

Камчатка и Командорские острова

Д.В. Чебров, С.Я. Дроздина, С.Л. Сеньюков, Ю.В. Шевченко, С.В. Митюшкина

Камчатский филиал ФИЦ ЕГС РАН, г. Петропавловск-Камчатский

Сеть постоянно действующих сейсмических станций Камчатского филиала (КФ) ФИЦ ЕГС РАН состояла из 77 пунктов регистрации сейсмических сигналов. Размещение станций показано на рис. 1.30, сведения о них, в т.ч. аппаратное оснащение, приведены в табл. 1.21. Кроме этого, поддерживалась работа станций SKR, SK2 и SK3 на о. Шумшу, входящих в состав сети SAGSR [1]. Данные с этих станций обеспечивали непрерывные наблюдения за сейсмичностью Камчатского региона и Северных Курил. Аппаратурное оснащение станций определяет их целевое назначение [2]: наблюдение за локальной сейсмичностью (велосиметры CM-3KB, CM-3вч), региональной сейсмичностью (велосиметры CMG-6T, CMG-3TB CM-3oc, STS-1, STS-2, KS-2000) и регистрация сильных движений (акселерометры CMG-5T, AC-73iNHV). Станции PET, VKI, TL1, PAL, KBG, SKR и KLY входят в сеть телесеизмических цифровых станций ФИЦ ЕГС РАН (рис. 1.30).

В течение года проводились работы, направленные на повышение надежности и совершенствование контроля работы аппаратуры существующих станций, а также ремонтные и профилактические работы. Новых станций установлено не было.

Из оборудования, которым оснащена станция «Авача» (AVH), удален акселерометр CMG-5TD в связи с неисправностью прибора. На станции «Налычево» (NLC) демонтировано радиотелеметрическое оборудование в связи с отсутствием радиовидимости на приемный центр из-за застройки микрорайонов г. Петропавловска-Камчатского.

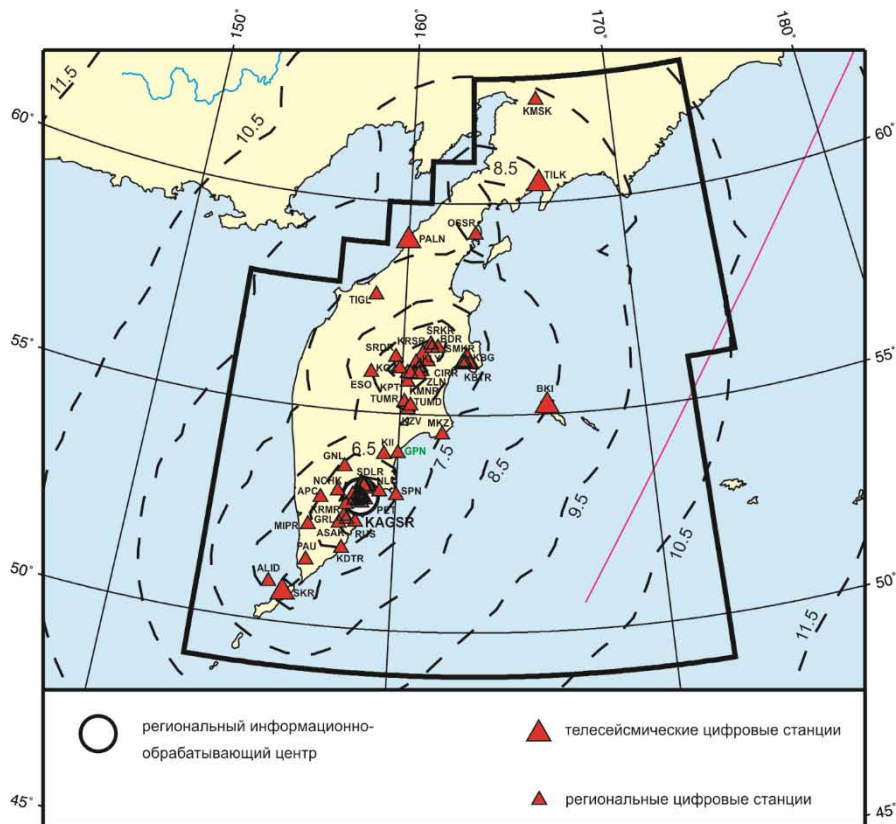


Рис. 1.30. Сейсмические станции на Камчатке и Командорских островах в 2015 г.

Пунктиром показаны изолинии энергетической представительности K_{min} .

Черный шрифт – международные коды центра и станций

Таблица I.21. Сведения о сейсмических станциях КФ ФИЦ ЕГС РАН (сеть KAGSR)

№	Сейсмическая станция			Дата открытия (дата 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-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 (27.03.2013)	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	160.490	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	Больница	–	GK004	09.10.2014	53.038	158.661	25	Уплотненная глиняно-каменная смесь	АС-73iHHV +GMS ^{plus}
16	Вилючинск	–	VIL	01.10.2007	52.931	158.405	40	Грунт средний, песок, гравий	СМГ-5Т+ GSR-24
17	Водозабор	–	UK2	12.12.2009	56.232	162.646	2	Песок	СМГ-5ТD
18	Высотная	–	VST	28.02.2014	53.025	158.672	115	Уплотненные туфы с преобладанием обломков лавы	СМГ-5Т+ GSR-24
19	Ганалы	GNL	GNL	15.01.1988 (1996)	53.695	157.942	1200	Камень	СМ-3КВ, СМ-3вч
20	Горелый	GRL	GRL	14.08.1980 (1996)	52.554	158.073	1400	Лава	СМ-3КВ, СМ-3вч
21	Горького (Улица Горького, 15)	–	PTG	20.11.1966 (14.02.2014)	53.056	158.631	170	Уплотненная глиняно-каменная смесь	СМГ-5Т+ GSR-24
22	Дальний	DALK	DAL	06.10.2009	53.031	158.754	57	Уплотненный щебень, скала	СМГ-5ТD, СМГ-6ТD
23	Дачная	–	DCH	1971 (18.02.2010)	53.058	158.639	160	Грунт средний, пирокластические отложения	СМГ-5Т+ GSR-24

№	Сейсмическая станция			Дата открытия (дата модернизации)	Координаты и высота над уровнем моря			Подпочва	Тип оборудования
	Название	Код			φ, °N	λ, °E	h, м		
		международный	региональный						
24	Жупаново	GPN	GPN	1982 (25.10.2011)	54.082	159.988	20	Грунт скальный, скальные породы, лавовый	CMG-5TD
25	Звёздный	–	SPZ	13.07.2010	53.056	158.666	168	Грунт средний, пирокластические отложения	CMG-5T+GSR-24
26	Зелёная	ZLN	ZLN	30.10.1988 (15.07.1996)	56.017	160.803	1050	Шлак	CM-3KB
27	Институт*	–	IVS	14.12.2007	53.067	158.609	140	Грунт средний, пирокластические отложения	CMG-3TB+GSR-24; CMG-5T+GSR-24
28	Интернат	–	GK002	09.10.2014	52.988	158.669	40	Уплотненная глиняно-каменная смесь	AC-73iNHV+GMS ^{plus}
29	Каменистая	KMNR	KMN	27.09.1990 (19.11.1996)	55.756	160.247	1145	Лава	CM-3KB, CM-3вч
30	Каменская	KMSK	KM1	05.07.2010	62.467	166.206	40	Консолидированный грунт (гравий, щебень, глина, мерзлота)	CMG-6TD
31	Карымский	KП	KRY	10.02.1973 (1996)	54.036	159.449	900	Шлак	CM-3KB
32	Карымшина	KRMR	KRM	17.01.2000 (12.07.2013)	52.828	158.131	90	Осадочные породы	CMG-5TD; CMG-3TB
33	Кизимен	KZV	KZV	28.09.2009	55.113	160.294	1500	Лава	CM-3KB, CM-3вч
34	Киришева	KIRR	KIR	05.08.2006 (11.09.2012)	55.953	160.342	1470	Лава	CM-3KB, CMG-6TD
35	Ключи	KLY	KLY	1946 (17.02.2011)	56.317	160.857	35	Лава	CM-3KB, KS-2000; CMG-5TD
36	Козыревск	KOZ	KOZ	1958–1989; 21.06.2001 (04.12.2013)	56.058	159.872	60	Лава	CM-3KB CMG-6TD, CMG-5TDE
37	Копыто	KPT	KPT	23.10.1997	55.966	160.222	1000	Шлак	CM-3KB
38	Коряка	KOK	KRK	30.08.1977 (25.10.1996)	53.296	158.643	1050	Лава	CM-3KB, CM-3вч
39	Корякский ретранслятор	KRER	KRE	15.01.2009	53.304	158.749	1845	Лава	CM-3KB, CM-3вч
40	Крестовский	KRSR	KRS	08.04.1988 (15.07.1996)	56.217	160.565	1180	Лава	CM-3KB
41	Крутоберегово	KBTR	KBT	05.04.1997	56.208	162.819	360	Шлак	CM-3KB, CM-3вч
42	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
43	Логинов	LGNR	LGN	01.09.1999	56.083	160.69	2530	Лава	CM-3KB, CM-3вч
44	Малая Ипелька	MIPR	MIP	11.11.1997	52.276	156.758	370	Шлак	CM-3KB, CM-3вч
45	Маяк	–	MPP	18.11.2010	52.887	158.704	130	Грунт скальный, скальные породы	CMG-5TD

№	Сейсмическая станция		Дата открытия (дата модернизации)	Координаты и высота над уровнем моря			Подпочва	Тип оборудования	
	Название	Код		φ, °N	λ, °E	h, м			
		международный							региональный
46	Мишенная (Сопка Мишенная)	–	MSN	1982; (16.08.2012)	53.044	158.639	381	Грунт скальный, скальные породы	CMG-5TD
47	Морской порт	–	UK3	25.12.2009	56.222	162.523	4	Песок	CMG-5TD
48	Мутновский	MTVR	MTV	01.12.2008 (20.07.2015)	52.484	158.193	1390	Лава	CM-3KB CM-3вч
49	МЧС	–	GK005	22.10.2014	53.009	158.733	60	Уплотненная глиняно-каменная смесь	AC-73iHHV +GMS ^{plus}
50	Мыс Козлова	MKZ	MKZ	25.09.1997	54.556	161.730	520	Камень	CM-3KB, CM-3вч
51	НИГТЦ	–	НИ	15.12.2007	53.080	158.641	190	Грунт средний, щебень, глина	CMG-5T+ GSR-24
52	Налычево	NLC	NLC	31.03.1984 (24.12.2010)	53.172	159.348	6	Гравий	CMG-5TD
53	Начики	NCHK	NCHK	04.12.2013	53.120	157.760	465	Консолидированный грунт	CMG-6TD
54	Николаевка	–	NIC	15.12.2007	53.046	158.341	25	Грунт средний, гравий, глина	CMG-5T+ GSR-24
55	Оссора	OSSR	OSS	25.01.1973 (03.08.2013)	59.262	163.072	35	Гравий	CMG-6T (DM24+ EAM); CMG-5T
56	Палана	PALN	PAL	13.11.2008	59.094	159.968	70	Глина, гравий	STS-2+ GSR-24
57	Паужетка	PAU	PAU	30.04.1961 (17.07.2013)	51.468	156.815	130	Шлак	CMG-5T+ GSR-24; CMG-6TD
58	Петропавловск*	PET	PET	18.03.1951 (18.03.2010) (06.08.2014)	53.023	158.65	100	Скала	CM-3KB, CM-3вч; CMG-5T+ GSR-24; STS-1, GS-13+ Q330HR
59	Русская	RUS	RUS	21.12.1987 (21.12.2010)	52.432	158.513	125	Камень	CM-3KB, CM-3вч; CMG-5TD
60	Рыбачий	–	RIB	15.12.2007	52.918	158.533	100	Грунт средний, щебень, глина	CMG-5T+ GSR-24
61	Седловина	SDLR	SDL	17.12.1991 (1996)	53.278	158.887	1230	Лава	CM-3KB, CM-3вч
62	Семкарок	SMKR	SMK	18.09.2005	56.582	161.468	895	Камень	CM-3KB
63	Сомма	SMAR	SMA	06.03.1991 (1996)	53.266	158.812	2050	Лава	CM-3KB, CM-3вч
64	Сорокина	SRKR	SRK	18.09.2005	56.654	161.168	845	Лава	CM-3KB
65	Срединный	SRDR	SRD	04.01.1992 (19.11.1996)	56.319	159.693	830	Камень	CM-3KB
66	Тигиль	TIGL	TIGL	12.08.2012	57.765	158.671	115	Грубообломочные сланцевые отложения	CMG-6TD
67	Тилички*	TILK	TL1	04.12.2008 (02.05.2009)	60.446	166.145	25	Песок, гравий, мерзлота	CMG-3TB+ GSR-24; CMG-5T+ GSR-24

№	Сейсмическая станция		Дата открытия (дата модернизации)	Координаты и высота над уровнем моря			Подпочва	Тип оборудования	
	Название	Код		φ, °N	λ, °E	h, м			
		международный							региональный
68	Тумрок	TUMR	TUM	25.07.2003	55.283	160.146	1210	Камень	СМ-3КВ, СМ-3вч
69	Тумрок-источники	TUMD	TUMD	18.03.2011	55.203	160.399	478	Консолидированный грунт (глыбы, щебень, глина)	СМГ-5ТD; СМГ-6ТD
70	Угловая	UGLR	UGL	19.08.1992 (1996)	53.210	158.829	1200	Лава	СМ-3КВ, СМ-3вч
71	Ходутка	KDTR	KDT	25.08.2011	51.809	158.077	22	Грунт скальный, лавовый поток	СМГ-5ТD; СМГ-6ТD
72	Цирк	CIRR	CIR	16.10.1998	56.115	160.748	1450	Шлак	СМ-3КВ
73	Шипунский	SPN	SPN	25.08.1962 (08.07.2011)	53.106	160.011	95	Скала	СМ-3КВ, СМ-3вч, СМГ-5ТD; СМГ-6ТD
74	Школа	–	SCH	15.12.2007	52.958	158.674	70	Грунт средний, щебень, глина	СМГ-5Т+GSR-24
75	Школа № 3	–	GK001	09.10.2014	52.972	158.689	68	Уплотненная глиняно-каменная смесь	АС-73iHNV+GMS ^{plus}
76	Школа № 40	–	GK003	09.10.2014	53.071	158.646	171	Уплотненная глиняно-каменная смесь	АС-73iHNV+GMS ^{plus}
77	Эссо	ESO	ESO	24.11.1965 (21.11.2013)	55.932	158.695	490	Камень	СМГ-6Т (DM24+EAM); СМГ-5Т

* – ИОЦ «Петропавловск», опорные и вспомогательные станции СП СПЦ.

20 июля на станции «Мутновский» (MTVR) к существующему стандартному комплекту короткопериодной аппаратуры был добавлен ВЧ-сейсмоприемник.

Информация со всех сейсмических станций сети поступает на серверы регионального ИОЦ КФ ФИЦ ЕГС РАН в режиме, близком к реальному времени. Система сбора и передачи данных организована на базе корпоративной сети Камчатского филиала 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. Обработка сигналов сейсмических станций, расчет параметров гипоцентров и энергетических характеристик землетрясений производится при помощи программы DIMAS [3] как и в предыдущие пять лет, начиная с 2010 г. [4].

Всего в КФ ФИЦ ЕГС РАН в 2015 г. определены параметры 4490 землетрясений с $1.3 \leq M \leq 6.6$ ($6.5 \leq K_s \leq 14.5$). В каталог региона Камчатки и Командорских островов [5] включено 4260 событий с $1.3 \leq M \leq 6.1$ ($6.5 \leq K_s \leq 13.8$) на территории Камчатки, Командорских островов и частично Курильских, Алеутских островов, Корякского автономного округа и Охотского моря в границах региона (рис. 1.31). Параметры 230 землетрясений, рассчитанных в КФ ФИЦ ЕГС РАН, включены в каталог Курило-Охотского региона (из них 182 – в качестве основного решения, 48 – в качестве альтернативного решения) [6].

Печатный вариант каталога [7] содержит данные 322 землетрясений Камчатского региона с $M \geq 3.3$ (из них 81 – осязаемое) и еще семь осязаемых землетрясений с $M < 3.3$.

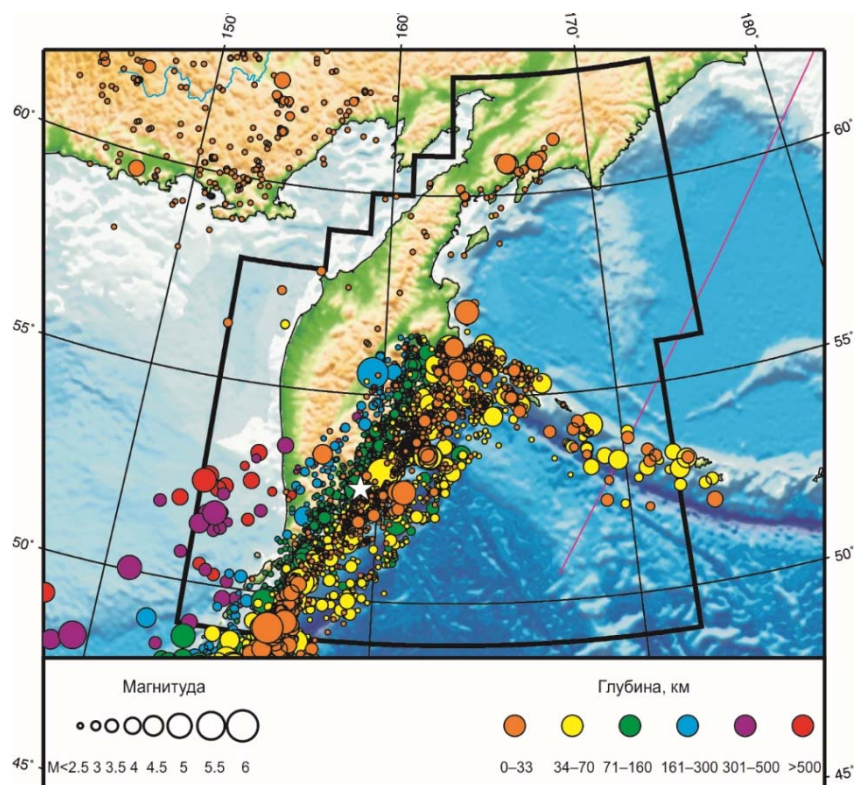


Рис. 1.31. Карта эпицентров землетрясений на Камчатке и Командорских островах в 2015 г. Звездочкой показано самое сильное землетрясение в регионе

В целом расположение эпицентров является обычным для региона: большая часть землетрясений относится к зоне субдукции Тихоокеанской плиты. Наиболее активной, как и в предыдущие годы, оказалась сейсмофокальная зона Камчатки (зоны № 1 и № 2), где сосредоточено около 78% землетрясений, произошедших в регионе. 10% землетрясений зарегистрировано в Командорском сегменте Алеутской дуги (зона № 3). В Тихом океане (зона № 4) зафиксировано 7.5% землетрясений. На долю остальных зон приходится около 4.5% от общего числа событий. Схема деления Камчатского региона на сейсмоактивные зоны и их подробное описание дано в [8, 9].

В регионе произошло девять сильных землетрясений с $M \geq 5.3$ ($K_s \geq 12.5$) в сейсмофокальной зоне Камчатки (зоны № 1 и № 2), в том числе семь – мелкофокусных ($h \leq 70$ км) и два – в промежуточном слое ($h = 71-390$ км). Сильное землетрясение с $M = 5.7$ ($K_s = 13.2$) зафиксировано в поверхностном слое Командорского сегмента Алеутской дуги (зона № 3) 5 ноября в 01^h59^m с гипоцентром, определенном на глубине $h = 36$ км под Камчатским полуостровом. Интенсивность сотрясений в поселке Усть-Камчатск ($\Delta = 19$ км) оценивалась в 5–6 баллов, Крутоберегово (12 км) – 5 баллов [7]. Землетрясение сопровождалось многочисленной серией афтершоков, до конца года было зарегистрировано около 30 событий с $K_s = 6.5-10.6$.

Сильнейшее землетрясение Камчатки и Командорских островов в 2015 г. [5, 7] с $M = 6.1$ ($K_s = 13.8$, $M_C = 5.4$, $M_w = 5.4$) зарегистрировано 19 февраля в 16^h32^m в промежуточном слое северной части Камчатской сейсмофокальной зоны, гипоцентр находился в Авачинском заливе на глубине $h = 90$ км. Землетрясение ощущалось в 30 населенных пунктах Камчатского края и Северных Курил с интенсивностью от 6 до 2 баллов [7]. В Петропавловске-Камчатском (60 км) интенсивность сотрясений достигала 4–5 баллов – максимальное значение интенсивности для города в 2015 году.

Всего в 2015 г. на Камчатке и прилегающих территориях зафиксировано 88 ощутимых землетрясений с $M \geq 2.6$ ($K_s \geq 8.5$) и интенсивностью сотрясений от 6 до 2 баллов. Макросейсмические сведения о землетрясениях представлены в [5, 7].

Для 1209 наиболее сильных землетрясений с $M \geq 2.6$ ($K_S \geq 8.5$) в [10] помещен бюллетень региональной сети станций за 2015 г. в формате ISF, для 38 из них в [11] приведены решения механизмов очагов.

На рис. I.32 показана гистограмма суммарной сейсмической энергии, выделившейся на Камчатке и Командорских островах в 2011–2015 гг. (по данным [5, 12]). Уровень сейсмичности региона в 2015 г. согласно шкале «СОУС'09» [13] оценен как «фоновый средний» за 54-летний период наблюдений (с 1962 по 2015 г.) [14].

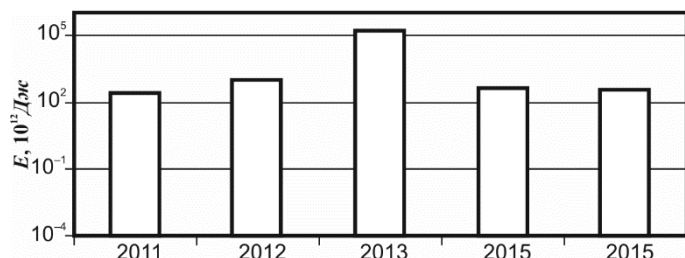


Рис. I.32. Распределение сейсмической энергии, выделившейся на территории Камчатки и Командорских островов в 2011–2015 гг.

Литература

1. Фокина Т.А., Коваленко Н.С., Михайлов В.И., Левин Ю.Н., Лихачёва О.Н. Результаты сейсмического мониторинга различных регионов России. Приамурье и Приморье, Сахалин и Курило-Охотский регион // Землетрясения России в 2015 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – С. 47–55.
2. Чебров В.Н., Дрознин Д.В., Кугаенко Ю.А., Левина В.И., Сеньюков С.Л., Сергеев В.А., Шевченко Ю.В., Яцук В.В. Система детальных сейсмологических наблюдений на Камчатке в 2011 году // Вулканология и сейсмология. – 2013. – № 1. – С. 18–40.
3. Дрознин Д.В., Дрознина С.Я. Интерактивная программа обработки сейсмических сигналов DIMAS // Сейсмические приборы. – 2010. – Т. 46, № 3. – С. 22–34.
4. Чебров В.Н., Левина В.И., Ландер А.В., Чеброва А.Ю., Сеньюков С.Л., Дрознин Д.В., Дрознина С.Я. Региональный каталог землетрясений Камчатки и Командорских островов 1962–2010 гг.: технология и методика создания // Землетрясения Северной Евразии, 2010 год. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2016. – С. 396–406.
5. Part_IV-2015. 11_Kamchatka-and-Komandor-Islands_2015.xls // Землетрясения России в 2015 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – Приложение на CD-ROM.
6. Part_IV-2015. 08_Kuril-Okhotsk-region_2015.xls // Землетрясения России в 2015 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – Приложение на CD-ROM.
7. Дрознина С.Я. (отв. сост.), Карпенко Е.А., Леднева Н.А., Должикова А.Н., Назарова З.А., Митюшкина С.В., Раевская А.А. Каталоги землетрясений по различным регионам России. Камчатка и Командорские острова // Землетрясения России в 2015 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – С. 157–164.
8. Левина В.И., Ландер А.В., Митюшкина С.В., Чеброва А.Ю. Сейсмичность Камчатского региона 1962–2011 гг. // Вулканология и сейсмология. – 2013. – № 1. – С. 41–64.
9. Чебров В.Н., Дрознина С.Я., Сеньюков С.Л., Ландер А.В. Результаты сейсмического мониторинга различных регионов России. Камчатка и Командорские острова // Землетрясения России в 2013 году. – Обнинск: ГС РАН, 2015. – С. 58–65.
10. Part_VII-2015. Seismological-bulletins_2015. Kamchatka_Region // Землетрясения России в 2015 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – Приложение на CD-ROM.
11. Габсатарова И.П., Гилёва Н.А., Богинская Н.В., Иванова Е.И., Малянова Л.С., Сафонов Д.А., Середкина А.И. Механизмы очагов отдельных землетрясений России // Землетрясения России в 2015 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – С. 192–201.
12. Чебров В.Н., Дрознина С.Я., Сеньюков С.Л. Результаты сейсмического мониторинга различных регионов России. Камчатка и Командорские острова // Землетрясения России в 2014 году. – Обнинск: ГС РАН, 2016. – С. 60–66.
13. Салтыков В.А. Формализованная оценка уровня сейсмичности на примере Камчатки и Байкальского региона // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Четвертой Международной сейсмологической школы. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 178–182.
14. Салтыков В.А., Кравченко Н.М., Пойгина С.Г., Воропаев П.В. Количественный анализ сейсмичности. Оценка уровня сейсмической активности регионов России // Землетрясения России в 2015 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – С. 81–87.