

Т.А. Аннаорозова, Г.Л. Голинский, А.Р. Рахимов,
Н.П. Смирнова

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ КОПЕТДАГА

Сейсмологические наблюдения осуществлялись при помощи системы, состоящей из 22 сейсмических станций, с использованием материалов, полученных станциями Земля. Управление геологии ТССР на территории Ашхабадского района. В течение года проводились работы по организации и открытию четырех новых сейсмических станций на юго-востоке и западе республики: Кушка, Гаурдак, Тахта-Базар, Мадау.

Система наблюдений обеспечивает следующую представимость землетрясений по районам: Западная Туркмения (№ 1) — $K_p = 9$, Центральная Туркмения (№ 2) — $K_p = 7$, Туркмено-Хорасанский район (№ 3) — $K_p = 9$.

Координаты землетрясений определяются по программе "Local", составленной С.С. Абасевым, на основе скоростного разреза, приведенного в [1]. При расчете параметров типочетров сумма квадратов невязок минимизируется с использованием скоростного разреза трехмернеоднородного полупространства. Неоднородность скоростного распределения аппроксимируется m -блочной моделью среды. Каждый блок моделирует отдельный относительно однородный участок земной коры и представлен в виде прямой призмы заданной высоты с многоугольником в основании и с распределением скоростей P - и S -волн по вертикали.

При обработке землетрясений, глубина которых не приведена в каталоге, применялся годограф Е.А. Розовой для Средней Азии. Эпицентры определены вручную в тех случаях, когда не выполняются условия, необходимые для расчета глубины (не видно вступления продольных волн на сейсмограмме, отсутствуют данные близких станций и т.д.). Энергетический класс вычисляется по номограмме Т.Г. Раутиан для Средней Азии. Магнитуда M_{RUA} находится по региональной калибровочной кривой [2].

В этом году в регионе зарегистрировано 2356 землетрясений. Распределение землетрясений по энергетическим классам за последние 11 лет приведено в табл. 1. Возросло количество толчков энергетических классов с $K_p = 10, 11$ по сравнению с 1982—1984 гг., в то время как общее число землетрясений уменьшилось. Величина сейсмической энергии, выделяющейся в регионе, остается по-прежнему на высоком уровне.

На рис. 1 показаны эпицентры землетрясений 1985 г. с $K_p \geq 10$. Очаги наиболее сильных землетрясений года располагаются в известных очаговых зонах региона: Кучано-Мешхедской и Шахрудской. Количественные параметры сейсмичности представлены в табл. 2, 3. Из таблиц видно, что величина γ упала ниже многолетнего среднего ($\gamma = 0,5$). Падение γ связано с проявлением в регионе двух землетрясений с $K_p = 14$.

При расчетах графиков повторяемости и карты сейсмической активности использовались землетрясения с $K_p \geq 9,0$ для всей территории региона и с $K_p \geq 7$ для Центральной Туркмении. В этом году сейсмическая энергия значительно превысила многолетнее среднее значение. Подавляющая ее часть выделялась в Туркмено-Хорасанском районе. Значение сейсмической энергии Центральной Туркмении близко к нормальному, а Западной Туркмении — самое низкое за последние пять лет.

График повторяемости, построенный для всего Копетдага, отражает недостаток землетрясений с $K_p = 12$. Такое же распределение толчков наблюдается в Туркмено-Хорасанском районе, несмотря на то что число землетрясений с $K_p = 12$ в этом районе превышает среднестатистическую норму. Низкое значение γ при небольшом значении сейсмической активности A_{10} в Западной Туркмении свидетельствует о недостатке слабых землетрясений, низким оно осталось и в Центральной Туркмении.

По материалам 1985 г. построена карта сейсмической активности (рис. 2), построенная способом постоянной детальности с шагом $0,5^\circ$. Максимальное значение активности

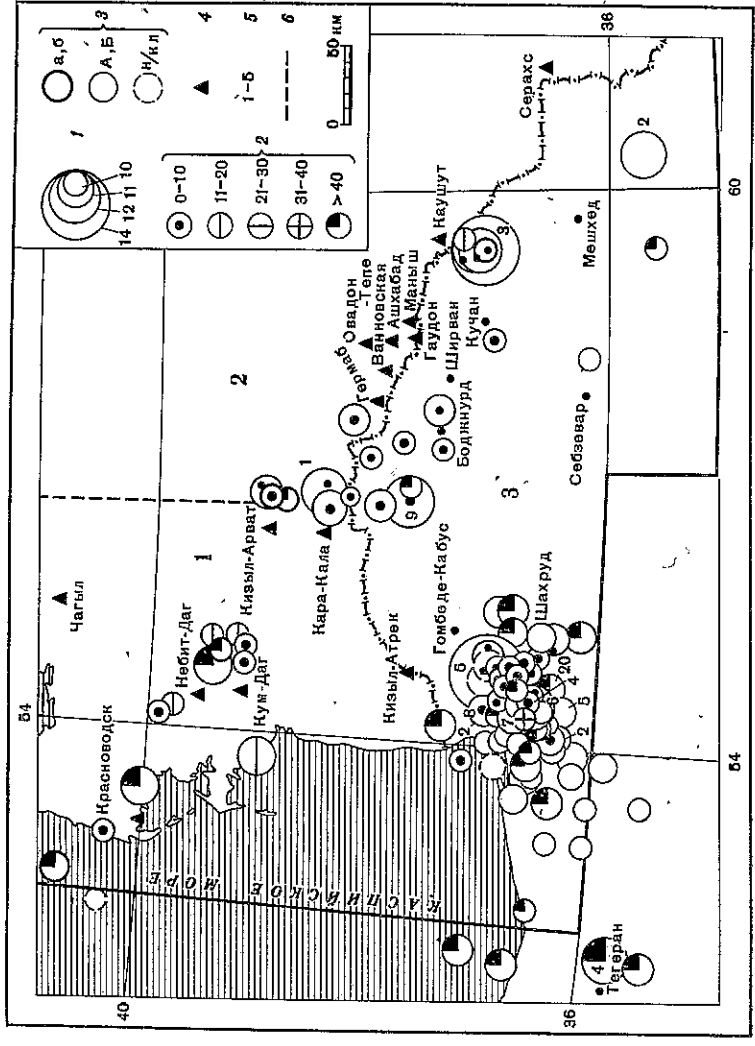


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений Копетдага $K_p \geq 10$

1 — энергетический класс K_p ; 2 — глубина, км; 3 — класс точности определения эпицентра; 4 — сейсмическая станция; 5 — номер сильного землетрясения; 6 — граница района

наблюдалось на территории Туркмено-Хорасанского района (юго-запад региона) в эпицентральной зоне землетрясения 29 октября с $K_p = 14$. Максимум активности существует также в Нейит-Дагской очаговой зоне.

На рис. 3 приведено глубинное распределение землетрясений года для трех сейсмоактивных районов. Максимальное количество землетрясений происходит на глубинах 6—12 км во всех частях Копетдагского региона. В Центральной Туркмении максимальное число землетрясений 3—6 энергетических классов имеют поверхностный очаг. В Туркмено-Хорасанском районе подобные землетрясения не регистрируются.

Механизмы очагов сильных землетрясений года показаны на рис. 4. В очагах наблюдались подвижки как по простиранию, так и по падению плоскостей. Эпицентры землетрясений, в которых происходили сбросовые подвижки, располагались на территории Туркмено-Хорасанского района, а надвиг и взбросы зарегистрированы при землетрясениях, осуществившихся в окрестностях г. Кара-Кала. Для землетрясения года характерно то, что подвижки в очагах противоречат напряженному состоянию региона. В условиях горизонтального сжатия, ориентированного в меридиональном направлении, типичны левосторонние и правосторонние сдвиги по плоскостям северо-восточного и северо-западного простираний соответственно [3].

Очаговые параметры землетрясений, рассчитанные по спектрам продольных и поперечных волн, записанных стандартной аппаратурой (СКМ, СК) на сейсмических станциях региональной сети в соответствии с [4], представлены в табл. 4 и на рис. 5.

В 1985 г. из 418 землетрясений с $K_p \geq 9$ 8 толчков проявились на поверхности земли в виде осутивных. Их пространственное распределение отличается от предыдущих лет (рис. 1): одно землетрясение возникло 23 апреля в акватории Каспийского моря,

Таблица 1

Распределение числа землетрясений по энергетическим классам и суммарная сейсмическая энергия по годам

Год	Энергетический класс Кр										
	2-5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1974	17	48	90	165	172	87	31				
1975	25	40	98	183	136	63	15				
1976	83	99	158	192	168	74	25				
1977	38	77	171	239	193	67	18				
1978	89	91	139	223	224	64	16				
1979	209	74	156	268	152	73	25				
1980	654	208	180	262	201	74	25				
1981	1100	298	260	340	172	70	24				
1982	1681	297	372	363	201	69	21				
1983	1853	296	405	368	187	68	27				
1984	1123	331	543	383	194	78	21				
Среднее	625	196	234	271	182	72	23				
1985	927	341	384	282	282	85	42				

Таблица 2

Распределение числа землетрясений по энергетическим классам и суммарная сейсмическая энергия по районам

Номер района	Район	Кр												$\Sigma E, 10^{13}$ Дж
		9	10	11	12	13	14							
1	Западная Туркмения	55	11	7										0,87
2	Центральная Туркмения	12	4	2	1									1,25
3	Туркмано-Хорасанский	215	70	33	6									210,2
	По региону	282	85	42	7									212,3

Таблица 3

Основные параметры сейсмического режима

Номер района	Район	Долговременные значения		A_{10}
		γ	A_{10}	
1	Западная Туркмения	0,44	0,1	0,1
2	Центральная Туркмения	0,43	0,04	0,03
3	Туркмано-Хорасанский	0,45	0,18	0,3
	По региону	0,5	0,13	0,17

Энергетический класс Кр	Всего за год			$\Sigma E, 10^{13}$ Дж	γ	A_{10}
	12	13	14			
5	2	2	2	29,0		
5	5	5	5	7,2		
9	5	5	5	813		
11	2	2	2	62,5		
4	3	3	3	34,0		
8	4	4	4	136,0		
6	4	4	4	50,6		
5	2	2	2	9,6		
7	2	2	2	28,3	0,5	0,12
16	3	3	3	10,0	0,75	0,12
6	1	1	1	150,0	0,43	0,12
8	2	2	2	219,1	0,46	0,11
7	2	2	2	31,2	0,5	0,13
7	2	2	2	213,1	0,44	0,17

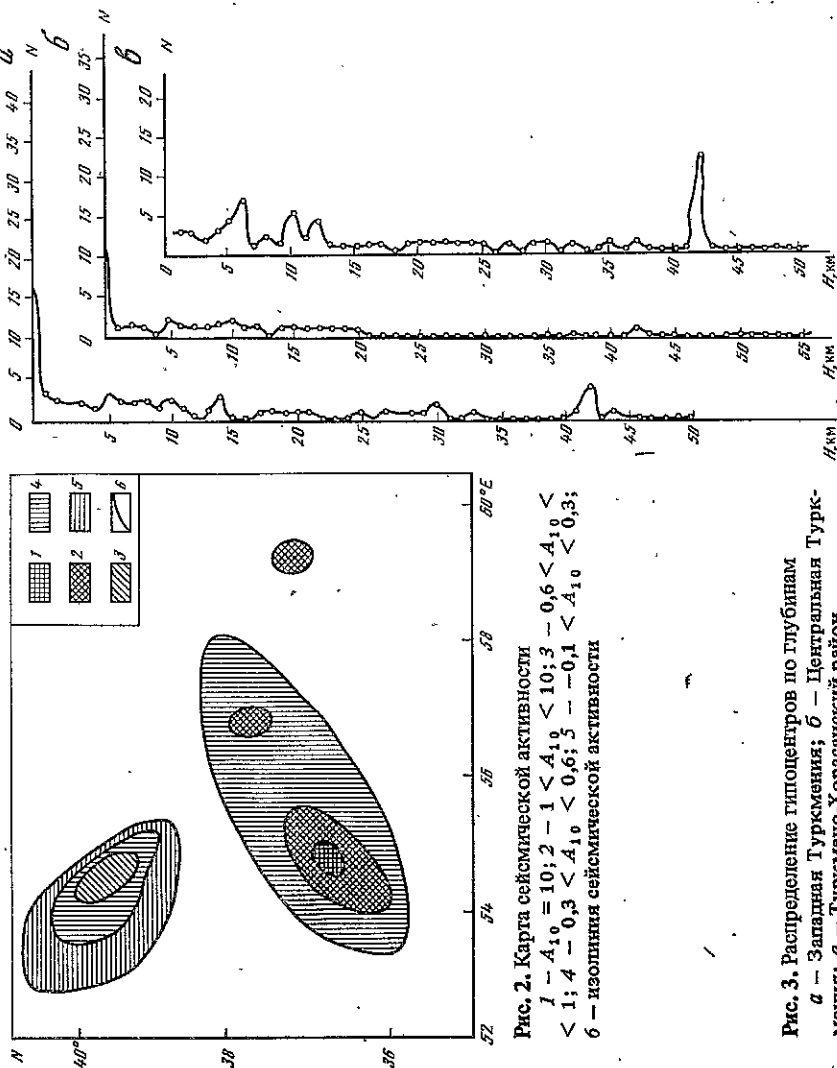


Рис. 2. Карта сейсмической активности
 $1 - A_{10} = 10; 2 - 1 < A_{10} < 10; 3 - 0,6 < A_{10} < 1; 4 - 0,3 < A_{10} < 0,6; 5 - 0,1 < A_{10} < 0,3;$
 б — изогипсы сейсмической активности

Рис. 3. Распределение гипоцентров по глубинам
 а — Западная Туркмения; б — Центральная Туркмения; в — Туркмано-Хорасанский район

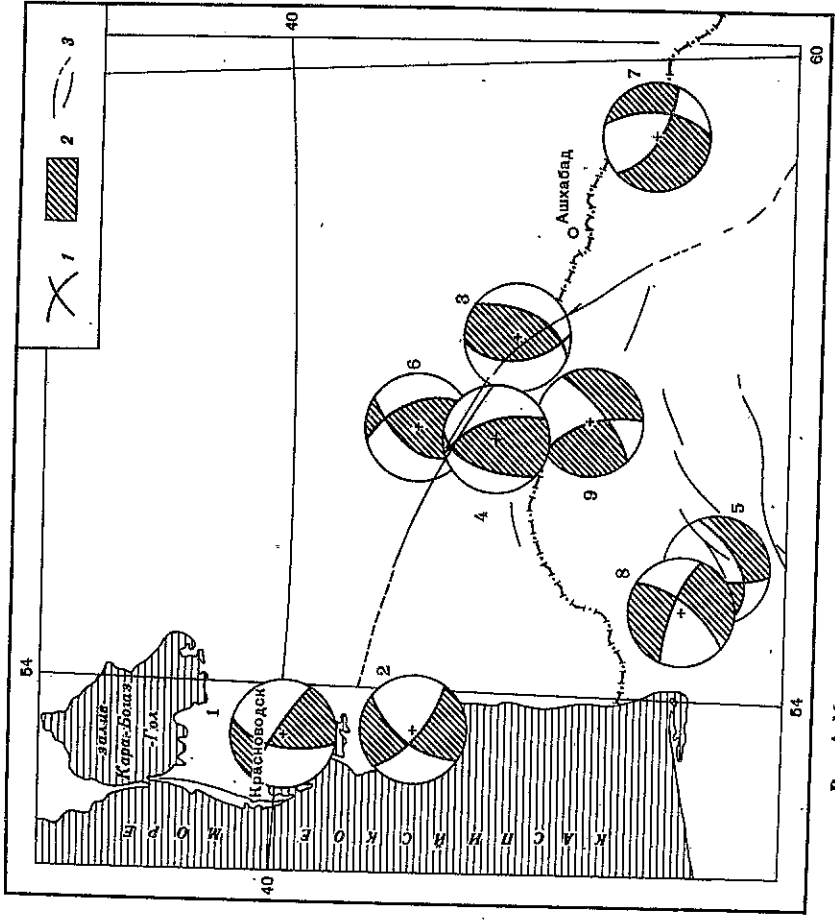


Рис. 4. Механизмы очагов землетрясений Копетдага
1 - водальные линии; 2 - область волн сжатия; 3 - разрыв

а два - 7 и 14 января - на его восточном побережье. Два сильных толчка произошли в границах Иранской провинции Хорасан: очаг первого (16 августа) расположен в восточной части, севернее Мешхеда, второго (29 октября) - на западе провинции, в пограничной с СССР области.

Наиболее сильное землетрясение Копетдагского региона произошло 16 августа ($K_p = 14$, $M_LH = 5,5$, рис. 6). Его очаг расположен в пределах земной коры на глубине 10 км (по макросейсмическим данным). Эпицентр землетрясения находится в Иране, в Мешхед-Кучанском прогибе. С максимальной интенсивностью в 7-8 баллов

Таблица 4

Динамические параметры землетрясений

№ п/п	Дата	Время ч мин с	f_0 , Гц	r_0 , км	M_0 , Н·м	$\lg E$	\bar{U} , 10^{-1} м	$\Delta \epsilon \cdot 10^5$
1	09.05	07 24 43	0,66	2	$2 \cdot 10^{15}$	10,3	0,5	0,3
2	09.05	14 08 34	0,62	3,6	$1 \cdot 10^{16}$	11,2	0,9	0,3
3	01.06	08 32 28	0,71	1,8	$8,8 \cdot 10^{15}$	11,5	3	2,2
4	22.06	07 42 18	0,62	2,8	$6,1 \cdot 10^{15}$	11	1,1	0,4
5	16.08	10 46 46	0,55	4	$1 \cdot 10^{17}$	13,1	5,8	1,8
6	06.11	19 47 53	0,5	2,6	$1,1 \cdot 10^{16}$	11,4	2	2,3

80.

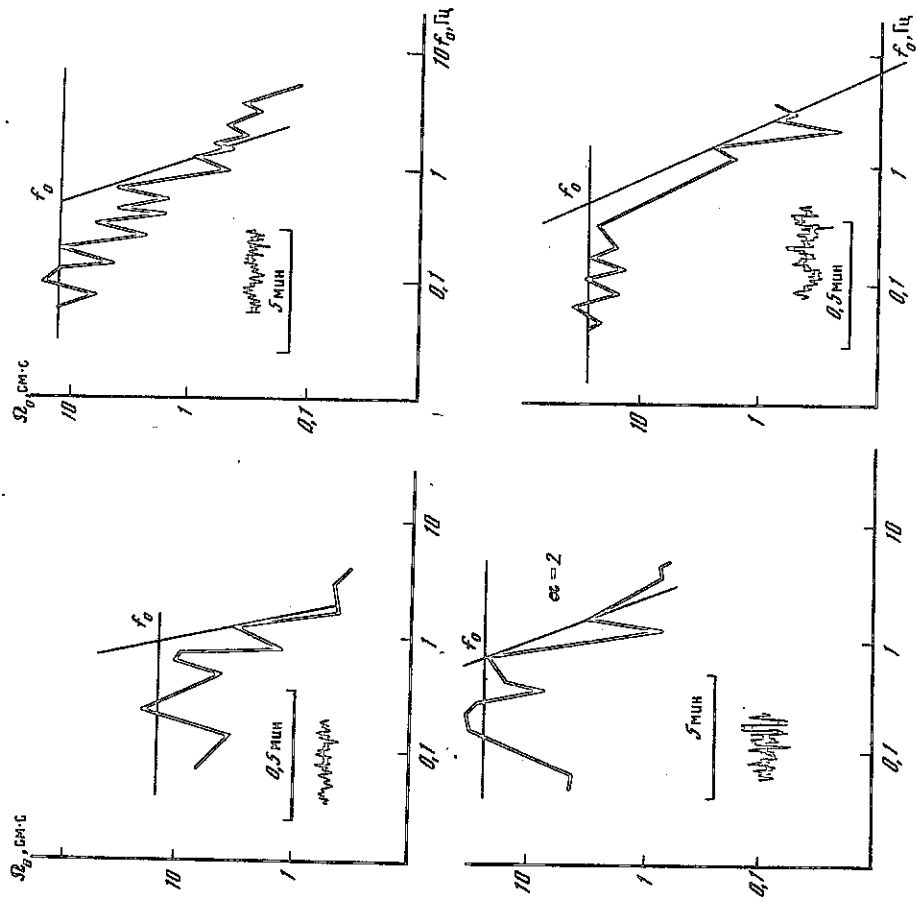


Рис. 5. Амплитудные спектры (A_0) сейсмических волн Копетдага

оно проявилось в горном селении Тирган северо-восточного Хорасана. В 1974 г. в этом же районе произошло землетрясение с $M_LH = 4,6$ ($K_p = 12$), ощущавшееся в приграничных селениях Туркмении с силой до 5 баллов. Тирганское землетрясение проявилось на этот раз значительно сильнее, с интенсивностью до 6 баллов. Колебания с интенсивностью 5 баллов ощущались и в Ашхабаде. Подробное описание землетрясения см. в табл. 5.

Механизм очага этого землетрясения был определен по знакам первых вступлений продольных волн на сейсмических станциях Туркмении. Сопоставление механизма очага с положением изосейст позволяет выбрать однозначно положение площадки разрыва. Движение в очаге представляло собой опускание верхнего крыла разрыва, совпадающего с северо-восточной ориентацией основных тектонических элементов этого района.

Землетрясение такой же энергии ($K_p = 14$) произошло 29 октября. Его эпицентр расположен восточнее Каспийского моря, в западных пределах Хорасана, и приурочен к Эльзурской складчатой области. В тектоническом отношении очаг землетрясения представлял собой подвижку по Мешхед-Горганскому глубинному разлому древнего заложения. Движение в очаге, согласно инструментальным данным, проявилось как сброс по плоскости северо-восточного или широтного простирания. Ориентация тектонических структур позволяет предположить, что при этом землетрясении произошло опускание юго-восточного крыла разрыва, совпадающего с направлением разрывов.

6. Зак. 451

81

Макросейсмические данные о Турганском землетрясении
16 августа 1985 г.

№ п/п	Пункт		№ п/п		Пункт		Пункт	Δ, км
	1	2	1	2	1	2		
1	7-8 баллов	Турган*	35	Гурьс	93	Безменн	145	
2	7 баллов	Лани*	36	Меана	95	Бабарабакала	150	
3	Рупкей*	37	Пункт № 2	97	Ж.-д. ст. Джу-Джу-Куу	156		
4	Аллабад*	38	Курухадан	97	Караман-2	162		
5	6-7 баллов	Шемахан*	39	Аннау	110	Изаганг	162	
6	Кернаве*	40	Алхабад	122	Гюк-Теле	165		
7	6 баллов	Дольмей*	41	4-5 баллов	Колхоз "Путь Ленина"	165		
8	Хивабад	42	Каррычарла	90	Серахс	177		
9	Арчиныяк	43	Языгалджик	108	Караман-1	180		
10	Чепешли*	44	Ахмеделе	110	Кучига-2	182		
11	Казанкала	45	Чаага	112	Яловаг-1	182		
12	Пункт № 1	46	Теджен	112	Совет-Яб	184		
13	Мохаммедабад*	47	Первомайский ский р-н)	112	Им. Ленина	185		
14	5-6 баллов	Квааха	48	Тезейл (Кировский р-н)	113	(Терженский р-н)		
15	Колхоз им. С.М. Кирова	49	Ж.-д. ст. Аннау	115	3-4 балла	192		
16	Ходжакала	50	Нурата	115	Кельяга	195		
17	Ж.-д. разъезд № 56	51	Кировск	116	Яраджи	200		
18	Колхоз им. В.И. Ленина	52	Яшгуч	118	Проходное	202		
19	Каунут	53	Им. М.И. Капнина	118	Акделе	202		
20	Армансагад	54	Багир	135	Полехатум	207		
21	Аргык	55	Гончак	137	Шатлык	212		
22	Ж.-д. ст. Гурьс	56	Гермаб	170	Караган	215		
23	5 баллов	Карахан	57	4 балла	Колхоз им. Карла Маркса	220		
24	Ж.-д. разъезд № 57	58	Овез-Джалали	95	Бакарден	222		
25	Бабадурмаз	59	Караконгур	108	Колхоз "Коммунизм" (Марыйский р-н)	225		
26	Душак	60	Калининск	112	Энергетик	250		
27	Интернационал	61	Колхоз "Провода"	113	Чакмакчыманга	256		
28	Ходжа-Булак	62	Бахшимарли	115	Винохоз № 6	277		
29	Аксу	63	Пункт № 3	115	3 балла	207		
30	Ж.-д. разъезд № 85	64	Колхоз "Коммунизм" (Тедженский р-н)	117	Чашгын	218		
31	Мешхед*	65	женский р-н)	117	Сакар-Чага	224		
32	Махмалделе	66	Пункт № 4	118	Кее-Яб	230		
33	Такыр	67	Бабарайхан	121	Мары	231		
34	Шемли	68	Кыркую	124	Эгри-Гузэр	232		
		69	Мамур	125	Чарлак-Яб	234		
		70	Инылан	127	Колхоз "Москва"	236		
		71	Кызыларва	127	Пункт № 5	240		
		72	Тезейл (Тедженский р-н)	132	Мургаб	243		
		73	Ж.-д. ст. Гюк-Сор	133	Ягты-Ен	245		
		74	Сарыкель	137	Сухты-1	247		
		75	Тедженстрой	138	Совхоз Им. 50-летия СССР	83		
		76	Фурюза	138				
		77	Вановский	140				
		78	Нагарли	141				

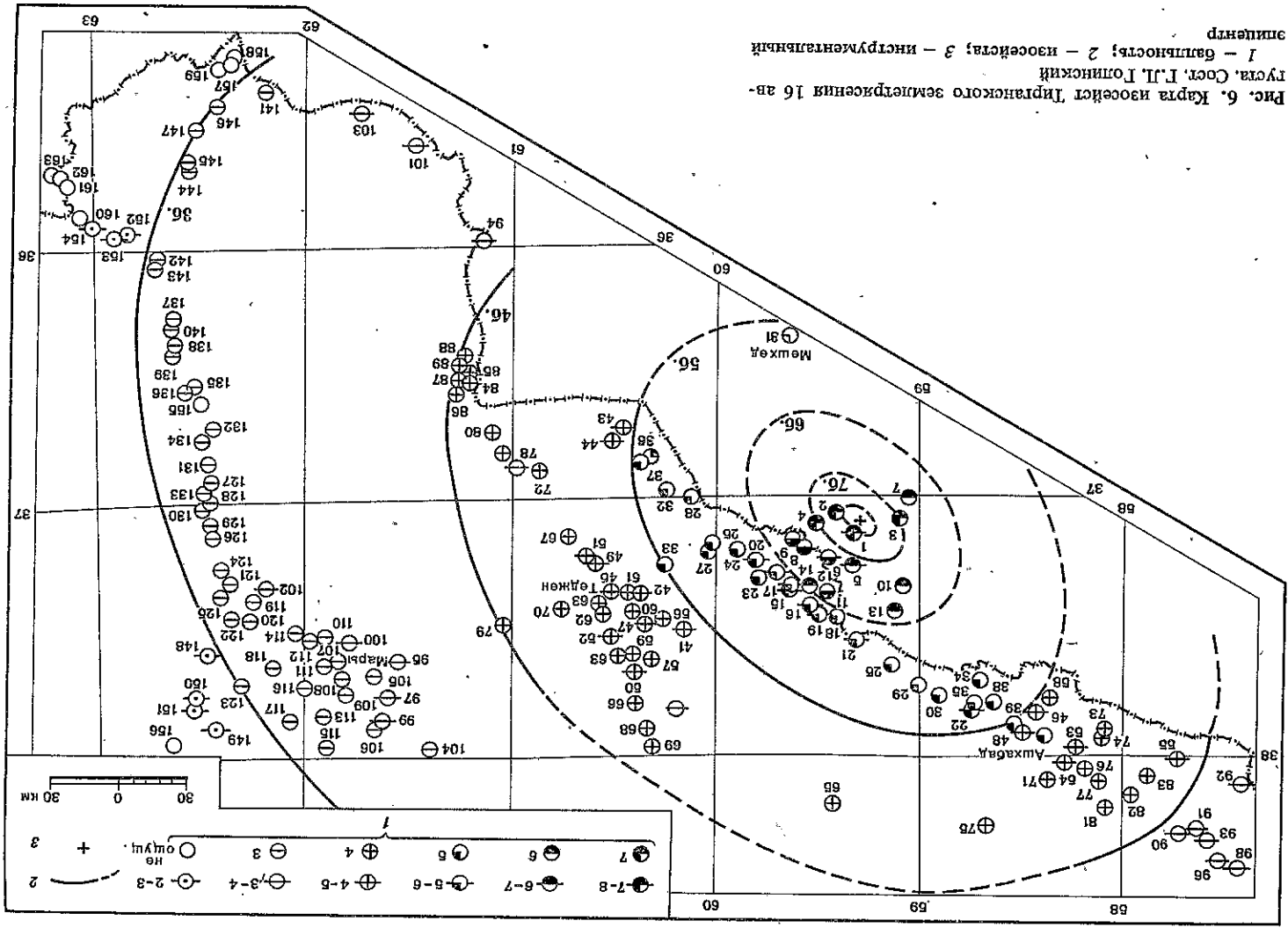


Рис. 6. Карта эпицентра Турганского землетрясения 16 августа 1985 г. 1 - эпицентр; 2 - эпицентр; 3 - эпицентр

Таблица 5 (окончание)

1	2	3	1	2	3	1	2	3
116	Совхоз "Ленинград"	247	134	Колхоз им. В.И. Чапаева	283	148	Ягты	284
117	Совхоз "Каракум-канал"	257	135	Ж-д. ст. Сандыкчи	291	149	Стойнка чабана	289
118	Байрам-Али	258	136	Сандыкчи	294	150	Захмет	292
119	Геокча	262	137	Ташкентри	301	151	Ж-д. ст. Захмет	294
120	Рахмет	263	138	Колхоз им. В.И. Ленина	302	152	Им. Димитрова	337
121	Июлгань	270	139	Сары-Язы	303	153	Тахта-Базар	342
122	Туркмен-Кала	271	140	Колхоз "Коммунизм" (Тахта-Базарский район)	306	154	Колхоз "Коммунизм" (Тахта-Базарский район)	352
123	Илюсов-хоз № 7	273	141	Им. Революции	315		Не ощущалось	
124	Альши	274	142	Ислам-Чечме	321	155	Ферма	285
125	Юлдуз	275	143	Тахта-Базар	322	156	Равнина	307
126	Султанбент	276	144	Ж-д. ст. Тахта-Базар	325	157	Кушка	333
127	Ж-д. ст. Красное знамя	277	145	Туркменкаран-куль	327	158	Полтавский	335
128	Хуржум	278	146	Калан-Мор	328	159	Моргуновский	336
129	Иляри	279	147	Чеменибит	330	160	Саянали	358
130	Пункт № 6	280	148	Победа	333	161	Ходжали	368
131	Красное Знамя	280	149		336	162	Бешбедя	373
132	Имамбаба	280	150		337	163	Пограничник	377
133	Кзыл-Юлдуз	281						

*Селение расположено в Иране.

В эпицентральной зоне, по расчетным данным, выполненным на основе регионального соотношения макросейсмического поля землетрясений Туркмении [5], интенсивность землетрясения составляет не менее 7-8 баллов.

В пределах Туркменской ССР землетрясение проявилось в селениях Шахман, Акъяла, удаленных от эпицентра на расстояние до 65 км, силой 4-5 баллов. Сотрясения силой 4 балла возникли в Чикишляре ($\Delta = 110$ км), в Кара-Кале 3-4 балла ($\Delta = 210$ км), в Ашхабаде 2-3 балла ($\Delta = 340$ км).

Землетрясение сопровождалось большим числом афтершоков различных энергетических уровней: с энергией $K_p \geq 9$ произошло 182 толчка, среди которых три имели $K_p = 12$.

Распределение афтершоков по энергетическим классам представлено ниже:

K	9	10	11	12
n	102	49	16	3

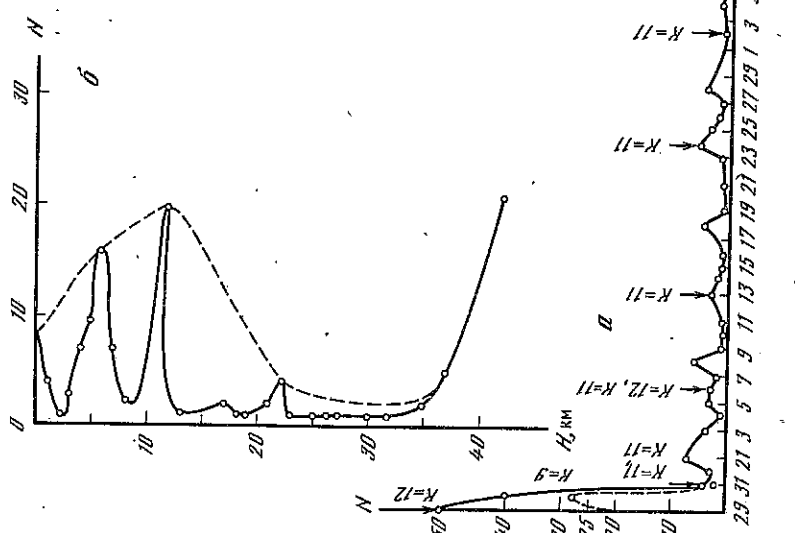
График захватания афтершоков приведен на рис. 7, а. На рис. 7, б показано распределение афтершоков по глубинам. Максимум распределения приходится на глубины 6 и 12 км.

В январе (7-го и 14-го) произошло два землетрясения на Красноводском плато, имевших энергию $K_p = 11$. Их очаги отличаются глубоким заложением. В селениях Сульмене ($\Delta = 12$ км) и Кобыл ($\Delta = 17$ км) колебания имели интенсивность 3-4 балла, в Красноводске ($\Delta = 50$ км) - 3 балла.

Очаг второго толчка расположен на Кубадгском шовно-глыбовом поднятии, примыкающем к Красноводскому побережью с северной стороны. Землетрясение проявилось

84

Рис. 7. Афтершоки землетрясения 29 октября



с умеренной силой вдоль железной дороги Красноводск-Ташкент: на станции Кара-Тенгир и железнодорожном разрезе № 129 ($\Delta = 6$ км) - 4 балла, на станциях Янгджа и Белек ($\Delta = 22$ км) - 3-4 балла, в Джебеле и Небит-Даге ($\Delta = 65 \div 85$ км) - 2-3 балла, в поселке нефтяников Вышка ($\Delta = 90$ км) - 2 балла. Механизм очага этого землетрясения представлял собой сброс по плоскости северо-восточного или широтного спирали.

23 апреля ощущались колебания силой до 2 баллов в Красноводске ($\Delta = 110$ км) и на Челекене ($\Delta = 130$ км) от землетрясения с $K_p = 11$, возникшего в Каспийском море. Очаг расположен на продолжении Челекено-Ашшеронского глубинного разлома и имеет довольно значительную глубину (28 ± 12 км), согласующуюся по инструментальным и макросейсмическим данным.

В 1985 г. сейсмически активным был и Кара-Калинский район, где в 1984 г. произошло Куруждейское землетрясение с $K_p = 13$. 22 июня этого года здесь вновь возникло землетрясение с $K_p = 11$, за 7 ч перед которым был опутимый ($K_p = 9$) форшок. При основном толчке слышался подземный гул, а сотрясения силой 4 балла и более проявились в селениях Геркес, Кара-Кала, колхоз им. Калинин.

Вблизи Ашхабада, в районе Гермаба, 31 августа произошло землетрясение с $K_p = 9$. Хотя энергия его была сравнительно небольшой, из-за малой глубины очага оно проявилось сильным гулом и интенсивностью 5 баллов в ближайших селениях. Район Гермаба относится к эпицентральной зоне разрушительного 9-ти балльного ($M_LH = 7.2$) Гифанского землетрясения 1929 г. [6]. Здесь до сих пор проявляются подземные толчки. различных энергетических классов, свидетельствующие о постоянном процессе накопления и разрядки упругих напряжений в зоне Внутрикюпдагского разлома.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рахимов А.Р., Славина Л.Б. Региональный годограф Колпагатской сейсмической зоны // Изв. АН ТССР. Сер. физ.-техн., хим. и геол. наук. 1984. № 3. С.31-38.
2. Рахимов А.Р., Соловьева О.Н., Арбузова Г.Н. Определение магнитуды землетрясений Туркмении на эпицентральных расстояниях до 400 км // Там же. 1983. № 5. С.61-65.
3. Амнорзоева Г.А. Механизм очагов землетрясений и напряженное состояние Иранской плиты // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1982. № 8. С.20-28.
4. Захарова А.И., Чепунас Л.С. Динамические параметры очагов сильных землетрясений по спектрам продольных волн станции "Обнинск" // Там же. 1977. № 2. С.9-17.
5. Голинский Г.Л. Уравнения макросейсмического поля землетрясений Туркмении // Изв. АН ТССР. Сер. физ.-техн., хим. и геол. наук. 1977. № 1. С.69-74.
6. Голинский Г.Л. Описание сильнейших землетрясений СССР // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР (с древнейших времен до 1975 г.) / Отв. ред. Н.В. Кондорская, Н.В. Шабалин. М.: Наука, 1977. С.492-493.

УДК 550.348.436 (574/575)

А.Я. Баршкова, А.В. Шварц, Н.Д. Пальцева, О.Т. Ртбвалова,
Б.И. Ильясов, Р. Шукурова, А.А. Абдукаримов,
Е.Н. Михайлова, В.К. Иодко, К.Д. Даманузаков,
Р.М. Колесникова

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ СРЕДНЕЙ АЗИИ И КАЗАХСТАНА

Составление каталога землетрясений и изучение сейсмичности территории Средней Азии и Казахстана проводились по той же методике, что и в 1984 г. [1]. Региональная сеть сейсмических станций пополнилась несколькими станциями, но представительность землетрясений осталась практически на прежнем уровне [2].

Как и в предыдущие годы, регистрация землетрясений проводилась на опорных и региональных сейсмических станциях Казахстана, Узбекистана, Киргизии и Таджикистана. В 1985 г. было открыто три новые станции и продолжалось улучшение старой сети сейсмических станций. Узбекским институтом сейсмологии открыта стационарная сейсмическая станция в поселке Цветущий. Сейсмическая станция Нукус перебазирована на новое место с более благоприятными условиями регистрации. Станция Газли в связи со стихийным бедствием и выходом ее из строя с марта была перенесена на новое место.

В ИС АН Казахской ССР на территории Алма-Атинского прогностического полигона установлены дополнительно приборы для записи сильных и разрушительных землетрясений.

Сеть сейсмических станций ИС АН Киргизской ССР дополнена новой региональной станцией Дараут-Курган в Алайской долине.

В системе наблюдений Таджикистана введена в действие сейсмическая станция Ишканим, которая дала возможность улучшить определение параметров эпицентров памиро-гиндукушских землетрясений. Произведен перенос станции Рогун на новое место (район кишлака Верхний Майдон). Сведения о вновь открытых и переоборудованных станциях республик Средней Азии и Казахстана приведены на с. 45-46.

Методика определения координат очагов в основном осталась прежней. Координаты очагов глубоководных памиро-гиндукушских землетрясений ($h \geq 70$ км) определялись с помощью годографов [3] с шагом по глубине очага в 10 км. При определении координат очагов коровых землетрясений, расположенных на окраинах региона, использовался годограф Е.А. Розовой [4]. Локальные годографы с дифференциацией по глубине очагов через 5 км применялись для Ферганской долины, системы Чаткаль-