

Макросейсмические данные землетрясения 30 сентября

№ п/п	Пункт	Δ^* , км	№ п/п	Пункт	Δ^* , км	№ п/п	Пункт	Δ^* , км
	5 баллов		9	Нода	98	19	Дамбалыг	113
1	Гатуни	72		3-4 балла		20	Дастер	75
2	Мистан	75	10	Верн	75	21	Тикьябанд	79
	4-5 баллов		11	Село 20 км	85	22	Рао	88
3	Разтов	77	12	Оснакеран	96	23	Ленкорань	94
4	Госмаян	78	13	Зензилян	100	24	Масаллы	118
	4 балла		14	Шофекли	101		2-3 балла	
5	Мондигях	82	15	Горавар	103	25	Астара	72
6	Лерик	87	16	Ярдлымылы	103	26	Арчиван	72
7	Шенгелулан	90	17	Сырык	106		Не ощущалось	
8	Алар	93	18	Кечаликеран	107	27	Джалилабад	135

* Эпицентрально-эпицентральное расстояние дано от инструментального эпицентра.

Макросейсмические данные землетрясения 17 декабря

№ п/п	Пункт	Δ^* , км	№ п/п	Пункт	Δ^* , км	№ п/п	Пункт	Δ^* , км
	4-5 баллов		5	Гори	45	10	Цхинвали	48
1	Хашури	10		3-4 балла		11	Джава	65
2	Боржоми	15	6	Харагаули	30	12	Ленингори	65
3	Бакуриани	25	7	Чинатура	42	13	Каспи	75
4	Агара	30	8	Зестафони	43		3 балла	
			9	Сачхере	45	14	Аспиндза	46

* Эпицентрально-эпицентральное расстояние дано от инструментального эпицентра.

17 декабря в 01 ч 33 мин на территории Аджаро-Триалети произошло землетрясение с $M^* = 4,5$, которое в Хашури ощущалось силой 4-5 баллов. Макросейсмические данные этого землетрясения приведены в табл. 17.

Одна из возможных плоскостей разрыва направлена на северо-запад и совпадает с направлением Сурамского хребта. Движение в очаге типа взбросо-сдвига. Напряжения сжатия имеет почти вертикальное направление, а напряжения растяжения — почти горизонтальное (см. каталог дополнительных параметров очагов землетрясений).

ЛИТЕРАТУРА

1. Арношвиц З.И., Ахалбабадзе А.М., Гоцадзе О.Д. и др. Методика расчета эффективности сети региональных сейсмических станций на примере Кавказа // Вопросы оптимизации и автоматизации сейсмических наблюдений. Тбилиси: Мецниереба, 1977. С. 174.
2. Алексидзе М.А., Аманаташвили Я.Г., Гоцадзе О.Д. и др. Определение координат гипоцентра близких землетрясений по известному скоростному строению (на примере Кавказского региона) // Алгоритмы и практика определения параметров гипоцентров землетрясений на ЭВМ. М.: Наука, 1983. С. 69-82.
3. Левчишвили А.Я., Лебедева Т.М. Географ сейсмических волн на Кавказе // Кварталы, сейсм. бол. Тбилиси, 1953. Т. 2. № 1-4. С. 50-60.
4. Дикая А.Д. Сейсмичность Джавахетского нагорья и прилегающих районов // Тр. Ин-та геофизики АН ГССР. Тбилиси, 1957. Т. 16. С. 177-219.

5. Муруидзе Г.И. Строение земной коры и верхней мантии в Грузии и сопредельных районах по сейсмологическим и сейсморазведочным данным. Тбилиси: Мецниереба, 1976. 170 с.

6. Агаларова Э.Б., Баграмян А.Х., Гасанов А.Г. и др. Землетрясения Кавказа // Землетрясения в СССР в 1983 году. М.: Наука, 1985. С. 27-38.

7. Пилишвили Т.В. Об уточнении распределения энергетического класса землетрясений // Сообщ. АН ГССР, 1985. Т. 117. № 1. С. 57-60.

8. Агаларова Э.Б., Баграмян А.Х., Гасанов А.Г. и др. Землетрясения Кавказа // Землетрясения в СССР в 1982 году. М.: Наука, 1984. С. 12-28.

9. Антонов Е.П., Гоцадзе О.Д., Пилишвили Т.В. Сейсмический режим и долгосрочный прогноз сильных землетрясений (на примере Кавказа) // Прогноз землетрясений. Душанбе: Дониш, 1984. № 5. С. 217-227.

10. Желанкина Т.С., Кейлис-Борок В.И., Писаренко В.Ф. и др. Определение механизма землетрясения на цифровой ЭВМ // Алгоритмы интерпретации сейсмических данных. М.: Наука, 1971. С. 3-27.

11. Пирузян С.А. Опыт детального сейсмического районирования территории Большого Ереванского района (юго-западная часть АрмССР и прилегающие районы). Ереван: Айастан, 1969. 92 с.

12. Габриелян А.А., Пирузян С.А. Сейсмологическая схема Армении и сопредельных частей Анкавказья // Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1972. Т. 25, № 4. С. 24-33.

УДК 550.348.436 (479)

Е.Г. Абедев, В.В. Антонов, И.П. Габгарова, А.И. Захарова, Т.П. Иванова,
Б.А. Лякумович, Н.Ф. Новицкая, О.Е. Старовойт, Л.С. Чепкунас

Землетрясения 4 марта на Северном Кавказе

Близ оз. Галанчез в районе Черных гор Чечено-Ингушской АССР, примерно в 60 км юго-западнее Грозного, 4 марта произошло два землетрясения интенсивностью в эпицентре 6-7 баллов, ощущавшиеся на значительной территории. Первый толчок с магнитудой $M = 5,2$ возник в 10 ч 01 мин, второй с магнитудой $M = 5,3$ — в 19 ч 24 мин по Гринвичу, их сопровождали многочисленные афтершоки.

Для главных толчков 4 марта были проведены макросейсмические обследования, которые относятся к суммарному эффекту обоих землетрясений (рис. 1, а, табл. 1). Макросейсмическое обследование в эпицентральной зоне не проводилось из-за неблагоприятных метеословесных условий (туман, дождь со снегом). По словам двух местных жителей, находившихся в эпицентральной зоне, под ногами трясась земля, трудно было устоять. Огромные деревья, сильно раскачиваясь, стучали друг об друга. В лесу стоял треск ломающихся сухих веток, грохот. Сплошной снежный покров достигал толщины 70 см, поэтому пришлось, проваливаясь по пояс в глубокий снег, обходить завалы, образовавшиеся из обломанных веток и упавшего сучья.

Силой 6 баллов землетрясение ощущалось в селах Харсенной, Советское, Рошни-Чу, Итум-Кале. В с. Харсенной пострадала ветряная лечебница. Упала стена из-за бутевого камня. В кирпичных домах появились трещины в штукатурке. Жители слышали подземный гул, какой-то нарастающий шум, а потом последовал толчок сбоку. Все выбежали на улицу. Животные сильно беспокоились. Люди, находившиеся на улице, ощущали колебания почвы под ногами. Некоторые отметили качание телеграфных столбов. В с. Советском были слышны гул. Здания раскачивались, качалась земля под ногами. Упал кувшин со стола, двигалась мебель — кровати, стулья. Все выбежали на улицу. В 8-квартирном двухэтажном доме образовались трещины в штукатурке в углах дома до 2 см, отшлиплились от стен, образовались трещины по кладке, трещины и вздутия штукатурки потолка с частичным обвалом. В с. Итум-Кале вечером от толчка все проснулось, многие вышли на улицу. В зданиях потрескалась штукатурка. В одном доме образовалась трещина в стене из бутевого камня. В с. Рошни-Чу землетрясение ощущали все вечером в здании школы во время танцев. Здание школы закачалось, полы заходили под ногами. Все выбежали на улицу. По крыше катились кирпичи от разрушен-

Макросейсмические данные о землетрясениях 4 марта

№ п/п	Пункт	Δ, км	№ п/п	Пункт	Δ, км	№ п/п	Пункт	Δ, км
1	6 баллов		38	Закан-Юрт	50	74	Червленая	88
2	Чожи-Чу	14	39	Асеновская	50	75	Новоозренский	90
3	Гехи-Чу	16	40	Краснооктябрьская	51	76	Брагуны	92
4	Харсенной	20	41	Нестеровская	52	77	Надтерная	92
5	Ушколой	20	42	Самашки	54	78	Дылым	103
6	Итум-Кале	20	43	Шали	57	79	Малгобек	106
7	Борзой	22	44	Грозный	62	80	Хасавюрт	108
8	Танги-Чу	22	45	Ведено	62			
9	Советское	28	46	Комсомольское	64			
10	Памятой	28	47	Харачой	66	81	3-4 балла	86
11	Асланбек-Шерипово	30	48	Курчалой	74	82	Калиновская	96
12	Малье Варанды	30	49	Ножай-Юрт	90	83	Науроская	98
13	Грушевое	30				84	Ардон	100
14	Рошни-Чу	32	50	4-5 баллов	49	85	Шелковская	122
15	Алхазурово	36	51	Али-Юрт	55	86	Кизилюрт	125
16	Дачу-Борзой	38	52	Гикаловский	56			
17	Дуба-Юрт	38	53	Сурхахи	58	87	3 балла	63
18	5-6 баллов		54	Пригородное	61	88	Эчеда	94
19	Италажи	32	55	Мескер-Юрт	68	89	Бежта	100
20	Гойское	38				90	Душети	100
21	Урус-Мартан	38	56	4 балла		91	Кварели	120
22	Старые Атаги	40	57	Сунжа	55	92	Моздок	136
23	Чирк-Юрт	40	58	Октябрьское	60	93	Буйнакск	140
24	5 баллов		59	Орджоникидзевская	61	94	Бабаюрт	150
25	Датых	32	60	Серноводск	62	95	Кизляр	150
26	Орехово	34	61	Гудермес	64	96	Прохладный	150
27	Гехи	40	62	Орджоникидзе	64	97	Нальчик	166
28	Катыр-Юрт	40	63	Атвали	65	98	Махачкала	166
29	Валерик	40	64	Карабулак	66		Степное	168
30	Мужичи	40	65	Казбети	66		2-3 балла	
31	Бамут	40	66	Ольгинское	68	99	Тбилиси	135
32	Арышты	40	67	Первомайская	68	100	Рустави	140
33	Алхой-Мартан	42	68	Арзун	69	101	Кочубей	192
34	Чемулыга	42	69	Болних	70	102	Южно-Сухокумск	195
35	Дай	42	70	Назрань	70	103	Нефтекумск	207
36	Галашки	46	71	Джелка	76	104	Буденновск	237
37	Шаами-Юрт	47	72	Беслан	80	105	Пятигорск	238
38	Лермонтов-Юрт	48	73	Гораторский	82	106	Миновды	240
39	Кулары	48			83	107	Ессентуки	250
40	Махкеты	48			83	108	Кисловодск	250

хан-Кала на перекачивающей станции "Головная" 4 марта оцупили три толчка, самый сильный - вечером. Здание станции кирпичное, а глухие стены из сборного железобетона. По кирпичной кладке образовались сквозные трещины около оконных и дверных проемов (5 баллов).

На буровой скважине в 4 км от с. Датых днем землетрясение оцупили на улице. Земля покачнулась под ногами. Вода выплеснулась из ведра. Вечером отдыхавшие в вагончике оцупили толчок сбоку. Вагончик покачнулся, пустое ведро уало с табурета. Никаких осложнений при бурении не отмечено.

В Грозном второе землетрясение оцупалось силой 3-4 балла, вечером было замече-

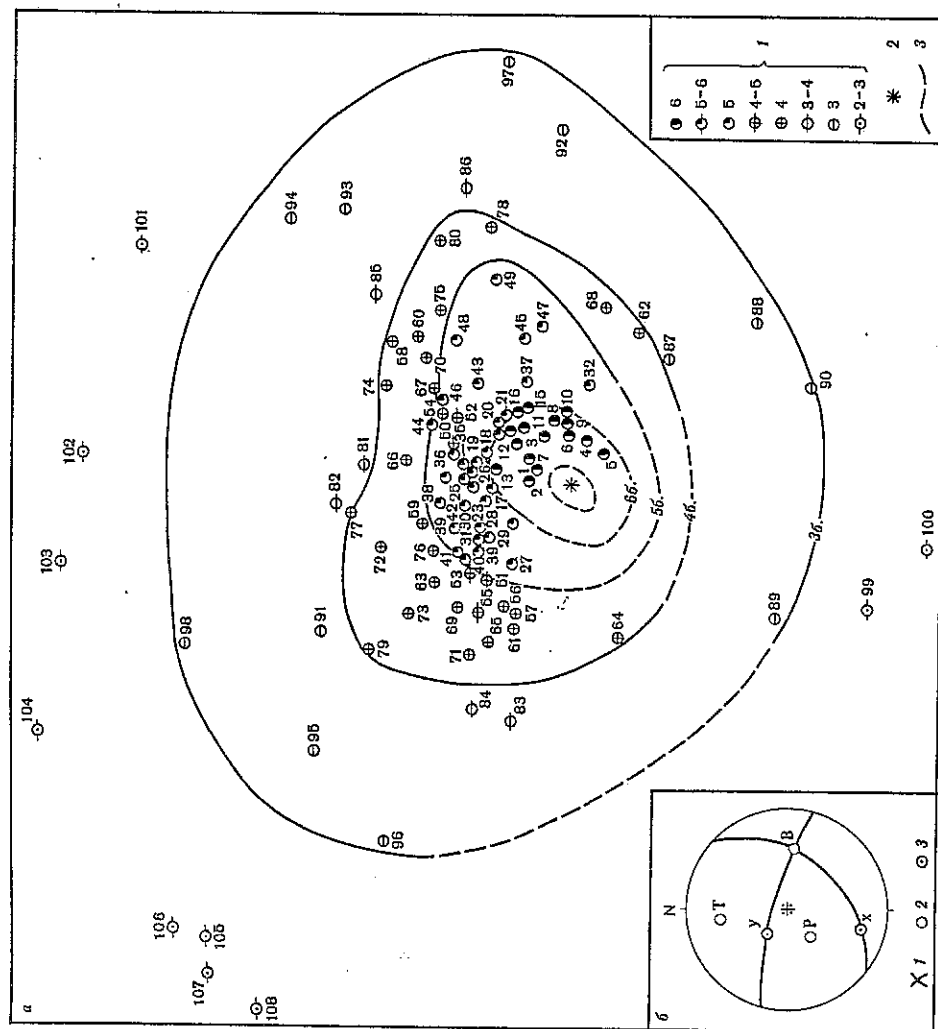


Рис. 1. Схема изосейст главных толчков 4 марта (а) и механизмом очага первого толчка в 10 ч 01 мин (б). а: 1 - балльность; 2 - макросейсмический эпицентр; 3 - изосейста; б: 1 - подальная плоскость; 2 - оси главных напряжений; 3 - оси подвижек

ных печных труб, громыхала черепица, провисла штукатурка потолков, частично обвалилась, вздулась и потрескалась штукатурка стен. В нескольких окнах лопнули стекла. Рядом со школой в саманном доме просел фундамент, деформировалась стена, оторвавшись от плинтуса на 2 см, полы сильно наклонились в сторону просевшего фундамента. Вся штукатурка растрескалась. В кирпичном доме, сложенном на хорошем растворе и мощном фундаменте в 1980 г., повреждения незначительные. Внутри дома появились трещины в штукатурке до 3 мм на внутренней перегородке и дымоходной стене и легкие трещины в сопряжениях потолок-стена и в углах дома. Во время вечернего толчка на 15-20 мин отключилась электроэнергия в селах Рошни-Чу, Танги-Чу, Гехи-Чу, Чожи-Чу. В селах Италажи, Урус-Мартан землетрясение оцупалось слабее, но всеми жителями (5-6 баллов). В домах образовались трещины в штукатурке. Палили легкие предметы (рюмка, флакон из-под одеколона), раскачивались картины на стенах, качались телевизоры на ножках. В городах Грозном и Малгобек первое землетрясение оцупалось силой 5 баллов, дребезжала посуда, раскачивались люстры, выплескивалась вода из ведер. В с. Ножай-Юрт славные проснулись, дребезжала посуда, сильно раскачивались люстры, со шкафа упали пустые кастрюли. Около шинтусов и в углах домов появились трещины по штукатурке. Раскачивалась вода в графине (5 баллов). Вблизи с. Ал-

но показывание лампы. Однако в городе в некоторых домах опущения были довольно сильные: раскачивались люстры, покачивались телевизоры на ножках, открывались двери книжных и плательных шкафов, дребезжала посуда.

Район Черных гор Чечено-Ингушетии по совокупности геологических и сейсмологических данных ранее был отнесен к области возможного возникновения очагов с магнитудой $M \geq 5,75$ [1]. 28 июля 1976 г. здесь произошло 8-балльное землетрясение с $M = 6,3$, за которым последовал рой афтершоков. На рис. 2, а показана обзорная схема района этого землетрясения из [2], где описано его геологическое строение и зона остаточных деформаций (см. 8 на рис. 2, а). Эпицентральная зона землетрясения 28 июля 1976 г. располагается в области сочленения северного крыла Восточного Кавказа (Черные горы) с Чеченской впадиной. Это область активных контрастных тектонических движений, проявляющихся и в настоящее время в продолжающемся погружении Чеченской впадины и поднятия северного склона Восточного Кавказа. Здесь наблюдаются многочисленные разрывные нарушения различного направления. Южный борт впадины совпадает с зоной широтного Владикавказского разлома (см. 6 на рис. 2, а), являющегося восточным продолжением Пшекиш-Гырынаууской зоны разломов. В северо-восточном направлении через всю область проходит глубинный трансформальный разлом. Кроме того, по результатам дешифрирования космических снимков серии "Метеор" выявлены также линейaments северо-западного и меридионального направлений. Отмеченные разломы могут отражать элементы глубинного строения, с которыми связаны современные геодинамические процессы [3, 4].

Поскольку зона 6-балльных сотрясений 4 марта 1984 г. (см. 10 на рис. 2, а) располагалась в пределах расстановки временных сейсмических станций Мужичи, Шалажи и Советское, регистрированных афтершоки землетрясения 28 июля 1976 г., наблюдения за афтершоками 4 марта 1984 г. проводились в этих же пунктах. Через 7 ч после главных толчков в эпицентральную зону выехал отряд ОМЭ ИФЗ АН СССР для проведения детальных геолого-геофизических наблюдений: геологического обследования, регистрации повторных толчков, геодезических измерений (см. Фонды ОМЭ ИФЗ АН СССР).

Регистрация афтершоков тремя полевыми сейсмическими станциями АСС-6/12 была организована 6 марта в пунктах Советское, Шалажи и Мужичи и продолжалась до 15 апреля.

В табл. 2 помещены сведения о фоллоках, главных толчках и афтершоках землетрясения 4 марта (параметры эпицентров и среднеквадратичные погрешности). На основных системах региональных и полевых сейсмических станций удалось существенно увеличить количество землетрясений, для которых определены параметры эпицентров с учетом детального скоростного разреза этого района [5]. Для получения полной картины о всех сейсмических событиях, связанных с землетрясениями 4 марта, в табл. 2 приведен полный каталог, включающий всю имеющуюся информацию, полученную из регионального каталога Кавказа (в графе 11 цифра 1), в ОМЭ на основании данных полевых станций (в графе 11 цифра 2), на основании данных полевых станций с привлечением отдельных региональных станций (в графе 11 цифра 3).

Анализ определения параметров эпицентров основных землетрясений 4 марта, проведенный на основании различных систем наблюдений и голографов, показал, что расхождение в координатах эпицентров по φ и $\lambda \pm 0,1^\circ$, по $\delta \pm 5$ км; по $t_0 \pm 1$ с. При этом отмечено, что невязки близких региональных станций ($\sim 1^\circ$) в случае учета особенностей местной скоростного разреза уменьшаются до 0,6 с.

На рис. 2, б показаны положения эпицентров главных толчков и их афтершоков (табл. 2), определенные по НУРО-71. Следует отметить, что эпицентр землетрясения 4 марта в 10 ч 01 мин располагается в непосредственной близости от зоны остаточных деформаций землетрясения 28 июля 1976 г. (см. рис. 2, а).

Инструментальные данные о сильных движениях почвы получены на станции Пятигорск (прибор С-5-С) и относятся к области 3-балльных сотрясений; на расстоянии 210 км от эпицентра землетрясения 4 марта в 10 ч 01 мин скорость смещений в волне

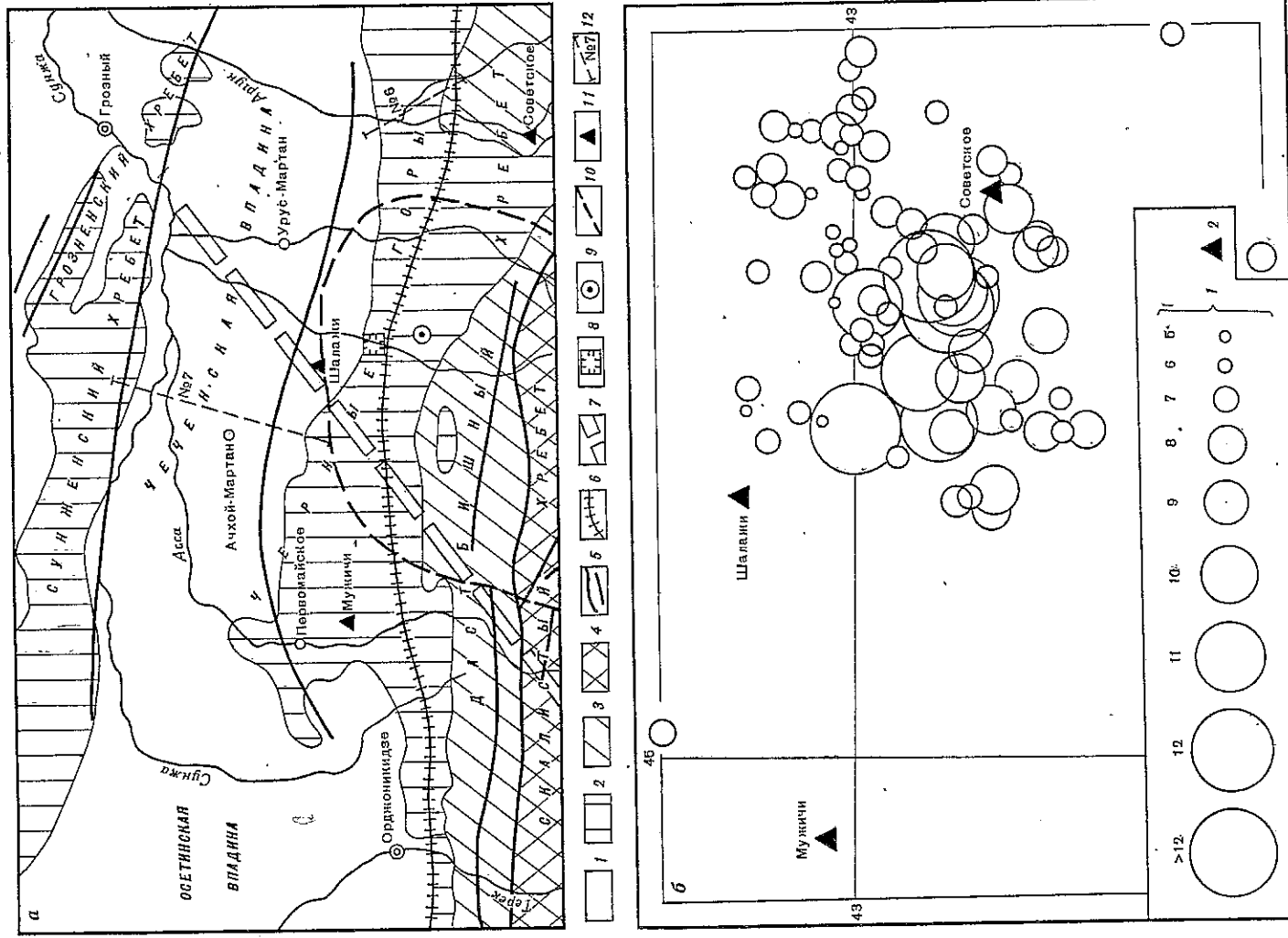


Рис. 2. Обзорная схема района землетрясения 28 июля 1976 г. (а) и схема эпицентров землетрясений 4 марта 1984 г. и их афтершоков (б)

а: 1 — четвертичные, 2 — палеогена и неогена, 3 — мелля, 4 — юры; 5 — области развития отложений, развивающиеся в новейшее время; 6 — основные региональные разрывы; 7 — глубинный трансформальный разлом; 8 — зона остаточных деформаций землетрясения 28 июля 1976 г.; 9 — инструментальный эпицентр землетрясения 4 марта 1984 г. в 10 ч 01 мин; 10 — зона 6-балльных сотрясений главных толчков 4 марта 1984 г.; 11 — сейсмическая станция; 12 — нивелирные профили; б: 1 — энергетический класс К; 2 — сейсмическая станция

Таблица 2

Сведения о главных толчках 4 марта, их фокусках и эпицентрах, зарегистрированных региональными и полевыми сейсмическими станциями

№ п/п	Дата	Время, ч мин с	φ° N	λ° E	h, км	K	SD, с	Δδr, км	δh, км	Примечание
1	07.02	15 52 20,3	42,88	45,30	-	8,6				1
2	08.02	09 43 40,2	42,85	45,48	25	11,0				1
3	04.03	10 01 32,6	43,01	45,35	22	12,5				2
4		10 06 13,3	42,90	45,50	25	9,0				1
5		10 07 53,1	42,90	45,42	25	9,5				1
6		10 39 20,1	42,90	45,57	-	8,6				1
7		11 19 21,2	42,91	45,48	19	9,9				2
8		11 51 02,9	42,90	45,50	20	11,9				2
9		12 08 03,1	42,91	45,48	20	10,2				1
10		12 34 53,7	42,92	45,47	25	8,9				1
11		14 44 55,5	42,96	45,42	25	8,6				2
12		14 51 04,6	42,93	45,46	26	11,6				2
13		15 32 18,6	42,95	45,40	19	10,6				2
14		19 24 45,1	42,95	45,48	26	12,5				2
15		19 34 40,6	42,92	45,50	25	9,4				2
16		19 42 44,9	42,87	45,47	25	8,8				1
17		19 49 38,2	42,87	45,48	25	9,0				1
18		20 35 32,1	42,93	45,43	25	8,6				1
19		20 45 10,4	42,95	45,40	19	10,4				2
20	04.03	21 03 46,8	42,95	45,35	25	9,0				1
21		21 21 20,4	42,90	45,52	25	8,6				1
22		00 39 56,4	42,93	45,48	25	8,6				1
23	05.03	04 27 44,8	42,82	45,55	25	8,7				1
24		05 58 02,2	42,86	45,50	25	9,4				1
25		07 54 38,6	42,97	45,52	25	8,8				1
26		08 25 45,7	42,85	45,53	22	9,2				2
27		13 54 52,5	42,95	45,50	25	9,1				1
28		16 12 02,4	42,88	45,50	25	8,6				1
29		16 45 50,8	42,97	45,47	25	8,6				1
30	06.03	10 16 21,6	42,90	45,50	25	8,9				1
31		12 02 07,6	42,56	45,72	9	9,5	0,26	15,3	1,8	2
32		16 26 41,0	42,84	45,46	17	8,5	0,45	3,4	1,1	2
33		21 41 57,5	42,66	45,52	12	8,3				2
34		23 27 43,4	42,93	45,55	29	7,9	0,09	-	-	3
35	07.03	14 05 01,7	42,67	45,56	24	8,2	0,47	11,1	3,1	2
36		21 38 34,0	43,00	45,54	20	8,1	0,25	7,6	1,3	2
37	08.03	18 10 50,9	42,75	45,74	20	8,8				3
38		20 54 18,1	42,89	45,44	14	11,0	0,71	13,3	5,1	2
39		21 41 48,9	42,89	45,35	3	10,6	0,87	5,0	5,4	2
40		23 22 02,1	42,88	45,44	10	11,2	0,48	13,0	2,4	2
41	09.03	18 39 32,3	42,85	45,42	1	9,3	0,65	1,4	0,1	2
42	02.03	05 21 38,8	42,75	45,42	-	9,5				1
43		08 24 13,1	42,88	45,56	18	8,2	0,14			3
44		10 25 19,4	42,86	45,53	14	8,0	0,13			3
45		14 15 20,5	42,86	45,52	16	8,4	0,13			3
46		15 52 18,9	42,93	45,35	5	9,8	0,74	4,6	1,2	2
47		17 41 00,5	42,81	45,42	5	8,4	0,59	4,3	0,9	2
48	12.03	18 20 18,1	42,93	45,42	12	8,5	0,40	2,4	1,3	2
49		19 58 07,3	42,89	45,33	7	11,3	0,15	2,1	0,3	2
50		20 21 49,6	42,98	45,67	18	8,2				3
51		20 26 33,5	42,87	45,35	10	7,6				3
52		20 47 36,8	42,87	45,48	5	8,3	1,46	10	12	2
53		21 12 07,8	42,88	45,51	19	7,6	0,13			3

Таблица 2 (продолжение)

№ п/п	Дата	Время, ч мин с	φ° N	λ° E	h, км	K	SD, с	Δδr, км	δh, км	Примечание
54		21 13 04,6	43,05	45,60	4	8,4	0,03			3
55		21 42 11,6	42,86	45,54	14	8,2	0,08			3
56		22 50 14,5	43,01	45,49	10	7,5	0,01			3
57		23 10 04,7	43,01	44,87	14	8,5				3
58	13.03	01 37 46,6	42,99	45,51	19	8,4	0,17	3,6	3,3	2
59		01 50 44,4	42,99	45,51	19	7,8	0,14	2,9	2,5	2
60		02 49 02,6	42,84	45,42	5	8,4	0,19	2,2	2,6	2
61		02 59 10,3	42,97	45,48	24	7,5	0,03			3
62		04 43 29,6	42,98	45,51	14	7,5	0,20	3,9	4,7	2
63		04 47 45,3	43,00	45,52	13	8,0	0,15	3,0	3,5	2
64		04 54 09,5	42,91	45,51	20	8,2	0,06	3,0	2,7	2
65		16 44 42,7	43,08	45,64	10	7,9	0,23			3
66		16 49 49,4	43,12	45,03	4	8,0	0,48			3
67		17 16 26,9	43,06	44,92	4	9,3	0,27			3
68		18 23 41,7	42,99	45,48	10	7,5	0,11			3
69		20 36 18,5	43,05	45,50	18	8,6	0,02			3
70		21 42 50,0	43,01	45,65	14	7,5	0,06			3
71		22 22 42,7	43,08	45,52	22	7,6	0,15			3
72		23 50 58,2	43,13	45,03	4	7,6	0,13			3
73	14.03	00 26 09,6	43,08	45,54	12	5,0	0,16			3
74		01 34 05,8	43,08	45,51	19	7,1	0,10			3
75		01 57 43,7	42,91	45,35	3	10,2	0,52	4,3	1,1	2
76	14.03	02 49 25,3	42,97	45,39	13	8,0	0,29	5,9	9,9	2
77		04 02 24,0	43,03	45,62	4	5,2	0,14			3
78		06 22 06,7	43,07	45,60	5	7,4	0,11			3
79		08 32 36,8	42,88	45,55	16	8,2	0,37			3
80		16 35 10,1	43,03	45,66	4	7,5	0,10			3
81		21 41 35,6	42,88	45,48	17	7,6	0,29			3
82		23 00 22,4	43,04	45,44	18	8,1	0,10			3
83		23 56 53,3	43,08	45,61	16	7,9	0,18	1,4	0,8	3
84	15.03	09 23 28,0	42,92	45,35	3	10,4	0,81	5,0	1,3	2
85		10 00 55,8	43,03	45,42	17	9,7	0,15	6,3	3,3	2
86		11 20 50,8	43,03	45,42	17	9,7	0,15	3,5	2,4	2
87		21 02 19,1	43,08	45,57	5	7,1	0,35			3
88		23 09 29,1	43,00	45,69	8	8,4	0,01			3
89	16.03	03 55 48,0	43,05	45,67	5	8,5	0,11			3
90		17 06 32,5	42,89	45,63	21	7,7	0,06			3
91		19 00 27,4	42,89	45,63	21	7,7	0,06			3
92	23.03	23 17 29,5	43,01	45,57	16	6,8	0,10	2,1	2,0	2
93	27.03	01 21 16,5	42,52	45,35	3	11,5				1
94	06.04	20 24 35,8	42,92	45,48	10	9,9				1
95	08.04	12 43 38,5	42,94	45,68	16	6,7	0,03			3
96		14 18 52,4	43,00	45,68	15	6,9	0,13	2,7	2,3	2
97	11.04	17 03 02,9	43,02	45,62	13	7,3	0,06	1,2	1,4	2
98		02 59 41,0	43,02	45,43	13	6,5	0,20	4,3	4,0	2
99		14 37 18,6	42,96	45,55	10	9,5	0,07			3
100		14 38 15,4	42,98	45,58	14	9,7	0,17	7,7	4,2	2
101		18 27 48,4	43,02	45,68	12	6,8	0,06			3
102		18 28 56,3	43,04	45,64	14	6,3	0,16			3
103		18 59 06,2	43,02	45,64	18	6,7	0,21			3
104	11.04	19 15 58,0	43,01	45,65	14	7,0	0,11	4,1	3,4	2
105		20 04 42,0	43,01	45,62	15	7,9	0,09	1,9	1,8	2
106		20 20 37,2	43,04	45,67	13	6,4	0,15			3
107		22 34 38,9	43,06	45,67	9	6,7	0,16			3
108		22 43 14,2	42,98	45,55	5	7,7	0,06			3

Таблица 2 (окончание)

№ п/п	Дата	Время, ч мин с	$\varphi^{\circ}N$	$\lambda^{\circ}E$	h , км	K	SD , с	Δh , км	δh , км	Примечание
109	12.04	09 44 37,2	43,02	45,61	13	6,5	0,02	0,5	0,5	2
110	11 24 29,2	42,03	45,70	-	8,7	-	-	-	-	1
111	13.04	13 30 47,7	43,03	45,70	25	8,8	0,13	-	-	3
112	14.04	05 09 22,1	43,00	45,52	19	6,7	0,24	4,9	4,2	2
113	26.04	22 36 00,5	43,07	45,87	-	10,9	-	-	-	2
114	02.05	15 45 09,8	42,92	45,48	25	9,0	-	-	-	1
115	28.05	15 47 11,9	42,95	45,43	3	9,0	-	-	-	1
116	17.06	02 58 14,85	43,05	45,27	-	9,5	-	-	-	1
117	14.07	21 05 29,3	42,95	45,40	-	9,7	-	-	-	1
118	13.08	10 25 31,3	42,97	45,35	-	9,2	-	-	-	1
119	18.09	20 46 28,0	42,93	45,28	-	8,9	-	-	-	1
120	19.10	16 54 18,0	42,83	45,55	-	9,1	-	-	-	1
121	07.11	20 02 23,1	42,95	45,48	33	9,0	-	-	-	1
122	08.11	17 25 14,5	42,95	45,52	2	10,3	-	-	-	1
123	11.12	01 11 08,6	43,27	45,20	-	9,1	-	-	-	1

S на периоде 0,7 с составила 0,4 мм/с по компоненте N-S и на периоде 0,4 с — 0,4 мм/с по E-W.

Для двух основных толчков 4 марта 1984 г. в 10 ч 01 мин и 19 ч 24 мин определены механизмы очагов [6]. Для первого землетрясения рассматривались данные 87 станций с $\Delta = 0,3 \div 82,0^{\circ}$. Механизм очага соответствует нулевому решению, выбранному по максимальному значению функции правдоподобия. Достаточно компактная конфигурация 85%-й достоверной области выходов осей главных напряжений свидетельствует о том, что нулевое решение описывает механизм очага этого землетрясения.

Для второго землетрясения рассматривались данные 93 станций с $\Delta = 1,4 \div 88^{\circ}$. Достоверные области решений велики по размеру и малокомпактны. Можно констатировать, что в пределах 85%-х достоверных областей выходов осей T и P для землетрясения имеют место решения, достаточно близкие к нулевому решению механизма очага первого толчка. Поэтому выбор nodальных плоскостей затруднителен.

Можно полагать, что землетрясения 4 марта, так же как и землетрясения 28 июля 1976 г. [7], произошли в условиях преобладания растягивающего напряжения близ меридионального направления. Для всех указанных выше землетрясений характерно наличие одной из возможных плоскостей разрыва субширотного простирания с подвигкой сбросового типа; другая плоскость в случае 4 марта 1984 г. имеет северо-восточное простирание с подвигкой типа сбросовдвиг, в случае 28 июля 1976 г. — субширотное простирание с преобладанием сбросовой компоненты. Полученные результаты согласуются с геологическими данными: согласно [2], землетрясение 28 июля 1976 г. возникло под действием напряжения растяжения. Если полагать, что простирание возможных плоскостей разрыва соответствует направлению основных тектонических линий, то за действующую плоскость разрыва в очаге для землетрясения 4 марта может быть выбрана плоскость северо-восточного простирания, согласующаяся с направлением наибольшей вытянутости зоны 6-балльных сотрясений и простиранием трансзонального глубинного разлома.

Дополнительные наблюдения в очаговой зоне. С целью выявления характера вертикальных движений и возможных остаточных деформаций земной поверхности были проведены повторные нивелирования по существующим линиям II класса ГУГК в зоне 5-6-балльных сотрясений в долинах рек Аргунь — профиль № 6 и Дорганга — профиль № 7 (см. рис. 2, а). По профилю № 6 первый и второй циклы проводились в 1979 г., третий — четвертый — в 1984 г., пятый — в 1985 г.; по профилю № 7 выполнено три

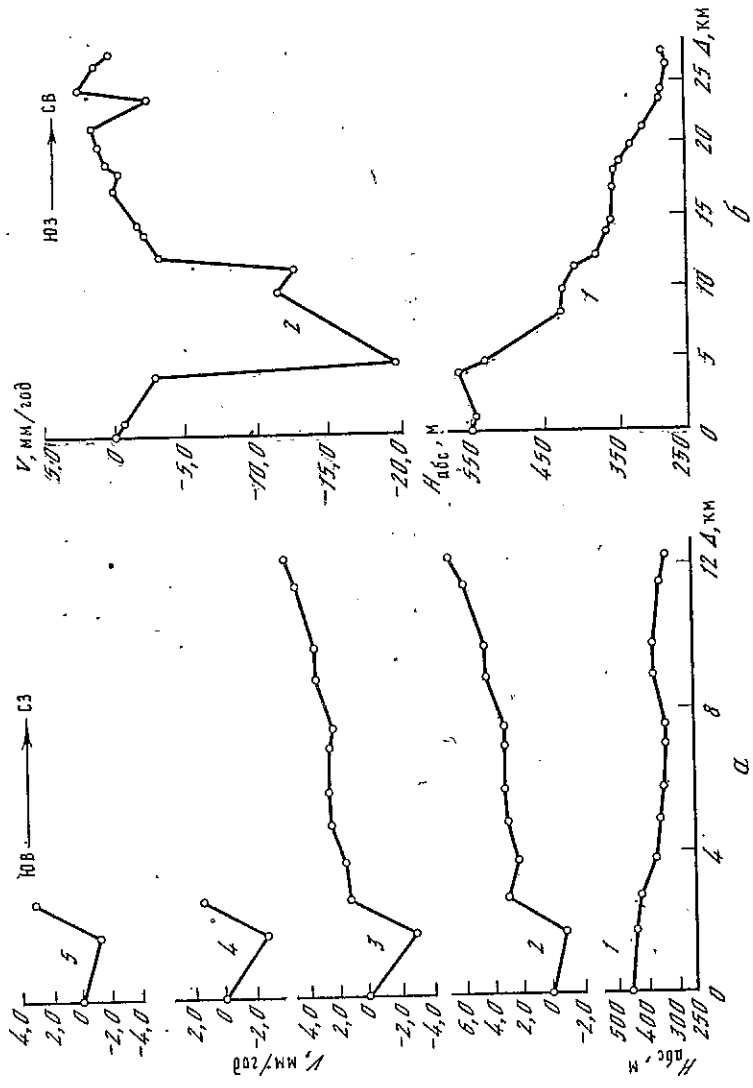


Рис. 3. Нивелирные профили
а — профиль № 6; 1 — рельеф местности; 2-5 — графики относительных скоростей вертикальных движений за интервалы времени: 2 — сентябрь 1979 г.; 3 — сентябрь 1979 г.; 4 — сентябрь 1984 г.; 5 — сентябрь 1984 г.; 6 — сентябрь 1985 г.;
б — профиль № 7; 1 — рельеф местности; 2 — график относительных скоростей вертикальных движений за период октябрь 1979 г. — сентябрь 1985 г.

цикла измерений: первый и второй в 1979 г., третий в 1985 г. При этом на профиле № 7 измерения во всех циклах проводились по всей его длине, как и измерения по профилю № 6, — в первом-четвертом циклах, в пятом цикле этого профиля — только в его южной части. На рис. 3 представлены графики относительных скоростей вертикальных движений и рельеф местности вдоль нивелирных линий № 6 и 7. Рассмотрение каждого графика в отдельности показывает, что наибольшая скорость вертикальных движений, на обоих профилях наблюдается на сравнительно небольших участках в их южных частях, где профили пересекают разрывные нарушения (см. 5, 6 на рис. 2, а). Здесь за 6 лет на профиле № 7 произошло опускание участка земной поверхности шириной ~15 км с максимальной скоростью до 16 мм/год на отрезке 0,8 км. Связь этого опускания с землетрясением 4 марта не определена, так как характер вертикальных движений пока не выяснен. На профиле № 6 к северу от зоны его пересечения с основным региональным разломом отмечаются поднятия до 4,5 мм/год. Однако за период с сентября 1979 по сентябрь 1985 г. скорости вертикальных движений на этом профиле оставались постоянными, следовательно, землетрясения 4 марта заметного влияния на их ход не оказали.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бузз В.И., Кириллова И.В., Анишкин И.В. и др. Карта возможных максимальных сотрясений юга европейской части СССР // Инженерное описание сейсмических колебаний. М.: Наука, 1974. С. 78-103. (Вопросы инженерной сейсмологии; Вып. 16).

2. Борисов Б.А., Рейснер Г.И. О геологической обстановке Чечено-Ингушского землетрясения 1976 г. // Бюл. МОИП. Сер. геол. 1977. Т. 52, вып. 4. С. 78-84.
3. Милановский Е.Е. Новейшая тектоника Кавказа. М.: Недра, 1968. 483 с.
4. Смирнова М.Н. Сейсмичность Центрального и Восточного Предкавказья в связи с новейшими движениями по унаследованным разломам // Новейшие тектонические движения и структура альпийского геосинклинального кокса Юго-Западной Евразии. Баку, 1970. С. 107-113.
5. Краснолещева Г.В. Глубинное строение Кавказского сейсмоактивного региона. М.: Наука, 1984. 107 с.
6. 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.
7. 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 Копетдага

В этом году сейсмические наблюдения расширились за счет установки дополнительных комплектов приборов регистрации сильных движений грунта на сейсмических станциях Чарджу, Серхс, Кара-Кала, Безмени. Характеристики приборов стандартные. Также использовались данные наблюдений сейсмических станций "Земля" Управления геологии ТССР, расположенных на территории Апхабадского 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 Апхабадского полигона регистрируются отдельные толчки минимального энергетического класса $K = 2$.

Расчет параметров гипоцентров землетрясений производился преимущественно на ЭВМ с применением блочных годографов Копетдага [1] по программе "Типоцентр-84", составленной С.С. Абасевым, что существенно повысило точность определений. В отдельных случаях использовался годограф Е.А. Розовой. Магнитуда M_{PIA} 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 по-прежнему 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 плоскостям северо-восточного простирания, которые характерны для очагов в Копетдаге, проявились при землетрясениях 23 марта.

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

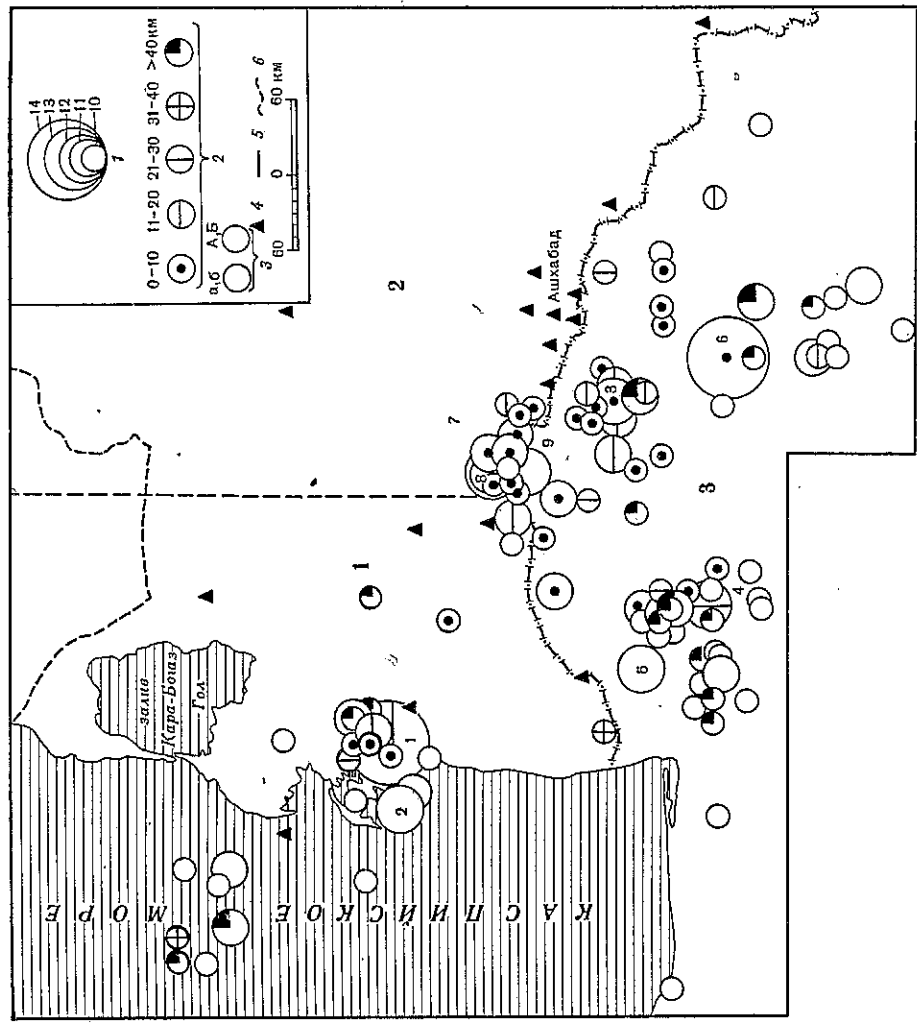


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений с $K \geq 10$

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

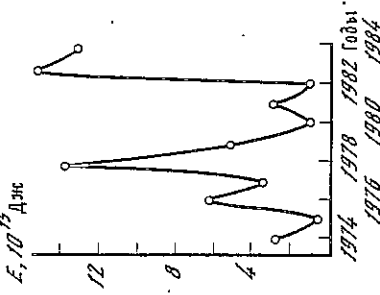


Рис. 2. График распределения суммарной энергии землетрясений Копетдага по годам

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