

КАМЧАТКА И КОМАНДОРСКИЕ ОСТРОВА**В.И. Левина, Е.И. Иванова, Е.М. Гусева***Камчатский филиал ГС РАН, г. Петропавловск-Камчатский, valeria@emsd.iks.ru*

Сеть сейсмических станций Камчатки в 2001 г. несколько изменилась: 8 августа была введена в строй новая радиотелеметрическая станция «Алаид» (ALID); станция «Козырь» (KZY) 1 июня была закрыта, вместо нее вновь открылась станция «Козыревск» (KOZ); 18 сентября на территории Корякского автономного округа была восстановлена станция «Каменское». Список станций и параметры аппаратуры приведены в табл. 1, 2.

Таблица 1. Сейсмические станции Камчатки (в хронологии их открытия), работавшие в 2001 г., и параметры аппаратуры с аналоговой записью

№	Станция			Дата открытия	Координаты			Аппаратура				
	Название	Код			φ°, N	λ°, E	$h_y, м$	Тип прибора	Компонента	V_{max}	$\Delta T_{max}, с$	
		межд.	рег.									
1	Ключи	KLY	KLY	1946	56.317	160.858	50	Телеметрия – СМ-3				
2	Петропавловск	PET	PET	01.03.1951	53.024	158.653	68	СКД+S PG	N	760	18.0–52	
210										17.0–47		
740										17.0–50		
207										16.0–45		
E									1330	24.0–39		
									590	19.0–38		
									СКД+ГК	N, E, Z	1000	0.20–20
KПЧ										N, E, Z	480	0.20–17
											190	0.20–17
ДС-БП									N, E, Z	100	0.20–18	
	150	0.20–18										
Телеметрия – СМ-3 IRIS STS-1V/VBB IRIS FBA-23 IRIS GS-13												
3	Козыревск	KOZ	KOZ	1958	56.058	159.872	45					
21.06.2006				Телеметрия – СМ-3								
4	Паужетка	PAU	PAU	03.11.1961	51.468	156.815	110	СМ-3	N, E, Z	5000	0.15–1.2	
5	Беринг	BKI	BKI	00.00.1962	55.204	165.972	10	СМ-3	N, E, Z	5000	0.15–1.2	
6	Шипунский	SPN	SPN	20.11.1962	53.104	160.011	50	Телеметрия – СМ-3				
7	Авача	AVH	AVH	1963	53.265	158.738	900	Телеметрия – СМ-3				
8	Эссо	ESO	ESO	23.11.1965	55.925	158.700	490	СМ-3	N, E, Z	40000	0.15–1.2	
9	Кроноки	KRI	KRI	01.09.1966	54.596	161.134	50	СМ-3	N, E, Z	5000	0.15–1.2	
10	Крутоберегово	KBG	KBG	10.04.1968	56.255	162.705	30	СМ-3	N, E, Z	1000	0.15–1.2	
11	Карымский	KRYR	KRY	01.05.1970	54.036	159.449	900	Телеметрия – СМ-3				
12	Оссора	OSSR	OSS	01.01.1973	59.250	163.060	5	СМ-3	N, E, Z	10000	0.15–1.2	
13	Коряка	KOK	KRK	30.08.1977	53.292	158.636	1050	Телеметрия – СМ-3				
14	Горелый	GRL	GRL	14.08.1980	52.552	158.073	1250	Телеметрия – СМ-3				
15	Шивелуч	SVLR	SVL	29.10.1980	56.577	161.22	840	Телеметрия – СМ-3				
16	Институт	INSR	INS	20.11.1981	53.066	158.605	175	Телеметрия – СКД				
17	Нальчева	NLC	NLC	30.03.1987	53.171	159.345	20	Телеметрия – СМ-3				
18	Русская	RUS	RUS	01.12.1987	52.433	158.513	75	Телеметрия – СМ-3				
19	Ганалы	GNL	GNL	17.01.1988	53.695	157.942	1200	Телеметрия – СМ-3				
20	Крестовский	KRSR	KRS	08.04.1988	56.217	160.565	1120	Телеметрия – СМ-3				
21	Зеленая	ZLN	ZLN	30.10.1988	56.017	160.804	1120	Телеметрия – СМ-3				
22	Апача	APC	APC	23.02.1990	52.925	157.158	100	СМ-3	N, E, Z	10000	0.15–1.2	

№	Станция			Дата открытия	Координаты			Аппаратура			
	Название	Код			φ°, N	λ°, E	$h_y, м$	Тип прибора	Компонента	V_{max}	$\Delta T_{max, c}$
		межд.	рег.								
23	Каменистая	KMNR	KMN	10.11.1990	55.756	160.247	1150	Телеметрия – СМ-3			
24	Сомма	SMAR	SMA	27.02.1991	53.263	158.801	1950	Телеметрия – СМ-3			
25	Срединный	SRDR	SRD	04.01.1992	56.316	159.697	750	Телеметрия – СМ-3			
26	Седловина	SDLR	SDL	29.07.1993	53.278	158.884	1235	Телеметрия – СМ-3			
27	Каменское	KAMR	KAM	10.10.1994	62.456	166.210	64	POSEIDON STS – 1V/VBB			
28	Угловая	UGLR	UGL	23.05.1995	53.209	158.824	1140	Телеметрия – СМ-3			
29	Мыс Козлова	MKZ	MKZ	25.09.1997	54.556	161.730	520	Телеметрия – СМ-3			
30	Малая Ипелька	MIPR	MIP	05.10.1997	52.276	156.758	370	Телеметрия – СМ-3			
31	Крутоберегово-1	KBTR	KBT	21.10.1997	56.208	162.819	200	Телеметрия – СМ-3			
32	Копыто	KPT	KPT	25.10.1997	55.966	160.222	1004	Телеметрия – СМ-3			
33	Цирк	CIRR	CIR	07.12.1998	56.115	160.748	1420	Телеметрия – СМ-3			
34	Логинов	LGNR	LGN	01.09.1999	56.083	160.690	2500	Телеметрия – СМ-3			
35	Алаид	ALID	ALD	01.08.2000	50.868	155.550	1400	Телеметрия – СМ-3			
36	Карымшина	KRMR	KRM	20.01.2001	52.83	158.13	120	ЦССА – СМ-3 КВ			

Примечание. Станция «Институт» используется только для определения магнитуды M_s по коде; станция «Карымшина» работала в опытном режиме и ее данные в обработке землетрясений не использовались, как и станции «Каменское».

Таблица 2. Данные об аппаратуре цифровых станций

Название станции	Тип станции и сейсмоприемника	Перечень каналов	Частотный диапазон, Гц	Частота опроса данных, Гц	Разрядность АЦП	Чувствительность, велосигграф – отсчет/(м/с), акселерограф – отсчет/(м/с ²)
Авача	Телеметрия – СМ-3	SH(N, E, Z) v EH(Z) v	0.7–20 4–20	128 128	11 11	$1.0 \cdot 10^7$ $4.0 \cdot 10^8$
Алаид	Телеметрия – СМ-3	SH(N, E, Z) v EH(Z) v	0.7–20 4–20	128 128	11 11	$1.0 \cdot 10^7$ $4.0 \cdot 10^8$
Ганалы	Телеметрия – СМ-3	SH(N, E, Z) v EH(Z) v	0.7–20 4–20	128 128	11 11	$1.0 \cdot 10^7$ $4.0 \cdot 10^8$
Горелый	Телеметрия – СМ-3	SH(N, E, Z) v EH(Z) v	0.7–20 4–20	128 128	11 11	$1.0 \cdot 10^7$ $2.0 \cdot 10^8$
Зеленая	Телеметрия – СМ-3	SH(N, E, Z) v	0.7–20	128	11	$1.0 \cdot 10^7$
Институт	Телеметрия – СКД	N, E, Z смещение	0.04–0.5	128	11	$1.0 \cdot 10^6$
Каменистая	Телеметрия – СМ-3	SH(N, E, Z) v EH(Z) v	0.7–20 4–20	128 128	11 11	$1.0 \cdot 10^7$ $4.0 \cdot 10^8$
Каменское	POSEIDON STS-1V/VBB	BH(N, E, Z) v	0.003–2.5	20	24	$9.1 \cdot 10^8$
Карымский	Телеметрия – СМ-3	SH(N, E, Z) v EH(Z) v	0.7–20 0.7–20	128 128	11 11	$1.0 \cdot 10^7$ $8.0 \cdot 10^5$
Карымшина	ЦССА СМ-3 КВ	SH(N, E, Z) v	0.025–2	150	22	$3.3 \cdot 10^9$
Ключи	Телеметрия – СМ-3	SH(N, E, Z) v	0.7–20	128	11	$1.0 \cdot 10^7$
Козыревск	Телеметрия – СМ-3	SH(N, E, Z) v	0.7–20	128	11	$1.0 \cdot 10^7$
Копыто	Телеметрия – СМ-3	SH(N, E, Z) v	0.7–20	128	11	$1.0 \cdot 10^7$
Корьяка	Телеметрия – СМ-3	SH(N, E, Z) v EH(Z) v	0.7–20 4–20	128 128	11 11	$1.0 \cdot 10^7$ $4.0 \cdot 10^7$
Крестовский	Телеметрия – СМ-3	SH(N, E, Z) v	0.7–20	128	11	$1.0 \cdot 10^7$
Крутоберегово-1	Телеметрия – СМ-3	SH(N, E, Z) v EH(Z) v	0.7–20 4–20	128 128	11 11	$1.0 \cdot 10^7$ $4.0 \cdot 10^8$
Логинов	Телеметрия – СМ-3	SH(N, E, Z) v EH(Z) v	0.7–20 4–20	128 128	11 11	$1.0 \cdot 10^7$ $4.0 \cdot 10^8$
Малая Ипелька	Телеметрия – СМ-3	SH(N, E, Z) v EH(Z) v	0.7–20 4–20	128 128	11 11	$1.0 \cdot 10^7$ $4.0 \cdot 10^8$
Мыс Козлова	Телеметрия – СМ-3	SH(N, E, Z) v EH(Z) v	0.7–20 4–20	128 128	11 11	$1.0 \cdot 10^7$ $4.0 \cdot 10^8$

Название станции	Тип станции и сейсмоприемника	Перечень каналов	Частотный диапазон, Гц	Частота опроса данных, Гц	Разрядность АЦП	Чувствительность, велосиграф – отсчет/(м/с), акселерограф – отсчет/(м/с ²)
Налычева	Телеметрия – СМ-3	SH(N, E, Z) v	0.7–20	128	11	1.0·10 ⁷
		EH(Z) v	4–20	128	11	2.0·10 ⁸
Петропавловск	Телеметрия – СМ-3	SH(N, E, Z) v	0.7–20	128	11	1.0·10 ⁷
		EH(Z) v	4–20	128	11	4.0·10 ⁸
	IRIS STS-1V/VBB	BH(N, E, Z) v	0.003–5	20	24	1.0·10 ⁹
		LH(N, E, Z) v	0.003–0.25	1	24	4.0·10 ⁹
		VH(N, E, Z) v	0.003–0.025	0.1	24	1.4·10 ¹¹
		UH(N, E, Z) v	0.003	0.01	24	1.3·10 ¹¹
	IRIS FBA-23	HL(N, E, Z) a	0–25	80	24	5.3·10 ⁴
		LL(N, E, Z) a	0–0.25	1	24	5.3·10 ⁴
	IRIS GS-13	SH(N, E, Z) v	1–10	40	24	5.0·10 ¹⁰
		EH(N, E, Z) v	1–20	80	24	5.0·10 ¹⁰
Русская	Телеметрия – СМ-3	SH(N, E, Z) v	0.7–20	128	11	1.0·10 ⁷
		EH(Z) v	4–20	128	11	4.0·10 ⁸
Седловина	Телеметрия – СМ-3	SH(N, E, Z) v	0.7–20	128	11	1.0·10 ⁷
		EH(Z) v	4–20	128	11	4.0·10 ⁸
Сомма	Телеметрия – СМ-3	SH(N, E, Z) v	0.7–20	128	11	1.0·10 ⁷
		EH(Z) v	4–20	128	11	4.0·10 ⁸
Срединный	Телеметрия – СМ-3	SH(N, E, Z) v	0.7–20	128	11	1.0·10 ⁷
Угловая	Телеметрия – СМ-3	SH(N, E, Z) v	0.7–20	128	11	1.0·10 ⁷
		EH(Z) v	4–20	128	11	4.0·10 ⁸
Цирк	Телеметрия – СМ-3	SH(N, E, Z) v	0.7–20	128	11	1.0·10 ⁷
Шивелуч	Телеметрия – СМ-3	SH(N, E, Z) v	0.7–20	128	11	1.0·10 ⁷
		EH(Z) v	4–20	128	11	4.0·10 ⁸
Шипунский	Телеметрия – СМ-3	SH(N, E, Z) v	0.7–20	128	11	1.0·10 ⁷
		EH(Z) v	4–20	128	11	2.0·10 ⁸

Расположение станций и система изолиний представительной регистрации приведены на рис. 1. Методика определения параметров землетрясений не изменилась и изложена в [1–3].

Всего в 2001 г. определены эпицентры 3808 землетрясений с $K_S=4.9-14.2$, из них 980 с $K_S \geq 8.6$ включены в каталог [4], 43 имеют $K_S \geq 11.6^1$, а для 37 определены механизмы очагов землетрясений [5] по знакам первых вступлений P -волн на региональных сейсмических станциях с привлечением данных мировой сети. Механизмы рассчитывались по программе FA2002 А.В. Ландера [6, 7].

Распределение землетрясений по классам и суммарная сейсмическая энергия за 2001 г. приведены в табл. 3 в сопоставлении с данными за 1992–2000 гг.

Таблица 3. Число землетрясений разных классов K_S и суммарная сейсмическая энергия ΣE за 1992–2001 гг.

Год	$K_{S1,2}^{\Phi 68}$											N_{Σ}	$\Sigma E \cdot 10^{14}$, Дж
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1992	–	–	65	502	496	244	82	24	6	2	1	1422	6.3968
	–	–	65	500	490	234	80	23	6	2	1	1401	6.3818
1993	–	3	72	500	519	235	78	19	5	1	2	1434	15.4883
	–	3	72	498	503	223	73	18	5	1	2	1398	15.4677
1994	–	3	104	456	379	199	63	18	6	–	–	1228	1.1220
	–	3	104	454	363	179	53	17	6	–	–	1179	1.1050
1995	–	–	109	467	353	144	41	9	3	–	–	1126	0.4830
	–	–	109	465	338	129	34	7	2	–	–	1084	0.3824
1996	1	67	658	1565	1027	447	157	50	11	2	–	3985	4.8651
	1	67	658	1539	970	407	139	40	10	2	–	3833	4.6287

¹ Здесь и далее под K_S понимается $K_{S1,2}^{\Phi 68}$ из [3]

Год	$K_{S1,2}^{\Phi 68}$											N_{Σ}	$\Sigma E \cdot 10^{14},$ Дж
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1997	11	151	974	1552	1070	583	317	114	20	5	1	4798	39.1788
	11	151	972	1521	1006	546	306	108	20	5	1	4647	39.0938
1998	45	570	2035	1901	773	273	100	22	5	1	–	5725	1.6621
	45	570	2029	1844	700	238	89	19	5	1	–	5540	1.5926
1999	–	123	1040	1326	668	294	104	34	14	3	–	3606	5.6543
	–	123	1040	1272	583	267	89	25	11	1	–	3411	4.0034
2000	34	366	1260	1160	577	224	63	25	5	–	–	3714	0.8831
	34	366	1249	1087	457	167	38	17	4	–	–	3419	0.6523
2001	33	375	1206	1214	620	217	100	31	8	4	–	3808	5.4851
	33	375	1199	1158	498	169	71	15	5	3	–	3526	3.3734

Примечание. Таблица содержит два ряда чисел за каждый год: первый указывает число и суммарную энергию всех землетрясений, которые удалось обработать в группе обработки, второй – только тех, что внутри «законных» границ региона, показанных на рис. 2.

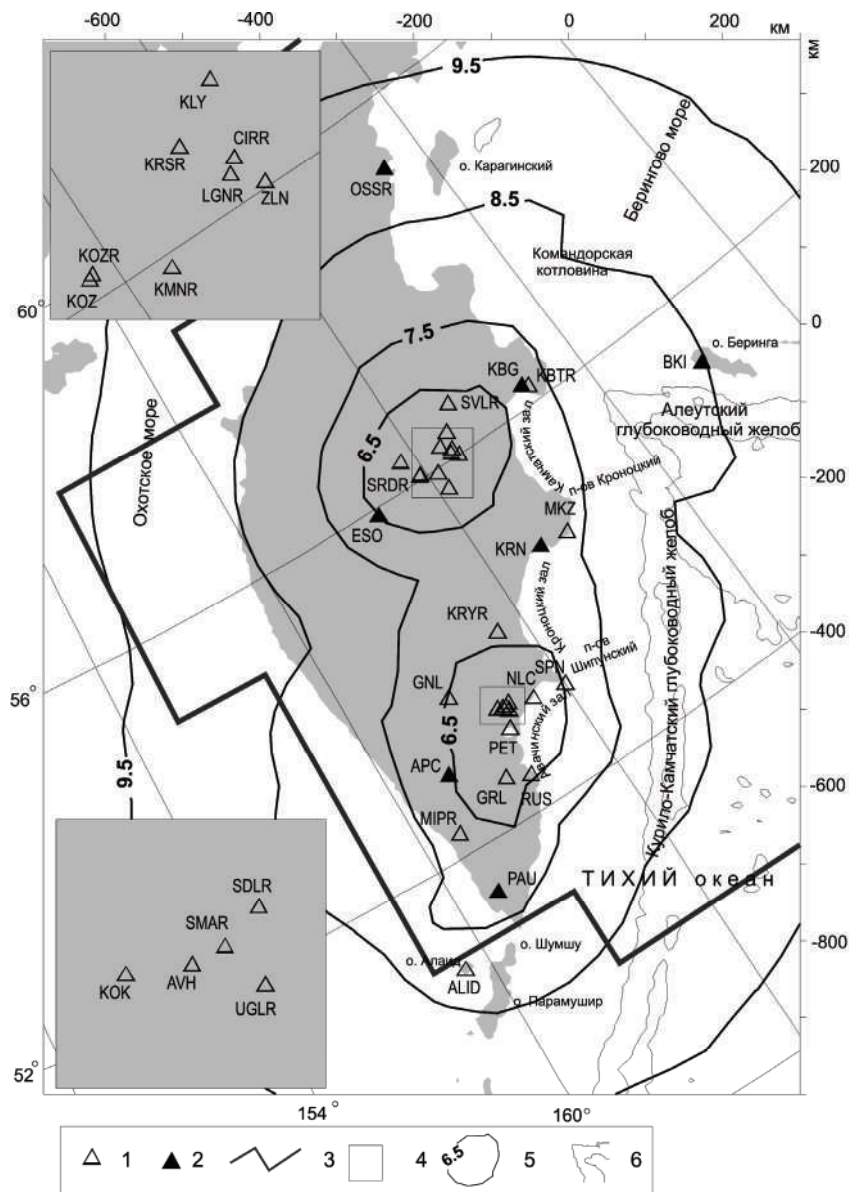


Рис. 1. Карта энергетической представительности землетрясений K_{min} и сеть сейсмических станций Камчатки в 2001 г.

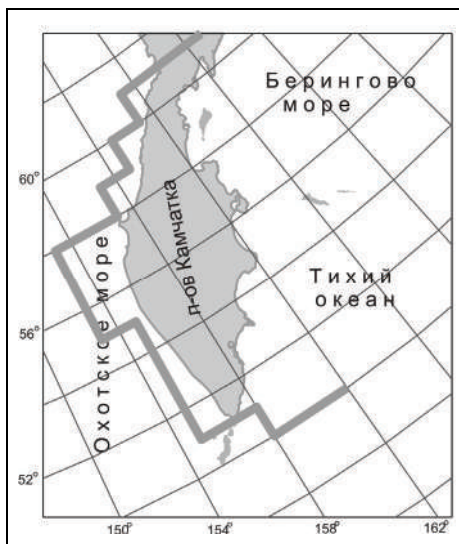


Рис. 2. Схема границ территории «ответственности» региона Камчатки и Командорских островов в 2001 г.

Суммарная сейсмическая энергия, высвобожденная в 2001 г. в очагах всех локализованных землетрясений, составляет $\Sigma E = 5.48 \cdot 10^{14}$ Дж, что почти в два раза ниже соответствующего среднегодового значения уровня энергии ($\Sigma E = 12 \cdot 10^{14}$ Дж), рассчитанного по материалам за 1962–2000 гг.

На рис. 3 (а, б) представлены графики распределения во времени ежесуточного числа землетрясений и накопленной сейсмической энергии. Как видим, увеличение числа землетрясений зарегистрировано 11 апреля ($N=18$), 3 августа ($N=12$) и 8–10 октября с числами землетрясений $N=50, 44, 25$ соответственно (рис. 3, а). Для двух последних случаев скачки суммарной энергии синхронны с изменением чисел землетрясений (рис. 3, б), тогда как увеличение числа землетрясений 10 апреля (рис. 3, а) не сопровождалось заметным изменением суммарной энергии (рис. 3, б). В то же время значительная энергетическая ступень на графике $E=f(t)$ (рис. 3, б) в первой декаде февраля, связанная с двумя одиночными толчками 7 февраля в $03^h 16^m$ и $15^h 16^m$ (мелким землетрясением с $K_S=12.6$, $h=41$ км и более сильным глубоким с $K_S=14.2$, $h=476$ км соответственно), совершенно не выражена на графике $N=f(t)$ (рис. 3, а), поскольку в этот день зарегистрировано, кроме названных выше, еще только два события [4].

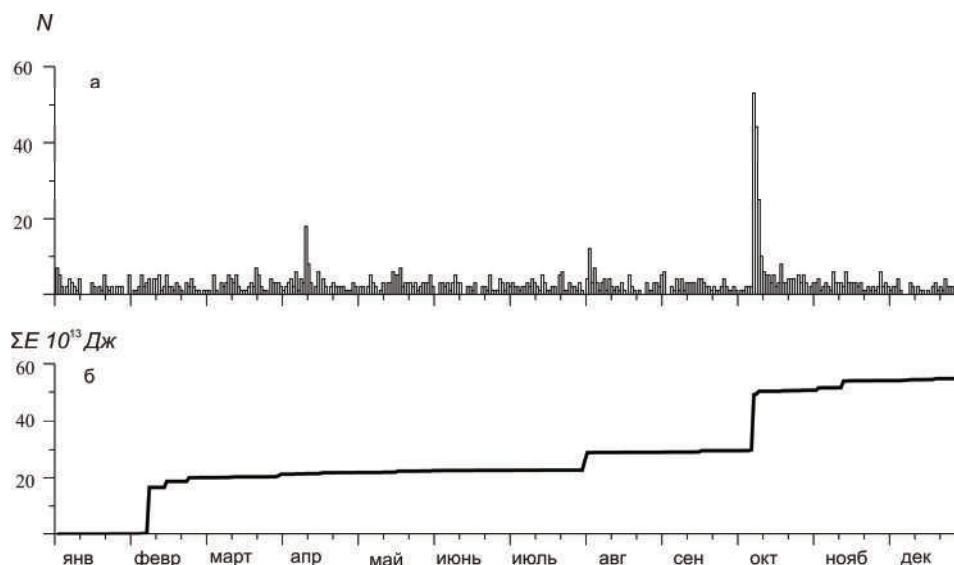


Рис. 3. Графики изменения суточных чисел N землетрясений с $K_S \geq 8.6$ (а) и высвобожденной сейсмической энергии ΣE (б) за 2001 г.

Карта эпицентров сильных ($K_S \geq 11.6$) землетрясений изображена на рис. 4 с одинаковым обозначением землетрясений разных энергетических классов. Общее их число в 2001 г. составило $N=43$, четыре из которых события с энергией на уровне $K_S \geq 14$. Они произошли 7 февраля в $15^h 16^m$ с $K_S=14.2$, $h=476$ км, 2 августа в $23^h 41^m$ с $K_S=13.8$, $h=25$ км, 8 октября в $18^h 14^m$ и $18^h 20^m$ с $K_S=13.8$, $h=31$ км и $K_S=14.1$, $h=24$ км [4] и более детально рассматриваются ниже по месту их локализации. На этом же рисунке приведены диаграммы механизмов очагов в стереографической проекции нижней полусферы по [5] для 37 землетрясений и указан тип подвижки в очаге. Механизмы очагов шести землетрясений (3, 9, 19, 26, 37 и 40) определить не удалось. Распределение землетрясений по типам подвижки за 2001 г. приведено в табл. 4, откуда видно, что наиболее часто (в 54% случаев) наблюдалась подвижка типа взбросо-сдвиг, а реже всего – сброс (в 2.7% случаев).

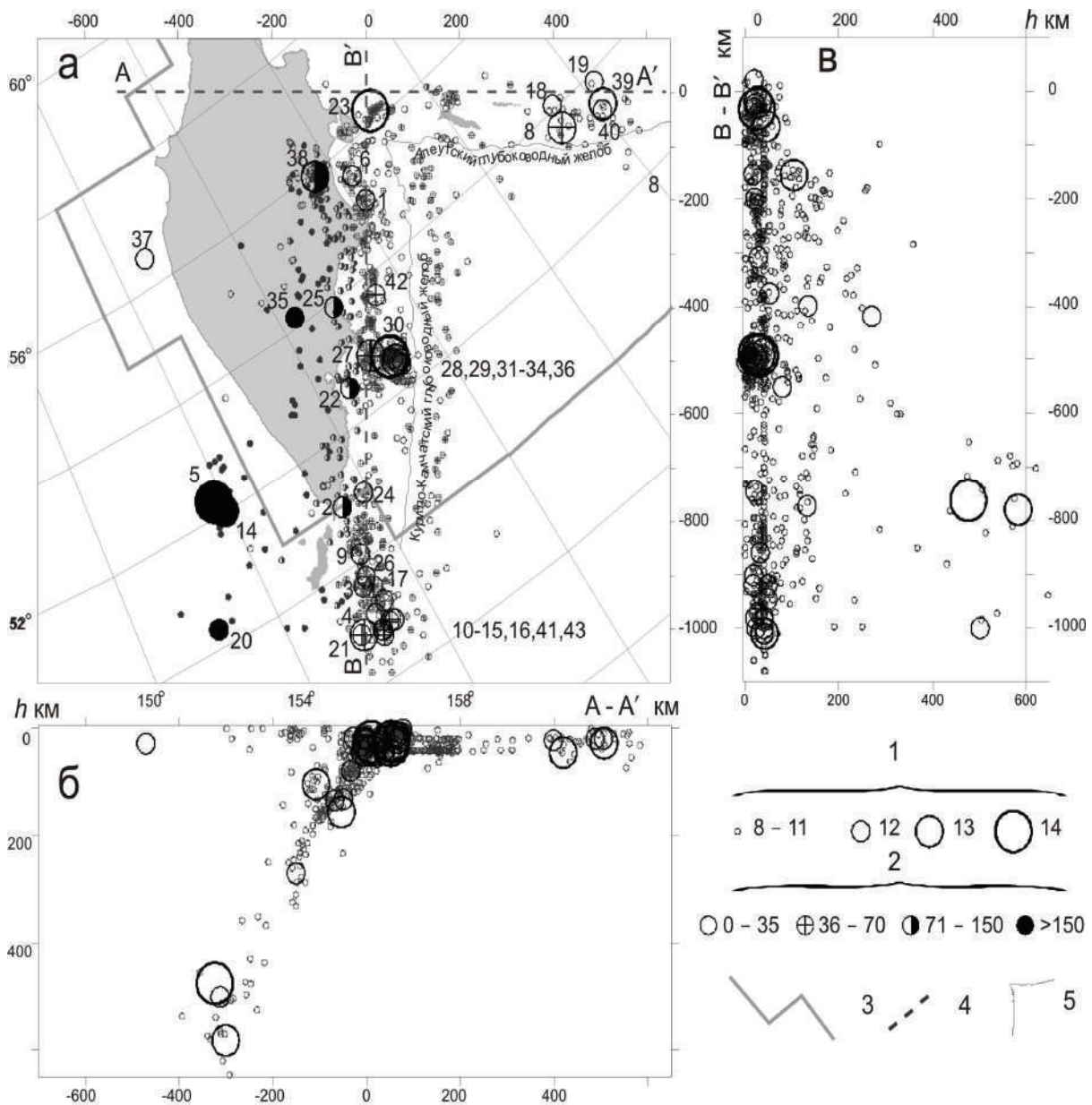


Рис. 4. Карта эпицентров землетрясений Камчатки за 2001 г. (а) и вертикальные разрезы А–А' (б) и В–В' (в)

1 – энергетический класс K_S ; 2 – глубина h гипоцентра, км; 3 – граница региона; 4 – линии вертикальных разрезов; 5 – изобата морских глубин, 6000 м. Числа соответствуют номерам землетрясений с $K_S \geq 11.6$ в первой графе каталога [4].

Таблица 4. Распределение землетрясений Камчатки и Командорских островов по типам подвижек

№	Тип подвижки	Номера землетрясений	n	%
1	Сброс	4	1	2.71
2	Сбросо-сдвиг	5, 7, 8, 17, 32, 35, 38	7	18.92
3	Взброс	25, 27, 42	3	8.11
4	Взбросо-сдвиг	1, 2, 6, 10, 11, 13, 14, 15, 18, 20, 21, 22, 24, 29, 30, 31, 33, 34, 39, 40	20	54.05
5	Сдвиг	12, 16, 23, 28, 36, 43	6	16.21
	Сумма		37	100%

Карта эпицентров всех землетрясений с $K_S \geq 8.6$ по [4] дана на рис. 4а. Здесь же помещены два вертикальных разреза поля гипоцентров – поперечный А–А' (рис. 4б) и продольный В–В' (рис. 4в). На первых двух фрагментах (4а и 4б) хорошо видно последовательное заглубление очагов землетрясений в западном направлении. Рассмотрим особенности сейсмического процесса региона в направлении с запада на восток по следующим территориям: Охотское море, п-ов Камчатка, восточное побережье Камчатки, Алеутская дуга, Курило-Камчаткий глубоководный желоб.

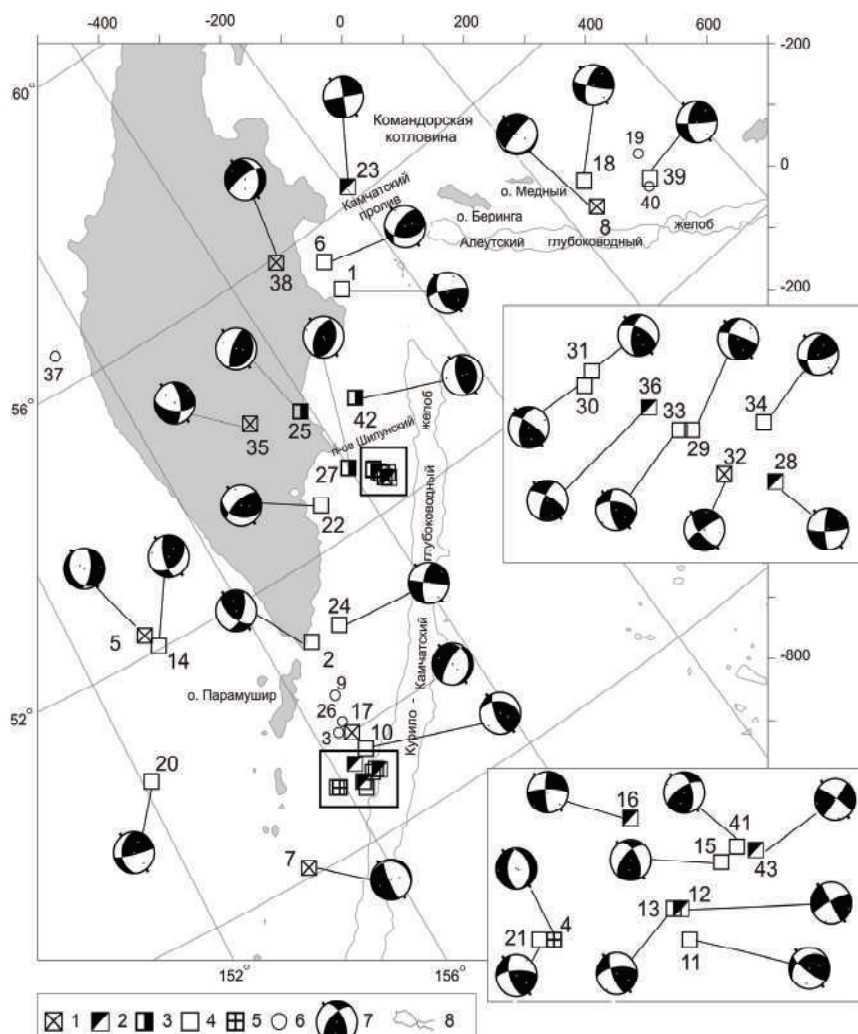


Рис. 5. Карта эпицентров сильных $K_S \geq 11.6$ землетрясений Камчатки, Командорских островов и Северных Курил за 2001 г.

1–5 – эпицентры землетрясений и тип подвижки (1 – сбросо-сдвиг; 2 – сдвиг; 3 – взброс; 4 – взбросо-сдвиг; 5 – механизм не определен); 6 – механизм очага не определен; 7 – стереограмма механизма очага (числа возле эпицентров соответствуют номерам землетрясений первой графы каталога [4]); 7 – изобата морских глубин, 6000 м. На врезках показаны стереограммы механизмов очагов землетрясений из районов, обозначенных квадратами на основной карте.

В Охотском море самая нижняя часть склона поля гипоцентров (рис. 4б) погружена на глубину свыше 600 км и локализована западнее о. Парамушир (рис. 4а). Это два землетрясения, зарегистрированные 5 февраля в $10^{\text{h}}13^{\text{m}}$ с $K_S=11.1$, $h=646$ км и 30 ноября в $09^{\text{h}}18^{\text{m}}$ с $K_S=10.7$, $h=620$ км. Землетрясений с глубинами от 500 до 600 км – 13. Из них отметим события 14 и 20, произошедшие 1 апреля в $00^{\text{h}}48^{\text{m}}$ с $K_S=12.7$, $h=582$ км и 27 мая в $00^{\text{h}}28^{\text{m}}$ с $K_S=11.6$, $h=501$ км. Землетрясение 14 произошло под воздействием сжимающих напряжений. Тип подвижки в очаге – правосторонний взбросо-сдвиг по плоскости субширотного простирания (рис. 5). Землетрясение 20 возникло под действием превалирующих сжимающих напряжений, ориентированных на юг. Движение в очаге представлено взбросом с правосторонним сдвигом по крутопадающей плоскости субширотного простирания [5]. Еще семь землетрясений локализованы в этой же области на глубине от 400 до 500 км, среди которых упомянутое выше самое сильное ($K_S=14.2$, $M_W=5.7$) землетрясение (5), произошедшее 7 февраля с $h=476$ км. Тип подвижки в его очаге – сброс по обеим нодальным плоскостям с незначительной сдвиговой компонентой (рис. 5), простирающимся на северо-восток. Ось напряжения растяжения близгоризонтальна и направлена на юго-восток. И лишь одно землетрясение – 37 – локализовано в акватории Охотского моря намного севернее (рис. 4а), вблизи центральной части западного побережья Камчатки, но оно мелкое ($h=26$ км).

На территории Камчатки практически все землетрясения ($N \approx 100$) произошли вдоль восточного побережья в полосе шириной 100–130 км (рис. 4а), которая обрывается на севере на широте $\varphi \sim 57^\circ\text{N}$. Все поле гипоцентров в пределах Камчатки распределяется примерно поровну в трех горизонтах: ниже 150 км, от 150 до 70 км и выше. Наиболее сильными здесь были три одиночных землетрясения (25, 35, 38) с промежуточной глубиной очага, произошедшие 1 сентября в $12^{\text{h}}16^{\text{m}}$ с $K_S=11.6$, $h=134$ км; 19 октября в $10^{\text{h}}50^{\text{m}}$ с $K_S=11.8$, $h=270$ км; 3 ноября в $17^{\text{h}}03^{\text{m}}$ с $K_S=12.9$, $h=134$ км. Первое из них находится на побережье Кроноцкого залива (рис. 4, а). Тип подвижки в его очаге – взброс по крутой плоскости и надвиг – по пологой, с небольшими компонентами сдвига, обе возможные плоскости разрыва простираются в северо-восточном направлении (рис. 5). Два других возникли под воздействием субгоризонтальных сил растяжения. Тип подвижки в их очагах – сбросо-сдвиг [5].

Восточное побережье Камчатки наиболее сейсмически активно в 2001 г. как по числу землетрясений, так и по суммарной сейсмической энергии. Однако эта зона по плотности эпицентров неоднородна. Повышенная плотность в 2001 г. видна в районе Северных Курил, у по-ва Шипунский и на стыке Курило-Камчатской и Алеутской островных дуг.

В районе Северных Курил, юго-восточнее о. Парамушир (рис. 4, а), произошло 15 сильных землетрясений с $K_S=11.8$ –13.3 (3, 4, 7, 9–13, 15–17, 21, 26, 41, 43). Максимальным ($K_S=13.3$) в этой группе очагов явилось землетрясение 7, зарегистрированное 14 февраля в $13^{\text{h}}36^{\text{m}}$ с $h=156$ км, ощутимое в Северо-Курильске [4]. В очагах землетрясений 10, 11, 15, 41 преобладают взбросовые подвижки; в очагах 12, 13, 16, 21, 43 характерны сдвиги по обеим плоскостям крутого залегания. Механизм землетрясения 4 – чистый сброс, а в очагах 7 и 17 тип подвижки – сброс с элементами сдвига [5].

На западном склоне глубоководного Курило-Камчатского желоба южнее п-ва Шипунский зарегистрирован мощный рой (рис. 4а), который начался 5 октября и продолжался больше месяца [5]. За этот период было зарегистрировано 158 событий с $K_S \geq 8.6$, из них восемь – сильных ($K_S=12.1$ –14.1) (28–34, 36), в том числе два (30 и 31) – наиболее сильные землетрясения года. Они зарегистрированы 8 октября с промежутком в 6 минут – в $18^{\text{h}}14^{\text{m}}$ с $K_S=13.8$, $M_W=6.3$ и $18^{\text{h}}20^{\text{m}}$ с $K_S=14.1$, $M_W=6.6$. Суммарная сейсмическая энергия, выделившаяся в процессе формирования очагов роя, составила $\Sigma E=20.6 \cdot 10^{13}$ Дж. Подвижки в очагах 29–31, 33, 34, 36 – взбросы со сдвигами, в очагах 28, 32 – сдвиги.

Помимо октябрьского роя в Камчатской прибрежной зоне было зарегистрировано пять событий (2, 22, 24, 27, 42) с $K_S \geq 11.6$. Тип подвижки в очагах землетрясений 2, 22 – взброс со значительной сдвиговой компонентой. В очаге события 24 отмечен левосторонний сдвиг по плоскости, ориентированной вдоль Курило-Камчатского глубоководного желоба с небольшой взбросовой компонентой. В очагах землетрясений 27 и 42 произошли чистые взбросы. Обе нодальные плоскости простираются в северо-восточном направлении, оси напряжения сжатия близгоризонтальны.

В зоне стыка Курило-Камчатской и Алеутской островных дуг зарегистрировано два относительно слабых мелких землетрясения 1 и 6 с $K_S=12.3$ и 11.8 соответственно. Тип подвижки в их очагах – взброс со сдвиговой компонентой.

В пределах Алеутской дуги по-прежнему наблюдалась сейсмическая активность юго-восточнее о. Медный. Здесь в течение года произошло около 40 землетрясений с $K_S \geq 8.6$, пять из них (8, 18, 19, 39, 40) – с $K_S \geq 11.6$. Суммарная энергия, выделившаяся в этом районе, составила $\Sigma E = 4.4 \cdot 10^{13}$ Дж. Наиболее значительное событие – 39 – произошло 13 ноября в $10^h 43^m$ с $K_S = 13.4$, $M_w = 6.0$, $h = 27$ км. Преобладающим движением в пределах Командорского блока является правосторонний сдвиг по плоскости северо-западного–юго-восточного простирания со взбросовой компонентой (события 18, 39) (рис. 5). Аналогичная подвижка наблюдается для события (23), зарегистрированного в Камчатском проливе 2 августа в $23^h 41^m$ с $K_S = 13.8$, $M_w = 6.3$, $h = 25$ км. Оно сопровождалось небольшой серией слабых афтершоков. Событие 8 на склоне Алеутской дуги, зарегистрированное 23 февраля в $23^h 53^m$ с $K_S = 13.1$, $M_w = 5.3$, $h = 25$ км, является сбросом с незначительной сдвиговой компонентой.

Курило-Камчаткий глубоководный желоб представлен на рис. 4а полосой эпицентров землетрясений не выше 11-го энергетического класса, глубины очагов которых не ниже 70 км. Они распределены вдоль желоба практически равномерно.

В 2001 г. получено несколько записей сильных колебаний грунта по записям цифрового акселерографического канала LG широкополосной цифровой сейсмической станции «Петропавловск». В основном это землетрясения с $M \geq 5.5$. В табл. 5 и на рис. 6 приводится анализ двух записей землетрясений с $M \geq 5.5$, записанных с приемлемым качеством.

Таблица 5. Максимальные ускорения грунта на станции «Петропавловск»

№	Дата, д м	t_0 , ч мин с	Эпицентр		h , км	Δ , км	K_S	M_w	Составляющая	a_{max} (скорректированная), $см/с^2$
			φ°, N	λ°, E						
	08.10	18 14 25.7	52.62	160.46	31	133	13.0	6.4	N E Z	4.58 4.66 2.83
	08.10	18 20 37.5	52.63	160.49	24	134	14.0	6.6	N E Z	3.28 5.68 2.14

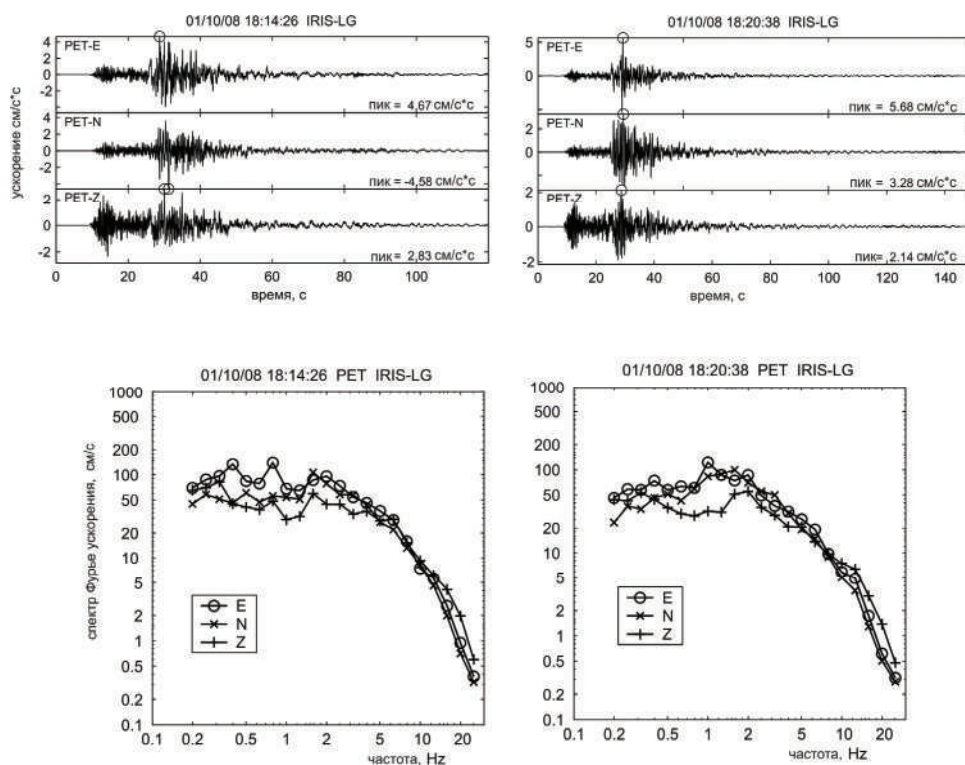


Рис. 6. Записи землетрясений 30, 31 8 октября в $18^h 14^m$ и в $18^h 20^m$ широкополосной сейсмической станцией «Петропавловск» (вверху) и их спектры Фурье (внизу).

Полученные по наблюдениям уровни амплитуд и спектров колебаний, а также форма спектров не показывают каких-либо аномалий и согласуются с ранее наблюдаемыми тенденциями [8].

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.** Землетрясения Камчатки и Командорских островов // Землетрясения в СССР в 1985 году. – М: Наука, 1988. – С. 155–169.
2. **Гусев А.А.** Определение гипоцентров близких землетрясений Камчатки на ЭВМ // Вулканология и сейсмология. – 1979. – № 1. – С. 74–81.
3. **Федотов С.А.** Энергетическая классификация Курило-Камчатских землетрясений и проблема магнитуд. – М.: Наука, 1972. – 117 с.
4. **Левина В.И., Лепская Т.С. (отв. сост.), Бахтиярова Г.М., Карпенко Е.А., Кобзева А.А., Кривогорницына Т.М., Митюшкина С.В., Пархоменко С.А., Пилипенко Л.В., Шевченко Н.А.** Камчатка и Командорские острова. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
5. **Иванова Е.И. (отв. сост.)**. Камчатка и Командорские острова. (См. раздел VII (Каталоги механизмов очагов землетрясений) в наст. сб. на CD).
6. **Комплексные сейсмологические и геофизические исследования Камчатки и Командорских островов за 2003 г.** (Отчет). – Петропавловск-Камчатский: Фонды КОМСП ГС РАН, 2004. – 350 с.
7. **Комплексные сейсмологические и геофизические исследования Камчатки и Командорских островов за 2005 г.** (Отчет). – Петропавловск-Камчатский: Фонды КОМСП ГС РАН, 2006. – 330 с.
8. **Гусев А.А., Петухин А.Г., Гусева Е.М., Гордеев Е.И., Чебров В.Н.** Средние спектры Фурье сильных движений грунта при землетрясениях Камчатки // Вулканология и сейсмология. – 2006. – № 5. – С. 60–70.