

Р. А. Агаширов, Ф. С. Ахмедбеиш, Л. А. Арефьева, Д. А. Асманова,
Э. К. Гюль, И. А. Касумов, В. П. Кузнецов, Ф. Т. Кушев,
Р. А. Левкович, А. А. Якубов

Шахдагское землетрясение

20 декабря 1971 г.

20 декабря 1971 г. на Восточном Кавказе, в Азербайджане, произошло разрушительное землетрясение, проявившееся в виде двух интенсивных толчков, следующих синхронно в 12 мин, с $K=13$ и $M=5,3$. Координаты первого толчка $\varphi=41^{\circ}2'N$, $\lambda=48^{\circ}4'E$, время в очаге 1 час 29 мин 13 сек. Координаты второго толчка $\varphi=41^{\circ}3'N$, $\lambda=48^{\circ}4'E$, время в очаге 1 час 41 мин 4,1 сек [1]. В последующем регистрировались многочисленные афтершоки в течение четырех месяцев.

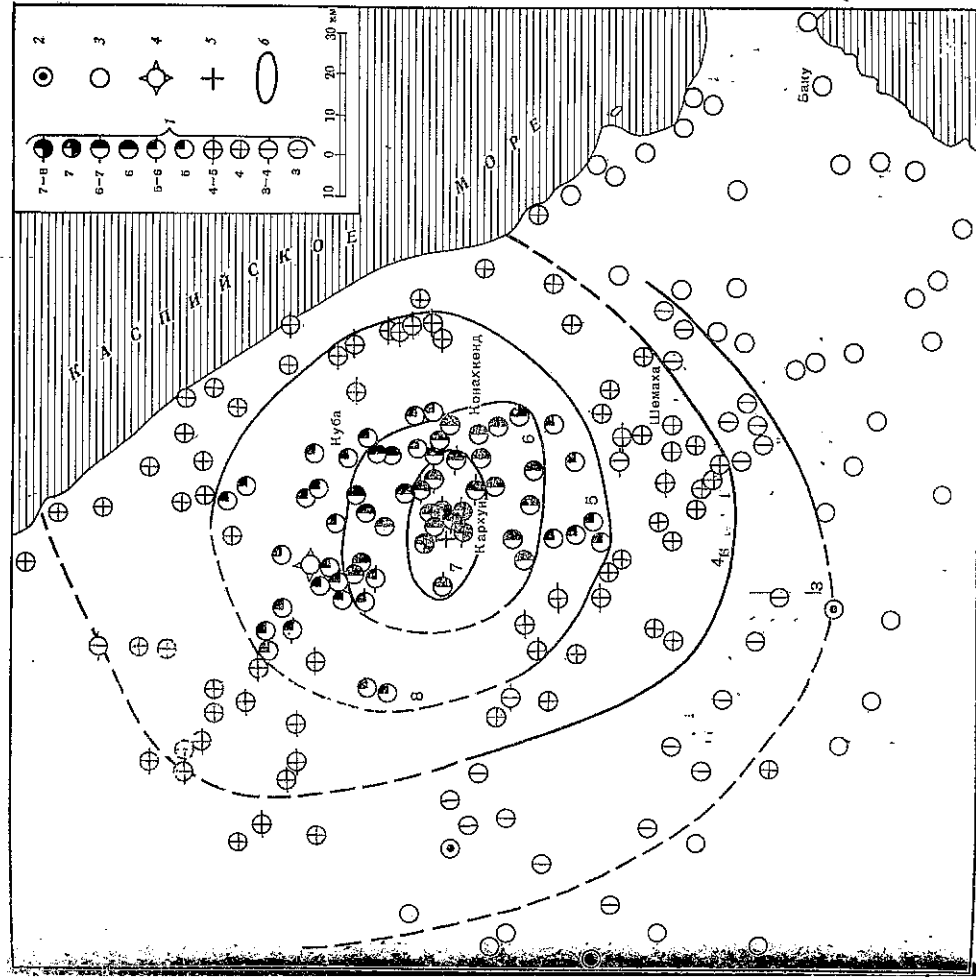


Рис. 1. Макросейсмическое поле Шахдагского землетрясения 20 декабря 1971 г. 1 — интенсивность землетрясения в баллах; 2 — землетрясение ощущалось; 3 — землетрясение не ощущалось; 4 — эпицентр по инструментальным данным ЕССН; 5 — эпицентр по макросейсмическим данным; 6 — изосейсты

№№ п/п	Число	Момент возникновения, час, мин, сек	Координаты эпицентра		Глубина очага, км	Класс точности	М	К	№ района	Макросейсмические данные
			$\varphi^{\circ} N$	$\lambda^{\circ} E$						
21	11 59 45,4	40,2	42,0		A		10	16		
	13 08 47,7	42,8	42,5		A		9	2		
	21 04 22,4	41,33	43,67	0-10	B		9	6		
22	01 25 16,4	42,9	47,1		A		10	3		
24	20 55 26,3	40,4	46,7		A		10	8		
25	03 41 36,4	40,3	46,0		A		9	8		
	20 33 36,2	43,4	45,8		A		9	13		

Ноябрь

2	00 35 37,1	43,4	45,2		A	3,5	10	13	
	06 01 43,7	43,1	45,0		A		9	13	
	08 14 07,7	43,0	44,3		A		9	2	
3	22 16 44,0	38,5	48,3		A		9	14	
19	13 06 41,1	41,2	47,4		A	4	11	7	Варгапен Нуха, 4 балла
9	19 26 43,4	41,30	44,03	0-10	A		9	6	
	23 59 58,0	41,20	44,00	0-10	B		9	6	
10	09 22 35,0	40,0	48,4		A		9	7	
18	05 40 08,3	41,2	45,9		A		9	7	
21	01 53 23,7	42,6	47,1		A	3,5	10	13	
24	10 36 46,6	41,33	44,10	0-10	B	4	11	6	Болнисл, Дмани-сл, 3 балла

Декабрь

4	16 17 56,1	38,3	44,7		A		10	17	
6	03 06 41,0	40,8	47,3		A		9	7	
9	03 48 03,2	42,4	43,2		A		9	2	
10	09 56 45,4	38,6	45,2		A		10	17	
11	17 29 57,7	40,7	48,3		A		9	7	
15	01 35 37,3	41,20	44,00	0-10	A		9	6	
17	10 54 39,4	41,20	42,90	0-10	B		9	16	
22	20 54 32,7	43,5	45,9		A		9	13	
	21 41 30,4	43,4	45,8		A		9	13	
23	15 07 30,2	42,9	45,8		A		9	3	
24	01 29 37,5	42,6	46,3		A		10	3	
25	02 16 28,4	39,6	44,6		A		9	17	
	09 58 50,2	43,4	45,0		A		9	13	
26	04 08 57,0	43,0	47,1		A		9	3	
	18 28 57,2	40,7	48,7		A		9	3	
	23 59 58,5	42,55	43,21	0-10	B		9	2	
31	21 39 41,7	43,0	40,8		A		9	10	

Таблица 1 (окончание)

Пункт	А, км	Пункт	А, км	Пункт	А, км
Н е о щ и щ а л о с ь					
Апшерон	75	Папарт	103	Сумгаит	123
Марага	83	Ляк	103	Сумгаит	126
Курбанди	85	Лекки	103	Сабрабад	126
Кавказ	88	Моллакеит	105	Казиматомед	133
Джабраил	90	Ялма	109	Рапджабар	134
Джабраил	94	Бекю Дахна	108	Наваги	136
Джабраил	95	Клчик Дахна	112	Мнаржик	138
Салман	97	Карасу	115	Салгачалы	143
Кубар	98	Пашалы	115	Локбаган	145
Салман	100	Зарлоб	115	Дуванский	147
Шурабад	100	Насосный	116	Дуванский	150
Тара	102	Быхах	118	Атбулаг	150
		Мингечаур	118	Загаталы	155
		Шахсони	148	Баку	155

По макросейсмическим данным координаты эпицентра $\varphi = 41^{\circ}09'N$, $\lambda = 48^{\circ}21'E$, максимальная интенсивность сейсмического эффекта на поверхности 7—8 баллов. К сожалению, макросейсмические данные дифференцировать по двум толчкам не удалось, и приводимые ниже сведения относятся к суммарному действию двух толчков с магнитудой $M=5,3$ каждый.

Землетрясениями была охвачена площадь около 30 тыс. км², в пределах которой было обследовано 158 населенных пунктов, в которых опущались сотрясения различной силы (табл. 1). Кроме того, было обследовано 40 населенных пунктов, где землетрясения не опущались, что позволило надежно оконтурить макросейсмическое поле (рис. 1).

Интенсивность землетрясения в населенных пунктах оценивалась по шкале MSK-64 [2]. С максимальной силой 7—8 баллов землетрясения проявились в населенных пунктах Адур, Рюк, Кархун, которые расположены на первой, или надпойменной, террасе р. Карачай. Грунтовые условия в этих населенных пунктах неблагоприятны для сейсмостойкого строительства. Дециметровый разрез представлен окатанным галечником разного размера и гравелистом с высоким стоянием уровня грунтовых вод, наконец, на кровлях отдельных строений при землетрясении был снежный покров толщиной 0,3—0,5 м, местами до 1 м.

В этих населенных пунктах имелись повреждения строений. Стены домов были разбиты вертикальными трещинами (в большинстве сквозными), наблюдалось выпадение камней, обвалы стен наружу, редко — обвалы кровли (рис. 2). Наибольшие повреждения получили строения в с. Кархун. Существенных изменений в почве не отмечено, кроме небольшого оползня на крутом склоне (до 40°) горы по левому берегу р. Карачай, 0,5—1 км южнее с. Кархун. Оползнем перекрыт расположенный ниже по склону родник, вследствие чего образовался новый родник с более мутной водой.

С силой 7 баллов землетрясения опущались в населенных пунктах Сухоб, Бундуг, Крыз, где стены многих домов повреждены сквозными трещинами, редко наблюдались случаи выпадения камней, нарушения кладки, в ветхих строениях отмечена деформация кровли.

Землетрясения силой 6—7 баллов опущались в Хиналык, Ишпик, Даликая, Каядалы, Талыше, где наблюдалось нарушение кладки стен, выпирание стен наружу, выпадение кусков штукатурки, нарушение печных труб. В этих населенных пунктах домов заложены на конгломератах и песчанниках.

Таблица 1
Макросейсмические сведения о Шахдагском землетрясении 21 декабря 1971 г.

Пункт	А, км	Пункт	А, км
7—8 баллов			
Рюк	33	Маграса	60
Кархун	35	Шемаха	62
Адур	38	Худат	62
	38	Ярак Казма	62
	38	СДК	63
	43	Бехана	63
	47	Карамарьям	65
Сухоб	48	Керкенч	65
Бундуг	48	Слазань	66
Крыз	48	Регели	66
		Хлывы	66
		Хильманши	67
		Инахор	68
		Биджов	68
		Совхоз Конституции	68
		Ялама	70
		Решац	71
		Хлежк	72
		Набрань	73
		Апсар	76
		Самур	77
		Хив	78
		Зарат	80
		Ашага Ярак	83
		Хнов	85
		Былдыжи	88
		Кала	97
		Дербент	100
		Дагестанские огни	110
		3—4 балла	
		Авахыл	48
		Куткашен	50
		Хуччи	95
		3 балла	
		Хачмас	65
		Филфила	68
		Араб Шалабаш	70
		Варташен	75
		Лептебиз	75
		Варданлы	75
		Сюндю	77
		Геогиярдаг	77
		Набур	78
		Чайлы	80
		Багырлы	81
		Овзулу	83
		Чахырлы	83
		Кешед	84
		Мюсюсли	85
		Кюрдямир	86
		Улджары	90
		Качбали	90
		Агаш	93
		Халдан	105
		О щ и щ а л о с ь	
		Мухаб	83
		Сорсор	102
		4 балла	
		Дияллы	42
		Тавакент	45
		Банк	48
		Талышнури	48
		Ивановка	50
		Бум	50
		Астраханка	53
		Зарган	55
		Гюрдживан	55
		Хачмас	55
		Чухуриурд	55
		Илгар	58
		Кусаргай	58
		Алтыгад	60
		5—6 баллов	
Рустов	22		
Зиндан	25		
Лалич	28		
Кузун	30		
Мурут	32		
Мюжик	33		
Арциман	33		
Баскал	38		
Тырлджан	42		
Юхары	48		
		5 баллов	
Чичи	26		
Заргава	26		
Хурай	28		
Нюгежи	30		
Куба	32		
Ялагир	33		
Мунжул	33		

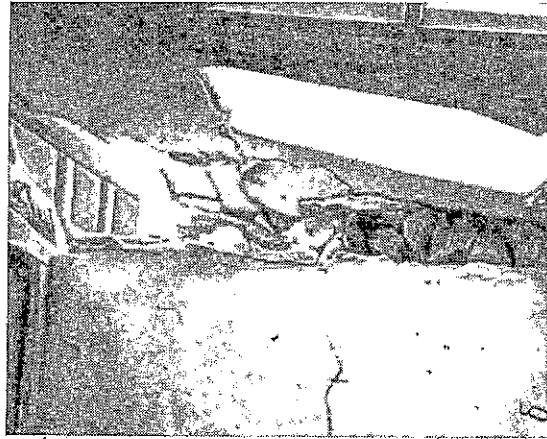
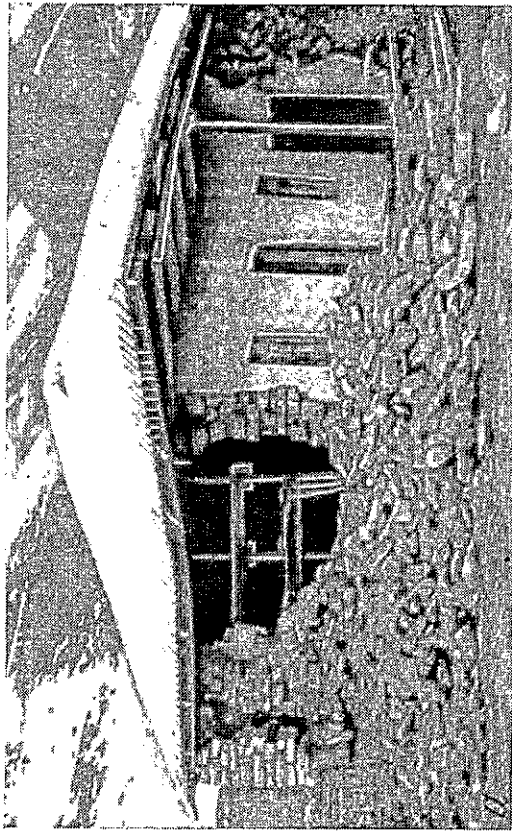


Рис. 2. Разрушение стены ма-
газина (а) и стены начальной
школы с. Кархун (б)

Параметры макросейсмического поля и очаговой зоны землетрясения, рассчитанные по методике из работы [3] (табл. 2, 3), позволяют оценить, глубину очага $h = 8-10$ км, среднее заглубление $\bar{V} = 4,7$, горизонтальный размер очага $L_{\max} = 11$ км, вертикальный $Z_{\max} = 7$ км, область возможной остаточной деформации земной коры $S = 80$ км².

В пределах южного склона Большого Кавказа заглубление интенсивности землетрясения достигает $V = 6-7$, что говорит о высокой дифференциации слоисто-блокового строения южного крыла центрального антиклинория. Форма изосейст указывает на то, что макросейсмическое поле вытянуто в общекавказском направлении и хорошо согласуется с прослеженным складчатых структур района.

Центросейсмическая зона землетрясения располагается в пределах Шах-дагского наложенного прогиба. Глубина очага превышает мощность комплекса осадков, накопленных в этом прогибе, и гипоцентр располагается в нижнем структурном этаже на северной присводовой части крайне северного Куруш-Конахкендского поднятия Центрального ан-

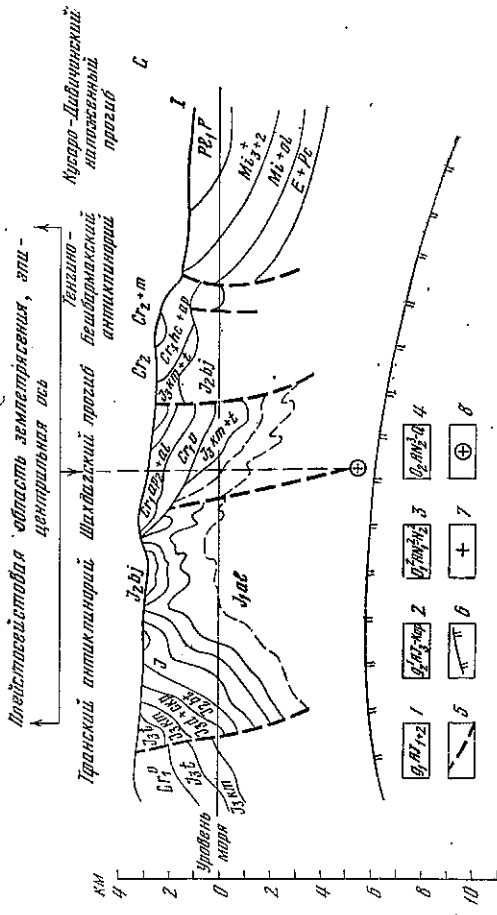


Рис. 3. Геологический профиль на очаговую зону Шахдагского землетрясения 20 декабря 1971 г.

1 — раннеосенний этап; 2 — позднеосенний этап; 3 — раннеосенний этап;
4 — позднеосенний этап; 5 — тектонические нарушения (налинг, взброс с амплитудой до 100 м);
6 — поверхность кристаллического фундамента; 7 — макросейсмический эпицентр землетрясения;
8 — гипоцентр землетрясения

тиклиория Главного хребта, трансгрессивно перекрытого названным прогибом, стратиграфически гипоцентр приурочен к области развития карбонатных отложений альбского яруса (рис. 3). Поверхность консолидированной коры под очаговой зоной имеет уклон $10-12^\circ$, совпадающий

Таблица 2

Параметры нахождения сейсмического поля

№ п/п	I_0	Радиусы изосейст		Площадь изосейст S_i	S_i/S_{i+1}	ν	\bar{V}
		r_a	r_b				
1	7-8	7	4,5	98,9	0,17	2,5	
2	7	40	49	596,6	0,253	3,3	
3	6	30	25	2355,0	0,3	3,8	
4	5	50	50	7850,0	0,59	8,7	4,7
5	4	70	60	43188,0	0,46	5,5	
6	3	95	95,0	28338,0			

Таблица 3

Параметры землетрясения по макросейсмическим данным

№ п/п	r	Глубина очага, км				Размер очага	
		$h_{\text{интгр}}$	$h_{7\text{п}}$	$h_{9\text{п}}$	$h_{\text{м} I_0}$	L_{\max} , км	S , км ²
1	5,6	10	7,5	9	8,5	11,2	79,4
2	13,8		7,5	8			
3	27,4		8	9			
4	50,0		10	40			
5	64,8		8,5				
6	95,0		7,5				
Общее			8,2	9			

с направлением падения плоскости разрыва, по которому произошла подвигка. Судя по геологической обстановке, напряжение в очаговой зоне Шахдагского землетрясения возникло под действием гравитационных сил. Накоплению большой сейсмической энергии, которая проявилась на поверхности интенсивным сотрясением, способствовала покрывка, представляющая мощной двухкилометровой толщей нижнемеловых известняков Шахдагского прогиба, трансгрессивно перекрывающих погребенный сейсмогенный шов.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Бюллетень сейсмических станций Кавказа за 1971 г. Тбилиси, 1973.
2. С. В. Медведев, В. Карник, В. Штонгайер. Международная шкала сейсмической интенсивности MSK-64. М., «Наука», 1970.
3. Н. В. Шебалин. В кн.: Сейсмическое районирование СССР. М., «Наука», 1968, гл. VI.