

САХАЛИН

Т.А. Фокина, И.А. Паршина, М.И. Рудик, Д.А. Сафонов

Сахалинский филиал ГС 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 сейсмических станциях Сахалина: «Южно-Сахалинск» (YSS), «Тымовское» (TYV), «Углегорск» (UGL) и «Оха» (OKH) (табл. 1, рис. 1).

В обработке использовались также данные сейсмических сетей Приамурья [1] и Курильских островов [2], бюллетени ГС РАН [3], JMA, ISC [4]. Методы обработки данных [5–10] и схема деления региона на сейсмоактивные районы, по сравнению с таковыми в 2000 г. [11], не изменились. Сохранилось введенное в 2000 г. изменение в содержании граф h и δh в каталоге землетрясений Сахалина [12]: два типа глубин, полученные по годографу и по обменным волнам, дополнены третьим типом – статистически устойчивыми значениями глубин и статистически устойчивыми погрешностями их определения [13]. В результате графа значений глубин гипоцентров заполнена в [12] для всех землетрясений без исключения.

Таблица 1. Сейсмические станции Сахалина (в хронологии их открытия), работавшие в 2001 г., и их параметры

№	Станция		Дата открытия	Координаты			Аппаратура					
	Название	Код		φ°, N	λ°, E	$h_y, м$	Тип прибора	Компонента	$V_{max}/$ чувствительность	$\Delta T_{max}, c$		
межд.		рег.										
1	Углегорск	UGL	УГЛ	12.1950	49.08	142.5	25	СКМ-3	N, E, Z	10000	0.36–0.65	
									N, E, Z	5000	0.36–0.65	
									N, E, Z	2500	0.36–0.65	
									СКД	N, E, Z	1000	0.20–20.0
										N, E, Z	500	0.20–17.0
										N, E, Z	200	0.20–15.0
									Вел. С-5-С	N, E, Z	25.0 c	0.045–4.6
										N, E, Z	1.0 c	0.045–4.6
									ОСП-2М	N, E, Z	0.05 c ²	0.02–1.1
										СМ	N, E, Z	200
N, E, Z	5.0	0.36–0.70										
2	Южно-Сахалинск*	YSS	ЮСХ	07.03.1957	46.97	142.75	100	СКМ-3	N, E, Z	40000	0.33–0.83	
									N, Z	20000	0.29–0.83	
									E	20000	0.30–0.83	
									СКД	N, Z	10000	0.29–0.83
										E	10000	0.30–0.83
										N	1000	0.20–19.0
									СКД-КПЧ	E, Z	1000	0.19–19.0
										N, E	500	0.16–17.0
										Z	500	0.17–16.0
										N	200	0.19–16.0
										E, Z	200	0.16–15.0
										N	100	0.15–15.0
										E, Z	100	0.17–15.0
									Вел. С-5-С	N	27.5 c	0.015–4.4
										E	25.3 c	0.015–4.4
										Z	25.0 c	0.015–4.6
										N	1.0 c	0.015–4.6
										E, Z	1.0 c	0.010–4.6
											1.0 c	0.010–4.6

№	Станция			Дата открытия	Координаты			Аппаратура				
	Название	Код			φ°, N	λ°, E	$h_y, м$	Тип прибора	Компонента	$V_{max}/$ чувствительность	$\Delta T_{max}, c$	
		межд.	рег.									
3	Оха	ОКН	ОХА	01.12.1958	5360	142.96	36	ОСП-2М	N, E, Z	0.04 c ²	0.020–1.5	
								ССРЗ-М	N, E, Z	0.0209 c ²	0.058–11.0	
								СКМ-3	N, E, Z	6000	0.35–0.73	
									N, E, Z	3000	0.35–0.73	
									СКД	N, E, Z	1000	0.20–20.0
										N, E, Z	500	0.20–18.0
								Вел. С-5-С	N, E, Z	200	0.20–16.0	
									N, E, Z	25.0 c	0.046–4.58	
								С5С-М	N, E, Z	2.5 c	0.046–4.58	
									N, E, Z	25.0 c	2.0–4.8	
ОСП-2М	N, E, Z	1.0 c	2.0–4.8									
	N, E, Z	0.045 c ²	0.02–1.7									
С-5-С	N, E, Z	50.0	0.006–2.3									
	E, Z	5.0	0.006–2.3									
4	Тымовское*	ТУУ	ТМС	02.04.1969	50.87	142.67	160	СКМ-3	N, E	74750	0.3–0.7	
									N, E	25500	0.3–0.7	
									Z	110000	0.3–0.8	
									Z	50000	0.3–0.8	
								СКД	N, E, Z	1000	0.20–19.7	
									N, E, Z	500	0.15–17.0	
									N, E, Z	200	0.15–17.0	
								С-5-С	N, E, Z	50.0	2.0–4.8	
									E, Z	5.0	2.0–4.8	
								Вел. С-5-С	N, E, Z	25.0 c	0.045–4.6	
									N, E, Z	1.0 c	0.045–4.6	
								ОСП-2М	N	0.04 c ²	0.03–1.0	
									E, Z	0.04 c ²	0.03–2.0	
								ССРЗ	N, E, Z	0.0018 c ²	0.055–10.0	

На юге острова работала локальная сеть из двенадцати временных полевых станций Datamark и DAT японского производства (табл. 2, рис. 2).

Таблица 2. Сведения о временных цифровых станциях Datamark (DM) и DAT на юге Сахалина в 2001 г.

№	Станции			Координаты		Период наблюдений (время Гринвичско)
	Название	Код	Тип	φ°, N	λ°, E	
1	Загорское	ZGR	DM	47°18'18''	142°29'20''	05.06 02 44 34 – 13.06 20 49 49 09.08 01 06 41 – 31.08 05 20 26 01.09 23 38 51 – 12.10 16 00 00
2	Старорусское	STR	DM	47°09'38''	142°47'00''	05.06 06 36 50 – 16.10 18 30 00
3	Белые Скалы	BSK	DM	46°50'00''	142°18'53''	06.06 04 14 49 – 16.10 11 17 00
4	Успенское	USP	DM	46°52'29''	142°35'35''	06.06 01 13 10 – 01.10 10 00 00
5	Советское	SVT	DM	47°29'12''	142°38'35''	04.08 02 03 23 – 16.08 23 16 08
6	Ожидаево	OJD	DM	47°01'43''	142°23'56''	01.10 14 00 00 – 16.10 13 10 00
7	Ясноморск	YSM	DAT №261 C0159	46°44'50''	141°55'08''	20.05 05 01 24 – 22.05 05 49 07 22.05 06 06 10 – 21.06 03 51 53 21.06 04 08 10 – 17.07 05 16 19 17.07 05 38 05 – 16.08 04 07 09 16.08 04 26 54 – 23.08 03 25 19 23.08 04 16 36 – 20.09 03 55 31 20.09 04 57 09 – 03.10 02 17 32
8	Ожидаево	OJD	DAT №268 C0163	47°01'43''	142°23'56''	22.05 02 56 18 – 21.06 01 15 44 21.06 01 44 55 – 17.07 02 19 27 17.07 03 10 27 – 07.08 07 12 50 07.08 07 32 14 – 04.09 02 07 35 04.09 02 32 29 – 01.10 01 24 27

№	Станции			Координаты		Период наблюдений (время Гринвичско)
	Название	Код	Тип	φ°, N	λ°, E	
9	Корсаков	KRS	DAT №260 C0158	46°40'43''	142°51'12''	24.05 02 28 49 – 24.06 22 50 30 24.06 23 09 01 – 03.07 02 35 33 03.07 03 03 41 – 31.07 22 59 19 31.07 23 36 42 – 31.08 00 00 44 31.08 00 27 30 – 01.10 23 12 44
10	Свободный	SVB	DAT №262 C0160	46°50'44''	143°26'17''	24.05 07 21 35 – 25.06 01 01 32 25.06 05 01 25 – 03.07 05 02 53 03.07 06 51 52 – 04.07 23 49 47 05.07 02 17 45 – 01.08 02 17 49 01.08 02 48 07 – 31.08 03 00 01 31.08 03 25 35 – 02.10 02 17 27
11	Зеленодольск	ZLD	DAT №266 C0161	46°39'38''	142°21'57''	29.05 02 42 10 – 28.06 23 37 00 29.06 01 35 42 – 02.07 22 47 38 02.07 23 19 09 – 26.07 06 01 45 26.07 06 21 01 – 23.08 00 12 54 23.08 00 37 23 – 29.08 22 42 36 29.08 23 39 06 – 19.09 23 27 25 20.09 00 52 17 – 02.10 23 17 47
12	Симаково	SMK	DAT №267 C0162	47°06'58''	142°05'32''	31.05 03 57 38 – 29.06 05 10 49 29.06 05 29 42 – 26.07 03 45 29 26.07 04 07 21 – 23.08 06 00 25 23.08 07 26 53 – 30.08 02 09 34 30.08 02 26 00 – 03.09 23 48 50 04.09 00 48 13 – 03.10 04 15 28

Всего в 2001 г. на территории региона определены параметры 404 землетрясений, 14 из них – глубокофокусные ($h \geq 300$ км) [12]. Карта эпицентров представлена на рис. 1, распределение коровых землетрясений – по энергетическому классу K_C , а глубокофокусных – по магнитуде MSH – в табл. 3. По совокупности знаков первых смещений P , Pg , S , Sg -волн удалось определить механизмы очагов 23 землетрясений [14], стереограммы которых представлены на рис. 1, 2.

Таблица 3. Распределение коровых землетрясений по энергетическому классу K_C , глубокофокусных – по магнитуде MSH и суммарная сейсмическая энергия ΣE по районам Сахалина

$h \leq 30$ км									
№	Районы	K_C						N_Σ	$\Sigma E \cdot 10^{12}$, Дж
		6	7	8	9	10	11		
1	Северный	12	52	28	3	1	–	96	0.519
2	Охотоморский шельф	–	–	–	1	1	–	2	0.418
3	Восточно-Сахалинский	–	1	–	–	–	–	1	0.002
4	Западно-Сахалинский	42	106	50	16	5	1	220	5.334
4a	Углегорско-Айнские афтершоки	41	84	26	9	4	–	164	1.576
4б	Такойский рой	–	20	22	7	1	1	51	3.741
5	Юго-Восточный	–	–	1	–	–	–	1	0.008
6	Восточная часть южного Сахалина	1	31	24	1	3	–	60	0.753
7	Хабаровский приграничный	2	8	–	–	–	–	10	0.001
	Всего	98	302	151	37	5	2	605	7.044
$h \geq 200$ км									
№	Районы	MSH		N_Σ	$\Sigma E \cdot 10^{12}$, Дж				
		4.0	5.0						
4	Западно-Сахалинский	1	1	2	0.364				
5	Юго-Восточный	6	6	12	0.725				
	Всего			14	1.089				

Примечание. Энергия оценивалась по формуле Гуттенберга-Рихтера: $\lg E = 11.8 + 1.5 MLH$ [15], для чего величина всех землетрясений приводилась к магнитуде MLH путем пересчета из классов K_C для землетрясений с глубиной $h \leq 80$ км и из магнитуд MSH с $h \geq 81$ км по следующим соотношениям: $MLH = (K_C - 1.2)/2$ и $MLH = (MSH - 1.71)/0.75$. Для второго соотношения вводилась поправка за глубину очага.

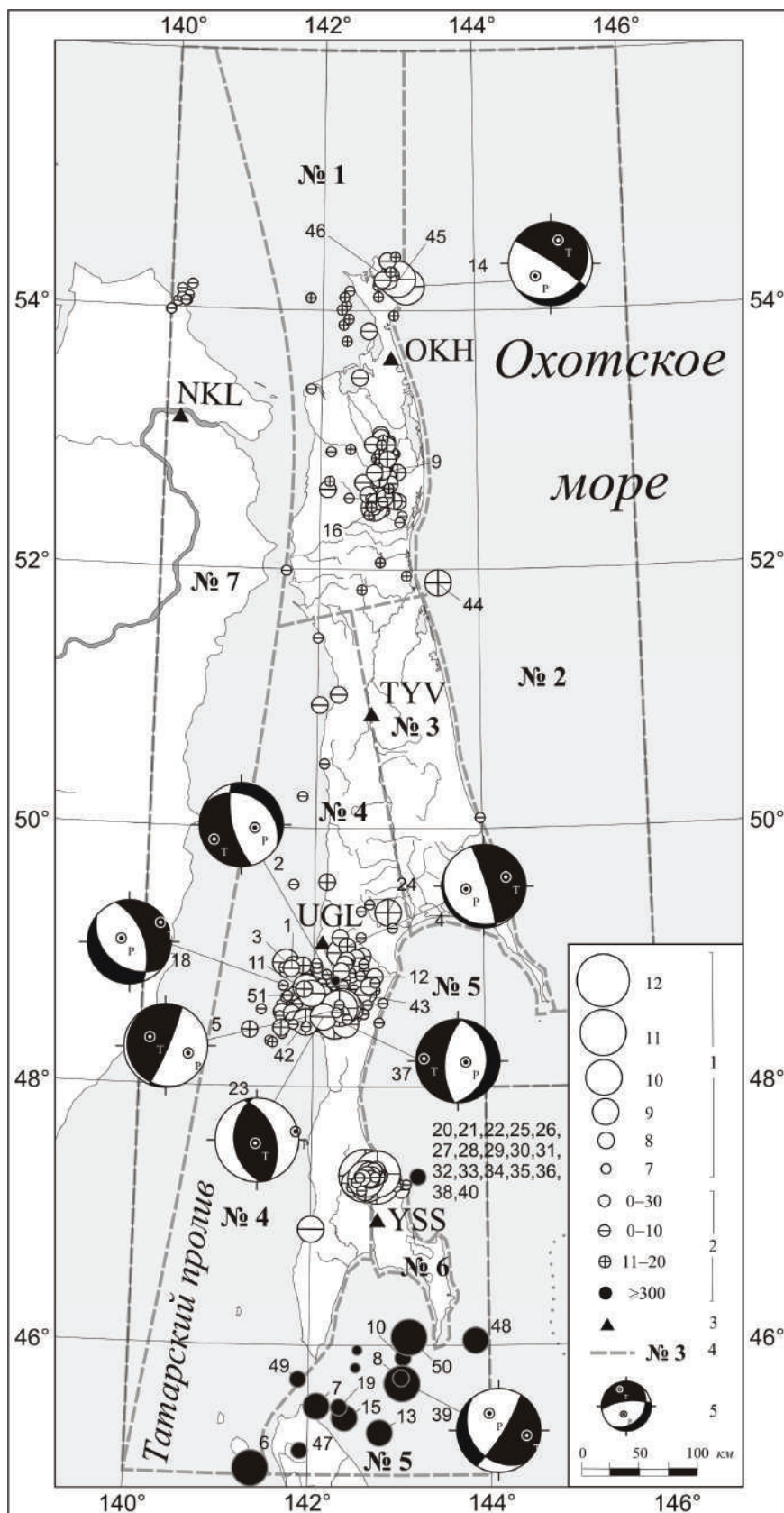


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений Сахалина за 2001 г.

1 – энергетический класс K_C ; 2 – глубина h гипоцентра, км; 3 – сейсмическая станция; 4 – номер и граница района; 5 – диаграмма механизма очага в проекции на нижнюю полусферу (зачернена область сжатия). Числа 1–51 соответствуют номерам землетрясений в графе 1 каталога [12].

Главным сейсмическим событием года явился рой землетрясений на юге Сахалина (рис. 2), названный Такойским, наблюдавшийся с 23 июля до конца года. Самым сильным в рое и вообще на Сахалине в 2001 г. явилось землетрясение 27, произошедшее 1 сентября в $13^{\text{h}}08^{\text{m}}$ с магнитудой $MLH=5.2$ на глубине $h=7\pm 2$ км.

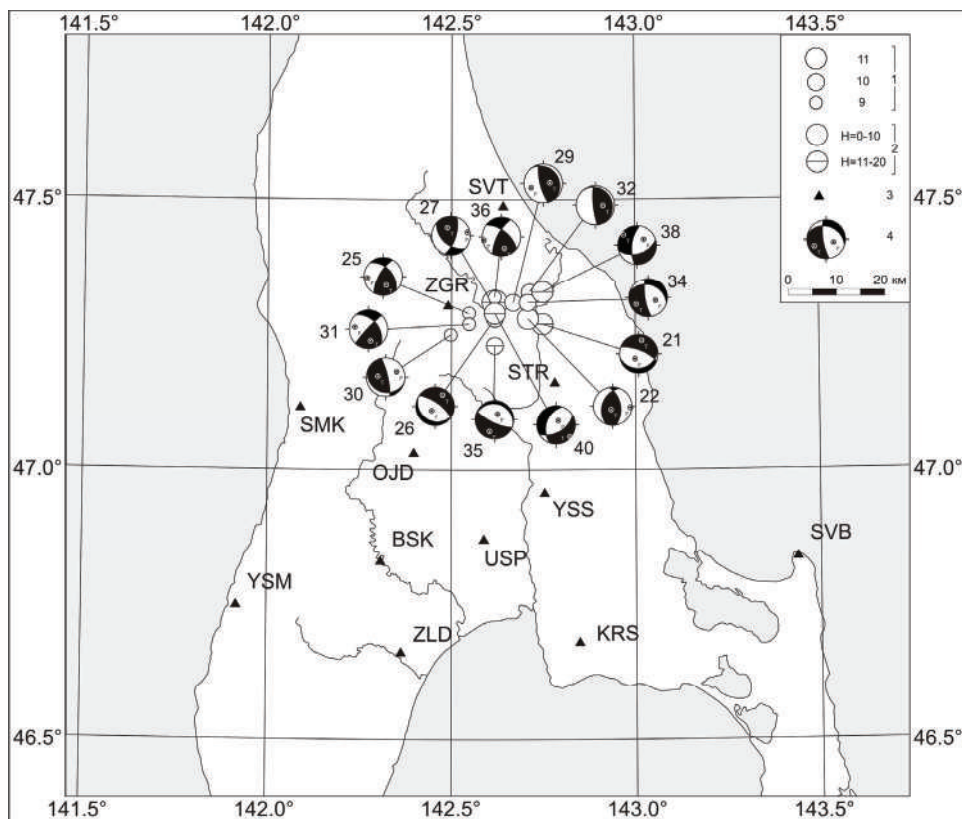


Рис. 2. Карта эпицентров и механизмов очагов землетрясений Такойского роя на юге Сахалина в 2001 г.

1 – энергетический класс K_C ; 2 – глубина h гипоцентра, км; 3 – временная сейсмическая станция; 4 – диаграмма механизма очага в проекции на нижнюю полусферу (зачернена область сжатия).

Всего за год отмечено 55 ощутимых землетрясений (табл. 4 [12]) с интенсивностью сотрясений от 2 до 7 баллов, из которых 18 являются афтершоками Углегорско-Айнского землетрясения 2000 г. [16], а 30 – входят в рой 2001 г. Ниже рассматривается сейсмичность в каждом из семи районов, причем один из них (район № 4) описан как в целом, так и в двух отдельных эпицентральных областях: 4а – Углегорско-Айнского землетрясения 2000 г.; 4б – Такойского роя 2001 г.

Таблица 4. Распределение ощутимых землетрясений по районам Сахалина, максимальная величина магнитуды MLH_{max} или класса $(K_C)_{\text{max}}$, и максимальная интенсивность сотрясений I_{max}

№	Район	$N_{\text{ощут}}$	$MLH_{\text{max}}, (K_C)_{\text{max}}$	$I_{\text{max}},$ балл
1	Северный	4	4.3	3–4
2	Охотоморский шельф	2	4.2	4–5
3	Восточно-Сахалинский	–	(7.1)	–
4	Западно-Сахалинский	37	5.2	7
5	Юго-Восточный	–	(8.0)	–
6	Восточная часть Южного Сахалина	12	4.7	5
7	Хабаровский приграничный	–	(7.3)	–
4а	Углегорско-Айнская эпицентральный область	18	4.3	5–6
4б	Эпицентральный область Такойского роя	30	5.2	7

В Северном районе (№ 1) зарегистрировано 96 землетрясений, что в 1.2 раза больше, чем в 2000 г. [11], но их энергетические классы не превышали $K_C \leq 9.6$. Наиболее активной оставалась очаговая область Нефтегорского землетрясения 27.05.1995 г. с $M_w=7.1$ [17], где зарегистрированы самые сильные землетрясения района 9 и 16 (рис. 1), произошедшие 17 апреля в 10^h47^m с $K_C=8.9$ и 31 мая в 20^h10^m с $K_C=9.6$, $MLH=3.7$. Первое из них было ощутимым в пос. Сабо ($\Delta=41$ км) с $I=2$ балла. В этом же поселке Сабо были ощутимы еще три толчка с эпицентрами на расстояниях 17, 18 и 29 км (23 января в 02^h58^m с $K_C=8.2$, $I=3-4$ балла; 24 января в 14^h05^m с $K_C=7.9$, $I=2-3$ балла; 22 февраля в 19^h39^m с $K_C=8.2$, $I=2-3$ балла [12]). Необходимо отметить некоторую активизацию северной оконечности о. Сахалин, в восточной части п-ва Шмидта, где самые заметные землетрясения 45 и 46 (рис. 1) отмечены 4 декабря в 13^h29^m и 5 декабря в 14^h00^m в сопровождении небольшой группы более слабых толчков (табл. 5).

Таблица 5. Основные параметры группы землетрясений на п-ве Шмидта

№	Дата, д м	t_0 , ч мин с	Эпицентр		h , км	MLH	K_C
			φ°, N	λ°, E			
Форшоки							
1	04.12	06 29 14.9	54.20	142.73	~11		6.1
2	04.12	08 18 52.3	54.20	142.80	~11		7.1
3	04.12	12 13 35.6	54.21	142.90	~10		7.3
Землетрясение 45							
45	04.12	13 29 36.9	54.24	142.98	~10	4.3	8.6
Афтершоки							
1	04.12	15 58 51.4	54.20	142.80	~11		6.0
2	05.12	13 56 28.2	54.27	142.89	~10		8.0
Землетрясение 46							
46	05.12	14 00 44.8	54.23	142.86	10	3.4	8.8
Афтершоки							
1	06.12	00 31 05.1	54.38	142.85	5		8.3
2	08.12	05 10 15.3	54.22	142.73	9		7.4
3	09.12	12 24 59.6	54.27	142.83	~11		6.2
4	12.12	02 15 01.9	54.19	142.72	~11		6.3
5	12.12	05 11 07.3	54.23	142.78	10		7.6
6	16.12	14 55 14.7	54.41	142.95	~11		6.4
7	17.12	16 00 41.9	54.30	142.89	~11		6.8

Охотоморский шельф (№ 2) представлен двумя ощутимыми землетрясениями 14 и 44 (рис. 1). Первое произошло на восточном шельфе п-ва Шмидта 25 мая в 17^h45^m с $MLH=4.2$, его эпицентр расположен возле эпицентров землетрясений 45 и 46 из района № 1, максимальный макросейсмический эффект составил 4–5 баллов в пос. Колендо (49 км), второе зарегистрировано 4 декабря в 01^h34^m с $MLH=3.9$ с интенсивностью сотрясений в 2 балла в пос. Ноглики (25 км). Для землетрясения 25 мая определен механизм очага [14], согласно которому оно возникло под действием близгоризонтального растягивающего напряжения. Одна возможная нодальная плоскость $NP1$ имела северо-западное простирание, другая $NP2$ – восточное–северо-восточное. Тип подвижек – сброс по $NP1$, и подвиг по $NP2$.

В Восточно-Сахалинском районе (№ 3) отмечено единственное землетрясение с $K_C=7.1$, возникшее 8 мая в 05^h41^m [12].

Западно-Сахалинский район (№ 4) явился самым активным в 2001 г.: выделившаяся в этом районе суммарная сейсмическая энергия составила 75.7 % сейсмической энергии региона (табл. 3). На территории района четко выделяются две сейсмически активные зоны: первая расположена в очаговой области Углегорско-Айнского землетрясения 04.08.2000 г. [16], вторая образовалась южнее и сформирована Такойским роем (рис. 1).

В Углегорско-Айнской эпицентральной области продолжается серия афтершоков – зарегистрировано 160 толчков (см. список афтершоков, составленный в ред. [18]). Общее число всех афтершоков за период 4 августа 2000 г. до конца 2001 г., включенных в каталоги [12, 19], составило 420 (выборка афтершоков за 2001 г. выполнена в том же интервале $\Delta\varphi=48.12-49.83^\circ N$ и $\Delta\lambda=141.08-143.00$, в котором заключены афтершоки за 2000 г., согласно их списку в [11]). График затухания всей серии афтершоков изображен на рис. 3. Затухание серии в первые 50 дней после главного толчка, в предположении использования степенной функции вида:

$$N = \text{const}/t^p,$$

характеризуется параметром p , равным

$$p = -2.6 \pm 0.4.$$

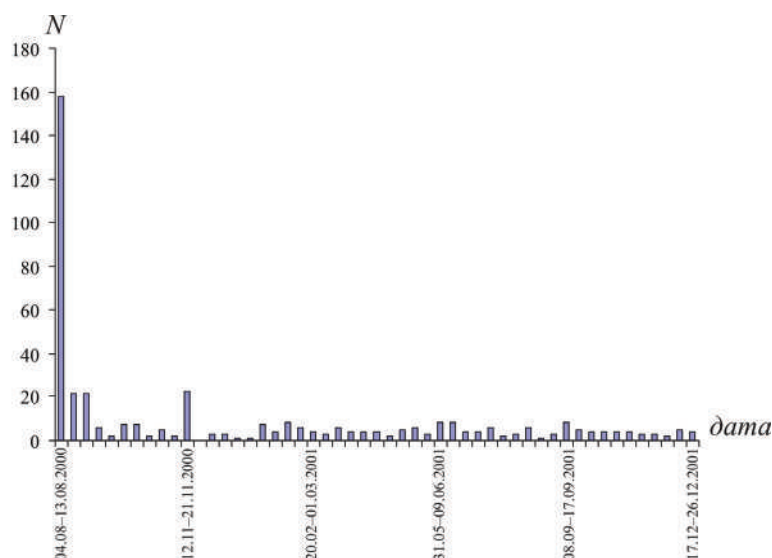


Рис. 3. График затухания афтершоков Углегорско-Айнского землетрясения 04.08.2000 г. с $MLH=7.0$ за период с 4 августа 2000 г. до 31 декабря 2001 г. по 10-дневным интервалам

Для 18 землетрясений 2001 г. есть данные о макросейсмическом эффекте ([12], табл. 4). Наибольшую интенсивность сотрясений, достигающую 5–6 баллов в пос. Краснополье (40 км), вызвал толчок с $K_C=9.7$, произошедший 31 января в 23^h01^m (3 на рис. 1). К сожалению, в зимний период детальное макросейсмическое обследование этой территории провести не удалось.

Для шести землетрясений 2, 4, 5, 18, 23, 37 определены механизмы очагов [14]: в очагах 2, 4, 18, 37 (рис. 1) наблюдались сбросовые подвижки под действием близгоризонтального напряжения растяжения, а для землетрясений 5 и 23 характерно близгоризонтальное напряжение сжатия, которое обусловило подвижки типа надвиг по пологим и взброс по крутым плоскостям.

Началом Такойского роя послужил ощутимый толчок, произошедший 23 июля в 22^h27^m с $K_C=7.6$, с интенсивностью сотрясений до 3–4 баллов в пос. Покровка (28 км) и Сосновка (29 км). Для него составлена таблица пунктов-баллов (табл. 6).

Таблица 6. Макросейсмические данные землетрясения 23 июля в 22^h 27^m с $K_C=7.6$

№	Пункт	Δ , км	№	Пункт	Δ , км
	<u>4–3 балла</u>			<u>3–2 балла</u>	
1	пос. Покровка	28	5	пос. Октябрьское	28
2	пос. Сосновка	29	6	пос. Синегорск	39
	<u>3 балла</u>			<u>2 балла</u>	
3	пос. Сокол	21	7	пос. Быков	37
4	пос. Углезаводск	32			

Примечание. Здесь и в табл. 7, 8 приняты сокращения: г. – город; пос. – поселок.

Эпицентральная область роя расположилась на границе Западно-Сахалинского района (№ 4) и Восточной части Южного Сахалина (№ 6). Вокруг эпицентральной зоны была развернута временная сеть из 12 автономных станций типа Datamark и DAT (табл. 2, рис. 2), которой за период с 23 июля по 30 сентября зарегистрировано 1150 землетрясений с магнитудой >1.5 . Более сильные ($M \geq 3.0$) обработаны и приведены списком в [20].

Ощутимыми были 30 землетрясений роя (табл. 4): самая высокая интенсивность сотрясений отмечена при землетрясениях 20, 21, 22 и 27 [12]. Первое из них произошло 2 августа в 13^h06^m на глубине $h=12 \pm 1$ км с $K_C=8.2$ с максимальной интенсивностью сотрясений $I_{max}=4–5$ баллов (табл. 7); второе землетрясение – 6 августа в 04^h53^m на глубине $h=11 \pm 2$ км с $MLH=4.7$, $I_{max}=5–6$ баллов (рис. 4, табл. 8), третье – 8 августа в 03^h15^m на глубине $h=8 \pm 2$ км, с $MLH=4.6$, $I_{max}=5$ баллов в пос. Углезаводск и Покровка ($\Delta=6$ и 8 км соответственно). Четвер-

тое землетрясение, зарегистрированное 1 сентября в 13^h08^m на глубине $h=13\pm 3$ км с магнитудой $MLH=5.2$, стало самым сильным землетрясением 2001 г. в Сахалинском регионе, его интенсивность сотрясений доходила до 7 баллов (табл. 4). Землетрясение ощущалось от пос. Восточный до г. Корсаков по восточному побережью юга о. Сахалин и от пос. Чехов до пос. Шебунино – по западному побережью. В данном сборнике этому землетрясению посвящена отдельная статья [20].

Таблица 7. Макросейсмические данные землетрясения 2 августа в 13^h06^m с $K_C=8.2$

№	Пункт	Δ , км	№	Пункт	Δ , км
	<u>4–5 баллов</u>		8	пос. Синегорск	19
1	пос. Сокол	2		<u>3 балла</u>	
2	пос. Такое	3	9	пос. Старорусское	10
3	пос. Покровка	8	10	пос. Ручьи	12
4	пос. Октябрьское	9	11	пос. Санаторный	20
5	пос. Быков	15		<u>2 балла</u>	
	<u>4 балла</u>		12	пос. Стародубское	19
6	г. Долинск	8	13	г. Южно-Сахалинск	34
7	пос. Углезаводск	10			

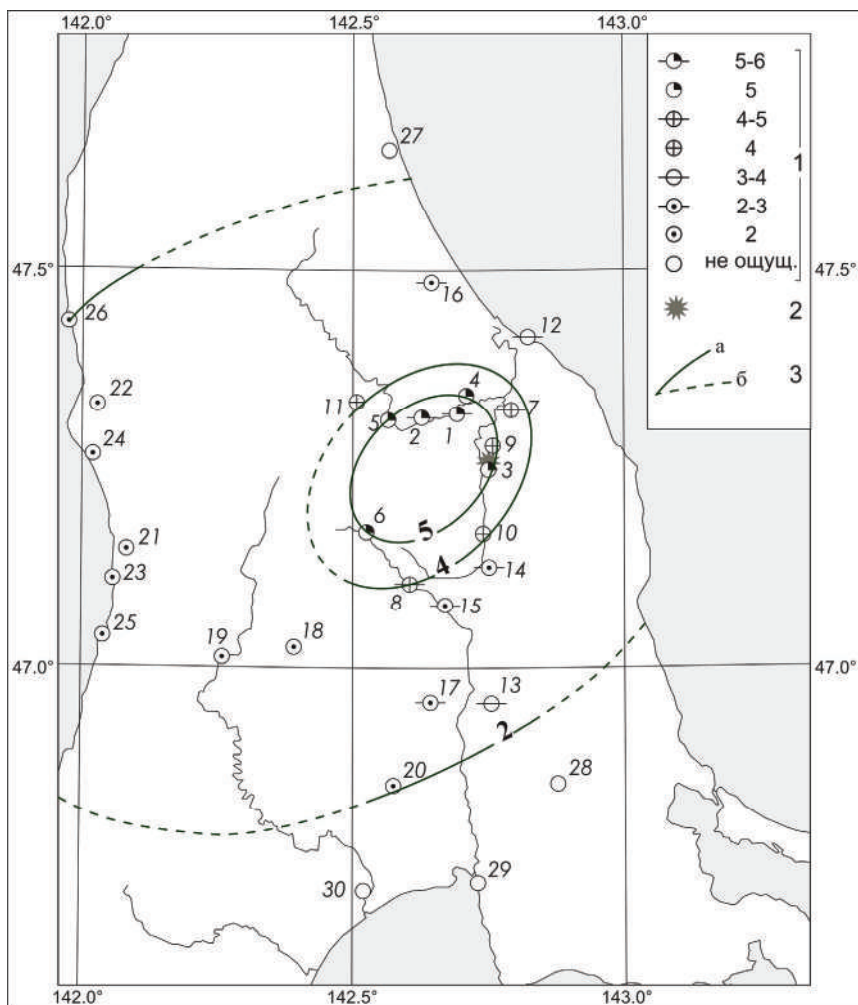


Рис. 4. Макросейсмическая схема роевого землетрясения 6 августа в 04^h53^m с $MLH = 4.7$

1 – интенсивность по шкале MSK-64 [21]; 2 – инструментальный эпицентр; 3 – изосейста, уверенная (а), неуверенная (б) (проведены ред.).

Таблица 8. Макросейсмические данные землетрясения 6 августа в 04^h53^m с $MLH=4.7$

№	Пункт	Δ , км	№	Пункт	Δ , км
	<u>5–6 баллов</u>			<u>2–3 балла</u>	
1	пос. Покровка	7	14	пос. Березняки	16
2	г. Углезаводск	10	15	пос. Ключи	22
	<u>5 баллов</u>		16	пос. Советское	25
3	пос. Сокол	3	17	пос. Троицкое	39
4	пос. Октябрьское	8		<u>2 балла</u>	
5	пос. Быков	15	18	пос. Ожидаево	38
6	пос. Синегорск	21	19	пос. Пятиречье	46
	<u>4–5 баллов</u>		20	с. Успенское	49
7	г. Долинск	7	21	пос. Яблочный	53
8	пос. Санаторный	21	22	пос. Костромское	54
	<u>4 балла</u>		23	пос. Симаково	55
9	пос. Такое	1	24	пос. Пионеры	55
10	пос. Старорусское	11	25	г. Холмск	59
11	пос. Ручьи	11	26	г. Чехов	62
	<u>3–4 балла</u>			<u>Не ощутили</u>	
12	пос. Стародубское	17	27	пос. Фирсово	44
13	г. Южно-Сахалинск	35	28	пос. Восточка	46
			29	пос. Соловьевка	60
			30	г. Анива	63

Для пятнадцати землетрясений Такойского роя удалось определить механизмы очагов. Девять из них (20, 22, 25, 27, 29, 30, 31, 32, 36 на рис. 2) находились под воздействием близгоризонтальных напряжений сжатия и более крутых напряжений растяжения [14], что определило подвижки типа взброса, пологого надвига и для землетрясения 36 – сдвига. Для шести очагов (21, 26, 34, 35, 38, 40) преобладало близгоризонтальное напряжение растяжения, что определило тип подвижки – сброс по крутым и подвиг по пологим плоскостям.

В Западно-Сахалинском районе было также зарегистрировано два глубокофокусных и несколько коровых землетрясений с $K_C \leq 8.5$, которые не входят в описанные выше эпицентральные области [12].

Юго-Восточный район (№ 5) представлен одним коровым с $K_C=8.0$ и двенадцатью глубокофокусными ($h=300-350$ км) землетрясениями с $MSH \geq 3.7$ [12]. Для одного землетрясения (39 на рис. 1), произошедшего 9 сентября в 14^h16^m, определен механизм очага [14]: в условиях преобладания растягивающих напряжений реализовался сброс по крутой плоскости $NP1$ и подвиг по пологой $NP2$.

Восточная часть Южного Сахалина (№ 6) представлена только землетрясениями, входящими в Такойский рой (см. Западно-Сахалинский район (№4)).

В Хабаровском приграничном районе (№ 7) произошло десять коровых землетрясений с $K_C \leq 7.3$. Эпицентры девяти из них (табл. 9) расположились компактной группой в 200 км к северу от г. Николаевск-на-Амуре (рис. 1). Рассмотрев их энергетические классы (в основном $K_p=6.7$) и время их возникновения, можно предположить, что это, скорее всего, взрывы.

Таблица 9. Основные параметры группы эпицентров севернее г. Николаевск-на-Амуре, отнесенные к типу «возможно, взрыв» (ред.)

№	Дата, д м	t_0 , ч мин с	Эпицентр		h , км	K_p	№	Дата, д м	t_0 , ч мин с	Эпицентр		h , км	K_p
			φ° , N	λ° , E						φ° , N	λ° , E		
1	20.03	06 25 58.0	54.05	140.08		6.7	6	30.09	21 24 03.5	54.06	140.18		6.8
2	24.06	20 27 07.0	53.98	140.00		6.7	7	04.11	06 56 25.6	54.07	140.13		7.3
3	26.08	20 24 05.8	54.14	140.13		6.7	8	13.11	05 48 42.9	54.05	140.20		6.6
4	05.09	08 46 25.8	54.18	140.27		7.2	9	30.12	05 12 28.7	54.05	140.19	10	6.7
5	20.09	07 56 15.7	54.09	140.23		6.3							

В целом 2001 г. явился для Сахалина годом довольно высокой сейсмической активности, хотя и меньшей, чем предыдущий [11]. Можно заметить, что в 1996–1999 гг., после разрушительного Нефтегорского землетрясения 27.05.1995 г. [17], сейсмическая активность региона в целом неуклонно снижалась (табл. 10).

Таблица 10. Сводные данные о годовых числах коровых землетрясений и суммарной энергии в регионе за 1992–2001 г.

Годы	K_C								N_Σ	$\Sigma E \cdot 10^{10}$ Дж
	6	7	8	9	10	11	12	13		
1992	5	40	17	8	2	–	–	–	72	3.0
1993	–	–	19	29	8	9	2	1	68	1297.0
1994	14	35	17	7	2	1	2	–	76	12.9
1995	85	572	645	169	34	6	–	–	1511	3980117.9
1996	43	258	180	45	13	–	–	–	540	12046.2
1997	31	104	90	21	10	–	1	–	256	15.3
1998	25	74	68	25	4	–	–	–	196	5.7
1999	35	79	58	17	5	–	–	–	194	6.2
2000	30	143	191	55	18	6	–	–	446	158590.4
2001	57	198	103	21	10	1	–	–	995	704.4
Сумма	325	1503	1388	391	106	23	5	1	4354	4152799.1
Среднее	32.5	150.3	138.8	39.1	10.6	2.3	0.5	0.1	435.4	415279

В 2000 г. произошел новый всплеск сейсмичности – Углегорско-Айнское землетрясение [16], а в 2001 г. – Такойский рой землетрясений на юге Сахалина. Каждый новый всплеск сейсмичности был слабее предыдущего, территориально же очаговые области как бы мигрировали с севера на юг Сахалина.

Л и т е р а т у р а

1. **Фокина Т.А., Коваленко Н.С., Рудик М.И., Сафонов Д.А.** Приамурье и Приморье. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст сб.).
2. **Фокина Т.А., Брагина Г.И., Рудик М.И., Сафонов Д.А.** Курило-Охотский регион. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст сб.).
3. **Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2001 год** / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ГС РАН, 2001–2002.
4. **Bulletin of the International Seismological Centre (for 2001)**. – Berkshire: ISC, 2002–2003.
5. **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.
6. **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.
7. **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.
8. **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.
9. **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.: ГС РАН, 2001. – С. 95–99.

10. 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.
11. Фокина Т.А., Паршина И.А., Рудик М.И., Сафонов Д.А., Сен Рак Се, Ким Чун Ун. Сахалин // Землетрясения Северной Евразии в 2000 году. – Обнинск: ГС РАН, 2006. – С. 157–165.
12. Паршина И.А., Фокина Т.А., Поплавская Л.Н. (отв. сост.), Мулякаева Н.К., Малашенко Ю.А., Сафонов Д.А., Юст А.А., Нагорных Т.В., Пермикин Ю.Ю., Поплавский А.А., Ким Чун Ун, Рудик М.И. Сахалин. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
13. Поплавский А.А., Бобков А.О. О распределении Дальневосточных землетрясений по глубине залегания гипоцентра и магнитуде // Проблемы сейсмичности Дальнего Востока и Восточной Сибири. Доклады Международного симпозиума, г. Южно-Сахалинск, 24–28 сентября 2002 г. – Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 2003. – 2. – С. 64–89.
14. Паршина И.А. (отв. сост.). Сахалин. (См. раздел VII (Каталоги механизмов очагов землетрясений) в наст. сб. на CD).
15. Гутенберг Б., Рихтер К.Ф. Магнитуда, интенсивность, энергия и ускорение как параметры землетрясений (II) // Слабые землетрясения. – М.: ИЛ, 1961. – С. 72–119.
16. 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 августа 2000 года, $MLH=7.0$, $I_0=8-9$ (Сахалин) // Землетрясения Северной Евразии в 2000 году. – Обнинск: ГС РАН, 2006. – С. 265–284.
17. Оскорбин Л.С., Поплавский А.А., Стрельцов М.И., Шолохова А.А., Давыдова Н.А., Койкова Л.Ф., Садчикова А.А., Хритова Л.И. Нефтегорское землетрясение 27(28) мая 1995 года ($M_w=7.1$) // Землетрясения Северной Евразии в 1995 году. – М.: ГС РАН, 2001. – С. 170–182.
18. Паршина И.А., Фокина Т.А., Поплавская Л.Н. (отв. сост.), Михайлова Р.С. Афтершоки Углегорско-Айнского землетрясения 4 августа 2000 года, $MS=7.3$, $I_0=8-9$ (Сахалин). (См. раздел VIII (Дополнительные данные) в наст. сб. на CD).
19. Коваленко Н.С., Поплавская Л.Н. (отв. сост.), Величко Л.Ф., Сычаева Н.А., Садчикова А.А. Приамурье и Приморье // Землетрясения Северной Евразии в 2000 году. – Обнинск: ГС РАН, 2006. – (На CD).
20. 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). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
21. Медведев С.В. (Москва), Шпонхойер В. (Иена), Карник В. (Прага). Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.