

**КАСПИЙСКИЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 25 ноября 2000 г. в 18<sup>h</sup>09<sup>m</sup> и в 18<sup>h</sup>10<sup>m</sup>****с  $M_w=6.8$  и  $6.5$ ,  $I_0=8$  (Азербайджан)****А.Г. Гасанов, Г.Д. Етирмишли, Р.Р. Абдуллаева**Республиканский центр Сейсмической службы НАН Азербайджана, г. Баку, [science@azeurotel.com](mailto:science@azeurotel.com)

25 ноября в акватории Каспийского моря к югу от Апшеронского полуострова произошли два, следующих друг за другом, сильных ( $M_w=6.8$  и  $6.5$  [1, HRVD]) землетрясения с близкими эпицентрами [2]. Первый толчок записали 746 сейсмических станций мира, второй – 473 [1]. Суммарный макросейсмический эффект в эпицентральной зоне составил  $I_0=8$  баллов.

Обработка землетрясений проведена по записям всех станций Азербайджана с привлечением сведений соседних государств – России, Туркменистана, Ирана. Результаты определения основных параметров по данным разных сейсмологических центров, включая и региональные, представлены в табл. 1.

**Таблица 1.** Основные параметры Каспийских землетрясений (I и II) по данным Сейсмической службы Азербайджана (ССА) и других агентств

Агентство	$t_0$ , ч мин с	Гипоцентр			Магнитуда	Источник
		$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E	$h$ , км		
<b>Каспийское-I в 18<sup>h</sup>09<sup>m</sup></b>						
ССА макросейсм. эпицентр	18 09 09.5	40.14 ~41.17	50.05 ~50.06	25–30	$M_s=5.8$ , $MPVA=6.2$ , $K_p=13.5$	[2] рис. 2
MOS	18 09 08.3	40.01	50.02	33	$M_w=6.6$ , $M_s=6.4$ , $MPSP=6.1$	[3]
ISC	18 09 11.5	40.22	49.93	28*	$M_s=6.4/24$ , $m_b=5.7/167$ , $h^*$ по $pP$	[1]
NEIC	18 09 11.4	40.25	49.95	50	$m_b=5.8/133$ ,	[1]
HRVD	18 09 19.9	40.24	49.95	15	$M_w=6.8$	[1]
BJI	18 09 10.7	40.30	49.83	51	$M_s=6.6$ , $m_b=5.9$	[1]
LDG	18 09 09.8	40.37	49.90	33	$m_b=6.1/33$	[1]
IDC	18 09 09.2	40.25	49.93	19	$ML=5.0/3$ , $m_b=5.6/18$	[1]
<b>Каспийское-II в 18<sup>h</sup>10<sup>m</sup></b>						
ССА макросейсм. эпицентр	18 10 40.5	~40.00 ~41.17	~50.00 ~50.06	35–40	$M_s=6.2$ , $MPVA=6.4$ , $K_p=14.2$	[2] рис. 2
MOS	18 10 48.5	40.36	50.03	33	$M_s=6.1/13$ , $MPSP=6.2/24$	[3]
ISC	18 10 46	40.19	49.95	0*	$M_s=6.2/71$ , $m_b=6.2/121$ , $h^*$ по $pP$	[1]
NEIC	18 10 47.4	40.17	49.95	33	$M_s=6.3/63$ , $m_b=6.2/102$	[1]
HRVD	18 11 02	40.41	50.27	26	$M_w=6.5$	[1]
BJI	18 10 47.5	39.96	49.30	65	$M_s=6.5$ , $m_b=6.1$	[1]
LDG	18 10 46.1	40.25	49.97	33	$M_s=5.7/5$ , $m_b=6.4/35$	[1]
IDC	18 10 49.1	40.18	49.91	31	$M_s=6.2/4$ , $m_b=5.9/19$	[1]
CSEM	18 10 45	40.32	50.09	5	$M_w=6.3$	[1]

Карты всех решений эпицентров даны на рис. 1а, б для обоих толчков. Для первого из них наиболее близким к региональному (в 10 км к югу) является решение MOS [3], другие эпицентры расположены в 15 км к северо-западу от регионального; для второго – все решения расположены на более высоких широтах. Региональные решения, по-видимому, наиболее достоверны из-за наличия близких станций.

Следует отметить, что в связи со сложностью волновой картины из-за наложения записи столь близких по времени землетрясений, инструментальная обработка второго толчка по региональным данным стала невозможной. Поэтому в табл. 1 поставлены приближенные значения его параметров.

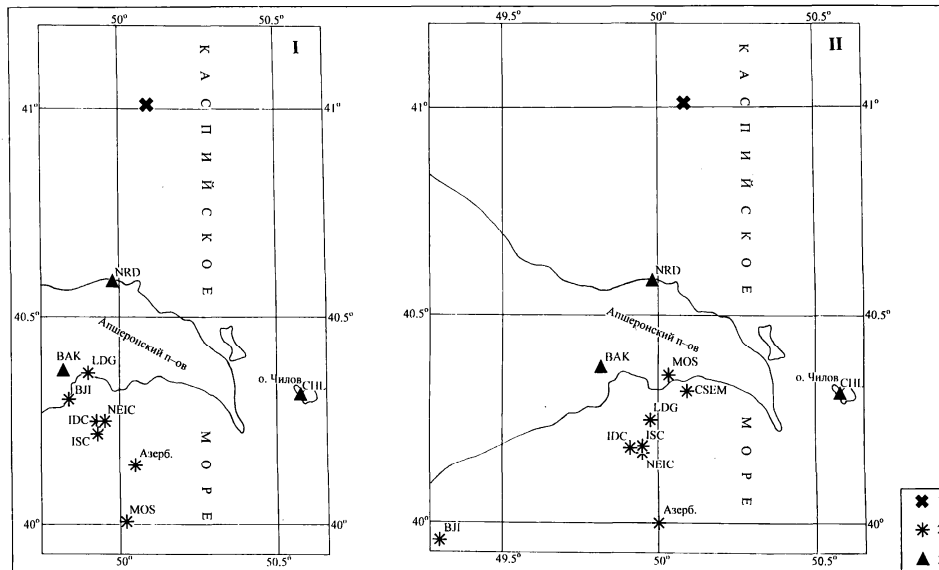


Рис. 1. Сравнение разных решений эпицентров двух (I и II) Каспийских землетрясений 25.11.2000 г.

1 – макросейсмический эпицентр (по карте изосейст); 2 – инструментальный эпицентр (агентства указаны кодами); 3 – сейсмическая станция.

Оба землетрясения ощущались почти по всей территории Азербайджана. Макросейсмический эффект был изучен сотрудниками Республиканского центра Сейсмической службы совместно с Комиссией по чрезвычайным ситуациям республики. Разделить во времени макросейсмические проявления второго толчка от первого невозможно, т.к. оно произошло на фоне затухающих колебаний первого. Поэтому речь идет об их суммарной ощутимости. Сбор сведений производился методом опроса населения и обследования повреждений построек различного типа и назначения. Балльность  $I_i$  оценивалась по шкале MSK-64 [4]. Результаты обследования на территории Азербайджана приведены в табл. 2.

Таблица 2. Макросейсмические сведения о суммарной ощутимости двух Каспийских толчков 25 ноября в  $18^h09^m09^s$  и в  $18^h10^m30^s$  с  $M_w=6.8$  и  $6.5$

№	Пункт	$\Delta$ , км	№	Пункт	$\Delta$ , км
	<u>6–7 баллов</u>		16	Кюрдамыр	200
1	Нардаран	60	17	Габала	210
2	Баку	80	18	Гейчай	224
3	Сиазань	100	19	Нефтчала	230
4	Девечи	112	20	Огуз	240
5	Хачмаз	140	21	Зардаб	240
	<u>6 баллов</u>		22	Джалилабад	250
6	Локбатан	90	23	Шеки	270
7	Хызы	105	24	Ленкорань	280
	<u>5–6 баллов</u>			<u>3–4 балла</u>	
8	Дуванный	130	25	Имшли	235
9	Губа	156	26	Бейлаган	270
10	Гусар	166	27	Астара	310
11	Шамахи	150	28	Закатала	320
	<u>5 баллов</u>			<u>3 балла</u>	
12	Лагич	164	29	Барда	286
13	Кази-Магомед	168	30	Гянджа	340
	<u>4 балла</u>		31	Ханлар	345
14	Али-Байрамлы	175	32	Кедебек	390
15	Сальян	200		<u>2 балла</u>	
			33	Газах	420

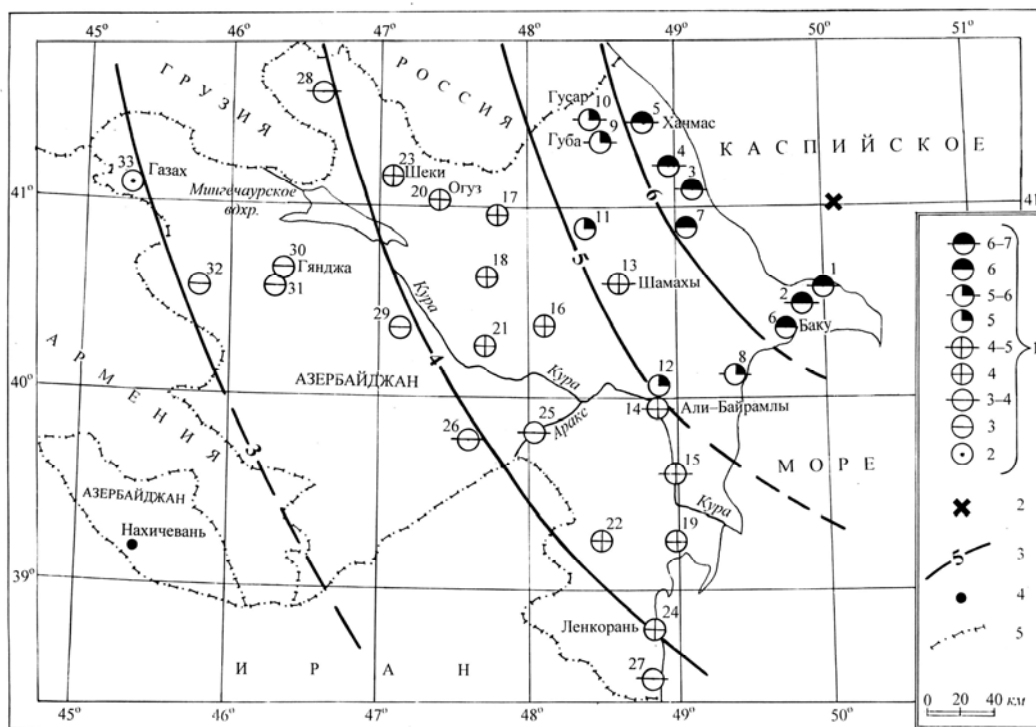


Рис. 2. Карта изосейст суммарной интенсивности сотрясений Каспийских землетрясений 25 ноября в  $18^{\text{h}}09^{\text{m}}09^{\text{s}}$  и в  $18^{\text{h}}10^{\text{m}}30^{\text{s}}$  с  $M_w=6.8$  и  $6.5$

1 – интенсивность сотрясений в баллах; 2 – изосейста; 3 – макросейсмический эпицентр.

Макросейсмический эпицентр землетрясений 25 ноября расположен, согласно карте изосейст (рис. 2), в 80 км к северо-востоку от столицы республики г. Баку и имеет координаты:  $\varphi=41.15^{\circ}\text{N}$ ;  $\lambda=50.35^{\circ}\text{E}$ , глубина очага –  $h=45$  км, т.е. он совершенно не согласуется с инструментальными (табл. 1). Факт уникальный и пока не объяснимый. Можно только предположить, что причина кроется в особенностях геологического строения очаговой зоны описываемых Каспийских землетрясений, хотя такие большие расхождения инструментальных данных с макросейсмическими ранее не были известны.

Первый толчок проявил себя вертикальными колебаниями, при втором толчке ощущались горизонтальные колебания. Землетрясения сопровождались гулом, дома раскачивались, слышался скрежет.

В г. Баку жители в панике выбегали из помещений, передвигаться без опоры было трудно. После обследований было определено, что только в г. Баку в разной степени пострадало около 1236 жилых домов, свыше 100 объектов образования и 77 административных объектов, 20 зданий больниц и поликлиник. Особенно пострадали старинные здания, представляющие архитектурную ценность. Несмотря на то, что полностью не был разрушен ни один жилой дом, все-таки погибли 3 человека в результате падения камней с крыш домов, балконов и стен, около 20 человек умерли от испуга и сердечных приступов, что было связано с незнанием элементарных правил поведения при сильных землетрясениях. В городе не было отмечено пожаров, срывов линий коммуникаций, за исключением телефонных связей. В различных частях города сотрясения ощущались по-разному. Большое влияние на интенсивность сейсмических сотрясений оказали локальные грунтовые условия и уровень грунтовых вод. Наиболее сильно пострадали прибрежная и центральные части города, где грунты слабые (III категория), а уровень грунтовых вод лишь 0.2–0.5 м.

В г. Сумгаите 18 жилых домов пришли в аварийное состояние. Наблюдалось в основном смещение тяжелых предметов, выплескивание воды из посуды и ванн, падали книги, посуда, сильно качались люстры, ударяясь о потолок.

Всего по республике от обоих землетрясений 25 ноября в разной степени пострадали 7350 домов, в том числе частично разрушено 34 жилых дома, одно школьное здание и один объект культуры. Сильно поврежденными и разрушенными оказались в основном одно-трехэтажные дома, построенные в начале прошлого века. Характерно, что высотные крупнопанельные и каркасные здания, построенные 30–40 лет назад, получили легкие повреждения (трещины в стенах). Ущерб, причиненный землетрясениями, по данным Комиссии по чрезвычайным ситуациям республики, оценивается суммой свыше 100 млрд манат или 22 млн долларов, в том числе, для г. Баку – около 60 млрд манат или 13 млн долларов.

Каспийские землетрясения 25 ноября ощущались также в Дагестане (5 баллов – в Избербаше; 4 балла – в Махачкале, Сергокале; 3–4 балла – в Дербенте; 3 балла – в Хасавюрте; 2–3 балла – в Кумухе; 2 балла – в Буйнакске) и Туркменистане (4–5 баллов – в Бекдаше) [5].

Сейсмическим событиям 25 ноября предшествовал один форшок с  $K_p=10.6$ , произошедший 7 ноября в  $09^h44^m$  южнее Апшеронского полуострова (табл. 3). Основные толчки сопровождались серией афтершоков (табл. 3).

**Таблица 3.** Основные параметры форшока и афтершоков Каспийских землетрясений 25.11.2000 г.

№	Дата, д м		$t_0$ , ч мин с			Эпицентр		$h$ , км	MPVA	$K_p$	$I$ , балл
						$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$				
Форшок											
1	07.11	09 44	51.3	39.93	49.54	34	4.7	10.6			
Основные толчки											
	<b>25.11</b>	<b>18 09 09.5</b>	<b>40.14</b>	<b>50.05</b>	<b>25–30</b>	<b>6.2</b>		<b>13.5</b>			
	<b>25.11</b>	<b>18 10 40.0</b>	<b>40.00</b>	<b>50.00</b>	<b>35–40</b>	<b>6.4</b>		<b>14.2</b>			
Афтершоки											
1	25.11	18 47 45.2	40.12	50.07	41	4.8	10.2	3			
2	25.11	18 49 12.1	39.90	49.90		5.0	11.0	4.5			
3	25.11	19 04 54.6	40.08	49.79	31		9.6				
4	25.11	19 28 01.2	40.08	49.98	43	4.3	9.5				
5	25.11	19 46 26.7	39.90	49.90			8.7				
6	25.11	19 48 49.0	40.00	50.00			8.8				
7	25.11	20 05 34.4	40.13	50.05	37	3.9	9.1				
8	25.11	20 11 59.6	39.90	49.80			9.1				
9	25.11	20 25 36.0	40.14	50.08	36	4.5	10.0	3			
10	25.11	20 37 00.8	39.90	49.90			8.9				
11	25.11	20 46 13.0	40.08	49.86	34		9.3				
12	25.11	21 01 07.9	40.12	50.12	37	4.1	9.3				
13	25.11	21 18 51.7	40.30	49.85	41	4.1	9.1				
14	25.11	21 58 32.6	40.00	49.70		4.3	9.4				
15	25.11	22 15 07.4	40.15	50.06	39	4.5	10.2	3			
16	26.11	00 01 31.2	40.00	49.80			8.0				
17	26.11	00 18 17.8	39.96	50.11	39	4.2	9.8	2–3			
18	26.11	00 59 20.0	39.90	49.80			7.8				
19	26.11	01 30 54.5	39.95	49.79	27		9.6				
20	26.11	01 41 33.5	39.90	49.90			9.8				
21	26.11	01 49 58.0	40.00	50.00			7.8				
22	26.11	01 56 22.6	39.90	49.80			9.0				
23	26.11	02 19 17.5	40.00	50.10			9.5				
24	26.11	02 32 53.5	39.88	49.78	25	4.8	10.3	3			
25	26.11	03 35 01.0	39.90	49.90			8.2				
26	26.11	04 00 24.0	40.01	49.40	18	4.6	10.4	3			
27	26.11	04 07 34.9	40.00	50.10			8.6				
28	26.11	05 58 24.2	40.00	49.90			11.0	4–5			
29	26.11	06 36 35.5	40.02	49.97	30	4.8	10.6	4			
30	26.11	06 50 34.7	39.90	49.90			8.5				
31	26.11	08 47 57.7	40.04	50.20	33	5.6	11.6	5			
32	26.11	12 48 17.5	40.00	50.10			8.4				
33	26.11	13 12 01.8	40.10	50.10			9.0				
34	26.11	13 28 36.5	40.00	50.10			7.8				
35	26.11	13 36 26.5	40.10	50.10			7.7				
36	26.11	14 12 40.8	39.99	50.11			36	4.1	9.3		
37	26.11	14 16 54.5	39.90	49.60			25	4.6	10.5	4	
38	26.11	14 42 58.5	40.00	50.10					8.3		
39	26.11	15 25 47	40.01	49.77	32	4.3	10.3	3			
40	26.11	17 05 57.1	40.00	50.00			40	4.0	9.1		
41	26.11	18 23 04.0	39.89	50.01			39	4.3	10.0	3	
42	26.11	21 37 11.4	40.01	49.86			42	4.8	10.6	4	
43	27.11	03 02 41.2	39.90	49.90				4.0	9.1		
44	27.11	04 43 11.8	39.93	50.10			44	4.0	9.2		
45	27.11	09 41 08.7	40.02	49.98			36	4.0	9.3		
46	27.11	09 51 42.1	40.00	50.00				4.0	9.0		
47	27.11	13 51 15.1	39.80	49.90					8.8		
48	27.11	14 43 52.7	40.00	49.80					8.9		
49	27.11	16 04 50.1	39.90	49.90				4.5	9.7	2–3	
50	27.11	21 16 54.2	39.98	50.02			41	4.4	9.7	2–3	
51	28.11	00 14 37	40.18	50.11				4.6	9.7	2–3	
52	28.11	05 07 41.1	40.10	50.00					8.9		
53	28.11	06 13 48.0	39.80	49.80					8.5		
54	28.11	11 49 21.0	39.90	50.00					9.0		
55	28.11	13 47 28.9	40.10	50.10					8.8		
56	28.11	15 13 32.5	40.00	50.00					8.3		
57	28.11	16 04 45.9	40.00	50.00					8.4		
58	28.11	18 44 02.0	40.10	50.10				4.2	9.3		
59	28.11	20 37 24.4	40.07	50.05			43	4.9	10.7	4	
60	28.11	20 46 45.5	39.90	49.90				3.7	8.7		
61	29.11	02 07 09.2	40.10	50.10				3.9	9.2		
62	29.11	07 22 40.3	39.90	50.00					9.1		
63	29.11	08 20 02.3	40.17	50.16			45		8.4		
64	29.11	10 45 02.3	40.00	50.00			43	4.6	10.4	3–4	
65	29.11	12 34 43.9	40.00	49.90					8.4		
66	29.11	17 40 45	40.00	49.90					7.5		
67	29.11	23 17 56	39.90	49.90					8.0		
68	30.11	00 45 54	40.00	50.00					7.6		
69	30.11	02 45 29.8	39.90	49.90					8.5		
70	30.11	05 09 52.6	40.11	50.14			36	5.2	11.5	5	
71	30.11	05 13 36	40.10	50.10					7.8		
72	30.11	08 37 15.9	40.10	50.20					8.8		
73	30.11	09 17 51.3	40.00	50.10					8.2		
74	30.11	10 30 02	40.00	50.10					7.8		
75	30.11	11 56 56.4	40.00	50.10					8.0		
76	30.11	17 15 15.3	39.90	49.90					7.8		
77	30.11	17 49 15.0	39.90	49.90					8.9		
78	30.11	21 10 00.7	39.90	49.90					8.2		

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	MPVA	$K_p$	$I$ , балл	№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	MPVA	$K_p$	$I$ , балл
			$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$								$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$				
79	30.11	21 35 38.6	39.90	50.00				8.1	123	11.12	19 44 18.5	39.80	49.80				7.6
80	01.12	04 28 24.3	39.90	49.80				9.4	124	11.12	20 20 47.0	39.90	50.15	45	3.5		8.5
81	01.12	14 08 27.3	40.07	49.99	38	4.3	10.1	3	125	11.12	22 14 49.0	39.90	50.20				7.6
82	01.12	20 57 58.6	39.88	49.80		4.4	9.6		126	12.12	02 21 46.4	40.05	49.96	45	4.4		9.6
83	02.12	08 30 50.3	40.12	50.29	46		9.4		127	12.12	06 53 01.0	40.00	50.00				8.0
84	02.12	09 36 07.2	40.19	50.03	39	4.5	9.6		128	12.12	07 51 10.8	40.05	49.99	40	4.2		9.1
85	02.12	11 08 46.5	40.00	50.40			8.4		129	13.12	11 43 57.0	40.05	49.90				7.8
86	02.12	13 18 04.5	40.00	50.20			8.3		130	13.12	14 17 55.0	40.00	49.95				7.6
87	02.12	15 43 01.0	39.94	50.03	35	4.4	9.8	2-3	131	13.12	18 06 56.4	39.88	50.10	45	4.2		9.6
88	02.12	17 17 41.9	40.07	49.98	34	3.6	8.9		132	14.12	10 04 52.2	39.96	49.98	44			7.6
89	02.12	18 11 07.3	40.33	49.96	39	4.3	9.8	2-3	133	14.12	13 39 58.4	39.90	49.90				8.0
90	02.12	22 26 54.5	40.00	50.00			8.5		134	14.12	17 06 48.2	40.10	49.90	46			8.5
91	02.12	23 38 49.5	40.10	50.10			8.2		135	14.12	22 59 02.3	39.85	49.64	22			8.7
92	03.12	03 59 46.0	39.90	49.90			8.2		136	15.12	09 14 22.1	40.00	50.00				7.6
93	03.12	22 36 06.6	40.10	50.10			8.0		137	15.12	16 35 19.7	40.00	50.00				7.1
94	04.12	03 42 17.5	39.98	49.94	46	4.1	9.4		138	15.12	22 09 13.0	40.00	50.00				7.0
95	04.12	15 25 29.0	40.22	50.02	45	4.5	9.8	2-3	139	16.12	05 46 24.0	40.10	49.90				8.0
96	04.12	16 10 49.0	40.20	50.00			8.3		140	16.12	09 46 10.0	40.17	50.21	42	3.7		8.7
97	04.12	18 50 08.5	40.05	50.05			8.0		141	16.12	14 55 14.6	39.90	49.80				8.5
98	04.12	20 02 28.0	39.90	49.90			8.0		142	16.12	20 21 09.5	40.00	50.10				8.5
99	05.12	10 20 33.8	40.10	50.10			8.0		143	17.12	00 08 07.8	39.90	49.83				8.6
100	05.12	07 20 44.5	40.20	50.00			8.0		144	18.12	04 45 43.4	40.01	49.58	28	3.5		8.4
101	05.12	10 54 15.9	40.00	50.09	45	4.4	9.5		145	18.12	18 19 59.7	40.13	49.95	38	3.6		8.6
102	05.12	16 27 10.1	39.90	50.00			8.2		146	18.12	18 43 13.8	40.03	50.28	45	3.6		8.5
103	05.12	19 37 48.0	39.95	50.05			8.3		147	19.12	00 22 30.0	40.00	50.00				8.3
104	06.12	02 34 38.5	40.00	49.90			8.2		148	19.12	05 37 12.0	40.00	50.00				8.0
105	06.12	03 07 30.0	40.00	50.00			8.3		149	19.12	08 21 40.0	40.00	50.00				7.9
106	06.12	04 15 48.2	40.08	50.13	35	4.1	9.4		150	22.12	17 51 42.5	40.18	50.21	34			8.4
107	06.12	05 52 19.2	40.10	50.20	43	4.1	9.3		151	23.12	08 24 47.0	40.11	49.92	44	4.6	10.8	4
108	06.12	09 03 50.0	40.00	50.10			8.4		152	23.12	12 27 32.5	40.00	49.90				7.7
109	06.12	12 04 20.3	40.35	49.98	44	4.4	9.7	2-3	153	23.12	15 05 19.0	40.00	49.90				7.7
110	06.12	15 31 58.8	40.05	50.15	45	3.7	9.0		154	23.12	15 51 41.4	39.75	50.02	36			8.7
111	07.12	12 50 57.5	39.90	50.10			7.5		155	24.12	05 38 16.4	40.01	50.00	42			8.4
112	08.12	03 19 55.0	40.10	50.10			8.0		156	24.12	16 30 18.7	40.08	49.98	45	4.0		9.8
113	08.12	15 40 00.6	39.95	49.80	39	4.3	9.5		157	24.12	23 13 35.9	40.19	50.22	45			8.2
114	08.12	18 46 24.0	40.10	49.80		4.3	9.6		158	25.12	03 00 16.0	40.10	50.16	45	4.7	10.5	2-3
115	09.12	10 38 02.5	39.95	49.90			8.8		159	26.12	01 13 16.0	39.80	50.05				7.5
116	09.12	10 37 03.0	39.95	49.90			8.5		160	26.12	01 47 09.5	40.00	49.90				8.3
117	09.12	17 46 53.3	40.00	49.90			8.4		161	26.12	09 04 19.0	39.90	50.10				7.8
118	09.12	18 45 24.0	40.00	50.10			8.6		162	26.12	10 45 45.0	40.05	50.20				8.1
119	09.12	20 .3 54.9	39.90	50.02	37	3.7	8.8		163	27.12	18 50 48.0	40.05	50.25				8.4
120	09.12	22 59 29.5	39.90	50.00			8.3		164	28.12	06 55 38.0	39.90	49.80				8.3
121	11.12	05 55 58.0	39.90	50.00			8.0		165	28.12	08 10 12.0	40.20	50.20				8.0
122	11.12	13 18 13.3	39.99	49.56	25		8.1										

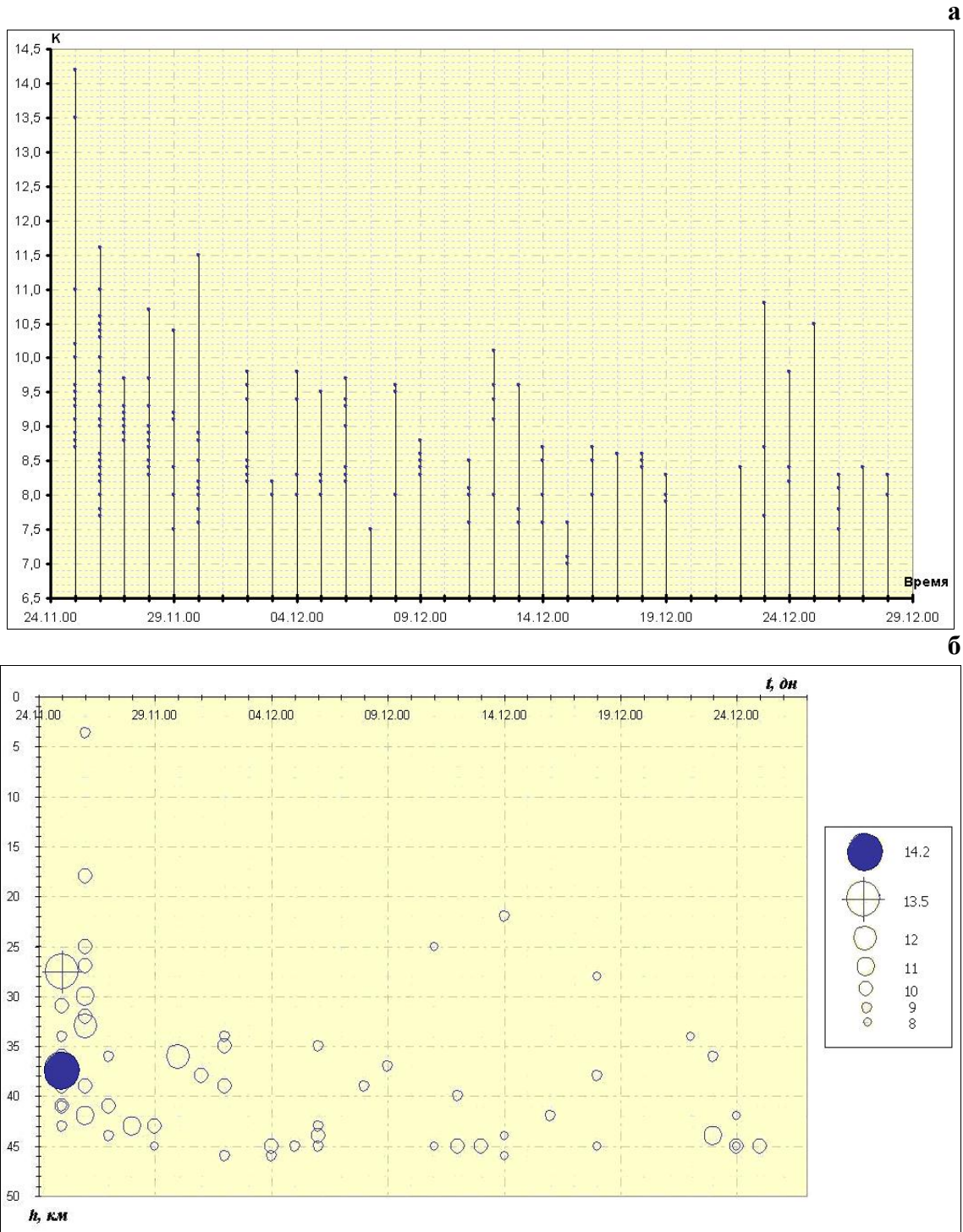
Наибольшее их число приходится на первые пять дней – 78 толчков с  $K_p=8-12$ . Всего до конца года произошло 165 афтершоков с  $K_p \geq 8$  (табл. 4), 36 из них ощущались в г. Баку и окрестных районах с интенсивностью  $I=3-5$  баллов. Отсутствие афтершоков с  $K_p \leq 7.5$  связано с небольшим увеличением сейсмографов на сейсмических станциях, близких к эпицентрам.

Таблица 4. Распределение числа афтершоков по энергетическим классам  $K_p$

Интервал наблюдений	$K_p$						$N_{\Sigma}$
	7	8	9	10	11	12	
25.11.–30.11.	1	24	33	14	6	1	78
01.12.–31.12.	4	51	20	10	1	–	88
Всего	5	75	53	24	7	1	166

Изменение во времени числа афтершоков и величины максимального в каждые сутки энергетического класса показано на рис. 3а, на котором видно постепенное уменьшение как

числа землетрясений, так и выделившейся энергии, хотя небольшое увеличение последней происходит с 21 по 25 декабря. Все гипоцентры афтершоков заглублены (рис. 3б),  $h$  изменяется от 22 до 46 км. Анализ их распределения во времени показывает, что в основном происходит постепенное нарастание глубин до 38–44 км.



**Рис. 3.** Изменение во времени (по суткам) числа и величины энергетических классов (а), а также глубин (б) афтершоков Каспийских землетрясений 25 ноября

Карта афтершоков дана на рис. 4а, вертикальный разрез – на рис. 4б. Афтершоковое поле имеет форму эллипса с осями  $35 \times 70$  км, с простираем большой оси с юго-запада на северо-восток. Эпицентры главных толчков лежат в окружении афтершоков. Распределение глубин

основных толчков и их афтершоков на рис. 4б показывает небольшое нарастание глубин очагов по направлению с юго-запада на северо-восток, при этом гипоцентр первого толчка «завис» над облаком афтершоков – он выше на 5–7 км.

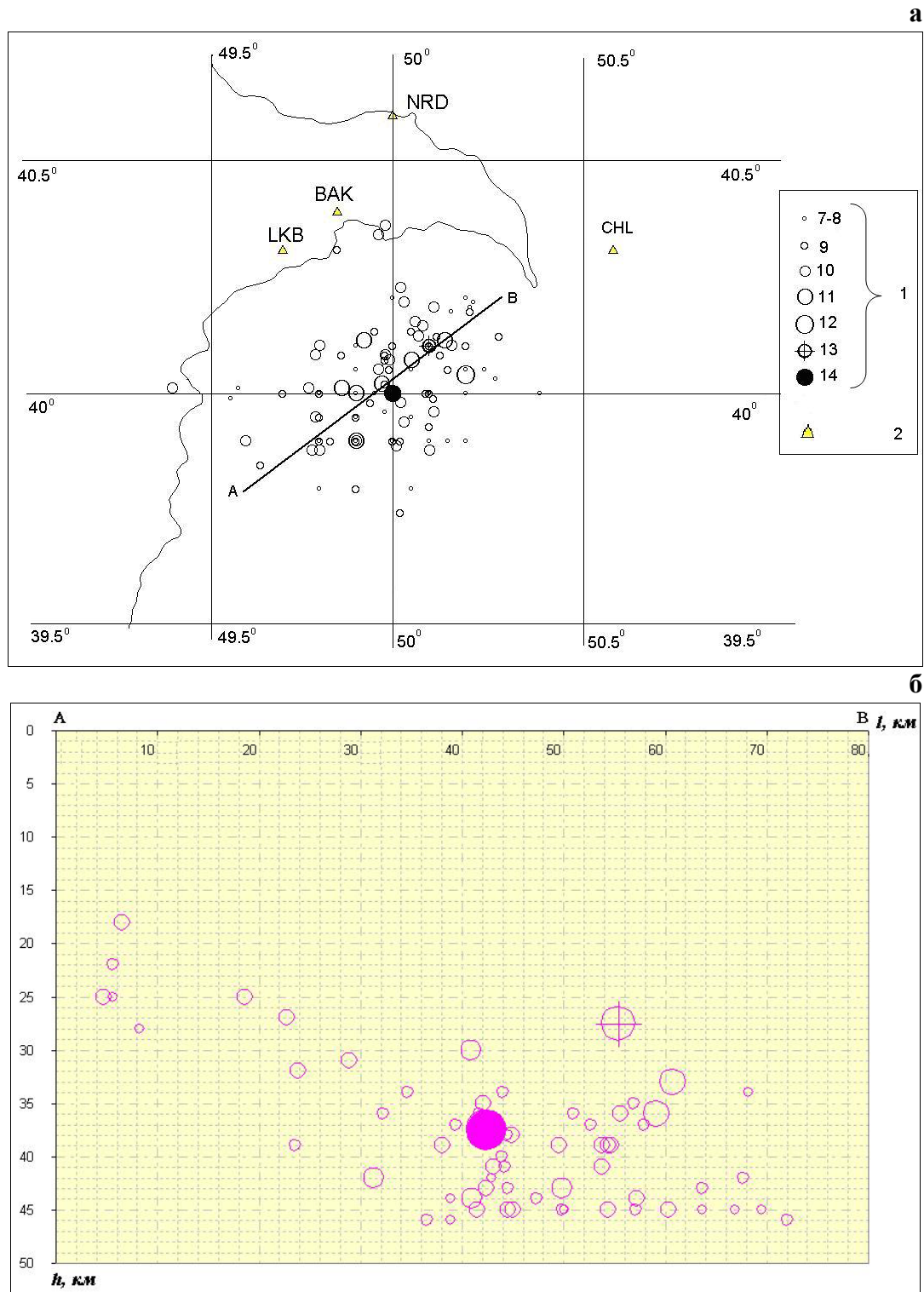


Рис. 4. Карта (а) и вертикальный разрез (б) поля афтершоков Каспийских землетрясений 2000 г.

1 – энергетический класс; 2 – сейсмическая станция.

Очаговая зона исследуемых землетрясений располагается в пределах Апшерон-Прибалханской зоны поднятий. На рис. 5 приведен фрагмент тектонической схемы района по [6].

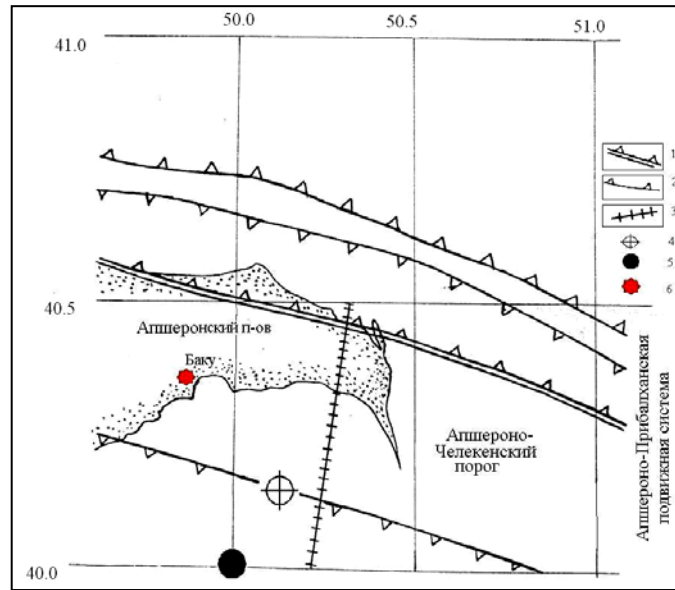


Рис. 5. Тектоническая схема района Каспийских землетрясений 2000 г.

1 – Апшероно-Челекенский глубинный разлом; 2 – глубинный разлом; 3 – поперечный разлом; 4, 5 – эпицентры первого и второго толчков в 18<sup>h</sup>09<sup>m</sup> и 18<sup>h</sup>10<sup>m</sup> соответственно; 6 – г. Баку.

Решение механизма очагов по данным сейсмических станций Азербайджана не представляется возможным из-за одностороннего расположения системы наблюдений по отношению к эпицентру события. Поэтому в табл. 5 приведены решения MOS и HRVD.

Таблица 5. Параметры механизмов очагов Каспийских землетрясений I и II

Агентство	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	$h$ , км	$M_w$	$K_p$	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости					
						T		N		P		NP1			NP2		
						PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	SLIP	STK	DP	SLIP
HRVD	25.11	18 09 09.5	28*	6.8	13.5	44	56	2	148	46	240	93	2	215	328	89	272
MOS						30	38	36	153	39	280	74	37	-171	337	85	-54
HRVD	25.11	18 10 40.5	0*		14.2	22	31	2	122	68	217	118	23	265	303	67	272

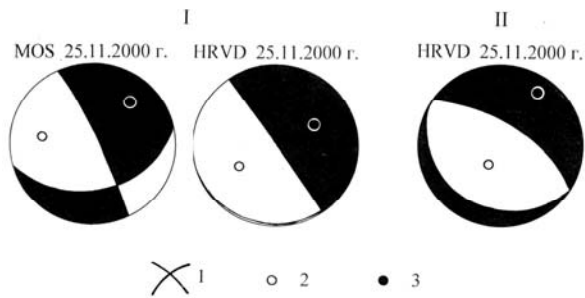


Рис. 6. Стереогаммы механизмов очагов первого и второго толчков в 18<sup>h</sup>09<sup>m</sup> и 18<sup>h</sup>10<sup>m</sup> соответственно в проекции нижней полусферы

1 – нодальные линии; 2, 3 – оси главных напряжений сжатия и растяжения соответственно; зачернена область волн сжатия.

Решения механизма очага первого толчка в 18<sup>h</sup>09<sup>m</sup> по MOS и HRVD близки (рис. 6). Землетрясение произошло под действием близких по величине напряжений сжатия и растяжения. В обоих решениях присутствуют круто падающие ( $DP=85-89^\circ$ ) нодальные плоскости северо-западного-юго-восточного простирания ( $NP2$ ) и также залегающие более полого ( $DP=37, 2^\circ$ ) плоскости близширотного простирания ( $NP1$ ). Движение по плоскости ( $NP2$ ) представлено сбросом (а в случае решения MOS в сбросе присутствует и компонента правостороннего сдвига). Согласно решению HRVD, движение по ( $NP1$ ) представлено сбросом с компонентой правостороннего сдвига; по решению MOS в подвижке по ( $NP1$ ) преобладает правосторонняя сдвиговая компонента. Решение для второго толчка в 18<sup>h</sup>10<sup>m</sup> имеется только по HRVD, и оно близко к таковому для первого толчка. Подвижка в очаге по крутой плоскости – практически чистый сброс, по пологой – сброс с компонентой правостороннего сдвига. Однако если в случае перво-



го толчка движение в очаге произошло под действием близких по величине напряжений сжатия и растяжения, то для второго наблюдается преимущество напряжений растяжения. Приведенные результаты свидетельствуют о том, что ориентация осей главных напряжений в очаге первого толчка несколько не согласуется с распределением осей напряжений, характерных для Каспийского моря – горизонтальное растяжение, ориентированное перпендикулярно структурам [7].

Рассматривая долговременную сейсмичность очагов зоны Каспийских землетрясений, отметим, что за период с 1910 г. в ее пределах зарегистрировано 8 событий, ощущавшихся в г. Баку с интенсивностью  $I$  от 5 до 7 баллов (рис. 7, табл. 6).

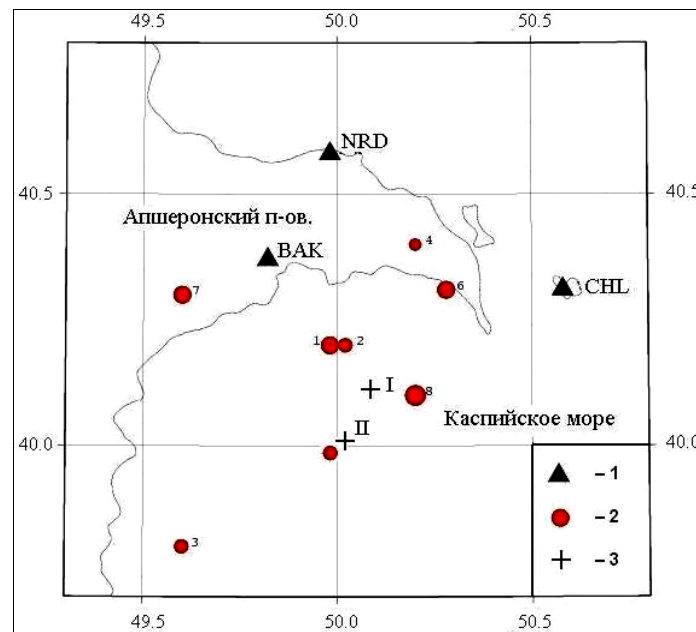
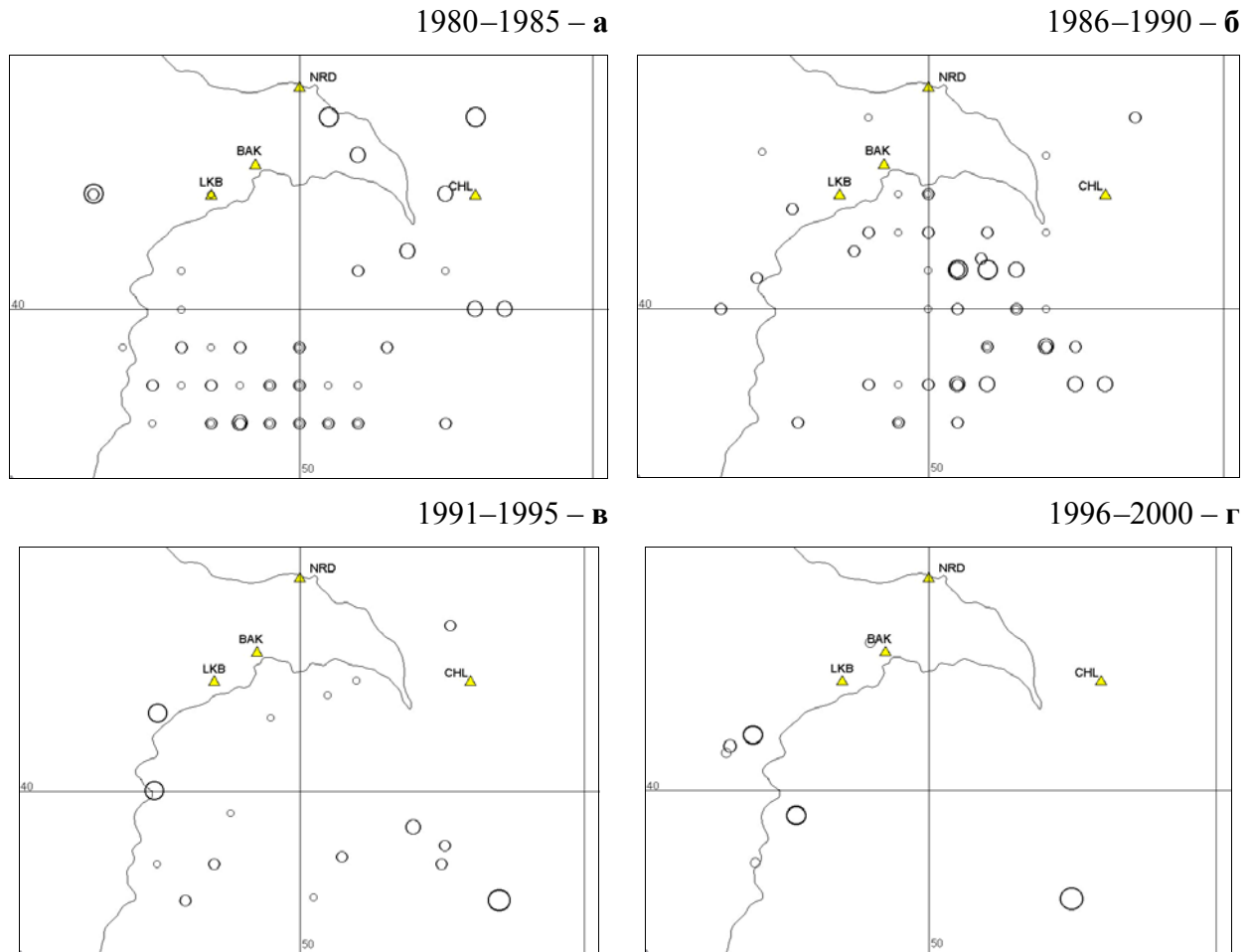


Рис. 7. Карта эпицентров ощутимых землетрясений за 1910–2000 гг. в районе возникновения Каспийских землетрясений 25 ноября в  $18^{\text{h}}09^{\text{m}}$  (I) и  $18^{\text{h}}10^{\text{m}}$  (II)

1 – сейсмическая станция; 2 – эпицентры землетрясений из табл. 6; 3 – инструментальный эпицентр.

Таблица 6. Ощутимые землетрясения за период 1910–1999 гг. в зоне очагов Каспийских землетрясений 2000 г.

№	Дата, д м год	$t_0$ , ч мин с $\pm \delta t_0, c$	Эпицентр		$h$ , км $\pm \delta h$	$M$ $\pm \delta M$	$I_0$ , балл $\pm \delta I_0$	Примечания	Источ- ник
			$\varphi^\circ, N$ $\pm \delta \varphi^\circ$	$\lambda^\circ, E$ $\pm \delta \lambda^\circ$					
1	06.07.1910	08 57 $\pm 10$ мин	40.2 $\pm 0.2$	50.0 $\pm 0.2$	7 5–10	4.4 $\pm 0.5$	6–7 $\pm 0.5$	6 – 10 км (1 п.); 5 – 25 км (3 п.); 4 – 45 км (2 п.); $K_p=11.9$	[8]
2	22.11.1922	05 41 $\pm 1$ ч	40.2 $\pm 0.5$	50.0 $\pm 0.5$	–	(4.3) $\pm 0.7$	5–6 $\pm 0.5$	$K_p=11.7$	[8]
3	07.06.1930	07 15 $\pm 1$ ч	39.8 $\pm 0.5$	49.6 $\pm 0.5$	–	(4.2) $\pm 0.7$	(6) $\pm 1$		[8]
4	07.08.1937	18 25 45 $\pm 5$ с	40.4 $\pm 0.2$	50.2 $\pm 0.2$	5 2–10	3.5 $\pm 0.5$	5–6 $\pm 0.5$	4 – 10 км (3 п.);	[8]
5	03.01.1954	07 51 08 $\pm 2$ с	40.0 $\pm 0.5$	50.0 $\pm 0.5$		4.0 $\pm 0.7$	(5) $\pm 1$	3 – 4 – 45 км (1 п.); $K_p=11.2$	[8]
6	04.11.1969	20 17 49 $\pm 1$ с	40.31 $\pm 0.1$	50.28 $\pm 0.1$	22 11–44	4.4 $\pm 0.2$	(6) $\pm 1$	5 – 15 км (4 п.); 4 – 25 км (12 п.); 3 – 12 км (15 п.); $K_p=11.9$	[8]
7	16.01.1979	10 24 24	40.3 $\pm 0.1$	49.6 $\pm 0.1$	10 $\pm 10$	4.4 $\pm 0.5$	5 $\pm 1$	$K_p=12$	[9]
8	07.11.1987	01 35 20 $\pm 1.7$	40.1 $\pm 0.25$	50.1 $\pm 0.25$	4 $\pm 4$	4.0 $\pm 0.5$	5 $\pm 1$	$K_p=10.8$	[10]



**Рис. 8.** Карты эпицентров очаговой зоны Каспийских землетрясений 2000 г. за разные четыре пятилетних интервала времени

Сейсмическая ситуация за последние 20 лет, с 1980 по 2000 гг., представленная на рис. 8 фрагментами по пятилетним интервалам, свидетельствует об ослаблении сейсмичности в очаговой зоне Каспийских землетрясений (рис. 8, а, б, в), вплоть до полного затишья в последний интервал, с 1996 г. по 2000 г. (рис. 8 г).

#### Л и т е р а т у р а

1. **Bulletin of the International Seismological Centre for 2000.** – Berkshire: ISC, 2002.
2. **Абдуллаева Р.Р., Миргуламова С.М., (отв. сост.), Казиева С.Г., Мамедова М.К., Абдуллаева Э.Г., Саидова Г.Э., Исмаилова С.С., Кулиева С.К., Исламова Ш.К.** Азербайджан. (См. раздел VII (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
3. **Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2000 год /** Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ЦОМЭ ГС РАН, 2000–2001.
4. **Медведев С.В. (Москва), Шпонхойер В. (Иена), Карник В. (Прага).** Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
5. **Информационное сообщение Геофизической службы РАН о землетрясениях в Каспийском море 25 ноября 2000 г.** – Обнинск: ИОЦ ГС РАН, 2000.
6. **Голинский Г.Л., Кондорская Н.В., Захарова А.И., Вандышева Н.В., Агаларова Э.Б., Агамирзов С.Р., Брук М.Г., Гарагозов Д. и др.** Каспийское землетрясение 6 марта // Землетрясения в СССР в 1986 году. – М.: Наука, 1989 – С. 58–76.

7. **Агаларова Э.Б.** Особенности ориентации напряжений, действующих в очаге землетрясений Апшеронского полуострова и Каспийского моря // Физика Земли. – 1969 – № 7. – С. 43–49.
8. **Бабаян Т.О., Кулиев Ф.Т., Папалашвили В.Г., Шебалин Н.В., Вандышева Н.В. (отв. сост.).** П б. Кавказ [50–1974 гг.,  $M \geq 4.0$ ,  $I_0 \geq 5$ ] // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 69–170.
9. **Папалашвили В.Г. (отв. сост. по региону), Агаларова Э.Б. (АзССР), Казанцева Т.П. (Северный Кавказ), Кахиани Л.К. (ГрССР), Саргсян Г.В. (АрмССР).** Региональный каталог землетрясений Кавказа за 1979 г. // Землетрясения в СССР в 1979 году. – М.: Наука, 1982. – С. 126–131.
10. **Папалашвили В.Г. (отв. сост. по региону), Агаларова Э.Б. (АзССР), Кахиани Л.К. (ГрССР), Саргсян Г.В. (АрмССР).** Региональный каталог землетрясений Кавказа за 1987 г. // Землетрясения в СССР в 1987 году. – М.: Наука, 1990. – С. 188–194.