

Л и т е р а т у р а

1. Оперативный сейсмологический бюллетень № 3 (94) региона Кавказа за 21-31 января 1986 г. Тбилиси, 1986. С. 4-7.
2. Сейсмологический бюллетень. 21-31 января 1986 г. Обнинск, 1986. С. 11-17.
3. Папалашвили В.Г., Агаларова Э. Б., Казимири Л.А. и др. Региональный каталог Кавказа // Наст. сборник.
4. Основной каталог сильных землетрясений на территории СССР // Наст. сборник.
5. Шабалин Н.В. Методы использования инженерно-сейсмологических данных при сейсмическом районировании // Сейсмическое районирование СССР. М.: Наука, 1986. С. 95-111.

УДК 550.348.436 (479)

Г.Л.Голинский, Н.В.Кондорская, А.И.Захарова, Н.В.Вандищева,
Э.Б.Агаларова, С.Р.Агамирзов, М.Г.Брук, Д.Гарагозов,
Ф.Т.Кулиев, Н.А.Лагова, Ч.М.Муратов, Т.Г.Раутиан,
Б.М.Панахи, А.Р.Рахимов, Е.А.Рогожин, Р.Н.Шафадиев,
Л.С.Ченкунас

КАСПИЙСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 6 МАРТА

Землетрясение произошло 6 марта в 00 ч 05 мин в акватории Каспийского моря и сопровождалось большим количеством повторных толчков, среди которых 65 имели энергетический класс $K_p \geq 10$, из них 25 с $K_p \geq 11$. Основная доля афтершоков приходится на первые сутки (табл. 1).

Т а б л и ц а I
Количественное распределение афтершоков Каспийского землетрясения 6 марта

Время наблюдения	Энергетический класс K_p						Всего	$\sum E_{10-12}$ Дж
	7	8	9	10	11	12		
Первые сутки с 6 по 30 марта	40	53	26	7	4	1	131	1,5
	51	99	51	17	4	4	226	4,6

Землетрясений этого года расположена на 180 км юго-западнее очаговой зоны землетрясения 1963 г.

Инструментальные данные о землетрясении подготовлены Э.Б.Агаларовой, М.Г.Бруком, Н.В.Кондорской, Н.А.Лаговой, Т.Г.Раутиан, А.Р.Рахимовым, Ф.Т.Кулиевым, А.И.Захаровой, Л.С.Ченкунас.

Макросейсмическое поле и очаговая зона Каспийского землетрясения изучались эпицентральной экспедицией Института сейсмологии АН ТССР [2] и сотрудниками Института геологии АН АЗССР. Соответствующие данные для статей подготовлены Г.Л.Голинским (отв. исполнитель), С.Р.Агамирзовым, Б.М.Панахи, М.П.Пашаевым, Д.Л.Рахимовым, Р.Н.Шафадиевым, Р.Ю.Юсифовым. Данные тектонической обстановки подготовлены Е.А.Рогожиным, Б.М.Панахи. Обобщение и анализ результатов проведены Г.Л.Голинским, Н.В.Кондорской, А.И.Захаровой, Н.В.Вандищевой.

Инструментальные данные

Землетрясение зарегистрировано всей сейсмической сетью Туркменской ССР, Кавказского региона, большинством стационарных сейсмических станций Советского Союза и мировой сети.

Идентифицированы результаты определения параметров гипоцентра основного землетрясения по различным системам наблюдений приведены в табл. 2.

Здесь 1, 2 - решения из Сейсмологического бюллетеня ОМЭ ИФЗ [3] и ЕР [4] соответственно, полученные по данным в основном удаленных сейсмических станций; решения 3, 4 основаны на наблюдениях региональных сетей станций Азербайджана и Туркмении соответственно, расположенных в узких азимутальных створях [5].

Т а б л и ц а 2
Параметры гипоцентра основного землетрясения 6 марта

№ П/П	t_0 , ч мин с	φ , °	λ , °	h, км	Характеристика исходных данных	
					Δ , км	Δ , км
1	00 05 38,8	40,2	51,57	48	0-110; 270-360	250
2	00 05 38,4	40,37	51,55	33	0-360	510
3	00 05 38	40,2	51,7	45	250-320	100
4	00 05 38	40,2	51,6	44	80-140	120
5	00 05 38,2	40,06	51,63	29	80-130; 240-300	90

*Азимутальный створ расположения сейсмических станций.

†Расстояние до ближайшей станции.

‡Сейсмостанции расположены неравномерно по азим.

Решение 5 получено методом групповой гипоцентры [6] по данным станций Кавказа и Туркмении с оптимальным из возможных азимутальным окружением.

Надежность решения по групповой гипоцентры (табл. 2, № 5) основывается на проведенной цикла последовательных приближений, включающих расчет как параметров калибровочного землетрясения, так и стационарных поправок. Сравнительно высокая надежность землетрясения, который и был принят в качестве окончательного, ров основного землетрясения, который и был принят в качестве окончательного, а также параметры гипоцентров 117 афтершоков (см. Основной каталог сильных землетрясений на территории СССР и Каталог афтершоков Каспийского землетрясения 6 марта).

Магнитуда. Магнитуда землетрясения 6 марта, оцененная по поверхностным волнам, по данным ЕСН равна 6,2 (59 станций) [3]; аналогичная магнитуда (M_s) по данным мировой сети равна 6,3 (20 станций) [4]; по объемным волнам по данным ЕСН $M_{WB} = 6,4$ (15 станций) и $M_{WA} = 6,2$ (30 станций) [3], эквивалентное значение по данным мировой сети $m_b = 6,2$ (95 станций) [4]; магнитуда, оцененная по коде, равна 6,2 (9 станций).

В Основном каталоге сильных землетрясений приняты следующие значения магнитуд как наиболее достоверные: $M_{LN} (MLV) = 6,2 \pm 0,1$; $M_{WB} = 6,4 \pm 0,2$; $M_{WA} = 6,2 \pm 0,1$.

Механизм очага. Результаты определения механизма очага по различным системам наблюдений приведены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3
Параметры механизма очага 6 марта

№ П/П	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости								
	T			N			P			NP1			NP2		
	PL	AZM	DP	PL	AZM	DP	PL	AZM	DP	STK	SLTP	DP	STK	SLTP	DP
1	50	37	10	294	38	198	116	84	101	238	II	32			
2	20	88	26	347	57	211	337	70	-64	212	34	-140			
3	49	63	6	306	26	214	129	71	96	290	20	4			
4	42	26	4	119	48	214	300	87	-86	67	5	-142			

Решения 1-3 получены исходя из знаков первых вступлений Р-волн, решение 4 - методом тензора момента-центроида [4].

Решения 1 и 2 рассчитаны на ЭМ с выбором оптимального решения по максимальному значению функции правдоподобия в 85%-ной доверительной области и вручную соответственно (см. каталог механизмов очагов землетрясений Кавказа) по одним и тем же исходным данным 77 станций ЕССН и мировой сети, причем 32 станции расположены на расстоянии до 10°.

Решение 3 рассчитано на ЭМ с использованием географа Джеффриса-Буллена по данным 22 региональных станций ЕССН ($\Delta < 10^\circ$) и 119 удаленных станций ЕССН и мировой сети (см. каталог механизмов очагов сильных землетрясений мира). В этом решении практически участвовали все исходные данные, использованные для решений 1 и 2.

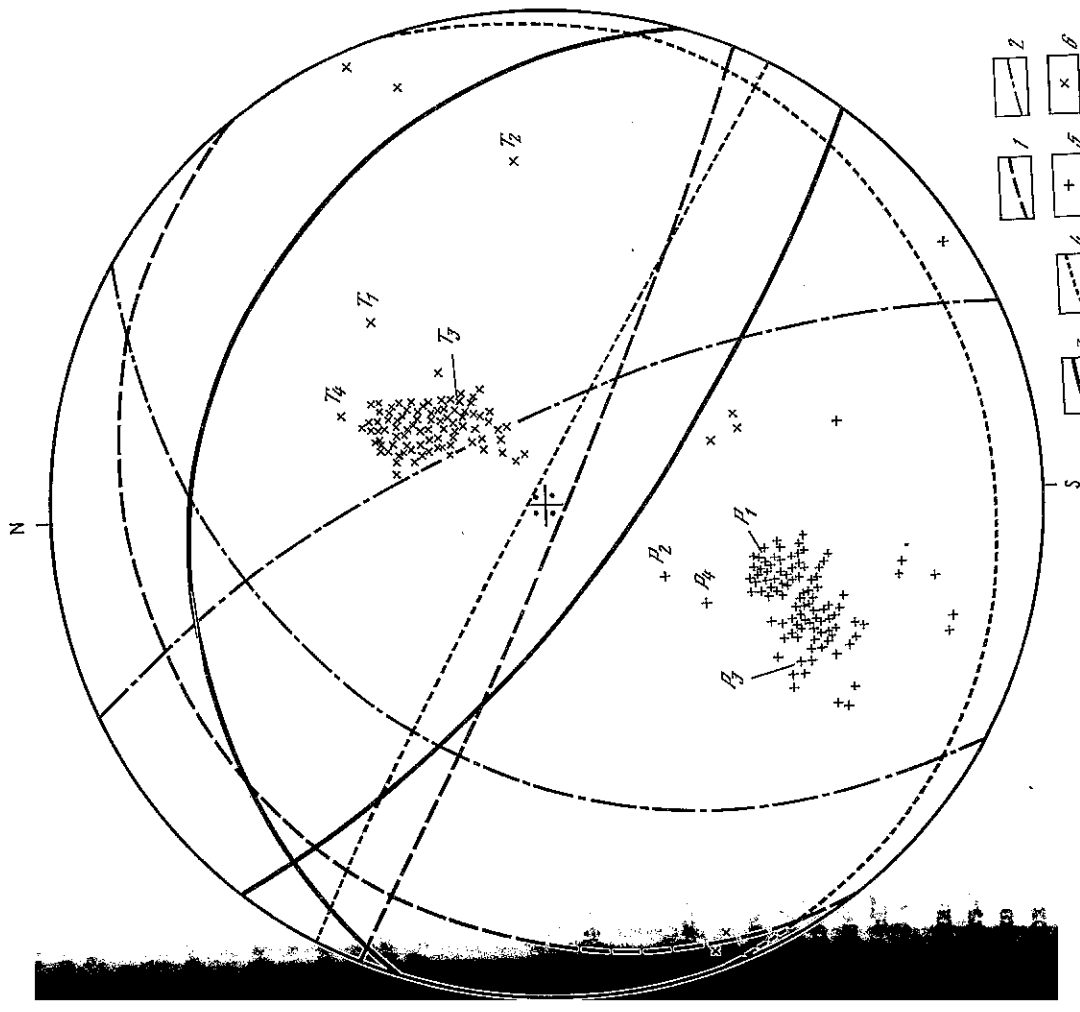
Как видно из табл. 1, решения 1 и 2 существенно различаются. Это может быть объяснено использованием различных моделей строения земной коры для определения углов выхода сейсмических лучей (географ Джеффриса-Буллена и географ Лебеловой-Левинской в решениях 1 и 2 соответственно), а также различными способами определения параметров механизма очага.

Решение 4 получено с помощью инверсии волновых форм записей цифровых станций мира от первых вступлений Р-волн до фундаментальных мод поверхностных волн [4].

Следует отметить, что решения 1, 3 и 4 находятся в хорошем согласии друг с другом: одна из нодальных плоскостей в этих решениях имеет прогибание запад-северо-запад-восток-юго-восток и крутое падение ($DP = 71^\circ - 87^\circ$). Вторая нодальная плоскость имеет близгоризонтальное залегание, но различается прогибанием. В решениях 1, 3 движение по первой плоскости представлено практически чистым взросом, по второй плоскости - чистым надвигом. В то же время в решении по крутопадающей плоскости преобладает сброс, по пологой - подвиг.

Для решения 2 обе нодальные плоскости ориентированы в близмеридиальном направлении. При этом одна плоскость близгоризонтальная, другая - близвертикальная, движение по ним - сбрососдвиг.

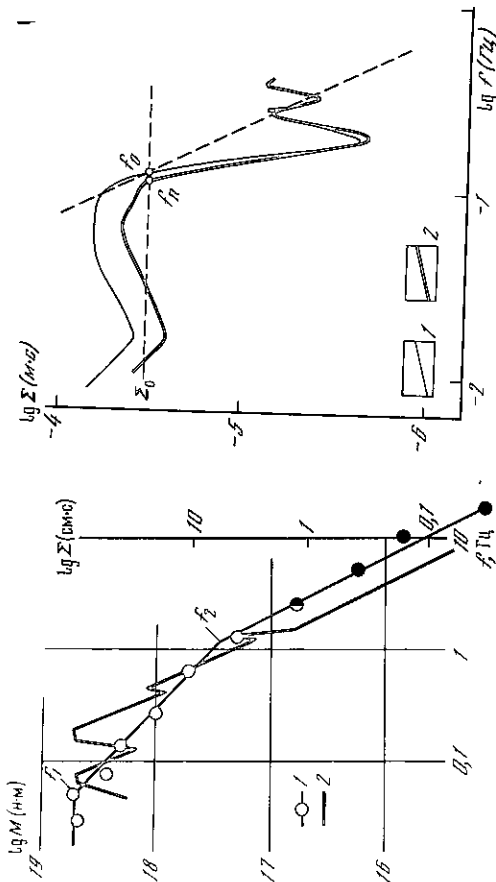
На рис. 1 показаны оси главных напряжений решения 3 (сжатия P_3 , растяжения T_3), соответствующие максимальному значению функции правдоподобия; здесь же представлены выходы всех возможных осей Р и Т, входящих в 85%-ную доверительную область этого решения.



Р и с. 1. Механизм очага Каспийского землетрясения 6 марта
1-4 нодальные линии, построенные в соответствии с табл. 3; 5 - ось сжатия;
6 - ось растяжения в 85%-ной доверительной области решения 3; P_1, T_1
($i = 1, 2, 3, 4$) соответствуют оптимальным решениям 1-4

Как видно, в основном области компактны, лишь отдельные выходы осей главных напряжений отклоняются значительно (ось значений T_1 и семь значений Р). В компактных областях располагаются оси P_1 и P_4, T_1 и T_4 . В то же время для решения 2 оси P_2 и T_2 тяготеют к отклоняющимся значениям Р и Т решения 3.

Таким образом, хотя решения 1, 2, 4 (см. табл. 3) не противоречат полностью в 85%-ных доверительных областях решения 3, последнее принимается за оптимальное решение, так как оно обеспечено наилучшей системой наблюдений и является наиболее вероятным. Кроме того, оно согласуется с решением 4,



Р и с. 2. Очаговые спектры
 1 - M (f) в единицах сейсмического момента, построенный по ЧИСС-коде;
 2 - спектр Фурье $\lg Z$ z-волны на записи прибором СК станции Ашхабад ($\Delta = 640$ км).
 Спектры совмещены по уровню, но не исправлены за поглощение

Р и с. 3. Спектр Р-волны на станции Обинюк ($\Delta = 18^\circ$)
 1 - исправленный за аппаратуру; 2 - исправленный за аппаратуру с учетом поглощения в коре-мантии на пути очаг-станция

Т а б л и ц а 4
 Спектральные и динамические параметры

№ П/П	f_{01} , 10^{-2} Гц	M_0 , 10^{18} Н·м	r , 10^3 м	Δb , 10^5 Н/м	ηb , 10^5 Н/м ²	\bar{u} , м
1	5	-	29	-	-	0,1-0,15
2	-	5,0	-	-	2000	-
3	12,3	6,0	24	2	4	0,1
4	-	6,4	-	-	-	-
5*	-	2,0	9	12	135	0,3

* По данным Н.П. Смирновой.
 полученным другим способом, хотя и для другого момента развития очагового процесса.

Динамические параметры. Динамические параметры очага определены на основе спектров различных сейсмических волн (Табл. 4).

1. По коду на аппаратуре ЧИСС [7,8]. В высокочастотном диапазоне (0,6-18 Гц) спектры получены по записям станции ЧИСС Ванновская ($\Delta = 600$ км); в низкочастотном (0,03 - 1,2 Гц) - по станциям Гарм ($\Delta = 1700$ км) и Талгар ($\Delta = 2000$ км). Данные разных станций на перекрывающихся частотах различаются всего на 0,05-0,15 Гц.

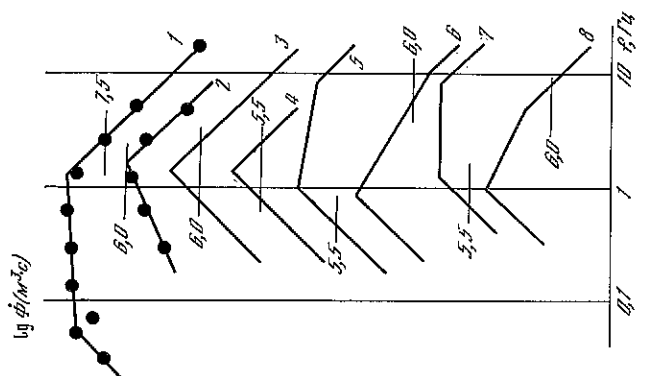
2. По z-волне в ближней зоне по записям СК на станции Ашхабад ($\Delta = 600$ км) (рис. 2).
 3. По Р-волне в дальней зоне по записям СД, СКД, СКМ на станциях Обинюк ($\Delta = 18^\circ$) и Петропавловск-Камчатский ($\Delta = 67,9^\circ$).

На рис. 3 показан спектр Р-волны зарегистрированной на сейсмостанции Обинюк.

Как видно из табл. 4, значения f_{01} для 1 и 3 различаются существенно, а значения M_0 для 2 и 3 близки и хорошо согласуются с M_0 из [4], рассчитанным по методу тензора момента-центра; в хорошем согласии находятся значения радиуса круговой дислокации r и подвиги \bar{u} для решений 1 и 3. Следует отметить, что на рис. 2 на ЧИСС-спектре, кроме угловой частоты f_{01} , выделяется угловая частота f_{02} . Интерпретация ЧИСС-спектров в рамках схемы [9] позволяет предположить, что процесс в очаге землетрясения был сложным:

Р и с. 4. Очаговые спектры скорости Φ (f) M^2/c

1 - главного толчка 6 марта; 2 - 7 марта; 3 - 8 марта; 4 - 16 марта; 5 - 23 марта; 6 - 1 мая; 7 - 11 июня 12 ч 41 мин; 8 - 11 июня 20 ч 15 мин; горизонтальные риски маркируют уровень каждого толчка



он начался разрушением малого барьера (суб-очаг f_{02}) и продолжался относительно гладко (главный очаг с f_{01}). При этом основная доля энергии, по-видимому, выделена субочагом, где кажущееся напряжение ηb достигало $2 \cdot 10^8$ Н/м². Далее значение кажущегося напряжения существенно уменьшалось до $3 \cdot 10^5$ Н/м².

Интересно сопоставить спектр главного толчка 6 марта и нескольких его сильных афтершоков. На рис. 4 они представлены в форме спектров скорости. Частота, близкая к частоте угловой точки спектра главного толчка $f_{02} = 1,2$ Гц, устойчиво прослеживается почти во всех афтершоковых спектрах, хотя и играет разную роль. У первого из рассмотренных афтершоков 7 марта и двух следующих, 8 и

16 марта, частота порядка 1,5 Гц отвечает их f_{02} . У последующих афтершоков 23 марта, 1 мая, 11 июня в 12 ч 41 мин и 20 ч 15 мин тоже выделяется частота порядка 1-1,2 Гц, но уже в роли f_{01} . В ходе афтершокового процесса постепенно повышалась доля еще более высоких частот 5-10 Гц, играющих роль f_{02} для последних из рассмотренных афтершоков, что также может указывать на сложный характер процесса разрушения.

Интересность колебаний по инструментальным данным (табл. 5). Землетрясение 6 марта было записано приборами сильных движений на станциях Гарм (612 км), Ванновская (635 км), Ашхабад (660 км).

Т а б л и ц а 5
Параметры колебаний, полученные по записям сильных движений

# п/п	Сейсмическая станция	Δ, км	Т, с	Смещение X, см	III X, см/с	Скорость X, см/с	III X, см/с	Уско- рение X, см/с	III X, см/с	Интегриро- ванная X, см по MSK, баллы	I, II X, баллы	I, II X, баллы
1	Гермаб	612	1,06	0,011	3-4	0,067	2	0,39	2	I	I	I
2	Ванновская	635	2,1	0,0123	3-4	0,0378	2	0,11	2	I	I	I
3	Ашхабад	660	2,2	0,0315	4	0,09	2	0,26	2	I	I	I
1	Гермаб	612	1,13	0,016	4	0,089	2	0,495	2	I	I	I
2	Ванновская	635	2,0	0,0101	3-4	0,033	2	0,105	2	I	I	I
3	Ашхабад	660	2,2	0,056	5	0,16	2-3	0,455	2	I	I	I

Записи землетрясения получены почти на границе зон окупности и неопутности: макросейсмическая интенсивность в пунктах инструментальных наблюдений не превысила 2-3 баллов. В табл. 5 представлены значения параметров колебаний в пунктах наблюдений: амплитуды смещения (x), скорости (ẋ) и ускорения (ẍ) землетрясения 6 марта, а также рассчитаны интенсивности в эпицентре по [10] и [11].

Как видно, значение интенсивности по [10] примерно на единицу меньше значений по [11]. Следует отметить, что значения интенсивности, определенные по записям станций Ванновская и Гермаб, отличаются от данных станции Ашхабад на 0,5 единицы, что можно объяснить различными инженерно-геологическими условиями района.

Интенсивность, определенная по значениям скоростей (ẋ), ближе к макросейсмической интенсивности (средней), чем балльность, определенная по значениям амплитуды смещений и ускорений.

Макросейсмические данные

Каспийское землетрясение ощущалось на большой площади Западной Туркмении, Апшеронского полуострова, в северной и южной прибрежных полосах Азербайджана, охватив сотрясениями многие города, поселки и селения восточного и западного побережья Каспийского моря (табл. 6).

С максимальной интенсивностью в 7-8 баллов землетрясение проявилось в районе о-ва Нефтяные Камни, расположенного в 80 км восточнее Баку. На острове все здания построены на асбестовых сваях высотой до 10 м. Конструктивно дома сооружены в железобетонных каркасах с заполнением стен из шпеленого камня глина размером 40x20x20 см и представляют собой сейсмостойкие варианты, рассчитанные на 8-балльные воздействия.

Землетрясение началось сильным подземным гулом продолжительностью около 30-40 с, напомнившим, по рассказам очевидцев, звук близко проезжающего железнодорожного состава. Затем последовали вертикальные, быстро перешедшие в горизонтальные сотрясения. Все спавшие проснулись, выбежали из зданий и дол-

гое время не возвращались. На первом этаже девятиэтажного здания женского общежития образовались многочисленные тонкие трещины штукатурного слоя. На третьем этаже откололись мелкие куски штукатурки, на четвертом - возникли продольные трещины в местах стыка потолочного перекрытия со стенами (рис. 5), а в узлах примыкания стен к каркасу - вертикальные трещины.

В пятиэтажном административном корпусе по всей высоте здания возникли сквозные вертикальные трещины в местах примыкания стен к железобетонным колоннам; отмечено расширение старых и появление новых трещин штукатурки шириной 0,5-1 см. В стыке двух крыльев здания произошло вертикальное смещение стен шириной 1-1,5 см. На внешних и внутренних стенах откололись небольшие куски штукатурки, видневшиеся по всей высоте здания. В некоторых окнах третья и четвертого этажей разобились стекла размером 1,0x1,2 м. Во многих кабинетах четвертого и пятого этажей отмечено падение книг и папок со стеллажей, ваз с водой и цветами в направлении с северо-востока на юго-запад. В одноэтажном каменном здании гаража несколько грузовых автомашин сдвинулись с места и столкнулись. Разобились фары. Из бассейна, расположенного вблизи здания управления, выплеснулась вода, наполнившая бассейн до уровня 30 см от его краев (глубина около 1,5 м).

С помощью шкалы оценки сейсмических воздействий на сейсмостойкие здания типа [11-12] получена реакция землетрясения на о-ве Нефтяные Камни, составившая 7-8 баллов.

Т а б л и ц а 6

Макросейсмические данные о Каспийском землетрясении 6 марта

# п/п	Пункт	Δ, км	# п/п	Пункт	Δ, км
1	7-8 баллов		16	8-й километр*	110
2	Нефтяные Камни*	38	17	Дамзак*	117
3	7 баллов		18	Бамлово*	125
4	Рыболовецкое судно	22	19	Дашкудук	132
5	6 баллов		20	Карши	135
6	Рыболовецкое судно	58	21	Нефес-Мерген	135
7	5-6 баллов		22	Кабыл	142
8	О-в Киллой*	60	23	Кизыл-Су	143
9	Джафар	110	24	Джанга	144
10	Кизылчагуй	110	25	Сумгаит*	145
11	Куули-Маяк	112	26	Карачала*	197
12	Кманлы	118	27	Чуханлы*	203
13	Баку*	123	28	Нефтячала*	219
14	Красноводск	126	29	Нариманабад-П*	241
15	Аваза	126	30	Ольховня*	262
16	Уфра	135		4-5 баллов	
17	5 баллов		31	Кировский*	127
18	О-в Артама*	84	32	Мусабекова*	128
19	Туркани*	92	33	Локбатан*	134
20	Ахмедли*	103	34	Янгалда*	165
21	Разина	107	35	Пурбад*	165

Т а б л и ц а 6 (продолжение)

№ п/п	Пункт	Δ, км	№ п/п	Пункт	Δ, км
36	Кара-Тенгир	180	78	Когур-Теле	227
37	Хилы *	200	79	Ягман	232
38	Слазаны *	203	80	Барса-Гельмес	233
39	Сальяны *	203	81	Кочоба	236
40	Дивичи *	220	82	Сабирбад *	238
41	Шорсулу *	223	83	Пункт № 3	240
42	Хачмас *	248	84	Джебел	240
43	Наримабад-1 *	250	85	Айкуу	248
44	Порт-Ильича *	255	86	Басаходжа	253
45	Масалы *	255	87	Учгёз	256
46	Джаллабад *	260	88	Ленкорань *	261
47	Бузовна *	102	89	Арджан *	262
48	Бина *	102	90	Куба *	263
49	Джапаридзе *	102	91	Оланлы	263
50	Загульба *	102	92	Терсаган	266
51	Сураханы *	112	93	Монжулы	268
52	Сабунчи *	120	94	Кзылгуу	270
53	Кылы *	125	95	Гвадо *	272
54	Паршага *	125	96	Захметбад *	273
55	Фатмай *	128	97	Конагур	274
56	Кызы *	144	98	Небит-Даг	275
57	Кара-Богаз-Гол	157	99	Урунжи	277
58	Яшма *	163	100	Кум-Даг	290
59	Буровая 21-Б	163	101	Канав	356
60	Кайраг	166	102	Балгыч *	109
61	Челекен	167	103	Машталы *	112
62	Качовка *	170	104	Рамана *	115
62-в	Кызы *	175	105	Эзрат *	116
63	Карагель	175	106	Баль-Бюли *	120
64	Джаджик	176	107	Корджаны *	122
65	Бекдаш	178	108	Гобустан *	160
66	Аладжа	180	109	Шемаха *	225
67	Отамана	181	110	Саатлы *	247
68	О-в Огурчинский	186	111	Шарафа *	251
69	Пункт № 1	192	112	Пункт № 5	260
70	Саргас	193	113	26 Бакинских Комиссаров	266
71	Суйли	195	113а	Кусары *	275
72	Казы-Магомед *	198	114	Убык	278
73	Али-Байрамлы *	198	115	Худайберди	284
74	Белек-Туркменский	207	116	Карацете	285
75	Буровая	215	117	Лерик *	289
76	Кызыкая	220	118	Куйшоур	290
77	Пункт № 2	222	119	Пастушья Стоянка	292

66

№ п/п	Пункт	Δ, км	№ п/п	Пункт	Δ, км
120	Кзыл-Кум *	293	162	Уджары *	300
121	Ярдымы *	295	163	Едисури	321
122	Аджикуи	303	164	Акдаш *	322
123	Ялым	305	165	Ляжи *	328
124	Монжулен	312	166	Мешкед	342
125	Сырдамын	312	167	Кзыл-Кая	352
126	Бутдайлы	312	168	Чикшилер	357
127	Перевал	315	169	Шеки *	362
128	Дуунчи	316	170	Кадрут *	367
129	Джобрук	333	171	Джебраил *	368
130	Даната	336	172	Гасан-Кули	370
131	Крта	337	173	Аманавар	372
132	Чагли	338	174	Коймаг	380
133	Чагыл	340	175	Куйляр	381
134	Куйляр	342	176	Аджяб	382
135	Декча	343	177	Чалажк	394
136	Тамылы	348	178	Шахман	398
137	Обой	350	179	Кызылар	398
137а	Шауман	350	180	Кзыл-Агрек	403
138	Ясха	354	181	Карадегеш	407
139	Мадау	358	182	Гудриолум	407
140	Мангечаур *	363	183	Акъялла	407
141	Касацжик	364	184	Баят-Ходжи	408
142	Оноиринжи	365	185	Лачин *	413
143	Карагёз	365	186	Бергюмля	420
144	Узунсу	380	187	Шарлоук	425
145	Кировбад *	418	188	Цароу	434
146	Горис *	428	189	Терсаган	435
147	3 балла	95	190	Кзыл-Арват	440
148	Шувельны *	98	191	Монжулы	440
149	Мардакяны *	127	192	Гулеме	441
150	Бинагади *	138	193	Пурнуар	442
151	Гвадек *	148	194	Дойран	445
152	Кзыл-Даш *	245	195	Тоутли	445
153	Пушкино *	257	196	Стоянка Чабанов	447
154	Пряшоб *	260	197	Тамлы	448
155	Баджирван *	268	198	Ходжакала	449
156	Кордамыр *	273	199	Шамхор *	457
157	Пенсар *	276	200	Чукуркала	458
158	Полтавка *	278	201	Кара-Кала	459
159	Имшлы *	279	202	Хаунджик	461
160	Порсова *	280	203	Деулет	461
161	Астара *	282	204	Джеджарс	461
161	Карадонлу *	282	205	Игды	461

67

Т а б л и ц а 6 (продолжение)

№ п/п	Пункт	Δ, км	№ п/п	Пункт	Δ, км
206	Карасентур	464	247	Актепе	565
207	Геркез	472	248	Келята	570
208	Джувазлы	473	249	Ярджы	572
209	Бендесен	473	250	Станица Келята	575
209a	Зау	475	251	Кизыл-Октябрь	590
210	Ниязде	477	252	Тельман	594
211	Караул	520	253	Пос. Ленина	597
212	Казы	528	254	Большевик	598
213	Годжалы *	260	255	Бирлешик	602
214	Семеновка *	280	256	Янгикала	603
215	Сансы	480	257	Пос. Ворошилова	606
216	Марат	483	258	Келеджар	608
217	Узунтокай	483	259	Хурмантеокча	611
218	Башы	486	260	Илгант	613
219	Тулдикала	492	261	Бабаараб	616
220	Дешт	492	262	Безмеин	620
221	Куршудей	496	263	Ясмансалык	626
222	Карпили	496	264	Кипчак	632
223	Айidere	497	265	Багир	632
224	Дузлдепе	499	266	Карадамак	637
225	Яганказах	500	267	Ашхабад	641
226	Пункт № 5	503	268	Аннау (отанция)	648
227	Ходжакала (Кара-Калинский район)	505	269	Мадар	546
228	Кене-Кулбоз	511	270	Кошак	598
229	Нолур	513	271	Алибек	629
230	Карабакши	513	272	Первомайский	640
231	Арчман (курорт)	514	273	Ногарлы	652
232	Арчман	515	274	Аннау	662
233	Койне-Кесир	516	275	Пункт № 6	674
234	Бозоголы	522	276	Пута *	140
235	Бурк	526	277	Кергев	145
236	Ходжаолен	526	278	Шонгар *	149
237	Сунча	535	279	Джефранкемес *	189
238	Матир	538	280	Маравае *	201
239	Мурча	543	281	Ахоу *	247
240	Курьбай	546	282	Имамалы *	273
241	Бахарден	548	283	Геокай *	303
242	Дурун	550	284	Степанакерт *	390
243	Лайне	550	285	Шула *	392
244	Караган	556	286	Иохандер	399
245	Поргау	558	287	Гаур	400
246	Соуксу	563	288	Ушак	405

Т а б л и ц а 6 (окончание)

№ п/п	Пункт	Δ, км	№ п/п	Пункт	Δ, км
289	Закаллы *	418	302	Каушек-Кызылгачир	634
290	Дордали	453	303	Первомайский	651
291	Хирван *	475	304	Калининский	660
292	Сайван	488	305	Куругладан	671
293	Нахичевань *	515	306	Гяурс	678
294	Багдажа	586	307	Кырккуи	720
295	Дарваза	589	308	Ахоу	725
296	Шых	592	309	Баба-Дурмаз	737
297	Топджуба	600	310	Артнк	744
298	Караджи	616	311	Куренкала	748
299	Ербент	618	312	Мехенли	765
300	Фирваза	620	313	Козган	775
301	Ванновский	621			

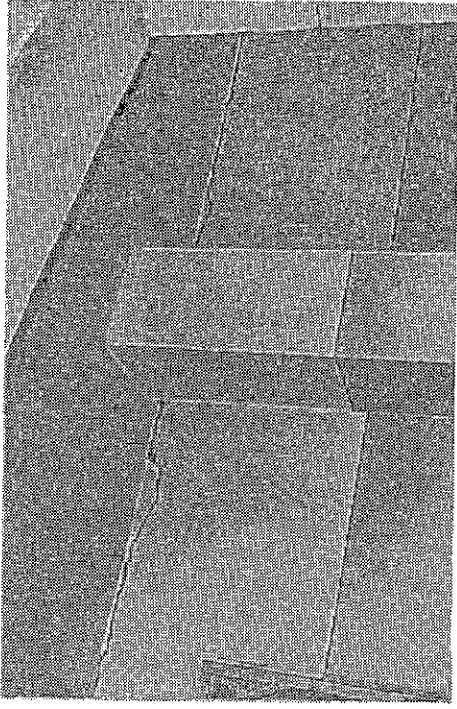
* Отличены пункты Кавказского региона

0-в Килой (5-6 баллов). Преобладающим типом зданий являются двухэтажные дома из камня глина, возведенные без антисейсмических мероприятий. Во время землетрясения ощущались сильные колебания, от которых люди в испуге выбегали на улицы. В домах появились тонкие трещины штукатурки. В немногих деревянных домах также ощущались сильные сотрясения.

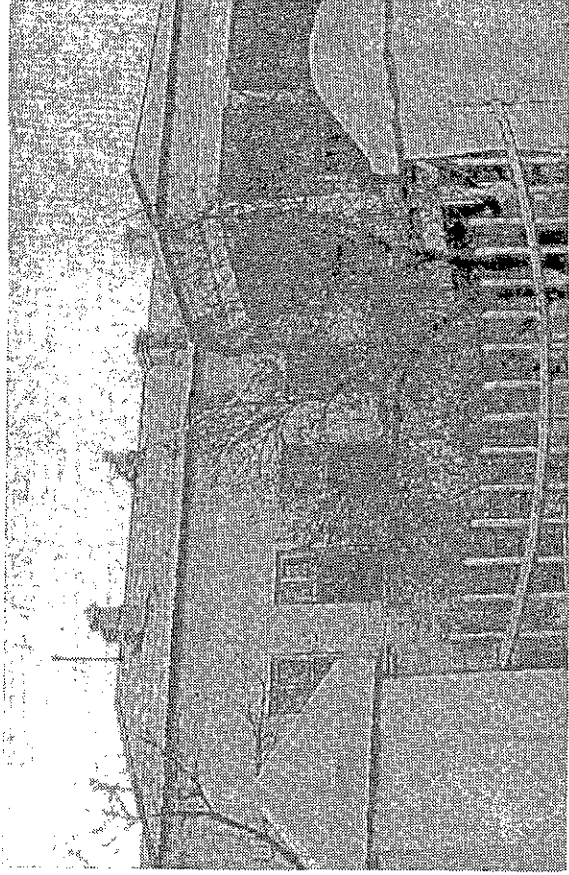
Классификация (5-6 баллов). Территория города застроена преимущественно (до 70%) сейсмоустойкими домами, возведенными из камня глина. Остальные строения карнасно-бетонные и деревянно-штукатурные. Осмотр домов проводился по кварталам и охватил более 350 зданий различных типов и этажности. Значения повреждений зданий распределены в пределах $1 \leq a \leq 2$ (а - степень повреждения зданий). Отдельные здания, построенные до 1950 г., получили тонкие трещины штукатурного слоя; на некоторых домах разрушились дымоходы (рис. 6). Имелись случаи прорыва водопроводных труб в местах их ввода на второй и третий этажи. В некоторых зданиях современной конструкции местами осыпалась побелка, откололись мелкие кусочки штукатурки, вскрылись стыковочные швы потолочного перекрытия, образовались горизонтальные и вертикальные трещины в местах смикания стен с потолком и с железобетонными колоннами. Во многих кварталах упали предметы домашнего обихода - книги, посуда, статуэтки. Почти все население выбежало из зданий от сильного подземного толчка, подобного которому старожилы давно не отмечали.

С аналогичной интенсивностью землетрясение проявилось в прибрежных селениях Туркмении: Уфра, Аваза, Кизиллы, Куули-Маяк и др.

Баку (5-6 баллов). Городская территория представлена в основном двух- и трехэтажными зданиями старой постройки с массивными стенами из камня глина. Современные пяти-девятиэтажные здания выполнены в карнасно-бетонном варианте с заполнением проемов камнем глина. Имеется много домов крупнопанельных конструкций. По рассказу зав. сейсмостанцией Баку С. Гасанова, многие жители звонили ему, сообщая о землетрясении. Большинство проснувшихся - жители верхних этажей. Чувствовались довольно долгие колебания, от которых раскачивало,



Р и с. 5. 0-в Нефтяные Камни. Горизонтальная трещина в стыке железобетонной стеной-панели с полочным перекрытием здания управления (тип Б-8). Фото Р. Шефдяева



Р и с. 6. Красноводск. Повреждение дымовых труб на двухэтажном здании детского сада. Фото Г. Голинского

как на качелях. Раскачивались люстры, звенели оконные стекла и посуда в сервантах. Некоторые слышали глухой подземный гул, слыли полов. В старых домах образовались тонкие трещины, откалывались небольшие куски штукатурки. В отдельных квартирах многоэтажных домов микрорайонов выплескивалась вода из наполненных ванн и ведер, с полок падали легкие предметы. Житель Баку К. Аббасов рассказывал, что более 20 лет не ощущал такого сильного землетрясения.

Пятибальные сотрясения в пределах Азербайджана отмечены на о-ве Артема, в г. Сумгаите, в отдельных селениях Апшеронского полуострова и юга прибрежной полосе — в Гуркилли, Ахмедли, Карачала, Нефчела и др. В Туркменистане в поселках Джанга, Кизыл-Су, Данзак и др. В городах Туркмении Небит-Даге, Челекене, Бекдаше и др. землетрясение проявилось с силой 4 балла. Такой же интенсивности ощущались сотрясения в городах АзССР: Али-Байрамлы, Сабирбад, Ленкорань и др.

В процессе макросейсмического обследования Г. Л. Голинским и Ч. М. Мурадовым проведен опрос команд морских паромов "Советская Армения", "Советский Дагестан" и "Советский Таджикистан", находившихся во время землетрясения в море на маршруте Красноводск — Баку. Каких-либо признаков землетрясения ни пассажиры, ни члены команды не чувствовали; признаки цунами не проявлялись (в это время волнение моря составляло 2 морских балла, скорость ветра — 7-8 м/с, направление ветра — $Az=40^\circ$).

Сейнер СРТМ "Туркменский рыбак" (водоизмещение 1,5 тыс. тонн) 6 марта в 03 ч 10 мин московского времени находился в районе эпицентра. В вахтенном журнале имеется запись, что судно стояло на левом якоре, лежащем на глубине 95 м. В 03 ч 10 мин (00 ч 00 мин по Гринвичу) судно испытало встряску, продолжавшуюся 1-1,5 мин. Килевого или бортового колебания не было. Барометрическое давление понизилось с 777 до 773 мм. Отдыхавшие члены команды не проснулись. Следует отметить интересные явления биологического характера. Помощник капитана М. С. Ехалов рассказал: "Котика металося по кораблю с признаками беспокойства. Морские чайки, обычно сидевшие во время лова рыбы на поручнях корабля, разлетелись, хотя до этого их было полным-полно. Я стоял на вахте. Почувствовав срыв якоря, позвонил в "машину", но "душка" не было и режим работы не изменился. Экслот изменений глубины не обнаружил". Капитан корабля во время сна устал с дивана, хотя волнения в море не было.

Морская вода оставалась прозрачной, без муты; мертвой рыбы не было видно. В радиусе 7-15 км от сейнера находилось около 45 рыболовческих судов с общим составом почти 250 человек. Многие почувствовали ощущение срыва судна с якоря, о чем сообщали в процессе радиопереговоров.

Ознакомление с журналом гидрометеорологических станций, проводивших постоянную регистрацию уровня моря вдоль восточного побережья Каспийского моря, подтвердило, что в море не возникло волн цунами, а уровень зеркала морской воды не превысил 2-3 см от нормального.

Результаты макросейсмического обследования легли в основу карты изосейст (рис. 7). Геометрические размеры очага рассчитаны на основе соотношений, полученных в [13-14], в которых горизонтальная l_x и вертикальная l_z протяженности очага выражаются уравнениями $l_x = 0,5 M - 1,8$; $l_z = 0,3 M - 0,8$; отсюда $l_x = 18$ км, $l_z = 11$ км, т. е. горизонтальная протяженность очага более чем в 1,5 раза превосходит вертикальную.

ная система имеет запад-северо-западное (кавказское) простирание. В направлении от п-ова Челекен к островам Нефтяные Камни здесь на дне моря прогитивается Апшеронно-Челекенская зона поднятий - выраженных в рельефе отдельных антиклиналей и активно действующих грязевых вулканов: банок Джанова, Гужкина, Ливанова, Бевмянной и др. [20-24].

На глубине, согласно геофизическим данным [20, 21, 24], подвижная система построена несколькими узкими тектоническими ступенями кавказского простирания, образующими в сечении грандиозный грабен (рис. 8, а) шириной 30-50 км. Ступени являются продолжением на дне Каспийского моря известных зон Западной Туркмении и Юго-Восточного Кавказа. Так, самая северная ступень - западное продолжение Кубадаг-Большебалханского поднятия и восточный морской аналог Тенгизско-Бешбармакского горст-антиклинария. Центральная ступень - Хизинско-Келькорский прогиб, а южная ступень - так называемый Апшеронно-Челекенский порог [17]. Ступени разделены продольными глубинными разломами, крупнейшими из которых является Апшеронно-Челекенский [20-24].

Грабен подвижной системы выполнен толщей рыхлых глинистых, карбонатных и обломочных пород кайнозой общей мощностью до 10-12 км. Подошва среднего или южного склона располагается на глубинах 5-7 км. Кайнозойские породы характеризуются низкой плотностью до больших глубин, особенно в осевой части грабена ($\rho = 2,3 \text{ г/см}^3$). Докайнозойский комплекс пород представлен флишевыми и терригенно-карбонатными, а также вулканогенно-осадочными образованиями сравнительно высокой плотности ($2,55-2,8 \text{ г/см}^3$) [16].

Поверхность палеозойского кристаллического фундамента в пределах разных структур района характеризуется разной глубиной. В Карабогазском своде она располагается на глубинах 2-5 км, постепенно погружаясь к югу. В Кубадаг-Большебалханской ступени фундамент погружен на 18-20 км, в Хизинско-Келькорском прогибе - на 25 км, на Апшеронно-Челекенском пороге - на 20-22 км, наконец, под Южно-Каспийской впадиной - на 18-20 км. Параллельно с погружением фундамента к осевой части грабена также погружаются и поверхность мезозойских пород, по своим физико-механическим свойствам отвечающих верхним горизонтам консолидированной коры [22]. В то же время для поверхности среднего и южного склонов рыхлых отложений уже не характерно столь яркое грабенообразное проседание в осевой зоне подвижной системы. На поверхности этих пород геофизическими методами установлено наличие вылеупомнутых локальных антиклиналей, которые очень отчетливо проявляются также на поверхности пород верхнего палеозоя, подтверждены бурением в четвертичных породах и часто выражены в рельефе дна в виде банок. Система таких брахиокладок вытягивается петочками в пределах Апшеронно-Челекенского порога и Тенгизско-Бешбармакской ступени. Причем первая петочка распространяется далеко на восток-юго-восток на территорию Западно-Туркменской низменности, трассируя Челекен-Кумдагский глубинный разлом. В восточной части дна Каспия и в Западной Туркмении при разломе брахантиклинали подтавляют друг друга кулисообразно и нарушены многочисленными сбросами и локальными правыми сдвигами [21].

Апшеронно-Прибалханская подвижная система поперечными разломами расчленяется на несколько прогибных сегментов. Так, в районе эпицентра главного толчка Каспийского землетрясения система продольных ступеней и разломов нарушена меридиональным Централью-Каспийским разломом [17], к западу и востоку от которого структура их несколько меняется.

На основании макросейсмических данных были определены глубины h_1 и h_{10} при $\beta = 3,8$. Оказалось, $h_1 = 16-18 \text{ км}$, $h_{10} = 18-20 \text{ км}$.

Изосейсты высших 8- и 7-балльных сотрясений построены условно, исходя из конфигураций уверенных изолиний, полученных из низших баллов. Они достаточно хорошо отражают возможное положение очаговой зоны, площадь которой составляет 410 км^2 .

В связи с тем что очаг землетрясения находился в море, практическое определение его интенсивности I_0 по макросейсмическим данным было затруднено. Поэтому для расчета I_0 был применен метод, основанный на использовании числовых характеристик колебаний грунта при землетрясениях различной силы [15]. В результате расчетная величина интенсивности I_0 оказалась 8 баллов, что совпало с величиной I_0 , определенной по макросейсмическим данным (см. Основной каталог сильных землетрясений на территории СССР). Основные параметры макросейсмического поля представлены в табл. 7.

Изолинии карт изосейст имеют эллипсоидную форму с большой осью запад-северо-западного простирания. Координаты эпицентра по макросейсмическим данным смещены по отношению к координатам эпицентра по инструментальным данным на северо-запад на 10 км.

Следует отметить, что направление вытянутости изосейст соответствует простиранию подальной плоскости круглого падения (решение 3, табл. 3).

В связи с тем эта плоскость выбирается за действующую плоскость.

Совпадение этой плоскости с аналогичной по данным [4] может свидетельствовать об устойчивости направления разрыва в очаге от начала процесса до его главной фазы.

Т а б л и ц а 7

Основные параметры макросейсмического поля Каспийского землетрясения 6 марта

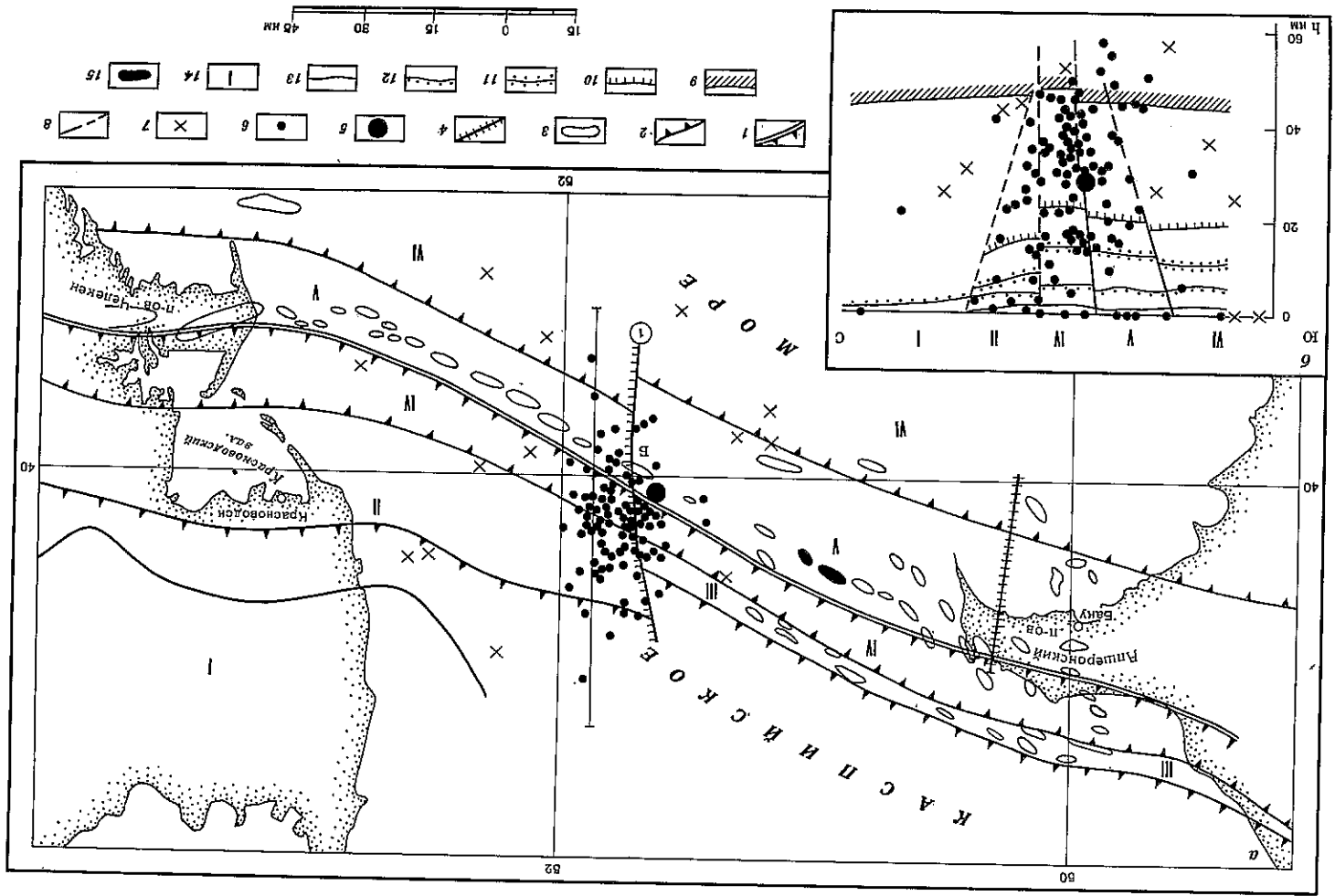
Изосейста, балл	Длина оси, км		Средний радиус, км	Площадь зон, тыс. км ²
	продольная	поперечная		
8	30	16	11,5	0,041
7	80	52	33	3,4
6	150	96	60	11,3
5	230	225	128	51,4
4	535	395	239	169,1
3	935	660	396	492,4
Граница оуптимальности	1150	-	-	-

Сейсмоструктурные данные

Очаговая зона землетрясения располагается в пределах самой глубокой части Среднего Каспия (глубина около 200 м) и прурочена к зоне сочленения альпийской складчатой Коледлаг-Кавказской области с эпигеринской Туранской плитой. В пределах плиты выделяется крупная пологая складчатая структура - Карабогазский свод (рис. 8), а в пределах складчатой области - подвижная Апшеронно-Прибалханская система и стабильная Южно-Каспийская впадина [16-24]. Подвиж-

Р и с. 8. Пространственное положение основного толчка и афтершоков землетрясения 3 марта

а - тектоническая схема: 1 - Апшеронно-Челекенский глубокий разлом, 2 - крупные глубинные разломы, 3 - брахантиклинали, 4 - крупнейшие поперечные разломы (широкой в кружке обозначен Центрально-Каспийский разлом), 5 - основные землетрясения, афтершоки: 6 - $K_p \leq 8,5$, 7 - $K_p \leq 8,5$, 8 - разломы на профиле; 9 - сейсмологический профиль; 10 - граница Мохно; 11-13 - границы разломов в земной коре; 14 - линия профиля; 15 - о-ва Нефтяные Камни, Гумские горы; 16 - Караотгазский свод; 17 - у - Апшеронно-Прибалханский подвижной пояс; 18 - Карабаг-Болшебалханское поднятие; 19 - Тенгиз-Башбармакское поднятие; 20 - Кизилско-Келькорский прогиб; 21 - Апшеронно-Челекенский порог; 22 - Икно-Каспийская впадина



В согласии с тектоническими данными в пределах Апшеронно-Прибалханской подвижной системы выявлена так называемая Северная сейсмогеотектоническая зона [17], протягивающаяся на 500 км от северной окраины Апшеронского полуострова к северному берегу п-ова Челекен и далее в Западную Туркмению. С ней связаны сильные землетрясения интенсивностью 7-9 баллов [1,18]. В целом эта зона тяготеет к Апшеронно-Челекенскому глубинному разлому и к его восточному продолжению - Челекен-Кумдагскому разлому.

Пространственное положение эпицентра землетрясения 6 марта 1986 г. považает полагать, что это событие связано с Северной сейсмогеотектонической зоной на участке ее пересечения с Центрально-Каспийским разломом т.е. с крупнейшим дисъюнктивным узлом. Поле эпицентров афтершоков имеет овальную форму и площадь 40x20 км. Линная ось ориентирована субмеридиально согласно с общим простиранием поперечного разлома, причем эпицентры сильных афтершоков ($K_p > 8,5$) группируются в более компактное и плотное облако, чем эпицентры слабых ($K_p \leq 8,5$). На глубине наблюдается пружинчатость гипоцентров афтершоков к описанному выше грабену Апшеронно-Прибалханской подвижной системы, причем максимальное скопление зарегистрировано в его осевой части - в Хизинско-Келькорском прогибе и Апшеронно-Челекенском пороге на глубинах от 15 до 40 км. Отмечается связь значительного количества гипоцентров с зоной Апшеронно-Челекенского глубинного разлома.

Часть афтершоков располагается ниже границы М, что говорит о глубоких корнях Апшеронно-Прибалханской подвижной системы [25]. Наибольшее их количество тяготеет к толщам кристаллического фундамента и мезозойских пород, сравнительно немного гипоцентров в кайнозойских молассах.

Геологическое обследование эпицентральных зон сильных землетрясений Западной Туркмении 1983 и 1984 гг. [26] показало, что возникшие на поверхности первичные сейсмодислокации представляли собой правые сдвиги с небольшой амплитудой смещений (5-30 см) и приурочены к зоне Челекен-Кумдагского разлома. Эти деформации - лишь кратковременное проявление длительного процесса правых сдвиговых смещений, амплитуда которых за голоценовое время составляет около 1 км [26]. Кулисообразное расположение антиклиналей Апшеронно-Челекенского порога на отрезке от Челекена до банки Безмянной позволяет предположить, что тот же правосдвиговый характер длительных смещений распространяется и на восточную часть Апшеронно-Челекенского разлома. При Кумдагском и Бурунском землетрясениях очаг несомненно был связан с правозомными антиклиналями соответственно Кумдагской и Бурунской [26]. Эпицентр Каспийского землетрясения тяготеет к подводной антиклинале банки Безмянной. Таким образом, обнаруживается значительное сходство геологических структур эпицентральных областей этих землетрясений.

Вероятно, и характер смещений в очаге при этих событиях мог быть сходным. Об этом свидетельствует запад-северо-западная ориентировка изосейст высших баллов и простирание действующей подальней плоскости Каспийского землетрясения. Структурная приуроченность очага, сходная с геологическими условиями возникновения землетрясений Западной Туркмении, позволяет заключить, что сейсмический процесс вдоль зоны Алшероно-Челекенского разлома распространялся к западу и что вызваны все три землетрясения одними и теми же причинами — очень быстрыми (в геологическом масштабе времени) относительноными движениями на границе двух крупнейших структур земной коры региона — Туранской плиты и Колетдагско-Кавказской подвижной складчатой области.

Выводы

1. Применение метода групповой гипотезы позволило с достаточной степенью надежности рассчитать основные параметры гипоцентров главного землетрясения и 117 его афтершоков. Определенная таким образом очаговая зона пространственно совпадает с крупным дисъюнктивным узлом, образуемым пересечением продольного Прибалхано-Алшероноского и поперечного Центрально-Каспийского разломов.
2. На основе анализа спектров объемных и кода-волн, макросейсмических данных и пространственного распределения афтершоков получены очаговые характеристики разрыва для главного землетрясения.
3. Комплексный анализ инструментальных, макросейсмических и геологических данных дает возможность предположить, что действующей плоскостью в очаге главного землетрясения была крутая плоскость запад-северо-западного простирания. Это простирание согласуется с вытянутостью изосейст балльности и простиранием Прибалхано-Алшероноского разлома, к которому приурочена сейсмогенная зона, протягивающаяся от Большого Кавказа через Алшерононский полуостров и Каспийское море в Западную Туркмению.
4. Сходство геологической структуры очаговых зон Каспийского землетрясения и недавних землетрясений в Западной Туркмении позволяет заключить, что сейсмический процесс в зоне Алшероно-Челекенского (Челекен-Кумдагского) глубинного разлома распространялся к западу и что все три землетрясения (Кумдагское, Бурунское, Каспийское) вызваны одними и теми же причинами — активными тектоническими движениями на границе двух крупнейших структур земной коры региона — Туранской плиты и Колетдагско-Кавказской складчатой подвижной области.

Л и т е р а т у р а

1. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР / Отв. ред. Н.В. Кондорская, Н.В. Шебалин. М.: Наука, 1977. С. 69-170.
2. Голинский Г.Л., Гарагозов Дж., Зазули А.Б. и др. О Каспийском землетрясении 6 марта 1986 г. // Изв. АН ТССР. Сер. ФТХ и ГН. 1987. № 1. С. 98-100.
3. Сейсмологический бюллетень 1-10 марта 1986. Обнинск: ОМЭ ИФБ АН СССР, 1986. С. 27-36.
4. Earthquake Data Report, 1986, № 3, Pt. 1 of 2 P. 42-45.
5. Региональный каталог Кавказа // Наст. сборник.
6. Аманкулов Т.К., Боржсов Б.А., Брук М.Г. и др. Кайраккумское землетрясение 13 октября // Землетрясение в СССР в 1985 году. М.: Наука, 1988. С. 97-115.

7. Раутман Т.Г., Халтурин В.И., Закиров М.С. и др. Экспериментальные исследования сейсмической коды. М.: Наука, 1981. 142 с.
8. Раутман Т.Г., Халтурин В.И., Земцова А.И. и др. Очаговые спектры и параметры землетрясения Средней Азии, Казакстана, Колетдага и сопредельных областей // Землетрясения в СССР в 1982 году. М.: Наука, 1985. С. 105-110.
9. Раутман Т.Г. Определение параметров субочагов землетрясений и их интерпретация. М.: Наука, 1988. (Вопрос инженерной сейсмологии; № 29).
10. Медведев С.В. Международная шкала сейсмической интенсивности // Сейсмическое районирование СССР. М.: Наука, 1968. С. 151-163.
11. Шебалин Н.В. Об оценке сейсмической интенсивности // Сейсмическая шкала и методы измерения сейсмической интенсивности. М.: Наука, 1975. С. 87-109.
12. Шебалин Н.В. Распределение степеней повреждений зданий и использование его для оценки балльности // Там же. С. 253-266.
13. Шебалин Н.В. Очаги сильных землетрясений на территории СССР. М.: Наука, 1974. 53 с.
14. Шебалин Н.В. Об оценке размеров и положении очага Ташкентского землетрясения по макросейсмическим и инструментальным данным // Ташкентское землетрясение 1966 года и его повторные толчки. Ташкент: ФАН, 1967. С. 15-16.
15. Штейнберг В.В. Об очаге землетрясения, распределения подвижки и сейсмическом излучении // Прогноз сейсмических воздействий. М.: Наука, 1984. С. 5. (Вопрос инженерной сейсмологии; № 25).
16. Петрофизическая характеристика осадочного покрова нефтеносных провинций СССР: Справочник. М.: Недра, 1985. 192 с.
17. Панахи Б.М. Сейсмогенные зоны Алшероноского порога // Материалы научной конференции молодых геологов Азербайджана 1984. Баку: Институт геологии АН АЗССР. Дел. ВИНТИ. 25 января 1985. № 1902. С. 103-106.
18. Губин И.Б. О картах сейсмического районирования с сейсмогенными (очаговыми) зонами // Сейсмогеотектоника некоторых районов юга СССР. М.: Наука, 1976. С. 6-25.
19. Сейсмическое районирование территории СССР. М.: Наука, 1980. С. 137-147.
20. Гаджиев Р.М. Глубинное геологическое строение Азербайджана. Баку: Азерб. недр, 1965. 200 с.
21. Годин Ю.Н. Глубинное строение Туркмении по геофизическим данным. М.: Недра, 1969. 252 с.
22. Мехтиев Ш.Ф., Григоринц Б.В., Бунятов-ваде Э.А. Тектоника и нефтегазонасытость зон развития грязевого вулканизма // Тектоника и кристаллики нефти-газонасытости локальных ловушек. М.: Наука, 1987. С. 128-135.
23. Рагимов Ш.С. Вопросы изучения строения Земли. Баку: Азерб. недр, 1966. 241 с.
24. Шихалибеги Э.Ш., Гасанов А.Г., Панахи Б.М. и др. К вопросу о строении и формировании впадины Южного Каспия (по новым данным) // Очерки по геологии Азербайджана. Баку: Азерб. недр, 1984. С. 61-84.
25. Шенников К.В. Механизм возникновения афтершоков и упругие свойства земной коры. М.: Наука, 1965. 85 с.
26. Рогожин Е.А., Боржсов Б.А. Сейсмодислокации в эпицентральных зонах землетрясений Западной Туркмении // Детальные инженерно-сейсмологические исследования. М.: Наука, 1986. С. 116-126. (Вопрос инженерной сейсмологии; № 27).