

ДАГЕСТАН

С.Р. Амиров, О.А. Асманов, М.Г. Даниялов, Р.А. Левкович,

М.М. Мирзалиев, А.Ш. Осокина

Дагестанский филиал ГС РАН, г. Махачкала, uuball12@ball12.dagestan.su

В 2002 г. на территории Дагестана работали семнадцать сейсмических станций Дагестанского филиала ГС РАН (табл. 1) и одна станция ГС РАН – «Махачкала» [1]. Сейсмическая станция «Дылым» была закрыта с 20 ноября 2001 г. [2] в связи с производственной необходимостью и вновь начала функционировать с 11 сентября 2002 г.

Таблица 1. Сейсмические станции Дагестана (в хронологии их открытия), работавшие в 2002 г., и их параметры

№	Станция			Дата		Координаты			Аппаратура				
	Название	Код		открытия	закрытия	φ°, N	λ°, E	$h_y, м$	Тип прибора	Комп-нента	V_{max}	$\Delta T_{max}, с$	
		межд.	рег.										
1	Буйнакск	BUY	BUY	13.09.1973 13.09.2000	16.12.1997	42.814 42.825	47.136 47.108	400 480	СМ-3	N	7700	0.2–0.5	
										E	95	0.8–1.2	
										Z	3676	0.2–0.5	
2	Ахты	АНТ	АНТ	04.06.1974		41.48	47.73	1200	СКМ-3	N	23510	0.4–0.8	
										E	95	0.3–0.7	
										Z	21566	0.4–0.8	
3	Дылым	DLM	DLM	02.09.1974 11.09.2002	20.11.2001	43.07	46.62	426	СМ-3	N	4839	0.7–1.2	
										E	105	0.3–0.7	
										Z	2641	0.3–0.6	
4	Дубки	DBC	DBC	01.03.1975		43.02	46.83	900	СКМ-3	N	24093	0.4–0.8	
										E	158	0.4–0.8	
										Z	26717	0.3–0.7	
5	Дербент	DRN	DRN	25.06.1975		42.03	48.33	–28	СМ-3	N	13134	0.3–0.6	
										E	150	0.3–0.6	
										Z	13320	0.3–0.7	
6	Унцукуль	UNC	UNC	01.02.1984		42.78	46.78	650	СКМ-3	N	15577	0.8–1.2	
										E	58	0.7–1.0	
										Z	15830	0.7–1.0	
7	Кумух	KUM	KUM	01.04.1985		42.13	47.10	1950	СКМ-3	N	16362	0.3–0.6	
										E	226	0.3–0.6	
										Z	15868	0.4–0.7	
8	Касумкент		KSM	01.10.1987		41.60	48.12	815	СМ-3	N	16362	0.7–1.0	
										E	158	0.6–0.9	
										Z	15736	0.6–1.0	
9	Каранай		KRN	04.04.1988		42.73	46.90	1180	СКМ-3	N	18820	0.3–0.6	
										E	55	0.3–0.7	
										Z	21688	0.4–0.7	
10	Араканы		ARK	08.02.1989		42.60	46.99	770	СМ-3	N	10880	0.1–0.5	
										E	263	0.9–1.2	
										Z	9768	0.1–0.5	
11	Хунзах		XNZ	17.01.1992		42.54	46.70	1640	СКМ-3	N	15710	0.5–0.8	
										E	207	0.2–0.6	
										Z	14921	0.2–0.6	
12	Ботлих		BTL	19.11.1994		42.66	46.22	870	СМ-3	N	21343	0.7–0.9	
										E	133	0.7–1.0	
										Z	17814	0.5–0.8	

№	Станция		Дата		Координаты			Аппаратура				
	Название	Код		открытия	закрытия	φ°, N	λ°, E	$h_y, м$	Тип прибора	КомпONENTА	V_{max}	$\Delta T_{max}, c$
		межд.	рег.									
13	Сергокала		SGK	10.01.1997		42.46	47.66	500	СМ-3	N E Z	3047 77 3584	0.6–0.9 0.8–1.2 0.5–1.0
14	Уркарах		URK	15.02.1998		42.17	47.63	13	СМ-3	N E Z	16863 130 16135	0.3–0.6 0.8–1.2 0.5–0.9
15	Гуниб		GNB	07.07.1999		42.38	46.96	800	СМ-3	N E Z	13335 335 13169	0.1–0.4 0.8–1.2 0.1–0.4
16	Манас		MNS	28.12.1999		42.70	47.72	–20		N E Z	6988 210 6970	0.5–0.8 0.4–0.7 0.4–0.8
17	Учкент		УКТ	09.08.2000		43.11	47.08	120	СМ-3	N E Z	6965 133 6107	0.8–1.2 0.9–1.2 0.7–0.9

Дислокация сейсмических станций показана на рис. 1 вместе с изолиниями энергетической представительности землетрясений K_{min} . Согласно этой карте, республиканская сеть сейсмических станций обеспечивает уверенную регистрацию землетрясений с $K_{min}=6$ в центральной части Дагестана, вблизи группы сел Дылым, Дубки, Каранай, Аракань, Хунзах, Унцукуль, Ботлих, Гуниб и г. Буйнакс.

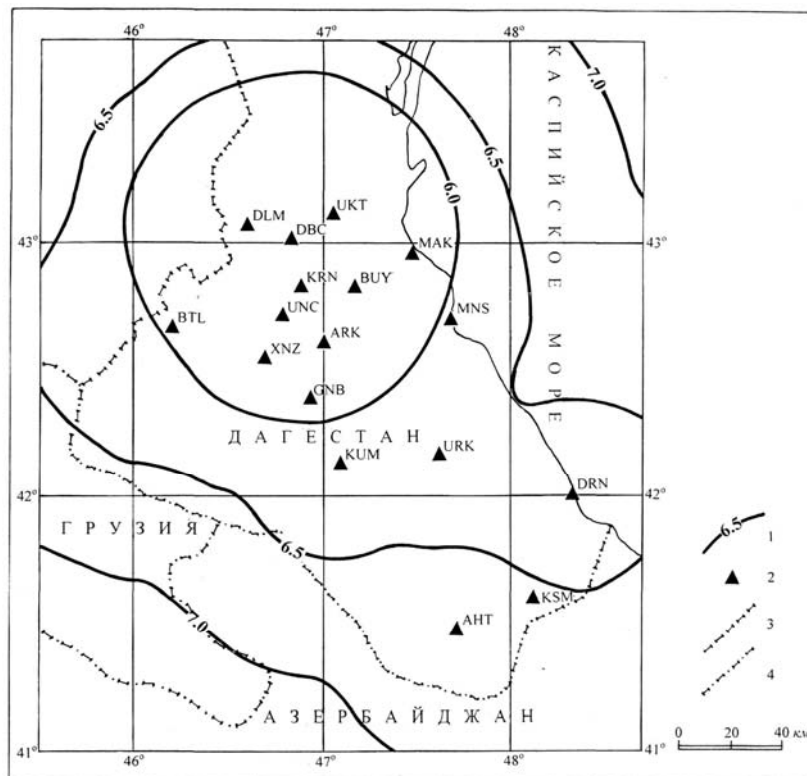


Рис. 1. Карта энергетической представительности землетрясений K_{min} Дагестана по данным наблюдений в 2002 г.

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

Землетрясения с $K_{min}=7$ представительны почти на всей территории Дагестана. Землетрясения с $K_p \geq 8$ регистрируются полностью. Это хорошо подтверждается графиком повторяемости землетрясений за 2002 г. (рис. 2).

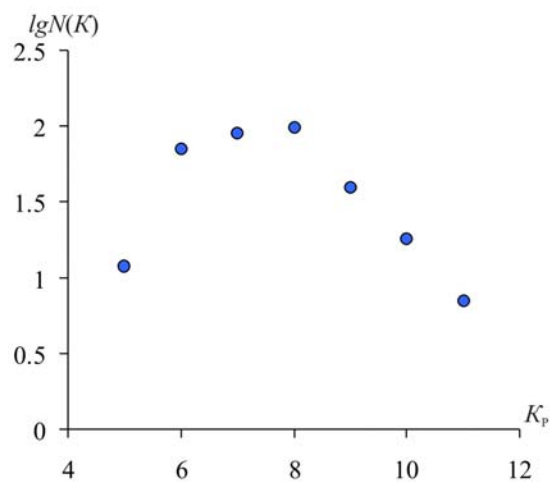


Рис. 2. График повторяемости землетрясений Дагестана и прилегающей акватории Каспийского моря за 2002 г.

Определение координат гипоцентров производилось в основном машинным способом: методом засечек с использованием местных годографов [3]. Классификация землетрясений, как и прежде, проводилась по шкале Т.Г. Раутиан [4].

В 2002 г. на территории Дагестана и сопредельных районов, размером $S \sim 70 \cdot 10^3 \text{ км}^2$, в пределах координат $\varphi=41.0\text{--}43.8^\circ\text{N}$, $\lambda=45.5\text{--}48.7^\circ\text{E}$ определены параметры 397 землетрясений с $K_p \geq 4.5\text{--}12.3$ [5].

Для построения карты активности (рис. 3) рассматривалась совокупность 397 эпицентров для всей площади в пределах указанных выше координат. Карта построена методом суммирования с постоянной точностью [6]. Средний уровень сейсмической активности $A_{10}=0.1$, но на этом фоне наблюдаются три зоны повышенной активности: северная, юго-восточная и юго-западная, где значения A_{10} возрастают до 2.0.

Первая расположена на территории Дагестанского клина, рядом с пос. Учкент; вторая – береговая линия Каспийского моря, в 25 км от пос. Манас и в 22 км от сел. Сергокала; третья – на юго-западной границе Дагестана.

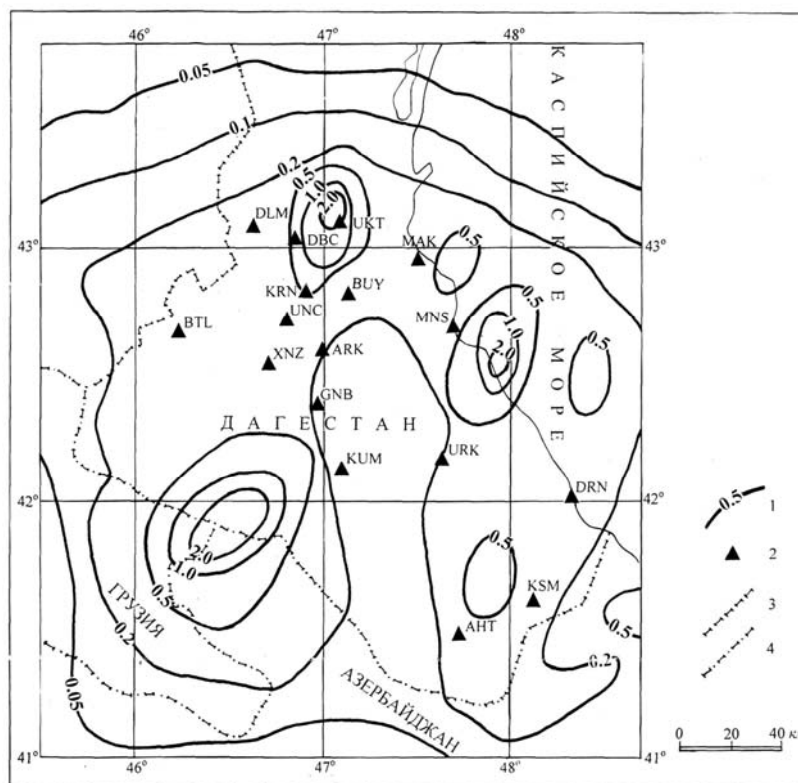


Рис. 3. Карта сейсмической активности Дагестана в единицах A_{10} в 2002 г.

1 – изолиния A_{10} ; 2 – сейсмическая станция; 3 – граница республик Северного Кавказа; 4 – государственная граница.

В качестве общей характеристики рассмотрим распределение землетрясений по энергетическим классам, представленное в табл. 2 за два года, с разделением информации по площади: все землетрясения по [2] и [5], с одной стороны, и непосредственно внутри границ Дагестана и акватории Каспийского моря – с другой. Распределение по глубине приведено в табл. 3 для всех землетрясений.

Таблица 2. Распределение числа землетрясений N по энергетическим классам K_p за 2001 и 2002 гг.

N	K_p									N_{Σ}	$\Sigma E, Дж$
	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
2001 г. – все	18	70	77	105	65	23	6	1	1	366	$5.72 \cdot 10^{12}$
2001 г. – в границах республики	18	66	73	75	39	13	3	1	1	289	$5.28 \cdot 10^{12}$
2002 г. – все	12	71	100	121	65	59	9	1	–	397	$3.37 \cdot 10^{12}$
2002 г. – в границах республики	12	71	89	97	39	18	7	–	–	333	$0.84 \cdot 10^{12}$

Таблица 3. Распределение гипоцентров землетрясений Дагестана за 2001–2002 гг. по глубине h

$h_1-h_2, км$	1–10	11–20	21–30	31–40	41–50	51–60	61–100	Всего
$N(h)$ – 2001 г. [2]	125	93	16	11	12	5	18	280
$N(h)$ – 2002 г. [5]	173	115	37	20	16	16	20	397

По приведенным данным, уровень сейсмичности в пределах границ Дагестана в 2002 г. по числу землетрясений несколько выше, нежели в 2001 г. ($N_{\Sigma}=333$ вместо 289), но по суммарной энергии заметно ниже ($0.84 \cdot 10^{12}$ Дж вместо $5.28 \cdot 10^{12}$ Дж). Суммарная энергия и число событий распределились по месяцам так, как показано на рис. 4а,б. Максимум числа землетрясений приходится на июнь, максимум выделившейся сейсмической энергии – на июль.

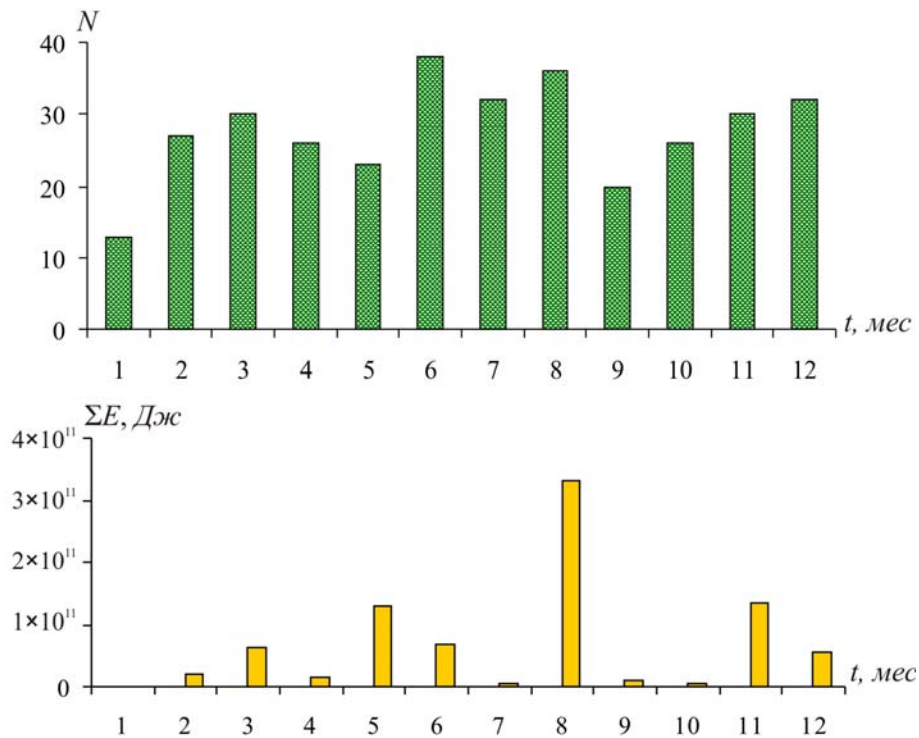


Рис. 4. Гистограммы распределения числа землетрясений (а) и выделившейся сейсмической энергии (б) по месяцам в 2002 г.

Что касается глубин очагов (табл. 3), то более 70% гипоцентров землетрясений локализованы в верхнем ($h=0-20 км$) слое земной коры, при этом максимальное их число ($N=173$) зарегистрировано на глубине до 10 км. Число землетрясений с глубиной гипоцентров $h=0-20 км$ увеличилось в 1.3 раза (288 вместо 218), а с глубиной $h>20 км$ в 1.7 раза (109 вместо 62), по сравнению с таковыми в 2001 г. [2].

Анализ числа зарегистрированных землетрясений и суммарной энергии за 1993–2002 гг. (табл. 4) показал, что уровень сейсмической энергии в 2002 г. относительно низкий, по сравнению с таковым почти за все годы, кроме ее величины в 1995 и 1996 гг.

Таблица 4. Распределение числа землетрясений по энергетическим классам K_p и суммарная сейсмическая энергия ΣE в пределах границ Дагестана и в Каспийском море за 1993–2002 г. (ред.)

Год	K_p											ΣN	ΣE , Дж
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
1993						15	21	1	–	1		37*	$4.06 \cdot 10^{12}$
1994						16	7	2	–	1		24*	$5.33 \cdot 10^{12}$
1995	11	45	76	45	26	2	1	–	–	–		206	$0.01 \cdot 10^{12}$
1996	1	25	58	59	52	14	10	4	–	–	–	223	$0.59 \cdot 10^{12}$
1997	–	20	29	21	32	26	14	4	1	–	–	147	$2.66 \cdot 10^{12}$
1998	–	2	27	50	50	30	15	4	2	–	–	180	$1.67 \cdot 10^{12}$
1999	–	6	118	327	168	106	75	23	2	2	1	828	$237.96 \cdot 10^{12}$
2000					58	27	14	6	–	–	–	105*	$1.02 \cdot 10^{12}$
2001	–	18	66	73	75	39	13	3	1	1	–	289	$5.28 \cdot 10^{12}$
2002	1	11	71	89	97	39	18	7	–	–	–	333	$0.84 \cdot 10^{12}$
N_Σ	14	127	445	664	558	314	188	54	6	5	1	2206	$21.46 \cdot 10^{12}$
T_Σ	7	7	7	7	8	10	10	10	10	10	10	7	$9 \cdot 10^{12}$
N_Σ / T_Σ	2.0	18.14	63.57	94.86	69.75	31.4	18.8	5.4	0.6	0.5	0.1	315.14	$2.38 \cdot 10^{12}$

* – усеченные по ΔK_p суммарные данные.

Карта эпицентров более сильных ($K_p \geq 8.6$) землетрясений, характеризующая статическую картину пространственного распределения сейсмичности в 2002 г., изображена на рис. 5.

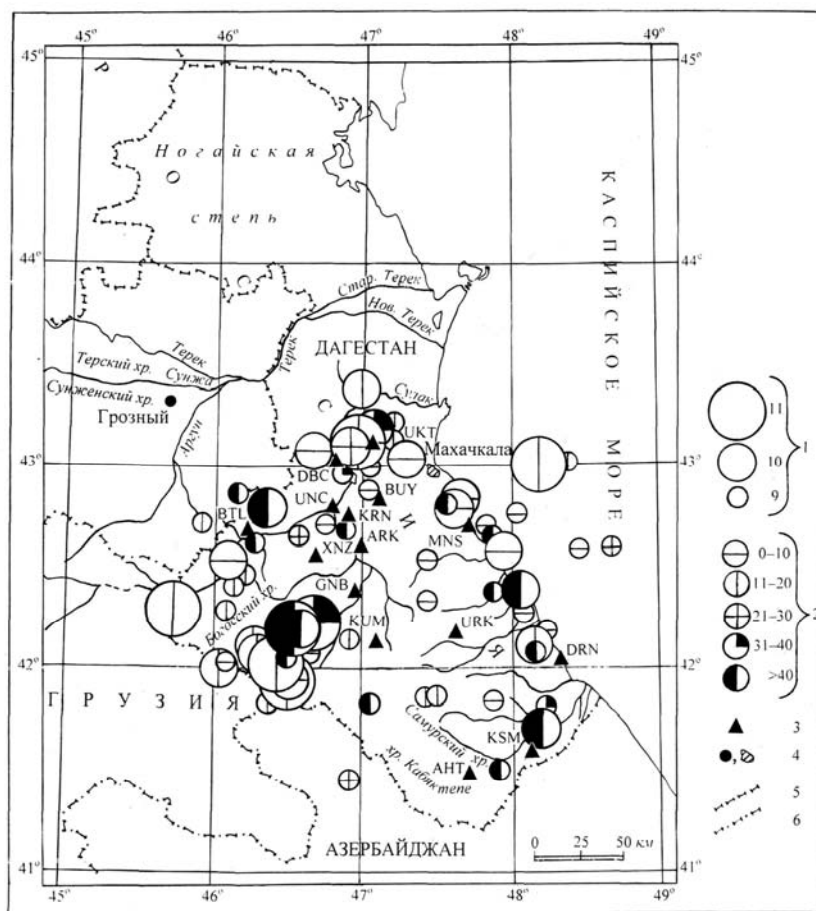


Рис. 5. Карта эпицентров землетрясений с $K_p \geq 8.6$ в пределах Республики Дагестан за 2002 г.

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

Сравнение ее с аналогичной картой за 2001 г. показывает, что есть в них как сходства, так и различия. Сходными являются ориентации областей повышенной плотности эпицентров в северо-восточном направлении вдоль Богосского хребта, но если в 2001 г. полоса эпицентров располагалась правее хребта, то в 2002 г. произошло ее смещение к северо-западу, т.е. левее хребта. Максимальными в этой полосе эпицентров явились два крайних землетрясения: 17 марта в 04^h15^m с $K_p=10.8$ – в начале полосы и 24 ноября в 11^h53^m с $K_p=11.0$ – в конце. Вторая хорошо заметная полоса эпицентров протянулась в прибрежье Каспия и характеризуется событиями на уровне 10-го класса (10 января в 14^h12^m с $K_p=9.7$, 12 февраля в 01^h32^m с $K_p=10.0$, 17 апреля в 21^h48^m с $K_p=9.9$, 15 июня в 11^h51^m с $K_p=10.3$, 16 июня в 21^h35^m с $K_p=9.7$). Непосредственно в акватории Каспийского моря сейсмическая активность заметно снизилась относительно ее уровня в 2001 г.: реализовался лишь один толчок 11-го класса (13 мая в 06^h07^m с $K_p=11.1$) и четыре с $K_p \geq 9$, не связанных во времени (13 мая в 16^h59^m с $K_p=8.9$, 18 октября в 21^h50^m с $K_p=8.6$, 30 октября в 02^h07^m с $K_p=8.8$, 3 ноября в 20^h34^m с $K_p=8.7$). Но наиболее энергетически насыщенной в 2002 г. явилась приграничная область эпицентров землетрясений, произошедших на стыке с Грузией и Азербайджаном, где реализовались сразу четыре события 11-го класса (17 августа в 13^h28^m с $K_p=10.8$, 17 августа в 17^h58^m с $K_p=11.0$, 17 августа в 18^h06^m с $K_p=10.7$, 23 декабря в 12^h15^m с $K_p=10.7$) [5].

Л и т е р а т у р а

1. **Габсатарова И.П., Девяткина Л.В., Селиванова Е.А.** Северный Кавказ. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.)
2. **Амиров С.Р., Асманов О.А., Даниялов М.Г., Левкович Р.А., Мирзалиев М.М, Осокина А.Ш.** Дагестан // Землетрясения Северной Евразии в 2001 году. – Обнинск: ГС РАН, 2007. – С. 97–104.
3. **Асманов О.А.** Годографы сейсмических волн на территории Дагестана // Отчет о результатах сейсмических наблюдений на территории ДАССР, проведенных Опытной-методической партией в 1990 г. – Махачкала: Фонды ДФ ГС РАН, 1991 г. – С. 27–42.
4. **Раутиан Т.Г.** Об определении энергии землетрясений на расстоянии до 3000 км // Экспериментальная сейсмика. Труды ИФЗ АН СССР; № 32(199). – М.: Наука, 1964. – С. 88–93.
5. **Амиров С.Р. (отв. сост.), Мусалаева З.А., Гамидова А.М., Сагателова Е.Ю., Абдуллаева А.Р.** Каталог (оригинал) землетрясений Дагестана за 2002 г. – Обнинск: Фонды ГС РАН, 27.06.2007. – 16 с.
6. **Горбунова И.В., Ризниченко Ю.В.** Опыт картирования сейсмической активности по методике суммирования // Физика Земли. – 1965. – № 7. – С. 22–29.