

II. МАКРОСЕЙСМИЧЕСКИЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ

УДК 550.348.436 (479.22)

ПАРАВАНСКОЕ-III ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 14 января 1999 года

с $MS=4.3$, $I_0=6-7$ (Грузия–Армения)

В.Г. Папалашвили¹, Г.В. Саргсян², К.А. Мхитарян², Р.С. Михайлова³, И.П. Габсатарова³

¹Единая национальная служба сейсмической защиты при АН Грузии, г. Тбилиси

²Северный департамент Национальной службы сейсмической защиты Армении, г. Гюмри

³Геофизическая служба РАН, г. Обнинск

Данное ощутимое и обследованное землетрясение, произошедшее 14 января в 22^h45^m на территории Джавахетского нагорья в Грузии между озерами Паравани и Мадатапа, для настоящего сборника не совсем обычное в том смысле, что случилось оно на границе двух республик – Грузии и Армении. Соответственно, в редколлегию присланы два решения его гипоцентра ($\varphi_1=41.45^\circ\text{N}$, $\lambda_1=43.90^\circ\text{E}$, $h_1=17$ км, $K_{p1}=12.0$ [1]; $\varphi_2=41.37^\circ\text{N}$, $\lambda_2=43.92^\circ\text{E}$, $h_3=20$ км, $K_{p2}=12.7$ [2]; среднее значение $\bar{K}_p=12.4$) и две карты незамкнутых изосейст [3, 4]. В этой связи перед редколлегией возникла проблема объединения присланных данных в единый текст и с единой картой изосейст.

Все решения инструментального гипоцентра по данным разных агентств приведены в табл. 1 и на рис. 1.

Таблица 1. Основные параметры землетрясения 14 января по данным разных служб

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр						Магнитуда	Источ- ник
			φ° , N	$\delta\varphi^\circ$	λ° , E	$\delta\lambda^\circ$	h , км	δh , км		
Грузия	22 45 14.2	0.6	41.45	0.05	43.90	0.05	17		$MPVA=5.7$, $K_p=12.0$	[1]
Армения	22 45 14.2	0.2	41.37	0.03	43.92	0.03	20		$MLH=4.2$, $Md=4.4$, $K_p=12.7$	[2]
Северный Кавказ	22 45 15.7	1.0	41.32	0.03	43.83	0.03	1	1	$MPVA=5.3$, $K_p=12.0$	[5]
MOS	22 45 15.7	1.4	41.26		44.00		10		$MS=4.3/19$, $MPSP=5.1/21$	[6]
ISC	22 45 16.9	0.65	41.29	0.03	44.04	0.02	24*	6*	$MS=4.4/22$, $m_b=4.7/59$, h^* по pP	[7]
NEIC	22 45 18.6	0.28	41.27		43.98		33		$m_b=4.8/15$	[7]
EIDC	22 45 15.1	0.58	41.10		44.00				$m_b=4.4/19$	[7]
LDG	22 45 17.5	0.23	41.07		43.97		33		$MS=4.1/6$, $m_b=4.8/7$	[7]
VJI	22 45 21	1.1	41.64		44.26				$MS=4.7$, $Mb=4.9$	[7]

Следует отметить, что оба решения эпицентра в [1, 2] лежат достаточно близко к эпицентрам землетрясений Параванского-I [8, 9] и Параванского-II [10] землетрясений (табл. 2, рис. 2). Поэтому назвать это землетрясение можно как Параванское-III.

Таблица 2. Основные параметры землетрясений Параванского-I и Параванского-II

Землетрясение	Дата, д м	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр					Магнитуда	Источник
				φ° , N	$\delta\varphi^\circ$	λ° , E	$\delta\lambda^\circ$	h , км		
1967 г. (Параванское-I)	29.06	08 22 43		41.40	0.05	43.90	0.05	0–10	$K_p=12$, $MLH=4.5$	[8, 9]
1997 г. (Параванское-II)	09.02	21 49 07.9	0.4	41.32	0.05	44.05	0.05	8	$K_p=12.0$, $MLH=4.5$	[10]

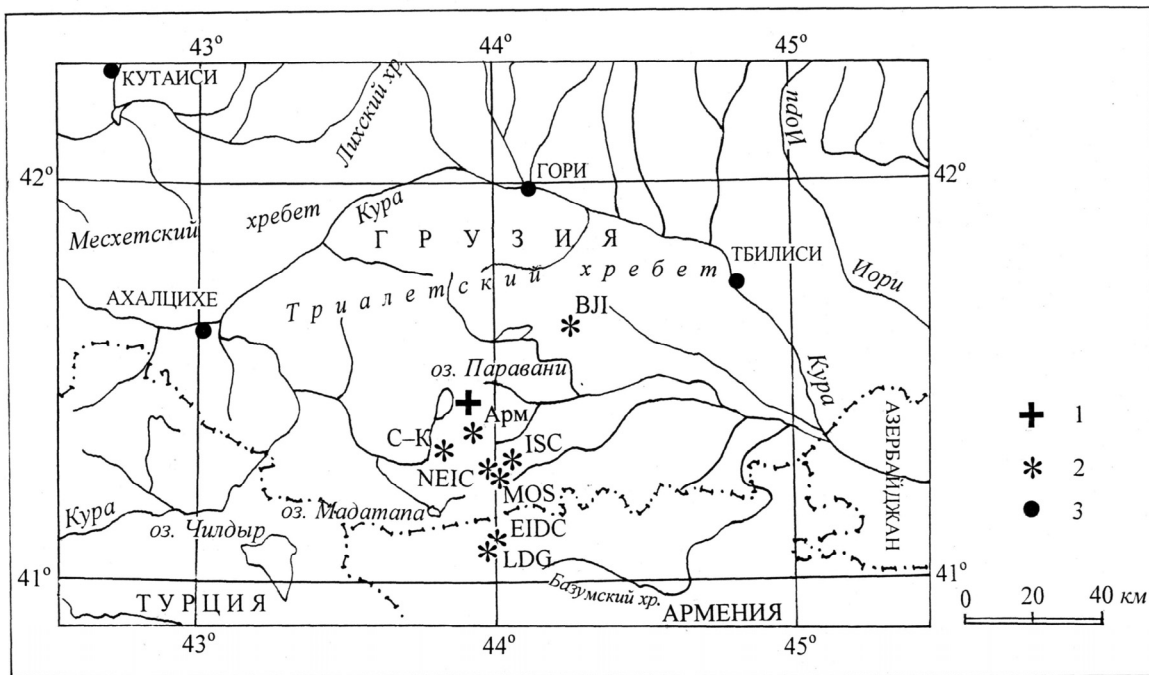


Рис. 1. Сопоставление решений эпицентра Параванского-III землетрясения по данным сети сейсмических станций Грузии с решениями других агентств

1 – инструментальный эпицентр – по данным Грузии; 2 – то же – по данным других сейсмологических служб; 3 – населенный пункт.

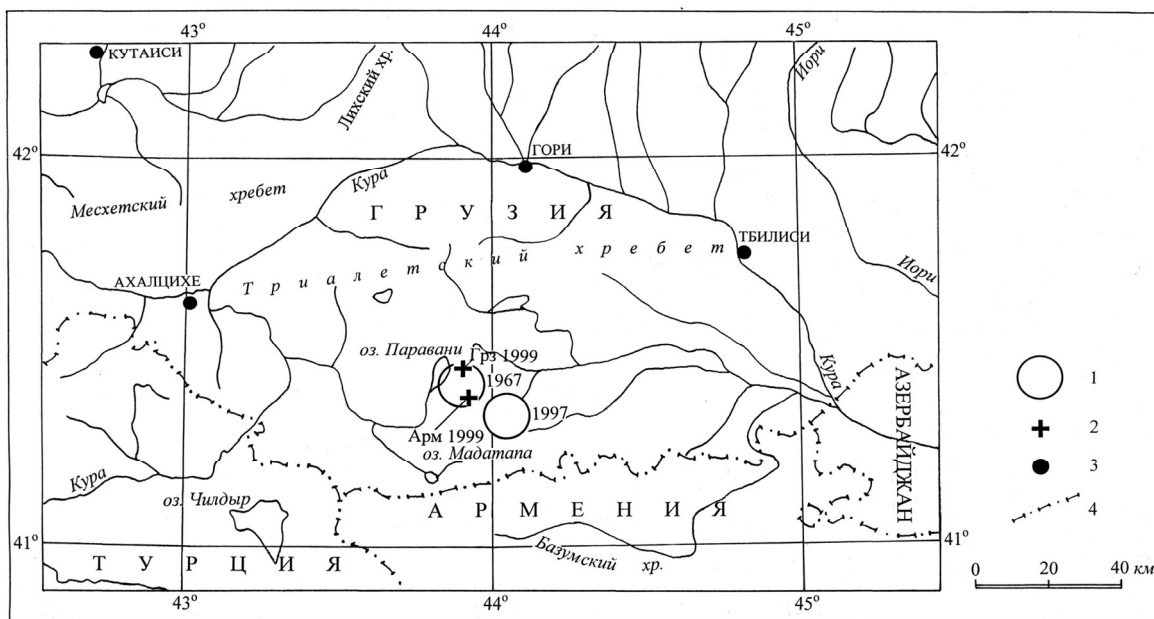


Рис. 2. Эпицентры Параванских землетрясений 1967 и 1997 гг. в сопоставлении с двумя решениями эпицентра Параванского-III землетрясения 1999 г.

1 – эпицентры Параванских землетрясений 1967 и 1997 гг.; 2 – эпицентры Параванского-III землетрясения 1999 г. – по данным Грузии (Грз) и Армении (Арм); 3 – населенный пункт; 4 – государственная граница.

В Армении для Параванского-III землетрясения 1999 г. получены акселерограммы на трех станциях по записям аппаратуры SMACH (рис. 3), которые были использованы при оценке балльности землетрясения.

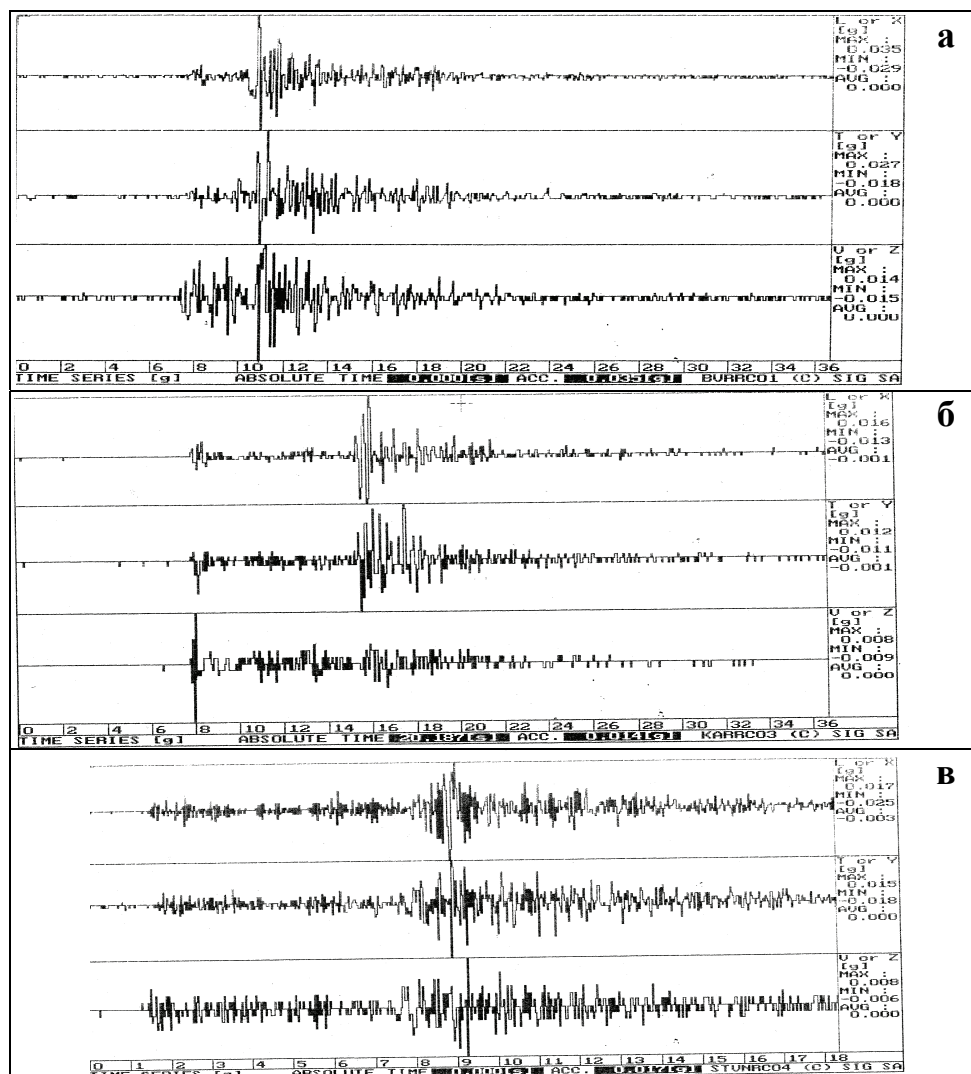


Рис. 3. Акселерограммы Параванского-III землетрясения по записям аппаратуры SMACH на станциях «Бавра»(а), «Карадзор»(б), «Степанаван»(в) по трем компонентам

Макросейсмическое обследование проявлений Параванского-III землетрясения в Грузии проведено В.Г. Папалашвили в 22 населенных пунктах (табл. 3, рис. 4).

Таблица 3. Населенные пункты на территории Грузии, в которых ощущалось Параванское-III землетрясение

№	Пункт	Δ, км	№	Пункт	Δ, км
<u>5–6 баллов</u>					
1	Цалка	18	11	Болниси	50
2	Дманиси	27	12	Бакуриани	50
3	Ефремовка	30	13	Аспиндза	60
4	Калиновка	35	14	Метехи	68
5	Гореловка	35	15	Марнеули	70
6	Ниноцминда	35	<u>3–4 балла</u>		
7	Эштиа	35	16	Боржоми	65
8	Ахалкалаки	40	17	Гори	65
<u>4–5 баллов</u>			18	Хашури	66
9	Манглиси	45	19	Каспи	68
10	Тетрицкаро	47	20	Мцхета	75
			21	Тбилиси	80
			22	Ахалцихе	85

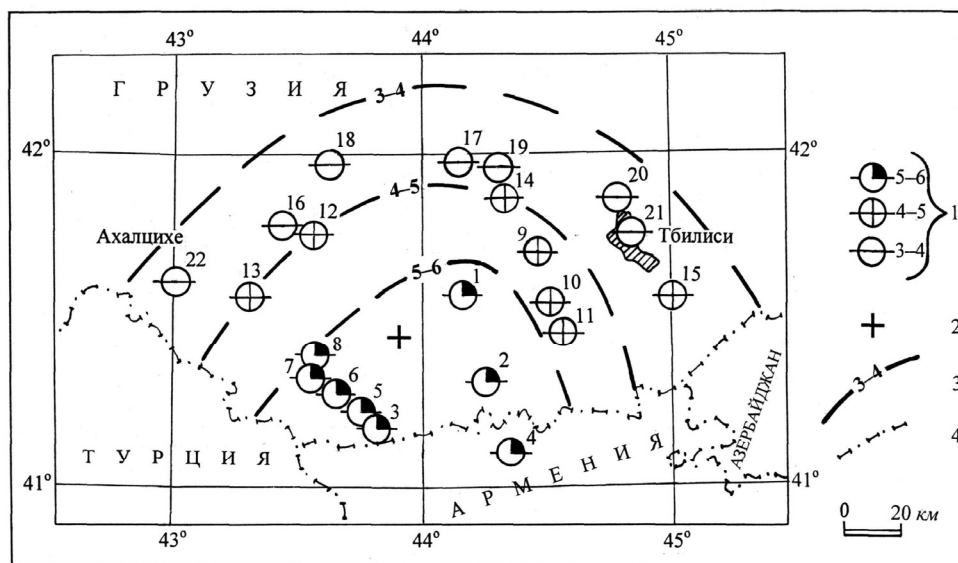


Рис. 4. Карта изосейст Параванского-III землетрясения по результатам обследования в населенных пунктах Грузии (составил В.Г. Папалашвили)

1 – интенсивность сотрясений в баллах по шкале MSK-64 [11]; 2 – инструментальный эпицентр по данным Грузии; 3 – изосейста; 4 – государственная граница.

Такое же обследование этого землетрясения проведено сотрудниками Северного департамента НССЗ в 52 населенных пунктах Армении [4]. Утром, после основного толчка, экспедиция выехала в эпицентральной зону и провела обследование по маршрутам Гюмри–Ашоцк–Бавра–Богдановка и Гюмри–Амасия–Чакмах. Кроме того, заведующим сейсмической станции А.А. Саакяном был обследован район Гукарской области, юго-восточнее эпицентра. Оценка балльности проводилась частично по инструментальным данным (записям ускорений, рис. 3), а также традиционным способом: по результатам обследования жилых зданий и детального опроса местного населения (табл. 4). Значения максимальных ускорений g_{max} (по трем компонентам) на станциях «Бавра», «Гюмри», «Карадзор», «Степанаван», «Богдановка» приведены в отдельной графе табл. 4 по [12].

Таблица 4. Населенные пункты Армении, в которых проведены обследования макросейсмических проявлений и зарегистрированы ускорения движения почвы при Параванском-III землетрясении

№	Пункт	Δ , км	g_{max} , m/c^2	№	Пункт	Δ , км	g_{max} , m/c^2
	<u>6–7 баллов</u>			13	Джрадзор	30	
1	Сарагох	5	0.035	14	Мецаван	32	
2	Жданов	5		15	Катнахпюр	35	
3	Бавра	7		16	Ахалкалаки	35	
4	Казанчи	12		17	Ташир	37	
	<u>5–6 баллов</u>			18	Саламандж	48	
5	Гореловка	13	0.013	19	Свердлов	47	
6	Ашоцк	15		20	Урут	48	
	<u>5 баллов</u>			21	Степанаван	50	0.017
7	Гюллиджа	20		22	Спитак	53	
8	Богдановка	22		23	Гюлагарак	55	0.014
9	Мусаелян	25		24	Карадзор	60	
10	Вардахпюр	25			<u>4–5 баллов</u>		
11	Ибиш	27		25	Меграшат	33	
12	Амасия	28		26	Кети	35	
				27	Маисян	38	

№	Пункт	Δ , км	g_{max} , m/c^2	№	Пункт	Δ , км	g_{max} , m/c^2
28	Гюмри	43	0,009	40	Дилиджан	100	
29	Кочес	63			<u>3 балла</u>		
	<u>4 балла</u>			41	Нор-Артик	80	
30	Хнаберд	62		42	Мастара	80	
31	Артик	62		43	Талин	87	
32	Ванадзор	67		44	Кохб	94	
33	Алаверди	67		45	Аштарак	107	
34	Маргаовит	85		46	Раздан	107	
	<u>3-4 балла</u>			47	Армавир	110	
35	Исаакян	63		48	Иджеван	115	
36	Маралик	65		49	Севан	115	
37	Лернакерт	68		50	Эчмиадзин	117	
38	Сарнахпюр	72		51	Абовян	120	
39	Апаран	77		52	Ереван	135	

По свидетельствам очевидцев в близлежащих к эпицентру населенных пунктах землетрясение сопровождалось гулом, напоминающим завывание ветра, и длилось довольно долго. При построении карты изосейст (рис. 5) использовались данные макросейсмических обследований, проводимых непосредственно под руководством С.Н. Назаретяна и Н.М. Сарксяна, и инструментальных записей ускорений. Плейстосейстовая область на рис. 5, охватывающая селения Сарагюх, Жданов, Бавра, Казанчи, находится в 6–7-балльной зоне и имеет форму эллипса с $S=400 \text{ км}^2$.

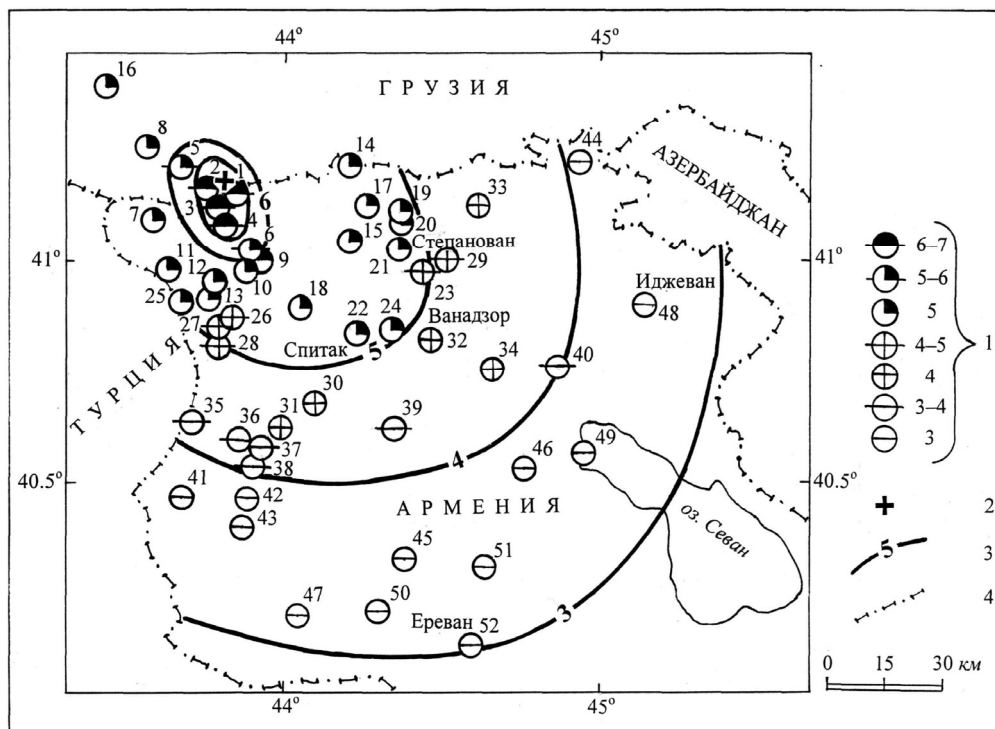


Рис. 5. Карта изосейст Параванского-III землетрясения по результатам обследования в населенных пунктах Армении (составили Г.В. Саргсян, К.А. Мхитарян)

1 – интенсивность сотрясений в баллах; 2 – инструментальный эпицентр по данным Армении; 3 – изосейста; 4 – государственная граница.

Сравнивая варианты карт изосейст, изображенных на рис. 4, 5, видим, что представленные системы изосейст ориентированы по-разному: на северо-северо-восток – по данным Грузии, на северо-запад – по данным Армении. Различна также балльность в эпицентре: по данным Арме-

нии – $I_0=6-7$ баллов, Грузии – 5–6 баллов. Их различие, возможно, связано с удаленностью от эпицентра (41.45°N, 43.90 E) ближайшего населенного пункта в Грузии (Цалка, 18 км; табл. 3), в то время как в Армении ближайший к эпицентру (41.37°N, 43.92 E) пункт Сарагюх находится на расстоянии 5 км. Действительно, и в Армении, на расстоянии, близком к 18 км (сел. Ашоцк, 15 км), наблюдаемая интенсивность сотрясений также равна 5–6 баллам (табл. 4). Поэтому следует принять значение $I_0=6-7$ баллам.

Сводная карта изосейст приведена на рис. 6. Она построена по объединенной таблице пунктов-баллов (табл. 5) с единой нумерацией населенных пунктов Грузии и Армении. Методологически такая процедура возможна, т.к. и в том, и другом случае использовалась одинаковая шкала балльности [13].

Таблица 5. Сводная таблица макросейсмических данных на территории Грузии и Армении при Параванском-III землетрясении 14 января 1999 г.

№	Пункт	Δ, км	№	Пункт	Δ, км
	<u>6–7 баллов</u>		37	*Манглиси	45
1	Сарагюх	5	38	*Тетрицкаро	47
2	Жданов	5	39	*Болниси	50
3	Бавра	7	40	*Бакуриани	50
4	Казанчи	12	41	*Аспиндза	60
	<u>5–6 баллов</u>		42	Кочес	63
5	Гореловка	13	43	*Метехи	68
6	Ашоцк	15	44	*Марнеули	70
7	*Цалка	18		<u>4 балла</u>	
8	*Дманиси	27	45	Хнаберд	62
9	*Ефремовка	30	46	Артик	62
10	*Калиновка	35	47	Ванадзор	67
11	*Гореловка	35	48	Алаверди	67
12	*Ниноцминда	35	49	Маргаовит	85
13	*Эштиа	35		<u>3–4 балла</u>	
14	*Ахалкалаки	40	50	Исаакян	63
	<u>5 баллов</u>		51	Маралик	65
15	Гюлиджа	20	52	*Боржоми	65
16	Богдановка	22	53	*Гори	65
17	Мусаелян	25	54	*Хашури	66
18	Вардахпюр	25	55	*Каспи	68
19	Ибиш	27	56	Лернакерг	68
20	Амасия	28	57	Сарнахпюр	72
21	Джрадзор	30	58	*Мцхета	75
22	Мецаван	32	59	Апаран	77
23	Катнахпюр	35	60	*Тбилиси	80
24	Ахалкалаки	35	61	*Ахалцихе	85
25	Ташир	37	62	Дилиджан	100
26	Саламандж	48		<u>3 балла</u>	
27	Свердлов	47	63	Нор-Артик	80
28	Урут	48	64	Мастара	80
29	Степанаван	50	65	Талин	87
30	Спитак	53	66	Кохб	94
31	Гюлагарак	55	67	Аштарак	107
32	Карадзор	60	68	Раздан	107
	<u>4–5 баллов</u>		69	Армавир	110
33	Меграшат	33	70	Иджеван	115
34	Кети	35	71	Севан	115
35	Маисян	38	72	Эчмиадзин	117
36	Гюмри	43	73	Абовян	120
			74	Ереван	135

Примечание. * помечены населенные пункты Грузии

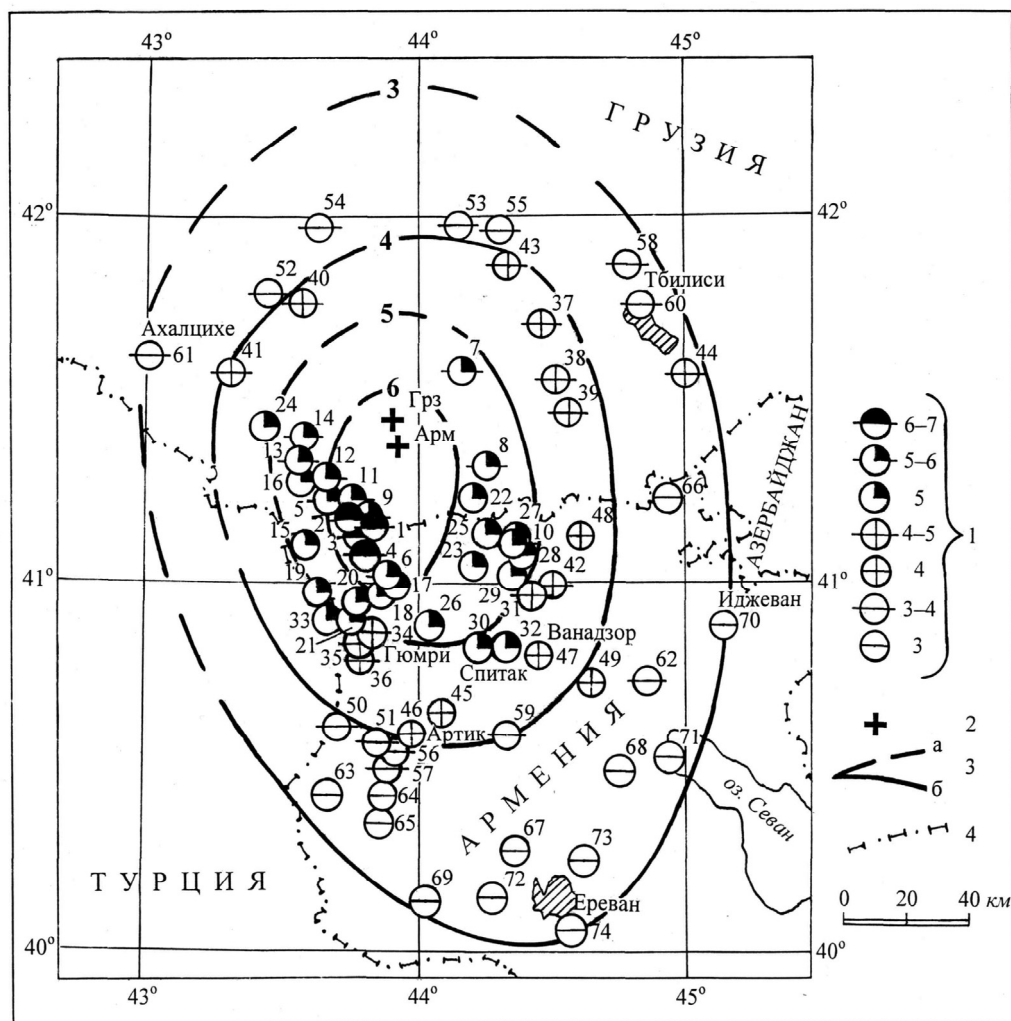


Рис. 6. Карта изосейст Параванского-III землетрясения по сводным данным Грузии и Армении (составили М.П. Гусева, Р.С. Михайлова)

1 – интенсивность сотрясений в баллах; 2, 3 – инструментальный эпицентр по данным Грузии и Армении соответственно; 4 – изосейста; 5 – государственная граница.

Геометрические параметры поля изосейст на рис. 6 представлены в табл. 6.

Таблица 6. Основные параметры макросейсмического поля Параванского-III землетрясения

I_i , баллы	Радиусы изосейст, км			S_i , км ²
	r_a	r_b	r_{cp}	
6	31	20	25	490
5	51	41	46	1170
4	78	61	70	2310
3	132	89	110	5200

Активизация в очаговой зоне Параванского-III землетрясения началась 4 января слабыми форшоками 6-го класса в 22^h05^m и 22^h08^m [1]. За сутки до главного толчка произошло семь форшоков, из которых наиболее сильные имели $K_p=9.4$ и 9.0 (14 января в 08^h10^m и в 08^h31^m). Энергетическая ступень между главным толчком и максимальным форшоком равна

$$\Delta K_\phi = 12.4 - 9.4 = 3.0. \quad (1)$$

Землетрясение имело афтершоки [1]. Основное число афтершоков отмечено с 14 по 20 января, а с 29 января по 1 февраля и с 20 по 28 февраля в очаговой области наблюдалось уменьшение числа афтершоков (рис. 7).

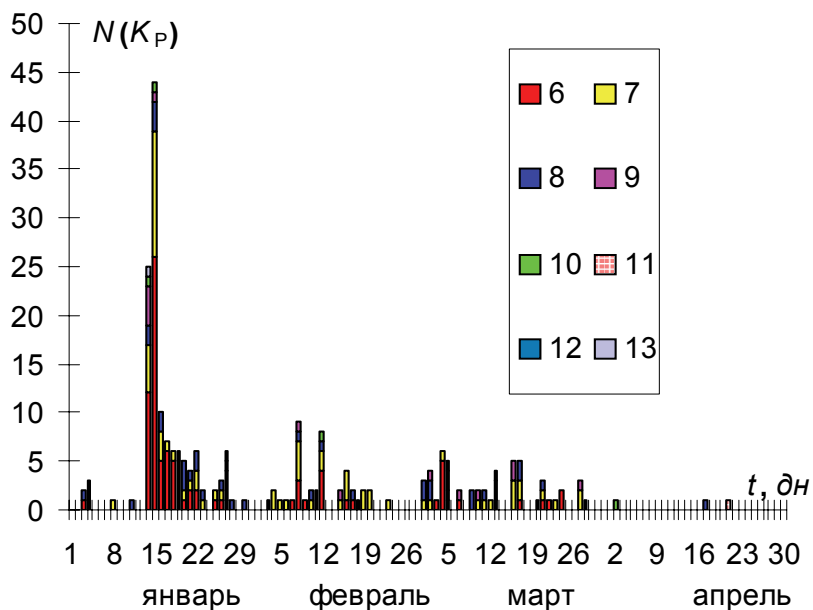


Рис. 7. Распределение числа афтершоков Параванского-III землетрясения во времени

Наиболее сильные афтершоки имели $K_p \approx 10$: 14 января в 23^h41^m с $K_p=10.0$, 15 января в 00^h49^m с $K_p=10.4$, 19 января в 10^h25^m с $K_p=10.2$, 12 февраля в 02^h48^m с $K_p=10.0$ и 21 апреля в 00^h21^m с $K_p=10.4$. Величина энергетической ступени между главным толчком и максимальным афтершоком соответственно равна:

$$\Delta K_a = 12.4 - 10.4 = 2.0. \tag{2}$$

Поле форшоков сформировано небольшим их числом (рис. 8) и ориентировано в северо-северо-западном направлении ($AZM=340^\circ$) к будущему гипоцентру основного толчка. Особенно это видно по наиболее сильным из них с $K_p \geq 9$. Они еще и заглублялись.

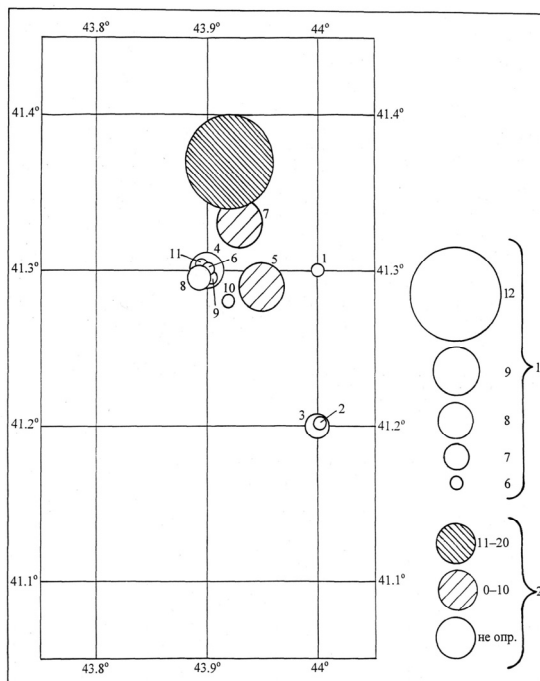


Рис. 8. Карта эпицентров форшоков Параванского-III землетрясения

1 – энергетический класс K_p ; 2 – глубина h гипоцентра, км. Цифры соответствуют последовательным номерам форшоков.

Однако афтершоки, зарегистрированные в первые сутки (рис. 9,а), прорабатывают перекрестное, северо–северо-восточное ($AZM=30^\circ$), направление относительно ориентации области форшоков, распределяясь, однако, как и форшоки, южнее эпицентра главного толчка. В дальнейшем конфигурация поля афтершоков меняется, вытягиваясь в меридиональном направлении (рис. 9,б).

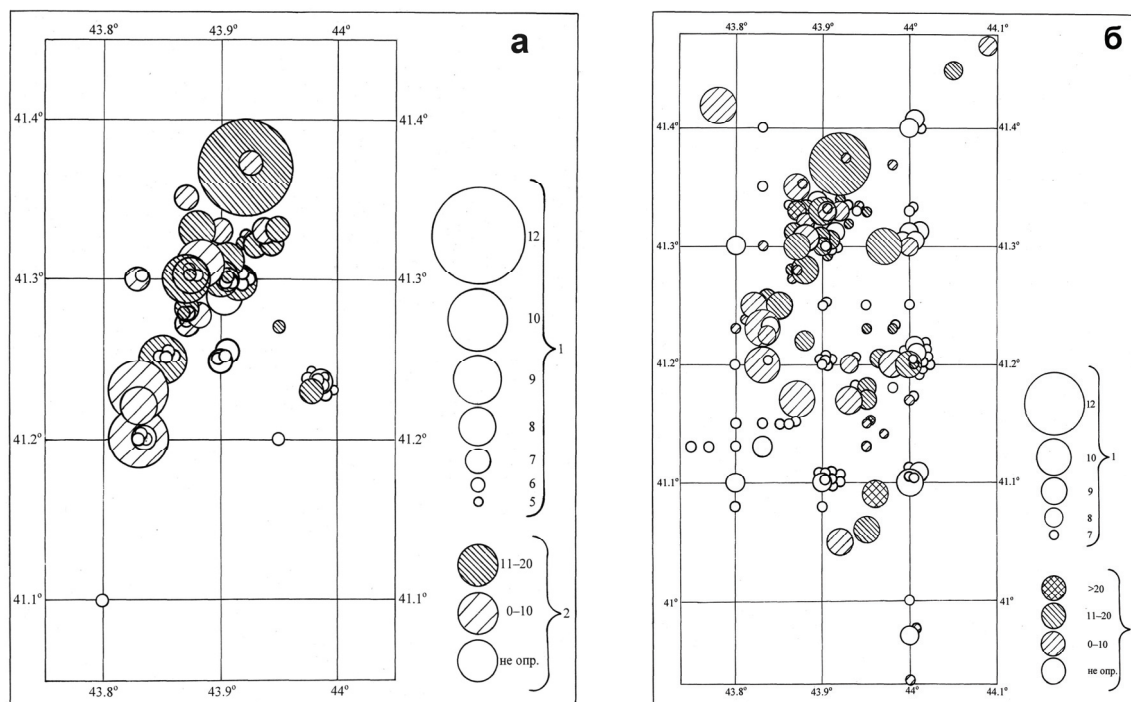


Рис. 9. Карта эпицентров афтершоков Параванского-III землетрясения за первые сутки (а) и за январь–апрель (б)

1 – энергетический класс K_p ; 2 – глубина h гипоцентра, км.

Сведения об ощутимости афтершоков в [2] получены по опросным листам, разосланным в наблюдательные пункты Национальной службы сейсмической защиты (НССЗ). Сильный ($K_p=10.2$) ощутимый афтершок с интенсивностью $I_0=4-5$ баллов произошел 19 января в 10^h25^m . Его эпицентр локализован вблизи сел. Бавра. На рис. 10 представлена акселерограмма этого афтершока на станции «Бавра», согласно которой интенсивность сотрясений достигла $I=4$ баллов.

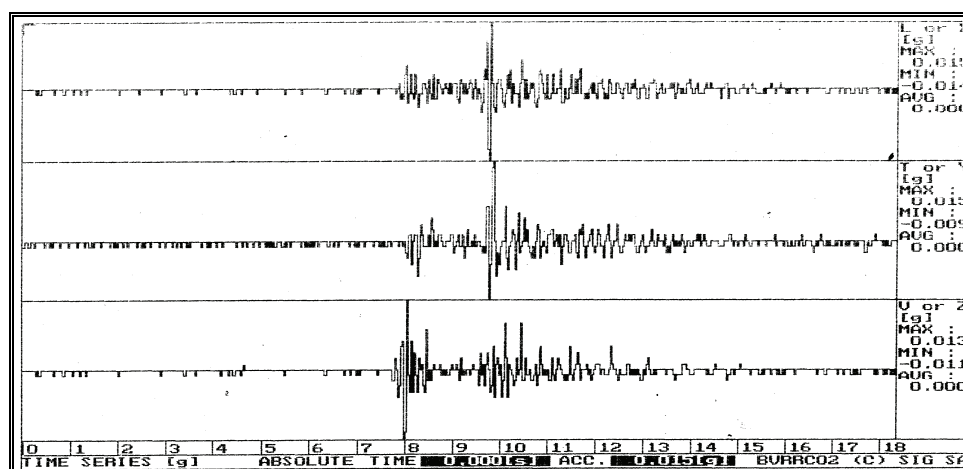


Рис. 10. Акселерограмма афтершока 19 января в 10^h25^m с $K_p=10.2$ по аппаратуре SMACH на станции «Бавра» по трем компонентам

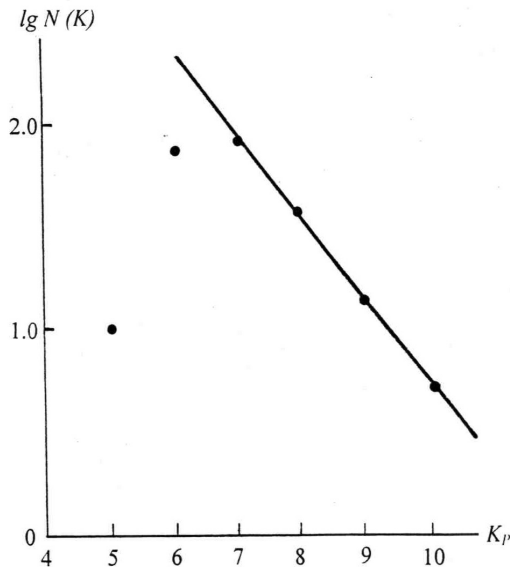


Рис. 11. График повторяемости афтершоков Параванского-III землетрясения за январь-апрель

Графики повторяемости афтершоков были построены за разные интервалы наблюдений: 2, 20, 30 дней после главного толчка и для всей серии за январь-апрель; получены следующие зависимости:

$$\lg N_1 = 3.397 - 0.29 K_p, \quad (3)$$

$$\lg N_2 = 4.138 - 0.353 K_p, \quad (4)$$

$$\lg N_3 = 4.158 - 0.350 K_p, \quad (5)$$

$$\lg N_4 = 4.714 - 0.396 K_p. \quad (6)$$

Как видим, со временем происходит нарастание наклона графика повторяемости от $\gamma=0.290$ до $\gamma=0.396$, что осталось пока ниже его среднего значения для Джавахетского нагорья, равного $\gamma=0.49 \pm 0.2$ [13]. Вариант графика повторяемости (6) для всей серии афтершоков изображен на рис. 11, откуда видно, что представительными в исследуемой области являются землетрясения с $K_p \geq 7$, землетрясения с $K_p=6$ уже «западают» на графике повторяемости, тем более – с $K_p=5$.

Механизм очага Параванского-III землетрясения построен И.П. Габсатаровой по знакам вступления *P*-волн на 34 станциях (25 знаков «+» и 9 знаков «-») при $\Delta = 0.3-68^\circ$ (табл. 7).

Таблица 7. Исходные данные для построения механизма очага Параванского-III землетрясения 1999 г.

Станция		Вступление <i>P</i> -волн		Δ°	<i>AZM</i> $^\circ$
Название	Код	четкость	знак		
Ахалкалаки	AKH	i	-	0.33	277.0
Степанаван	STE	i	+	0.50	137.0
Гюмри (Ленинакан)	LEN	i	+	0.60	189.0
Амберт	AMB	i	+	1.01	165.0
Варданашен	VRN	i	+	1.34	171.0
Цей	ZEI	i	-	1.40	359.4
Ереван	ERE	i	+	1.44	146.0
Варденис	VAD	i	+	1.77	130.0
Грозный	GRO	i	+	2.34	33.7
Кисловодск	KIV	i	-	2.74	341.2
Махачкала	MAK	i	-	3.06	58.9
Гофицкое	GOF	i	+	3.75	350.3
Сочи	SOC	i	+	3.83	307.0
Анапа	ANN	i	-	5.87	308.0
Carcaliu, Romania	CFR		+	12.2	294.0
Istrita, Romania	ISR		+	12.3	293.0
Ужгород	UZH	i	+	16.8	302.7
Ar Rayn, Saudi Arabia	RAYN	i	-	17.8	175.0
Свердловск	SVE	i	-	18.8	29.2
Боровое, Казахстан	BRVK	i	+	21.2	47.6
Обнинск	OBK	i	+	21.8	294.0
Ала-Арча, Киргизстан	AAK	i	+	22.6	76.5
Ельцовка	ELT	i	+	30.5	52.6
Urumqi, China	WMQ	i	+	31.9	70.6
Hyderabad, India	HYB	i	+	38.0	118.0
Lhasa, China	LSA	i	+	39.6	91.6
Закаменск	ZAK	e	+	41.2	56.5
Bogoin, Central African Republic	BGCA	i	-	42.6	219.0
Бодайбо	BOD	i	+	46.0	44.2
Xi'an, China	XAN	e	+	50.7	75.9
Kunming, China	KMI	e	+	50.8	89.3
Enshi, China	ENH	e	+	53.0	79.7
Baijiatuan, China	BJT	e	+	53.1	65.8
Lobatse, Botswana	LBTB	i	-	68.2	198.0

Решение механизма очага в нижней полусфере представлено в [14] и на рис. 12. Тип движения по плоскости *NP1* – надвиг с правосторонним сдвигом, по *NP2* – взброс со сдвиговой компонентой.



Рис. 12. Механизмы очагов Параванского-II и Параванского-III землетрясений

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

Интересно сопоставить полученный механизм очага с таковым для предыдущего Параванского-II землетрясения 09.02.1997 г. в 21^h49^m, параметры которого рассчитаны также И.П. Габсатаровой при подготовке настоящей статьи и публикуются впервые. Они получены по знакам первого движения в P-волне на 23 станциях (14 знаков «+», 9 знаков «-») при Δ=0.4–96° (табл. 8).

Таблица 8. Исходные данные для построения механизма очага Параванского-II землетрясения 09.02.1997 г.

Станция		Вступление P-волн		Δ°	AZM	Станция		Вступление P-волн		Δ°	AZM
Название	Код	четкость	знак			Название	Код	четкость	знак		
Ахалкалаки	AKH	i	-	0.440	282	Свердловск	SVE	i	-	18.8	29
Тбилиси	TI2	i	+	0.660	65	Molln, Austria	MOA	i	+	22.0	297
Mtatsminda	MTA	i	+	0.680	69	Bad Reichenhall, Germany	BHG	i	+	22.9	296
Ереван	ERE	i	-	1.16	163		WTT	i	+	23.7	295
Цей	ZEI	i	-	1.31	358	Ova Spin, Switzerland	OSS	e	+	24.7	294
Варденис	VAD	i	+	1.66	130	Новосибирск	NVS	i	-	29.0	49
Горис	GRS	i	-	2.52	135	Hyderabad, India	HYB	e	+	38.1	119
Кисловодск	KIV	i	-	2.66	340	Бодайбо	BOD	i	-	46.1	44
Махачкала	MAK	i	+	3.02	58	Kunming, China	KMI	e	+	50.8	89
Сочи	SOC	i	+	3.78	306		IDZ	i	-	96.0	117
Carcaliu, Romania	CFR	e	+	12.1	293						
Deva, Romania	DEV	e	+	15.9	293						
Piszkesteto, Hungary	PSZ	e	+	18.2	299						

Решение механизма очага в нижней полусфере представлено на рис. 12. Тип движения по обеим плоскостям NP1 и NP2 – сдвиг.

Согласно исследованию основных сейсмогенных разломов, выполненному по данным механизмов очагов сильнейших землетрясений Кавказа в [15], Параванское-III землетрясение приурочено к меридиональным разломам Джавахетского нагорья. В [15] отмечается, что Джавахетское нагорье раздроблено на мелкие блоки земной коры, в которых происходят землетрясения с различными типами механизмов очагов, характеризующих как глобальные, так и локальные движения по разломам. Здесь наблюдаются взбросо-сдвиги, сбросо-сдвиги и сдвиги. Это хорошо подтверждает информация о механизмах очагов землетрясений Параванского-I, Параванского-II и пяти других, ближайших к исследуемому очагу Параванского-III землетрясения, основная часть которых опубликована в [15, 16] и приводятся в табл. 9 и на рис. 13.

Таблица 9. Параметры механизмов очагов трех Параванских и пяти других землетрясений, ближайших к ним, на территории Джавахетского нагорья

№	Дата, д м	t ₀ , ч мин с	h, км	MLH	K _p	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости					
						T		N		P		NP1			NP2		
						PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	SLIP	STK	DP	SLIP
1	29.06.1967	08 22 43	0–10	4.5	12	17	70	45	178	40	325	202	45	-25	310	73	-132
2	14.03.1977	19 42 56.2	20	4.2	-	2	251	17	159	73	349	146	50	-113	258	40	-66
3	25.05.1982	08 06 04.6	5	4.4	12.0	45	291	47	127	8	30	332	67	130	81	53	28
4	19.01.1984	09 21 30.8	15	4.0	11.6	72	258	7	147	17	55	331	62	98	135	29	75
5	15.05.1986	08 27 17.7	11	3.6	11.0	39	44	2	136	51	229	117	6	-111	316	84	-88
6	16.12.1990	15 45 36.2	0–10	4.9	12.9	23	125	64	333	11	220	265	65	171	171	82	25
7	09.02.1997	21 49 07.9	8	4.5	12.0	12	270	78	90	0	0	46	82	8	314	82	172
8	14.01.1999	22 45 14.2			12.4	47	336	36	117	20	222	356	40	156	105	75	52

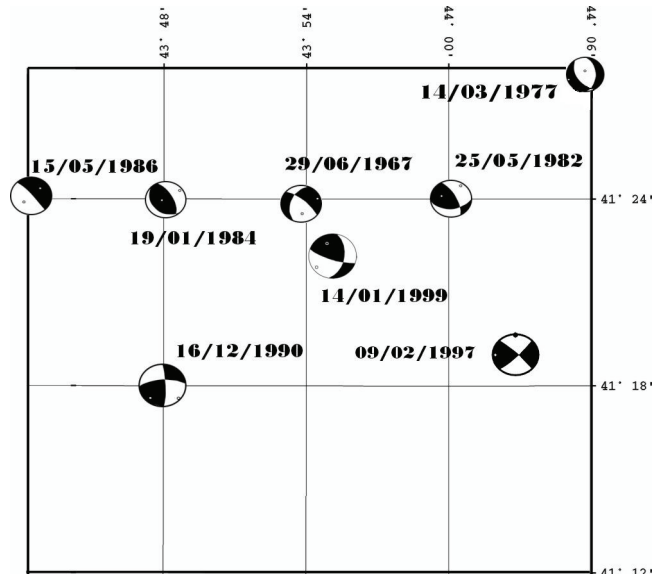


Рис. 13. Механизмы очагов трех Параванских землетрясений и пяти других, ближайших к ним, на территории Джавахетского нагорья

Сравнивая направления продольных осей области афтершоков (рис. 7), плейстосейстовой области на сводной карте изосейст (рис. 11) с простираением возможных плоскостей разрыва, можно выделить наиболее вероятную плоскость, имеющую близмеридиональное простираение, т.е. *NP1*, согласующуюся одновременно с меридиональным Джавахетским разрывом.

Л и т е р а т у р а

1. Папалашвили В.Г., Кахиани Л.А., Аманаташвили Я.Т. (отв. сост.), Бедианашвили Э.З., Концелидзе Л.В., Лабадзе Л.Б., Сохадзе Л.Д., Табуцадзе Ц.А., Шаламберидзе Н.И., Михайлова Р.С. Грузия. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
2. Саргсян Г.В. (отв. сост.), Мкртчян А.Т., Паносян Э.А., Петросян М.Д. Армения. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
3. Папалашвили В.Г. Обзор сейсмичности территории Грузии в 1999 г. (оригинал). – Обнинск: Фонды ГС РАН, 25.03.2001. – 4 с.
4. Саргсян Г.В., Мхитарян К.А. Землетрясение 14 января 1999 г. на границе Армения–Грузия с $MS=4.2$, $I_0=6-7$ (Армения) (оригинал). – Обнинск: Фонды ГС РАН, 17.05.2005. – 5 с.
5. Габсатарова И.П., Амиров С.Р. (отв. сост.), Селиванова Е.А., Девяткина Л.В., Иванова Л.Е., Мусаласва З.А., Гамидова А.М., Сагателова Е.Ю., Абдуллаева А.Р. Каталог землетрясений Северного Кавказа, включая Дагестан, за 1999 г. (оригинал). – Обнинск: Фонды ГС РАН, 13.03.2005. – 13 с.
6. Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 1999 год / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ЦОМЭ ГС РАН, 1999–2000.
7. *Bulletin of the International Seismological Centre for 1999.* – Berkshire: ISC, 2001.
8. Цхакая А.Д., Джибладзе Э.А., Папалашвили В.Г., Лебедева Т.М., Табуцадзе Ц.А., Дарахвелидзе Л.К., Кахиани Л.А., Лабадзе Л.В., Султанова З.З., Алимамедова В.П. Каталог землетрясений Кавказа за 1967 г. // Землетрясения в СССР в 1967 году. – М.: Наука, 1970. – С. 24–27.
9. Лебедева Т.М., Махатадзе Л.Н., Папалашвили В.Г. Параванское землетрясение 29 июня 1967 г. // Землетрясения в СССР в 1967 году. – М.: Наука, 1970. – С. 4–35.
10. Папалашвили В.Г., Бутикашвили Н.А. Параванское-II землетрясение 9 февраля 1997 года с $MLH=4.5$, $I_0=5-6$ (Грузия) // Землетрясения Северной Евразии в 1997 году. – Обнинск: ФОП, 2003. – С. 219–221.
11. Медведев С.В. (Москва), Шпонхойер В. (Иена), Карник В. (Прага). Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.

12. **Саргсян Г.В., Назаретян С.Н., Сарксян Н.М., Хачатрян К.К.** Результаты сейсмологических исследований землетрясения 14 января 1999 года на территории Джавахетского нагорья // Сборник научных трудов конференции, посвященной памяти А.Г. Бабаджяна, 12–14 октября 1999 г. – Гюмри: ГИТУТЮН, 1999. – С. 255–264.
13. **Sargissian H.** The seismicity of Spitak earthquake's isoseismal intensity zone in the period of last 10 years, 84–95 // The second international conference on earthquake hazard and seismic risk reduction. (Regional conference for the countries (CYS) and Central and Eastern Europe of the Common wealth of independent states commemorating the 10th Anniversary of the Spitak earthquake 15–21 of September, 1998). – Yerevan, 1998.
14. **Габсатарова И.П. (отв. сост.).** Северный Кавказ (включая Дагестан). (См. раздел VII (Каталоги механизмов очагов землетрясений) в наст. сб. на CD).
15. **Сейсмологические методы и результаты исследования блокового строения и динамического состояния литосферы.** – Тбилиси: Мецниереба, 1999. – 96 с.
16. **Сихарулидзе Д.И., Тутберидзе Н.П., Баграмян А.Х., Джиджейшвили П.О., Еремян Б.Ц., Нибладзе Н.А., Шавишвили Р.Л., Тамазашвили М.Э.** Строение, напряженно-деформационное состояние и условия сейсмичности литосферы Малого Кавказа. – Тбилиси: Мецниереба, 1983. – 124 с.