

- Борисов Б.А., Рейскер Г.И. О геологической обстановке Чечено-Ингушского землетрясения 1976 г. // Бюл. МОИП. Сер. геол. 1977. Т. 52, вып. 4. С. 78-84.
- Милановский Е.Е. Новейшая тектоника Кавказа. М.: Недра, 1968. 483 с.
- Смирнова М.Н. Сейсмичность Центрального и Восточного Предкавказья в связи с новейшими движениями по унаследованным разломам // Новейшие тектонические движения и структура алпийского геосинклинального кокса Юго-Западной Евразии. Баку, 1970. С. 107-113.
- Краснолюбец Г.В. Глубинное строение Кавказского сейсмоактивного региона. М.: Наука, 1984. 107 с.
- Старовойт О.Е., Чепкунас Л.С., Антесман Ж.Я., Бармин М.П. Об определении механизма очагов землетрясений на ЭВМ ЕС-1030 // Физика сейсмических волн и внутреннее строение Земли. М.: Наука, 1983. С. 86-97.
- Захарова А.И., Чепкунас Л.С. О связи величины сейсмического момента с типом дислокации в очаге // Физика сейсмических волн и внутреннее строение Земли. М.: Наука, 1983. С. 98-105.

УДК 550.341-550.34:91

Т.А. Аннаорова, Г.Л. Голлинский, А.Р. Рахимов, Н.П. Смирнова

Землетрясения Колетада

В этом году сейсмические наблюдения расширились за счет установки дополнительных комплектов приборов регистрации сильных движений грунта на сейсмических станциях Чарджу, Серахс, Кара-Кала, Безмен. Характеристики приборов стандартные. Также использовались данные наблюдений сейсмических станций "Земля" Управления геологии ТССР, расположенных на территории Ашхабадского полигона.

Региональная сеть сейсмических станций обеспечивает следующую представительность по районам: Центральная Туркмения (№ 2) — $K \geq 8$, Западная Туркмения (№ 1) и Туркмено-Хорасанский район (№ 3) — $K \geq 9$. На территории Ашхабадского полигона регистрируются отдельные толчки минимального энергетического класса $K = 2$.

Расчет параметров гипоцентров землетрясений производился преимущественно на ЭВМ с применением блочных годографов Колетада [1] по программе "Гипоцентр-84", составленной С.С. Абасевым, что существенно повысило точность определений. В отдельных случаях использовался годограф Е.А. Розовой. Магнитуда $M_{P/A}$ вычислялась по записям объемных волн на основе региональной калибровочной кривой [2].

В 1984 г. было зарегистрировано 2681 землетрясение. Карта эпицентров землетрясений с $K \geq 10$ представлена на рис. 1.

Сейсмическая энергия, рассчитанная на основании энергетических классов, в этом году оказалась на уровне 1978 и 1983 гг. (рис. 2).

Наиболее сейсмически активным районом года был Туркмено-Хорасанский, который характеризуется наибольшими значениями сейсмической активности и энергии, выделившейся при землетрясениях (табл. 1). Как видно из табл. 2, значение сейсмической активности Туркмено-Хорасанского района немного повысилось по сравнению с 1983 г. Уменьшение угла наклона графика повторяемости показывает, что некоторая активизация сейсмичности связана с увеличением числа сильных землетрясений. Сейсмическая активность в Западной Туркмении понизилась, а значение γ осталось таким же низким, как в прошлом году, что свидетельствует о прежнем о высоком уровне сейсмичности этого района. Как обычно, низкое значение сейсмической активности наблюдалось в Центральной Туркмении.

Механизмы очагов, определенные по знакам первых вступлений продольных волн на сейсмических станциях Туркмении, показаны на рис. 3 и приведены в каталоге дополнительных параметров очагов землетрясений.

Правосторонние сдвиги с надвигообразовой компонентой по шлокостям северо-восточного простирания, которые характерны для очагов в Колетаде, проявились при землетрясениях 23 марта.

Несмотря на близость гипоцентров землетрясений 6 и 8 июля, в их очагах наблюда-

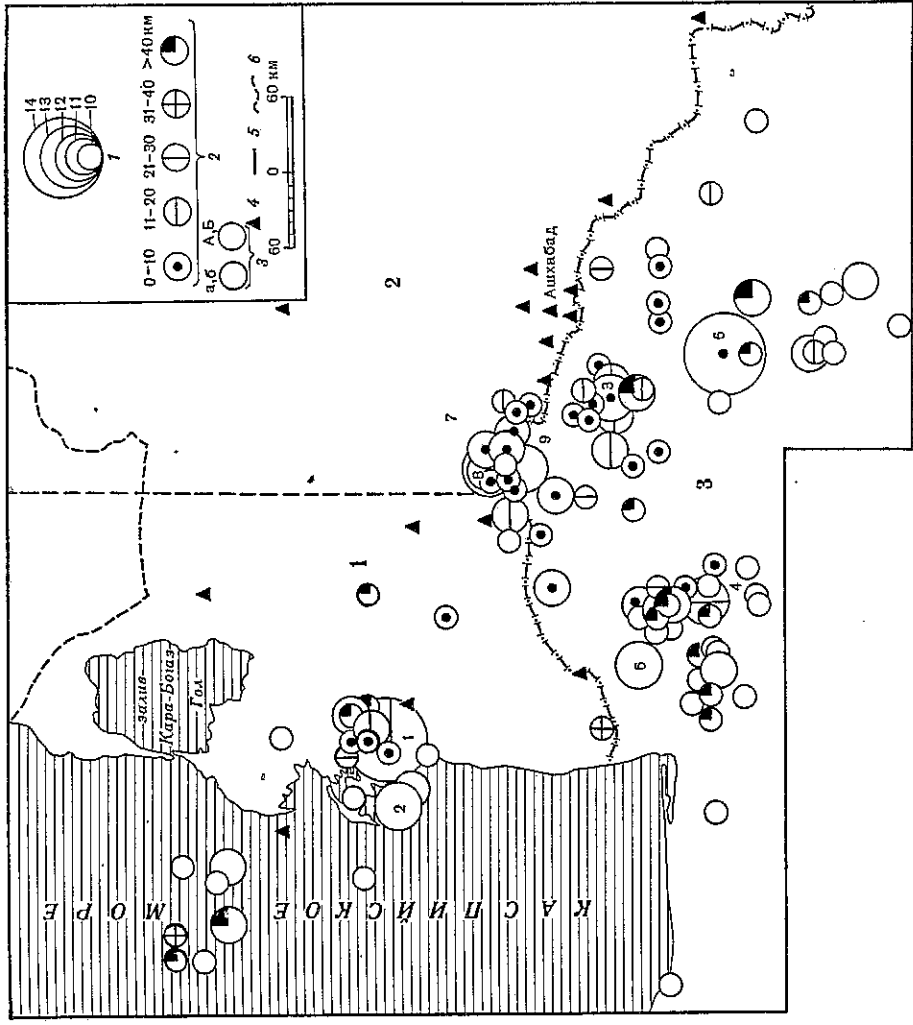


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений с $K \geq 10$

1 — энергетический класс K ; 2 — глубина очага, км; 3 — класс точности определения эпицентра; 4 — сейсмическая станция; 5 — граница района; 6 — граница сейсмического района

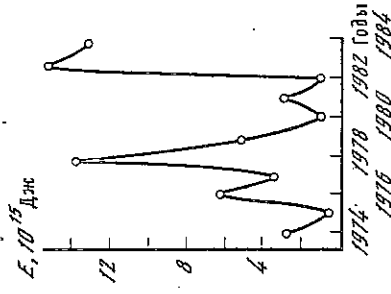


Рис. 2. График распределения суммарной энергии землетрясений Колетада по годам

лось разное положение шлокостей разрывов и подвигки. В очаге землетрясения 6 июля отмечалась надвигообразовая подвигка по шлокостям северо-западной ориентации. Подвигка в очаге землетрясения 8 июля произошла по меридиональным шлокостям и представляла собой или опускание восточного крыла вертикального разрыва, или надвиг в направлении с востока на запад по горизонтальной шлокости. Механизм очага землетрясения 17 декабря, эпицентр которого располагался в окрестностях г. Казанджика, представлял собой сброс по меридиональным шлокостям разрыва.

Таблица 1

Распределение числа землетрясений по районам

Район	Энергетический класс K						Всего	$\Sigma E, 10^{12}$ Дж
	9	10	11	12	13	14		
Центральная Туркмения	27	7	2	2	1	—	39	12,3
Западная Туркмения	53	20	5	1	—	1	80	101,8
Туркмено-Хорасанский	114	51	15	3	—	1	184	105,1
Копетдаг	194	78	22	6	1	2	303	219,2

Таблица 2

Количественные параметры сейсмического режима

Район	1982 г.			1983 г.			1984 г.		
	γ	$A_{1,0}$	γ	$A_{1,0}$	γ	$A_{1,0}$	γ	$A_{1,0}$	
Центральная Туркмения	0,42	0,05	0,39	0,03	0,33	0,06			
Западная Туркмения	0,44	0,09	0,36	0,2	0,37	0,1			
Туркмено-Хорасанский	0,48	0,18	0,46	0,15	0,43	0,17			
Копетдаг	0,5	0,13	0,44	0,15	0,46	0,11			

На территории Копетдага произошло 18 ощутимых сильных землетрясений. Сбор макросейсмических сведений о поверхностном проявлении землетрясений проведен в основном Г.Л. Голинским при непосредственном участии заводских станций: Ашхабад — Н. Аннамухамедова, Небит-Даг — К. Байрамова, Кара-Кала — А. Кулиева, Красноводск — Г. Гизатулина. В обследовании сильных землетрясений участвовали также Ч. Мурацов, Д. Гарагозов, А. Рахимов, М. Реджепов.

Самое сильное землетрясение региона Бурунского с $K = 14,4$ ($MLH = 5,9$) произошло 22 февраля 1984 г. Эпицентр его располагался на продолжении глубинного разлома, проявляющегося 14,03.83 г. Кумдагским землетрясением [3], в 50 км западно-северо-западнее Кумдага, в районе Келькорского юра (солончака). На трассе разлома, в пределах Бурунской нефтегазосной структуры, так же как и при Кумдагском землетрясении [4], на поверхности земли вышел сейсмический разрыв, сопровождавшийся образованием большого числа "грифонов", выдавливанием из земли фонтанов воды и разжиженного песка. Из некоторых фонтанов, по рассказам жителей, выделялся запах сероводородного газа. Во время Бурунского землетрясения насынное полотно асфальтовой дороги покрылось густой сетью поперечных трещин, достигавших 5–7 см ширины, а вдоль дороги — продольные трещины длиной до 10–12 м. Трещины охватили площадь дороги на протяжении 10 км, местами насыщенность более крупных из них составляла 15–18 трещин на 100 м длины полотна.

С максимальной интенсивностью 8 баллов Бурунское землетрясение проявилось на небольшой площади: в районе пункта №1 отдельно стоящий дом типа Б — из природного плитеного камня гюша сечением $20 \times 20 \times 40$ см, с бетонным фундаментом и цоколем — получил серьезные повреждения: в стенах образовались большие вертикальные трещины шириной до 15 см, произошли разрывы кладки, растрескивание массы кирпича и свдиг бетонных ступеней. В металлических конструкциях образовались изгибы и разрывы диаметром 100–150 мм стальных труб, обрыв бетонных устоев и растрескивание оснований. Бетонные плиты размером 2×2 м и толщиной 30 × 40 см сместились по стыкам, а в двух углах площадки (с южной стороны) бетон треснул в различных направ-

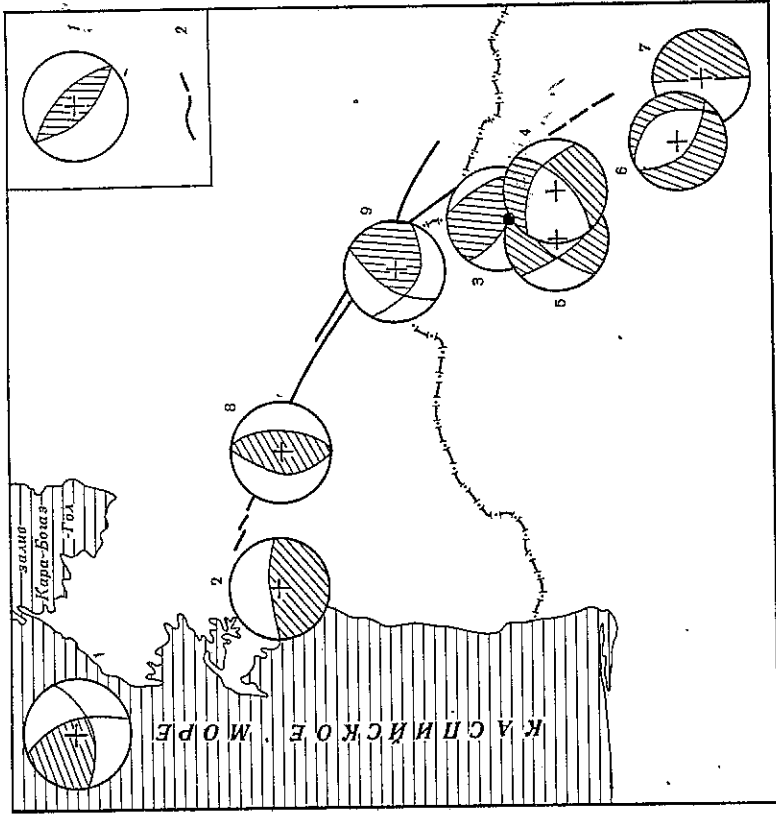


Рис. 3. Механизмы очагов землетрясений
1 — стереограмма механизма очага (запиркованы области сжатия); 2 — разлом. Номера 1–9 в соответствии с таблицей механизмов региона (см. каталог дополнительных параметров очагов землетрясений)

лениях: в грунте и на асфальте возникли трещины. В пос. Западный произошло массовое разрушение и обвал дымовых труб, сильное растрескивание штукатурки в деревянных зданиях.

Карта изосейст составлена Г.Л. Голинским (рис. 4). По макроданным глубина $H_{DM} = 16$ км. Макросейсмические сведения об этом землетрясении представлены в табл. 3. Площадь сотрясенной зоны в пределах 3-балльной изосейсты составляет около 15,8 тыс. км²; протяженность большой оси равна 160 км, малой — 126 км.

Согласно определением механизма очага по инструментальным данным плоскости разрывов в очаге Бурунского землетрясения имели широтное простирание, одна из плоскостей была ориентирована вертикально, а вторая — горизонтально. По вертикальной плоскости произошло относительное опускание южного крыла разрыва. Сопоставление карты изосейст с двумя возможными положениями плоскостей разрывов в очаге показывает, что землетрясение явилось результатом сбросовой подвижки по широтной плоскости.

Спектральные характеристики и динамические параметры очага Бурунского землетрясения, приведенные в табл. 4, рассчитаны по методике Бруна. Спектры, полученные экспресс-методом, представлены на рис. 5 в сравнении по записям сейсмических станций в ближней и дальней зонах. Угловые частоты спектров в ближней зоне выше, чем угловые частоты спектров, полученных на большом расстоянии от эпицентра, что связано с поглощением высоких частот на трассе очаг — станции.

Вторым сильным событием года является Курулджейское землетрясение 21 августа ($K = 12,9$). Его очаг расположен вблизи сейсмостанции Кара-Кала, в 140 км к западу от

Макросейсмические данные о Бурунском землетрясении 22 февраля

№ п/п	Пункт	Δ, км	№ п/п	Пункт	Δ, км	Пункт	Δ, км	
8	баллов		18	Балластный карьер	28	42	Карьер	60
1	Пункт № 1	1-2	19	Пункт № 3	28	43	Сьртпанли	68
2	Контрра бурения	2	20	Балла-Ишем	32	44	Дагаджик	72
3	Передвижка	3	21	Урунжу	32	45	Перевал	76
7-8	баллов		22	Кызылкум	34		2-3 балла	
4	Бурувая	3	4	балла		46	Ташарват	48
6-7	баллов		23	Пункт № 2	32	47	Кочагарь	62
5	Пос. Западный	6	24	Ж.-д. разъезд № 124	37	48	Карагель	80
6	баллов		25	Карадене	42	49	Ж.-д. разъезд № 129	80
6	Пос. Вышка	8	26	Котурдене	43	50	Ж.-д. разъезд № 119	85
7	Ж.-д. ст. 26 Бакинских комиссаров	9	27	Ж.-д. разъезд № 121	46	51	Кара-Тенгир	86
			28	Кум-Даг	47	52	Ахча-Суйма	90
			29	Пункт № 3	50	53	Даната	92
5-6	баллов		3-4	балла			2 балла	
8	Барса-Гельмес	28	30	Учгёз	44	54	Куйляр	94
			31	Ордекли	45	55	Чашли	98
5	баллов		32	Ж.-д. разъезд (Ягман)	46	56	Шаумян	105
9	Небит-Даг	22	33	Куйджик	47		Не ощущалось	
10	Автозаправочная станция	23	34	Боядаг	50	57	Худайберды	84
			35	Хелес	53	58	Челекен	85
				3	балла		Аккуо	87
11	Монжуклы	28	36	Ж.-д. разъезд № 126	51	60	Кайло	100
12	Джебел	26	37	Им. 26 Бакинских комиссаров	55	62	Обой	105
13	Пункт № 2	35	38	Айдин	58	63	Тамыкли	106
4-5	баллов		39	Готрандаг	58	64	Джанга	108
14	Ж.-д. разъезд № 123	22	40	Белек	60	65	Уфра	112
15	Аргепит	26	41	Отланлы	60	66	Красноводск	117
16	Насосная станция	27				67	Казанджик	120
17	Моллакара	27						

Динамические параметры

Сейсмо-станция	Дата	Время, ч мин	R, км	$M_s, 10^{16}$ Н·м	$\Delta \sigma, \text{кПа}$	$\lg E$	$\eta \sigma, \text{кПа}$	$e, 10^{-5}$	$\bar{u}, 10^{-2}$ м	$f_0', \text{Гц}$	$f_0'', \text{Гц}$	$f_0''', \text{Гц}$
Ашх	22.02	05 45	5,6	21	520	13,5	2450	1,4	7,5			0,4
Нбд	22.02	05 45	4,9	11	670	13,6	3200	2,2	5			0,35
Ашх	21.08	19 48	2,9	4,1	730	12,6	1410	2,4	5	2		0,8
Нбд	21.08	19 48	2,7	3,4	740	12,9	2190	2,4	5			0,83

Ашхабада. По инструментальным данным эпицентр находился вблизи горного селения Нохур, где сотрясения ощущались лишь интенсивностью 3 балла. По результатам макросейсмического обследования, проведенного Г.Л. Голлинским и М. Реджеповым, очаг этого землетрясения установлен на сопредельной территории Ирана в пункте с координатами $\varphi = 38,21^\circ$, $\lambda = 56,66^\circ$, т.е. в 30 км к юго-западу от инструментального. В ближай-

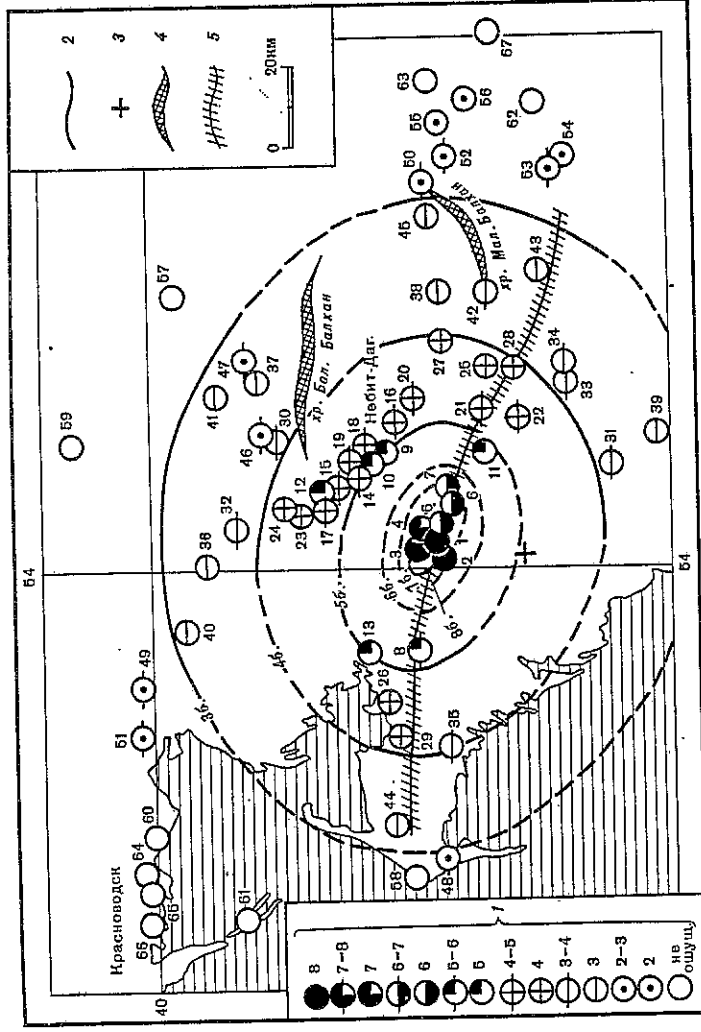


Рис. 4. Карта изосейст Бурунского землетрясения 22 февраля 1984 г.

1 — балльность; 2 — изосейста; 3 — инструментальный эпицентр; 4 — горная структура; 5 — глубинный разлом

ших к эпицентру горных селениях Куруждей, Дузльдеп, Ходжакала (Кара-Калинского района) землетрясение проявилось с максимальной интенсивностью 5-6 баллов, а в шлейстосейстовой зоне — 6-7 баллов.

Проявление землетрясения в Куруждее имело характер довольно сильного сотрясения, сопровождавшегося гулом, похожим на движение тяжело нагруженной машины или, по

Макросейсмические данные о Куруждейском землетрясении 21 августа

№ п/п	Пункт		Пункт		Пункт		Δ, км	Пункт	Δ, км	№ п/п	Пункт	Δ, км
	Δ, км	№ п/п	Δ, км	№ п/п	Δ, км	№ п/п						
5-6 баллов												
1	Дузльдеп	7	11	4 балла	22	Терсакан	64					
2	Куруждей	12	12	Депт	32	2-3 балла						
3	Ходжакала (Кара-Калинский район)	12	13	Джувадлы	41	Монжуклы	70					
3-4 балла												
5	баллов		14	Кейкодоно	40	Не ощущалось						
4	Махтум-Кала	16	15	Бендесен	42	Курорт Арчман	55					
5	Узантокай	18	16	Кизыл	45	Бами	56					
6	Кене-Кесир	22	17	Джеджирс	52	Ж.-д. ст. Бами	58					
7	Геркез	23		3 балла		Арчман	58					
4-5 баллов												
			18	Нохур	40	Зау	60					
8	Айдере	17	19	Дофран	53	Суча	64					
9	Аралчук	28	20	Дардали	57	Кодж	64					
10	Сайван	28	21	Ходжакала (Кизыл-Арватский район)	59	Мурча	66					
			28	Арватский район)	59	Чемели	67					
						Ж.-д. ст. Кодж	70					
						Кизыл-Арват	86					

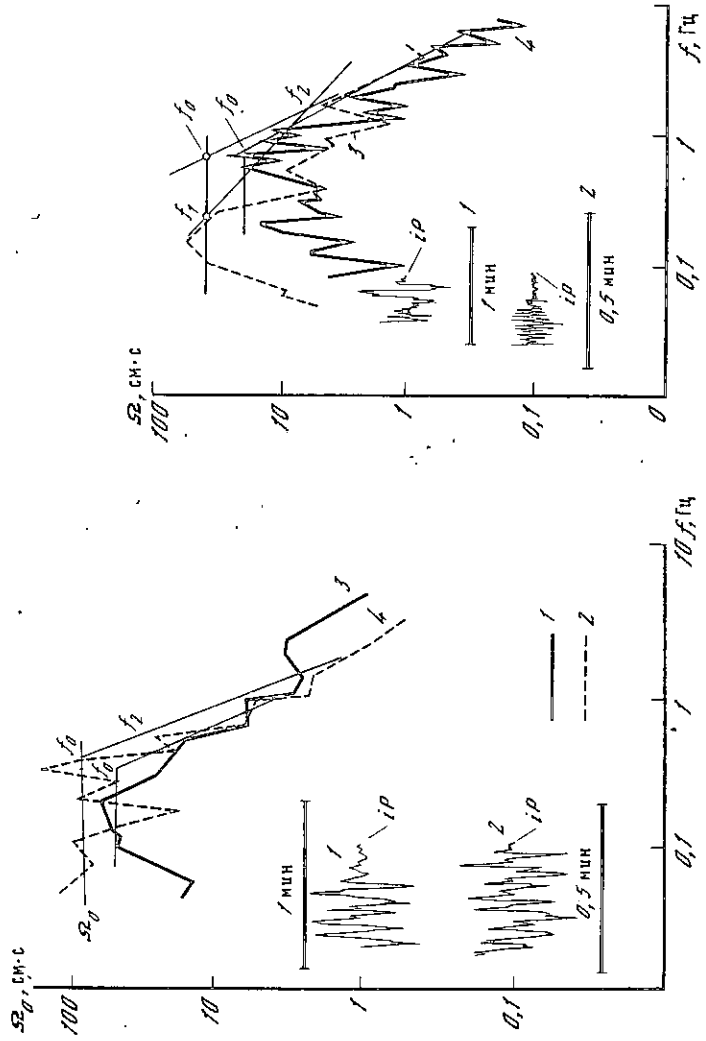


Рис. 5

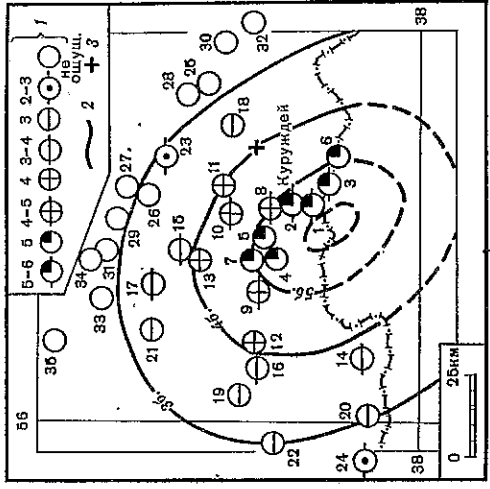


Рис. 6

Рис. 5. Записи (1, 2) и амплитудные спектры (3, 4) продольных волн Бурунского землетрясения 22 февраля 1984 г.
1, 3 — сейсмическая станция Алшхабад (СК); 2, 4 — сейсмическая станция Небит-Даг (СКМ-3)

Рис. 6. Записи и амплитудные спектры продольных волн Куруждейского землетрясения 21 августа
Обозначения те же, что на рис. 5

Рис. 7 Карта изосейст Куруждейского землетрясения 21 августа
1 — Балльность; 2 — изосейста; 3 — инструментальный эпицентр

рассказам других очевидцев, на звук внезапно пролетевшего самолета. В здании школы № 19, отремонтированной к началу учебного года, на чистом фоне заново побеленных стен (из бутového камня) отчетливо просматривались тонкие трещины, расположенные над оконными проемами, в дверных перемычках, в некоторых перегородках. В домах жителей также имелись трещины, однако установить их конкретную приуроченность к данному землетрясению оказалось невозможным из-за наличия старых и своеобразия структуры штукатурки в домах местных конструкций.

Проявление землетрясения в различных селениях представлено в табл. 5. Карта

изосейст отличается северо-западным простиранием главной оси, протяженность которой, включая 3-балльную изосейсту, составляет 140 км; поперечная ось в этих пределах равна расстоянию 105 км, $t_T = 12 \div 15$ км (рис. 6). Небольшое различие в величинах осей указывает на почти круговое распределение макросейсмического поля Куруждейского землетрясения.

Согласно результатам определения механизмов очага по инструментальным данным движение представляло собой сбросовидно по плоскости северо-западной или северо-восточной ориентации (см. рис. 3). Сопоставление шоссейных разрывов с положением первой изосейсты позволяет установить однозначно тип подвижки и плоскости движения северо-западного простирания (табл. 4, рис. 7).

Вся территория Туркменской ССР подверглась сотрясениям Газийского землетрясения 19 марта. В селениях, расположенных вдоль западного побережья р. Амударья, землетрясение ощущалось интенсивностью 6—8 баллов [5, 6].

ЛИТЕРАТУРА

1. Радимов А.Р., Славина Л.Б. Региональный голограф Копетдагской сейсмической зоны // Изв. АН ТССР. Сер. физ.-техн., хим. и геол. наук. 1984. № 3. С. 31—38.
2. Радимов А.Р., Соловьева О.Н., Арбузова Г.Н. Определение магнитуды землетрясений Туркмении на эпицентральных расстояниях до 400 км // Изв. АН ТССР. Сер. физ.-техн., хим. и геол. наук. 1983. № 5. С. 61—66.
3. Гаргозов Д., Голинский Г.Л., Курбанов М.К. и др. Исследования Кумдагского землетрясения 14 марта 1983 г. // Изв. АН ТССР. Сер. физ.-техн., хим. и геол. наук. 1984. № 1. С. 71—76.
4. Голинский Г.Л., Гаргозов Д., Мурадов Ч. Основные параметры сейсмических разрывов земной поверхности при Кумдагском землетрясении 1983 г. // Сейсмическое районирование территории ССР и изучение сильных землетрясений 1984: Тез. докл. Кнпленов, 1984. С. 157—158.
5. Голинский Г.Л., Гаргозов Д., Мурадов Ч. и др. Особенности проявления газийских землетрясений 1976 и 1984 гг. в пределах Туркменской ССР // Опыт изучения газийских землетрясений: Тез. докл. Ташкент: Фан, 1985. С. 45—46.
6. Голинский Г.Л., Эсенов Э.М., Ватоллин В.С. Использование сейсмического эффекта газийских землетрясений 1976 и 1984 гг. при сейсмическом микрорайонировании территории г. Чарджоу // Там же. С. 47.

УДК 550.348.436 (574/575)

А.Я. Барнинова, А.В. Шварц, Н.Д. Пальцева, Г.Р. Улубиева, Б.И. Ильсов,
Р. Шукурова, А.А. Абулкалыров, Н.Н. Михайлова, Р.М. Колесникова, А. Досамов,
В.К. Иодко, А.Ф. Краснова

Землетрясения Средней Азии и Казахстана

Сейсмичность региона рассматривается на основе каталога, содержащего сведения о 1009 землетрясениях с $K \geq 10$. На рис. 1 показано изменение величины K_{max} за последние 23 года. Из рисунка видно, что за это время произошло три глубоких землетрясения с $M > 7$. Для коровых землетрясений за этот период сильнейшими были газийские землетрясения 1976 и 1984 гг.

На рис. 2 показано распределение величины ΣN за этот же период. Из рисунка видно, что по сравнению с предыдущими годами продолжается увеличение количества землетрясений как коровых, так и глубоких.

Для всей территории Средней Азии и Казахстана распределение землетрясений по энергетическим классам и величине суммарной энергии в сейсмоактивных зонах приведено в табл. 1, из которой видно, что наиболее высокая сейсмичность наблюдается в зоне Центрального Тянь-Шаня и здесь же максимальная выделяющаяся энергия.

Изменение количества землетрясений за последние 5 лет в сейсмоактивных зонах