

САХАЛИН

Т.А. Фокина, Д.А. Сафонов, И.П. Кислицына, В.И. Михайлов

Сахалинский филиал Геофизической службы РАН,
г. Южно-Сахалинск, fokina@seismo.sakhalin.ru

Параметры землетрясений региона, включающего территорию о. Сахалин с шельфом и восточную часть Приамурья, определены на основе материалов наблюдений, полученных на четырех стационарных сейсмических станциях Сахалина: «Южно-Сахалинск» (YSS), «Тымовское» (TYV), «Углегорск» (UGL) и «Оха» (OKH). Параметры и местоположение сейсмических станций региона в 2007 г., по сравнению с таковыми в 2006 г. [1], не изменились. Сейсмические станции региона Сахалин входят в состав общей сети Сахалинского филиала ГС РАН (SKHL), представленной на рис. 1 в [2]. Для локации землетрясений региона привлекались данные всех сейсмических станций сети SKHL [2, 3], а также бюллетени ГС РАН [4], JMA, ISC [5]. Карта магнитудной представительности землетрясений, рассчитанная для всей сети сейсмических станций СФ ГС РАН в 2007 г., приведена в [2].

Одновременно с регистрацией сейсмических событий аналоговой аппаратурой продолжалась цифровая регистрация на трех станциях: данные цифрового комплекса IRIS на станции «Южно-Сахалинск» использовались в сводной обработке в полной мере; данные станций «Оха» и «Тымовское» (аппаратура Datamark LS7000XT японского производства [1]) привлекались для определения координат гипоцентров лишь при условии регистрации события хотя бы одной аналоговой станцией, запись которой необходима для оценки его энергии.

На юге Сахалина работала локальная сеть из девяти полевых цифровых станций DAT Японского производства, создаваемая с 1999 г. [6] для наблюдений за сейсмичностью наиболее заселенной южной части о. Сахалин. Как и в прошлые годы, только на тех пунктах, где созданы благоприятные условия регистрации (Ожидаево, Остромысовка, Корсаков), станции работали устойчиво в круглогодичном режиме, за исключением мелких неисправностей, на других аппаратура выходила из строя вследствие эксплуатации оборудования при повышенной влажности, низких температурах и других специфических условиях полевых наблюдений, что приводило к неизбежной потере информации. В летний период (июнь–октябрь), наблюдения были обеспечены минимально восемью-девятью полевыми станциями, а в зимний – шестью-семью. На момент главного толчка Невельского землетрясения 2 августа 2007 г. [7] работало 89% полевых станций. Сведения о них и периоды работы в 2007 г. приведены в табл. 1.

Таблица 1. Временные цифровые сейсмические станции на юге Сахалина (в хронологии их открытия) и периоды их работы в в 2007 г. по [6]

№	Станция			Координаты			Дата открытия	Период наблюдений в 2007 г.
	Название	Код	Тип аппаратуры	φ°, N	λ°, E	$h_y, м$		
1	Ожидаево	OJD	DAT	47.029	142.399	230	02.06.1999	01.01–18.12
2	Белые Скалы	BSK	DAT	46.839	142.318	50	02.06.1999	05.06–21.08 18.09–02.10
3	Загорское	ZGR	DAT	47.303	142.493	120	05.06.2001	01.01–11.09 21.09–29.11
4	Корсаков	KRS	DAT	46.610	142.801	100	25.07.2002	01.01–24.03 17.04–22.07 08.08–29.12
5	Лесное	LSN	DAT	46.958	143.031	30	31.05.2002	07.06–16.10
6	Мальково	MLK	DAT	46.769	143.354	10	04.07.2003	01.01–11.01 19.01–29.12

№	Станция			Координаты			Дата открытия	Период наблюдений в 2007 г.
	Название	Код	Тип аппаратуры	φ°, N	λ°, E	$h_y, м$		
7	Остромысовка	OSM	DAT	47.245	143.010	30	10.11.2004	01.01–14.11 29.11–05.12
8	Холмск	KHL	DAT	47.076	142.076	15	29.06.2006	01.01–18.12
9	Колхозное	KKH	DAT	46.656	141.907	18	14.08.2006	01.01–13.02 31.05–07.08 30.08–16.09 02.10–18.12

Примечание. Все станции имеют одинаковые характеристики аппаратуры: частотный диапазон – 1–80 Гц, частота опроса данных – 100 Гц, разрядность АЦП – 16, чувствительность – $3 \cdot 10^8$ отсчет/(м/с).

Конфигурация локальной сети представлена на рис. 1 вместе с изолиниями магнитудной представительности M_{\min} , где M является расчетной магнитудой по формуле Т.Г. Раутиан – $M=(K_p-4)/1.8$ [8].

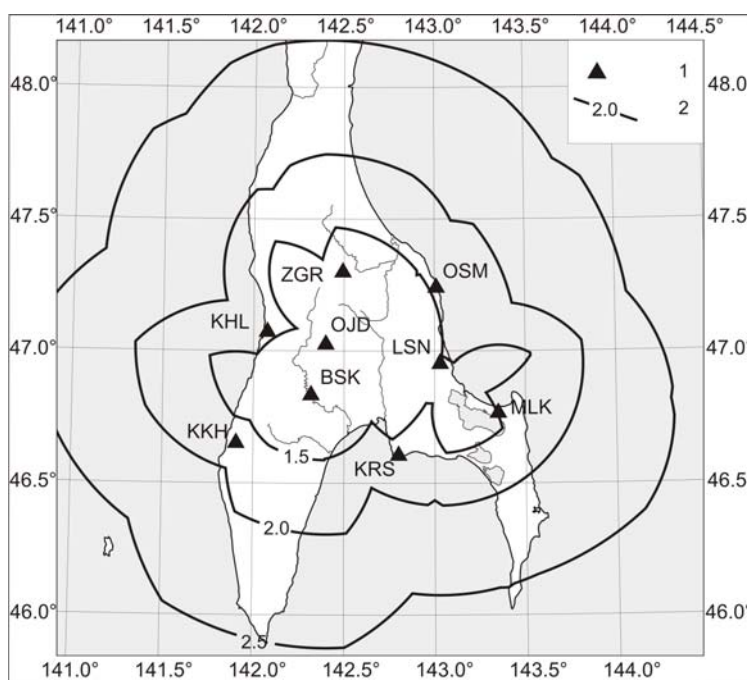


Рис. 1. Карта магнитудной представительности землетрясений на юге о. Сахалин в 2007 г.

1 – сейсмическая станция; 2 – изолиния M_{\min} .

Как видим, на юге Сахалина в период действия локальной сети без пропусков регистрируются землетрясения с $M_{\min} \geq 2.5$ ($K_C=6.2$), а на всем острове, точнее, на большей его части, представительными являются землетрясения с $M_{\min} \geq 3.0$, согласно [2].

Методы обработки сейсмологических данных [9–17], параметры регистрирующей аппаратуры стационарных сейсмических станций и схема деления региона на отдельные сейсмоактивные районы остались такими же, как в 2006 г. [1]. Энергия землетрясений оценивалась (в Дж) по формуле Гуттенберга–Рихтера: $\lg E=4.8+1.5M^p$ [18], где магнитуда $M^p=MLH$, при наличии таковой в каталоге [19], а при ее отсутствии вычислялась по формулам: $M^p=(K_C-1.2)/2$ (с $h \leq 80$ км) и $M^p=(MSH-1.71)/0.75$ (с $h \geq 81$ км) из [15–17]. При отсутствии K_C , но наличии K_p , использовалась указанная выше формула Т.Г. Раутиан [8].

В региональный каталог Сахалина за 2007 г. [19] включены параметры 650 событий: из них 617 коровых землетрясений с $h \leq 21$ км, 11 глубоких с $h=293$ –347 км и 22 события идентифицированы как «возможно взрыв». Карта эпицентров событий, зарегистрированных в регионе в 2007 г., приведена на рис. 2.

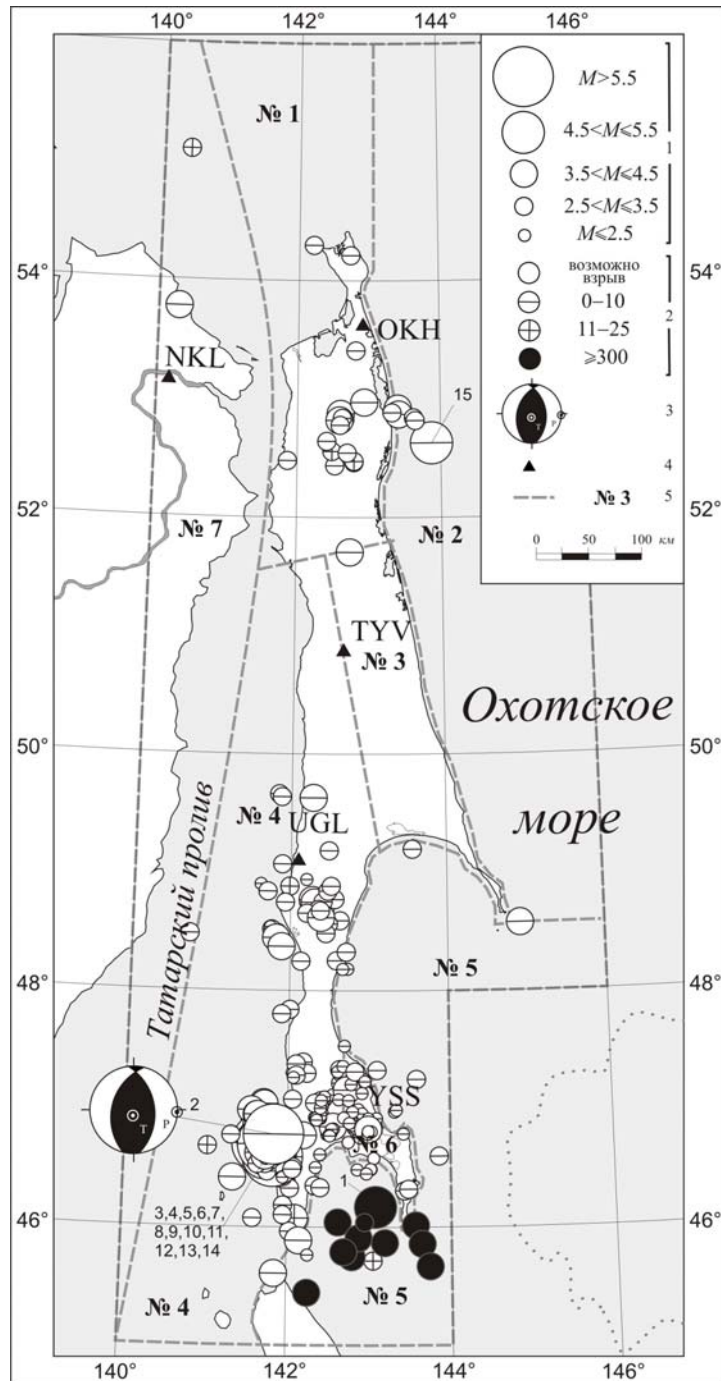


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений Сахалина в 2007 г.

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

Ощутимых в 2007 г. было 46 землетрясений [19], семь из них ощущались и в Японии [5, 19]. Для самых сильных ($M^p=6.3$ и $M^p=6.0$) событий (2, 6 на рис. 2), произошедших 2 августа в $02^{\text{h}}37^{\text{m}}$ и в $05^{\text{h}}22^{\text{m}}$ на глубине $h=10$ км и названных Невельскими, проведено макросейсмическое обследование по 83 пунктам. Подробное описание этих землетрясений и их макросейсмического эффекта приведено в отдельной статье [7]. Для восьми землетрясений из серии Невельских событий определены механизмы очагов в региональном каталоге [20]. В дополнительном каталоге [21], составленном в ред., представлены другие решения механизмов очагов для этих восьми и еще для 36 других землетрясений по данным, собранным из мировых источников в [5].

По данным локальной сети юга о. Сахалин определены параметры 2728 землетрясений с магнитудами $M=0.3-6.3$ [22]. Обзор сейсмичности юга Сахалина дан в [6].

Распределение мелкофокусных событий Сахалина по часам суток времени (UT) представлено на рис. 3. Диаграмма на рис. 3 а, построенная для всех землетрясений с глубиной $h \leq 25$ км, демонстрирует ярко выраженный максимум, приходящийся на 3–5 часов (UT). На диаграмме, построенной для событий с $M^p \geq 4.0$ (рис. 3 б), максимум также пришелся на это время. Столь значительная асимметрия в распределении землетрясений по часам суток связана с мощным афтершоковым процессом, произошедшим в очаге Невельских землетрясений в первые 2.5 часа после главного толчка.

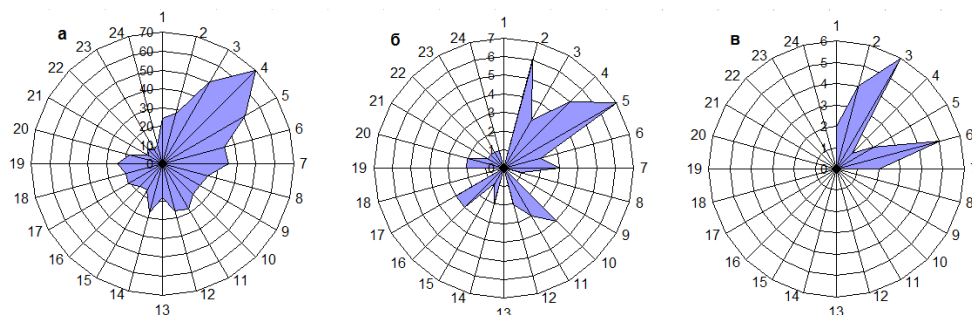


Рис. 3. Распределение числа мелкофокусных сейсмических событий Сахалина по часам суток (UT)

а – все землетрясения с $h \leq 25$ км ($N=617$); б – то же, но с $M \geq 4$ ($N=53$); в – взрывы ($N=22$).

Представленное на рис. 3 в распределение взрывов демонстрирует типичную для этих событий картину с максимумами в часы производства взрывных работ (14 и 17 часов местного времени).

Мелкофокусная сейсмическая активность Сахалина в 2007 г. [19] была выше, чем в сейсмически активном 2006 г. [1] как по числу зарегистрированных землетрясений (617 вместо 221, см. табл. 2, рис. 4), так и по уровню суммарной сейсмической энергии, высвобожденной в их очагах ($301.33 \cdot 10^{12}$ Дж вместо $48.49 \cdot 10^{12}$ Дж).

Из сравнения со средними за 2001–2006 гг. показателями сейсмического режима (табл. 2) видно, что число землетрясений в 2007 г. почти в три раза выше среднего значения ($N_{\text{ср}}=219.7$), а выделившаяся сейсмическая энергия более чем в 20 раз превышает среднюю ($E_{\text{ср}}=14.12 \cdot 10^{12}$ Дж) и более чем в три раза – суммарную энергию ($E_{\Sigma}=84.63 \cdot 10^{12}$ Дж) за шесть предыдущих лет. Столь значительное усиление сейсмической активности в регионе связано с процессами, происходившими в очаговой зоне Невельских землетрясений.

Глубокофокусная сейсмическая активность (табл. 3) в 2007 г. была несколько выше, чем в 2006 г., который характеризовался глубоким минимумом как числа землетрясений, так и количества сейсмической энергии, в сравнении со средними значениями за 2001–2005 гг. В 2007 г. зарегистрировано 11 глубокофокусных землетрясений, что на два меньше среднего за 2001–2006 гг., но сейсмическая энергия меньше среднего на полтора порядка.

Таблица 2. Распределение мелкофокусных ($h \leq 25$ км) землетрясений по энергетическому классу K_C и суммарная сейсмическая энергия ΣE в регионе Сахалина в 2001–2007 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
Всего	293	546	364	81	25	7	2			1318	84.63
Среднее	48.8	91	60.7	13.5	4.2	1.2	0.3			219.7	14.12
2007	105	189	221	71	22	4	2	2	1	617	301.33

Примечания. Для построения распределения землетрясений по классам K_C в случае его отсутствия применялся пересчет из класса K_p по формуле $K_C=K_p-1.7$ [23].

Таблица 3. Распределение глубокофокусных ($h > 200$ км) землетрясений по магнитуде MSH и суммарная сейсмическая энергия ΣE в регионе Сахалин в 2001–2007 гг.

Год	MSH				Всего	$\Sigma E,$ 10^{12} Дж
	≤ 4.0	5	6	7		
2001	7	7			14	1.1
2002	11	9	1		21	15.36
2003	7	7			14	4.08
2004	8	5		1	14	603.52
2005	7	6			13	4.66
2006	3	1			4	1.49
Сумма	43	35	1	1	80	630.21
Среднее	7.17	5.83	0.17	0.17	13.3	105.04
2007	2	9			11	2.14

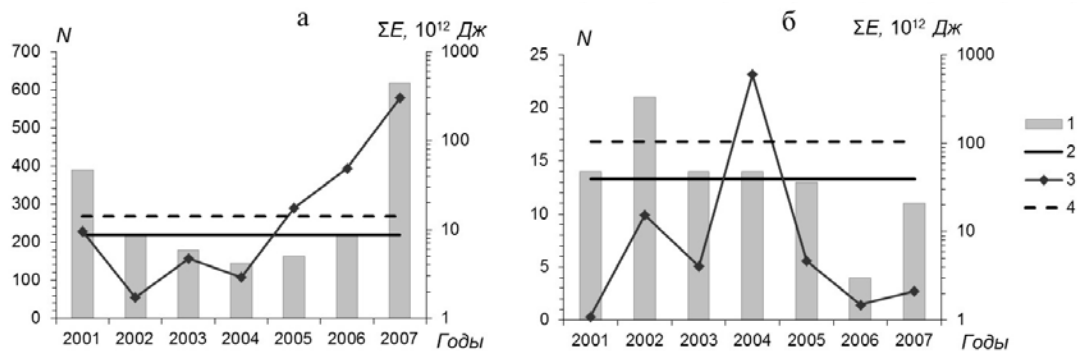


Рис. 4. Изменение во времени числа N землетрясений и суммарной сейсмической энергии ΣE коровых (а) и глубоких (б) землетрясений за 2001–2007 гг.

1, 2 – $N(t)$ и среднее \bar{N} за 2001–2006 гг. соответственно; 3, 4 – величина $\Sigma E(t)$ и среднее $\bar{\Sigma E}$ за 2001–2006 гг. соответственно.

Далее рассмотрим более подробно особенности сейсмического процесса по районам, начиная с количественного представления числа землетрясений и их суммарной энергии в совокупности за семь лет (табл. 4). Сведения из табл. 4 привлекаются ниже при описании сейсмичности районов.

Таблица 4. Распределение по районам числа мелкофокусных землетрясений и суммарной сейсмической энергии ($\Sigma E, 10^{12}$ Дж) за 2001–2007 гг.

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	0	0	4	0
2004	56	0.37	3	0.01	6	0.01	67	2.48	4	0.01	0	0	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	46.38	10	0.0006	19	0.045	3	0.01
Всего	426	8.26	26	11.73	14	0.027	698	61.72	24	0.1116	90	2.59	40	0.2
Среднее	71	1.38	4.33	1.96	2.33	0.004	116.33	10.29	4	0.019	15	0.43	6.67	0.03
2007	18	0.33	6	3.38			550	297.47	17	0.11	23	0.03	3	0.02

Распределение землетрясений по классам K_C в семи районах Сахалина в 2007 г. приведено в табл. 5 и изображено частично на рис. 5. Как видим, максимальное число землетрясений и энергии в 2007 г. в Западно-Сахалинском районе (№ 4), как, впрочем, и за весь период 2001–2007 гг. Начало резкой активизации сейсмичности связано с Углегорско-Айнским землетрясением в августе 2000 г. [24], затем Такойский рой – в июле–сентябре 2001 г. [25]. В 2002–2005 гг. сейсмиче-

ская активность в районе была умеренной, но в августе 2006 г. – новый всплеск на юге района – Горнозаводское землетрясение [26]. Невельское землетрясение произошло в августе 2007 г., т.е. почти через год после Горнозаводского, а их эпицентры находились в 31 км друг от друга.

Таблица 5. Распределение коровых землетрясений по энергетическому классу K_C , а глубокофокусных – по магнитуде MSH , и суммарная сейсмическая энергия ΣE по районам Сахалина

$h \leq 30$ км												
№	Районы	K_C									ΣN	$\Sigma E, 10^{12}$ Дж
		≤ 6.5	7	8	9	10	11	12	13	14		
1	Северный		5	9	4						18	0.33
2	Охотоморский шельф		1	2		2	1				6	3.38
3	Восточно-Сахалинский											
4	Западно-Сахалинский	76	177	204	65	20	3	2	2	1	550	297.47
5	Юго-Восточный	10	4	1	2						17	0.11
6	Восточная часть южного Сахалина	19	1	3							23	0.03
7	Хабаровский приграничный		1	2							3	0.02
	Всего	105	189	221	71	22	4	2	2	1	617	301.33

$h \geq 200$ км					
№	Районы	MSH		ΣN	$\Sigma E, 10^{12}$ Дж
		4.0	5.0		
4	Западно-Сахалинский				
5	Юго-Восточный	2	9	11	2.14

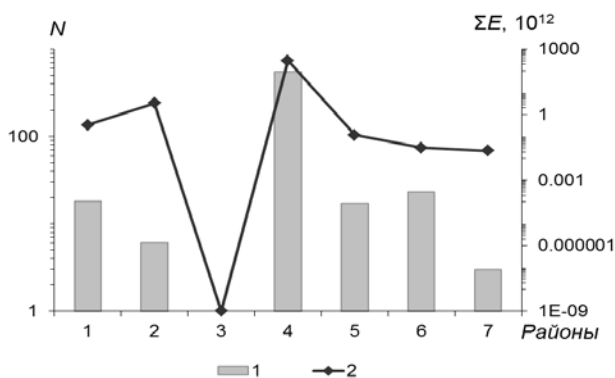


Рис. 5. Соотношение числа N и суммарной сейсмической энергии ΣE мелкофокусных землетрясений по районам Сахалина в 2007 г.

1 – N ; 2 – ΣE

Распределение ощутимых землетрясений по районам региона представлено в табл. 6. Как отмечено выше, преимущество в их числе (~80%) также в районе № 4. Кроме главных Невельских землетрясений (2) и (6), на юге Сахалина отмечено еще 35 ощутимых толчков, причем реально их наблюдалось больше, особенно 2 августа, когда, по словам очевидцев, трясло весь день. Максимальная наблюдаемая интенсивность сотрясений $I=7-8$ баллов зафиксирована в г. Невельске, причем это суммарный эффект для главного толчка и сильнейших афтершоков 2 августа в совокупности, потому что оценить воздействие отдельных сильных землетрясений оказалось невозможным.

Таблица 6. Распределение ощутимых землетрясений по районам Сахалина, максимальная величина магнитуды M^P и максимальная интенсивность сотрясений I_{max}

№	Район	Число ощутимых землетрясений	M^P_{max}	I_{max} , балл
1	Северный	5	4.1	3
2	Охотоморский шельф	2	5.1	2
3	Восточно-Сахалинский			
4	Западно-Сахалинский	36	6.3	7–8
5	Юго-Восточный	1	4.7	3
6	Восточная часть Южного Сахалина	2	3.5	2–3
7	Хабаровский приграничный		3.6	
	Всего	46		

На севере Сахалина отмечено семь ощутимых землетрясений, в юго-восточной части региона – три. Интенсивность сотрясений во всех случаях не превышала 3 баллов. Ни одно глубокофокусное землетрясение 2007 г. на острове не ощущалось.

В Северном районе (№ 1) наблюдалась самая низкая за период 2001–2007 г. сейсмическая активность: зарегистрировано 18 коровых землетрясений, что более чем в два раза меньше, чем в 2001 г. [1], и почти в четыре раза меньше среднего за 2001–2006 гг. Суммарная сейсмическая энергия (табл. 4) имеет самое низкое значение за указанный период, также почти в четыре раза меньше среднегодового. Самое сильное ($K_C=9.3$) землетрясение района произошло 27 сентября в $16^h 51^m$ в 14 км от пос. Сабо, где ощущалось с интенсивностью $I=3$ балла. Всего в районе произошло пять ощутимых землетрясений, макросейсмический эффект ни одного из них не превышал 3 балла (табл. 6).

На Охотоморском шельфе (№ 2) наблюдался подъем сейсмической активности, хотя и не такой высокий, как в 2005 г. (табл. 4). Здесь было зарегистрировано шесть землетрясений при среднегодовом значении $N=4$, сейсмическая энергия (табл. 5) оказалась в 1.7 раза больше среднегодовой величины за период 2001–2006 гг. Самое сильное ($K_C=11.4$) землетрясение района (15) произошло 22 августа в $23^h 03^m$ на северо-восточном шельфе Сахалина и ощущалось с интенсивностью $I=2$ балла в пос. Сабо и Ноглики ($\Delta=79$ км и $\Delta=108$ км, соответственно). В районе отмечено еще одно ощутимое землетрясение, произошедшее 22 ноября в $06^h 50^m$ с $K_C=10.2$, с такой же интенсивностью $I=2$ балла в г. Оха ($\Delta=80$ км).

В Восточно-Сахалинском районе (№ 3) в 2007 г. ни одного землетрясения не зарегистрировано.

Западно-Сахалинский район (№ 4), как было отмечено выше, самый сейсмически активный район Сахалина с 2000 г. [24–26], в 2007 г. испытал новый всплеск сейсмической активности на юге острова: 2 августа в $02^h 37^m$ и в $05^h 22^m$ на глубине $h=10$ км произошли сильные ($MLH=6.3$ и 6.0) землетрясения (2) и (6), названные Невельскими. Землетрясения ощущались по всему югу Сахалина. Максимальная интенсивность сотрясений $I=7-8$ баллов была зафиксирована в г. Невельске в 16 км от эпицентра. Эпицентры землетрясений располагались в акватории Татарского пролива напротив пос. Заветы Ильича ($\Delta=10$ км). У этого поселка на побережье, в северной части небольшого залива, наблюдалась волна цунами высотой 2.3 м, а к югу от устья р. Сокольники высота заплеска составила 3.2 м [27]. Сахалинским филиалом ГС РАН было организовано макросейсмическое обследование этих землетрясений, в результате которого были собраны сведения по 82 населенным пунктам. По данным в [20], подвижка в очагах Невельских землетрясений произошла под действием близгоризонтальных сжимающих напряжений, ориентированных субширотно. Оси промежуточных напряжений близгоризонтальны и ориентированы субмеридионально. Тип сейсмодислокации – взброс с небольшой сдвиговой компонентой. Подробное исследование серии Невельских землетрясений приведено, как отмечено выше, в отдельной статье наст. сб. [7].

Юго-Восточный район (№ 5) представлен 17 коровыми с $h=0-15$ км и 11 глубокофокусными землетрясениями с $h=293-347$ км, суммарная сейсмическая энергия первых имеет самое высокое за период 2001–2007 гг. значение (табл. 4), которое почти в шесть раз больше среднегодового значения, рассчитанного за период 2001–2006 гг.

11 глубокофокусных землетрясений зарегистрированы на глубине $h=293-347$ км, их эпицентры находились в акватории залива Анива (рис. 2). Как отмечено выше, число землетрясений чуть меньше среднегодового значения ($N=13$, табл. 4) за 2001–2006 гг., но суммарная сейсмическая энергия значительно (на полтора порядка) меньше среднего. Самое сильное ($M^p=4.7$) глубокофокусное землетрясение (1) произошло 27 июля в $14^h 08^m$ на глубине $h=335\pm 21$ км. Согласно [21], в его очаге преобладали напряжения сжатия, в результате подвижки типа взброс по обеим достаточно крутым ($DP_1=69^\circ$, $DP_2=50^\circ$) нодальным плоскостям, но с заметными компонентами сдвига, левосторонними – по $NP1$ и правосторонними – по $NP2$.

Следует, по-видимому, отметить, что в [21] имеются механизмы очагов еще для шести более слабых ($M^p\leq 4.5$) глубоких землетрясений, произошедших 26 января в $16^h 39^m$ с $M^p=4.3$, 10 марта в $07^h 43^m$ с $M^p=4.5$, 11 марта в $05^h 17^m$ с $M^p=4.3$, 27 апреля в $12^h 30^m$ с $M^p=3.9$, 16 июня в $02^h 58^m$ с $M^p=4.4$ и 24 сентября в $20^h 44^m$ с $M^p=4.1$. В четырех очагах преобладали напряжения сжатия и преимущественно взбросовые подвижки по достаточно крутым ($DP=47-85^\circ$) плоско-

стям. Более пологая ($DP=35^\circ$) одна из плоскостей наблюдается только в одном очаге за 24 сентября. В двух очагах (11 марта и 27 апреля) напряжения сжатия и растяжения разнятся незначительно и в них реализовались в основном сдвиги с незначительными компонентами взброса для первого и, наоборот, сброса – для другого.

Макросейсмический эффект отмечен лишь от одного землетрясения, зарегистрированного 1 июля в $14^{\text{h}}07^{\text{m}}$ на глубине $h=10$ км ($MLH=4.0$). Интенсивность сотрясений на м. Крильон ($\Delta=7$ км) достигла $I=3$ балла. Согласно [21], в его очаге по крутой ($DP_1=65^\circ$) близмеридиональной ($STK_1=197^\circ$) плоскости $NP1$ реализовался почти чистый взброс с незначительной составляющей правостороннего сдвига и надвиг по наклонной ($DP_2=34^\circ$) плоскости $NP2$ северо-западного ($STK_1=331^\circ$) простирания с минимальной компонентой левостороннего сдвига.

В районе также зафиксировано два события, возможно взрывного происхождения.

В **Восточной части Южного Сахалина (№ 6)** в 2007 г. было зарегистрировано 23 землетрясения, что несколько больше среднего за 2001–2006 гг. (табл. 4), однако суммарная сейсмическая энергия в 14 раз меньше среднегодового значения, рассчитанного за указанный период. Самое сильное ($K_C=8.1$, $MPVA=4.2$, $M^P=3.5$) землетрясение возникло 14 ноября в $02^{\text{h}}39^{\text{m}}$. Два землетрясения, зарегистрированные 22 июня в $19^{\text{h}}05^{\text{m}}$ и 27 октября в $01^{\text{h}}59^{\text{m}}$ на глубине $h=10$ км ($K_C=8.0$ и 7.5 соответственно), ощущались в пос. Быков ($\Delta=7$ км и 19 км, соответственно) с интенсивностью $I=2-3$ балла и 2 балла [19].

В районе 18 событий идентифицировано как «возможно взрыв».

В **Хабаровском Приграничном районе (№ 7)** зарегистрировано, как и в 2006 г. [1], три коровых землетрясения: 20 мая в $16^{\text{h}}14^{\text{m}}$ с $K_C=7.8$ и $M^P=3.3$, 21 мая в $18^{\text{h}}42^{\text{m}}$ с $K_C=8.3$ и $M^P=3.6$, 22 июня в $04^{\text{h}}20^{\text{m}}$ с $K_C=6.9$ и $M^P=2.9$; глубина гипоцентра для первого из них равна $h=20$ км, для двух других – $h=10$ км [19]. По числу землетрясений и суммарной их энергии активность района в 2007 г. меньше среднего за 2001–2006 гг. в 2.2 и 1.5 раза соответственно.

В целом в 2007 г. уровень сейсмической активности на Сахалине был высоким, особенно в юго-западной части острова.

Л и т е р а т у р а

1. **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.
2. **Коваленко Н.С., Фокина Т.А., Сафонов Д.А.** Приамурье и Приморье. (См. раздел (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
3. **Фокина Т.А., Дорошкевич Е.Н., Сафонов Д.А.** Курило-Охотский регион. (См. раздел (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
4. **Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2007 год /** Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ГС РАН, 2007–2008. – URL: ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2007.
5. **Bulletin of the International Seismological Centre for 2007.** – Thatcham, United Kingdom: ISC, 2009. – URL: <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/bulletin/>
6. **Сен Рак Се.** Юг о. Сахалин // Землетрясения России в 2007 году. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 72–75.
7. **Сафонов Д.А., Нагорных Т.В., Фокина Т.А.** Невельские землетрясения 2 августа 2007 г. в $02^{\text{h}}37^{\text{m}}$ с $MLH=6.3$ и в $05^{\text{h}}22^{\text{m}}$ с $MLH=6.0$, $I_0=8$ (Сахалин). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
8. **Раутиан Т.Г.** Энергия землетрясений // Методы детального изучения сейсмичности. (Труды ИФЗ АН СССР; № 9(176)). – М.: ИФЗ АН СССР, 1960. – С. 75–114.
9. **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.
10. **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.

11. 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.
12. Аптекман Ж.Я., Желанкина Т.С., Кейлис-Борок В.И., Писаренко В.Ф., Поплавская Л.Н., Рудик М.И., Соловьёв С.Л. Массовое определение механизмов очагов землетрясений на ЭВМ // Теория и анализ сейсмологических наблюдений (Вычислительная сейсмология; Вып. 12). – М.: Наука, 1979. – С. 45–58.
13. Поплавская Л.Н., Нагорных Т.В., Рудик М.И. Методика и первые результаты массовых определений механизмов очагов коровых землетрясений Дальнего Востока // Землетрясения Северной Евразии в 1995 году. – М.: ОИФЗ РАН, 2001. – С. 95–99.
14. 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. 81–85.
15. Соловьёв С.Л., Соловьёва О.Н. Скорость колебания земной поверхности в объёмных волнах неглубокофокусных Курило-Камчатских землетрясений на расстояниях до 17° // Физика Земли. – 1967. – № 1. – С. 37–60.
16. Соловьёв С.Л., Соловьёва О.Н. Соотношение между энергетическим классом и магнитудой Курильских землетрясений // Физика Земли. – 1967. – № 2. – С. 13–23.
17. Соловьёва О.Н., Соловьёв С.Л. Новые данные о динамике сейсмических волн неглубокофокусных Курило-Камчатских землетрясений // Проблемы цунами. – М.: Наука, 1968. – С. 75–97.
18. Гутенберг Б., Рихтер К.Ф. Магнитуда, интенсивность, энергия и ускорение как параметры землетрясений (II) // Слабые землетрясения. – М.: ИЛ, 1961. – С. 72–119.
19. Кислицина И.П. (отв. сост.), Сохатюк А.С., Децик И.В. Каталог землетрясений ($N=628$) и взрывов ($N=22$) Сахалина за 2007 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
18. Раутиан Т.Г. Энергия землетрясений // Методы детального изучения сейсмичности. (Труды ИФЗ АН СССР; № 9(176)). – М.: ИФЗ АН СССР, 1960. – С. 75–114.
20. Сафонов Д.А. (отв. сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Сахалина за 2007 г. ($N=8$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
21. Левина В.И. (сост.). Дополнение к каталогу механизмов очагов землетрясений Сахалина за 2007 г. ($N=44$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
22. Сен Рак Се (отв. сост), Урбан Н.А., Паршина И.А. Каталог землетрясений юга Сахалина в 2007 г. ($N=2728$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
23. Оскорбин Л.С., Волкова Л.Ф. Параметры основного толчка и сейсмический режим афтершоков Монеронского землетрясения 5(6) сентября 1971 г. // Обработка сейсмологических наблюдений и поиск предвестников землетрясений на Дальнем Востоке. – Южно-Сахалинск, 1978. – С. 68–87.
24. 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.А., Рудик М.И., Оскорбин Л.С. Углегорско-Айнское землетрясение 4(5) августа 2000 года на Сахалине // Землетрясения Северной Евразии в 2000 году. – Обнинск: ГС РАН, 2006. – С. 265–284.
25. 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.
26. 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 в 2006 году. – Обнинск: ГС РАН, 2012. – С. 367–374.
27. Невельское землетрясение и цунами 2 августа 2007 года, о. Сахалин / Ред. Б.В. Левин, И.Н. Тихонов. – М.: Янус-К, 2009. – 204 с.