

КИЗЫЛСУВСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 3 декабря 1996 года с $K_p=11.2$, $I_0=5-6$ (Копетдаг)**Б.Н. Гаипов, Г.Л. Голинский, Ч.М. Мурадов, А.Р. Рахимов**

3 декабря 1996 г. в 02^h49^m в акватории Каспийского моря, в Красноводском заливе, произошло землетрясение с $K_p=11.2$. По сообщению заведующего сейсмической станцией "Красноводск" О.Т. Хаджимамедова оно ощущалось в ближайших населенных пунктах, расположенных по побережью залива, с интенсивностью 4-5 баллов, а в Кизыл-Су, находящемся в южной части Красноводской косы, на удалении 15 км к юго-западу от эпицентра, до 5 баллов.

Землетрясение вызывает особый интерес, так как оно является редким событием для Красноводского залива, в центральной части которого оно отмечено впервые с 2000 г до н.э. [1]. Сейсмическая сеть в данном районе, до открытия в 1966 г. сейсмической станции "Красноводск", полностью отсутствовала. В настоящее время она также остается достаточно редкой. Поэтому определить координаты слабых ($K_p \leq 9$) землетрясений зачастую не удается, что затрудняет объективно оценить сейсмическую обстановку дна Красноводского залива до и после происшедшего землетрясения. Однако был проведен анализ сейсмичности по макросейсмическим данным [1-4], а также инструментальным – после 1966 г. [5-25].

В результате установлено, что эпицентр Кизылсувского землетрясения расположен в 9-балльной зоне 10-балльного Узун-Адинского (Красноводского) землетрясения 08.07.1895 г. с $M=8.2$ [4]. Отметим также более раннее 6-7-балльное событие, происшедшее 12.06.1894 г. с $M=5.1$ [1,2], и более позднее (17.02.1903 г.) – 6-балльное, с $M=5.2$ (табл. 1), хотя очаги этих двух землетрясений расположены не под дном залива, а на его северном побережье – в 20 и 25 км от Кизылсувского землетрясения (рис. 1). В дальнейшем сейсмичность проявлялась лишь на прибрежной части залива, где до 1978 г. произошло еще 12 землетрясений с $K_p=10-13$: 05.08.1980 г. возникло землетрясение с $K_p=11.0$ [11], эпицентр которого расположен в Красноводском заливе, в 20 км юго-восточнее Кизылсувского землетрясения; 21.07.1984 г. землетрясение аналогичной интенсивности возникло в южной части залива, ближе к п-ву Челекен [14]; 15.02.1987 г. [18] и 12.08.1992 г. [19,20] произошли два землетрясения с совпадающими координатами эпицентров, удаленных от Кизылсувского землетрясения всего на 13 км к северо-востоку. Всего почти за 100 лет в радиусе 40-50 км от очага Кизылсувского землетрясения выявлено 37 событий. Их эпицентры (табл. 1, рис. 1) расположены в основном на прибрежной части Дарджинского и Красноводского полуостровов. И лишь 4 из них (№№3,4,21,22) можно отнести к зоне изучаемого землетрясения. Афтершоков у Кизылсувского землетрясения за период 3-31 декабря 1996 г. не было.

Таблица 1. Каталог землетрясений Красноводского залива и его береговой части за 1894-1996 гг.

№	Дата, д м год	Эпицентр		h, км	Магнитуда		K_p	I_0 , балл	Район	Ист.
		φ°, N	λ°, E		MLH	MPVA				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	12.06.1894	40.0	53.2	15	5.1		13.2	6-7	22 км к северу от эп.	[1,2]
2	17.02.1903	40.0	53.0	20	5.0		13.0	6	Р-н Красноводска	[1,2]
3	04.04.1942	39.8	53.4	20	5.0		13.0	6	17 км к западу	[1,2]
4	15.04.1942	39.8	53.4	20	5.0		13.0	6	17 км к западу	[1,2]
5	06.06.1966	40.1	53.1	15	4.3		11.5	5-6	35 км к северу	[1,2,5]
6	01.08.1967	40.1	53.1	10	4.0		11.0	5	35 км к северу	[6]
7	15.01.1974	40.0	53.4	42		3.6	10.4	2-3	Р-н Янгалджа	[7]
8	06.10.1974	40.0	53.6	0			9.9		40 км к сев.-востоку	[7]
9	28.08.1976	39.8	53.6	18		4.4	10.8	4-5	30 км в востоку	[8]
10	09.09.1976	39.8	53.6	25		4.0	9.8	3-4	30 км к востоку	[8]
11	07.12.1977	40.1	53.7	10		4.3	10.0	4-5	50 км к сев.-востоку	[9]
12	26.01.1978	39.8	53.7	2		4.9	10.4	4	42 км к востоку	[10]
13	05.08.1980	39.7	53.0	20			11.0	4	20 км к юго-востоку	[11]
14	21.07.1981	39.5	53.3	49			10.4	2	35 км к югу	[12,13]
15	15.08.1981	39.5	53.2	37		4.5	9.8	2-3	32 км к югу	[12,13]
16	18.11.1981	40.1	53.4	9		4.6	10.0	3-4	32 км к сев.-востоку	[12,13]
17	21.07.1984	39.6	53.2	0			10.5	3-4	23 км к юго-востоку	[14]

№	Дата, д м год	Эпицентр		h, км	Магнитуда		K _p	I ₀ , балл	Район	Ист.
		φ°,N	λ°,E		MLH	MPVA				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
18	07.01.1985	40.0	53.2	41		4.8	10.7	3	20 км к северу	[15]
19	25.03.1986	39.8	53.8	47		5.1	12.0	4	50 км к востоку	[16,17]
20	23.07.1986	40.0	53.3	42		4.9	10.8	3	22 км к сев.-сев.-вост.	[16,17]
21	15.02.1987	39.9	53.3	42		4.7	10.8	3	13 км к сев.-востоку	[18]
22	12.08.1992	39.9	53.3	49			8.7		13 км к сев.-востоку	[19,20]
23	28.10.1992	40.1	53.3	50		4.1	9.0		33 км к сев.-сев.-вост.	[19,20]
24	10.02.1994	40.1	53.8	10			8.8	3-4	55 км к сев.-востоку	[21]
25	11.05.1994	39.7	53.8	18			8.8	2-3	52 км к вост.-юго-в.	[21]
26	01.07.1994	40.0	53.3	25		5.2	14.0	6-7	23 км к сев.-сев.-вост.	[21,22]
27	04.09.1994	39.8	53.7	18			8.6	2-3	42 км к востоку	[21]
28	12.09.1994	39.8	53.7	14			9.1	3	42 км к востоку	[21]
29	24.05.1995	39.7	53.7	49		4.4	10.0	2-3	45 км к в.-юго-вост.	[23]
30	05.06.1995	40.0	53.8	9		4.1	9.1	3-4	50 км к сев.-востоку	[23]
31	04.08.1995	39.6	53.2	28			9.2	2-3	22 км к югу	[23]
32	04.08.1995	39.6	53.3	12		4.4	9.7	3-4	23 км к юг-юго-вост.	[23]
33	19.09.1995	39.9	53.6	17			9.7	3-4	35 км к в.-сев.-вост.	[23]
34	06.03.1996	39.8	53.7	11		5.2	11.0	5-6	42 км к востоку	[24,25]
35	28.06.1996	40.1	53.2	57		4.2	10.1		33 км к северу	[24]
36	05.10.1996	39.6	53.2	6			8.9	3-4	22 км к югу	[24]
37	31.10.1996	39.6	53.3	46			9.2		23 км к юг-юго-вост.	[24]

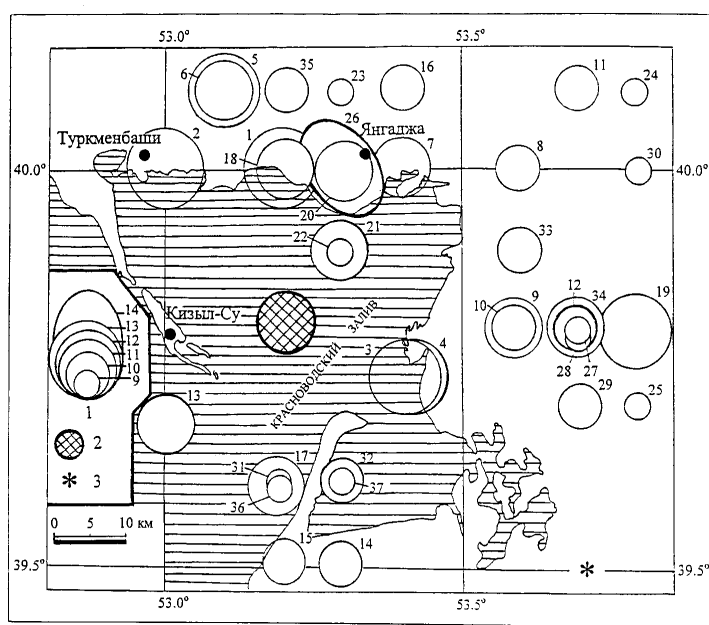


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений по табл. 1

1 – энергетический класс K_p; 2 – очаг Кизылсувского землетрясения; 3 – эпицентр Узун-Адинского (Красноводского) землетрясения 08.07.1895 г. с M=8.2.

Инструментальные данные. Координаты Кизылсувского землетрясения определены по временам вступлений P и S-волн на 11 сейсмических станциях (табл. 2), расположенных относительно эпицентра в азимутальном створе 330°-0°-150°, с углом охвата ~180° (рис. 2,а). Расчет гипоцентра проведен по программе LOCTRY [26] с использованием блочных годографов региона [27], ближайшие к эпицентру станции – "Красноводск" (Δ=50 км) и "Небитдаг" (Δ=115 км). Величина станционных невязок \bar{t}_i для девяти станций не более ±1 с (рис. 2,б), среднеквадратическая погрешность t_0 равна ±1.3 с, в пределы которой не укладываются данные двух станций "Чагыл" и "Кёнекесир". В итоге были получены следующие параметры Кизылсувского землетрясения: $t_0=02^h49^m44^s\pm 1.3$, $\varphi=39.80^\circ N\pm 20$ км, $\lambda=53.17^\circ E\pm 32$ км, $h=42\pm 4$ км, $K_p=11.2$.

Таблица 2. Времена вступлений Р и S-волн Кызылсувского землетрясения 3 декабря: $t_0=02^h49^m44^s$

№	Станция	P	S
1	Красноводск	+i 02 49 51.3	02 49 57.8
2	Небитдаг	+i 02 50 04	02 50 19.2
3	Даната	02 50 12.6	02 50 33.6
4	Чагыл	02 50 16	
5	Кизыларват	e 02 50 26	02 50 57
6	Кизылатрек	-i 02 50 27	02 50 58.4
7	Кёнекесир	e 02 50 35	02 51 13
8	Сунча	-i 02 50 38	02 51 19
9	Ванновская	02 50 48.5	
10	Ашхабад	e 02 50 52.6	e 02 51 43.6
11	Маньш	-i 02 50 56	02 51 50

В табл. 3 и на рис. 2, в дано сравнение решений гипоцентра регионального [24] и агентства MOS [28]. Как видим, эпицентр в [28] смещен к северу более чем на 60 км, что не согласуется с характером проявления макросейсмических данных. Вместе с тем отметим совпадение глубин в пределах допустимых ошибок.

Таблица 3. Сравнение решения гипоцентра Кызылсувского землетрясения регионального с [28]

Ист.	t_0 , с	δt_0 , с	Эпицентр		δ , км	h, км	δh , км
			φ°, N	λ°, E			
[24]	02 49 44	1.3	39.80	53.17	32	42	4
[28]	02 49 40.5		40.44	53.04	16	38	

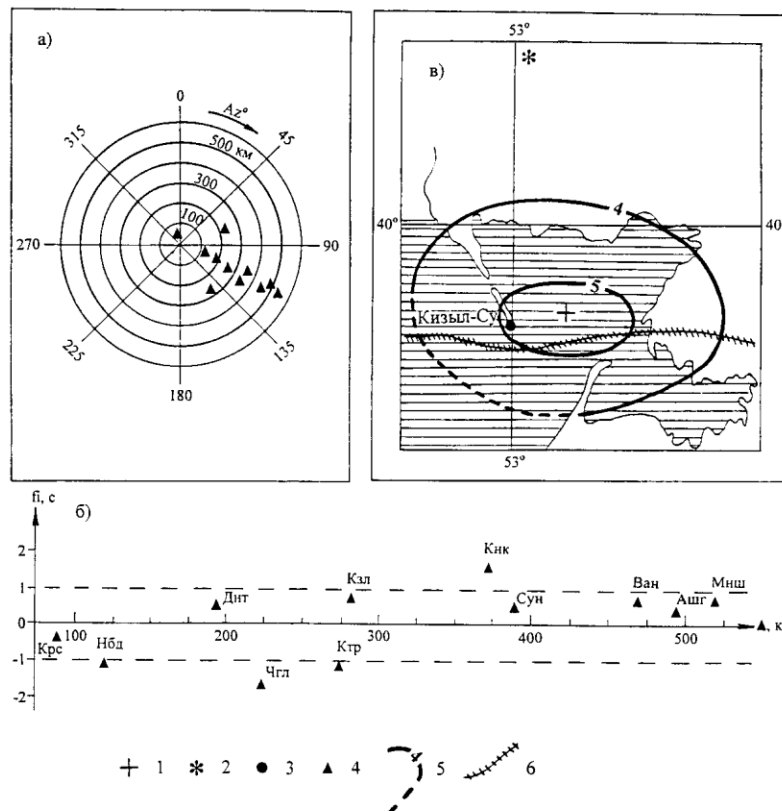


Рис. 2. Полярная диаграмма расположения сейсмических станций Туркменистана относительно эпицентра Кызылсувского землетрясения (а), станционные невязки (б) и сравнение решений эпицентра Кызылсувского землетрясения со схемой изосейст

1,2 – инструментальный эпицентр по [24] и [28], соответственно; 3 – населенный пункт; 4 – сейсмическая станция; 5 – изосейста (пунктиром обозначена неуверенная ее часть); 6 – глубинный разлом (Копетдаг-Большебалханский).

Макросейсмические данные. Характер проявления Кизылсувского землетрясения отражен на карте изосейст (рис. 3) и в табл. 4. Оно ощущалось в 50 населенных пунктах с интенсивностью от 5 до 2-3 баллов, удаленных от эпицентра на расстояние до 120 км. В области 5- и 4-балльных сотрясений находится 11 населенных пунктов, расположенные на северном побережье Красноводского залива. 12 селений в пределах 3-балльной изосейсты относятся к более обширной территории, охватывающей Красноводский (с севера) и Дарджинский (с востока) полуострова, а также п-ов Челекен, расположенный к югу от эпицентра. Остальные 34 селения сосредоточены, в основном, в восточных районах зоны осязтимости. Последнее связано, возможно, не с повышенной плотностью населенных пунктов в этой части зоны, а с их приуроченностью к разломной зоне, о чем убедительно свидетельствует карта изосейст Кизылсувского землетрясения (рис. 3).

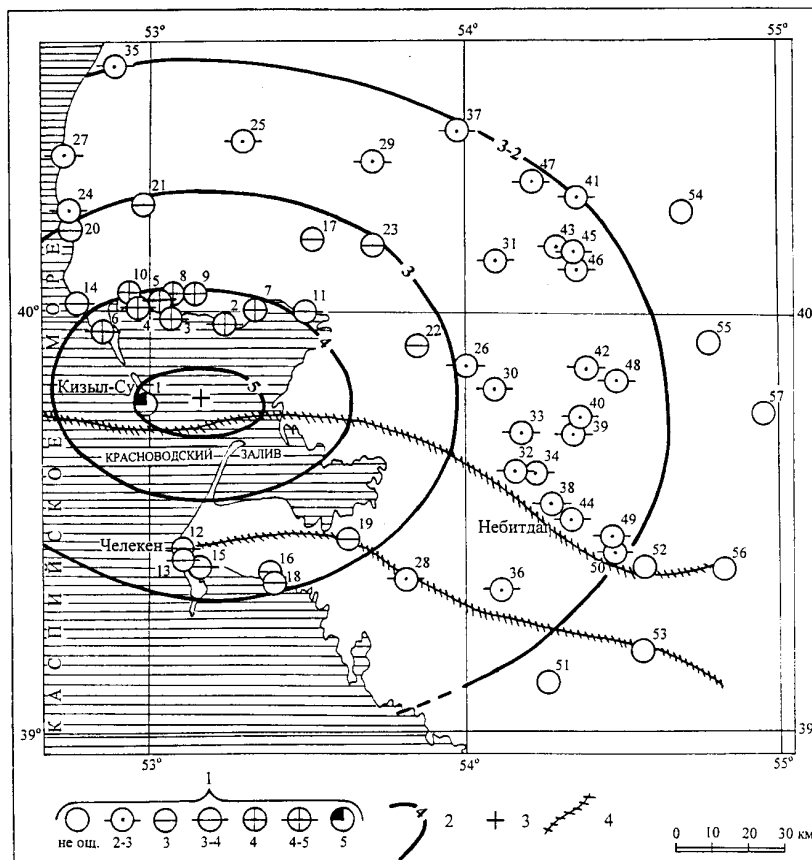


Рис. 3. Карта изосейст Кизылсувского землетрясения 3 декабря в 02^h49^m с $K_p=11.2$

1 – интенсивность сотрясений I в баллах по шкале MSK-64 [29]; 2 – изосейста; 3 – инструментальный эпицентр; 4 – разлом.

Таблица 4. Макросейсмические данные о Кизылсувском землетрясении 3 декабря в 02^h49^m с $K_p=11.2$

№	Пункт	Δ , км	№	Пункт	Δ , км
<u>5 баллов</u>			<u>4 балла</u>		
1	Кизыл-Су	15	7	Янгаджа	30
<u>4-5 баллов</u>			8	Аул	30
2	Куйлю	20	9	Акдаш	30
3	Уфра	24	10	Казахаул	35
4	Туркменбаши	30	<u>3-4 балла</u>		
5	Гюша	30	11	Кара-Тенгир	37
6	Аваза	35	12	Азизбеково	40

№	Пункт	Δ , км	№	Пункт	Δ , км
13	Челекен	42	35	Дашкудук	93
14	Дарта	43	36	Им. 26 Бакинских комиссаров	97
15	Карагель	45	37	Языгшем	100
	<u>3 балла</u>		38	Ж/д разъезд №123	100
16	Хелес	50	39	Учгъёз	102
17	Хасан	51	40	Дашарбат	103
18	Аладжа	53	41	Тюрдже	105
19	Котурдепе	55	42	Огланлыоба	105
20	Киянлыр	58	43	Ирикли	105
21	Нефес	54	44	Небитдаг	106
22	Белек	60	45	Аккую	108
23	Аджыкыр	63	46	Колодец Телезин	108
	<u>2-3 балла</u>		47	Кошоба	108
24	Куули-Маяк	63	48	Огланлы	112
25	Сюльмен	70	49	Балла-Ишем	118
26	Ж/д разъезд №126	73	50	Баллаишем	120
27	Пос. Рыбаков	75		<u>Не ощущалось</u>	
28	Небитдагнефть	75	51	Колодец Давкуи	122
29	Сюйли	78	52	Ж/д разъезд №121	128
30	Ягман	80	53	Гумдаг	138
31	Колодец Шатлы	82	54	Ыбык	140
32	Моллакара	87	55	Худайберды	140
33	Ж/д разъезд ;124	88	56	Айдин	150
34	Джебел	92	57	Аджикуи	150

Карта изосейст Кизылсувского землетрясения отличается субширотной протяженностью всего макросейсмического поля, основные параметры которого представлены в табл. 5. Общая площадь зоны осязимости землетрясения около 36000 км² (табл. 5). Макросейсмические параметры очага: $P_0=5-6$ баллов, $h_{0M}=12$ км, $h_1=10$ км, $h_{cp}=11$ км. Механизм очага землетрясения дан в [30] и описан в [25].

Таблица 5. Основные параметры макросейсмического поля Кизылсувского землетрясения

Изосейста	Радиусы изосейст, км			Площадь зоны, км ²
	r_a	r_b	r_{cp}	
5	18	9	13	330
4	40	28	34	3630
3	70	55	62	12070
2-3	125	90	107	35980

Кизылсувское землетрясение произошло, как и Дюзмергенское [31], в зоне Копетдаг-Большебалханского глубинного разлома, который четко выделяется на профилях глубинного сейсмического зондирования и фиксируется в геофизических полях. Он выражается линейной зоной интенсивного градиента силы тяжести и отличается резкой сменой характера гравитационного поля и сгущением изолиний магнитного поля, сопряженных с зонами интенсивных положительных магнитных аномалий. Разлом проникает на глубину более 30 км, пересекает гранитный и базальтовый слои и доходит до верхней мантии [32]. В неоген-четвертичном этапе развития весьма активен, амплитуда неотектонического движения достигает 6000 м [33].

Положение эпицентра Кизылсувского землетрясения относительно глубинного разлома и геологический разрез его очаговой зоны представлен на рис. 4. Как и в случае Дюзмергенского землетрясения [31], инструментальный гипоцентр заметно ниже макросейсмического, что, возможно, обусловлено крутым падением нодальной плоскости Π [30], которую можно принять за истинную плоскость разрыва в очаге ввиду согласованности ее простирания с продольной осью плейстосейстовой области Кизылсувского землетрясения.

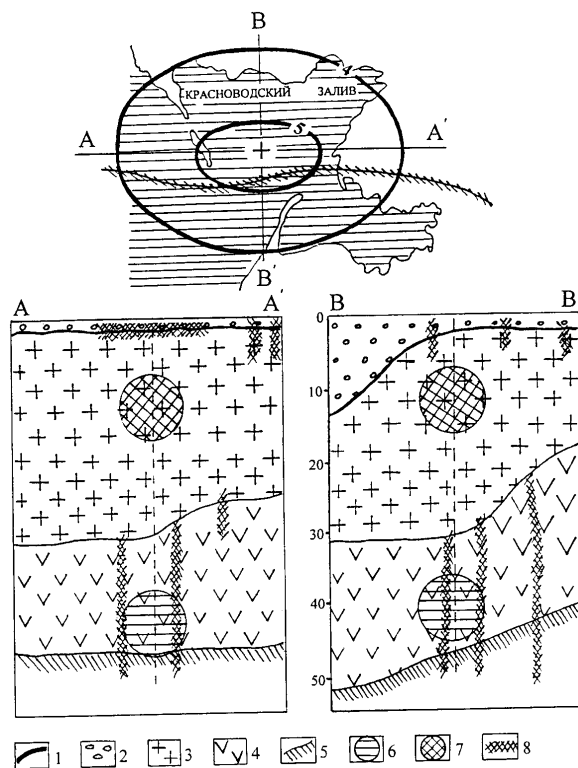


Рис. 4. Относительное положение в плане эпицентра Кизылсувского землетрясения, максимальных изосейст с интенсивностью $I=5$ и 4 балла и Копетдаг-Большебалханского глубинного разлома (а); геологический разрез очаговой зоны Кизылсувского землетрясения по линиям А-А' (б) и В-В' (в)

1 – изосейсты; 2-5 – элементы геологического строения: осадочный слой, "гранит", "базальт", граница Мохо, соответственно; 6-7 – положение очага по инструментальным и макросейсмическим данным, соответственно; 8 – глубинный разлом.

Л и т е р а т у р а

1. Голинский Г.Л. 1974. Хронологический каталог ощутимых землетрясений Туркмении с 2000 г. до н. э. по 1973 г. Ашхабад: Фонды МССПМ. 108 с.
2. Голинский Г.Л. (отв. сост.). 1977. Западная Туркмения // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. М.: Наука. С. 171-197.
3. Голинский Г.Л. 1977. Описание сильнейших землетрясений Западной Туркмении // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. М.: Наука. С. 489-493.
4. Голинский Г.Л. 1978. Новая карта изосейст Узун-Адинского (Красноводского землетрясения 1895 г.). Ашхабад: Ылым. С. 147-159.
5. Голинский Г.Л., Каллаур Т.Н., Лагуточкина К.Д., Непесов Р.Д. 1970. Землетрясения Копетдага // Землетрясения в СССР в 1966 году. М.: Наука. С. 63-70.
6. Непесов Р.Д., Лагуточкина К.Д., Голинский Г.Л., Каллаур Т.Н., Колесникова Н.Е. 1970. Землетрясения Копетдага // Землетрясения в СССР в 1967 году. М.: Наука. С. 36-41.
7. Голинский Г.Л., Рахимов А.Р., Городкова Т.Н., Лагуточкина К.Д. 1977. Землетрясения Копетдага и прилегающих районов // Землетрясения в СССР в 1974 году. М.: Наука. С. 30-48.
8. Рахимов А.Р., Городкова Т.Н. (отв. сост.). 1980. Региональный каталог Западной Туркмении // Землетрясения в СССР в 1976 году. М.: Наука. С. 137-152.
9. Рахимов А.Р., Городкова Т.Н. (отв. сост.). 1981. Региональный каталог Западной Туркмении // Землетрясения в СССР в 1977 году. М.: Наука. С. 157-169.
10. Рахимов А.Р., Городкова Т.Н. (отв. сост.). 1982. Региональный каталог Туркмении // Землетрясения в СССР в 1978 году. М.: Наука. С. 109-123.

11. **Голинский Г.Л., Городкова Т.Н., Рахимов А.Р. (отв. сост.). 1983.** Копетдаг ($K \geq 8$) // Землетрясения в СССР в 1980 году. М.: Наука. С. 134-144.
12. **Голинский Г.Л., Городкова Т.Н., Рахимов А.Р. 1984.** Землетрясения Копетдага // Землетрясения в СССР в 1981 году. М.: Наука. С. 36-39.
13. **Голинский Г.Л., Рахимов А.Р., Насырова Л.И. (отв. сост.). 1984.** Копетдаг // Землетрясения в СССР в 1981 году. М.: Наука. С. 147-157.
14. **Рахимов А.Р., Орлов В.С., Сарычева Г.Ч. (отв. сост.). 1987.** Копетдаг // Землетрясения в СССР в 1984 году. М.: Наука. С. 204-211.
15. **Рахимов А.Р., Лагуточкина К.Д. (отв. сост.). 1988.** Копетдаг // Землетрясения в СССР в 1985 году. М.: Наука. С. 219-228.
16. **Аннаорова Т.А., Голинский Г.Л., Рахимов А.Р. 1989.** Землетрясения Копетдага // Землетрясения в СССР в 1986 году. М.: Наука. С. 87-91.
17. **Рахимов А.Р., Сарыева Г.Ч., Голинский Г.Л. (отв. сост.). 1989.** Копетдаг // землетрясения в СССР в 1986 году. М. Наука. С. 241-245.
18. **Рахимов А.Р., Лагуточкина К.Д. (отв. сост.). 1990.** Копетдаг // Землетрясения в СССР в 1987 году. М.: Наука. С. 195-199.
19. **Аннаорова Т.А., Голинский Г.Л., Карриев Б.С., Петрова Н.В. 1994.** Сейсмичность Туркменистана в 1992 г. // Сейсмологический бюллетень Туркменистана. Ашхабад: Ылым. №2. С. 83-92.
20. **Доманова Л.Ю., Рахимов А.Р. (отв. сост.), Голинский Г.Л., Мамедязова М., Тачов Б., Шкварун Н., Коржукова Т., Таджиева Ш. 1997.** Копетдаг // Землетрясения Северной Евразии в 1992 году. М.: Изд-во Геоинформмарк. С. 151-156.
21. **Сарыева Г.Ч., Рахимов А.Р., Голинский Г.Л. (отв. сост.), Тачов Б., Мамедязова М., Шкварун Н., Коржукова Т., Таджиева Ш., Доманова Л., Петрова Н.В. 2000.** Копетдаг // Землетрясения Северной Евразии в 1994 году. М.: Изд-во ОИФЗ РАН. С. 198-204.
22. **Голинский Г.Л., Мурадов Ч.М. 2000.** Янгаджинское землетрясение 1 июля 1994 года // Землетрясения Северной Евразии в 1994 году. М.: Изд-во ОИФЗ РАН. С. 142-146.
23. **Сарыева Г.Ч., Рахимов А.Р., Голинский Г.Л. (отв. сост.), Тачов Б., Мамедязова М., Халлаева А., Коржукова Т.А., Таджиева Ш., Доманова Л.Ю., Петрова Н.В. 2001.** Копетдаг // Землетрясения Северной Евразии в 1995 году. М.: Изд-во ОИФЗ РАН. С. 223-225.
24. **Сарыева Г.Ч., Рахимов А.Р., Голинский Г.Л. (отв. сост.), Тачов Б., Мамедязова М., Халлаева А., Коржукова Т.А., Таджиева Т.Ш., Петрова Н.В.** См. раздел III (Каталоги землетрясений) в наст. сб.
25. **Гаипов Б.Н., Голинский Г.Л., Петрова Н.В., Рахимов А.Р., Сарыева Г.Ч. Копетдаг.** См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.
26. **Абасеев С.С. 1991.** Решение задачи гипоцентрии с учетом горизонтальной неоднородности среды и произвольного расположения точек приема относительно источника // Известия АН ТССР. Сер. ФТХиГН. №6. С. 34-42.
27. **Рахимов А.Р., Славина Л.Б. 1984.** Региональный годограф Копетдагской сейсмической зоны // Известия АН ТССР. Сер. ФТХиГН. №3. С.31-38.
28. **Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 1996 год. 1996-1997.** / Отв. ред. О.Е. Старовойт. Обнинск: Изд-во ОМЭ ИФЗ РАН.
29. **Медведев С.В. (Москва), Шпонхойер В. (Иена), Карник В. (Прага). 1965.** Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. М.: Изд-во МГК АН СССР. 11 с.
30. **Аннаорова Т.А. (отв. сост).** Копетдаг. См. раздел IV (Каталоги механизмов очагов землетрясений) в наст. сб.
31. **Гаипов Б.Н., Голинский Г.Л., Мурадов Ч.М., Рахимов А.Р.** Дюзмергенское землетрясение 19 июля 1996 года с $MS=4.1$, $I_0=5-6$ (Копетдаг). См. раздел II (Макросейсмические обследования) в наст. сб.
32. **Одеков О.А., Мурадов Ч.М., Ювшанов А. 1972.** Строение земной коры основных структурных элементов Южного Туркменистана // Изв. АН ТССР. Сер. ФТХиГН. №4. С. 42-51.
33. **Мурадов Ч.М. 1999.** Сейсмогенерирующие зоны Туркменистана // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию Ашхабадского землетрясения. Ашхабад. Изд-во Ылым. С. 103-107.