

## АРМЕНИЯ

Г.В. Саргсян, К.А. Мхитарян, Л.С. Саргсян

Агентство Национальной службы сейсмической защиты  
Республики Армения, г. Ереван, [heghinesar@mail.ru](mailto:heghinesar@mail.ru)

В 2002 г. сеть сейсмических станций на территории Республики Армения, по сравнению с [1], не изменилась. Ее количественный состав и аппаратурное оснащение приведены в табл. 1, 2.

**Таблица 1.** Аналоговые сейсмические станции Армении (в хронологии их открытия), работавшие в 2002 г., и их параметры

№	Станция			Год 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	Ереван	ERE	ERE	1931	40.17	44.47	998	СКМ-3	N, E, Z	5200	0.20–1.5
2	Гюмри (Ленинакан)	LEN		1946	40.78	43.80	1570	СКД	E	1000	0.20–20
3	Степанаван	STE	STE	1951	41.00	44.37	1390	СКМ-3	E	20870	0.20–1.2
4	Горис	GRS	GRS	1951	39.50	46.33	1399	CX ССР3-М	N, E, Z N, E, Z	10000 0.002 $c^2$	0.25–0.6 0.09
5	Варденис	VAD	VAD	1968	40.22	45.70	1930	СКМ-3	N, E, Z	5000	0.20–1.5
6	Каджаран	KDR	KDR	1973	39.15	46.10	2155	СКМ-3	Z	10380	0.20–1.5
7	Бавра	BAW	BAW	1977	41.12	43.80	2160	СКМ-3	E	10400	0.20–1.5
8	Арарат	ARR	ARR	1982	39.82	44.75	819	ВЭГИК	Z	2040	0.18–1.2

**Таблица 2.** Сейсмические станции пяти локальных телеметрических сетей Армении в 2002 г.

№	Станция		Дата открытия	Координаты		$h_y, м$	Компо- нента
	Название	Код		$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$		
Вокруг г. Еревана							
1	Аруч	ARU	15.07.1993	40.28	44.08	1200	N, E, Z
2	Паракар	PAA	15.07.1993	40.16	44.42	850	N, E, Z
3	Капутан	KAP	15.07.1993	40.32	44.70	1700	N, E, Z
4	Гарни	GRN	15.07.1993	40.15	44.74	1560	N, E, Z
5	Бужакан	BUZ	15.07.1993	40.46	44.52	1940	N, E, Z
6	Давидашен	DWS	15.07.1993	40.22	44.41	1172	N, E, Z
7	Анберд	AMB	15.07.1993	40.39	44.26	2200	N, E, Z
8	Двин	DVN	15.07.1993	40.06	44.56	870	N, E, Z
Вокруг г. Гюмри							
9	Гюмри	GYM	01.01.1995	40.77	43.87	1560	N, E, Z
10	Нор Артик	NAR	01.01.1995	40.47	43.70	1550	N, E, Z
11	Чахмак	TCH	01.01.1995	40.90	43.67	1860	N, E, Z
12	Арич	HAR	01.01.1995	40.60	44.00	1980	N, E, Z
13	Цохамарг	TSO	01.01.1995	40.95	43.87	1970	N, E, Z
14	Камо	KAM	01.01.1995	40.82	43.95	1230	N, E, Z
15	Хнаберд	HNA	01.01.1995	40.62	44.17	1250	N, E, Z
16	Лернакерт	LER	01.01.1995	40.57	43.95	1990	N, E, Z
Вокруг АЭС							
17	АЭС	NPP	01.02.1995	40.17	44.14	945	N, E, Z
18	Вананд	VNN	01.02.1995	40.09	43.82	1020	N, E, Z
19	Варданашен	VRN	01.02.1995	40.04	44.19	841	N, E, Z
20	Геташен	CTN	01.02.1995	40.08	43.94	885	N, E, Z

№	Станция		Дата открытия	Координаты		$h_y$ , м	Компонента
	Название	Код		$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E		
В эпицентральной зоне Спитакского землетрясения 07.12.1988 г.							
21	Степанаван	STE	10.01.1997	41.00	44.37	1400	N, E, Z
22	Спитак	SPT	10.01.1997	40.83	44.26	1590	N, E, Z
23	Чкаловка	CKL	10.01.1997	40.73	44.69	1410	N, E, Z
24	Лермонтово	LMT	10.01.1997	40.76	44.64	1810	N, E, Z
На юге Армении, с центром «Капан»							
25	Хотанан	XTN	31.03.2001	39.27	46.37	1160	N, E, Z
26	Егвард	EGV	31.03.2001	39.22	46.55	1136	N, E, Z
27	Мегри	MGR	31.03.2001	38.90	46.23	620	N, E, Z
28	Каджаран	KDR	31.03.2001	39.15	46.15	2086	N, E, Z

Уровень представительной регистрации землетрясений для всей территории Армении и сопредельных районов, обеспечиваемый данной сетью, изменяется от  $K_{3min}=6.0$  до  $K_{3min}=9.5$  (рис. 1). Непосредственно в границах республики не могут быть пропущены события с  $K_{3min} \leq 8.0$ . Все значения  $K_{min}$  представительной регистрации землетрясения рассчитаны минимум по трем станциям. На рис. 1 отмечены центры обработки сейсмологической информации, оперативно передающие данные из наблюдательных пунктов.

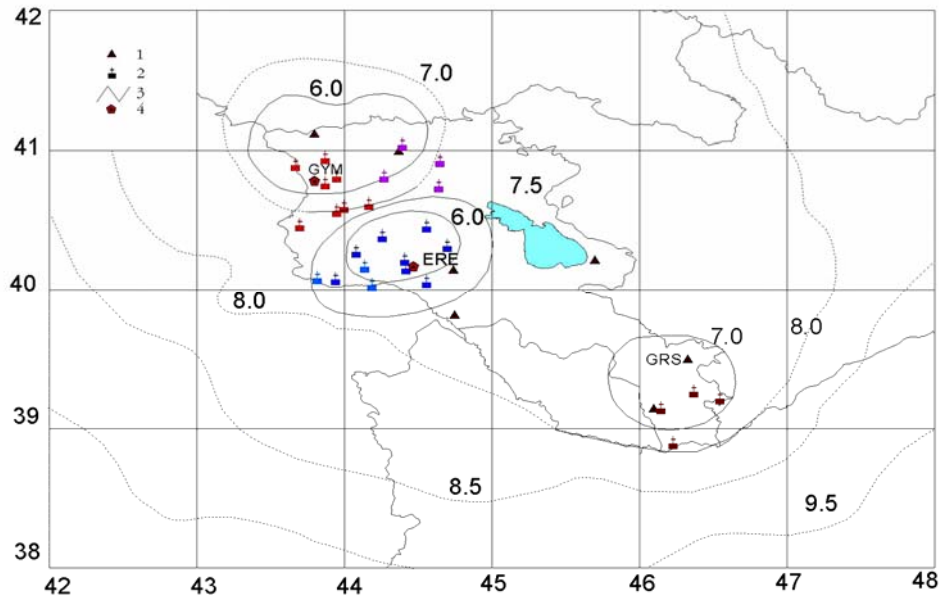


Рис. 1. Карта энергетической представительности землетрясений  $K_{min}$  на территории Армении за 2002 г.

1, 2 – аналоговая и телеметрическая станция соответственно; 3 – изолиния  $K_{min}$ ; 4 – центр сбора и обработки данных наблюдений.

Методы определения основных параметров землетрясений ( $\varphi$ ,  $\lambda$ ,  $h$  [2, 3],  $K_p$  [4],  $MPVA$  [5] и  $I$  [6]) не изменились. Использовались данные региональной и телеметрических сетей НССЗ РА (табл. 1, 2), а для более сильных землетрясений – региональной сети Грузии, Геофизической службы РАН, Европейско-Средиземноморского сейсмологического центра (CSEM), Национального центра информации о землетрясениях Геологической службы США (NEIC). Обработка землетрясений проводилась машинным способом (по программе НУРО-71 [2] для ближней зоны) и ручным (методом засечек и изохор).

Общее число зарегистрированных землетрясений в 2002 г. в пределах координат  $\varphi=38.0-43.0^\circ N$ ,  $\lambda=41-49^\circ E$  превысило  $N_\Sigma=810$ , но локализовано не более 50% из них. В оригинал каталога [7] включены 309 землетрясений, произошедших на территории Армении и вблизи ее границ. Месячные числа всех землетрясений и их энергетические классы представлены на рис. 2, 3.

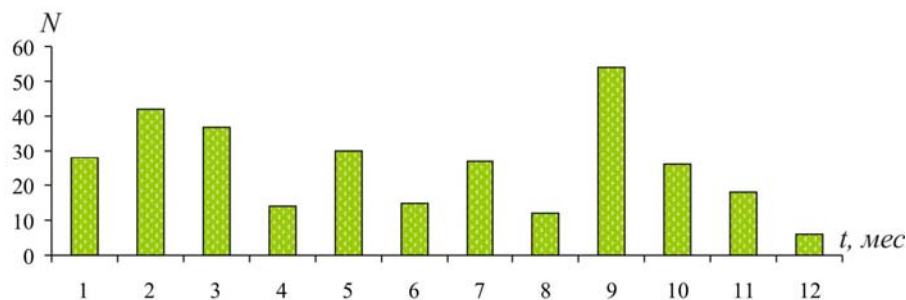


Рис. 2. Месячные числа землетрясений Армении за 2002 г. по [7]

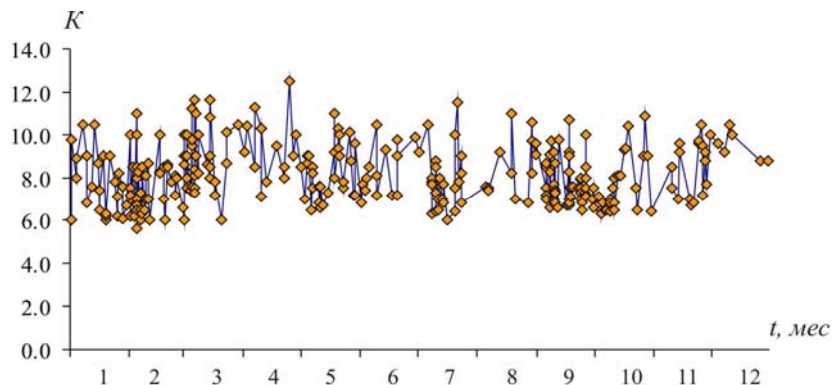


Рис. 3. Распределение землетрясений Армении по  $K_p$  за 2002 г. по [7]

Глубины залегания очагов землетрясений находятся в пределах  $h=3-30$  км при  $\delta h=\pm 5$  км. Из-за значительного уменьшения взаимобмена сейсмологической информацией резко увеличилось число неклассных и нелокализованных землетрясений в приграничных районах, особенно с востока. Не локализованы также около 100 слабых ( $K_p < 7.8$ ) землетрясений вблизи ( $\Delta=50$  км) сейсмической станции «Варденис». Поэтому при изучении сейсмического режима в целом необходимо учитывать подобные детали, т.к. иногда подобные пропуски регистрации принимаются за сейсмические затишья.

В каталог [8] землетрясений Армении в наст. сб. *ред.* традиционно не включены из [7] землетрясения, удаленные от государственных границ Армении в пределах стран СНГ более чем на  $\Delta=30$  км, но для землетрясений, зарегистрированных на территории Турции и Ирана, ограничений по  $\Delta$  нет. Итоговый объем каталога составил  $N_{\Sigma}=291$  событий с  $K_p=5.6-11.6$ . Распределение всех землетрясений в [8] по энергетическим классам дано в табл. 3. Величина суммарной сейсмической энергии, выделившейся в очагах землетрясений за 2002 г., составила  $\Sigma E=2.57 \cdot 10^{12}$  Дж, что ниже соответствующего уровня в 2001 г. [1], равного  $17.27 \cdot 10^{12}$  Дж, более чем в шесть раз.

Таблица 3. Распределение числа землетрясений разных классов  $K_p$  и суммарная сейсмическая энергия  $\Sigma E$  в 2002 г. по [8]

Год	$K_p$							$N_{\Sigma}$	$\Sigma E,$ Дж
	6	7	8	9	10	11	12		
2002	36	96	69	46	31	11	2	291	$2.57 \cdot 10^{12}$

В пределах республики локализовано лишь 128 землетрясений, т.е. столько же, как и в 2001 г. [1]. Более сильные ( $K_p \geq 8.6$ ) из них показаны на рис. 4. Как видим, до сих пор находится в сейсмически активном состоянии очаговая зона разрушительного Спитакского-II землетрясения 07.12.1988 г. [9, 10] и прилегающей к ней области Джавахетского нагорья. Здесь максимально ( $K_p=11.0$ ) было описанное в отдельной статье [11] наст. сб. ощутимое Спитакское-IV землетрясение, произошедшее 4 февраля в 01<sup>h</sup>53<sup>m</sup> и вызвавшее панику среди населения.

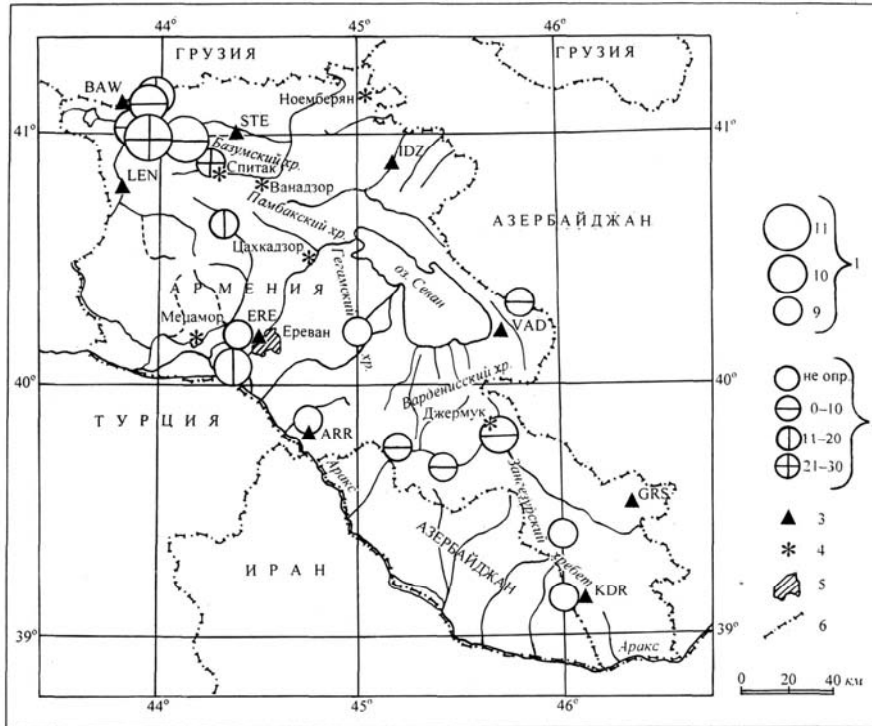


Рис. 4. Землетрясения с  $K_p \geq 8.6$  в пределах Республики Армения в 2002 г.

1 – энергетический класс  $K_p$ ; 2 – глубина  $h$  гипоцентра, км; 3 – сейсмическая станция; 4, 5 – населенный пункт и г. Ереван соответственно; 6 – государственная граница.

Близкой к нему энергией ( $K_p=10.7$ ) характеризуется землетрясение, отмеченное 17 сентября в 16<sup>h</sup>21<sup>m</sup> в 20 км юго-восточнее сейсмической станции «Бавра» с интенсивностью сотрясений в эпицентре  $I_0=5$  баллов. На самой станции оно вызвало колебания с  $I=4-5$  баллов, а также в Степанаване (30 км) – 4 балла; в Гюмри (30 км), Ванadzоре (40 км) – 3 балла; в Ахалкалаки (50 км) – 2–3 балла [8]. Это землетрясение может быть отнесено к поздним афтершокам Спитакского-IV землетрясения из-за небольшого (21 км) расстояния между их эпицентрами, хотя по времени оно реализовалось более чем через 7.5 месяцев.

Получена также акселерограмма землетрясения 18 октября в 14<sup>h</sup>02<sup>m</sup> с  $K_p=10.4$  аппаратурой SMACH на станции «Бавра» (рис. 5). Согласно этой записи, максимальные ускорения на удалении 20 км составили  $A_{max}=7.7 \text{ см/с}^2$  (табл. 4).

Таблица 4. Инструментальные данные о сильных движениях грунтов при землетрясении 18 октября 2002 г. на станции «Бавра» по аппаратуре SMACH

Станция	$\Delta$ , км	$A_N$ (см/с <sup>2</sup> )	$A_E$ (см/с <sup>2</sup> )	$A_Z$ (см/с <sup>2</sup> )
Бавра	20	7.7	5.8	5.7

Землетрясений с энергией на порядок ниже ( $K_p \div 10$ ) отмечено в республике пять (рис. 4). Три из них, произошедшие 12 сентября в 23<sup>h</sup>29<sup>m</sup> с  $K_p=9.8$ , 26 сентября в 04<sup>h</sup>17<sup>m</sup> с  $K_p=10.0$  (Бавра-15 км,  $I=4$  балла), 4 декабря в 04<sup>h</sup>55<sup>m</sup> с  $K_p=9.6$ , локализованы в той же очаговой зоне. Еще по одному толчку отмечено вблизи Еревана (4 февраля в 18<sup>h</sup>42<sup>m</sup> с  $K_p=10.0$ ) и Джермука (5 марта в 09<sup>h</sup>24<sup>m</sup> с  $K_p=9.8$ ) (рис. 4). Первое из них вызвало в Ереване сотрясения в 3 балла [8].

К наиболее интересным событиям вне границ Армении следует отнести два толчка близкой энергии ( $K_p=11.6$  и 11.5) в приграничной зоне Турции с Ираном (рис. 6), произошедшие 6 марта в 19<sup>h</sup>13<sup>m</sup> и 21 июля в 04<sup>h</sup>06<sup>m</sup> соответственно. Еще семь землетрясений 11-го класса (5 марта в 06<sup>h</sup>54<sup>m</sup> с  $K_p=11.2$ , 7 марта в 01<sup>h</sup>31<sup>m</sup> с  $K_p=11.0$ , 14 марта в 08<sup>h</sup>30<sup>m</sup> с  $K_p=10.8$ , 7 апреля в 22<sup>h</sup>50<sup>m</sup> с  $K_p=11.3$ , 18 мая в 00<sup>h</sup>54<sup>m</sup> с  $K_p=11.0$ , 18 августа в 11<sup>h</sup>52<sup>m</sup> с  $K_p=11.0$ , 29 августа в 05<sup>h</sup>32<sup>m</sup> с  $K_p=10.6$  и 27 октября в 07<sup>h</sup>57<sup>m</sup> с  $K_p=10.9$  [8]) локализованы в разных частях Турции и Ирана.

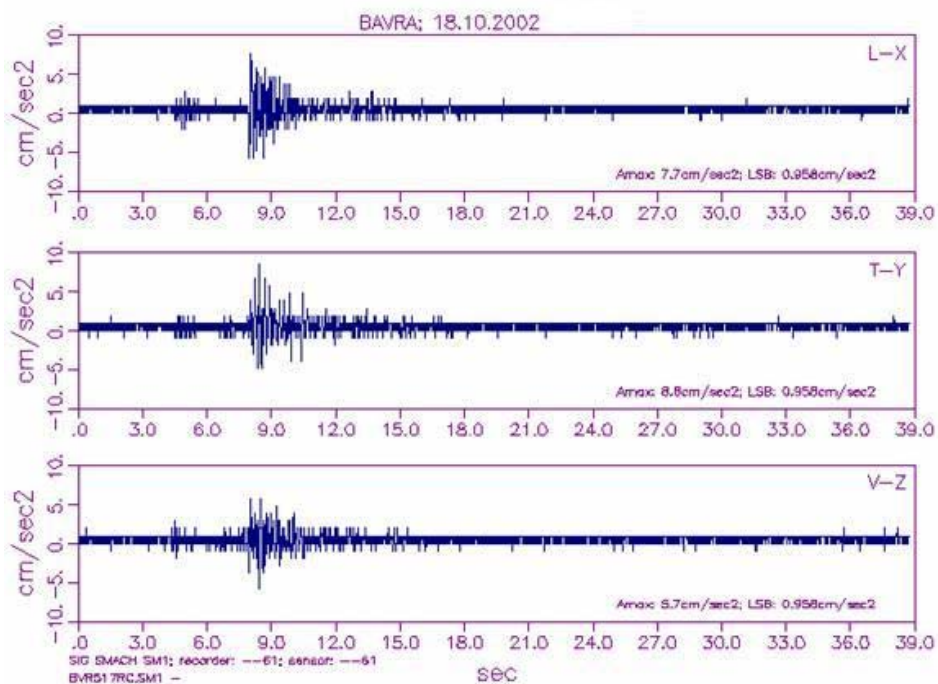


Рис. 5. Акселерограмма землетрясения 18 октября в 14<sup>h</sup>02<sup>m</sup> с  $K_p=10.4$  на станции «Бавра»

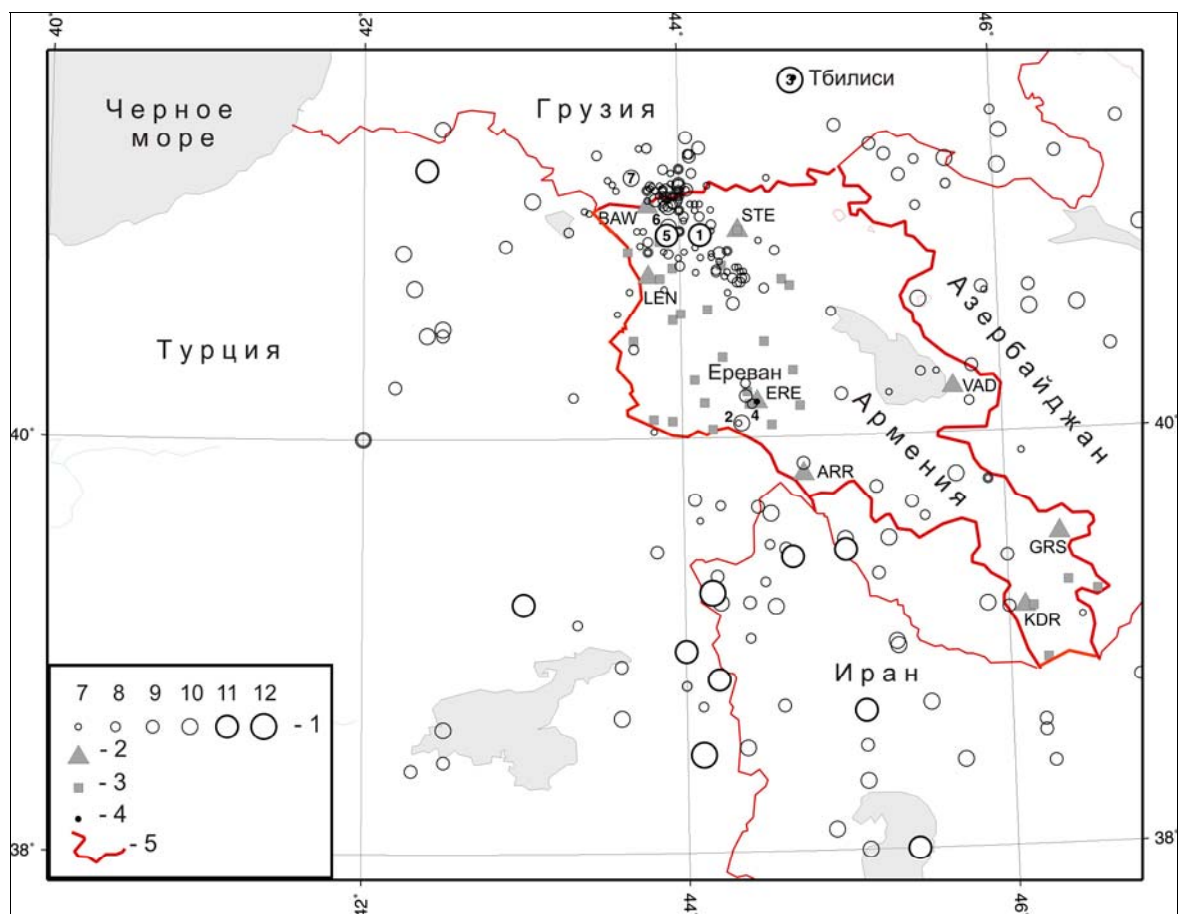


Рис. 6. Карта эпицентров землетрясений Армении и прилегающих территорий за 2002 г.

1 – энергетический класс  $K_p$ ; 2, 3 – сейсмическая станция, аналоговая и телеметрическая соответственно; 4 – населенный пункт; 5 – государственная граница Армении. Номера землетрясений соответствуют таковым в первой графе каталога [8].

На рис. 7 угловой коэффициент  $b$  наклона графика повторяемости в виде, преобразованном в магнитудный вариант  $b$ , картирован в пределах изучаемой территории (пересчет классов в магнитуды выполнен по формуле  $K_p=4+1.8M$  [12]). На карте выявились пониженные и повышенные значения  $b$ . Наиболее опасными зонами являются район Карса в Турции, северо-западная часть территории республики, сопредельной с Джавахетским нагорьем, и особенно беспокоит восточное побережье оз. Севан.

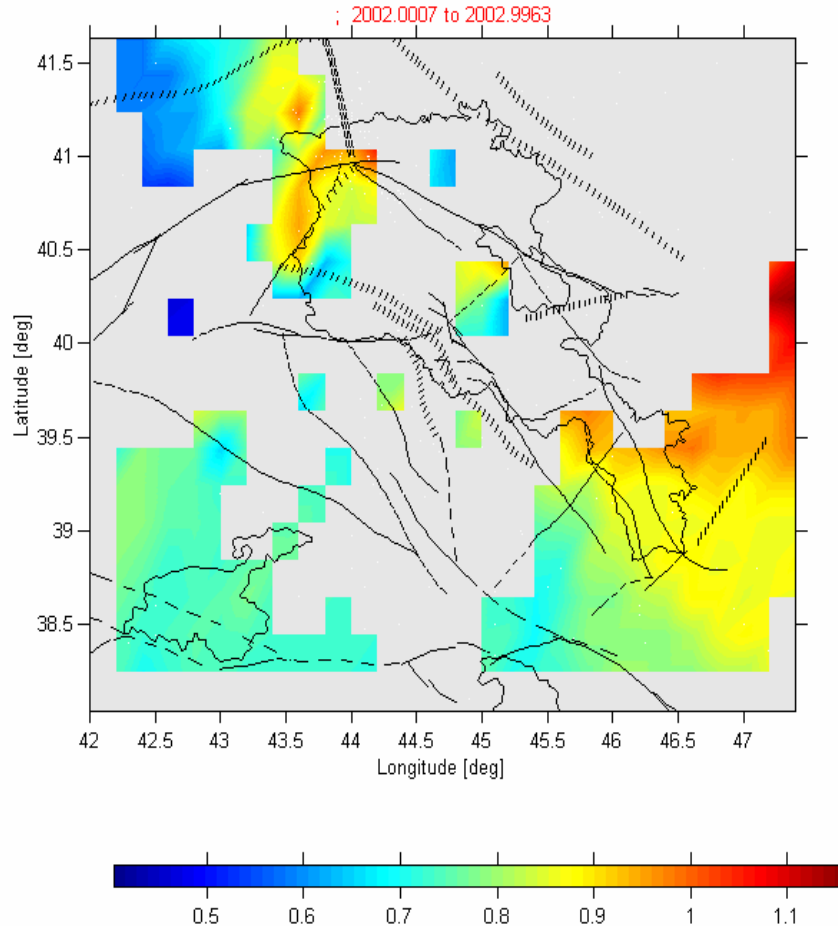


Рис. 7. Карта-схема пространственного распределения углового коэффициента  $b$  графика повторяемости  $N(M)$

### Л и т е р а т у р а

1. Саргсян Г.В., Мхитарян К.А., Мазманян Л.В., Саргсян Л.С. Армения // Землетрясения Северной Евразии в 2001 году. – Обнинск: ГС РАН, 2007. – С. 85–92.
2. Lee W.H.K., Lahr J.C. HYPO-71 (Revised): A computer program for determining hypocenter, magnitude and first motion patting of local earthquakes // USGS Survey open-file report. – 1975, June. – P. 75–311.
3. Левицкая А.Я., Лебедева Т.М. Годографы сейсмических волн на Кавказе // Квартальный сейсмологический бюллетень. – Тбилиси: Мецниереба, 1953. – 2. – № 1/4. – С. 51–60.
4. 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.
5. 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.
6. Шебалин Н.В. Опорные землетрясения и уравнения макросейсмического поля // Новый Каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 20–31.

7. **Саргсян Г.В. (отв. сост.), Саргсян Л.С., Мазманиян Л.В., Мхитарян К.А.** Каталог (оригинал) землетрясений Армении за 2002 г. – Обнинск: Фонды ГС РАН, 26.06.2007. – 7 с.
8. **Саргсян Г.В. (отв. сост.), Саргсян Л.С., Мазманиян Л.В., Мхитарян К.А.** Армения. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
9. **Папалашвили В.Г.** (по региону), **Агаларова Э.Б.** (АзССР), **Кахиани Л.А.** (ГССР), **Саргсян Г.В.** (АрмССР), **Габсатарова И.П.** (ОМЭ ИФЗ АН СССР), **Мусалаева З.А.** (ОМП ГИ Дагфил. АН СССР). Кавказ // Землетрясения в СССР в 1988 году. М.: Наука, 1991. – С. 236–247.
10. **Геодакян Э.Г., Голинский Г.Л., Папалашвили В.Г., Хромецкая Е.А., Шебалин Н.В.** Спитакское землетрясение 7 декабря 1988 г., карты изосейст // Землетрясения в СССР в 1988 году. – М.: Наука, 1991. – С. 74–86.
11. **Саргсян Г.В., Мхитарян К.А., Саргсян Л.С., Суварян А.Г.** Спитакское-IV землетрясение 4 февраля 2002 года с  $M=4.0$ ,  $I_0=6$  (Армения). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
12. **Раутиан Т.Г.** Энергия землетрясений // Методы детального изучения сейсмичности. Труды ИФЗ АН СССР; № 9(176). – М.: ИФЗ АН СССР, 1960. – С. 75–114.