

САХАЛИН

Т.А. Фокина¹, Д.А. Сафонов^{1,2}, Д.В. Костылев¹, В.И. Михайлов¹¹Сахалинский филиал ФИЦ ЕГС РАН, г. Южно-Сахалинск, fokina@seismo.sakhalin.ru²Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск, d.safonov@imgg.ru

Аннотация. Представлен обзор сейсмичности Сахалина за год на основе данных четырех стационарных сейсмических станций и десяти временных цифровых сейсмических станций «DAT», работавших на юге Сахалина. Приведена карта эпицентров, дано распределение коровых и глубоководных землетрясений по магнитуде и суммарная сейсмическая энергия по семи сейсмоактивным районам. Для каждого района описана сейсмическая обстановка.

Abstract. Annual the review of seismicity for Sakhalin based on the data of four seismic stationary stations and 10 temporary digital seismic stations "DAT", working in the south of Sakhalin are submitted. The map of epicenters is given, the distribution of crust and deep earthquakes on magnitude and their summarized energy for seven seismoactive districts are presented. For each area seismic conditions are described.

Региональная сеть. В 2012 г. конфигурация региональной сейсмической сети Сахалинского филиала ФИЦ ЕГС РАН на о. Сахалин не менялась. Сейсмические станции региона, включающего территорию о. Сахалин с шельфом и восточную часть Приамурья, представлены в Приложении [1] вместе с их параметрами. Существующая региональная сеть станций Сахалина совместно со станциями Приамурья и Приморья [2] и Курило-Охотского региона [3] обеспечила на большей части региона регистрацию без пропусков землетрясений с расчетной магнитудой $M^p > 3.0$ (рис. 1). Представительность землетрясений в регионе Сахалин, по сравнению с таковой в 2011 г. [4], не изменилась.

Параметры землетрясений определялись на основе материалов наблюдений, полученных на четырех стационарных сейсмических станциях Сахалина: «Южно-Сахалинск» (YSS), «Тымовское» (TYV), «Углегорск» (UGL) и «Оха» (OKH) [1]. Кроме того, в сводной обработке в полной мере использовались данные цифрового комплекса IRIS-2 (STS-1, GS-13, FBA-23), действующего на станции «Южно-Сахалинск» с 14.06.1992 г. [5]. Данные станций типа Datamark LS7000XT «Тымовское» и «Оха», оснащенных с 26.06.2005 г. аппаратурой L4C-3D, STS-2 [6], привлекались для определения координат гипоцентра. Кроме этого, для определения параметров землетрясений были использованы бюллетени MOS [7], ISC, JMA [8].

Локальная сеть (рис. 2), создаваемая с 1999 г. для наблюдений за сейсмичностью в южной, наиболее заселенной части о. Сахалин [9], в 2012 г. продолжала функционировать. Она состояла из временных полевых цифровых станций типа DAT Японского производства. Сведения о полевых станциях приведены в Приложении [10] вместе с их параметрами.

Конфигурация локальной сети в 2012 г. была несколько изменена: 2 октября была закрыта станция «Остромысовка», ее оборудование перенесено в поселок Стародубское (в 20 км северо-

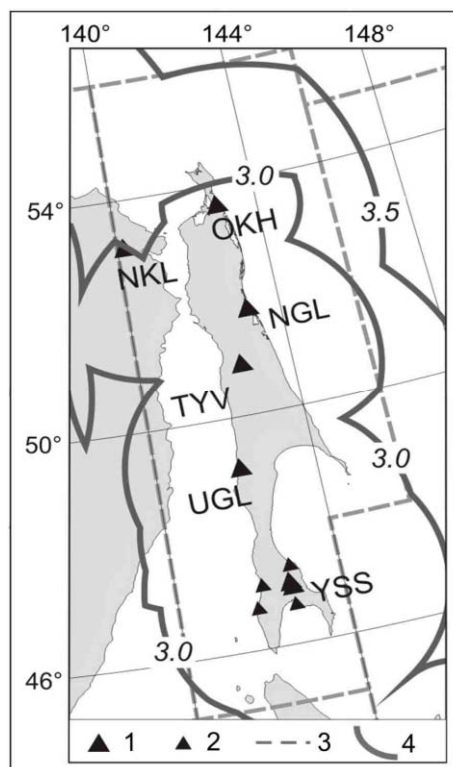


Рис. 1. Карта магнитудной представительности землетрясений M_{\min} Сахалина

1 – широкополосная региональная сейсмическая станция; 2 – выносной пункт службы предупреждения о цунами; 3 – граница региона; 4 – изолиния M_{\min} .

западнее станции «Остромысовка»), где 22 октября открыта станция «Стародубское» (рис. 2). На протяжении года число одновременно работающих полевых станций колебалось от семи до девяти, все станции были оставлены работать в зимних условиях [11]. Конфигурация локальной сети на юге Сахалина и обеспечиваемая ею карта магнитудной представительности землетрясений изображены на рис. 2. Классификация локальных землетрясений осуществлялась по энергетическим классам K_p шкалы Т.Г. Раутиан [12] с переходом в случае необходимости к расчетным магнитудам M^p по формуле Т.Г. Раутиан [13]:

$$M^p = (K_p - 4) / 1.8. \quad (1)$$

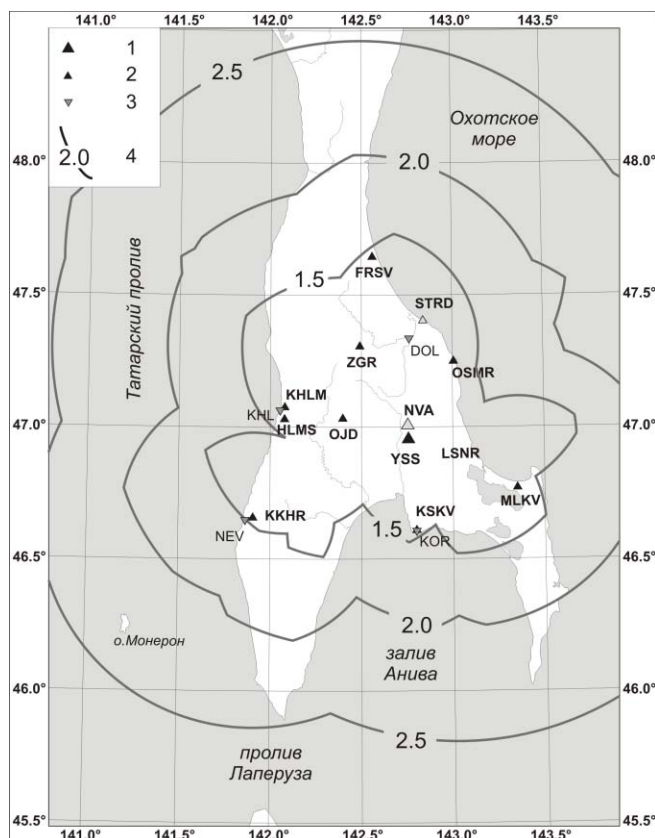


Рис. 2. Сейсмические станции локальной сети и ПТК ОШЦСС «Южно-Сахалинск», и карта представительной магнитуды M_{\min} землетрясений юга о. Сахалин в 2012 г.

1 – широкополосная сейсмическая станция; 2 – сейсмическая станция локальной сети; 3 – выносной пункт ПТК ОШЦСС, 4 – изолиния M_{\min} . Серыми треугольниками показаны станции, не участвующие в определении параметров землетрясений в 2012 г.

ты всех пунктов приведены в Приложении [1], конфигурация сети на юге Сахалина – на рис. 2. На значение представительной магнитуды южная группа влияния не оказывает, поскольку регистрирует только довольно сильные землетрясения. Северная станция «Ноглики» позволила снизить представительную магнитуду на западном шельфе северной части Сахалина с $M_{\min}=3.5$ до $M_{\min}=3.0$.

Методика обработки сейсмологических данных описана в [15–25]. Границы региона [26], схема его деления на отдельные сейсмоактивные районы не изменились и остались такими же, как в 2011 г. [4]. Классификация событий ($N=512$) по региональной сети проводилась в 2012 г. по энергетическим классам K_C С.Л. Соловьёва [15] ($N=238$) и K_p Т.Г. Раутиан [13] ($N=36$), а также магнитудам MLH ($N=5$), MPV ($N=7$), MSH ($N=11$) по среднепериодной аппаратуре СКД [27]; $MPVA$ ($N=276$), $MSHA$ ($N=9$) – по короткопериодной аппаратуре СКМ-3

Изолинии представительной магнитуды локальных землетрясений на рис. 2 показаны именно в расчетных магнитудам M^p с шагом $\Delta M^p=0.5$ ($M_{\min}=1.5, 2.0$ и 2.5 , что соответствует $K_p=6.7, 7.6$ и 8.5).

Каталог землетрясений по данным локальной сети юга о. Сахалин [14] содержит параметры 639 землетрясений и 108 событий категории «возможно взрыв». Обзор сейсмичности юга Сахалина по данным локальной сети представлен в [11].

При определении параметров сильных землетрясений использовались данные запущенного в эксплуатацию в октябре 2008 г. программно-технического комплекса опорной широкополосной цифровой сейсмической станции для Службы предупреждения о цунами (ПТК ОШЦСС «Южно-Сахалинск»), который состоял из пяти пунктов наблюдения: центрального, оборудованного широкополосным велосиметром CMG-3 с регистратором GSR-24, расположенного на сейсмической станции «Южно-Сахалинск», и четырех выносных пунктов, оборудованных акселерометрами CMG-5T и теми же регистраторами GSR-24, размещенными в городах Корсаков (KOR), Невельск (NEV), Холмск (KHL) и Долинск (DOL). В 2010 г. на о. Сахалин были открыты два новых пункта – «Новоалександровск» (NVA), включенный в комплекс «Южно-Сахалинск» и «Ноглики» (NGL) – на севере острова. Координаты

[16, 27]. Кроме того, редколлегией Ежегодника традиционно добавлены другие магнитуды из международных источников, таких как MOS ($M_S - 1$, $MPSP - 24$); ISC ($M_s - 1$, $m_b\text{ISC} - 19$); NEIC ($m_b\text{NEIC} - 11$, $M_{W\text{NEIC}} - 1$); GCMT ($M_{W\text{GCMT}} - 4$); IDC ($m_b\text{IDC} - 22$); JMA ($M_{W\text{NIED}} - 10$).

Для единой классификации всех землетрясений при подсчете их числа и суммарной энергии по районам использовалась расчетная магнитуда M^P . Расчетная магнитуда M^P равняется магнитуде MLH при наличии таковой в каталоге (всего 5 шт.), а при ее отсутствии вычисляется по формулам из [15, 16, 23, 24]:

$$M^P = (K_C - 1.2) / 2 \text{ для землетрясений с } h \leq 80 \text{ км,} \quad (2)$$

$$M^P = (MSH - 1.71) / 0.75 \text{ при } h \geq 81 \text{ км,} \quad (3)$$

$$M^P = (MSHA - 1.71) / 0.75 \text{ при } h \geq 81 \text{ км.} \quad (4)$$

Для землетрясений с известными классами K_p при отсутствии K_C была использована приведенная выше формула Т.Г. Раутиан:

$$M^P = (K_p - 4) / 1.8. \quad (1)$$

Если магнитуда $MPVA$ была единственной энергетической оценкой землетрясения, то:

$$M^P = (MPVA - 2.5) / 0.65. \quad (5)$$

Энергия землетрясений (в Дж) оценивалась по формуле Гуттенберга–Рихтера из [25]:

$$\lg E = 4.8 + 1.5 \cdot M^P. \quad (6)$$

В региональный каталог Сахалина за 2012 г. [28] включены параметры 512 сейсмических событий: из них 19 идентифицировано как «возможно взрыв». 502 землетрясения имеют глубину $h \leq 28$ км, десять – глубоководные ($h = 317\text{--}589$ км).

Карта эпицентров всех сейсмических событий приведена на рис. 3. Самое сильное в 2012 г. землетрясение (7) ($MSH = 7.4$ [28], $M_{W\text{HRVD}} = 7.7$ [8]), получившее название Охотское, зарегистрировано в Охотском море у восточного побережья Сахалина 14 августа в 02^h59^m на глубине $h = 589$ км. Землетрясение вызвало сотрясения на обширной территории от 3–4 баллов в ближайших к эпицентру населенных пунктах Сахалина (Поронайск ($\Delta = 199$ км), Тымовское ($\Delta = 251$ км), Углегорск ($\Delta = 274$ км)) до 2 баллов в Хабаровске ($\Delta = 784$ км) [29]. По данным японского агентства JMA [8], сотрясения от Охотского землетрясения достигали на эпицентральной расстоянии 700–1200 км на территории Японии интенсивности $I = \text{III}$ по шкале JMA [30], что соответствует $I = 5$ баллов по

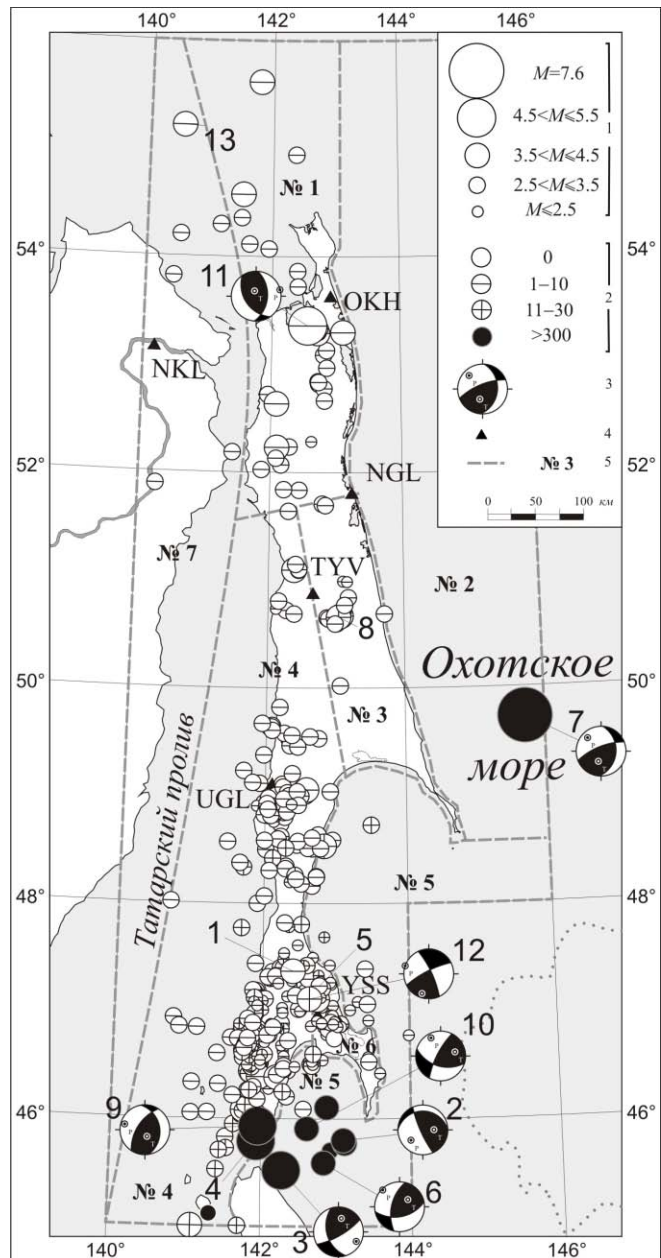


Рис. 3. Карта эпицентров землетрясений Сахалина в 2012 г.

1 – магнитуда M^P ; 2 – глубина h гипоцентра, км; 3 – диаграмма механизма очага, нижняя полусфера, зачернена область сжатия; 4 – сейсмическая станция; 5 – граница и номер района.

шкале MSK-64 [31]. Для этого землетрясения удалось определить механизм очага (рис. 3) [32]. Охотскому землетрясению посвящена отдельная статья в настоящем ежегоднике [33].

Для 22 землетрясений имеются сведения [29] о макросейсмических сотрясениях, зафиксированных на территории региона. Максимальный ($I=5$ баллов) макросейсмический эффект наблюдался в пос. Москальво ($\Delta=25$ км) при землетрясении (11), произошедшем 21 октября в 11^h57^m на глубине $h=10$ км с $K_C=11.2$ [28], $M_{WHRVD}=5.0$ [8]. Распределение мелкофокусных событий Сахалина по часам суток местного времени представлено на рис. 4.

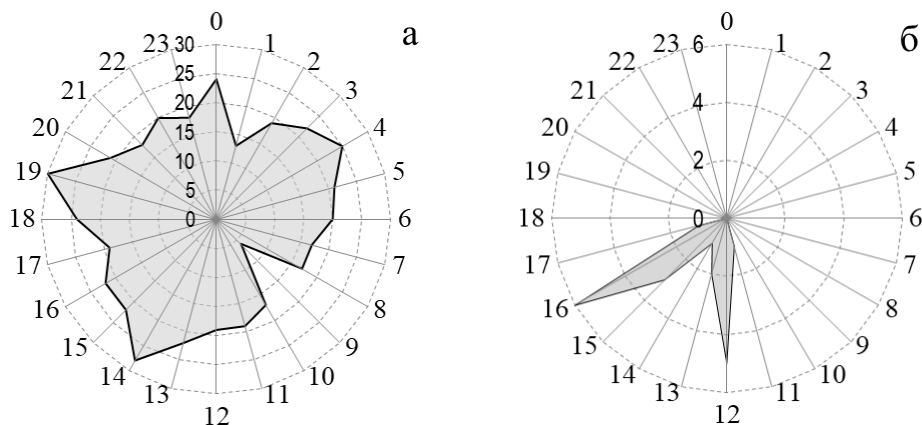


Рис. 4. Распределение числа мелкофокусных сейсмических событий Сахалина по часам суток местного времени: а – землетрясений ($h \leq 28$ км, $N=483$), б – взрывов ($h=0$ км, $N=19$)

Диаграмма, построенная для землетрясений с глубиной $h \leq 28$ км, демонстрирует максимум (30 событий) в 20 часов местного времени, минимум (6 событий) – в 10 часов. Среднее число составило: $N_{cp}=22 \pm 5$ событий в час. Все события, идентифицированные как взрывы, произошли в период с 12 до 18 часов местного времени.

Сейсмичность региона рассматривается отдельно для мелкофокусных (табл. 1–3) и глубокофокусных (табл. 3) землетрясений. Сейсмическая активность мелкофокусных землетрясений Сахалина в 2012 г., по сравнению с таковой в 2011 г. [4], возросла в 1.4 раза по числу зарегистрированных событий, но практически не изменилась по уровню суммарной сейсмической энергии (рис. 5, табл. 1). При сравнении со средними за 2001–2011 гг. показателями в табл. 1 видно, что число землетрясений в 2012 г. ($N=483$) в 1.8 раза выше среднего ($N_{cp}=264$), но сейсмическая энергия – в 10.4 раза ниже среднего значения за указанный период.

Таблица 1. Распределение мелкофокусных ($h \leq 33$ км) землетрясений по энергетическому классу С.Л. Соловьёва K_C и суммарная сейсмическая энергия ΣE в регионе Сахалина в 2001–2012 гг.

Год	K_C									N_{Σ}	$\Sigma E,$ 10^{12} Дж
	≤ 6.5	7	8	9	10	11	12	13	14		
2001	57	198	103	21	10	1				390	9.61
2002	32	95	77	15	1					220	1.73
2003	37	67	57	13	4		1			179	4.74
2004	35	60	36	10	3					144	2.89
2005	37	63	47	8	5	4				164	17.28
2006	95	63	44	14	2	2	1			221	48.38
2007	105	189	221	71	22	4	2	2	1	617	301.33
2008	69	66	36	9	2					182	1.04
2009	60	55	39	9	4					167	2.39
2010	84	120	48	13	7	4	1			277	94.62
2011	65	172	78	17	7		1			340	4.25
Всего	676	1148	786	200	67	15	6	2	1	2901	488.26
Среднее	61	104	71	18	6	1.4	0.5	0.2	0.1	264	44.39
2012	59	242	138	35	8	1				493	4.28

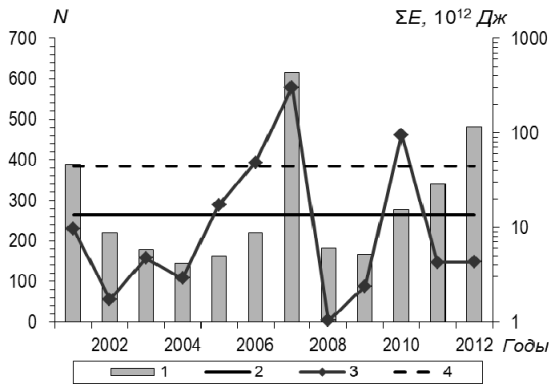


Рис. 5. Изменение ежегодного числа мелкофокусных землетрясений N и их суммарной сейсмической энергии ΣE в регионе Сахалин за период 2001–2012 гг.

1 – N ; 2 – среднегодовое число землетрясений за 2001–2011 гг.; 3 – ΣE ; 4 – среднегодовое значение высвобожденной энергии за 2001–2011 гг.

Сейсмичность по семи районам Сахалинского региона представлена в табл. 2 ежегодным числом мелкофокусных землетрясений и их суммарной сейсмической энергией в 2001–2012 гг.

Таблица 2. Ежегодное число N мелкофокусных землетрясений Сахалина и их суммарная сейсмическая энергия ΣE в единицах 10^{12} Дж за 2001–2012 гг. в районах №№ 1–7

Год	Район													
	1		2		3		4		5		6		7	
	N	ΣE	N	ΣE	N	ΣE	N	ΣE	N	ΣE	N	ΣE	N	ΣE
2001	96	0.51	2	0.17	1	0.002	220	6.52	1	0.008	60	2.39	10	0.01
2002	65	0.38	6	0.06	1	0.0007	130	0.92	4	0.06	8	0.15	6	0.15
2003	82	0.86	2	0.1	2	0.003	86	3.74	3	0.03			4	
2004	56	0.37	3	0.01	6	0.01	67	2.48	4	0.01			8	0.01
2005	82	4.1	12	11.39	3	0.01	53	1.76	2	0.003	3	0.0004	9	0.02
2006	45	2.04	1	0.004	1	0.001	142	46.3	10	0.0006	19	0.045	3	0.01
2007	18	0.33	6	3.38			550	279.04	17	0.11	23	0.03	3	0.02
2008	20	0.28	3	0.07	2	0.004	125	0.59	5	0.003	23	0.007	4	0.09
2009	40	0.66	4	1.01	1	0.002	89	0.60	6	0.10	25	0.005	2	0.003
2010	135	92.30	4	0.071	4	0.057	111	2.179	9	0.014	11	0.0005	3	0.0035
2011	57	1.14	2	0.26	14	2.15	238	0.67	20	0.02	8	0.003	1	0.007
Всего	696	102.97	45	16.53	35	2.24	1811	344.8	81	0.36	180	2.63	53	0.32
Среднее	63	9.36	4.1	1.5	3.2	0.22	164.6	34.35	7.4	0.03	16.4	0.24	4.8	0.03
2012	73	3.09	1	0.002	19	0.116	326	0.93	31	0.069	27	0.003	6	0.053

В табл. 3 дано распределение землетрясений по районам Сахалина в 2012 г., а на рис. 6 – графическое представление мелкофокусной активности региона. Из табл. 2, 3 и рис. 6 видно, что в 2012 г. самым активным по числу землетрясений был Западно-Сахалинский район (№ 4), а по суммарной сейсмической энергии – Северный район (№ 1), где 21 октября в 11^h57^m произошло самое сильное ($K_C=11.2$, $K_P=12.9$ [28], $M_{W_{GCMT}}=5.0$ [8]) мелкофокусное ($h=10$ км) землетрясение региона.

Таблица 3. Распределение коровых и глубокофокусных землетрясений по магнитуде M^p и суммарная сейсмическая энергия ΣE по районам Сахалина

$h \leq 28$ км									
№	Районы	M^p						ΣN	ΣE , 10^{12} Дж
		≤ 2.75	3	3.5	4	4.5	5		
1	Северный	8	20	33	11		1	73	3.094
2	Охотоморский шельф		1					1	0.002
3	Восточно-Сахалинский	6	9	3	1			19	0.116
4	Западно-Сахалинский	177	113	33	3			326	0.930
5	Юго-Восточный	18	10	3				31	0.069
6	Восточная часть Южного Сахалина	25	2					27	0.012
7	Хабаровский приграничный	2	3		1			6	0.053
	Всего	236	158	72	16		1	483	4.276

$h \geq 317$ км						
№	Районы	M^p			ΣN	ΣE , 10^{12} Дж
		≤ 4.0	5.0	7.6		
2	Охотоморский шельф			1	1	15848.932
4	Западно-Сахалинский		2		2	14.038
5	Юго-Восточный	6	1		7	5.980

Глубокофокусная активность в 2012 г. представлена десятью землетрясениями. Самое сильное ($MSH=7.4$ [28], $M_w=7.7_{\text{ГСМТ}}$ [8]) и оно же самое глубокофокусное ($h=589 \pm 26$ км) землетрясение произошло 14 августа в $02^{\text{h}}59^{\text{m}}$ в Охотском море возле восточного побережья Сахалина (район № 2), где такие землетрясения происходят очень редко. В наст. ежегоднике ему посвящена отдельная статья [33].

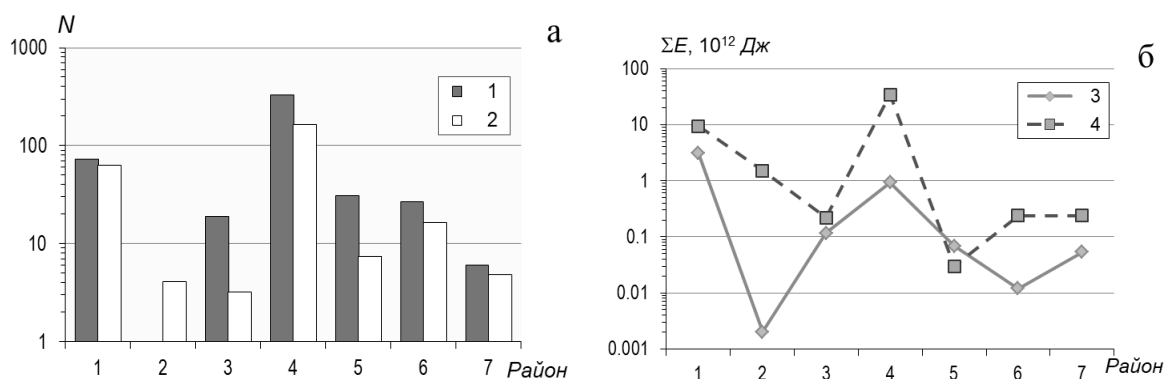


Рис. 6. Соотношение числа N (а) и суммарной сейсмической энергии ΣE (б) мелкофокусных землетрясений по районам Сахалина в 2012 г.

1 – N (2012 г.); 2 – $N_{\text{ср.}}$ за 2001–2011 гг. (а); 3 – ΣE (2012 г.); 4 – среднегодовое значение высвобожденной энергии по районам Сахалина за 2001–2011 гг. (б).

Распределение ощутимых землетрясений 2012 г. по районам региона представлено в табл. 4. Общее их число равно $N=22$, 14 из них произошли в Северном районе (№ 1), где упомянутое выше землетрясение 21 октября ощущалось с интенсивностью до 5 баллов в ближайшем к эпицентру пос. Москальво ($\Delta=25$ км); макросейсмический эффект остальных 13 ощутимых землетрясений района не превышал 2 баллов.

Таблица 4. Распределение ощутимых землетрясений по районам Сахалина, максимальная величина класса $K_{\text{Сmax}}$ или магнитуды MSH_{max} и максимальная интенсивность сотрясений I_{max}

№	Район	Число ощутимых землетрясений	$K_{\text{Сmax}}$	MLH_{max}	MSH_{max}	I_{max} , балл
1	Северный	14	11.2	4.2	5.1	5
2	Охотоморский шельф	1	7.1	6.2	7.4	3–4
3	Восточно-Сахалинский		10.0	4.0	4.7	
4	Западно-Сахалинский	6	9.3	4.2	5.8	4–5
5	Юго-Восточный	1	8.5		5.7	3
6	Восточная часть Южного Сахалина		7.5			
7	Хабаровский приграничный		9.0			
	Всего	22				

Как видно из табл. 4, в Западно-Сахалинском районе (№ 4) отмечено шесть ощутимых землетрясений, максимальный макросейсмический эффект составил 4–5 баллов. Упомянутое выше глубокофокусное землетрясение с эпицентром в Охотском море (район № 2) ощущалось

на большой территории с интенсивностью до 3–4 баллов. Одно ощутимое землетрясение отмечено в Юго-Восточном районе (№ 5), его макросейсмический эффект не превышал 3 баллов.

Рассмотрим сейсмичность каждого из семи районов более детально.

В **Северном районе (№ 1)** зарегистрировано 73 коровых землетрясения, что в 1.3 раза больше, чем в 2011 г., и в 1.2 раза больше среднего значения ($N=63$) за период 2001–2011 гг. (табл. 2). Суммарная сейсмическая энергия в 2.7 раза больше, чем в 2011 г., но в 3 раза меньше среднегодовой (табл. 2 и 3, рис. 6). Самое сильное ($M_{W_{GCMT}}=5.0$, $K_C=11.2$) землетрясение (11) произошло 21 октября в 11^h57^m на глубине $h=10$ км, его эпицентр находился в 36 км к юго-западу от г. Оха, где макросейсмический эффект составил 4 балла, а в ближайшем к эпицентру п. Москальво ($\Delta=25$ км) достигал 5 баллов [29].

Для этого события известен механизм очага [34], согласно которому землетрясение произошло в условиях напряжений сжатия, ориентированных с северо-востока на юго-запад, и классифицируется как взброс с небольшой сдвиговой компонентой. Одна из возможных плоскостей разрыва имеет восточное падение, вторая – юго-западное.

Всего в районе отмечено 14 ощутимых землетрясений, интенсивность остальных составила 2 балла (табл. 4).

На **Охотоморском шельфе (№ 2)** зарегистрировано лишь два землетрясения: одно слабое мелкофокусное ($K_C=7.1$, $h=10$ км), что типично для данного района; второе – редкое событие для района и региона – упомянутое выше сильное ($M_W=7.7$) глубокофокусное землетрясение (7), произошедшее 14 августа в 02^h59^m на глубине $h=589$ км [33].

В **Восточно-Сахалинском районе (№ 3)** зарегистрировано 19 землетрясений, что на пять событий больше, чем в предыдущем году и почти в 6 раз выше среднего значения за период 2001–2011 гг., но их суммарная сейсмическая энергия в 18.5 раз меньше, чем в 2011 г., и в 1.9 раза меньше среднего значения за указанный период (табл. 2, 3). Самое сильное ($MLH=4.0$, $K_C=10.0$) землетрясение (8) произошло 11 сентября в 15^h04^m на глубине $h=11$ км. Ощутимых землетрясений отмечено не было (табл. 4).

В **Западно-Сахалинском районе (№ 4)** традиционно зарегистрировано в 2012 г. наибольшее в регионе число мелкофокусных землетрясений $N=326$ (табл. 2, 3), что почти в 2 раза больше среднего значения за период 2001–2011 гг., но все они довольно слабые, сейсмическая энергия в 37 раз меньше среднего значения за этот период.

В этом районе в 2000–2007 гг. происходили наиболее сильные землетрясения региона, такие как Углегорско-Айнское 4(5) августа 2000 г. с $MLH=7.0$, $M_{W_{HRVD}}=6.8$ [35], Такойское 1 сентября 2001 г. с $MLH=5.2$, $M_{W_{HRVD}}=5.2$ [36], Горнозаводское 17 августа 2006 г. с $MLH=5.9$, $M_{W_{HRVD}}=5.7$ [37], Невельские 2 августа 2007 г. с $MLH=6.3$ и 6.0, $M_{W_{GCMT}}=6.2$ и 5.8 [17, 38]. В 2008 г. сейсмическая активность района снизилась, в 2009 г. снижение активности по числу зарегистрированных землетрясений продолжилось, по суммарной сейсмической энергии осталось практически на прежнем уровне. В 2010 г. сейсмическая активность несколько возросла – суммарная сейсмическая энергия стала в 3.6 раза больше, чем в 2009 г. В 2011 г. сильных землетрясений в районе не происходило, магнитуда не превышала $M^p=4$. В 2012 г. сейсмическая активность возросла в 1.4 раза как по числу зарегистрированных землетрясений, так и по суммарной сейсмической энергии. Самое сильное ($MLH=4.2$) мелкофокусное ($h=10$ км) землетрясение (1) произошло 21 января в 23^h44^m. Максимальная интенсивность сотрясений составила 4 балла и отмечена в пос. Быков ($\Delta=12$ км).

Всего в районе отмечено шесть ощутимых землетрясений [29] (табл. 4). Максимальный макросейсмический эффект проявило землетрясение (12), произошедшее 24 октября в 00^h53^m на глубине $h=11$ км с $K_C=9.3$, его интенсивность в ближайших к эпицентру поселках Санаторный ($\Delta=3$ км) и Ключи ($\Delta=4$ км) составила 4–5 баллов. Для этого землетрясения определен механизм очага: тип сейсмодислокации – сдвиг, одна из возможных плоскостей разрыва, с правой стороны подвижкой вдоль нее, ориентирована на запад–северо-запад, плоскость с левой стороны подвижкой ориентирована на юг–юго-восток [32].

На территории района зарегистрировано два глубокофокусных землетрясения (4 и 9), их эпицентры находились в проливе Лаперуза, глубина гипоцентра составила 317 и 335 км соответственно. Для первого магнитуда $MSHA=5.5$, $M_{W_{NIED}}=4.3$ для второго $MSH=5.8$, $M_{W_{GCMT}}=5.2$.

Юго-Восточный район (№ 5) представлен 31 мелкофокусным и семью глубокофокусными землетрясениями, суммарная сейсмическая энергия первых в 2.3 раза больше среднегодового значения за период 2001–2011 гг. (табл. 2).

Гипоцентры глубокофокусных землетрясений, зарегистрированных сетью СФ ФИЦ ЕГС РАН, находились в диапазоне глубин $h=321\text{--}343$ км [28], эпицентры – в заливе Анива (рис. 3).

По данным Международного сейсмологического центра [8], в Юго-Восточном районе произошло еще девять землетрясений с $M_{\text{JMA}}=2.9\text{--}3.5$ на глубинах $h=288\text{--}341$ км [39].

В **Восточной части Южного Сахалина (№ 6)** в 2012 г. было зарегистрировано 27 слабых ($M^p \leq 3.2$) мелкофокусных землетрясений, что в 1.6 раза меньше среднегодового значения за период 2001–2011 гг. (табл. 2), суммарная сейсмическая энергия в 80 раз меньше среднегодового значения. Ощутимых землетрясений не было (табл. 4).

В **Хабаровском приграничном районе (№ 7)** зарегистрировано шесть мелкофокусных землетрясений, суммарная сейсмическая энергия в 1.8 раза больше среднегодового значения.

Закключение. В целом в 2012 г. мелкофокусная сейсмическая активность Сахалина и глубокофокусная активность Анивского залива была низкой. Редким событием явилось сильное Охотское землетрясение, произошедшее 14 августа на глубине $h=589$ км с $M_{\text{WGCMT}}=7.7$. Землетрясение вызвало макросейсмический эффект на территории острова интенсивностью $I=3\text{--}4$ балла. Более сильные проявления землетрясения ($I=4\text{--}5$ баллов) отмечены в населенных пунктах Японии на эпицентральной расстоянии $\Delta=700\text{--}1200$ км.

Самое сильное мелкофокусное землетрясение ($M_{\text{WGCMT}}=5.0$, $K_c=11.2$) произошло 21 октября в $11^{\text{h}}57^{\text{m}}$ на глубине $h=10$ км, в 36 км к юго-западу от г. Оха, где макросейсмический эффект составил 4 балла, а в ближайшем к эпицентру пос. Москальво ($\Delta=25$ км) достигал 5 баллов.

Л и т е р а т у р а

1. **Костылев Д.В. (сост.).** Стационарные сейсмические станции и сеть цунами Сахалина в 2012 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.
2. **Костылев Д.В. (отв. сост.).** Сейсмические станции Приамурья и Приморья в 2012 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.
3. **Костылев Д.В. (сост.).** Стационарные сейсмические станции Курило-Охотского региона, работавшие в 2012 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.
4. **Фокина Т.А., Сафонов Д.А., Михайлов В.И., Костылев Д.В.** Сахалин // Землетрясения Северной Евразии, 2011 год. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – С. 162–169.
5. **Старовойт О.Е., Мишаткин В.Н.** Сейсмические станции Российской академии наук. – Москва–Обнинск: ГС РАН, 2001. – 88 с.
6. **Фокина Т.А., Кислицына И.П., Сафонов Д.А., Михайлов В.И.** Сахалин // Землетрясения Северной Евразии, 2006 год. – Обнинск: ГС РАН, 2012. – С. 175–184.
7. **Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2012 год** [Электронный ресурс] / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2012–2013. – URL: ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2012
8. **International Seismological Centre**, Thatcham, Berkshire, United Kingdom, 2015 [Сайт]. – URL: <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/bulletin/>
9. **Фокина Т.А., Паршина И.А., Сафонов Д.А., Сен Рак Се, Ким Чун Ун.** Сахалин // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 148–158.
10. **Михайлов В.И. (сост.).** Локальная сеть сейсмических станций Сахалина в 2012 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.
11. **Михайлов В.И.** Юг о. Сахалин // Землетрясения России в 2012 году. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 87–88.

12. Раутиан Т.Г. Об определении энергии землетрясений на расстоянии до 3000 км // Экспериментальная сейсмика. Труды ИФЗ АН СССР; № 32(199). – М.: Наука, 1964. – С. 88–93.
13. Раутиан Т.Г. Энергия землетрясений // Методы детального изучения сейсмичности. Труды ИФЗ АН СССР; № 9(176). – М.: ИФЗ АН СССР, 1960. – С. 75–114.
14. Паршина И.А. (отв. сост.), Ферчева В.Н., Децик И.В., Рунова А.И. (сост.). Каталог землетрясений юга о. Сахалин в 2012 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.
15. Соловьёв С.Л., Соловьёва О.Н. Скорость колебания земной поверхности в объемных волнах неглубокофокусных Курило-Камчатских землетрясений на расстояниях до 17° // Физика Земли. – 1967. – № 1. – С. 37–60.
16. Волкова Л.Ф., Поплавская Л.Н., Соловьёва О.Н. Шкалы *MPVA*, *MSHA* для определения магнитуд близких глубокофокусных землетрясений Дальнего Востока // Сейсмологические наблюдения на Дальнем Востоке СССР. Методические работы ЕССН. – М.: Наука, 1989. – С. 81.
17. Невельское землетрясение и цунами 2 августа 2007 года, о. Сахалин / Ред. Б.В. Левин, И.Н. Тихонов. – М.: Янус-К, 2009. – 204 с.
18. Поплавская Л.Н., Бобков А.О., Кузнецова В.Н., Нагорных Т.В., Рудик М.И. Принципы формирования и состав алгоритмического обеспечения регионального центра обработки сейсмологических наблюдений (на примере Дальнего Востока) // Сейсмологические наблюдения на Дальнем Востоке СССР. Методические работы ЕССН. – М.: Наука, 1989. – С. 32–51.
19. Оскорбин Л.С., Бобков А.О. Сейсмический режим сейсмогенных зон юга Дальнего Востока // Геодинамика тектоносферы зоны сочленения Тихого океана с Евразией. Т. VI. (Проблемы сейсмической опасности Дальневосточного региона). – Южно-Сахалинск: ИМГиГ, 1997. – С. 179–197.
20. Балакина Л.М., Введенская А.В., Голубева Н.В., Мишарина Л.А., Широкова Е.И. Поле упругих напряжений Земли и механизм очагов землетрясений. – М.: Наука, 1972. – 192 с.
21. Snoke J.A., Munsey J.W., Teague A.C., Bollinger G.A. A program for focal mechanism determination by combined use of polarity and *SV-P* amplitude ratio data // Earthquake Notes. – 1984. – 55. – N 3. – P. 15.
22. Сафонов Д.А., Коновалов А.В. Апробация вычислительной программы ФОСМЕС для определения фокальных механизмов землетрясений Курило-Охотского и Сахалинского регионов // Тихоокеанская геология. – 2013. – 32. – № 3. – С. 102–117.
23. Соловьёв С.Л., Соловьёва О.Н. Соотношение между энергетическим классом и магнитудой Курильских землетрясений // Физика Земли. – 1967. – № 2. – С. 13–23.
24. Соловьёва О.Н., Соловьёв С.Л. Новые данные о динамике сейсмических волн неглубокофокусных Курило-Камчатских землетрясений // Проблемы цунами. – М.: Наука, 1968. – С. 75–97.
25. Гутенберг Б., Рихтер К.Ф. Магнитуда, интенсивность, энергия и ускорение как параметры землетрясений (II) // Слабые землетрясения. – М.: ИЛ, 1961. – С. 72–119.
26. Габсатарова И.П. Границы сейсмоактивных регионов России с 2004 г. // Землетрясения России в 2004 году. – Обнинск: ГС РАН, 2007. – С. 139.
27. Инструкция о порядке производства и обработки наблюдений на сейсмических станциях Единой системы сейсмических наблюдений СССР. – М.: Наука, 1982. – 272 с.
28. Паршина И.А. (отв. сост.), Ферчева В.Н., Децик И.В., Рунова А.И. (сост.). Каталог землетрясений юга о. Сахалин в 2012 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.
29. Сохатюк А.С., Левина В.И. (сост.). Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений Сахалина в 2012 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.
30. Hisada T., Nakagawa K. Present Japanese Development in Engineering Seismology and their Application to Building. – Japan: 1958.
31. Медведев С.В. Международная шкала сейсмической интенсивности // Сейсмическое районирование СССР. – М.: Наука, 1968. – С. 151–162.
32. Богинская Н.В. (отв. сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Сахалина за 2012 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.

33. Семёнова Е.П., Сафонов Д.А., Фокина Т.А. Глубокофокусное землетрясение 14 августа 2012 г. с $M_w=7.7$, $I_0=4$ (Охотское море) // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – С. 377–386.
34. Сафонов Д.А., Нагорных Т.В., Коновалов А.В., Степнов А.А. Тензор момента, механизм очага и напряженное состояние территории о. Сахалин // Вулканология и сейсмология. – М.: Наука, 2017. – № 3. – С. 59–71.
35. Поплавская Л.Н., Нагорных Т.В., Фокина Т.А., Поплавский А.А., Пермикин Ю.Ю., Стрельцов М.И., Ким Чун Ун, Сафонов Д.А., Мельников О.Я., Зудик М.И., Оскорбин Л.С. Углегорско-Айинское землетрясение 4 августа 2000 года, $MLH=7.0$, $I_0=8-9$ (Сахалин) // Землетрясения Северной Евразии в 2000 году. – Обнинск: ГС РАН, 2006. – С. 265–284.
36. Поплавская Л.Н., Фокина Т.А., Сафонов Д.А., Нагорных Т.В., Ким Чун Ун, Сен Рак Се, Урбан Н.А. Такойское землетрясение 1 сентября 2001 года с $M=5.2$, $I_0=7$ (Сахалин) // Землетрясения Северной Евразии в 2001 году. – Обнинск: ГС РАН, 2007. – С. 331–344.
37. Фокина Т.А., Сафонов Д.А. Горнозаводское землетрясение 17 августа 2006 г. с $MLH=5.9$, $K_c=12.0$, $I_0=7$ (Сахалин) // Землетрясения Северной Евразии, 2006 год. – Обнинск: ГС РАН, 2012. – С. 367–374.
38. Сафонов Д.А., Нагорных Т.В., Фокина Т.А. Невельские землетрясения 2 августа 2007 г. в 02^h37^m с $MLH=6.3$ и в 05^h22^m с $MLH=6.0$, $I_0=8$ (Сахалин) // Землетрясения Северной Евразии, 2007 год. – Обнинск: ГС РАН, 2013. – С. 396–407.
39. Левина В.И. (сост.). Дополнение к каталогу механизмов очагов землетрясений Сахалина по данным ISC за 2012 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.