

КАМЧАТКА И КОМАНДОРСКИЕ ОСТРОВА

В.И. Левина, Е.И. Гордеев, Е.И. Иванова, В.Н. Чебров

В 1994 г. методика детальной обработки землетрясений региона [1, 2, 3] существенно не изменилась. Некоторое изменение коснулось лишь классификации землетрясений: начиная с 1994 г. введены новые станционные поправки к энергетическим классам, рассчитанные по материалам наблюдений 1989-1993 гг. Поправки посчитаны для 21 станции (табл. 1), для 7 из них ("Апача", "Каменистая", "Козыревск", "Крестовский", "Шивелуч", "Зелёная", "Карымский") ранее поправок не было. Поправки к классам K_S по S-волнам изменяются от -0.4 до $+0.7$, к классам K^P по P-волнам от -0.3 до $+0.3$. Сравнение новых поправок с поправками, введенными в 1990 г. [4], показывает, что их изменение лежит в пределах ± 0.2 .

Таблица 1. Станционные поправки к энергетическим классам K^P и K_S сети сейсмических станций Камчатки

№	Станция		K^P/K_S	Поправки-1990 г.			Поправки-1994 г.		
	Название	Код		ΔK	σ	n	ΔK	σ	n
1	Апача	APC	K^P				+0.1	0.4	512
			K_S				+0.6	0.4	722
2	Беринг	BKI	K^P	-0.2	0.5	17	0.0	0.4	273
			K_S	-0.2	0.6	185	-0.1	0.6	809
3	Каменистая	KMN	K^P				+0.1	0.4	263
			K_S				+0.4	0.4	764
4	Крутоберегово	KBG	K^P	+0.1	0.4	39	0.0	0.4	505
			K_S	0.0	0.4	243	0.0	0.5	925
5	Ключи	KLY	K^P	+0.1	0.4	60	-0.1	0.4	845
			K_S	+0.2	0.4	331	+0.2	0.4	1455
6	Кроноки	KRI	K^P	-0.2	0.4	51	-0.1	0.4	875
			K_S	-0.3	0.4	408	-0.2	0.5	2265
7	Козыревск	KZY	K^P				0.0	0.4	399
			K_S				+0.4	0.4	697
8	Крестовский	KRS	K^P				+0.3	0.3	236
			K_S				+0.6	0.3	460
9	Подкова	PDK	K^P	-0.3	0.4	35	0.0	0.4	681
			K_S	-0.3	0.4	302	-0.3	0.4	1116
10	Паужетка	PAU	K^P	+0.1	0.1	35	+0.1	0.4	313
			K_S	+0.2	0.4	94	+0.2	0.4	604
11	Петропавловск- Камчатский	PET	K^P	+0.1	0.4	140	+0.1	0.4	1161
			K_S	+0.3	0.4	308	+0.3	0.4	2208
12	Шипунский	SPN	K^P	-0.7	0.5	147	-0.1	0.4	1099
			K_S	-0.1	0.5	396	-0.1	0.5	2705
13	Шивелуч	SVL	K^P				0.0	0.4	640
			K_S				-0.2	0.4	1060
14	Эссо	ESO	K^P	+0.5	0.4	92	+0.3	0.3	358
			K_S	+0.3	0.4	293	+0.3	0.4	1656
15	Зелёная	ZLN	K^P				-0.2	0.4	673
			K_S				-0.3	0.4	1191
16	Карымский	KRY	K^P				-0.1	0.4	170
			K_S				-0.4	0.4	1555
17	Авача	AVH	K_S	-0.4	0.6	219	-0.2	0.4	1757
18	Ганалы	GNL	K_S	-0.3	0.5	219	-0.1	0.4	992
19	Нальчево	NLC	K_S	-0.7	0.6	189	+0.3	0.5	407
20	Русская	RUS	K_S	-0.2	0.4	43	-0.1	0.4	584
21	Горелый	GRL		+0.2	0.5	152	+0.3	0.4	1416

В сети сейсмических станций по сравнению приведенной в [5] произошли следующие изменения: с 1 августа восстановлена станция "Беринг" (ВКИ); с 20 апреля закрыта станция "Березовая" (BER); в рамках договора с администрацией Корякского автономного округа по сейсмическому районированию территории КАО установлены 4 новых сейсмических станций – "Палана" (PAL), "Тиличики" (TIL), "Пахачи" (PCH) и "Каменское" (КАМ). Карта расположения сейсмических станций на территории КАО приведена на рис. 1, а основные параметры станций – в табл. 2.

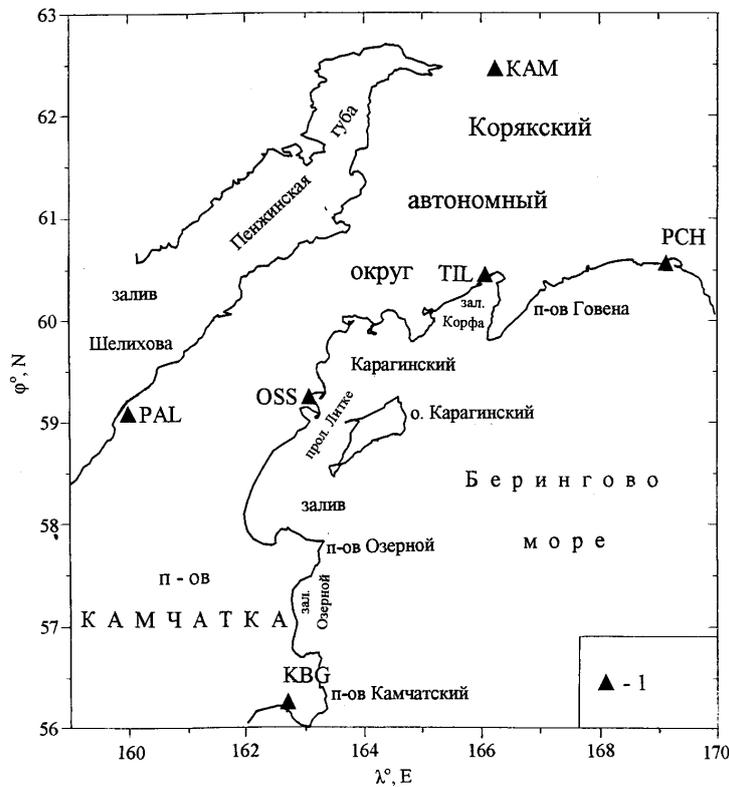


Рис. 1. Сеть сейсмических станций Корякского автономного округа

1 – сейсмическая станция (названия даны в табл. 2).

Таблица 2. Параметры сети сейсмических станций Корякского автономного округа и станции "Беринг"

№	Станция			Год открытия	Координаты			Аппаратура			
	Название	Код			φ°, N	λ°, E	h _y , м	Тип прибора	КомпONENTА	V _{max} /чувствит-ть	ΔT _{max} , с
		Межд.	Рег.								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Тиличики	TIL	TIL	1993	60.43	166.08	40	СМ-3	N,E,Z	5000	0.1-1.0
2	Пахачи	PCH	PCH	1992	60.56	169.13	0	СМ-3	E,Z	5000	0.1-1.0
3	Палана	PAL	PAL	1994	59.09	159.96	80	СМ-3	N,E,Z	10000	0.1-1.0
4	Каменское	КАМ	КАМ	1994	62.46	166.21	80	STS-1	N,E,Z	2400с	0.1-1.0
5	Беринг	ВКИ	ВКИ	1962	55.20	165.97	10	СМ-3 СМ-3, КПЧ	N,E,Z E	5000 250	0.1-1.0 0.1-1.0

Сейсмичность региона. В течение 1994 г. на территории Камчатки, Командорских островов и Корякского Автономного округа зарегистрировано 1227 землетрясений с $K_S=7-14$. Из общего числа зарегистрированных землетрясений 26 имеют энергетический класс K_S от 12 до 14, диапазон магнитуд $M_S=3.9-6.0$, для 22 из них определён механизм очага (см наст. сб.). Уровень представительности землетрясений K_{min} почти во всём регионе соответствует $K_S=9$ (рис. 2). Распределение землетрясений по классам K_S приведено в табл. 3.

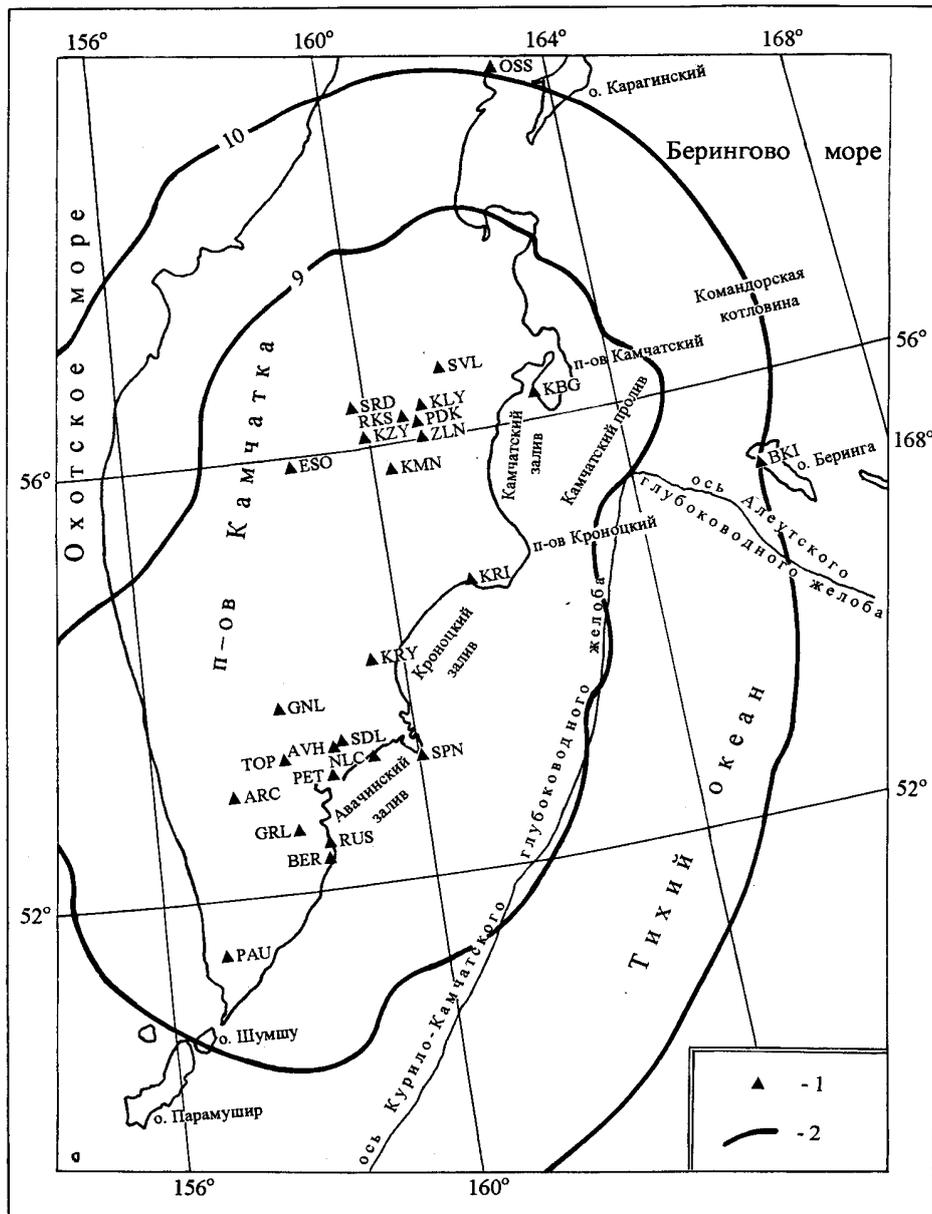


Рис. 2. Карта представительной регистрации землетрясений K_{min}

1 – сейсмическая станция; 2 – изолиния K_{min} .

Таблица 3. Распределение числа землетрясений по энергетическим классам K_s

K_s	< 9	9	10	11	12	13	14
N	500	421	205	75	19	6	1

На рис. 3, 4 представлены карта эпицентров землетрясений с $K_s \geq 9$, зарегистрированных на территории Камчатки в 1994 г., и глубинные разрезы поля эпицентров вдоль и вкост фокальной зоны (по линиям А-А' и В-В'), на рис. 5 – графики распределения числа землетрясений и накопления выделившейся сейсмической энергии во времени. Суммарная энергия ΣE в регионе, выделившаяся в очагах землетрясений за 1994 г., составляет $1.0 \cdot 10^{14}$ Дж, что значительно меньше среднегодовой величины $\Sigma E = 7.4 \cdot 10^{14}$ Дж, рассчитанной нами по наблюдениям за 1962-1992 гг.

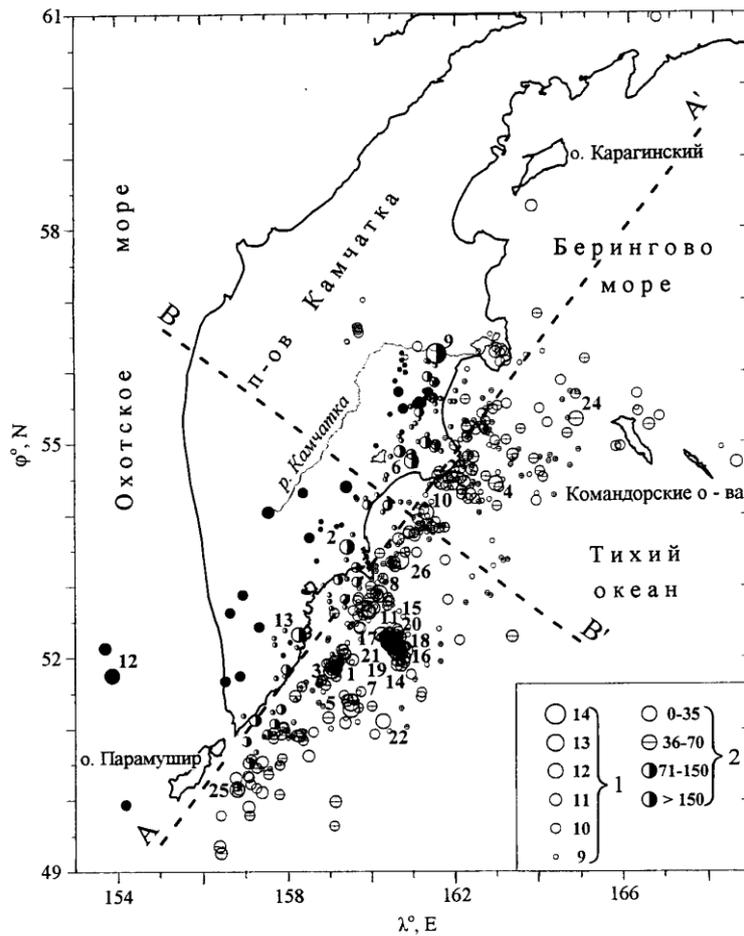


Рис. 3. Карта эпицентров землетрясений территории Камчатки

1 – энергетический класс K_S ; 2 – глубина h гипоцентра, км. Пунктирными линиями обозначены плоскости разрезов вдоль (A-A') и вкрест (B-B') фокальной зоны. Цифры – номера землетрясений из графы 1 каталога (см. наст. сб.).

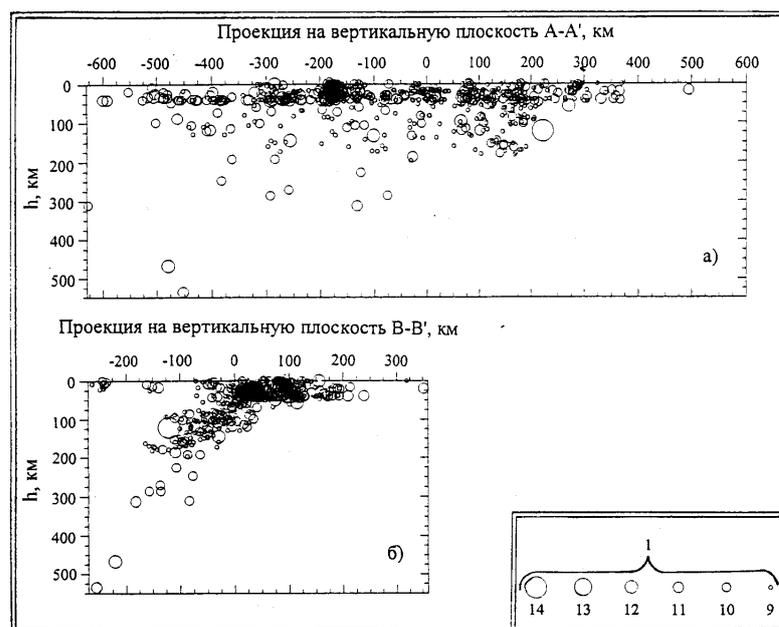


Рис. 4. Глубинные разрезы по A-A' и B-B' для землетрясений с рис. 3

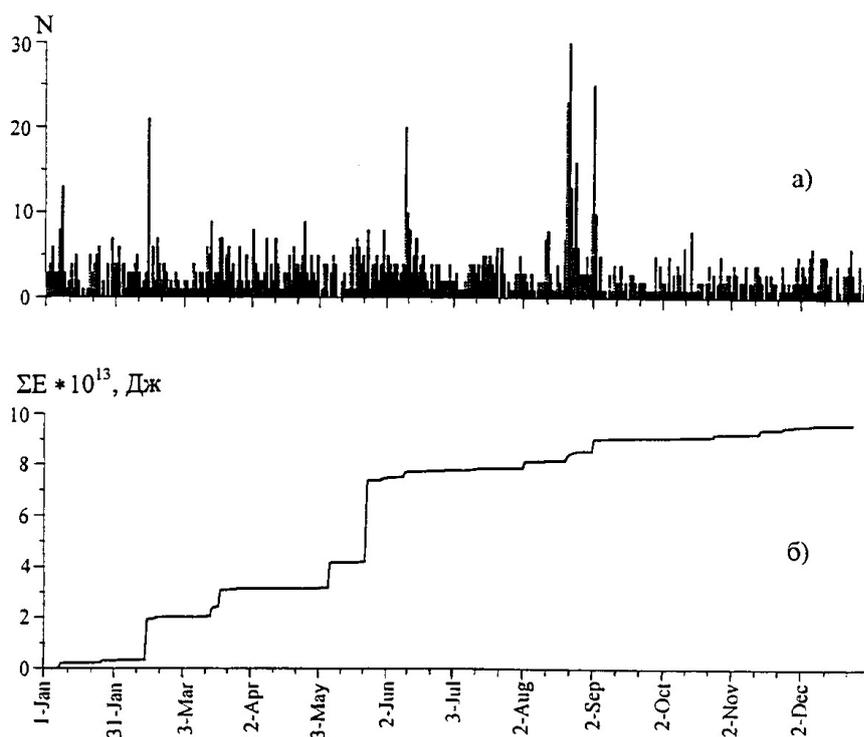
1 – энергетический класс K_S .

Рис. 5. Суточные числа N землетрясений с $K_S \geq 9$ (а) и кумулятивный график выделенной сейсмической энергии ΣE (б) в регионе в 1994 г.

Наиболее активным в 1994 г. был район юго-восточнее Шипунского п-ова (западный склон Курило-Камчатского глубоководного жёлоба), где в августе-сентябре имел место рой из 126 землетрясений с $K_S \geq 9$ в диапазоне глубин 0-50 км. Детальная карта их эпицентров и вертикальные разрезы А-А' и В-В' приведены на рис. 6. В рой вошло около 30% сильных ($K_S \geq 11.5$, $MS \geq 4.4$) землетрясений года (14-20 на рис. 3, 6). Наиболее сильное ($K_S = 12.5$) событие (20) произошло 1 сентября в 20^h27^m в центральной части роя, остальные шесть (14-19) достаточно сильных толчков, произошли ранее: 20.08 в 20^h08^m ($K_S = 11.8$, $M_c = 4.7$), 21.08 в 04^h24^m ($K_S = 11.6$, $M_c = 5.1$), 22.08 в 10^h15^m ($K_S = 11.6$, $M_c = 4.8$), 23.08 в 21^h14^m ($K_S = 11.5$, $M_c = 4.6$), 01.09 в 10^h50^m ($K_S = 11.6$, $M_c = 4.9$), 01.09 в 20^h06^m ($K_S = 11.9$, $M_c = 5.4$).

В то же время доля высвобожденной в их очагах энергии составляет всего 10% от общей суммы ΣE . Это говорит о том, что в течение года высвобождение энергии в других частях происходило за счет отдельных одиночных толчков. Тип подвижки в очагах этих землетрясений – сбросы и взбросы с преобладающей сдвиговой компонентой (рис. 7). В этой же эпицентральной зоне, в её западной части, 24 октября в 04^h04^m на глубине 11 км произошло еще одно, последнее в этом рое, сильное ($K_S = 12.0$, $MS = 4.8$) землетрясение (21 на рис. 3) со взбросовым типом подвижки в очаге. Позднее, 13 ноября в 19^h55^m, в центральной части жёлоба, южнее роя, было зарегистрировано землетрясение (22) с $K_S = 12.2$, $MS = 5.1$ со взбросовой компонентой подвижки в очаге. Кроме того, на западном склоне жёлоба, напротив южной оконечности Камчатки, отмечены события 5 и 7, происшедшие 15 марта в 17^h51^m и 19 марта в 01^h24^m с $MS = 5.2$ и 5.8 соответственно, со взбросовой и взбросо-сдвиговой подвижкой в очагах. Таким образом, в пределах Курило-Камчатского жёлоба произошло 11 сильных землетрясений из 26 зарегистрированных в целом по Камчатскому региону. Почти все они не ощущались жителями полуострова вследствие достаточной удалённости эпицентров от побережья, кроме землетрясения 7 с ощутимостью 2 балла в Петропавловске-Камчатском.

На стыке Курило-Камчатского и Алеутского глубоководных жёлобов, западнее о. Беринга, зарегистрировано одно сильное событие с $K_S = 11.6$ (24 на рис. 3). Механизм его очага не определён из-за недостатка данных.

В пределах Командорской котловины землетрясений с $K_S \geq 11.5$ не было.

В области выхода Курило-Камчатской сейсмофокальной зоны на дно океана, на участке от Кроноцкого п-ова до южной оконечности Камчатки, было зарегистрировано шесть сильных землетрясений (1, 3, 8, 10, 11, 26 на рис. 3) с MS от 4.3 до 6.0. Очаги всех событий этой зоны имеют взбросовую компоненту подвижки за исключением землетрясения 10, расположенного на самом севере описываемой зоны, которое характеризуется как взбросо-сдвиг. Все шесть землетрясений ощущались жителями г. Петропавловска-Камчатского и жителями восточного побережья. Самое сильное из них событие (3) с $K_S=13.2$, $MS=6.0$ произошло 14 февраля в 11^h14^m у южной оконечности Камчатки на глубине 37 км. Тип подвижки в его очаге – взбросо-сдвиг (рис. 7).

На п-ове Камчатка на глубине от 97 до 145 км произошло четыре сильных события (2, 6, 9, 13 на рис. 3). Одно из них (9), зарегистрированное 24 мая в 21^h13^m, имеет максимальный в 1994 г. энергетический класс $K_S=13.5$ ($MS=5.2$). Тип подвижки в его очаге – сбросо-сдвиг (рис. 7). В пос. Ключи и на сейсмической станции "Кроноки" оно ощущалось с интенсивностью до 5 баллов.

Одинокое землетрясение (12 на рис. 1) с $K_S=11.6$ отмечено на глубине 467 км в Охотском море. Механизм его очага, как и землетрясений 17, 24, 25, не определен из-за недостатка данных.

На уровне $K_S \geq 11.5$ типы подвижек в очагах землетрясений (рис. 7) соответствуют региональному напряженному состоянию Камчатки и Командорских островов по материалам 1964-1982 гг. [6].

Сведения об осязательности землетрясений на территории Камчатки представлены в каталоге землетрясений (см. наст. сб.).

Л и т е р а т у р а

1. Федотов С.А., Зобин В.М., Гордеев Е.И., Иванова Е.И., Лепская Т.С., Митякин В.П., Синельникова Л.Г., Чиркова В.Н. 1988. Землетрясения Камчатки и Командорских островов // Землетрясения в СССР в 1985 году. М.: Наука. С. 155-169.
2. Гусев А.А. 1979. Определение гипоцентров близких землетрясений Камчатки на ЭВМ // Вулканология и сейсмология. №1. С. 74-81.
3. Федотов С.А. 1972. Энергетическая классификация Курило-Камчатских землетрясений и проблема магнитуд. М. Наука. 117 с.
4. Зобин В.М., Митюшкина С.В., Чиркова В.Н. 1993. Станционные поправки к номограммам С.А. Федотова для энергетической классификации землетрясений Камчатки и Командорских островов // Вулканология и сейсмология. №1. С. 82-92.
5. Гордеев Е.И., Левина В.И., Чебров В.Н., Иванова Е.И., Шевченко Ю.В., Степанов В.В. 1999. Землетрясения Камчатки и Командорских островов // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. М.: НИИ-Природа. С. 102-114.
6. Зобин В.М. 1987. Механизм очагов землетрясений и сеймотектоническое деформирование Камчатско-Командорского региона в 1964-1982 гг. // Вулканология и сейсмология. №2. С. 80-88.