

I.10. Камчатка и Командорские острова

В.Н. Чебров, С.Я. Дроздина, С.Л. Сеньков

Сеть постоянно действующих сейсмических станций Камчатского филиала (КФ) ГС РАН состояла из 71 пункта регистрации сейсмических сигналов. В составе сейсмометрических каналов применялись различные датчики: 39 короткопериодных велосиметров CM-3KB; четыре велосиметра CMG-3TB, 12 велосиметров CMG-6T, один велосиметр CM-3OC, один велосиметр STS-1, один велосиметр STS-2, один велосиметр KS-2000, 22 велосиметра CM-3вч, 32 акселерометра CMG-5T и FBA-23 [Чебров, Дроздина и др., 2013]. Станции, оборудованные велосиметрами CMG-3TB, STS-1, STS-2 и KS-2000 входили в сеть опорных телесеизмических станций. Станции, оснащенные велосиметрами CMG-6T и CM-3OC, составляли сеть региональных станций, велосиметрами CM-3KB и CM-3вч – сеть локальных станций, акселерометрами CMG-5T и FBA-23 – сеть сильных движений. Размещение станций показано на рис. I.30, сведения о них приведены в табл. I.18.

В течение года проводились работы, направленные на повышение надежности и совершенствование контроля работы аппаратуры существующих станций, оснащение станций новым оборудованием, установку новых пунктов сети. Выполнялись ремонтные и профилактические работы.

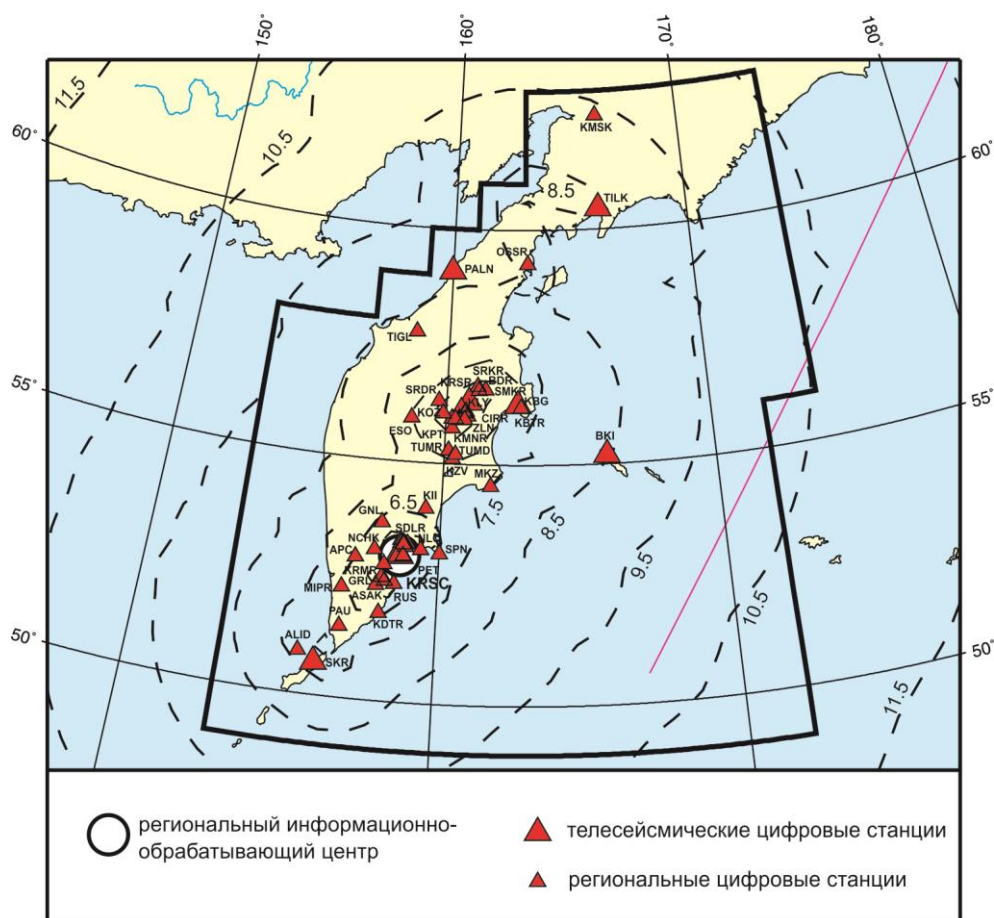


Рис. I.30. Сейсмические станции на Камчатке и Командорских островах в 2013 г.
 Пунктиром показаны изолинии энергетической представительности K_{\min} .
 Черный шрифт – международные коды сети (центра) и станций

Таблица I.18. Сведения о сейсмических станциях КФ ГС РАН (сеть KRSC)

№	Сейсмическая станция			Дата открытия (последней модернизации)	Координаты и высота над уровнем моря			Подпочва	Тип оборудования
	Название	Код			φ, °N	λ, °E	h, м		
		международный	региональный						
1	Авача	AVH	AVH	16.01.1963 (06.09.2011)	53.264	158.740	942	Лава	СМ-3КВ; СМ-3вч, СМГ-5ТD, СМГ-6ТD
2	Автодор	–	UK4	26.04.2011	56.234	162.520	5	Песок	СМГ-5ТD
3	Администрация-ПК	–	ADM	01.07.2005 (04.03.2010)	53.023	158.647	5	Грунт насыпной	СМГ-5Т+ GSR-24
4	Администрация-УК	–	UK1	25.12.2009	56.263	162.586	5	Песок	СМГ-5ТD
5	Алаид	ALID	ALD	08.08.2001	50.876	155.552	1400	Лава	СМ-3КВ, СМ-3вч
6	Апача	APC	APC	24.02.1990 (14.07.2004)	52.926	157.133	120	Гравий	СМ-3КВ, СМ-3ОС+ СЦСС
7	Арик	KRX	KRX	19.08.2009	53.359	158.649	1410	Лава	СМ-3КВ, СМ-3вч
8	Асача	ASAK	ASA	01.12.2008	52.385	157.901	920	Лава	СМ-3КВ, СМ-3вч
9	Аэрологическая	–	AER	01.01.1986 (19.01.2011)	53.086	158.554	80	Грунт средний	СМГ-5Т+ GSR-24
10	Байдарная	BDR	BDR	08.10.2005	56.568	161.208	720	Лава	СМ-3КВ
11	Безымянный	BZMR	BZM	05.08.2006	55.935	160.49	1450	Лава	СМ-3КВ
12	Безымянный-Грива	BZGR	BZG	22.08.2007 (10.09.2013)	55.940	160.696	1150	Шлак	СМ-3КВ СМГ-6ТD
13	Безымянный-Запад	BZWR	BZW	22.08.2007	55.965	160.497	1620	Лава	СМ-3КВ
14	Беринг	BKI	BKI	20.11.1962 (17.12.2007)	55.194	165.984	12	Метаморфизованный песчаник с выходом коренных пород	СМГ-3ТВ+ GSR-24; СМГ-5Т+ GSR-24
15	Вилючинск	–	VIL	01.10.2007	52.931	158.405	40	Грунт средний, песок, гравий	СМГ-5Т+ GSR-24
16	Водозабор	–	UK2	12.12.2009	56.232	162.646	2	Песок	СМГ-5ТD
17	Ганалы	GNL	GNL	15.01.1988 (1996)	53.695	157.942	1200	Камень	СМ-3КВ, СМ-3вч
18	Горелый	GRL	GRL	14.08.1980 (1996)	52.554	158.073	1400	Лава	СМ-3КВ, СМ-3вч
19	Дальний	DALK	DAL	06.10.2009	53.031	158.754	57	Уплотненный щебень, скала	СМГ-5ТD; СМГ-6ТD
20	Дачная	–	DCH	1971 (18.02.2010)	53.058	158.639	160	Грунт средний, пирокластические отложения	СМГ-5Т+ GSR-24
21	Жупаново	GPN	GPN	1982 (25.10.2011)	54.082	159.988	20	Грунт скальный, скальные породы, лавовый	СМГ-5ТD
22	Звёздный	–	SPZ	13.07.2010	53.056	158.666	168	Грунт средний, пирокластические отложения	СМГ-5Т+ GSR-24
23	Зелёная	ZLN	ZLN	30.10.1988 (15.07.1996)	56.017	160.803	1050	Шлак	СМ-3КВ

№	Сейсмическая станция		Дата открытия (последней модернизации)	Координаты и высота над уровнем моря			Подпочва	Тип оборудования	
	Название	Код		φ, °N	λ, °E	h, м			
		международный							региональный
24	Институт	INSR	INS	1974 (1996)	53.067	158.609	165	Грунт средний, пирокластические отложения	СКД
25	Институт	–	IVS	14.12.2007	53.067	158.609	140	Грунт средний, пирокластические отложения	CMG-3TB+GSR-24; CMG-5T+GSR-24
26	Каменистая	KMNR	KMN	27.09.1990 (19.11.1996)	55.756	160.247	1145	Лава	CM-3KB, CM-3вч
27	Каменская	KMSK	KM1	05.07.2010	62.467	166.206	40	Консолидированный грунт (гравий, щебень, глина, мерзлота)	CMG-6TD
28	Карымский	KII	KRY	10.02.1973 (1996)	54.036	159.449	900	Шлак	CM-3KB
29	Карымшина	KRMR	KRM	17.01.2000 (12.07.2013)	52.828	158.131	90	Осадочные породы	CMG-5TD; CMG-3TB
30	Кизимен	KZV	KZV	28.09.2009	55.113	160.294	1500	Лава	CM-3KB, CM-3вч
31	Киришева	KIRR	KIR	05.08.2006 (11.09.2012)	55.953	160.342	1470	Лава	CM-3KB, CMG-6TD
32	Ключи	KLY	KLY	1946 (17.02.2011)	56.317	160.857	35	Лава	CM-3KB, KS-2000; CMG-5TD
33	Козыревск	KOZ	KOZ	1958–1989; 21.06.2001 (04.12.2013)	56.058	159.872	60	Лава	CM-3KB CMG-6TD, CMG-5TDE
34	Копыто	KPT	KPT	23.10.1997	55.966	160.222	1000	Шлак	CM-3KB
35	Коряка	KOK	KRK	30.08.1977 (25.10.1996)	53.296	158.643	1050	Лава	CM-3KB, CM-3вч
36	Корякский ретранслятор	KRER	KRE	15.01.2009	53.304	158.749	1845	Лава	CM-3KB, CM-3вч
37	Крестовский	KRSR	KRS	08.04.1988 (15.07.1996)	56.217	160.565	1180	Лава	CM-3KB
38	Крутоберегово	KBTR	KBT	05.04.1997	56.208	162.819	360	Шлак	CM-3KB, CM-3вч
39	Крутоберегово*	KBG	KBG	10.04.1968 (01.09.2009)	56.258	162.713	30	Суглинок, гравий, глина	CMG-3TB+GSR-24; CMG-5T+GSR-24
40	Логинов	LGNR	LGN	01.09.1999	56.083	160.69	2530	Лава	CM-3KB, CM-3вч
41	Малая Ипелька	MIPR	MIP	11.11.1997	52.276	156.758	370	Шлак	CM-3KB, CM-3вч
42	Маяк	–	MPP	18.11.2010	52.887	158.704	130	Грунт скальный, скальные породы, метаморфизованные сланцы, габбро-диабазы	CMG-5TD
43	Мишенная	–	MSN	1982; (16.08.2012)	53.044	158.639	381	Грунт скальный, скальные породы	CMG-5TD
44	Морской порт	–	UK3	25.12.2009	56.222	162.523	4	Песок	CMG-5TD
45	Мутновский	MTVR	MTV	01.12.2008	52.484	158.193	1390	Лава	CM-3KB

№	Сейсмическая станция		Дата открытия (последней модернизации)	Координаты и высота над уровнем моря			Подпочва	Тип оборудования	
	Название	Код		φ, °N	λ, °E	h, м			
		международный							региональный
46	Мыс Козлова	MKZ	MKZ	25.09.1997	54.556	161.730	520	Камень	СМ-3КВ, СМ-3вч
47	НИГТЦ	–	НИ	15.12.2007	53.080	158.641	190	Грунт средний, щебень, глина	СМГ-5Т+ GSR-24
48	Налычево	NLC	NLC	31.03.1984 (24.12.2010)	53.172	159.348	6	Гравий	СМ-3КВ, СМ-3вч; СМГ-5ТD
49	Начики	NCHK	NCHK	04.12.2013	53.120	157.760	465	Консолидированный грунт	СМГ-6ТD
50	Николаевка	–	NIC	15.12.2007	53.046	158.341	25	Грунт средний, гравий, глина	СМГ-5Т+ GSR-24
51	Оссора	OSSR	OSS	25.01.1973 (03.08.2013)	59.262	163.072	35	Гравий	СМГ-6Т (DM24+ EAM); СМГ-5Т
52	Палана	PALN	PAL	13.11.2008	59.094	159.968	70	Глина, гравий	STS-2+ GSR-24
53	Паужетка	PAU	PAU	30.04.1961 (17.07.2013)	51.468	156.815	130	Шлак	СМГ-5Т+ GSR-24; СМГ-6ТD
54	Петропавловск	PET	PET	18.03.1951 (18.03.2010)	53.023	158.65	100	Скала	СМ-3КВ, СМ-3вч; STS-1, GS-13; FBA-23, СМГ-5Т+ GSR-24
55	Русская	RUS	RUS	21.12.1987 (21.12.2010)	52.432	158.513	125	Камень	СМ-3КВ, СМ-3вч; СМГ-5ТD
56	Рыбачий	–	RIB	15.12.2007	52.918	158.533	100	Грунт средний, щебень, глина	СМГ-5Т+ GSR-24
57	Седловина	SDLR	SDL	17.12.1991 (1996)	53.278	158.887	1230	Лава	СМ-3КВ, СМ-3вч
58	Семкарок	SMKR	SMK	18.09.2005	56.582	161.468	895	Камень	СМ-3КВ
59	Сомма	SMAR	SMA	06.03.1991 (1996)	53.266	158.812	2050	Лава	СМ-3КВ, СМ-3вч
60	Сорокина	SRKR	SRK	18.09.2005	56.654	161.168	845	Лава	СМ-3КВ
61	Срединный	SRDR	SRD	04.01.1992 (19.11.1996)	56.319	159.693	830	Камень	СМ-3КВ
62	Тигиль	TIGL	TIGL	12.08.2012	57.765	158.671	115	Грубообломочные сланцевые отложения	СМГ-6ТD
63	Тилички	TILK	TL1	04.12.2008 (02.05.2009)	60.446	166.145	25	Песок, гравий, мерзлота	СМГ-3ТВ+ GSR-24; СМГ-5Т+ GSR-24
64	Тумрок	TUMR	TUM	25.07.2003	55.283	160.146	1210	Камень	СМ-3КВ, СМ-3вч
65	Тумрок-источники	TUMD	TUMD	18.03.2011	55.203	160.399	478	Консолидированный грунт (глыбы, щебень, глина)	СМГ-5ТD; СМГ-6ТD

№	Сейсмическая станция		Дата открытия (последней модернизации)	Координаты и высота над уровнем моря			Подпочва	Тип оборудования	
	Название	Код		φ, °N	λ, °E	h, м			
		международный							региональный
66	Угловая	UGLR	UGL	19.08.1992 (1996)	53.210	158.829	1200	Лава	СМ-3КВ, СМ-3вч
67	Ходутка	KDTR	KDT	25.08.2011	51.809	158.077	22	Грунт скальный, лавовый поток	СМГ-5ТD; СМГ-6ТD
68	Цирк	CIRR	CIR	16.10.1998	56.115	160.748	1450	Шлак	СМ-3КВ
69	Шипунский	SPN	SPN	25.08.1962 (08.07.2011)	53.106	160.011	95	Скала	СМ-3КВ, СМ-3вч, СМГ-5ТD; СМГ-6ТD
70	Школа	–	SCH	15.12.2007	52.958	158.674	70	Грунт средний, щебень, глина	СМГ-5Т+GSR-24
71	Эссо	ESO	ESO	24.11.1965 (21.11.2013)	55.932	158.695	490	Камень	СМГ-6Т (DM24+ЕАМ); СМГ-5Т

* – опорные станции сейсмической подсистемы Системы предупреждения о цунами.

27 марта запущен канал связи на станции «Аэрологическая», с этого момента данные со станции доступны в режиме, близком к реальному времени.

На всех приемных центрах РТСС 1 июня внедрены в эксплуатацию технические и программные средства для демодуляции ЧМ сигналов методами цифровой обработки сигналов, что обеспечило расширение динамического диапазона регистрируемых сигналов не менее чем на 6 Дб.

12 июля на станции «Карымшина» был установлен трехкомпонентный велосигрограф СМГ-3ТВ вместо прибора СМГ-6ТD.

Выполнены работы по установке нового оборудования на сейсмических станциях «Паужетка» (17 июля), «Безымянный-Грива» (10 сентября). К существующим приборам добавлены трехкомпонентные велосигрографы Guralp СМГ-6ТD. 4 декабря регистрирующая аппаратура на станции «Козыревск» была дополнена трехкомпонентным велосигрографом СМГ-6ТD и трехкомпонентным акселерографом СМГ-5ТDЕ.

Проведена модернизация сейсмических станций «Оссора» и «Эссо». Вместо датчиков СМ-3ОС были установлены трехкомпонентный велосигрограф СМГ-6Т и трехкомпонентный акселерограф СМГ-5Т. На станции «Оссора» замена регистрирующей аппаратуры осуществлена 3 августа, на станции «Эссо» – 21 ноября.

Проведены работы по установке оборудования и вводу в действие сейсмической станции «Начики» (NCHK). Станция расположена в 900 м от пос. Начики и введена в работу Камчатской региональной сети сейсмических станций 4 декабря, оснащена трехкомпонентным велосиметром Guralp СМГ-6ТD.

Информация со всех сейсмических станций сети поступает на серверы регионального информационно-обрабатывающего центра КФ ГС РАН в режиме, близком к реальному времени. Система сбора и передачи данных организована на базе корпоративной сети КФ ГС РАН с использованием каналов сети Интернет двух провайдеров («Ростелеком» и «ИнтерКамСервис»), RadioEthernet сетей технологической связи, VSAT сети ОАО «Сетьтелеком», VSAT сети ОАО «ДальБизнесТелеком», построенной по технологии «Idirect» с хабом в Петропавловске-Камчатском.

С целью повышения надежности передачи данных для опорных сейсмических станций организовано по два канала связи через сети разных операторов. В случае аварии каналы автоматически переключаются с использованием протоколов динамической маршрутизации.

были зафиксированы на эпицентральных расстояниях до 9500 км [Сильные ..., 2014] (макросейсмические данные по Камчатскому краю см. в разделе IV.11).

28 февраля 2013 г. в 14^h05^m в Тихом океане напротив мыса Лопатка (крайняя южная точка полуострова Камчатка) произошло землетрясение с $M=7.1$ ($K_S=15.2$) и очагом на глубине 60 км, вызвавшее сотрясение в населенных пунктах Камчатского края до 5–6 баллов (см. раздел IV.11). В течение десяти дней в радиусе 50 км от главного события было зарегистрировано 102 афтершока с $K_S=6.7–15.1$, из них 71 – в первые три дня после основного события. Сильнейший афтершок с $M=7.0$ ($K_S=15.1$) произошел 1 марта в 13^h20^m, который максимально ощущался в Северо-Курильске с интенсивностью до 6 баллов (см. также раздел IV.11).

13 марта в 03^h12^m в районе Камчатского перешейка зарегистрировано редкое для Северной Камчатки мелкофокусное землетрясение с $M=6.2$ ($K_S=13.9$), названное Ильпырским. Это событие по макросейсмическим проявлениям оказалось наиболее интенсивным на территории Камчатского края в 2013 году. Оно ощущалось: река Анапка – 6–7 баллов; Оссора – 5–6 баллов; Ильпырский, Карага, Кострома – 5 баллов; Тымлат – 4–5 баллов; Вывенка, Корф, Тиличики – 4 балла; Лесная – 3–4 балла; Ивашка, Хаилино, Палана, Таловка – 3 балла; Ледяное, Манилы – 2–3 балла.

Начало майского роя в Тихом океане, напротив Авачинского залива можно связать с землетрясением 16 мая в 09^h23^m с $M=4.5$ ($K_S=11.4$) [Сильные ..., 2014]. Самое сильное землетрясение роя с $M=6.5$ ($K_S=14.4$) произошло 21 мая в 05^h43^m (макросейсмические данные см. в разделе IV.11). В течение 15 дней в радиусе 50 км от максимального события было зарегистрировано около 1000 землетрясений с $K_S=6.5–13.9$.

12 ноября в 07^h03^m у Кроноцкого полуострова на глубине 72 км произошло сильное землетрясение с $M=6.9$ ($K_S=15.0$). Землетрясение ощущалось в населенных пунктах Камчатки с интенсивностью до 6 баллов (полные макросейсмические данные см. в разделе IV.11). До конца ноября в радиусе 50 км от этого события было зарегистрировано 48 афтершоков с $K_S=5.6–11.8$. Самое сильное из них с $M=4.8$ ($K_S=11.8$) произошло 13 ноября в 02^h25^m.

Таким образом, в регионе произошло 56 землетрясений с $M \geq 5.3$ ($K_S \geq 12.5$), из них 45 – мелкофокусные ($h < 70$ км), девять – в промежуточном слое ($h = 70–350$ км) и два – в глубоком слое ($h = 350–650$ км), 53 землетрясения ощущались в населенных пунктах.

Всего в 2013 г. на Камчатке и прилегающих территориях произошло 145 ощутимых землетрясений с $M \geq 2.3$ ($K_S \geq 8.1$) и интенсивностью сотрясений от 2 до 6–7 баллов. Макросейсмические сведения о землетрясениях представлены в разделе IV.11.

Район ответственности КФ ГС РАН, в соответствии с предложенной в [Левина и др., 2009; Левина и др., 2013] схемой, был разделен на десять сейсмоактивных зон, но в 2013 г. в данную схему деления были внесены небольшие изменения (рис. I.32). Сильнейшее глубокое Охотоморское землетрясение 24 мая произошло практически на проведенной ранее границе северной и южной частей Камчаткой зоны субдукции. Гипоцентр основного толчка располагался в 2 км севернее этой формальной границы, а основная часть облака афтершоков – южнее. Следует отметить, что севернее очаговой зоны Охотоморского землетрясения глубокая сейсмичность полностью отсутствует. Обсуждаемая граница соответствует резкому (приблизительно на 300 км) изменению максимальной глубины сейсмофокальной зоны. Поэтому положение границы не может быть строго определено. Пространственное расположение очага Охотоморского землетрясения означает, что южная часть Камчатской зоны субдукции простирается несколько севернее, чем предполагалось ранее. При этом сам факт существования резкого скачка глубины сейсмофокальной зоны не требует пересмотра.

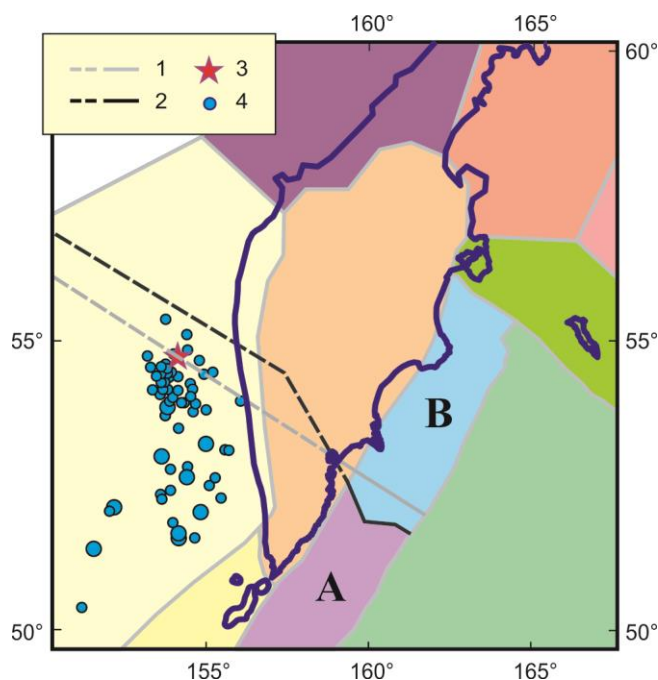


Рис. 1.32. Изменения, внесенные в схему деления Камчатского сейсмоактивного региона при подготовке каталога землетрясений за 2013 г.:

1 – границы сейсмоактивных зон, в предыдущей версии схемы; 2 – измененная граница северного и южного участков Камчатской зоны субдукции (в обоих случаях пунктиром показана данная граница на участках, где она не выходит на дневную поверхность); 3 – эпицентр главного толчка Охотоморского землетрясения 24 мая 2013 г.; 4 – эпицентры афтершоков Охотоморского землетрясения.

Цветом на схеме отмечено поверхностное распределение сейсмоактивных зон в новой версии. А, В – соответственно, южный и северный участки Камчатской зоны субдукции

Учитывая сказанное, глубокая часть границы между северным и южным участками Камчатской зоны субдукции сдвинута приблизительно на 70 км к северо-востоку. В результате на исправленной схеме все облако афтершоков Охотоморского землетрясения попадает в южную зону. Параллельно небольшие изменения внесены в положение юго-восточной части той же границы, соответствующей пологому участку сейсмофокальной зоны. Здесь граница приведена в соответствие с геологическими структурами Авачинского залива и пространственным распределением роев землетрясений. Впрочем, на данном участке выбор границы остается весьма субъективным решением.

Для 1776 наиболее сильных землетрясений с $M \geq 2.6$ ($K_S \geq 8.5$) в разделе VII.3 на CD-ROM помещен бюллетень региональной сети станций за 2013 г. в формате ISF, для 80 из них в разделе VI помещено решение механизма очага.

На рис. 1.33 показана гистограмма суммарной сейсмической энергии, выделившейся на Камчатке и Командорских островах в 2009–2013 гг. (по данным регионального каталога КФ ГС РАН).

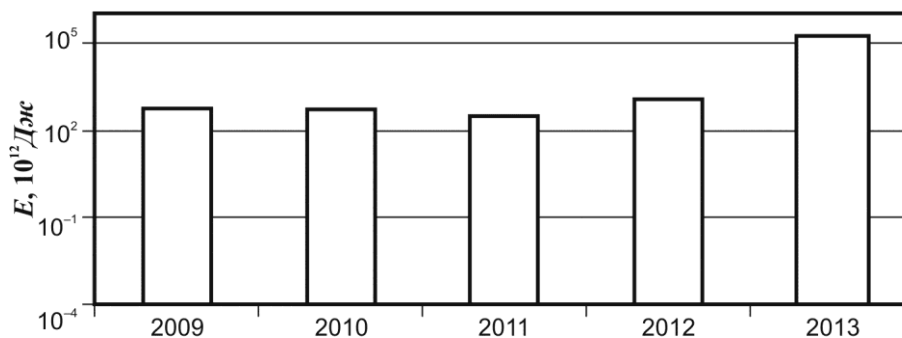


Рис. 1.33. Распределение сейсмической энергии, выделившейся на Камчатке и Командорских островах в 2009–2013 гг.