

О. А. Асманов, С. С. Арефьев, С. А. Каспаров,  
Р. А. Левкович, В. И. Шукли

## Киятлинское землетрясение 13 ноября 1974 г. в Дагестане

В горном Дагестане 13 ноября 1974 г. в 2 ч 36 м по гринвичскому времени произошло землетрясение с интенсивностью в эпицентре 7 баллов. По данным ближайших стационарных и экспедиционных сейсмических станций Махачкала, Дылым, Буйнакск, Дубки, Ахты координаты эпицентра:  $\varphi = 42^{\circ}48'$ ,  $\lambda = 46^{\circ}30'$ ; глубина очага 5 км. По данным региональной сети сейсмических станций Кавказа  $K = 13$ ,  $M = 4,7$ .

Основному толчку предшествовала серия форшоков 25–27 июля 1974 г., из которых наиболее сильный произошёл 27 июля в 5 ч 50 м (энергетический класс  $K = 10,4$ ) и вызвал 5–6-балльное сотрясение в с. Киятль (в некоторых домах вплоть до обрушения кровли, вывала стен). Для этого форшока характерно быстрое убывание силы воздействия с расстоянием, так что уже в с. Инхо и Игали, отстоящих на 4–7 км от с. Киятль, он проявился с силой 3–4 балла, что говорит о небольшой глубине очага этого землетрясения (1–1,5 км). В период форшоков жители с. Киятль многократно отмечали сопровождавшиеся гулом подземные толчки, которые не зарегистрированы инструментально. Не исключена возможность, что они связаны с локальным процессом обрушения приповерхностных карстовых полостей на Кильдизеэрском плато, споровозраванным форшоками.

После основного толчка в период с 13 по 18 ноября было проведено макросейсмическое обследование 42 населенных пунктов. Анализ предварительных данных показал, что направление области афтершоков и направление оси макросейсмического поля не совпадают. Повторное обследование с включением дополнительных пунктов существующих изменений в карту изосейст не внесло. Основные результаты макросейсмического обследования приведены в табл. 1. При оценке интенсивности по шкале MSK-64 наибольшее внимание уделялось современным постройкам из кирпича и рваного камня на цементном растворе, а также саманным домам, построенным после 1970 г.

В плейстоценовой области наблюдались грунтовые деформации в форме трещин в коренных породах с шириной раскрытия 2–3 мм, оползни в делювиальных отложениях, камнепады. В с. Киятль и Шабдух интенсивность сотрясений достигала 7 баллов: в строениях из рваного камня на глинистой связке наблюдались повсеместно значительные конструктивные повреждения — широкие сквозные трещины, отходы стен, не имеющие связи, и др. (рис. 1, а), в отдельных зданиях отмечены обрушения кровли, вывалы наружных стен (рис. 1, б). Селение Киятль расположено в неблагоприятных грунтовых условиях, на мощном пролювиальном конусе, что несколько усилило локальное воздействие.

В с. Инхо, Кижали, Тлярата (Гумбетовский район), Мехельта, Игали интенсивность землетрясения оценивается в 6–7 баллов. Здесь отмечены грунтовые деформации в форме трещин на дорогах с шириной раскрытия 2–5 мм, камнепады, сейсмогравитационные деформации в мокрой насыпных грунтах.

Население в испуге выбегало из помещений. Из строений в этой зоне пострадали общественные здания, сложенные из кирпича и рваного камня на цементном растворе.

36

Макросейсмические данные о землетрясении 13 ноября 1974 г.

Пункт	$\Delta$ , км	Пункт	$\Delta$ , км	Пункт	$\Delta$ , км
7 баллов		Муни	16	4 балла	
Киятль	3	Ахвах	23	Буйнакск	51
Шабдух	4			Нижний Дженгутай	59
6–7 баллов		Ирганай	33	Урма	63
Инхо	3	Унцуккуль	26	Гуниб	52
Кижали	8	Карата	18	Ведено	39
Тлярата	7	Анди	18	Кенхи	42
Мехельта	7	Танда	25	3–4 балла	
Игали	10	Иадрара	32	Леваши	71
6 баллов		Бурлунай	30	Хаджалмахи	62
Кахаброса	17	Тинди	41	Сипьди	54
Цирката	20	Хунзах	29	Хасавюрт	58
Плох	9	4–5 баллов		Махачкала	88
5–6 баллов		Гергебиль	50	Кизилюрт	63
Агвали	39	Эчеда	50	Кособ	52
Хушдада	35	Ансалта	31	Дуртели	58
Боглих	26	Дылым	39	Не оощагось	
Гагаль	34	Цуриб	60	Грозный	90
Риквани	14	Орото	48	Дербент	165
		Чарада	56	Касумкент	180
		Короди	42		
		Новолакск	39		

ре, получившие слабые конструктивные повреждения (трещины в перегородках, над дверными и оконными проемами, тонкие трещины в капитальных стенах и др.). В 5–6-балльной зоне обследовано десять селений. Наиболее характерные повреждения: трещины в штукатурке, падение предметов со стен и полок. Наблюдается испуг людей. В школах были прекращены занятия.

По макросейсмическим данным эпицентр землетрясения, определенный как центр тяжести плейстоценовой зоны, расположен вблизи с. Киятль ( $\varphi = 42^{\circ}43'$ ,  $\lambda = 46^{\circ}28'$ ), что совпадает с инструментальными координатами основного форшока 27 июля 1974 г. Глубина очага по макросейсмическому полю порядка 5–10 км при коэффициенте затухания  $\mu = 5,0$ . Плейстоценовая область (рис. 2), ограниченная 7-балльной изосейстой, представляет собой эллипс, вытянутый в северо-восточном направлении на 12–15 км, по малой оси до 5 км. Остальные изосейсты ориентированы по длинной оси в том же направлении, почти перпендикулярно большой оси зоны афтершоков. Это позволяет предположить, что сейсмическая энергия основного толчка была в какой-то мере сконцентрирована вдоль антикавказского разлома, играющего роль волновода. Сходное усиление балльности в надразломных участках отмечено и для макросейсмического поля Дагестанского землетрясения 14 мая 1970 г.

Механизм очага этого землетрясения, определенный С.С. Арефьевым, характеризуется следующими параметрами (рис. 3). Первый вариант: азимут простирания плоскости разрыва  $Az_1 = 65 \pm 10^{\circ}$ ; падение плоскости разрыва к северо-северо-западу под углом  $a_1 = 65 \pm 10^{\circ}$  к горизонту; подвижка типа правостороннего сдвига с компонентами по простиранию 0,90 и по падению 0,42. Второй вариант: азимут простирания плоскости разрыва  $Az_2 = 148 \pm 10^{\circ}$ ; падение плоскости разрыва к запад-северо-западу под углом  $a_2 = 67 \pm 10^{\circ}$  к горизонту; подвижка типа левостороннего сдвига.

3-3 837



Рис. 1. Типичные повреждения строений в с. Кизлярь.

ронного сдвига с компонентами по простиранию 0,86 и по падению 0,50. Решение дается по 38 знакам, из них 20 плюсов (в том числе пять противоречащих решению) и 18 минусов (в том числе четыре противоречащих решению). Число противоречащих знаков (24%) близко к допустимому пределу, что говорит о невысокой надежности решения. Землетрясение 13 ноября сопровождалось роем афтершоков, прослеженным до 28 декабря. 23 декабря в 45 км к северо-востоку от его эпицентра произошло новое значительное землетрясение (см. следующую статью). Инструментальные данные по предварительным, основному и повторным толчкам землетрясения 13 ноября приведены в табл. 2.

Определение эпицентров осуществлялось методом засечек; достоверность координат характеризуется классом точности:  $a = \pm 3$  км,  $b = \pm 5$  км,  $c = \pm 7$  км. На рис. 4 представлена схема размещения эпицентров Кизлятинского землетрясения. Размеры афтершоковой области  $40 \times 8$  км; соответственно площадь поверхности  $S = 320$  км<sup>2</sup>. Как видно из табл. 2, для форшокового периода отмечены землетрясения с  $K = 10$ , для афтершокового периода — с  $K \geq 8$ . Представительными для рассматриваемой зоны (афтершоковой области) считались землетрясения с  $K \geq 9$ , надежная регистрация которых обеспечивалась сетью сейсмических станций Дагестана.

Распределение числа землетрясений по энергетическим классам представлено ниже, где  $N_a$  — число толчков за весь рассматриваемый промежуток времени (июль — декабрь 1974 г.),  $N_b$  — за период афтершоковой деятельности (ноябрь — декабрь 1974 г.):

$K$	8	9	10	11	14
$N_a$	8	8	7	4	1
$N_b$	8	8	4	3	

Рис. 2. Схема изосейст Кизлятинского землетрясения  
I — бальность

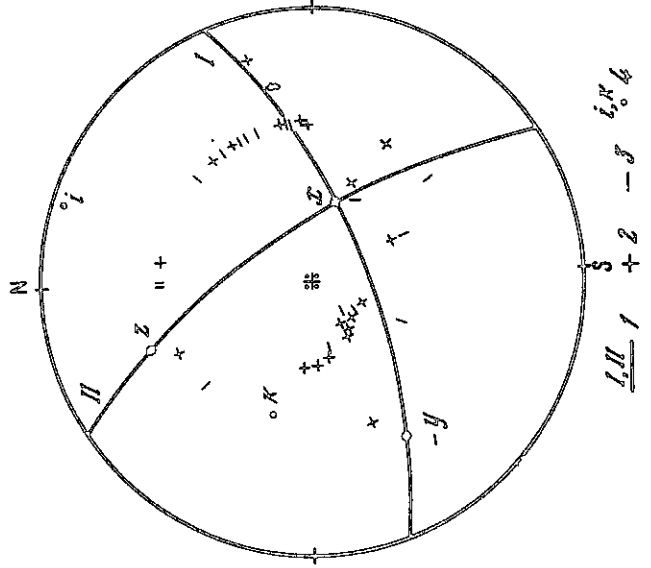
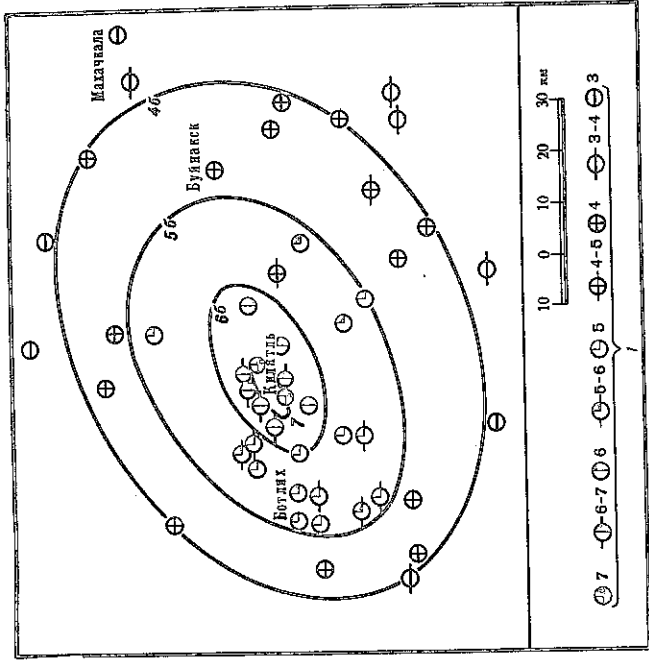


Рис. 3. Диаграмма для определения механизма очага для Кизлятинского землетрясения

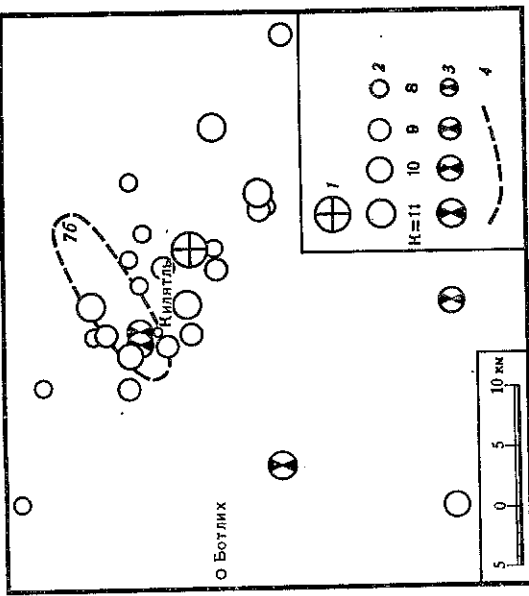
1 — нодальные линии  
P-волна; 2 — волна сжатия; 3 — волна разрезания; 4 — оси напряжения сжатия и растяжения

Для обоих отрезков времени значения угловых коэффициентов  $\gamma_a = 0,20$ ,  $\gamma_b = 0,23$  значительно меньше среднего значения для Дагестана  $\gamma = 0,58$  [1]. Следуя [2, 3], можно предположить, что квазивязкость среды в данной области сравнительно высока; сама же среда слабогетерогенная (относительно однородная). Разумеется, сказанное относится только к рассматриваемому промежутку времени и той глубине, на которой расположены гипоцентры землетрясений.

Форшоки и афтершоки землетрясения 13 ноября

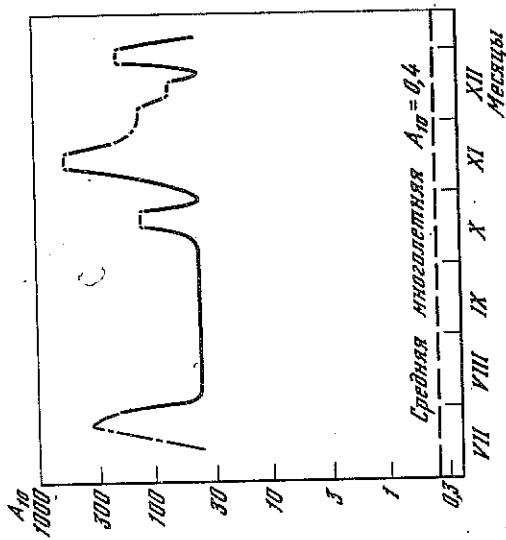
№ п/п	Дата	Момент, возникновение, ч м с	Координаты эпицентра			К	Точность определения эпицентра
			φ	λ	Е		
1	25.VII	23 54 10,4	42° 38'	46° 30'	10	a	
2	26.VII	21 32 47,7	42 30	46 30	10	c	
3	27.VII	05 50 53,5	42 43	46 28	10	a	
4	22.X	06 42 55,5	42 43	46 28	10	a	
5	13.XI	02 36 21,9	42 41	46 33	14	a	
6	13.XI	02 43 26,0	42 45	46 30	11	c	
7	13.XI	03 15 14,1	42 47	46 25	8	c	
8	13.XI	03 23 59,9	42 45	46 28	8	a	
9	13.XI	04 01 14,4	42 41	46 30	11	b	
10	13.XI	04 09 33,3	42 40	46 32	9	c	
11	13.XI	04 26 07,1	42 45	46 29	9	c	
12	13.XI	12 14 23,0	42 41	46 28	9	a	
13	13.XI	18 05 03,4	42 42	46 32	8	b	
14	13.XI	23 48 51,2	42 43	46 31	8	a	
15	13.XI	23 52 45,5	42 44	46 33	8	c	
16	14.XI	19 08 48,1	42 48	46 18	8	a	
17	15.XI	00 39 56,1	42 43	46 34	8	c	
18	16.XI	09 21 57,1	42 44	46 27	8	c	
19	16.XI	20 43 52,6	42 40	46 33	8	c	
20	18.XI	10 04 05,8	42 42	46 28	9	a	
21	18.XI	11 13 37,1	42 40	46 40	11	c	
22	20.XI	02 42 22,2	42 44	46 27	10	c	
23	21.XI	14 41 44,7	42 53	46 18	10	c	
24	23.XI	07 51 38,4	42 44	46 25	9	c	
25	24.XI	06 54 56,5	42 37	46 46	10	c	
26	6.XII	18 19 59,4	42 38	46 36	9	c	
27	14.XII	05 40 02,8	42 50	46 35	11	c	
28	28.XII	01 36 27,9	42 38	46 36	11	c	

Рис. 4. Схема размещения эпицентров Клягинского землетрясения



1 — эпицентр главного толчка по инструментальным данным; 2 — афтершоки; 3 — форшоки; 4 — 7-балльная изосейста

Рис. 5. График изменения во времени сейсмической активности (июль — декабрь 1974 г.)



Для анализа сейсмического режима периода активизации рассматриваемой зоны был построен график изменения во времени сейсмической активности  $A_{10}$  (рис. 5). Интервал осреднения был выбран равным десяти дням; с шагом в пять дней (скользящая декада через каждые пять дней) рассчитывалась величина сейсмической активности [4, 5] по формуле

$$A_{10} = \frac{1000}{5T} \sum_{K_{\min}}^{K_{\max}} [10 \gamma \cdot (K - 10) N_k / K_{\max} - K_{\min} + 1]$$

В нашем случае  $S = 320 \text{ км}^2$ ,  $T = 0,027$  года. Для тех интервалов времени, когда землетрясений отмечено не было, значение активности принималось равным среднему по всему рассматриваемому промежутку ( $T = 0,5$  года,  $A_{\text{ср}} = 40$ ). Это явно завышенная оценка, но общую картину изменения активности она почти не искажает.

Как видно из рис. 5, после значительной активизации в июле наблюдается почти трехмесячное затишье. Основному толчку предшествует небольшой всплеск с последующим спадом. Для афтершокового периода характерен обычный ступенчатый спад активности, который в конце декабря нарушен новым подъемом. Возможно, что это резонанс на подвижки в очаге близрасположенного Салагауского землетрясения 23 декабря 1974 г. Из рисунка также видно, что в рассматриваемый период сейсмическая активность  $A_{10}$  на два-три порядка превосходит среднюю многолетнюю, которая для данного района равна 0,4 [1].

Из расположения эпицентров (рис. 4) следует, что афтершоковая область ориентирована в основном в юго-восточном — юго-западном направлении, а форшоки малочисленны и разбросаны по площади, так что трудно выделить преобладающее направление.

Можно, однако, предположить, что первые два землетрясения в этой зоне (25-26 июля), рассматриваемые как форшоки основного толчка, фактически связаны с другим очагом. В пользу такого предположения говорит и ориентация основных геологических структур. В геологическом отношении очаги этих землетрясений расположены в пределах известнякового Дагестана, представляющего собой современное структурное поле сложнопостроенный складногорный, сложенный тремя антиклинальными зонами: внешней, центральной и внутренней. Афтершоко-

О. А. Асманов, С. С. Арефьев, Ш. Г. Идармацев, С. А. Каспаров,  
П. И. Крамьшин, Р. А. Левкович, В. И. Шуккин

## Салатауское землетрясение 23 декабря 1974 г. в Дагестане

Землетрясение произошло 23 декабря в 5 ч 22 м в предгорном Дагестане с интенсивностью в эпицентре 7 баллов. По данным экспедиционных сейсмических станций Дубки, Каранай, Дылым, Буйнакск, расположенных на эпицентральных расстояниях от 7 до 30 км, координаты основного толчка:  $\varphi = 42,3^\circ$ ,  $\lambda = 46,9^\circ$ ; точность определения эпицентра  $\pm 2$  км; глубина очага 13 км; энергетический класс  $K = 13,6$ .

Эпицентр землетрясения расположен в центральной части плато Сала-Тау, в 40 км к северо-востоку от Килытинского землетрясения 13 ноября 1974 г. (см. отдельную статью в настоящем сборнике).

В геологическом отношении очаговая область находится в пределах Хадумского купола, представляющего собой крупное поперечное поднятие, осложняющее южный борт Терско-Каспийского краевого прогиба. По существующим представлениям геологическое строение Хадумского купола обусловлено наличием криптолакколита с глубиной залегания вершины магмогенного тела порядка 5 км.

В геологическом плане район состоит из терригенно-карбонатных мезокайнозойских отложений в стратиграфическом интервале юра — палеоген. Характерной особенностью разреза является развитие субвертикальных зон окварцевания в пределах Хадумского купола, что доказывает наличие магматического тела в ядре купола. Гипоцентр основного толчка расположен на границе между осадочным чехлом и консолидированным субстратом, а афтершоковая область протяженностью 15 км пересекает осадочный чехол центральной части Хадумского купола параллельно зоне глубинных антикавказских разломов северо-восточного простирания. В плане афтершоковая область имеет два ортогональных ответвления, совпадающих с разрывной тектоникой Хадумского купола.

Координаты гипоцентров основного толчка и афтершоков определялись методом Вадати или методом изохрон с использованием записей сейсмических станций Махачкала, Буйнакск\*, Дылым\*, Каранай\* и Дружба\*.

Из близких станций основной толчок наиболее четко был зарегистрирован сейсмической станцией Буйнакск (СКМ + ГЬ-III и ИСО-2 + С5С), расположенной в 30 км от эпицентра землетрясения (рис. 1). Сейсмическая станция Дылым (СКМ + ГЬ-III) находилась еще ближе к эпицентру, и запись основного толчка здесь почти не читаема, но хорошо выделяется серия толчков, последовавшая сразу за главным, когда в течение 8 м произошло восемь землетрясений, одно из которых с  $K = 11$ , два с  $K = 10$ , два с  $K = 9$ , три с  $K = 8$ .

Максимальное смещение при главном толчке на сейсмической станции Буйнакск равно 0,73 мм при периоде  $T_s = 1,3 \div 1,5$  с, что соответствует по шкале MSK-64 интенсивности  $I_0 = 5$  баллов. Время нарастания амплитуды колебаний от момента вступления

\* Экспедиционная станция.

вая область Килытинского землетрясения приурочена к центральной антиклинальной зоне в районе сочленения Аракмеэрской и Глохской антиклиналей, а эпицентр основного толчка приурочен к периклинальному прогибу Аракмеэрской антиклинали, ортографически выраженному Кильдизмеэрским верхнемеловым плато. В пространственном отношении землетрясения 25–26 июля связаны с внутренней антиклинальной зоной. В геологическом строении района принимают участие кimmerийский субстрат и осадочный чехол в стратиграфическом интервале нижняя юра — верхний мел. Мощность осадочного чехла 5–7 км. В свою очередь разломная тектоника района землетрясения 13 ноября 1974 г. контролируется двумя системами: субкавказской — вдоль оси центральной антиклинальной зоны, являющейся надразломной структурой, и антикавказской, совпадающей на данном участке с долиной р. Андийское Койсу. Глубинные разломные зоны в осадочном чехле проявляются в виде флексур и разрывных нарушений, осложняющих складчатость. Пространственное положение очага основного толчка соответствует приблизительно границе субстрата и осадочного чехла в зоне пересечения указанных глубинных разломов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Джибладзе Э. А. Сейсмическая активность и максимальные землетрясения для территории Грузии и ее окрестностей. — В кн.: Изучение сейсмической опасности. Ташкент: Фан, 1971.
2. Бутюгская Е. М., Кузнецова Е. И. Зависимость графиков повторяемости землетрясений от глубины очага и ее возможное истолкование. — Изв. АН СССР. Физика Земли, 1971, № 2.
3. Кузнецова К. И. Закономерности разрушения упруговязких тел и некоторые возможности приложения их к сейсмологии. М.: Наука, 1969.
4. Бунэ В. И., Кулагин В. К., Соболева О. В. Сейсмический режим Вахшского района Таджикской ССР. Душанбе: Изд-во АН ТаджССР, 1965.
5. Отчет лаборатории сильных землетрясений "Дагестанское землетрясение 1970 г." М.: Фонды ИФЗ АН СССР, 1971.