

Величина максимального увеличения и соответствующие периоды

Станция	Год открытия	Тип аппаратуры	N-S, E-W, Z		Примечание
			V <sub>m</sub>	T <sub>m</sub>	
Накалакари	1981	СХ	20 000	0,2-0,8	ИГ АН ГССР
Кумысь	1982	СХ	20 000	0,2-0,8	То же
Ампливи	1982	СХ	20 000	0,2-0,8	"
Цитела-Цкаро	1982	СХ	20 000	0,2-0,8	"
Чубери	1982	СКМ-3	20 000	0,4-1,0	"
Тквабери	1982	СКМ-3	5 000	0,4-1,0	"
Локбаган	1981	СХ	1 410	0,1-0,3	ИГ АН АЗССР

Таблица 2

Распределение числа землетрясений по энергетическим классам

№ п/п	Наименование района	Энергетический класс К										
		6	7	8	9	10	11	12				
1	Западный Кавказ	3	12	11	3	4						
2	Центральный Кавказ	51	81	24	14	6						
3	Восточный Кавказ	48	113	123	73	30						
4	Колхидская низменность	1	3	3	3							
5	Аджаро-Триалета	10	19	17	3	2						
6	Джавахетское нагорье	145	224	142	15	8						
7	Курильская депрессия	16	70	107	30	9						
8	Восточная часть Малого Кавказа	2	27	25	1	1						
9	Армянское нагорье	52	118	79	7	4						
10	Черное море	1	4	7	4							
11	Каспийское море		2	23	14	4						
12	Ставропольская возвышенность			1		1						
13	Восточное Предкавказье		2	18	11	13						
14	Талыш		5	25	17	3						
15	Восточно-Ионгийские горы		3									
16	Турция	8	8	38	39	5						
17	Иран	2	6	33	19	9						
	Всего	339	697	676	253	99						

ме рассчитывались координаты шести землетрясений. Различия в координатах эпицентров землетрясений, определенных графическими способами и на ЭВМ, не превышают области возможных ошибок.

Большинство местных землетрясений не регистрируется всеми станциями Крыма, поэтому исходных данных недостаточно для расчета координат гипоцентров на ЭВМ по данному алгоритму. В региональном каталоге помещены основные параметры землетрясений, полученные графическими способами обработкой.

Распределение эпицентров землетрясений по очаговому району и классам аналогично предшествующему году. Большинство землетрясений зарегистрировано в Ялтинском и Алуштинском очаговых районах — 19 с энергетическими классами  $K = 4,5 \div 8,5$ , в Севастопольском — 6 с  $K = 5,3 \div 8,2$ , в Керченско-Анапском — 3 с  $K = 8,6 \div 9,2$ . В течение последних пяти лет из прибрежной части Судакско-Феодосийского района не отмечено ни одного землетрясения. Землетрясение 19 февраля в 15 ч 05 мин относится к глубоководной впадине Черного моря, а землетрясение 29 августа — к платформенной части Крыма. 3 декабря в 16 ч 02 мин произошло землетрясение с эпицентром в Азовском море. За всю историю инструментальных наблюдений Крыма в северо-западной части Азовского моря не было зарегистрировано ни одного землетрясения.

В целом 1982 г. характеризуется слабой сейсмической активностью региона. Карта эпицентров землетрясений приведена на рисунке.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Тростников В.И., Пустовитенко А.И., Свилова В.А. Землетрясения Крыма и Нижней Кубани. В кн.: Землетрясения в СССР в 1980 году. М.: Наука, 1983, с. 16-19.

УДК 550.348.436 (479)

Э.Б. Агаларова, А.Г. Гасанов, О.Д. Гоцадзе, Т.Н. Гоголадзе,  
Ю.К. Гюль, Э.Г. Гедаян, В.А. Каспаров, С.С. Каралеян,  
Д.Н. Махатадзе, В.Г. Папалашвили, Г.В. Саргсян,  
С.С. Симонян, Н.М. Саргсян, Э.А. Чаргарян, И.С. Шенгелин

#### ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ КАВКАЗА

На территории Кавказа в 1982 г. наблюдения проводились на 72 сейсмических станциях — 47 стационарных и 25 экспедиционных, из которых 34 были оборудованы приборами повышенной чувствительности. В районе ИнгуриГЭС расположено 12 сейсмических станций регионального типа, в районе ЦиркейГЭС — 3. С 1981 г. на территории Закавказья было открыто семь сейсмических станций, из них шесть на территории Грузинской ССР и одна Азербайджанской ССР.

Список сейсмических станций Кавказского региона с указанием аппаратуры и основных постоянных характеристик приведен в [1]. Величина максимального увеличения и соответствующие периоды вновь открытых станций даны в табл. 1.

Координаты эпицентров землетрясений в основном определялись методом засечек с использованием годографов, построенных для Кавказа [2], Джавахетского нагорья [3] и для Грузии [4]; последний годограф в основном для определения параметров гипоцентров для землетрясений района ИнгуриГЭС. В отдельных случаях применялись методы эпицентральной, изохрон и средних линий, а также метод Вадати. Координаты эпицентров турецких и иранских землетрясений, расположенных далее 100 км от государственной границы, находились с помощью годографов Джеффриса-Буллена.

С 1982 г. в каталоге, кроме магнитуд, определенных по поверхностным волнам, приводятся также магнитуды  $M_{FA}$ , определенные по региональной калибровочной

кривой [5, 6]. В каталоге дополнительных параметров даны механизмы очагов 14 землетрясений, определенных по знакам вступлений Р-волн по программе [7].

Всего в этом году было определено 2074 эпицентра, распределение которых по районам и классам энергии приведено в табл. 2. Номера районов указаны в соответствии с разделением территории Кавказа [1].

В региональном каталоге приведены основные данные с 371 землетрясении с  $K \geq 9$  (рис. 1). Как видно из карты, в этом году большое сгущение эпицентров ( $K \geq 10$ ) наблюдается на территории Куринской депрессии и Восточного Кавказа. Самым сильным было Джавахетское землетрясение 3 мая в 04 ч 10 мин с  $M_{LN} = 4,7$  и  $I_0 = 7$  баллов. Пять землетрясений года имеют шестьюбалльные проявления в очаговой зоне. Одно из них произошло в Гукасинском районе Армянской ССР: 17 января в 10 ч 27 мин ( $K = 11$ ,  $M_{LN} = 3,6$ ). Глубина залегания очага определена по методу Вадати ( $h = 12$  км). Землетрясение обследовано группой сотрудников (табл. 3, рис. 2) ОМСЭ (Опытно-методической сейсмологической экспедиции) Института геофизики и инженерной сейсмологии АН АрмССР (ИГИС).

Макросейсмические данные о землетрясении 17 января\*

№ п/п	Пункт	Δ, км	№ п/п	Пункт	Δ, км
<b>6 баллов</b>					
1	Казанчи	8	15	Калинино	30
2	Бавра	10	16	Камо	32
3	Селасар	10	17	Хнгоян	32
4	Гукасян	12	18	Лениканян	38
<b>5-6 баллов</b>					
5	Зуйкахпюр	12	19	Катнахпюр	39
6	Мусаелян	14	20	Степанаван	39
<b>5 баллов</b>					
7	Вардахпюр	15	21	Пахкашен	40
8	Шурабад	17	22	Азатай	43
9	Цохамарк	20			
10	Амасия	22			
<b>4-5 баллов</b>					
11	Лернанцк	24	23	Геханист	47
12	Кетги	26	24	Гусанатех	51
13	Овуни	28	25	Ором	52
<b>4 балла</b>					
14	Шахназор	29	26	Артик	55
			27	Лусакпюр	56
			28	Кировакан	59
			29	Саракан	59
			30	Дзоракан	60
			31	Алаверди	61

\* В табл. 3-6 Δ от инструментального эпицентра.

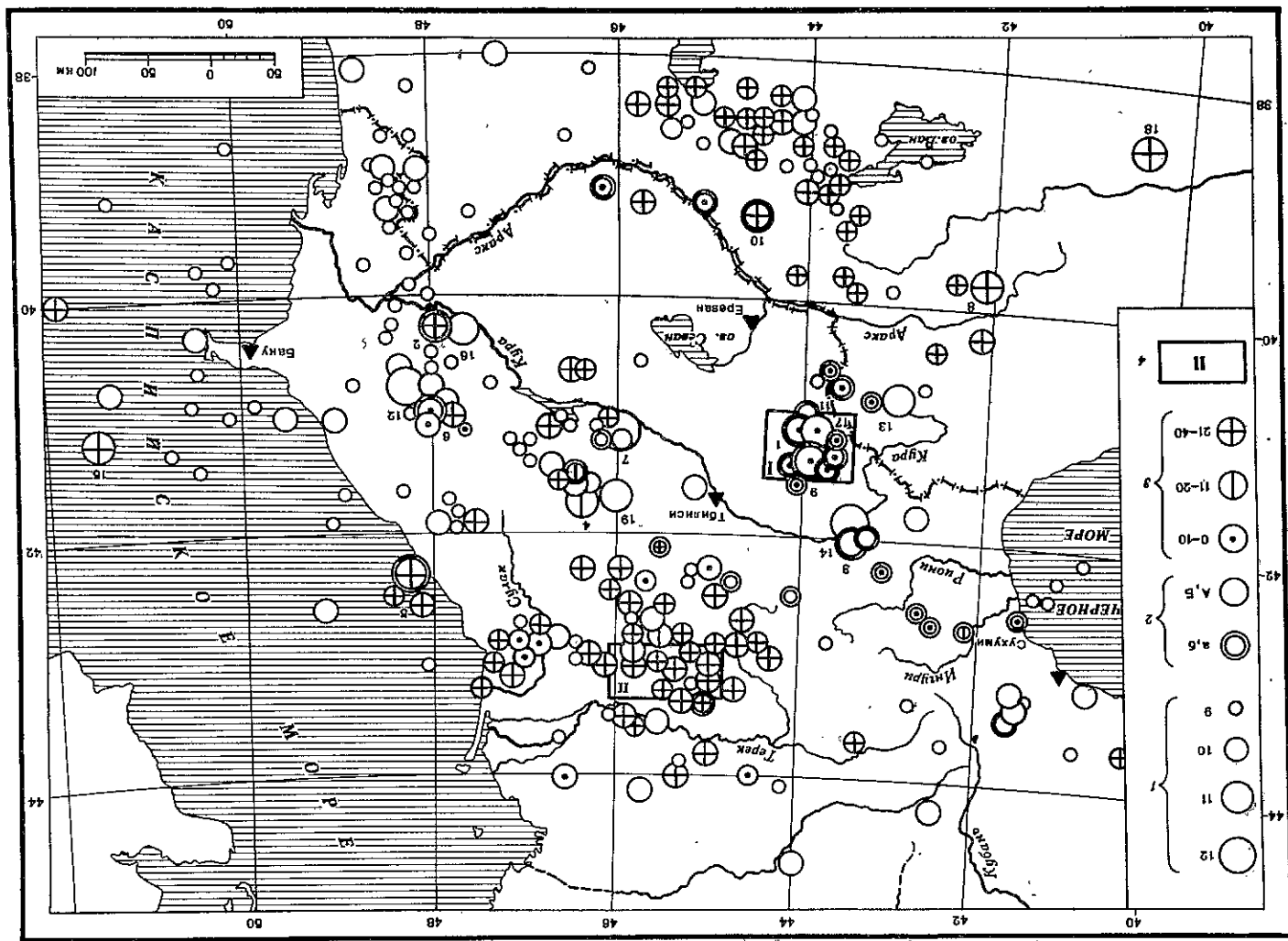
20 января в 08 ч 25 мин ( $K = 12, MLH = 4,4$ ) в Зардобском районе Азербайджанской ССР произошло землетрясение, которое ощущалось в г. Зардобе силой 6 баллов. Землетрясение было обследовано сотрудниками ОМЭ Института геологии им. И.М. Губкина Академии наук АЗССР (табл. 4, рис. 3).

В г. Зардобе, расположенном вблизи эпицентра, отмечены трещины в штукатурке в отдельных каменных зданиях, расширение старых трещин, падение посуды с полок. Многие жители в панике покинули помещения. При использовании номограммы ( $M, h, I_0$ ) - корреляции для землетрясений Закавказья - глубина очага по макросейсмическим данным оценивается порядка 30 км [8]. Макросейсмическое поле Зардобского землетрясения вытянуто в антикавказском направлении, вдоль Гирдыманчайской поперечной погребенной глубинной флексуры. Плейстоценовая область располагается асимметрично в зоне пересечения этой флексуры с крупным Кюрдамир-Саатлинским погребенным поднятием. Вдоль этого поднятия отмечается разрыв по поверхности кристаллического фундамента. Через эту зону пересечения проходит также Куткашен-Чахырлинский глубинный разлом. Инструментальный эпицентр заметно смещен по отношению к центру системы изосейст, однако находится в пределах шестибальной зоны, "прижатой" к указанной флектуре. По макросейсмическим данным  $r_6 \approx 7$  км,  $r_5 = 30$  км  $h_I = 13$  км, по  $MLH$  и  $I_0$   $h_{IM} = 17$  км. Сильный афтершок этого землетрясения отмечен 21 ноября ( $K = 11$ ), он ощущался в Зардобе интенсивностью 5 баллов.

24 января в 02 ч 03 мин ( $K = 11, MLH = 4,0$ ) произошло землетрясение, которое в Боржоми, Ханури и Сурами ощущалось силой 5 баллов (табл. 5, рис. 4). По данным

Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений

$I$  - энергетический класс  $K$ ; 2 - точность определения эпицентра; 3 - глубина очага, км; 4 - площадь, в которой указано число землетрясений: I - 19 с  $K = 9, 7$  с  $K = 10, 1$  с  $K = 12$ ; II - 69 с  $K = 9, 27$  с  $K = 10, 4$  с  $K = 11$



Макросейсмические данные Зардобского землетрясения 20 января

№ п/п	Пункт	Δ, км	№ п/п	Пункт	Δ, км
1	Зардоб	6 баллов	12	Агдам	83
2	Аликенд	5-6 баллов	17	Маргуни	83
3	Геокачай	31	18	3-4 балла	
4	Хосров	38	19	Халдан	66
5	Агдаш	41	20	Куткашен	75
		47	21	Лягич	78
			22	Мидгечаур	81
6	Ляк	5 баллов	23	3 балла	
7	Боят	14	24	Кюрдамир	28
8	Мюсюси	15	25	Ахсу	58
9	Уджары	18	26	Вандам	74
10	Лякхи	26	40	Ощущалось	
11	Гиндарх	40	55	Имишли	54
				Не ощущалось	
12	Чахырлы	4-5 баллов	23	Горжалы	50
13	Агжабеди	42	28	Сабирабад	65
			29	Орджоникидзе	81
14	Исмаллы	4 балла	60	Варташен	90
15	Евлах	66	31	Касум-Исмаилов	94
16	Индж	72	32	Степанакерт	105

Т а б л и ц а 5

Макросейсмические данные о землетрясении 24 января

№ п/п	Пункт	Δ, км	№ п/п	Пункт	Δ, км
1	Ханури	5 баллов	12	4-5 баллов	
2	Сурами	3	13	Джава	45
3	Боржоми	9	14	Чиагура	45
		26		Застафони	50
4	Агара	4-5 баллов	15	3 балла	
5	Карели	12	16	Кванси	51
6	Знаури	18	17	Ткибули	63
7	Бакуриани	20	18	Амбролаури	66
8	Цхинвали	33	19	Они	66
9	Харагаули	36	20	Маяковский	68
10	Сачхере	39	21	Ахалдхе	69
11	Гори	39	22	Ленингори	70
			23	Абастумани	70
				Алдигени	84

$r_5 \approx 10$  км,  $r_4 \approx 45$  км,  $r_3 \approx 75$  км,  $h_T = 18$  км, по  $M_L$  и  $I_0$   $h_D = 12$  км. Это несколько противоречит инструментальному определению глубины очага.

Очаг землетрясения, по-видимому, приурочен к Аджаро-Гриалетской складчатой системе. Найдена ориентация двух возможных плоскостей разрыва и главных осей напряжений (см. каталог дополнительных параметров, рис. 5, а). Плоскость  $I$  имеет почти меридиональное направление, которое согласуется с макросейсмическим полем

2. Зак. 2241

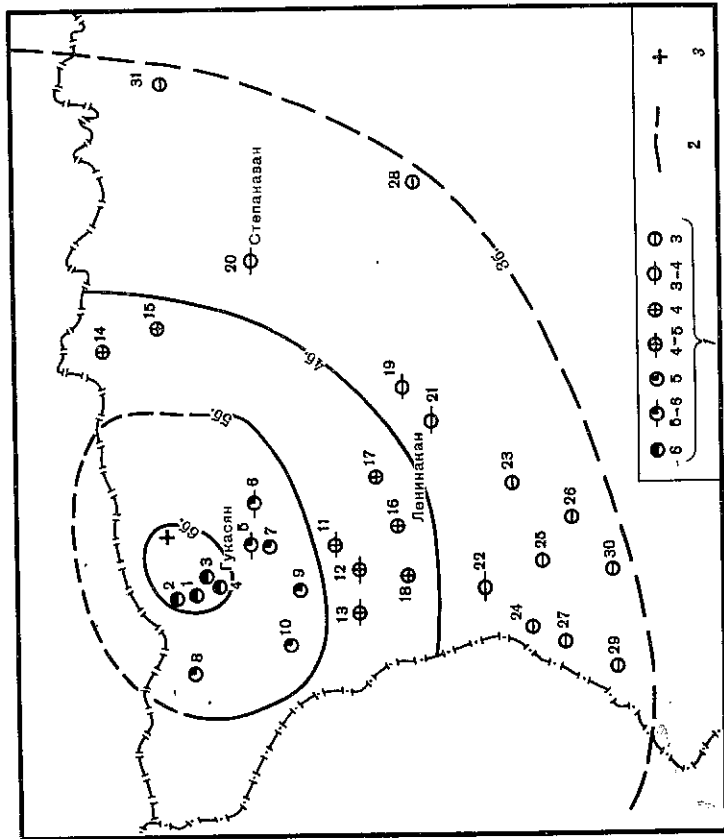


Рис. 2. Схема изосейст землетрясения 17 января. Сост. Э.Г. Гелакян, Н.М. Саргсян, Н.В. Шебалин  
1 - балльность; 2 - изосейста; 3 - инструментальный эпицентр

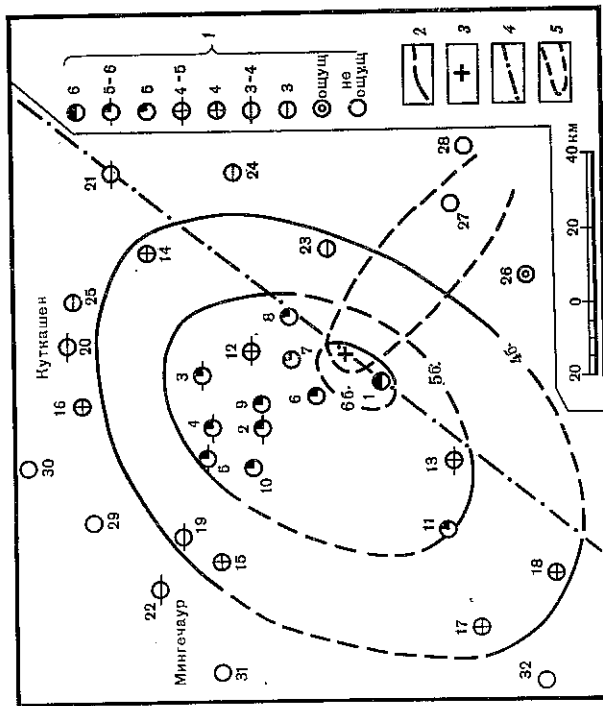


Рис. 3. Схема изосейст Зардобского землетрясения 20 января. Сост. А.Г. Гасанов, Э.К. Гюль, Э.Б. Агапарова, В.А. Каспаров  
1 - балльность; 2 - изосейста; 3 - инструментальный эпицентр; 4 - региональная погрешная флексура; 5 - контур погрешного Кюрдамир-Саатлинского подлния

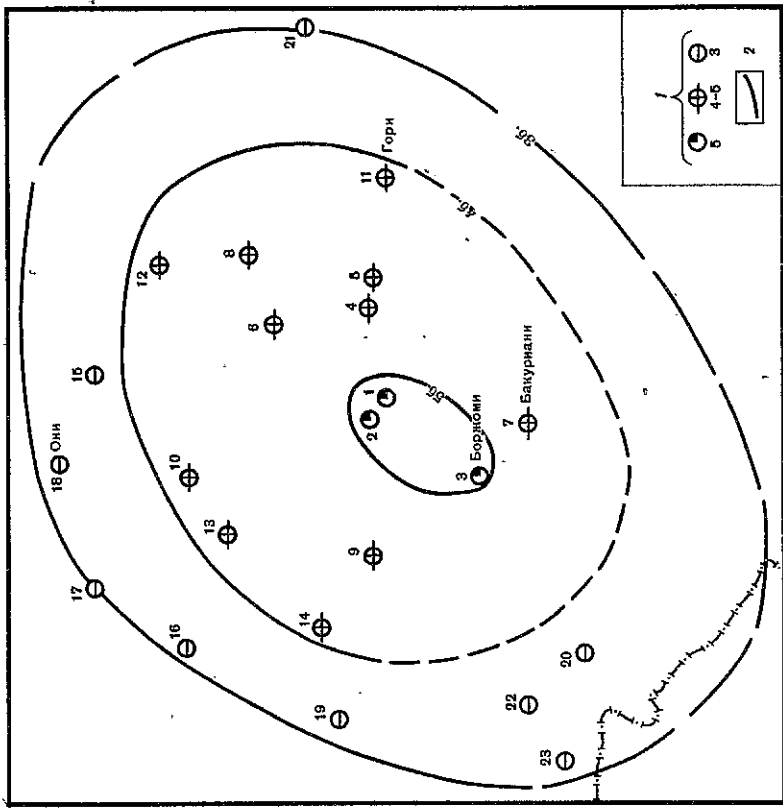


Рис. 4. Схема эпицентров землетрясения 24 января. Сост. В.Г. Папалашвили.  
1 — балльность; 2 — механизм

землетрясения. Подвижка в этой плоскости представлена чистым сбросом. Ось сжатия ориентирована на запад, ось растяжения — на восток, углы наклона этих осей к горизонту близки к  $45^\circ$ .

25 января в 16 ч 44 мин ( $K = 10$ ,  $M/LH = 3,5$ ) землетрясение силой 5 баллов ощущалось в селениях Николзири и Зваре Орджоникидзевского района Грузинской ССР. Землетрясение было обследовано И.В. Айвашишвили (Институт геофизики АН ГССР) и Т.И. Мухадзе (Институт строительной механики и сейсмостойкости им. К.С. Завриева АН ГССР) (табл. 6). Очаг землетрясения поверхностный и, по-видимому, приурочен к Аджаро-Триалетской складчатой системе.

27 апреля в 17 ч 16 мин ( $K = 10$ ,  $M/LH = 3,2$ ) в Кафанском районе Армянской ССР ощущалось землетрясение силой 6 баллов. Землетрясение было обследовано сотрудниками Института геофизики и инженерной сейсмологии АН Армянской ССР. Исследованные районы входят в Сомхето-Кафанскую зону, ее геолого-геофизические характеристики описаны в [9, 10]. Ниже приводятся проявления этого землетрясения.

В Каджаране (20 км) дома и хозяйственные здания построены в основном на аллювиальных отложениях р. Вохчи и на склонах долин этой реки. На всех обследованных домах, кроме старых трещин, обнаружены также новые образования после землетрясения 27 апреля. Образовались трещины и на административном здании города. Со стен городской больницы, обращенных на юго-запад, посыпалась облицовка. Сильно пострадала городская теплотрасса, которая в некоторых местах была выброшена из укреплений в канаву. По результатам обследования сила землетрясения достигала здесь 6 баллов.

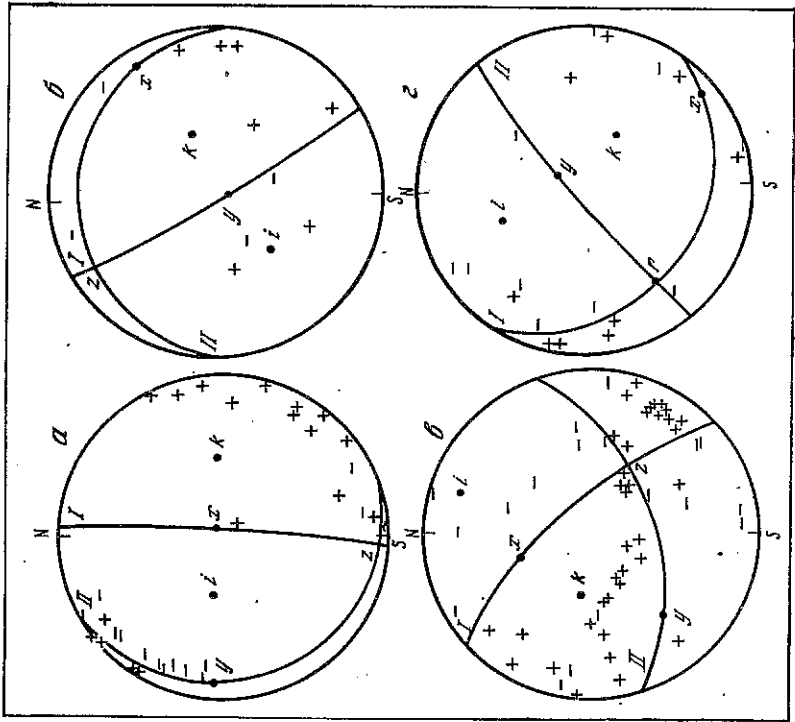


Рис. 5. Механизмы очагов землетрясений. Сост. И.С. Шенгелия  
а — 24 января; б — 29 апреля; в — 3 мая; г — 22 декабря

В с. Тагев (27 км), по расказам рабочих-реставраторов, находившихся на территории Тагевского монастыря, сила землетрясения оценивается в 5—6 баллов. Разрушений не обнаружено.

Село Агазани (27 км) — в некоторых постройках типа Б образовались трещины. Так же как в Тандзавере (24 км), сила землетрясения достигала 5—6 баллов.

В Горисе (45 км) дома или административные здания расположены на склонах в основном на супесчаных и супылистых отложениях с включением глыб, щебня, дресвы коренных пород, делювиальные отложения здесь имеют малую общность. Обследование первого дома на северо-восточной окраине города, который находится на высо-

Т а б л и ц а 6  
Макросейсмические данные о землетрясении 25 января

№ п/п	Пункт	Δ, км	№ п/п	Пункт	Δ, км
5 баллов					
1	Николзири	3	6	Боржоми	15
2	Зваре	3	7	Сурами	15
4—5 баллов					
3	Харагаули	15	9	Хашури	18
4	Пархнали	15	10	Бакуриани	27
5	Лаше	20	11	Шоралани	28
			12	Зестафони	33
				Чагура	

Таблица 7

Макросейсмические данные Куткашенского землетрясения 29 апреля*				
№ п/п	Пункт	Δ, км	№ п/п	Пункт
1	Лазо	3	10	Амирван
2	Куткашен	6	11	Топчу
3	Вандам	9	12	Исманлы
4	Бум	12	13	Варданлы
5	Кемерван	12	14	Ивановка
6	Зараган	15	15	Карамарьян
7	Тюнтюль	15	16	Геокчай
8	Истису	20	17	Бычыр
9	Нидж	24	18	Варташен
			19	Баскал
				42
				63

\* Эпицентрального расстояния Δ — от макросейсмического эпицентра.

ком холме, показало, что только на северо-восточной стене появилась трещина шириной 4–5 см, протягивающаяся с основания. В доме, который находится на юго-западной окраине города, пострадала только восточная часть. Трещины незначительные и имеют меньшие размеры — от 0,5 до 1,2 см ширины. Остальные дома не пострадали. Сила землетрясения на территории г. Гориса достигала 5 баллов.

Село Хндзореск (45 км) — здесь существенную роль играли грунтовые воды. Дома в хорошем состоянии, все типа Б. На некоторых домах обнаружены трещины. Все жители Хндзореска ощущали удар и сильный подземный гул. Сила землетрясения в с. Хндзореске оценена в 5 баллов.

В Кафане (42, км) макросейсмические проявления оценены также в 5 баллов. 29 апреля в 16 ч 27 мин ( $K = 12$ ) в Куткашенском районе Азербайджанской ССР произошло землетрясение, которое в с. Лаза ощущалось интенсивностью 6 баллов. Многие жители покинули помещения. Образовались трещины на стыках стен, в здании школы имеются сквозные тонкие трещины. Макросейсмическое обследование северной части области этого землетрясения было затруднительно в связи с тем, что большая часть шлейфостойковой зоны представляет собой сильно (интенсивно) расчлененные высокие горы. Макросейсмические данные Куткашенского землетрясения приведены в табл. 7 и на рис. 6 [11]. По этим данным  $r_s = 12$  км,  $r_4 = 25$  км,  $r_3 = 42$  км,  $h_1 = 5$  км, по данным  $MLH$  и  $I_0$   $h = 7$  км, что хорошо совпадает с инструментально определенной глубиной очага. Эпицентр, по-видимому, располагается в зоне пересечения структур, показанных на рисунке.

Из двух возможных плоскостей разрыва в очаге этого землетрясения (см. каталог дополнительных параметров) более вероятной является первая (см. рис. 5). Она простирается на северо-запад и не противоречит макросейсмическому полю. Подвижка в этой плоскости типа взброса. Ось напряжений растяжения направлена на восток, сжатия — на юго-запад. Углы наклона этих осей к горизонту 45°.

1 мая в 14 ч 33 мин ( $K = 10$ ) в Гукяском районе Армянской ССР произошло землетрясение, эпицентральной зона которого была обследована сотрудниками Института геофизики и инженерной сейсмологии Академии наук Армянской ССР. Дома и постройки в селах Покр Сариар, Башгюх, Вардакхюр, Мусаелян, Зуйгахюр, Бавра, Казан-

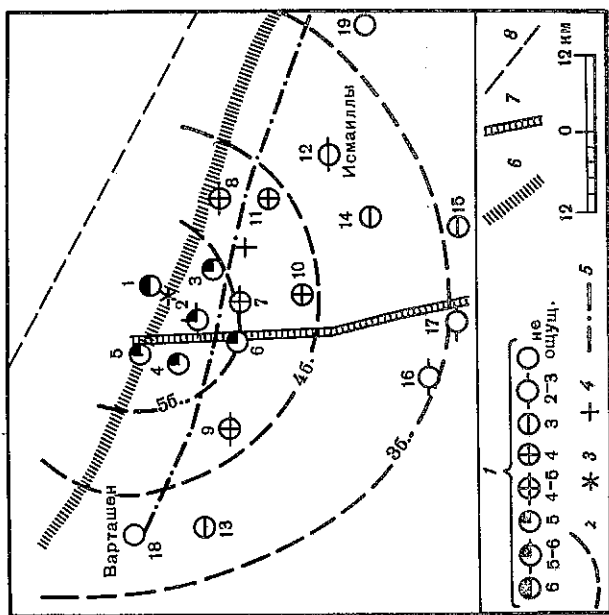


Рис. 6. Схема изосейст Куткашенского землетрясения 29 апреля. Сост. Э.Б. Аталарова, А.Г. Гасанов, Э.К. Гюль, В.А. Каспаров

1 — эпицентр; 2 — изосейста; 3, 4 — макросейсмический (3) и инструментальный (4) эпицентры; 5–7 разломы: Зангинский (5), Закагано-Ковдакский (6) и Геокчайский (7); 8 — Главный Кавказский хребет

чи, Мец Сепасар относятся к группе А (сельской постройки). Кладка бутовая, реже "миллис" на земляном или известковом растворе. Высота около 3 м, толщина стен обычно 50–60 см. Дома или постройки расположены в основном на гравелисто-галечных, супесчаных, сулинистых песчаных и глинистых отложениях с включением древесины и щебня. Для преобладающего большинства селений характерно высокое зеркало уровня грунтовых вод, что весьма отрицательно повлияло на сейсмостойкость дома (постройки) и здания при сейсмическом воздействии.

Гукясян — повреждено здание райкома. Здание сейсмостойкое, но над оконными перемычками наблюдались горизонтальные трещины. Повреждения эти появились вследствие повышения эффекта землетрясения в основном из-за высокого уровня залегания грунтовых вод. Сила землетрясения достигала 6 баллов.

В с. Бавра развалилась северная стена дома, где расположено отделение связи. В остальных селениях — Цахкашен, Зуйгахюр, Мусаелян, Башгюх, Дзорашен — в домах типа А наблюдались повреждения второй степени. В домах же типа Б (каменные дома кладки "миллис" — школы, клубы и др.) имеются повреждения первой степени. Интенсивность землетрясения в указанных выше пунктах оценена в 6 баллов (табл. 8, рис. 7).

3 мая в 04 ч 10 мин ( $K = 12$ ,  $MLH = 4,7$ ) в Таузском районе Азербайджанской ССР произошло землетрясение (Джейранчельское), которое ощущалось на территории Армянской, Азербайджанской и Грузинской ССР. Землетрясение было обследовано сотрудниками Института геологии им. И.М. Губкина АН АЗССР, Института геофизики АН Грузинской ССР и Института геофизики и инженерной сейсмологии АН АрмССР (табл. 9, рис. 8) [12].

Плейстоценовая зона располагалась в малонаселенном Джейранчельском полуостровном низкотерье. С максимальной интенсивностью 6–7 баллов землетрясение ощущалось в населенном пункте Люксембург. Здесь большинство людей в испуге покинули помещения. Во многих домах отмечено откалывание больших кусков штукатурки,

Макросейсмические данные землетрясения 1 мая\*

№ п/п	Пункт	Δ, км	№ п/п	Пункт	Δ, км
6 баллов					
1	Мусаелян	5	14	Лусахпур	12
2	Башгюх	6	15	Готовит	15
3	Зуйгахпур	8	16	Амасия	16
4	Гукасян	12	17	Джаджур	17
5	Дзорашен	17	18	Кети	19
6	Цахкашен	17			
7	Бавра	18			
8	Покр Сарпар	18	19	Азизбеков	22
5-6 баллов					
9	Вардахпур	7	20	Ваграмберд	26
10	Торос	10			
11	Красар	14			
12	Казанчи	16			
13	Мец Сепасар	16			

\*В табл. 8-12 Δ - от инструментального эпицентра.

ладающего большинства селений характерно высокое зеркало уровня грунтовых вод, что весьма отрицательно повлияло на дома и здания при сейсмических воздействиях. В с. Вараган существующих повреждений на стенах домов не обнаружено, рядом с селением был оползень. Работавшая на окраине селения старая женщина рассказывает: "Только спустилась сверху и вышла на дорогу, как за спиной что-то взорвалось, от испуга повернулась назад и увидела, что на меня идет с горы огромная масса земли". Сила землетрясения в с. Вараган достигала 6 баллов.

В населенных пунктах Паравакар, Ахум в домах типа Б и А наблюдались повреждения первой и второй степени. Учитывая отмеченные выше данные, интенсивность проявления землетрясения в указанных населенных пунктах оценена в 6 баллов. Макросейсмическое поле Джейранчельского землетрясения вытянуто примерно в Кавказском направлении.

По макросейсмической карте определены средние радиусы изосейст: 7-18 (2), 6-41 (10), 5-74 (27), 4-112 (20), 3-148 (14). Принимаемая номограмма ( $M, I_0, h$ ) для Закавказья при  $MLH = 4,7$  и  $h_{DM} = 20$  км,  $I_0 = 7$  баллам. По инструментальным данным глубина очага  $h = 25$  км, хотя эпицентры по инструментальным и макросейсмическим данным отличаются друг от друга на 35 км. Глубина очага Джейранчельского землетрясения  $h = 25$  км характерна для Куриинской тектонической впадины.

Механизм очага представлен на рис. 5, 6. Простирание одной из плоскостей разрыва не совпадает с направлением макросейсмического поля. Ось I направлена на северозапад. Подвижка по плоскости носит характер взбросов. Ось сжатия направлена на северо-восток, а ось растяжения - к западу. Ось промежуточного напряжения близгоризонтальна.

25 мая в 08 ч 06 мин ( $K = 12, MLH = 4,4$ ) на территории Джавахетского нагорья произошло землетрясение, которое ощущалось в населенных пунктах Дманиси, Тетри-Цкaro силой 4-5 баллов; Ахалкалаки, Абастумани, Болдановка, Боржоми, Степанаван - 4 балла; Тбилиси, Ленинкан - 3-4 балла при  $I_0 = 5 \div 6$  ( $h_I \approx 20$  км,  $h_{DM} = 24$  км, это противоречит инструментальной оценке глубины).

12 июля в 05 ч 04 мин ( $K = 11$ ) в Исмаилинском районе Азербайджанской ССР произошло землетрясение, которое ощущалось силой до 4 баллов, по этим данным  $I_0 = 4 \div 5, h_I = 6$  км,  $h_{DM} = 16$  км (табл. 10).

21 сентября в 05 ч 39 мин ( $K = 12, MLH = 3,9$ ) в Боржомском районе Грузинской ССР зарегистрировано землетрясение, которое ощущалось силой 5 баллов в населен-

Рис. 7. Макросейсмические данные эпицентральной зоны землетрясения 1 мая. Сост. Э.А. Царгарян, С.С. Каранетян, С.С. Симонян

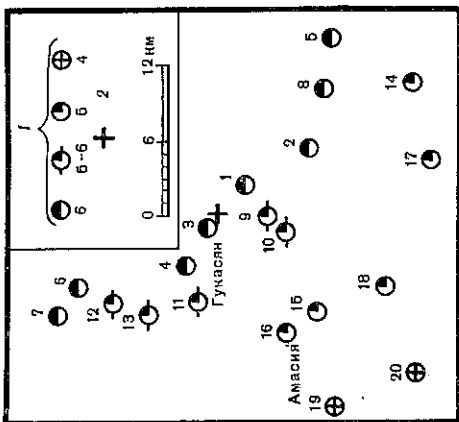
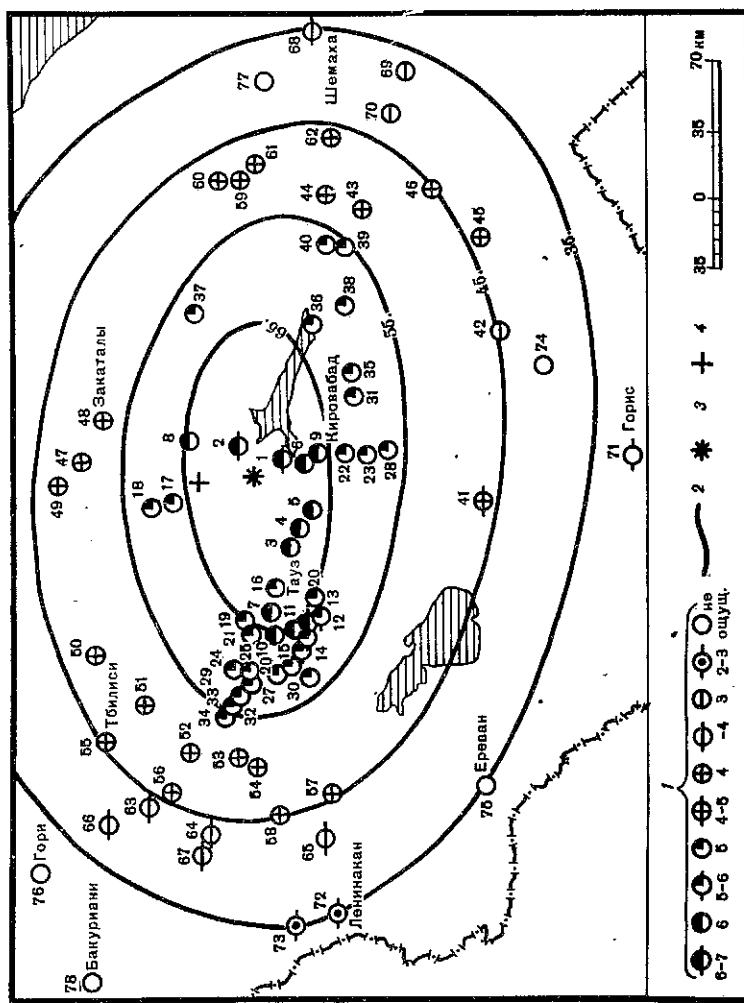


Рис. 8. Схема изосейст Джейранчельского землетрясения 3 мая. Сост. В.Г. Палашивили, А.Г. Гасанов, Э.К. Гюль, В.А. Каспаров, С.С. Каранетян, С.С. Симонян, Э.А. Царгарян



сквозные трещины на стыках стен, в некоторых местах обнаружено обрушение стен. С интенсивностью 6-7 баллов землетрясение ощущалось в населенном пункте Бидкенд, где также большинство людей в испуге покинули помещения, во многих местах наблюдалось откалывание кусков шпугатурки, трещины по кладке и на стыках стен, в старых домах сквозные трещины.

Дома и постройки в г. Берд, в селах Цитчин, Цахкаван, Паравакар, Ачаджур, Ноёмберян, Кохб, Айрум, Товуз, Дослу относятся к группе Б, реже - к группе А. Дома и постройки расположены в основном на гравелисто-галечных, супесчаных, суглинистых, песчаных и глинистых отложениях, реже на скальных породах. Для преоб-

Макросейсмические данные Джейранчельского землетрясения 3 мая

№ п/п	Пункт	Δ, км	№ п/п	Пункт	Δ, км
6-7 баллов					
1	Еникенд	36	41	Кельбаджар	108
2	Люксембург	39	42	Агдам	147
4 баллов					
3	Дюгяри	24	44	Уджары	153
4	Даллар	24	45	Геокчай	156
5	Шамхор	30	46	Агдабеди	168
6	Караджамарли	39		Зардоб	174
7	Варагаван	42		4 балла	
8	Эльдари	45	47	Белоканы	69
9	Караери	45	48	Закагалы	70
10	Паравакар	51	49	Лагодехи	84
11	Ахум	54	50	Сагареджо	87
5-6 баллов					
12	Верин Кармирахлор	52	51	Рустави	93
13	Берд	54	52	Шаумян	105
14	Чинчи	57	53	Шамлуг	105
15	Товуз	63	54	Алаверди	108
5 баллов					
16	Тауз	32	55	Тбилиси	114
17	Мирзаани	33	56	Болнис	123
18	Цигели-Цкаро	39	57	Кировакан	129
19	Актафа	42	58	Степанаван	132
20	Айчалзор	45	59	Кутакшен	164
21	Касах	48	60	Лаза	165
22	Кировабад	57	61	Вандам	165
23	Ханлар	63	62	Карамарьям	180
24	Достлу	66		3-4 балла	
25	Ипершеван	66	63	Тетри-Цкаро	135
26	Ачаджур	69	64	Сафарло	142
27	Шахкавао	72	65	Спитак	147
28	Аджикенд	72	66	Мангиси	147
29	Колкаган	72	67	Дманиси	150
30	Иджеван	74	68	Шемаха	228
31	Касум-Исмаилов	75	69	Керрар	230
32	Кохб	78		3 балла	
33	Ноемберян	82	70	Кюрдамир	198
34	Айрум	84		2-3 балла	
35	Казинбулаг	85	71	Горис	177
36	Мингечаур	98	72	Леннакан	183
37	Шеки	100	73	Гукасян	183
38	Евлах	110		Не ощущалось	
39	Ляки	315	74	Степанакерт	156
40	Агдаш	135	75	Ереван	162
			76	Гори	185
			77	Лагчи	204
			78	Бакуриани	216

ных пунктах Двири, Квabisхеви, Чатахеви и Чобисхеви (табл. 11). Землетрясение с наибольшей силой проявилось в с. Двири и в окружающих деревнях. В зданиях возникли трещины в углах и местах стыка, увеличилось раскрытие существующих трещин с дальнейшим их развитием.

В качестве примера рассмотрено наиболее поврежденное двухэтажное каменное здание с совмещенными железобетонными поясами-перемычками в с. Двири. Стены его возведены на очень слабом известковом растворе (2-3 кг/см<sup>2</sup>). Фасад второго этажа облицован из туфа чистой тески. При землетрясении на всю высоту здания в

Макросейсмические данные землетрясения 12 июля

№ п/п	Пункт	Δ, км	№ п/п	Пункт	Δ, км
4 балла					
1	Шабяна	3	10	Геймеле	23
2	Тазакенд	5	11	Кальницжак	27
3	Баскал	8		2-3 балла	
4	Исманлы	15	12	Ахсу	18
3-4 балла					
5	Кагнадзор	12	13	Сагян	22
6	Зогаллык	15	14	Карамарьям	24
3 балла					
7	Заргова	16	16	Не ощущалось	30
8	Кюлюлю	17	17	Шемаха	40
9	Мюджб	20		Вандам	

Макросейсмические данные землетрясения 21 сентября

№ п/п	Пункт	Δ, км	№ п/п	Пункт	Δ, км
5 баллов					
1	Двири	1	11	4 балла	
2	Квabisхеви	2	12	Сакочави	16
3	Чатахеви	3	13	Цихиджвари	16
4	Чобисхеви	3	14	Рвели	17
4-5 баллов					
5	Сакире	4	15	Цагвери	17
6	Тадзириси	4	16	Андезити	20
7	Боржоми	14	17	Кортанети	22
8	Тба	14	18	Тимотесубани	22
9	Даба	16	19	Бакуриани	25
10	Квизлиси	16		Ахалдаба	

Макросейсмические данные землетрясения 22 декабря

№ п/п	Пункт	Δ, км	№ п/п	Пункт	Δ, км
4-5 баллов					
1	Циори	15	8	3-4 балла	
2	Ситнахи	15	9	Кварели	48
3	Лагодехи	18	10	Цинадалли	50
4	Белоканы	24		Манави	54
3-4 балла					
5	Гурджаани	26	11	3 балла	
6	Велисцхе	33	12	Цигени-Дкаро	25
7	Закагалы	42	13	Мирзаани	36
			14	Пагара Шираки	48
				Телави	48

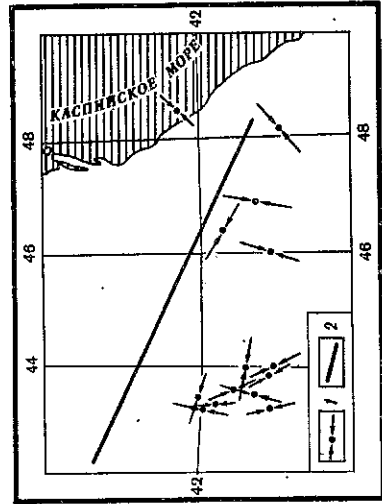
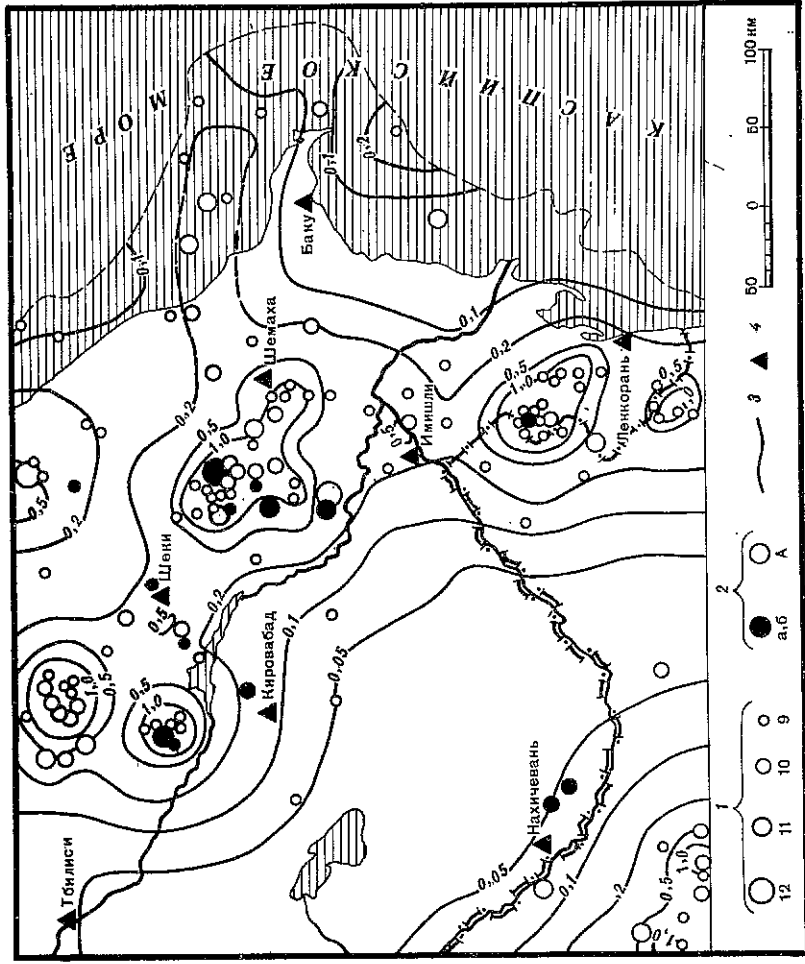


Рис. 9. Карта напряженного состояния землетрясений Кавказа. Сост. И.С. Шенгелия, Т.Н. Гоголадзе  
1 — ось напряжения сжатия; 2 — направление Главного Кавказского хребта

Рис. 10. Карта эпицентров землетрясений и сейсмической активности Азербайджана. Сост. В.А. Каспаров  
1 — энергетический класс:  $K$ ; 2 — точность определения эпицентров; 3 — изолинии сейсмической активности  $A_{10}$ ; 4 — сейсмическая станция



примыкании фасадной и левой торцевой стены образовалась сквозная трещина. В этой же зоне в угловых простенках возникли косые трещины раскрытием 1–2 мм, вызванные неравномерной осадкой фундаментов, которой способствовало увлажнение осадочных слоев от атмосферных вод. Кроме того, кладка углового простенка на втором этаже между кирпичным обрамлением окна и углов расположилась и наружный слой обрушился. Последнему способствовало почти полное отсутствие поперечной перевязки. По данным табл. 11 при  $I_0 = 5$ ,  $r_4 = 25$  км  $h_I = 12$ ,  $h_{II} = 20$ , что противоречит инст-рументальным данным.

22 декабря в 09 ч 49 мин ( $K = 11$ ,  $M_L H = 4,2$ ) в Сигнахском районе Грузинской ССР ощущалось землетрясение силой до 5 баллов. Макросейсмические данные этого зем-

летрясения приведены в табл. 12. По этим данным  $h_I = 10$  км,  $h_{II} = 20$  км. Для этого землетрясения представлен механизм очага (рис. 5, г).

На рис. 9 показаны ориентации напряжения сжатия в очагах землетрясений (см. каталог в Дополнительных параметрах очагов землетрясений). Как и следовало ожидать, из общей схемы деформирования территории Кавказа сжимающие напряжения в основном направлены поперек Главного Кавказского хребта. Ориентация промежуточного и растягивающего напряжений выражены не так отчетливо, но все же можно сказать, что в основном напряжения растяжения исследуемых землетрясений направлены параллельно Главному Кавказскому хребту, а промежуточные напряжения образуют к горизонту для всех землетрясений углы, не превышающие  $40^\circ$ . В 1982 г. для территории Азербайджана была построена зависимость, выражающая закон повторяемости землетрясений:

$$\lg N^* = -0,45 K + 3,74,$$

откуда следует, что наклон графика повторяемости для землетрясений с  $K \geq 8,5$  в этом году  $\gamma = -0,45 \pm 0,01$ .

Для исследуемой площади составлена карта сейсмической активности  $A_{10}$  (рис. 10). Значения активности для каждой зоны осреднения рассчитывались методом суммирования с постоянной точностью [13]. Постоянное число эпицентров  $N = 6$  для каждой переменной зоны осреднения обуславливало одинаковую погрешность расчета активности, равную 42%.

На карте сейсмической активности по изолиниям  $A_{10} = 0,5 \div 1,0$  выделяются четыре высокоактивные зоны. Две из них располагаются вдоль южного склона Большого Кавказа — это Исмаилинская (западнее и северо-западнее г. Шемаха) и Закалато-Лагодехская зоны, третья зона — в пределах Средне-Куринской впадины (севернее г. Кировабада) и, наконец, четвертая зона — в пределах северо-восточного склона Тальшской складчатой системы (Малый Кавказ, северо-западнее г. Ленкорани). Средний уровень сейсмической активности всей исследуемой площади равен  $A_{10} = 0,17$ . Наибольшая по площади зона низкой активности ( $A_{10} = 0,02 \div 0,1$ ) находится в пределах Малого Кавказа.

Все четыре сейсмоактивные зоны отличаются наибольшей плотностью расположения эпицентров слабых землетрясений, имеющих энергетический класс  $K = 6 \div 8$ . Однако высокая плотность эпицентров отмечается и на локальном участке зоны низкой сейсмической активности, расположенном южнее г. Кировабада. Но этот факт является следствием тех загнивающих во времени сейсмических событий, которые происходили здесь в 1980 и 1981 гг., когда величина активности  $A_{10}$  была равна 1,0 и 0,2 соответственно.

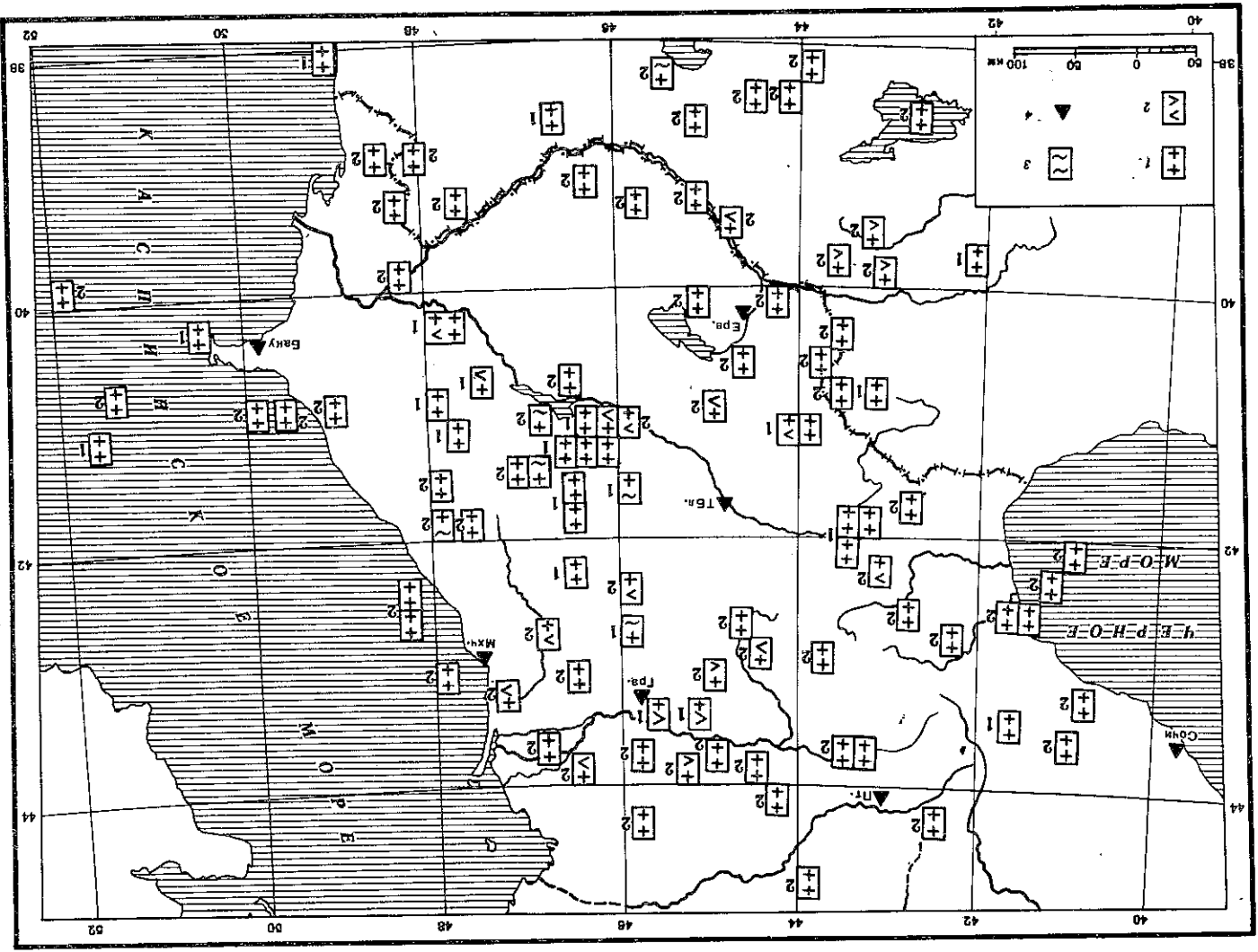
Для всего региона с точки зрения прогноза землетрясений представляет интерес анализ ансамбля землетрясений повышенной концентрации сейсмических событий в объеме  $\Delta\varphi, \Delta\lambda, \Delta h, \Delta T$ . Кавказский регион покрывается градусной сеткой шагом  $\Delta\varphi = 10', \Delta\lambda = 10'$ . Для каждого элементарного четырехугольника  $\Delta\varphi \Delta\lambda$  устанавливается энергетический класс представительных землетрясений за период 1962–1982 гг. по методике, описанной в [14]. На основании каталога представительных землетрясений определяются среднегодовые значения количества землетрясений  $\bar{N}$  и величины реализованной сейсмической энергии  $\bar{E}$  (по данным 1962–1982 гг.) для каждой ячейки  $\Delta\varphi \Delta\lambda$ . Материал наблюдений 1982 г. сравнивается со среднегодовыми значениями  $\bar{N}$  и  $\bar{E}$ . За аномальную принимается ячейка, в которой  $N > \bar{N} + 3\sigma_N$  и  $E > \bar{E} + 3\sigma_E$  или же  $N < \bar{N} - 3\sigma_N$  и  $E < \bar{E} - 3\sigma_E$ , где  $\sigma_N$  и  $\sigma_E$  — стандарты  $N$  и  $E$  случайных величин.

На рис. 11 представлены результаты анализа материала 1982 г. Слева ячейки цифра  $K \geq 11$ , которое сопровождалось форшоками и афтершоками. Цифра 2 означает, что за 1980–1982 гг. в данной ячейке не наблюдалось землетрясения с  $K \geq 11$ . Аномалия обозначается знаком плюс (верхний знак для  $N$ , нижний — для  $E$ ). В случае, когда  $\bar{N} < N < \bar{N} + 3\sigma_N$  или  $\bar{E} < E < \bar{E} + 3\sigma_E$ , знак плюс заменяется знаком  $>$ . Выделить области сейсмического затишья на основе только сейсмического материала одного года принципиально невозможно.



Рис. 11. Карта областей аномальной высокой сейсмической активности

Цифры у квадратов означают: 1 — аномалия связанная, 2 — аномалия, не связанная с землетрясениями, с  $K \geq 11$  за 1980—1982 гг. 1 — аномалия по количеству землетрясений  $N$  (верхний знак) и по суммарной энергии землетрясений  $E$  (нижний знак); 2 — параметр  $N$  или  $E$  больше или меньше  $N_{\Sigma}$ , но не выходящий за  $N + 3\sigma_N$  и  $E + 3\sigma_E$ ; 3 — параметры  $N$ ,  $E$  сохраняют значения, близкие к  $N_{\Sigma}$ ,  $E_{\Sigma}$ ; 4 — сейсмическая станция



ЛИТЕРАТУРА

1. *Паналишвили В.Г.* Землетрясения Кавказа. — В кн.: Землетрясения в СССР в 1980 году. М.: Наука, 1983, с. 19—29.
2. *Левинская А.Я., Лебедева Т.М.* Географ сейсмических волн на Кавказе. — Кварт. сейсм. бюл., Тбилиси, 1953, т. 11, № 1/4, с. 51—60.
3. *Джикая А.Д.* Сейсмичность Джавахетского (Ахалкалакского) нагорья и прилегающих районов. — Тр. Ин-та геофизики АН ГССР, Тбилиси, 1957, т. 16, с. 177—219.
4. *Мурусидзе Г.Я.* Строение земной коры и верхней мантии в Грузии и сопредельных районах по сейсморазведочным данным. Тбилиси: Мецниереба, 1976. 168 с.
5. *Соловьева О.Н., Агапарова Э.Б., Геджян Э.Г.* и др. Калибровочные функции для определения магнитуды по короткопериодной волне  $P$  на эпицентральных расстояниях 300 км землетрясений Кавказа. — В кн.: Интерпретация сейсмических наблюдений. М.: Радио, 1983, с. 65—72.
6. *Востриков Г.А., Малевская О.Я., Шабалин Н.В.* Энергетическая (магнитудная) классификация землетрясений. — В кн.: Дагестанское землетрясение 14 мая 1970 г. М.: Наука, 1980, с. 92—97.
7. *Желанкина Т.С., Кейлис-Борок В.И., Писаренко В.Ф.* и др. Определение механизма землетрясений на цифровой ЭВМ. — В кн.: Алгоритмы интерпретации сейсмических данных. М.: Наука, 1971, с. 3—27. (Вып. из сейсмологии, Вып. 5).
8. *Гасанов А.Г., Гюль Э.К.* Зарубское землетрясение в январе 1982 г. — В кн.: Каталог землетрясений Азербайджана. Баку, 1982, с. 16—19.
9. *Габриелян А.А., Сиркисян О.А., Симонян Г.Д.* Сейсмостектоника Армянской ССР. Ереван: Изд-во Ереван. ун-та, 1981. 282 с.
10. *Адымян А.И.* Мегринская группа интрузивов. — В кн.: Геология СССР: Армянская ССР. М.: Недра, 1970, т. 43, с. 323—332.
11. *Гасанов А.Г., Гюль Э.К., Кулиев Ф.Т.* и др. Куткашенское землетрясение в апреле-мае 1982 г. — В кн.: Каталог землетрясений Азербайджана. Баку, 1982, с. 16—18.
12. *Гасанов А.Г., Гюль Э.К., Агапарова Э.Б.* и др. Макросейсмический эффект Джейранчельского землетрясения 03.05.82 г. на территории Азербайджана. — В кн.: Каталог землетрясений Азербайджана. Баку, 1982, с. 13—15.
13. *Ризниченко Ю.В.* Метод суммирования землетрясений для изучения сейсмической активности. — Изв. АН СССР. Сер. геофиз., 1964, № 7, с. 969—977.
14. *Аранович З.И., Ахалбабашвили А.М., Гоцадзе О.Д.* и др. Методика расчета эффективности сети региональных сейсмических станций на примере Кавказа. — В кн.: Вопросы оптимизации и автоматизации сейсмических наблюдений. Тбилиси: Мецниереба, 1977, с. 27—57.

УДК 550.348.436 (235.132)

Г.Л. Голинский, А.Р. Рахимов, Г.А. Аннаоразова,  
Н.П. Смирнова

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ КОПЕТДАГА

Сейсмичность Копетдагского региона, в который включена вся территория Туркменистана, а также северные районы Ирана и Афганистана, в 1982 г. изучалась региональной сетью, состоявшей из 17 сейсмических станций. Регистрацию землетрясений отдельных районов Копетдага обеспечивали следующие станции: Западной Туркмении — Красноводск, Небит-Даг и Чагыл (рис. 1); юго-западной Туркмении и примыкающих провинций Северного Ирана — Кара-Кала, Кизыл-Атрек и Кизыл-Арват; восточной части Копетдага, северо-запада Афганистана и северо-востока Ирана — Каушут, Серахс и Чарджоу. Ашхабадский район, составляющий основу геодинамического полигона по изучению предвестников землетрясений, контролировали восемь станций: Ашхабад, Ванновская, Маныш, Гяурс, Овадан-Тепе, Гермаб, Гаудан, Серный, а также