

КАМЧАТКА И КОМАНДОРСКИЕ ОСТРОВА

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

Регистрация землетрясений Камчатки и Командорских островов осуществлялась в 1996 г. в пределах границ со следующими координатами угловых точек: 50°N,162°E; 50°N,158°E; 51°N,158°E; 51°N,155°E; 55°N,155°E; 55°N,153°E; 58°N,153°E; 58°N,157°E; 59°N,157°E; 59°N,159°E; 60°N,159°E; 60°N,161°E; 61°N,161°E; 61°N,168°E. Региональная сеть сейсмических станций претерпела следующие изменения: 28 июля восстановлена станция "Коряка", а станция "Начики" закрыта 1 июня (несколько ранее были закрыты станции "Пахачи" – 23.08.1994 г., "Палана" – 22.11.1994 г., "Тиличики" – 25.06.1995 г., установленные в рамках договора с администрацией Корякского Автономного округа [1]). Сейсмическая сеть состояла из трех типов станций – цифровых (2), аналоговых (8) и телеметрических (21). Их расположение показано на рис. 1, а координаты, уточненные с помощью приборов GPS, представлены в табл. 1. Данная сеть обеспечила представительную регистрацию землетрясений с $K_S \geq 7.5$ в районе наибольшей плотности станций, а во всем регионе не могут быть пропущены события с $K_S \geq 10.5$.

Таблица 1. Сейсмические станции Камчатки, работавшие в 1996 г.

№	Станция			Координаты по GPS						Подпочва
	Название	Код	Дата открытия	φ°,N	δφ	λ°,E	δλ	h, м	δh, м	
Цифровые сейсмические станции										
1	Петропавловск	PET	13.09.1993	53°01'26.4"	4"	158°39'10.8"	4"	68	1	камень
2	Каменское	KAM	10.10.1994	62°27'21.6"	4"	166°12'36.0"	4"	64	10	камень
Аналоговые станции с регистрацией на фотобумагу										
1	Кроноки	KRI	01.09.1966	54°35'45.6"	4"	161°08'02.4"	4"	50	10	гравий
2	Беринг (закр.01.09.1993)	BKI	20.11.1962	55°12'14.4"	4"	165°58'19.2"	4"	10	5	супесь
3	Эссо	ESO	24.11.1965	55°55'30.0"	4"	158°42'00.0"	4"	490	20	камень
4	Крутоберегово	KBG	10.04.1968	56°15'18.0"	4"	162°42'18.0"	4"	30	10	глина
5	Оссора	OSS	01.01.1973	59°15'00.0"	4"	163°03'36.0"	4"	5	5	гравий
6	Апача	APC	24.02.1990	52°55'30.0"	4"	157°09'28.8"	4"	100	20	гравий
7	Паужетка	PAU	04.11.1961	51°28'01.2"	4"	156°48'39.6"	4"	110	20	шлак
8	Начики (закр.01.01.1996)	NCH	июль 1994 01.06.1996	53°07'04.8"	4"	157°45'14.4"	4"	200	20	камень
Станции радиотелеметрической сети (РТСС)										
1	Коряка (закр.05.09.1988)	KRK	30.08.1977* 28.07.1996	53°17'31.2"	2"	158°38'09.6"	2"	1050	20	лава
2	Авача	AVH	30.05.1976	53°15'54.0"	4"	158°44'16.8"	4"	900	20	лава
3	Горелый	GRL	15.08.1980	52°33'07.1"	2"	158°04'24.0"	2"	1250	20	лава
4	Шивелуч	SVL	29.10.1980	56°34'36.9"	2"	161°13'12.2"	4"	840	20	шлак
5	Институт	INS	17.11.1981	53°03'57.6"	4"	158°36'18.0"	4"	175	20	шлак
6	Нальчева	NLC	30.03.1984	53°10'15.6"	4"	159°20'42.0"	4"	20	10	гравий
7	Шипунский	SPN	11.04.1985	53°06'14.9"	2"	160°00'40.0"	2"	50	10	камень
8	Подкова	PDK	01.09.1985	56°08'24.0"	4"	160°46'48.0"	4"	800	20	лава
9	Петропавловск	PET	30.01.1987	53°01'26.4"	4"	158°39'10.8"	4"	68	1	камень
10	Крестовский	KRS	08.04.1988	56°13'00.8"	2"	160°33'55.1"	2"	1120	20	лава
11	Русская	RUS	21.12.1987	52°25'59.6"	2"	158°30'46.6"	2"	75	10	камень
12	Ганалы	GNL	17.01.1988	53°41'42.0"	4"	157°56'31.2"	4"	1200	40	камень
13	Зеленая	ZLN	31.10.1988	56°01'01.2"	2"	160°48'14.4"	2"	1100	20	шлак
14	Ключи	KLY	16.02.1989	56°19'01.2"	2"	160°51'28.8"	2"	50	10	пепел
15	Карымский	KRY	30.09.1989	54°02'09.6"	4"	159°26'56.4"	4"	900	20	шлак
16	Козырь**	KZY	30.11.1989	56°03'56.7"	2"	159°53'44.1"	2"	70	10	лава
17	Каменистая	KMN	11.11.1990	55°45'21.6"	2"	160°14'49.2"	2"	1150	40	лава

№	Станция			Координаты по GPS						Подпочва
	Название	Код	Дата открытия	φ°, N	$\delta\varphi$	λ°, E	$\delta\lambda$	h, м	δh , м	
18	Сомма	SMA	28.02.1991	53°15'46.8"	4"	158°48'03.6"	4"	1950	20	лава
19	Седловина	SDL	12.10.1991	53°16'40.8"	4"	158°53'20.4"	4"	1235	20	лава
20	Срединный	SRD	04.01.1993	56°18'55.8"	2"	159°41'48.1"	2"	750	20	камень
21	Угловая	UGL	17.08.1992	53°12'32.4"	4"	158°49'26.4"	4"	1140	20	лава

Примечание. * – станция "Коряка" открыта в июле 1975 г., но стабильно ее сейсмограммный материал стал поступать в обработку с 30.08.1977 г.; станция временно не работала с 05.09.1988 г.; восстановлена с 28.07.1996 г.

** – станция "Козырь" [KZY] в [2] ошибочно названа "Козыревск". Станция "Козыревск" [KZO] работала с 1961 г. по 13.11.1989 г.; с 14.11.1989 г. ее перенесли в другое место, она стала телеметрической под названием "Козырь".

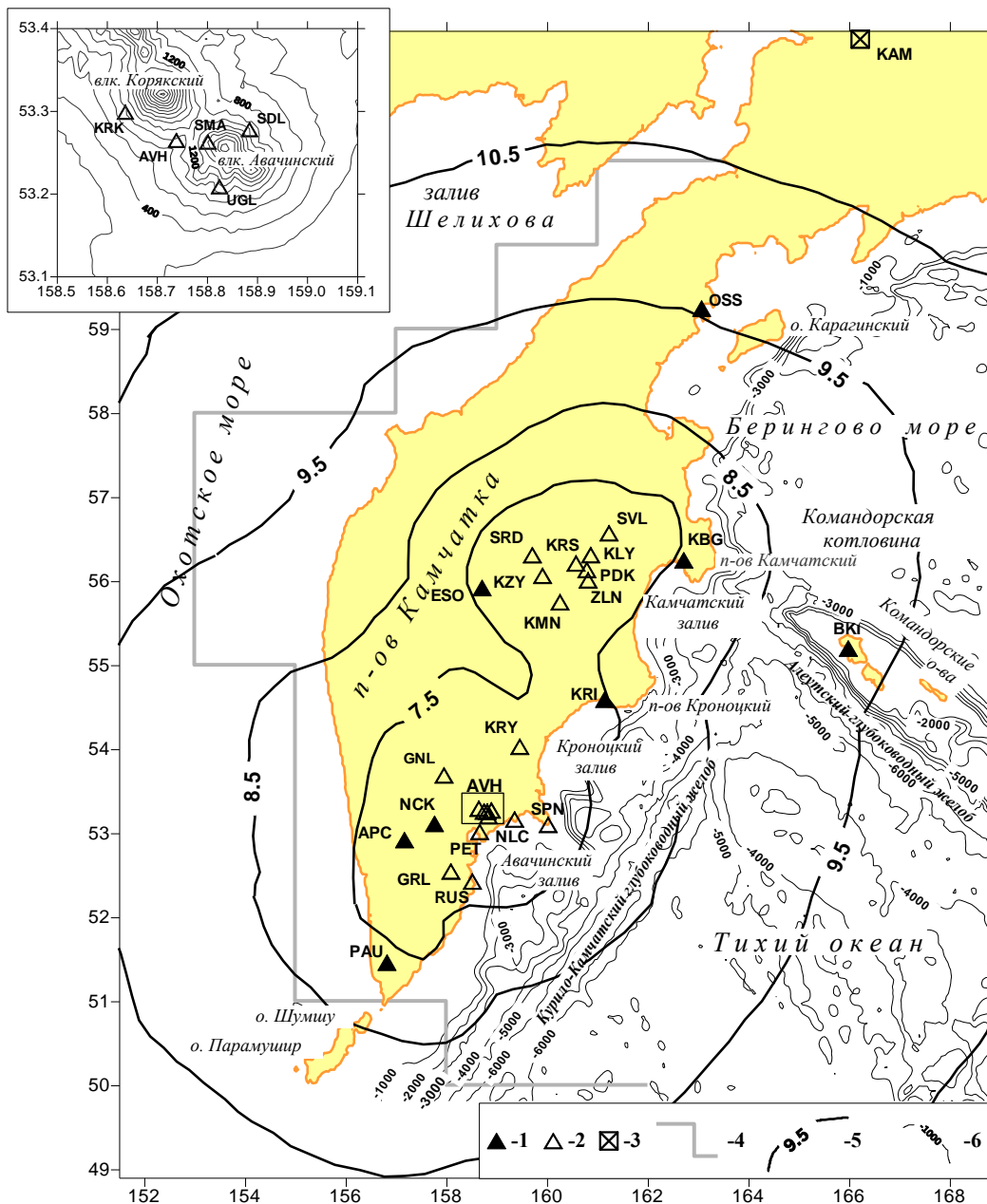


Рис. 1. Карта энергетической представительности землетрясений Камчатки по данным наблюдений в 1996 г.

1-3 – сейсмическая станция, аналоговая, радиотелеметрическая и цифровая, соответственно; 4 – граница региона; 5 – изолиния K_{min} ; 6 – изолиния высоты рельефа и глубины моря.

Рассмотрим аппаратное оснащение и регистрационные возможности каждого типа станций в отдельности.

Цифровые станции. С 1996 г. в обработке стала использоваться широкополосная цифровая аппаратура IRIS, установленная на станции "Петропавловск". Станция "Каменское" установлена в октябре 1994 г. японскими специалистами в рамках проекта "Посейдон". Она имеет широкополосные сейсмометрические каналы STS-1 и ведет непрерывную регистрацию сейсмических сигналов на магнитооптические диски. Однако в 1996 г. станция работала со значительными перерывами и участвовала в определении параметров лишь единичных землетрясений. Данные об аппаратуре обеих станций приведены в табл. 2.

Таблица 2. Данные об аппаратуре цифровых станций

Станция	Тип датчика	Точность отсчета времени	Перечень имеющихся каналов	ΔT_{\max} , с	Частота опроса данных, Гц	Эффективная разрядность АЦП	Чувствительность, велосигграф – отсчет/(м/с), акселерограф – отсчет/(м/с ²)	
Петропавловск PET	STS-1V/VBB	≤ 1 ms	BH(N,E,Z) Велосигграф	0.2 – 360	20	24	Z 1.06116*10 ⁹ N 9.7224*10 ⁸ E 9.51276*10 ⁸	
			LH(N,E,Z) Велосигграф	4 – 360	1	24	Z 4.24464*10 ⁹ N 3.88896*10 ⁹ E 3.80507*10 ⁹	
			VH(N,E,Z) Велосигграф	4 – 360	0,1	24	Z 1.69785*10 ¹⁰ N 1.55558*10 ¹⁰ E 1.52203*10 ¹⁰	
	FBA-23		HL(N,E,Z) Акселерограф	0.04 – ∞	80	24	Z 53687.1 N 53687.1 E 53687.1	
			LL(N,E,Z) Акселерограф	4 – ∞	1	24	Z 53435.4 N 53435.4 E 53435.4	
	GS-13			SH(N,E,Z) Велосигграф	0.1 – 1	40	24	Z 4.3406*10 ⁹ N 4.79426*10 ⁹ E 4.25739*10 ⁹
				EH(N,E,Z) Велосигграф	0.05 – 1	80	24	Z 4.3406*10 ⁹ N 4.79426*10 ⁹ E 4.25739*10 ⁹
Каменское КАМ	STS-1V/VBB	≤ 1 ms	BH(N,E,Z) Велосигграф	0.4 – 360	10	24	Z 2.4*10 ⁸ N 2.4*10 ⁸ E 2.4*10 ⁸	

Аналоговые региональные стационарные сейсмические станции ведут гальванометрическую регистрацию на фотобумагу. Они имеют 4 канала записи: три компоненты (N,E,Z) пишут смещение грунта с увеличением 5-10 тыс. ("Эссо" – 40 тыс.), 4-я компонента (E) – с заглублением в 20 раз по отношению к основному каналу. Параметры аппаратуры даны в табл. 3.

Таблица 3. Сведения об аппаратуре на аналоговых станциях с регистрацией на фотобумагу

№	Название станции	Тип прибора	Компоненты	V_{\max}	ΔT_{\max} , с
1	Кроноки	СМ-3 СМ-3, КПЧ	N, E, Z E	5000	0.15-1.20
2	Беринг	СМ-3 СМ-3, КПЧ	N, E, Z E	5000	0.15-1.20
3	Эссо	СКМ-3 СМ-3, КПЧ	N, E, Z E	40000	0.15-1.20
4	Крутоберегово	СМ-3 СМ-3, КПЧ	N, E, Z E	5000	0.15-1.20
5	Оссора	СМ-3 СМ-3, КПЧ	N, E, Z E	10000	0.15-1.20
6	Апача	СМ-3 СМ-3, КПЧ	N, E, Z E	10000	0.15-1.20
7	Паужетка	СМ-3 СМ-3, КПЧ	N, E, Z E	5000	0.15-1.20
8	Начики	СМ-3 СМ-3, КПЧ	N, E, Z E	10000	0.15-1.20

В сети радиотелеметрических сейсмических станций (РТСС) в 1996 г. произошли наибольшие изменения. Амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) каналов РТСС в децибелах представленные на рис. 2, соответствуют каналам регистрации, в которых в качестве датчиков используется сейсмометр СМ-3 с периодом маятника $T_s=1.2$ с (АЧХ-1), высокочастотный датчик (ВЧС) с $T_s=0.2$ с (АЧХ-2), сейсмометр СКД с $T_s=25$ с (АЧХ-3). Размерность АЧХ для каналов 1,2 типов – отсчет/(м/с), для канала 3 типа – отсчет/м. Сводка основных данных о каналах станций РТСС представлена в табл. 4. Сигналы станций РТСС передаются на приемные центры в Петропавловске-Камчатском, Ключах и Козыревске.

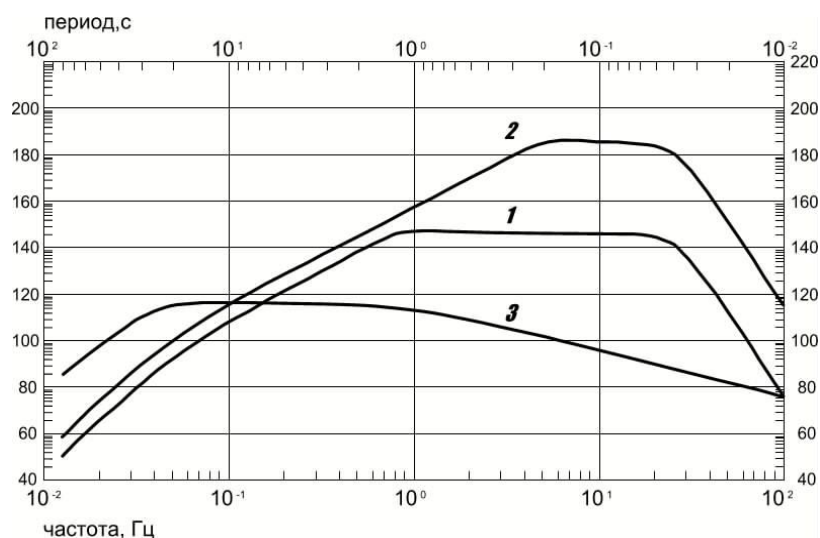


Рис. 2. Амплитудно-частотная характеристика каналов (1,2,3) радиотелеметрической сейсмической станции (РТСС)

Таблица 4. Данные об аппаратуре станций РТСС

Название станции	Тип датчика	Перечень имеющихся каналов	ΔT_{\max} , с	Частота опроса, гц	Эффективная разрядность АЦП	Чувствительность/отсчет/(м/с)
Коряка	СМ-3	N, E, Z	0.05 – 1.3	128	11	$1 \cdot 10^7$
	ВЧС	Z	0.05 – 0.25			$4 \cdot 10^8$
Авача	СМ-3	N, E, Z	0.05 – 1.3	128	11	$1 \cdot 10^7$
	ВЧС	Z	0.05 – 0.25			$4 \cdot 10^8$
Горелый	СМ-3	N, E, Z	0.05 – 1.3	128	11	$1 \cdot 10^7$
	ВЧС	Z	0.05 – 0.25			$2 \cdot 10^8$
Шивелуч	СМ-3	N, E, Z	0.05 – 1.3	128	11	$1 \cdot 10^7$
Налычева	СМ-3	N, E, Z	0.05 – 1.3	128	11	$1 \cdot 10^7$
	ВЧС	Z	0.05 – 0.25			$2 \cdot 10^8$
Шипунский	СМ-3	N, E, Z	0.05 – 1.3	128	11	$1 \cdot 10^7$
	ВЧС	Z	0.05 – 0.25			$2 \cdot 10^8$
Петропавловск	СМ-3	N, E, Z	0.05 – 1.3	128	11	$1 \cdot 10^7$
	ВЧС	Z	0.05 – 0.25			$4 \cdot 10^8$
Крестовский	СМ-3	N, E, Z	0.05 – 1.3	128	11	$1 \cdot 10^7$
Русская	СМ-3	N, E, Z	0.05 – 1.3	128	11	$1 \cdot 10^7$
	ВЧС	Z	0.05 – 0.25			$4 \cdot 10^8$
Ганалы	СМ-3	N, E, Z	0.05 – 1.3	128	11	$1 \cdot 10^7$
	ВЧС	Z	0.05 – 0.25			$4 \cdot 10^8$
Зеленая	СМ-3	N, E, Z	0.05 – 1.3	128	11	$1 \cdot 10^7$
Ключи	СМ-3	N, E, Z	0.05 – 1.3	128	11	$1 \cdot 10^7$
Подкова	СМ-3	N, E, Z	0.05 – 1.3	128	11	$1 \cdot 10^7$

Название станции	Тип датчика	Перечень имеющихся каналов	ΔT_{\max} , с	Частота опроса, гц	Эффективная разрядность АЦП	Чувствительность/отсчет/(м/с)
Карымский	СМ-3 ВЧС	N, E, Z Z	0.05 – 1.3 0.05 – 0.25	128	11	$1 \cdot 10^7$ $2 \cdot 10^7$
Козырь	СМ-3	N, E, Z	0.05 – 1.3	128	11	$1 \cdot 10^7$
Каменистая	СМ-3	N, E, Z	0.05 – 1.3	128	11	$1 \cdot 10^7$
Сомма	СМ-3 ВЧС	N, E, Z Z	0.05 – 1.3 0.05 – 0.25	128	11	$1 \cdot 10^7$ $4 \cdot 10^8$
Седловина	СМ-3 ВЧС	N, E, Z Z	0.05 – 1.3 0.05 – 0.25	128	11	$1 \cdot 10^7$ $4 \cdot 10^8$
Срединный	СМ-3	N, E, Z	0.05 – 1.3	128	11	$1 \cdot 10^7$
Угловая	СМ-3 ВЧС	N, E, Z Z	0.05 – 1.3 0.05 – 0.25	128	11	$1 \cdot 10^7$ $4 \cdot 10^8$
Институт	СКД	N, E, Z	2.0 – 25.0	128	11	$1 \cdot 10^7$ отсчет / м

Примечание. Верхним индексом * отмечена чувствительность (отсчет/м) для СКД на станции "Институт", которая имеет длиннопериодную аппаратуру и в определении координат гипоцентров землетрясений практически не участвует, а используется для оценки магнитуды M_s землетрясений по кода-волнам [2].

В 1996 г. на приемных центрах РТСС введена в эксплуатацию система цифровой регистрации сейсмических сигналов, разработанная в КОМСП [3]. Система выполнена на базе стандартных персональных компьютеров, работающих под управлением операционной системы Windows. Все компьютеры соединены между собой в локальную сеть по протоколу TCP/IP. В состав системы входят GPS-часы и аналогоцифровой преобразователь.

Основные функции системы:

- преобразование аналоговых сигналов сейсмометрических каналов РТСС в непрерывный цифровой поток данных с частотой дискретизации 128 Гц в режиме реального времени;
- организация кольцевого буфера текущих сейсмических данных на жестком диске персонального компьютера глубиной не менее 36 часов;
- обеспечение оперативного доступа к текущим данным через локальную сеть КОМСП для их анализа и обработки;
- организация архива данных на магнитных носителях и компакт-дисках CD-ROM в формате SEED.

В качестве резервного визуального контроля сейсмических сигналов используются записи, полученные на регистрирах РВЗ-3. Для представления и обработки цифровых данных РТСС Д.В. Дрозниным [3] разработано оригинальное программное обеспечение, которое позволяет:

- отображать зарегистрированные данные в виде графиков на экране;
- выполнять обработку исходных данных во временной, частотной, частотно-временной и пространственной областях;
- производить фильтрацию, сглаживание и межканальную обработку исходных данных;
- определять моменты вступлений, амплитуды и другие характеристики сейсмических волн.

Программа практически не имеет ограничений на количество каналов и количество отсчетов зарегистрированного сигнала и снабжена простым интерфейсом взаимодействия с пользователем.

С 1996 г. на станциях РТСС используется система метрологии, основанная на импульсной калибровке. Обработка циклов калибровки проводится ежемесячно с использованием буфера с текущими данными оцифровки. Поскольку цифровые данные накапливаются на лазерных дисках, сохраняется возможность расчета параметров канала для любой даты, так как генерация сигналов калибровок на станциях производится ежесуточно. Для расчета параметров радиотелеметрических каналов была разработана соответствующая программа. Алгоритм обработки циклов калибровок в основе остался таким же, как при использовавшейся ранее аппаратуре КАМАК и ЭВМ ДВК [4]. Дополнительно введен расчет параметров ВЧС датчика, графический контроль качества записи, поканальное автоматическое архивирование результатов. Все результаты обработки размещаются в каталоге ARHIV\CLB на компьютере для оперативных данных, доступном по сети. Каждому каналу

РТСС в этом каталоге соответствует файл, записи которого содержат данные одной калибровки. Эти данные позволяют рассчитать передаточную функцию канала на момент генерации цикла калибровки. Для расчета используются оценки значений нулей, полюсов и двух коэффициентов.

Сейсмичность региона. Методика определения параметров землетрясений не изменилась и изложена в [5-7]. В связи с изменением системы регистрации сети РТСС значительно снизился энергетический класс регистрируемых землетрясений и возросло число обработанных слабых событий. Всего в 1996 г. определены эпицентры 3985 землетрясений, из них 1694 с $K_S \geq 8.6$ включены в каталог [8], 63 имеют $K_S \geq 11.6$, а для 43 – определены механизмы очагов по знакам первых вступлений Р-волн на станциях КОМСП и мировой сети [9]. Распределение землетрясений по классам приведено в табл. 5. Суммарная энергия, выделившаяся в процессе формирования очагов землетрясений в 1996 г., составляет $\Sigma E = 4.86 \cdot 10^{14}$ Дж, что достаточно близко к среднегодовому значению ($\Sigma E = 7.4 \cdot 10^{14}$ Дж) выделенной энергии в регионе, рассчитанному по материалам 1962-1992 гг. [2].

Таблица 5. Распределение числа землетрясений региона по энергетическим классам K_S и суммарная сейсмическая энергия ΣE

K_S	≤ 8.5	9	10	11	12	13	14	$\Sigma E \cdot 10^{13}$, Дж
N	2291	1027	447	157	50	11	2	48.6

Примечание. Здесь и далее под K_S понимается $K_{S_{1,2}}^{\Phi 68}$ из [7].

На рис. 3,а,б представлены графики распределения во времени ежесуточного числа землетрясений и накопления высвобожденной сейсмической энергии.

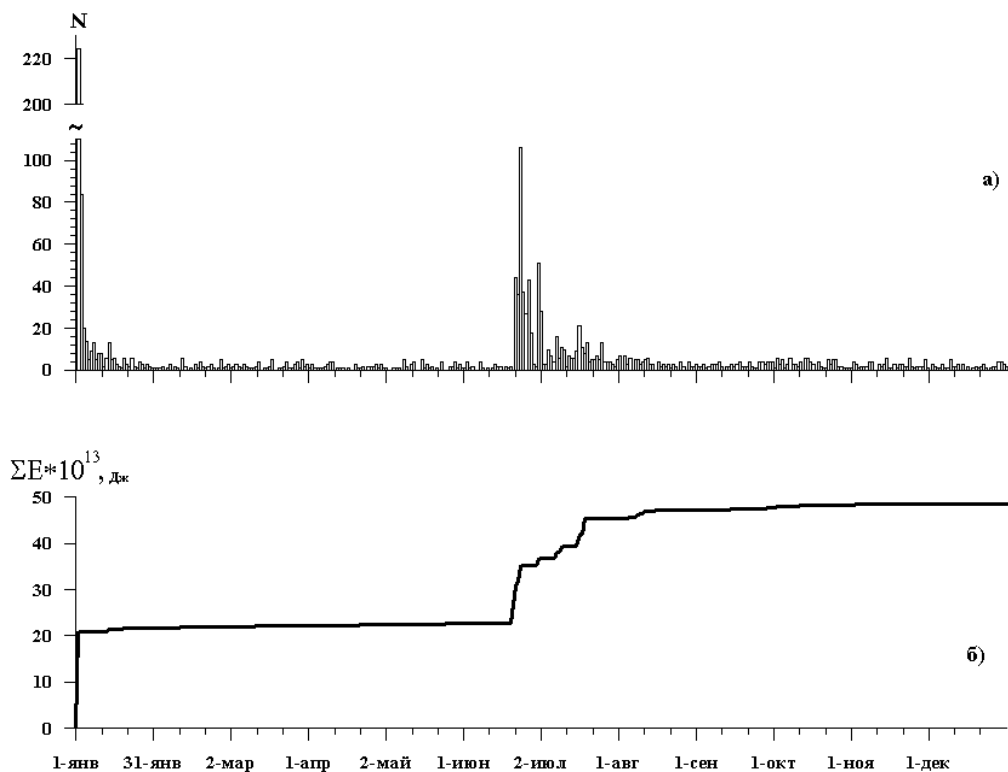


Рис. 3. Суточные числа N землетрясений с $K_S \geq 8.6$ (а) в регионе и кумулятивный график выделенной в их очагах сейсмической энергии ΣE (б)

На рис. 4 представлена карта эпицентров землетрясений с $K_S \geq 8.6$, зарегистрированных в регионе в 1996 г., на рис. 5 – вертикальные разрезы совокупности гипоцентров вдоль и вкост

фокальной зоны (по линиям А-А' и В-В'), на рис. 6 – механизмы очагов в стереографической проекции нижней полусферы. В течение года на Камчатке зафиксировано два мощных всплеска (рис. 3,а) сейсмической активности – в январе в районе Карымского вулкана (очаговая зона №1 на рис. 4) и в июне-июле в очаговых зонах №2,3,4 (на юге Камчатки, в заливе Шелихова, в Камчатском проливе). Описанию сейсмичности очаговых зон №1,2 посвящены отдельные статьи [10,11] в наст. сб.

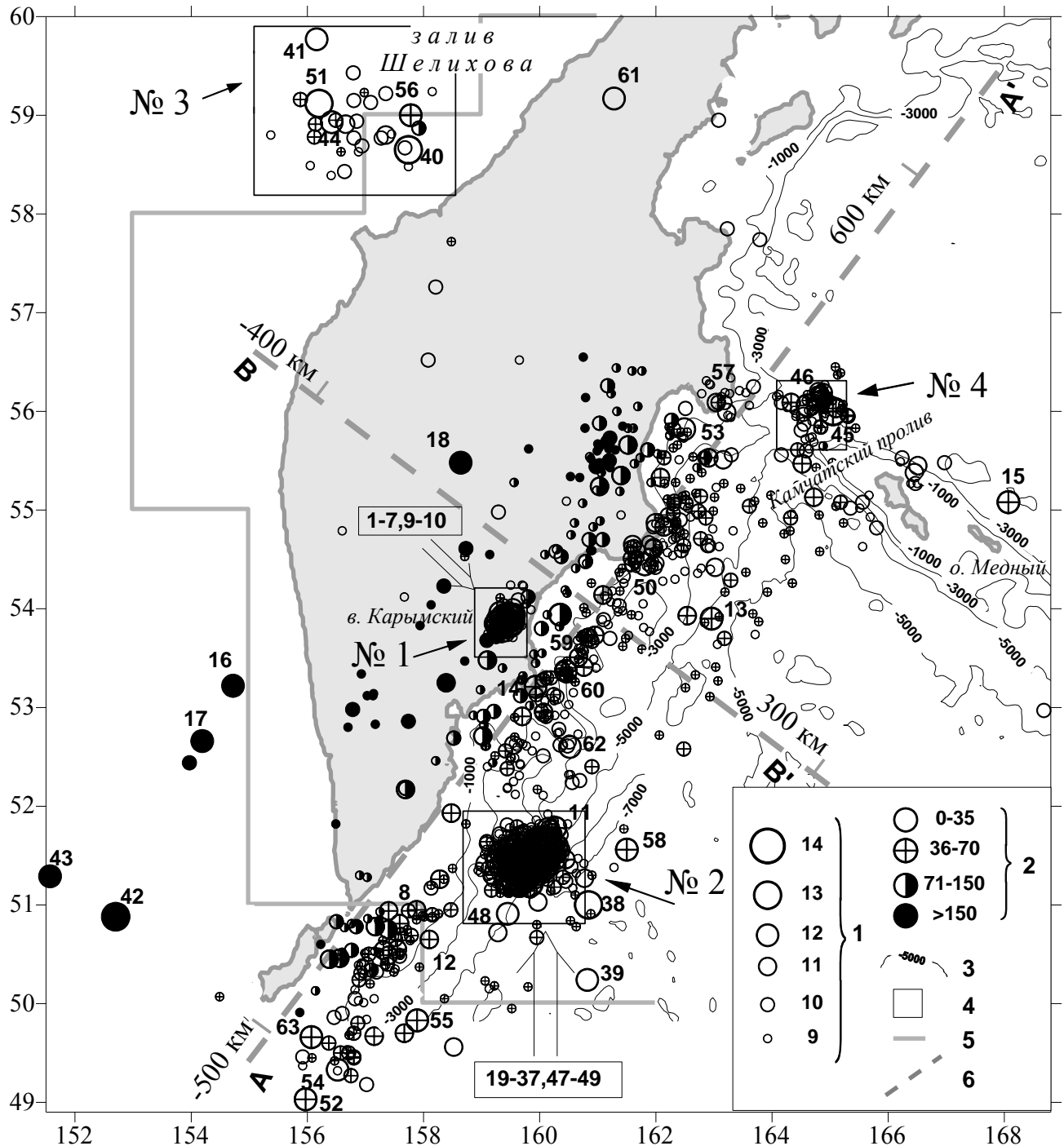


Рис. 4. Карта эпицентров землетрясений Камчатки и Командорских островов за 1996 г.

1 – энергетический класс K_S ; 2 – глубина h гипоцентра, км; 3 – изобата; 4 – контур очаговых зон сильнейших землетрясений 1996 г. (№1-Карымский вулкан, №2-на юге Камчатки, №3-в заливе Шелихова, №4-в Камчатском проливе); 5 – граница региона; 6 – линия вертикального разреза.

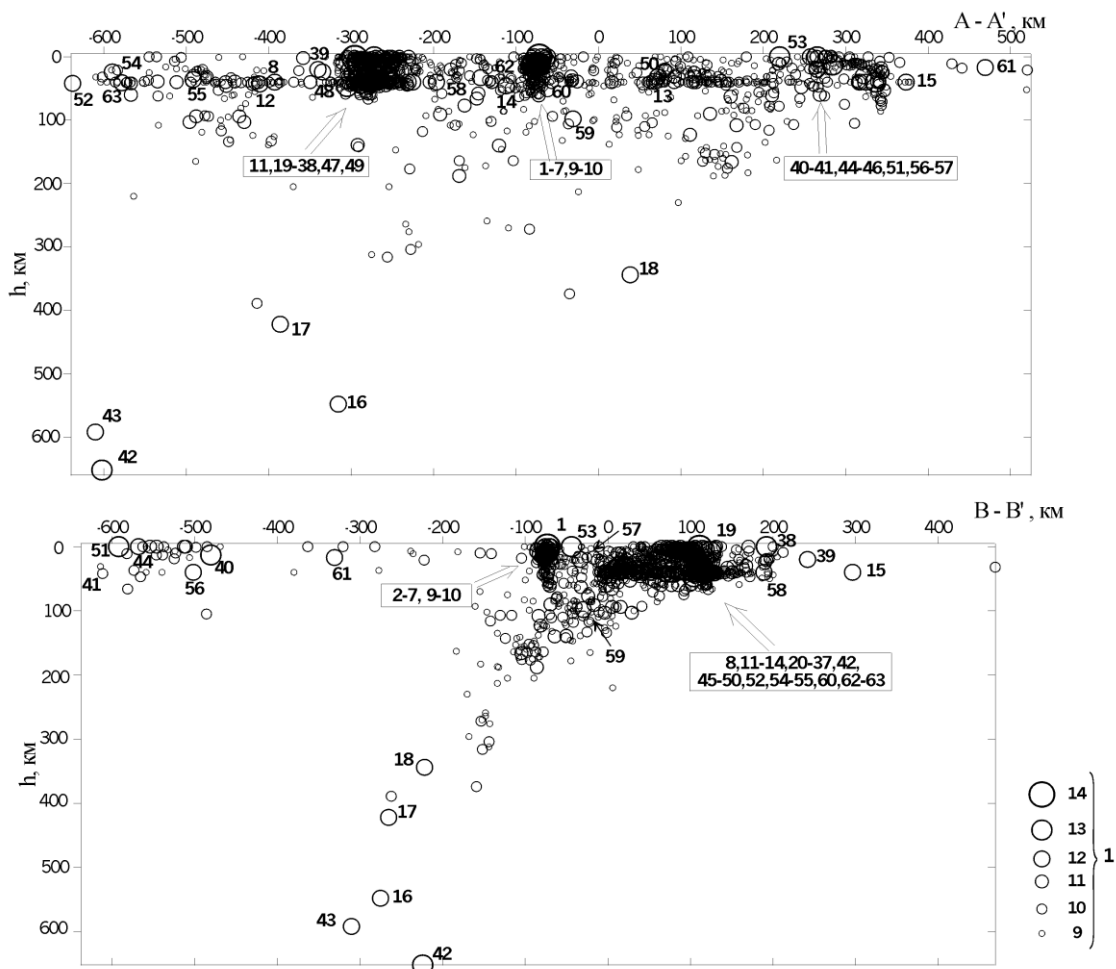


Рис. 5. Вертикальные разрезы по линиям А-А' и В-В' рис. 4

1 – энергетический класс K_S .

Землетрясение 7 июля в 10^h49^m ($K_S=13.1$, $MS=6.2$, $h=13$ км) в заливе Шелихова (очаговая зона №3) представляет особый интерес в связи с тем, что событие такой величины зарегистрировано здесь впервые за 1962-1996 гг. Оно сопровождалось афтершоками ($n=31$) [8], из которых 18 произошли в течение 7 дней после основного толчка. Пять событий (40,41,44,51,56) имеют $K_S=11.8-13.1$ с глубинами очагов от 0 до 40 км. Количество высвободившейся энергии составило $\Sigma E=2.2 \cdot 10^{13}$ Дж. Для двух землетрясений (40,51) определен механизм очага: это сдвиг и взбросо-сдвиг с близгоризонтальным расположением осей сжатия [9]. В обоих случаях одна из плоскостей разрыва имеет северо-северо-западную ориентацию и крутое падение, другая простирается почти широтно. Землетрясение 7 июля было ощутимым. Оно ощущалось в п. Тигиль с интенсивностью до 5 баллов, в п. Палана – 4 балла [8].

В Камчатском проливе (очаговая зона №4) 16 июля в 03^h48^m произошло сильное ($K_S=13.4$, $MS=7.0$) землетрясение (45) на глубине $h=40$ км, сопровождавшееся серией афтершоков. Афтершоковый процесс продолжался до октября (произошло 60 афтершоков с $K_S \geq 8.6$ и количество высвобожденной сейсмической энергии в их очагах составило $\Sigma E=2.6 \cdot 10^{13}$ Дж). Максимальный ($K_S=11.8$, $MPSP=4.8$) афтершок (46) зарегистрирован 16 июля в 06^h12^m . Для землетрясений (45,46), происшедших 16 июля в 03^h48^m ($K_S=13.4$, $MS=7.0$, $h=40$ км) и в 06^h12^m ($K_S=11.8$, $MPSP=4.8$, $h=40$ км), определены механизмы очагов (рис. 6). В обоих очагах напряжения сжатия близгоризонтальны и ориентированы на северо-запад, одна из предполагаемых плоскостей разрыва одинаково круто падает на юго-запад. Тип подвижки в очаге – взбросо-сдвиг.

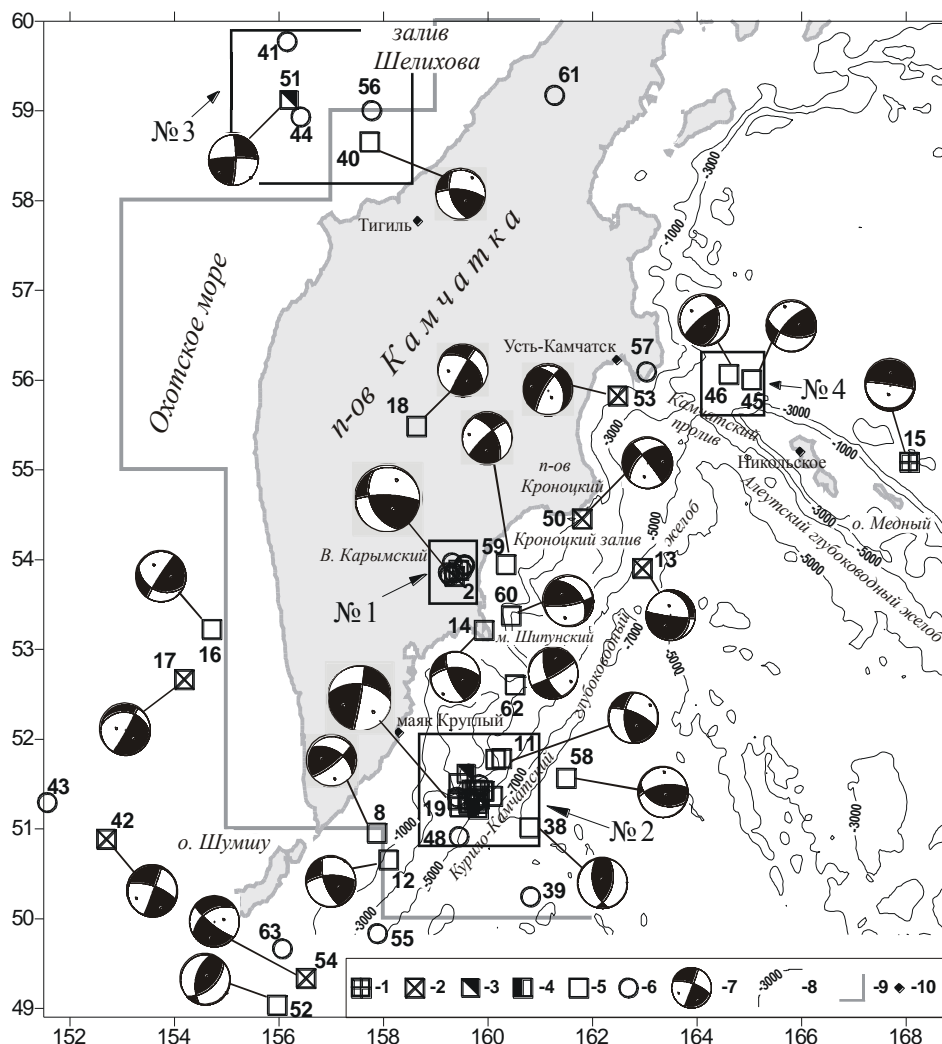


Рис. 6. Карта механизмов очагов сильных ($K_S \geq 11.6$) землетрясений Камчатки и Командорских островов за 1996 г.

1-5 – эпицентр землетрясения с характеристикой типа подвижки в его очаге: сброс, сбросо-сдвиг, сдвиг, взброс, взбросо-сдвиг, соответственно; 6 – механизм не определен; 7 – диаграмма механизма очага; 8 – изобата; 9 – граница региона; 10 – населенный пункт. Номера землетрясений соответствуют таковым в графе 1 каталога [8].

В области выхода Курило-Камчатской фокальной зоны на дно океана произошло 7 землетрясений (8,12,14,50,59,60,62) с $K_S=11.6-12.1$. Три из них (14,60,62) зарегистрированы на подводном продолжении п-ва Шипунский. Механизмы всех трех очагов – взбросо-сдвиг [9], (рис. 6). Аналогичный тип подвижки в очаге имеет землетрясение (59), происшедшее в Кроноцком заливе 30 сентября в 05^h49^m на глубине $h=98$ км с $K_S=11.8$, $MPSP=5.5$. Тот же тип подвижки в очаге имеют два события (8,12) в южной части области (напротив южной оконечности Камчатки). Землетрясение (50) произошло 5 августа в 00^h25^m у берегов Кроноцкого п-ва на глубине $h=32$ км с $K_S=11.7$, $MS=5.1$, со сбросо-сдвиговым типом подвижки в очаге. Аналогичный механизм имеет поверхностное ($h=0$ км) землетрясение (53), происшедшее 11 августа в 14^h11^m ($K_S=12.6$, $MS=5.0$) в зоне сочленения островных дуг Курило-Камчатской и Алеутской. Событие (15) с $K_S=12.0$, $MS=4.7$, $h=40$ км зафиксированное 18 мая в 03^h30^m севернее о. Медный, имеет сбросовый тип подвижки в очаге. Оси напряжения сжатия и растяжения ориентированы в плоскости, имеющей практически меридиональное простирание ($AZM=7^\circ$), и образуют с горизонтом углы 39° и 51° , соответственно. Обе плоскости разрыва имеют субширотное простирание.

В пределах п-ва Камчатки 13 июня в 00^h15^m зафиксировано глубокое ($h=344$ км) землетрясение

(18) с $K_S = 11.7$, $MPSP=4.5$ с дислокацией в очаге типа взбросо-сдвиг.

Особенно сейсмически активна в 1996 г. была область Курило-Камчатского глубоководного желоба. Кроме последовательности землетрясений после 21 июня (очаговая зона №2 [11]), здесь происходили также одиночные землетрясения (13,38,39,48,58). Для рассматриваемой области характерно преобладание подвижек в очаге типа взбросо-сдвиг. Лишь в северной части глубоководного желоба 11 марта в 06^h15^m произошло землетрясение (13) с $K_S=12.1$, $MS=4.7$, $h=39$ км с механизмом очага типа сбросо-сдвиг.

В Охотском море произошло 4 сильных ($K_S=11.7-13.0$, $MPSP=4.5-5.2$) глубоких ($h=422-652$ км) землетрясения (16,17,42,43). Для трех из них (16,17,42) определен механизм очага (рис. 6). Тип подвижки в очагах землетрясений (17,42) – сбросо-сдвиг. Глубокое ($h=548$ км) землетрясение (16), происшедшее 26 мая в 08^h58^m с $K_S=12.2$, $MPSP=4.7$, имеет в очаге взбросо-сдвиговую дислокацию. Заметим, что одна из возможных плоскостей разрыва каждого из этих событий имеет довольно крутое падение в направлении на северо-северо-восток. Возможно, что при выборе плоскости разрыва предпочтительной является именно эта плоскость.

Также определены механизмы очагов землетрясений (52,54) южнее о. Шумшу, происшедших 9 августа в 15^h34^m ($K_S=12.4$, $MPSP=5.6$, $h=42$ км) и 16 августа в 09^h04^m ($K_S=12.3$, $MPSP=5.4$, $h=24$ км). Тип подвижки в очаге события (52) – взбросо-сдвиг с близгоризонтально расположенной осью напряжения сжатия, а для другого – сбросо-сдвиг.

В общей сложности из 43 сильных ($K_S \geq 11.6$) землетрясений 1996 г. в 72% случаев тип подвижки в очаге – взбросо-сдвиг [9].

Макросейсмические данные, собранные для 78 землетрясений, ощущавшихся на территории Камчатки с интенсивностью от 2 до 7 баллов, приведены в сносках к каталогу [8].

Л и т е р а т у р а

1. **Левина В.И., Гордеев Е.И., Иванова Е.И., Чебров В.Н. 2000.** Камчатка и Командорские острова // Землетрясения Северной Евразии в 1994 году. М.: Изд-во ОИФЗ РАН. С. 96-102.
2. **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.: Изд-во НИА-Природа. С. 102-114.
3. **Дроздин Д.В. 1998.** Пакет программ обработки сейсмических сигналов (LFNF_AN) // Детальные сейсмологические исследования Камчатки и Командорских островов (01.01.1997-31.12.1997). Петропавловск-Камчатский: Фонды Ин-та вулканологии ДВО РАН. Отчет КОМСП ГС РАН. С. 108-122.
4. **Шевченко Ю.В. 1995.** Метрологическое обеспечение сейсмотелеметрических сетей станций на Камчатке // Вулканология и сейсмология. №1. С. 90-105.
5. **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.
6. **Гусев А.А. 1979.** Определение гипоцентров близких землетрясений Камчатки на ЭВМ // Вулканология и сейсмология. №1. С. 74-81.
7. **Федотов С.А. 1972.** Энергетическая классификация Курило-Камчатских землетрясений и проблема магнитуд. М.: Наука. 117 с.
8. **Левина В.И., Лепская Т.С. (отв. сост.), Зенина С.А., Кобзева А.А., Кривогорницына Т.М., Митюшкина С.В., Пасечко Н.П., Пилипенко Л.В., Шевченко Н.А.** Камчатка и Командорские острова. См. раздел III (Каталоги землетрясений) в наст. сб.
9. **Иванова Е.И. (отв. сост.).** Камчатка и Командорские острова. См. раздел IV (Каталоги механизмов очагов землетрясений) в наст. сб.
10. **Левина В.И., Иванова Е.И., Гордеев Е.И., Гусев А.А., Левин В.Е., Магуськин М.А., Хаткевич Ю.М., Рябинин Г.В.** Карымское землетрясение 1 января 1996 года ($MS=7.0$). См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.
11. **Левина В.И., Иванова Е.И., Гусев А.А.** Рой землетрясений на Камчатке с основным событием 21 июня 1996 г. ($Mw=6.8$). См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.