}$ Дж). Эта разница связана с уменьшением числа сильных землетрясений с $K_p \geq 13$, тогда как количество землетрясений более слабых энергетических классов представительного уровня ($K_p=9-12$), наоборот, возросло (табл. 3). Такое изменение соотношения сильных и слабых землетрясений выразилось и в увеличении наклона γ графика повторяемости землетрясений в целом по региону (табл. 4).

Таблица 3. Число землетрясений разных классов и суммарная энергия за 1992 и 1993 гг.

Год	K_p								N_{Σ}	$\Sigma E \cdot 10^{13}$, Дж
	2-7	8	9	10	11	12	13	14		
1992	2048	343	148	36	17	2	4	1	2599	14.42
1993	1922	325	157	55	23	11	1	-	2494	2.41

Таблица 4. Распределение числа землетрясений по энергетическим классам K_p , суммарная энергия ΣE и количественные параметры γ и A_{10} сейсмического режима по районам

№	Район	K_{min}	K_p						N_{Σ}	$\Sigma E \cdot 10^{12}$, Дж	γ	A_{10}
			8	9	10	11	12	13				
1	Балхано-Каспийский	8	123	41	12	5	-	-	181	1.17	0.47	0.10
2	Эльбурский	9	18	32	10	5	4	-	69	4.63	0.30	0.10
3	Туркмено-Хорасанский	9	168	71	24	6	6	1	276	16.93	0.43	0.11
4	Восточный Туркменистан	10	16	13	9	7	1	-	46	1.80	0.48	0.03
	КОПЕТДАГ	9	325	157	55	23	11	1	572	24.53	0.51	0.05

Примечание. В Центральном-Каракумском районе (№5) землетрясения не зарегистрированы.

Из общего количества землетрясений, зарегистрированных в 1993 г. в Копетдагском регионе, 23 подземных толчка оказались ощутимыми. Их проявление в отдельных населенных пунктах, оцененное Г.Л. Голинским в соответствии со шкалой MSK-64 и уравнением макросейсмического поля

$$I_0 = 1.5 M - 3.8 lgh + 3.5$$

землетрясений Туркменистана [6], приводится в сносках к каталогу землетрясений Копетдага (см. наст. сб.), а пространственное распределение их эпицентров дано на рис. 2. 16 из этих землетрясений расположены в пределах Туркменистана: 11 - на западе, в районах № 1 и № 2, 4 - в районе № 3, 1 - на востоке, в районе № 4. Эпицентры семи землетрясений расположены в северных районах Ирана, в провинциях Мазендеран и Хорасан; из них четыре ощущались в западном Туркменистане, а три - западнее и южнее Ашгабата.

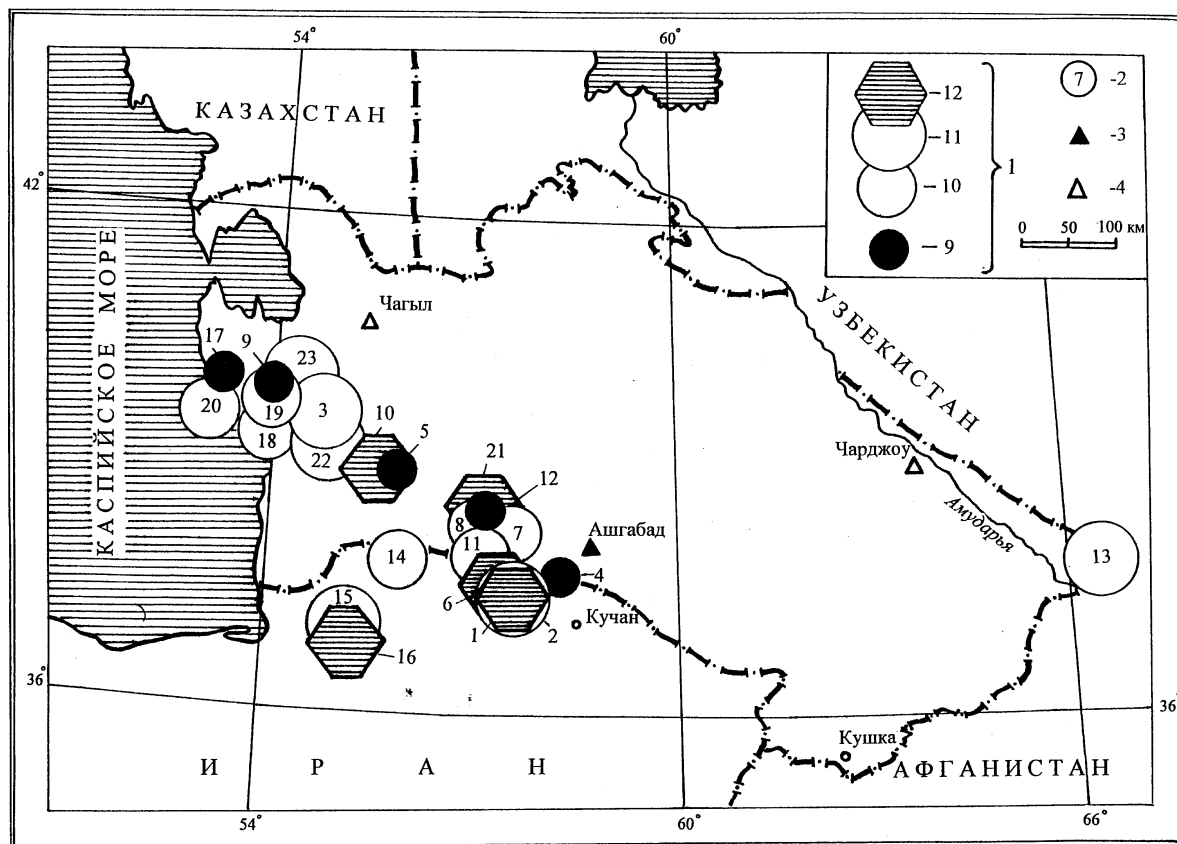


Рис. 2. Карта ощутимых землетрясений региона

1 - энергетический класс K_p ; 2 - номер землетрясения в соответствии со ссылкой в каталоге землетрясений; 3,4 - сейсмическая станция, опорная и региональная соответственно.

Наибольшую энергию ($K_p=12.6$) имело землетрясение, произошедшее 1 мая в 17 ч 42 мин на южной границе региона (рис. 1; 3, р-н №3). Непосредственно на территории Туркменистана самыми крупными событиями были Карагезское землетрясение 2 мая в 04 ч 26 мин с $K_p=12.1$ и Караулское 10 сентября в 09 ч 49 мин с $K_p=11.6$ (рис. 4).

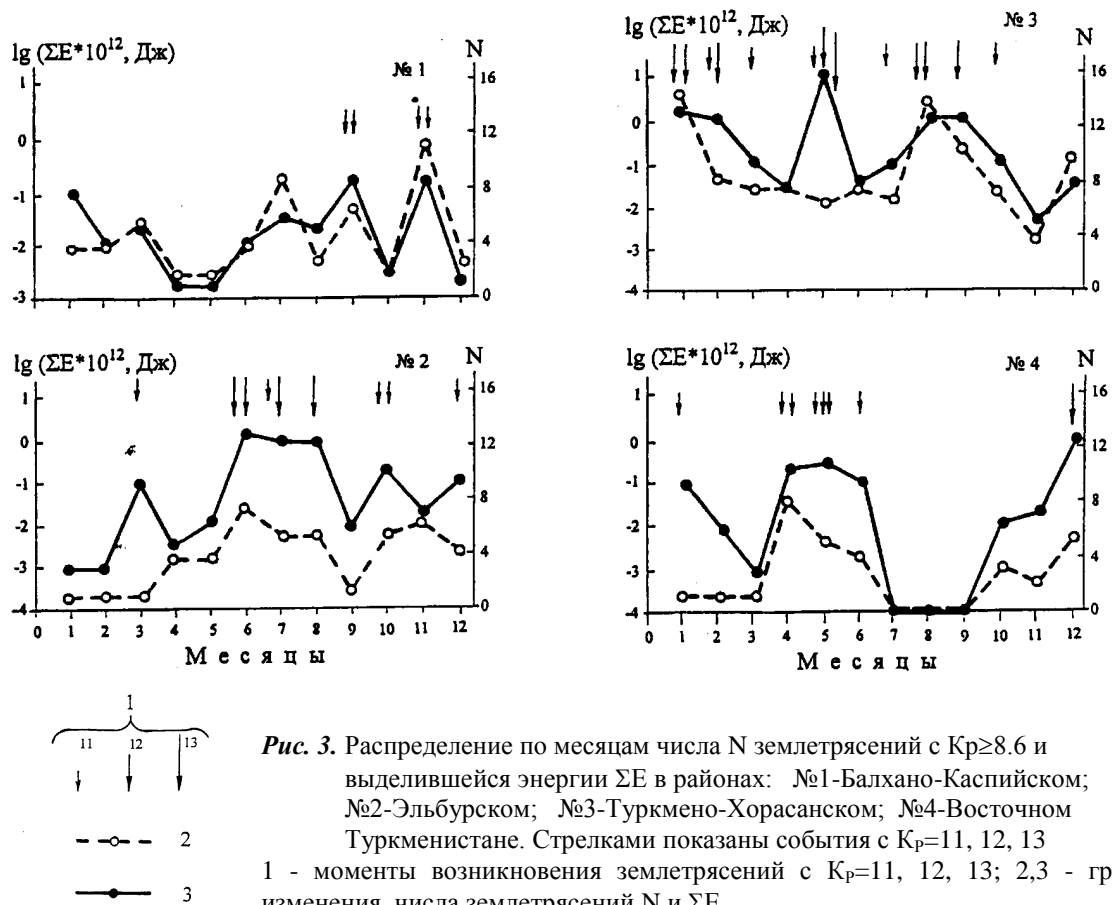


Рис. 3. Распределение по месяцам числа N землетрясений с $K_p \geq 8.6$ и выделившейся энергии ΣE в районах: №1-Балхано-Каспийском; №2-Эльбурском; №3-Туркмено-Хорасанском; №4-Восточном Туркменистане. Стрелками показаны события с $K_p=11, 12, 13$
1 - моменты возникновения землетрясений с $K_p=11, 12, 13$; 2,3 - графики изменения числа землетрясений N и ΣE

Землетрясения с $K_p=12$, которыми наиболее «богат» 1993 г. по сравнению с предыдущим, происходили практически во всех сейсмоактивных районах (рис. 1, 2), кроме Балхано-Каспийского, на восточной границе которого произошло вышеупомянутое Карагезское землетрясение. Однако по причинам, изложенным далее в тексте, мы относим его к Туркмено-Хорасанскому району.

Пространственное распределение сейсмичности в 1993 г. (рис. 1), показывает приуроченность большинства землетрясений к границам Иранской, Туранской и Южно-Каспийской плит, которые прослеживаются по концентрации эпицентров землетрясений в линейно вытянутых зонах, совпадающих с простираем Главного Копетдагского разлома (от Каспийского моря до Ашгабата) и, вкrest них, в районе восточного Эльбурса и Аладага, с разворотом в вершине Аладаг-Биналудской дуги. Зона Главного Копетдагского разлома юго-восточнее Ашгабата в 1993 г. практически асейсмична.

В Балхано-Каспийском районе (№ 1) большинство эпицентров землетрясений группируется в районе Большого Балхана и в Каспийском море. Как и в 1992 г., здесь наблюдается дефицит сильных землетрясений, хотя количество землетрясений с $K_p=9-11$ возросло, что выразилось в уменьшении параметра γ от аномально высокого $\gamma=0.71$ в 1992 г. до пониженного $\gamma=0.47$ в 1993 г. и увеличении сейсмической активности A_{10} .

Проявление ощутимых землетрясений на территории Балхано-Каспийского района началось 19 января землетрясением с $K_p=10.9$, очаг которого залегает в горном массиве хребта Большого Балхана, в 35 км северо-восточнее Небит-Дага. Интенсивность сотрясений в эпицентре достигла 5-6 баллов. Это землетрясение не вызвало усиления сейсмичности в рассматриваемом

районе в целом на представительном энергетическом уровне (рис. 3, р-н №1). 20 июля в этой же очаговой зоне произошло повторное землетрясение ($K_p=9.8$) с аналогичной интенсивностью сотрясений в эпицентре. Оно ощущалось в тех же селениях. 24 июля проявился очаг с $K_p=9.6$, расположенный северо-западнее Небит-Дага. В эпицентре интенсивность сотрясений составила 4 балла.

Сейсмичность побережья Каспийского моря отмечена небольшим ($K_p=9.1$, $I_0=4$ балла) землетрясением в районе Красноводского плато. 31 июля произошло землетрясение с $K_p=10$ в пределах полуострова Челекен. Следующие два землетрясения Балхано-Каспийского района с $K_p=11$ произошли в сентябре: 8 сентября в Каспийском море и 24 сентября в районе Межбалханского прогиба. В ноябре подобная пара землетрясений 11-го энергетического класса повторилась, только в обратном порядке: 1 ноября - в 3 км от Огланлы, а 12 ноября - в Каспийском море. И сентябрьские, и, особенно, ноябрьские землетрясения с $K_p=11$ сопровождались значительным всплеском сейсмичности Балхано-Каспийского района в целом в эти месяцы, после чего (в октябре и декабре) количество землетрясений и выделившаяся сейсмическая энергия упали до минимальных значений в течение года (рис. 3, р-н №1).

Сейсмичность **Эльбурского района (№ 2)** в 1993 г. характеризуется увеличением по сравнению с 1992 г. количества землетрясений с $K_p=11-12$ и параметра A_{10} , тогда как параметр γ почти не изменился. Все 4 землетрясения с $K_p=12$ в этом районе произошли в летние месяцы и в целом сопровождались увеличением количества землетрясений (рис. 3, р-н №2).

Землетрясение 19 июня с $K_p=12.1$ предварялось значительной форшоковой активностью непосредственно в очаговой зоне на уровне $K_p=9$. Механизм очага этого землетрясения представляет собой надвиг по меридиональной близгоризонтальной плоскости или взброс по вертикальной плоскости в условиях горизонтального сжатия.

9 июля в Мазендеранской зоне Ирана произошло землетрясение с $K_p=11.1$, которое, по-видимому, было ощутимым форшоком более сильного землетрясения 13 июля с $K_p=12.2$. Эти два землетрясения находились ближе к границе Туркменистана и ощущались на его территории. Землетрясение 9 июля ощущалось с интенсивностью 2-3 балла. Для землетрясения 13 июля интенсивность в эпицентре, по расчетным данным, составила $I_0^p = 7$ баллов. Глубина очага по инструментальным и макросейсмическим данным не превысила 10 км. Как и от предыдущего толчка, сотрясения интенсивностью до 3 баллов ощущались в селениях юго-западного Туркменистана, расположенных на удалении 80-100 км от эпицентра.

Туркмено-Хорасанский район (№ 3) отличается от других сейсмоактивных районов наибольшим количеством выделившейся сейсмической энергии и наибольшим количеством землетрясений всех энергетических классов. Самыми активными в этом районе были январь-февраль, май и август-сентябрь месяцы благодаря землетрясениям с $K_p=12$ (рис. 3, р-н №3).

Землетрясения 6, 7 января и 18 февраля с $K_p=12.5$, 11.7 и 12.2 соответственно, возникшие к северо-западу от иранского г. Ширван (Хорасан), представляют собой группу или рой землетрясений 12-го класса. Они сопровождались большим количеством афтершоков, что выразилось в максимуме кривой количества землетрясений в Туркмено-Хорасанском районе, приходящемся на январь (рис. 3, р-н №3). Надо отметить, что землетрясения этого района и раньше отличались большой степенью группирования, причем на высоком энергетическом уровне. Так, в 20 км к югу от этого эпицентра возникали пары землетрясений 12-го энергетического класса в 1984 г. (3 и 23 мая) и 1987 г. (10 и 17 апреля). Расчетная интенсивность сотрясений в эпицентре для всех трех землетрясений 1993 г. составляет $I_0^p=6-7$ баллов. Наблюдений в эпицентральной зоне нет, но в Туркменистане эти землетрясения ощущались в пос. Ванновский и Гермаб на расстоянии 60 км с интенсивностью 4 балла и в Ашгабате (80 км) с интенсивностью 3 балла. Механизм очага землетрясения 6 января представляет собой сдвиг по меридиональной или широтной крутым плоскостям. Механизм второго землетрясения, 7 января, представляет собой сброс по северо-восточной или меридиональной плоскости в условиях горизонтального растяжения.

19 января в 20 км к югу от Ашгабата произошло слабое ($K_p=9.3$), но ощутимое ($I_0^p=4-5$ баллов) землетрясение. Колебания охватили большую площадь, в целом ряде селений сотрясения имели интенсивность от 4-5 до 2-3 баллов.

Сравнительно небольшое ($K_p=9.5$) землетрясение 27 января характерно тем, что оно произошло вблизи будущего очага Карагезского землетрясения с $K_p=12.1$ и явилось, по-

видимому, его форшоком.

5 марта в 22 ч 29 мин в юго-западном Копетдаге произошло 5-балльное землетрясение с $K_p=10.4$. Механизм его очага - сброс по северо-восточной или северо-западной плоскости. 10 марта в 30 км к юго-востоку от него возникло умеренное ($K_p=10.1$) землетрясение с очагом в районе горы Тагарек, которое проявилось в Тагарёво с $I=5$ баллов, Мурча, Дурун и др. с $I=4$ балла. Расчетная интенсивность сотрясений в эпицентре составила $I_0^p = 5$ баллов. Оба эти землетрясения, по-видимому, принадлежат зоне подготовки ноябрьского Караулского землетрясения с $K_p=11.6$.

30 марта в очаговой зоне трех сильных землетрясений начала 1993 г., к северо-западу от Ширвана, возникло землетрясение с $K_p=10.7$, в очаге которого произошел сброс по широтной или северо-восточной плоскости. В мае в Туркмено-Хорасанском районе произошло 3 сильных землетрясения с $K_p=10.8$, 12.1 и 12.6, однако, при максимальной за год выделившейся в этом месяце энергии, количество землетрясений представительного уровня ($K_p \geq 9$) в этом районе не повысилось (рис. 3, р-н №3).

Мы рассмотрим подробнее наиболее значительное событие на территории Туркменистана в 1993 г. - землетрясение 2 мая с $K_p=12.1$, названное Карагезским. Его очаг приурочен к хребту Карагез западного Копетдага. Интенсивность в эпицентре оценена в 6-7 баллов. Во многих селениях, расположенных в радиусе 10 км, оно ощущалось с силой 6 баллов: в стенах зданий образовались трещины. На расстоянии до 35 км проявлялись 4-5 балльные сотрясения. В очаге Карагезского землетрясения произошел сбросо-сдвиг по плоскости северо-западного простирания, совпадающей с простиранием Внутрикпетдагского разлома, который по геологическим данным является правым сбросо-сдвигом с опущенным юго-западным блоком. Это землетрясение, как указано выше, предварялось форшоком с $K_p=9.5$ в январе и сопровождалось усилением в мае-июне слабой сейсмичности в радиусе 50 км от эпицентра (табл. 4). Оно не имело афтершоков с $K_p > 8$ вплоть до августа, когда в 170 км к юго-востоку от него произошло Караулское землетрясение с $K_p=11.6$ и $I_0 = 6$ баллов. Видимо, с ним связан рой землетрясений в сентябре-октябре с $K_p=3-10$ все в той же 50-км зоне Карагезского землетрясения (табл. 5). Оба землетрясения, Карагезское и Караулское, по спектрам ЧИСС на станции "Ванновская", отличаются высокими частотами и имеют равные кажущиеся напряжения - 35 бар.

Землетрясение 9 мая с $K_p=12.6$ находится на границе Копетдагского региона, на расстоянии 200 км от ближайшей станции, и мы не располагаем по нему достоверными данными.

Таблица 5. Ежемесячные числа N землетрясений и диапазон их энергетических классов ($K_{p \min}$ - $K_{p \max}$) в радиусе 50 км от эпицентра землетрясения 2 мая в 04 ч 26 мин

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
N	12	13	7	8	43	17	9	3	107	18	-	1
$K_{p \min}$ - $K_{p \max}$	4-9	3-6	4-7	4-6	3-8	3-8	4-6	3-9	3-10	3-7	-	7

Совместный анализ сейсмичности и карты разрывных нарушений Туркмении на рассматриваемом участке Главного Копетдагского разлома показал, что, начиная с 1955 г., большинство землетрясений с $K_p \geq 12$ происходило здесь в пределах южных блоков и по границам крупного северного блока (рис. 4), причем Карагезское и Караулское землетрясения находятся на противоположных углах северного блока, являющихся тектоническими узлами пересечения разломов северо-западного, северо-восточного и широтного простираний. Вероятно, движение северного блока проявляется синхронным сейсмическим «треском» на участках осложнения этого движения, в частности, в сеймотектонических узлах аккумуляции напряжений. О такой аккумуляции или повышении напряжений в Арчман-Нохурском тектоническом узле (близ очага Караулского землетрясения) свидетельствует, в частности, повышение за период 1984 -93 гг. кажущихся напряжений в очагах землетрясений с $K_p=12-13$, расположенных в его окрестностях (табл. 6).

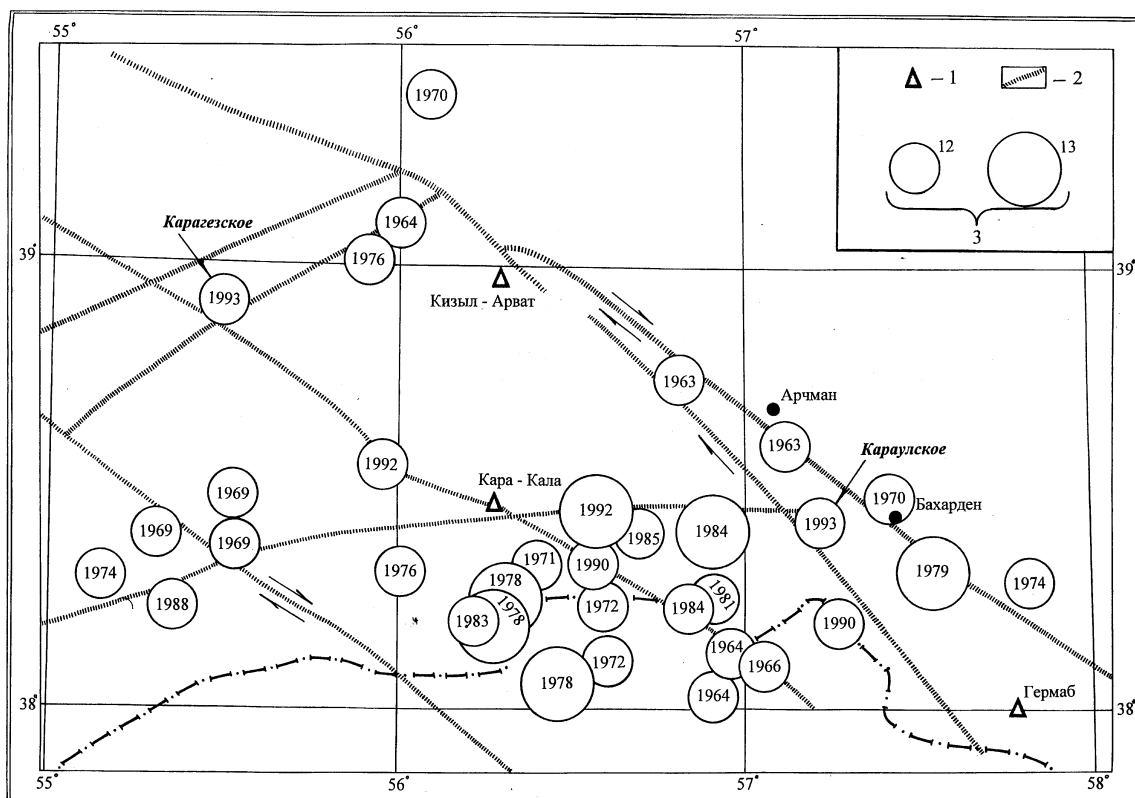


Рис. 4. Карта эпицентров землетрясений за 1955-93 гг. и схема разрывных нарушений в районе Карагезского и Караулского толчков
1 - сейсмическая станция; 2 - разлом; 3 - энергетический класс K_p .

Таблица 6. Кажущиеся напряжения в очагах землетрясений с $K_p \geq 11.6$ за 1984-1993 гг. в окрестностях Арчман-Нохурского тектонического узла по данным спектров ЧИСС на станции "Ванновская"

№	Год	Дата, д м	t_0 , ч мин	φ°, N	λ°, E	K_p	$\lg M_0$ (Н·м)	$\eta\sigma$, бар
1	1984	21.08	19-48	38.40	56.92	12.8	16.35	14.5
2		05.09	11-19	38.26	56.90	11.7	15.65	8.8
3		05.09	18-50	38.24	56.87	12.4	15.75	13.9
4	1985	09.05	14-08	38.40	56.70	11.7	15.20	9.3
5	1990	28.06	23-26	38.34	56.56	11.9	15.15	20.3
6		09.09	23-39	38.20	57.10	11.7	15.05	19.5
7	1992	06.10	08-57	38.54	56.56	13.1	16.25	77.6
8	1993	10.09	09-49	38.30	57.20	11.7	15.15	35.0

О связи этих двух землетрясений свидетельствует и ощутимое землетрясение 20 мая, которое возникло вскоре после Карагезского в зоне подготовки Караулского землетрясения, северо-восточнее Арчмана. При небольшой энергии ($K_p=9.3$) оно имело интенсивность в эпицентре 4-5 баллов, а в близлежащих селениях - от 4 до 2-3 баллов.

11 мая на территории Ирана, в районе Хорасан, произошло землетрясение с $K_p=10.2$ ($I_0^p=5$ баллов), ощущавшееся в селениях юго-западнее Ашгабата с интенсивностью 3-4 балла. 29 июня, вновь в Иране, проявился другой очаг, известный Маравским землетрясением 1970 г. [7]. Интенсивность сотрясений составила 5 баллов в эпицентре. 4 августа юго-западнее Кучана произошло землетрясение с $K_p=12$, сопровождавшееся интенсивным афтершоковым процессом. Наиболее сильный афтершок имел $K_p=11.2$, отличающийся от K_p основного толчка менее, чем на порядок. Механизм афтершока представлен сдвигами по северо-восточной и северо-западной плоскостям.

В Восточном Туркменистане (№ 4) самое крупное землетрясение - декабрьское, с $K_p=12$ и 3 землетрясения с $K_p=11$ произошли в Газлийской очаговой зоне. Непосредственно в очаговой зоне Гаурдакских землетрясений 1991 г. 31 мая произошло одно землетрясение с $K_p=11$ и в апреле - еще одно землетрясение с $K_p=11$, в 80 км к северо-востоку от него. Землетрясение 31 мая имело интенсивность в эпицентре $I_0^p = 5$ баллов, а в селениях, отстоящих от очага на расстоянии 30-65 км, ощущались 4- и 5-балльные колебания. Землетрясение ощущалось на расстоянии до 100 км. Кроме того, значительное количество землетрясений зарегистрировано южнее Гаурдакской зоны, на территории Афганистана, в том числе два из них - с $K_p=11$ в апреле и июне.

В итоге, в 1993 г., по сравнению с 1992 г., выявлено повышение сейсмической активности, наклона графика повторяемости и количества землетрясений с $K_p=9-12$ в целом по региону, при дефиците сильных землетрясений с $K_p \geq 13$.

Механизмы очагов землетрясений в 1993 г. подтверждают сделанный за предыдущие годы вывод об изменении типа напряженного состояния Копетдагского региона, где преобладают сбросы (землетрясения 2-5 в каталоге механизмов в наст. сб.).

Л и т е р а т у р а

1. **Абасеев С.С. 1991.** Решение задачи гипоцентрии с учетом горизонтальной неоднородности среды и произвольного расположения точек приема относительно источника // Известия АН ТССР. Сер. ФТХ и ГН. № 6. С. 34-42.
2. **Рахимов А.Р., Славина Л.Б. 1984.** Региональный годограф Копетдагской сейсмической зоны // Известия АН ТССР. Сер. ФТХ и ГН. № 3. С. 31-38.
3. **Раутиан Т.Г. 1964.** Об определении энергии землетрясений на расстояниях до 3000 км // Труды ИФЗ АН СССР. М.: Наука. № 32. С. 88-93.
4. **Рахимов А.Р., Соловьева О.Р., Арбузова Г.Н. 1983.** Определение магнитуды землетрясений Туркмении на эпицентральных расстояниях до 400 км. // Изв. АН ТССР. Сер. ФТХ и ГН. № 5. С. 61-66.
5. **Петрова Н.В., Рахимов А.Р. 1992.** Соотношения между магнитудными шкалами и энергетическими характеристиками землетрясений Копетдагского региона // Изв. АН ТССР. Сер. ФТХ и ГН. № 5. С. 60-67.
6. **Голинский Г.Л. 1977.** Уравнения макросейсмического поля землетрясений Туркмении // Изв. АН ТССР. Сер. ФТХ и ГН. № 1. С. 69-74.
7. **Голинский Г.Л. и др. 1977.** Западная Туркмения // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 года. М.: Наука. С. 171-197.