

**КАВКАЗ:**

УДК 550.348.098.64 (479.24)

**АЗЕРБАЙДЖАН**

**А.Г. Гасанов, Р.Р. Абдуллаева**

Республиканский Центр сейсмической службы НАН Азербайджана,  
г. Баку, [science@azeurotel.com](mailto:science@azeurotel.com)

В 2000 г. в сети наблюдений Республиканского центра сейсмической службы (РЦСС) Азербайджана, состоящей из 15 сейсмических станций (табл. 1), особых изменений относительно [1] не произошло.

**Таблица 1.** Сейсмические станции Азербайджана (в хронологии их открытия), работавшие в 2000 г., и их параметры

№	Станция			Дата открытия	Координаты			Аппаратура			
	Название	Код			$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$	$h_y, м$	Тип прибора	Комп- нента	$V_{max}/$ чувствит-ть	$\Delta T_{max},$ с
		межд.	рег.								
1	Шамахи (Шемаха)	SHX	ŞMX	1902	40.64	48.64	840	СКМ-3	N, Z	10000	0.20–1.2
								КПЧ(СК) АСЗ-2	E	1000	0.20–1.2
									N	100	0.30–10.5
									N	$0.0061 c^2$	0.099
									E	$0.0063 c^2$	0.097
									Z	$0.0060 c^2$	0.096
2	Баку	BAK	BAK	1903	40.37	49.82	83	СК	N, E	800	0.30–10.5
								Z	800	0.60–9.5	
3	Гянджа (Кировабад)	GNC	GNC	06.1950	40.63	46.31	532	СКМ-3	N, E	50000	0.20–1.2
								СК ССРЗ-М	Z	50000	0.25–1.3
									N, E, Z	1500	0.40–10.5
									N	$0.00208 c^2$	0.07
									E	$0.00201 c^2$	0.10
									Z	$0.00206 c^2$	0.07
4	Ленкорань	LNK	LNK	07.1949	38.75	48.86	ССРЗ-М	N	$0.002198 c^2$	0.06	
								E	$0.002156 c^2$	0.06	
								Z	$0.002250 c^2$	0.06	
5	Нахчыван (Нахичевань)	NAK	NXC	28.01.1951	39.20	45.41	887	СКМ-3	N, E, Z	9985	0.15–1.2
								СК ССРЗ-М	N, E, Z	1500	0.35–10.5
									N, Z	$0.0024 c^2$	0.07
									E	$0.0023 c^2$	0.08
6	Пиргулу (Пиркулу) (Пиркули) (приостановл. 21.01.1994 г.)	PRL	PRL	1966 03.12.1994	40.78	48.59	1448	СМ-3	N, E, Z	15000	0.20–1.2
								АСЗ-2	N, E, Z	2000	0.20–1.1
									N	$0.0062 c^2$	0.090
									E	$0.0057 c^2$	0.098
Z	$0.0061 c^2$	0.095									
7	о. Чилов (о. Жилой)	CHL	ÇIL	27.04.1968	40.32	50.59	–24	СМ-3	N, E, Z	2600	0.30–0.80
8	Мингчевир (Мингечаур)	MNR	MNR	1968	40.77	47.06	30	СМ-3	N, E, Z	1500	0.20–1.1
								ССРЗ-М	N	$0.00208 c^2$	0.09
									E	$0.00215 c^2$	0.08
									Z	$0.00206 c^2$	0.10
9	Шеки	SHE	ŞEK	01.1973	41.20	47.19	600	СКМ-3	N, Z	10000	0.20–1.2
								ССРЗ-М	E	1000	0.20–1.1
									N	$0.00225 c^2$	0.06

№	Станция		Дата открытия	Координаты			Аппаратура				
	Название	Код		$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$	$h_y, м$	Тип прибора	Компонента	$V_{max}/$ чувствительность	$\Delta T_{max},$ с	
		межд.									рег.
								E Z	0.00219 $c^2$ 0.00231 $c^2$	0.06 0.05	
10	Баллабур	BLB	Blb	06.1984	38.71	48.78	70	СКМ-3	N, Z E	20000 2000	0.15–1.1 0.20–1.2
11	Губа (Куба) (приостановл. 11.06.1997 г.)	QUB	QUB	01.11.1978 20.04.1998	41.38 41.33	48.36 48.50	1000	СКМ-3 ССРЗ-М	N, Z E N E Z	15000 1500 0.002114 $c^2$ 0.002082 $c^2$ 0.002056 $c^2$	0.20–0.8 0.20–0.7 0.08 0.09 0.10
12	Исмаиллы	ISM	ISM	03.08.1982	40.81	48.21	926	СМ-3 АСЗ-2	N, Z E N E	20000 2000 0.0055 $c^2$ 0.0054 $c^2$	0.20–1.2 0.20–1.1 0.00985 0.00763
13	Нардаран	NRD	NRD	06.1988	40.58	49.98	22	СКМ-3	N, E Z	10000 6000	0.15–0.45 0.15–0.45
14	Загатала (Закатала) (закрыта 17.05.1995 г.)	ZKT	ZKT	1979 21.06.1997	41.65	46.67	530	СМ-3 ССРЗ-М	N, Z E N E Z	27000 12000 0.0021 $c^2$ 0.0024 $c^2$ 0.0028 $c^2$	0.25–1.2 0.25–1.0 0.10 0.10 0.08
15	Локбатан (приостановл. в янв.1996 г.)	LKB		1980 25.04.1997	40.30	49.71	40	СМ-3	N, E, Z	1500	0.25–0.80

На рис. 1 дана карта энергетической представительности землетрясений в изолиниях  $K_{min}$  по наблюдениям данной сети. Уровень  $K_{min}=7$  получен только в Шамахи-Исмаиллинской зоне. Для большей части территории республики представительны землетрясения с  $K_{min}=8$ , а для Талыша, Нахчыванской автономной республики и сопредельной территории Ирана  $K_{min}=9$ .

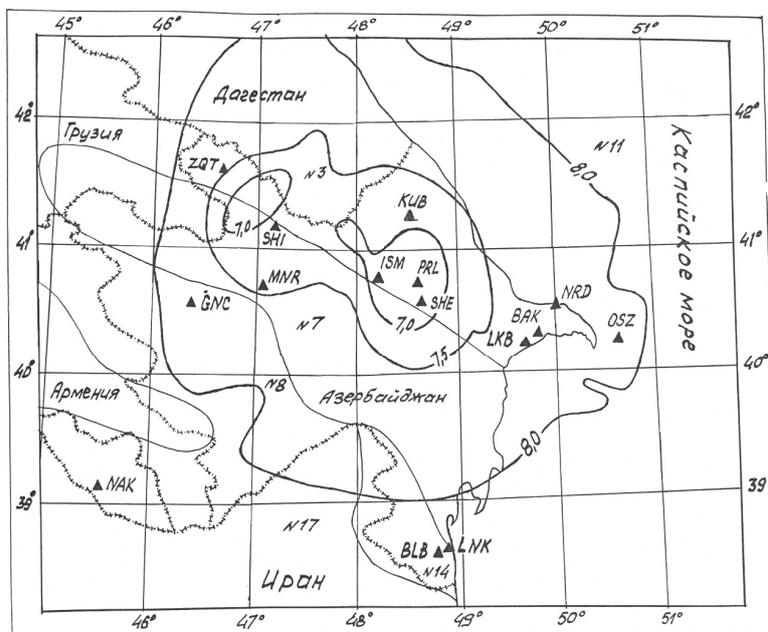


Рис. 1

1 - 7,5 - 1      ▲ - 2      C - 3      ~~~~~ - 4

Рис. 1. Карта энергетической представительности  $K_{min}$  землетрясений за 2000 г.

1 – изолиния  $K_{min}$ ; 2 – сейсмическая станция; 3 – граница района; 4 – государственная граница.

Обработка землетрясений в 2000 г. проводилась вручную, а также на ЭВМ по программе «Гипоцентр» [2]. Использовались годографы О.Б. Бабазаде [3] для Шамахи-Исмаиллинской зоны, А.Я. Левицкой и Т.М. Лебедевой [4] – для остальной части территории Азербайджана. Энергетические классы  $K_p$  определялись по номограмме [5], магнитуды  $MPVA$  – по [6].

Общее число зарегистрированных землетрясений составило  $N_{\Sigma}=1820$ , но параметры определены для 721 из них. В каталог [7] включены землетрясения с эпицентрами в пределах государственных границ республики и за их пределами не далее 30 км от них. Землетрясения, зарегистрированные на территории Ирана, включены без ограничений по удаленности от границ. Глубины очагов землетрясений находятся в пределах  $h=0-50$  км. Три самых слабых землетрясения имели одинаковый класс  $K_p=4.0$  (2 мая в  $11^h26^m$ , 29 июня в  $09^h15^m$ , 18 декабря в  $18^h52^m$ ), а три самых сильных с  $K_p=12.7, 13.5, 14.2$  произошли 21 марта в  $14^h07^m$ , 25 ноября в  $18^h09^m$  и  $18^h10^m$  соответственно [7].

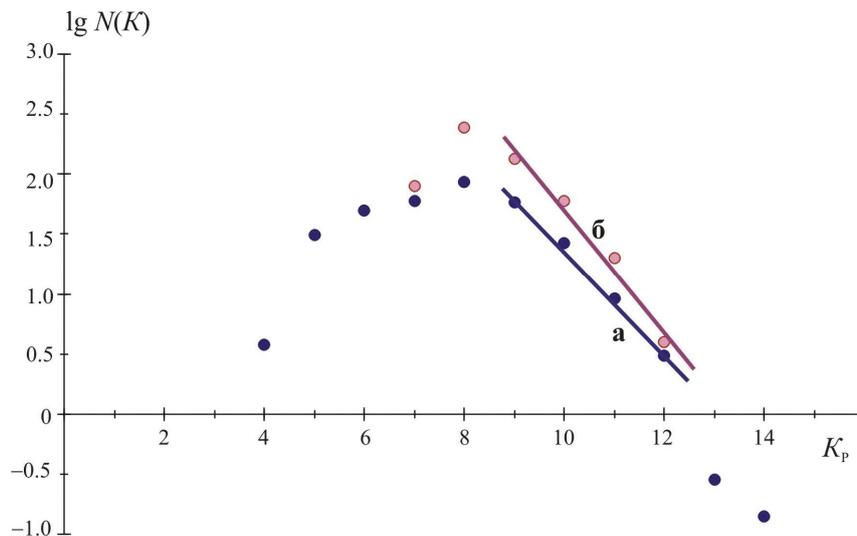
Распределение числа землетрясений по энергетическим классам  $K_p$  и районам дано в табл. 2. Суммарная сейсмическая энергия, выделенная в 2000 г., составила  $\Sigma E=118.85 \cdot 10^{12}$  Дж, что почти на порядок больше сейсмической энергии в предыдущем 1999 г. ( $\Sigma E=13.06 \cdot 10^{12}$  Дж [1]).

**Таблица 2.** Распределение числа землетрясений по энергетическим классам  $K_p$  и суммарная энергия  $\Sigma E$  по районам

№ р-на	Район	$K_{min}$	$K_p$										$N_{\Sigma}$	$\Sigma E \cdot 10^{12}$ , Дж
			$\leq 6$	7	8	9	10	11	12	13	14			
3	Восточный Кавказ	8	123	30	52	16	4	3	2	–	–	230	2.3616	
7	Курильская депрессия	8	13	33	43	11	5	2	–	–	–	107	0.2656	
8	Восточная часть Малого Кавказа	8	16	8	6	1	2	1	–	–	–	34	0.1217	
11	Каспийское море	8	2	9	142	105	55	14	3	1	1	332	115.0693	
14	Талыш	9	–	2	5	2	–	–	–	–	–	9	0.0025	
17	Иран	9	–	–	1	4	3	–	1	–	–	9	1.0341	
	Всего		154	85	249	139	69	20	6	1	1	721	118.8548	

Примечание. Районы взяты в соответствии с [8].

Из сравнения чисел землетрясений за 2000 г. в диапазоне  $K_p=8-12$  со средними показателями за 1993–2000 гг. в табл. 3 видно, что все они выше средних в 2–3 раза. Это связано с большими сериями афтершоков после двойного толчка Каспийских землетрясений 25 ноября, описанных подробно в отдельной статье [9] наст. сб. Графики повторяемости, построенные за 1993–1999 гг. и 2000 г. отдельно (рис. 2), характеризуются наклонами  $\gamma=0.44$  и  $0.42$ .



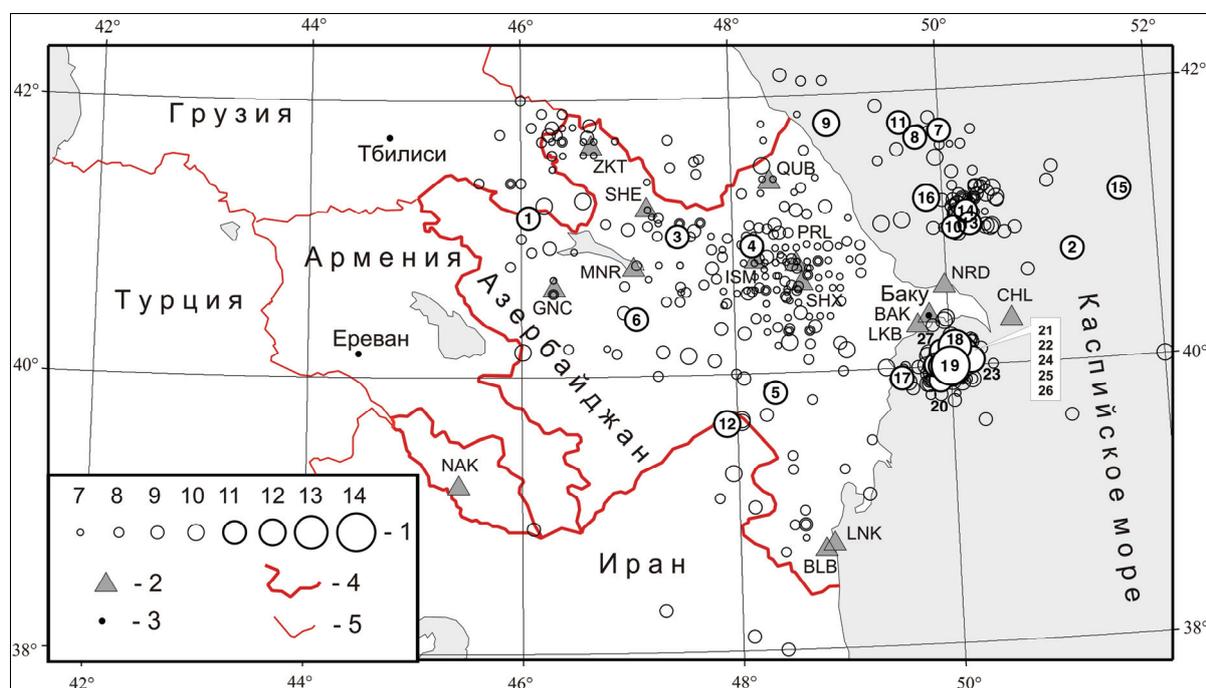
**Рис. 2.** Графики повторяемости землетрясений за 1993–1999 гг. (а) и 2000 г. (б)

**Таблица 3.** Числа землетрясений разных классов  $K_p$  и суммарная сейсмическая энергия  $\Sigma E$  на исследуемой территории за 1993–2000 гг.

Год	$K_p$											$N_{\Sigma}$	$\Sigma E \cdot 10^{12}$ , Дж	Источник
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
1993						48	11	5	5	–	–	69	5.66	[10]
1994						50	16	5	3	–	–	74	3.71	[11]
1995	4	8	14	22	58	44	17	13	1	–	–	179	2.22	[12]
1996	13	14	65	62	88	51	28	6	1	–	–	328	3.71	[13]
1997	–	47	51	75	112	81	48	17	7	–	1	439	327.77	[14]
1998	2	30	58	63	80	74	34	11	3	1	–	356	25.52	[15]
1999	–	56	61	79	96	60	28	7	2	1	–	390	13.05	[1]
Среднее	3.8*	31*	49.8*	60.2*	86.8*	58.3	26.0	9.1	3.1	0.3	0.1		54.52	
2000				85	249	139	69	20	6	1	1	721	118.85	

Примечание. Знаком \* отмечены средние значения за 1995–1999 гг., остальные – за 1993–1999 гг.

Пространственное распределение землетрясений приведено на рис. 3, 4 для более слабых и более сильных землетрясений соответственно. Из более сильных (рис. 4) на суше локализованы лишь землетрясения с  $K_p \geq 11$  с эпицентрами: в долине р. Иори, на границе с Грузией (18 января в 04<sup>h</sup>19<sup>m</sup> с  $K_p=11.4$ ), в верховьях р. Куры (12 апреля в 23<sup>h</sup>38<sup>m</sup> с  $K_p=10.6$ ), на востоке Мингечаурского водохранилища (9 марта в 14<sup>h</sup>29<sup>m</sup> с  $K_p=11.0$ ), севернее сейсмической станции «Исмаиллы» (10 марта в 14<sup>h</sup>20<sup>m</sup> с  $K_p=10.9$ ) и в долине р. Аракс (21 марта в 14<sup>h</sup>07<sup>m</sup> с  $K_p=11.0$ ). Последнее, названное Саатлинским, обследовано и описано в отдельной статье [16] наст. сб. Первые четыре из перечисленных событий имеют относительно небольшую глубину 14–18 км; последнее – более глубокое с глубиной 40 км.



**Рис. 3.** Карта эпицентров землетрясений с  $K_p \leq 9.5$  Азербайджана за 2000 г.

1 – энергетический класс  $K_p$ ; 2 – сейсмическая станция; 3 – населенный пункт; 4, 5 – государственная граница Азербайджана и других стран соответственно.

Основная же часть эпицентров землетрясений локализована в Каспийском море на двух участках, севернее и южнее Абшеронского (Апшеронского) полуострова (рис. 3, 4). На первом участке длина полосы активизации определена двумя крайними толчками, локализованными

на юго-востоке (8 марта в 01<sup>h</sup>45<sup>m</sup> с  $K_p=10.6$ ) и на северо-западе (22 апреля в 08<sup>h</sup>46<sup>m</sup> с  $K_p=12.0$ ), в прибрежной полосе между Азербайджаном и Дагестаном. Последнее ощущалось в Губе и Дербенте с интенсивностью до 4–5 баллов. Основная масса эпицентров зарегистрирована в апреле в виде компактного роя с максимальной плотностью эпицентров в 50–70 км к северу от Апшеронского полуострова, где произошло более 100 землетрясений с энергетическим классом  $K_p=7–12$ , из которых 48 зарегистрировано 23–25 апреля. Завершился рой достаточно сильным событием с  $K_p=11.8$  примерно в 40 км западнее роя, произошедшим 27 сентября в 03<sup>h</sup>43<sup>m</sup>. Следует отметить, что в этой очаговой зоне повышенная сейсмичность наблюдалась и в предыдущие годы [14, 15]. Эпицентры морских землетрясений в северной акватории тяготеют к зоне влияния Центрально-Каспийского разлома [17, 18].

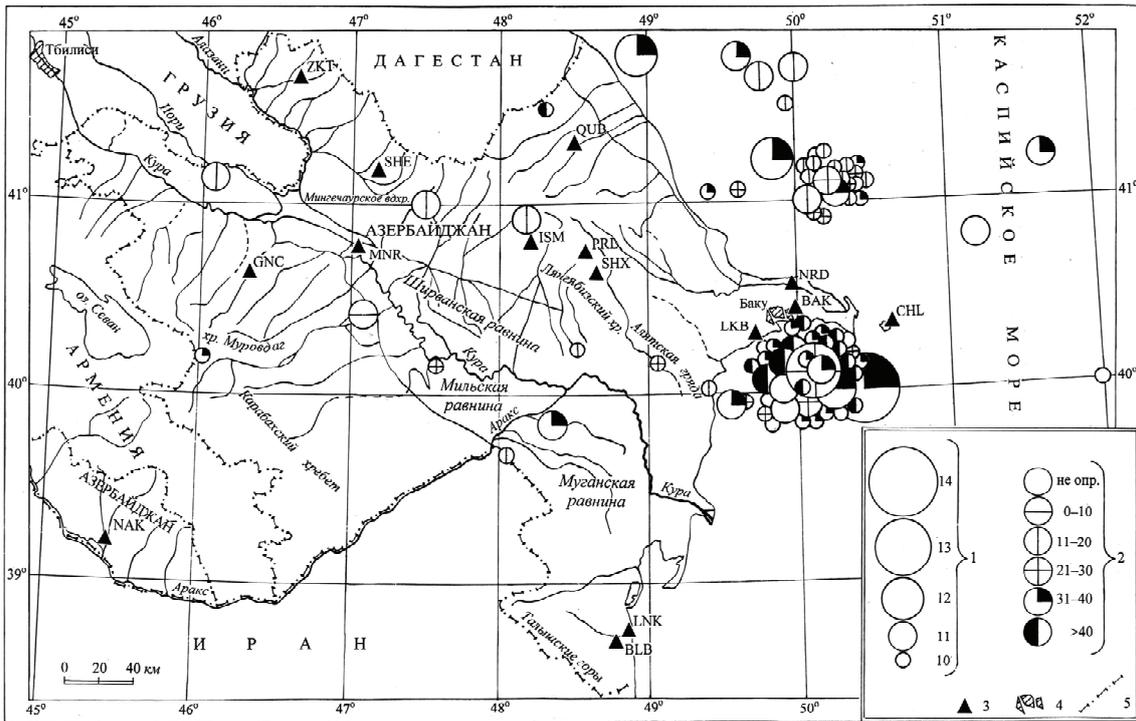


Рис. 4. Карта эпицентров землетрясений с  $K_p \geq 9.6$  в пределах границ Азербайджана за 2000 г.

1 – энергетический класс  $K_p$ ; 2 – глубина  $h$  гипоцентра, км; 3 – сейсмическая станция; 4 – Баку; 5 – государственная граница.

На втором участке акватории Каспия активизация сейсмического процесса отмечена в ноябре, когда на фоне общего ослабления сейсмичной активности территории республики произошли сильные землетрясения 25 ноября в виде двух толчков в 18<sup>h</sup>09<sup>m</sup>09<sup>s</sup> и в 18<sup>h</sup>10<sup>m</sup>30<sup>s</sup>, с  $K_p=13.5$  и 14.2 соответственно. Они ощущались как единое событие почти по всей территории республики, а также в Дагестане, Грузии, Армении и сопровождалась большой афтершоковой активностью [9].

Сейсмическая энергия, выделенная в морской акватории азербайджанской части Каспийского моря, составляет более 95% от всей сейсмической энергии, высвобожденной в 2000 г. на остальной части исследуемой территории.

### Л и т е р а т у р а

1. Гасанов А.Г., Абдуллаева Р.Р. Азербайджан // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 60–64.
2. Шенгелая Г.Ш., Аманаташвили Я.Т., Лабадзе Л.Б. и др. О подборе оптимального трехмерного строения Кавказского региона // Сейсмологический бюллетень Кавказа за 1980 г. – Тбилиси: Мецниереба, 1986. – С. 106–108.

3. **Бабазаде О.Б.** Локальный годограф для Шемаха-Исмаиллинской зоны // Сейсмологические исследования СС «Черепаша» в Шемахинской эпицентральной области в 1979–1982 гг. – Баку: Фонды Азербайджанского геологического управления и ИГ АН Республики Азербайджан, 1982. – 50 с.
4. **Левицкая А.Я., Лебедева Т.М.** Годографы сейсмических волн на Кавказе // Квартальный сейсмологический бюллетень. – Тбилиси: Мецниереба, 1953. – Т. 2. – № 1/4. – С. 51–60.
5. **Раутиан Т.Г.** Об определении энергии землетрясений на расстоянии до 3000 км // Экспериментальная сейсмика (Тр. ИФЗ АН СССР; № 32(199)). – М.: Наука, 1964. – С. 88–93.
6. **Соловьёва О.Н., Агаларова Э.Б., Алимamedова В.П., Гасанов А.Г., Геодакян Э.Г., Гюль Э.К., Дарахвелидзе Л.К., Петросян М.Д., Фабрициус З.Э., Хромецкая Е.А.** Калибровочные функции для определения магнитуды Кавказских землетрясений по короткопериодной волне  $P$  на малых эпицентральных расстояниях // Интерпретация сейсмических наблюдений. – М.: МГК АН СССР, 1983. – С. 65–72.
7. **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 VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
8. **Цхакая А.Д., Джибладзе Э.А., Папалашвили В.Г., Султанова З.З., Лебедева Т.М., Табуцадзе Ц.А., Дарахвелидзе Л.К., Кахиани Л.А., Лабазде Л.В., Алимamedова В.П.** Землетрясения Кавказа // Землетрясения в СССР в 1969 году. – М.: Наука, 1973. – С. 19–28.
9. **Гасанов А.Г., Етирмишли Г.Д., Абдуллаева Р.Р.** Каспийские землетрясения 25 ноября 2000 г. 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  $6.5$ ,  $I_0=8$  (Азербайджан). (См. раздел II (Макросейсмические обследования) в наст. сб.).
10. **Гасанов А.Г.** Землетрясения Азербайджана // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. – М.: НИИ-Природа, 1999. – С. 20–23.
11. **Гасанов А.Г.** Азербайджан // Землетрясения Северной Евразии в 1994 году. – М.: ОИФЗ РАН, 2000. – С. 12–13.
12. **Гасанов А.Г., Алиев А.Г.** Азербайджан // Землетрясения Северной Евразии в 1995 году. – М.: ОИФЗ РАН, 2001. – С. 20–23.
13. **Гасанов А.Г., Алиев А.Г.** Азербайджан // Землетрясения Северной Евразии в 1996 году. – М.: ОИФЗ РАН, 2002. – С. 23–27.
14. **Гасанов А.Г., Абдуллаева Р.Р.** Азербайджан // Землетрясения Северной Евразии в 1997 году. – Обнинск: ГС РАН, 2003. – С. 42–46.
15. **Гасанов А.Г., Абдуллаева Р.Р.** Азербайджан // Землетрясения Северной Евразии в 1998 году. – Обнинск: ГС РАН, 2004. – С. 45–50.
16. **Гасанов А.Г., Маммедли Т.Я., Исламова Ш.К.** Саатлинское землетрясение 21 марта 2000 г. с  $M_S=4.3$ ,  $I_0=6$  (Азербайджан). (См. раздел II (Макросейсмические обследования) в наст. сб.).
17. **Борисов А.А.** Глубинная структура территории СССР по геофизическим данным. – М.: Недра, 1967. – С. 147–158.
18. **Шихалибейли Э.Ш.** Некоторые проблемные вопросы строения и тектоники Азербайджана. – Баку: Элм, 1996. – 215 с.