

САХАЛИН

Т.А. Фокина¹, И.П. Кислицына¹, Т.В. Нагорных², Д.А. Сафонов^{1,2}¹Сахалинский филиал ГС РАН, г. Южно-Сахалинск, fokina@seismo.sakhalin.ru²Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск, safonov@imgg.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»-ОКН (рис. 1). В обработке использовались дополнительно данные сейсмических сетей Приамурья и Приморья [1], Курильских островов [2], бюллетени ГС РАН [3], JMA, ISC [4]. Методы обработки данных [5–13], параметры аппаратуры сейсмических станций (табл. 1), схема деления региона на отдельные сейсмоактивные районы, по сравнению с [14], не изменились. На юге Сахалина работала локальная сеть из девяти полевых станций DAT Японского производства, данные о которых приведены в табл. 2.

Таблица 1. Сейсмические станции Сахалина (в хронологии их открытия), работавшие в 2005 г., и их параметры

№	Станция		Дата открытия	Координаты			Аппаратура					
	Название	Код межд. регион.		φ°, N	λ°, E	h, м	Тип прибора	Комп-нента	V _{max} /чувствит-сть	ΔT _{max} , с		
1	Углегорск	UGL	УГЛ	01.12.1939	49.08	142.05	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 с	0.045–4.6	
									N, E, Z	1.0 с	0.045–4.6	
								ОСП-2М	N, E, Z	0.05 с ²	0.02–1.1	
									СМ	N, E, Z	200	0.36–0.7
								N, E, Z		5.0	0.36–0.7	
								2	Южно-Сахалинск	YSS	ЮСХ	01.03.1957
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									
	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									
	СКД-КПЧ	N	100	0.15–15.0								
		E, Z	100	0.17–15.0								
		Вел. С-5-С	N	25.0 с	0.015–4.4							
	E		25.3 с	0.015–4.4								
	Z		25.0 с	0.015–4.6								
	ОСП-2М	N	1.0	0.015–4.6								
		E, Z	1.0	0.010–4.6								
N, E, Z		0.04 с ²	0.020–1.5									

№	Станция			Дата открытия	Координаты			Аппаратура			
	Название	Код			φ°, N	λ°, E	$h, м$	Тип прибора	КомпONENTА	$V_{max}/$ чувствит-сть	$\Delta T_{max},$ с
		межд.	регион.								
							ССРЗ-М	N E Z	0.00209 c^2 0.0021 c^2 0.00209 c^2	0.058–11.0 0.054–11.0 0.054–11.0	
3	Оха	ОКН	ОХА	01.12.1958	53.60	142.96	36	СКМ-3 СКД Вел. С-5-С ОСП-2М С-5-С	N, E, Z N, E, Z N, E, Z N, E, Z N, E, Z N, E, Z N, E, Z E, Z	6000 3000 1000 500 200 25.0 с 2.5 с 0.045 c^2 50.0 5.0	0.35–0.73 0.35–0.73 0.20–20.0 0.20–18.0 0.20–16.0 0.046–4.58 0.046–4.58 0.02–1.7 0.006–2.3 0.006–2.3
4	Тымовское	ТУУ	ТМС	01.04.1969	50.87	142.67	160	СКМ-3 СКД Вел. С-5-С ОСП-2М С-5-С	N, E N, E Z Z N, E, Z N, E, Z N, E, Z N, E, Z N, E, Z N E, Z N, E, Z N, E, Z	50000 25000 110000 50000 1000 500 200 25.0 с 1.0 с 0.04 c^2 0.04 c^2 50.0 5.0	0.3–0.7 0.3–0.7 0.3–0.8 0.3–0.8 0.20–19.7 0.15–17.0 0.15–17.0 0.045–4.6 0.045–4.6 0.03–1.0 0.03–2.0 2.0–4.8 2.0–4.8

Примечание. Вел. – велосиграф; сейсмографы С-5-С, велосиграфы С-5-С, акселерографы ОСП-2М и ССРЗ-М работают в ждущем режиме регистрации.

Таблица 2. Сведения о временных цифровых станциях Datamark и DAT на юге Сахалина в 2005 г.

№	Название станции	Код станции	Координаты			Период наблюдений
			φ°, N	λ°, E	$h, м$	
1	Белые скалы	BSK	46°50.3680'	142°19.1050'	50	14.07.2005 – 26.10.2005
2	Остромысовка	OSM	47°14.7101'	143°00.5879'	30	10.11.2004 – 31.12.2005
3	Яблочное	YBL	47°09.5006'	142°05.5708'		02.06.2005 – 03.11.2005
4	Загорское	ZGR	47°18.1766'	142°29.5786'	120	06.12.2004 – 04.12.2005
5	Ожидаево	OJD	47°01.7163'	142°23.9311'	230	07.12.2004 – 14.12.2005
6	Калинино	KLN	46°50.8780'	142°00.6260'	20	27.05.2005 – 25.10.2005
7	маяк «Корсаковский»	KRS	46°36.5794'	142°48.0659'	100	08.12.2004 – 09.12.2005
8	Лесное	LSN	46°57.4797'	143°01.8682'	30	03.06.2005 – 01.11.2005
9	Мальково	MLK	46°46.1692'	143°21.2681'	0	08.12.2004 – 09.12.2005

Описанная сеть сейсмических станций обеспечила регистрацию без пропусков землетрясений разных классов в соответствии с картой K_{min} на рис. 1. Как видим, на большей части территории региона представительными являются землетрясения с $K_{min}=8$, а в его северо-восточной части без пропусков могут регистрироваться лишь события с $K_{min}=9$. И лишь на довольно небольшом участке северной и северо-западной части региона (районы № 1 и № 7), и на еще меньшем участке в центре Западно-Сахалинского района № 4, находящихся в окружении станций «Тымовское», «Николаевск-на-Амуре», «Оха» и «Южно-Сахалинск», «Углегорск» и «Тымовское», соответственно, представительными являются землетрясения с $K_{min}=7$.

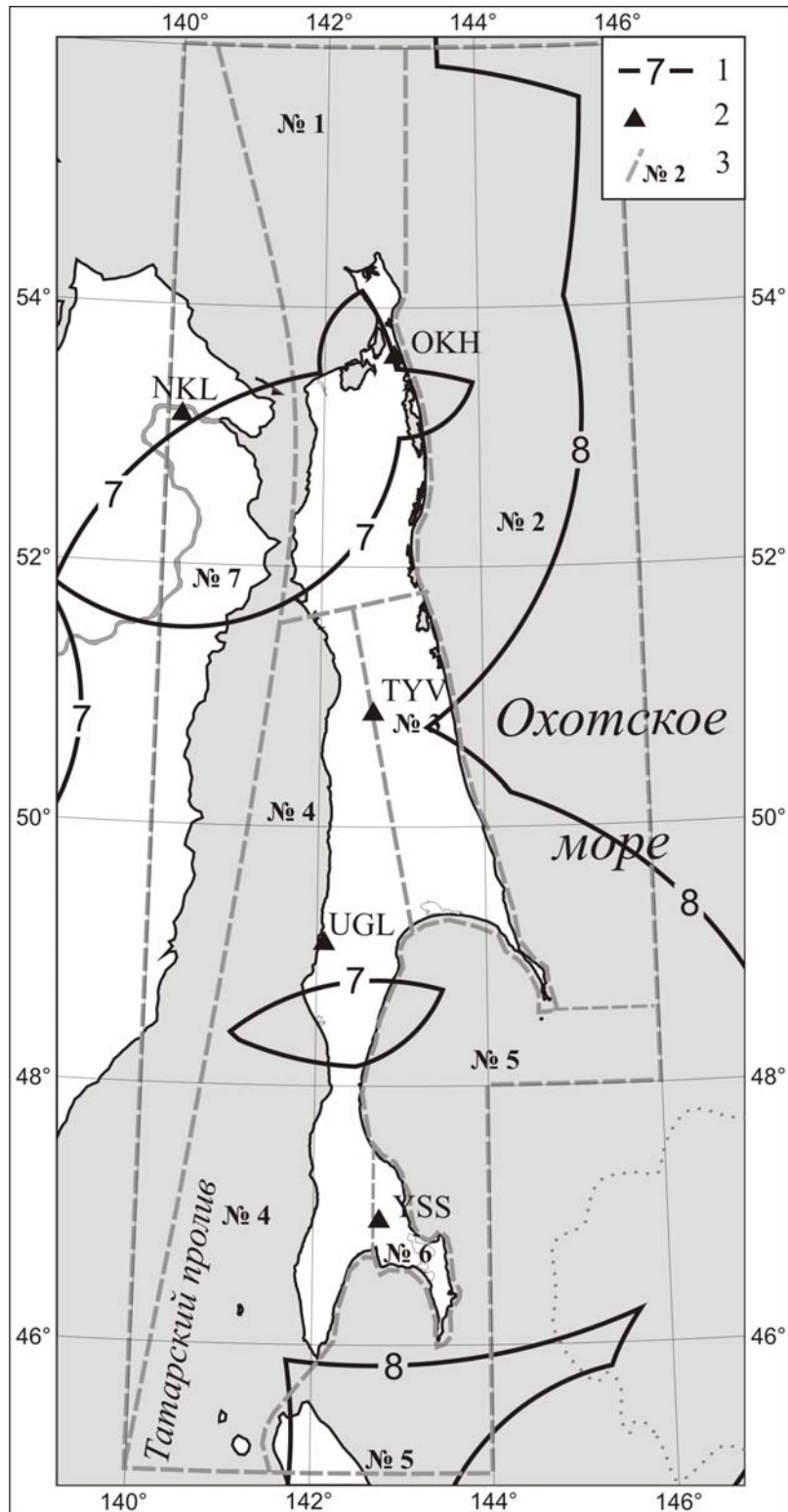


Рис. 1. Карта энергетической представительности землетрясений K_{\min} и сеть сейсмических станций Сахалина в 2005 г.

1 – изолиния K_{\min} ; 2 – сейсмическая станция; 3 – граница и номер района.

В региональный каталог Сахалина за 2005 г. [15] включены параметры 177 землетрясений: 164 – мелкофокусных с $h \leq 30$ км и 13 – глубокофокусных с $h \geq 300$ км. Карта их эпицентров приведена на рис. 2. По 14 землетрясениям имеются макросейсмические сведения, для одного землетрясения (9 на рис. 2) определен механизм очага [16].

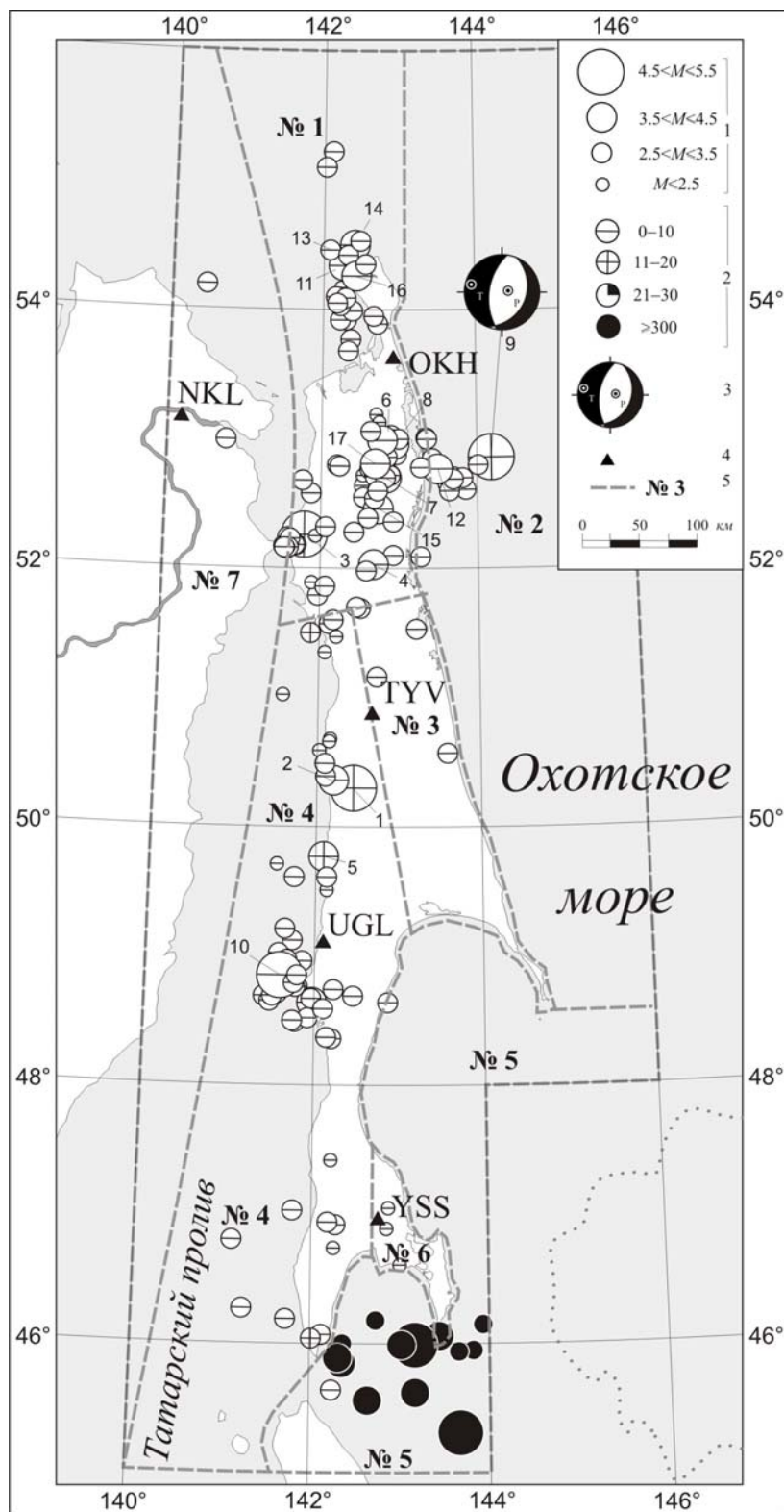


Рис. 2. Карта эпицентров и механизмов очагов землетрясений Сахалина в 2005 г.

1 – расчетная магнитуда M ; 2 – глубина h гипоцентра, км; 3 – диаграмма механизма очага в проекции на нижнюю полусферу, зачернена область сжатия; 4 – сейсмическая станция, 5 – граница и номер района.

На рис. 3 представлено распределение мелкофокусных землетрясений Сахалина по часам суток. Диаграмма, построенная для всех сейсмических событий (рис. 3 а), демонстрирует пик в 4^h, что соответствует 14^h местного времени зимой и 15^h летом, на который пришлось 14 событий (8.5 % общего числа). Их эпицентры находились в Северном (№ 1) и Западно-

Сахалинском (№ 4) районах. На диаграмме, построенной для событий с $K_C \geq 6.9$ (рис. 3 б), максимум (8 событий) пришелся на 12^h и 13^h, что соответствует 23^h местного времени зимой и 24^h – летом. Из-за небольшого числа данных вывод о естественном или техногенном происхождении землетрясений сделать пока невозможно. Сбор материалов для исследования проблемы распознавания промышленных взрывов продолжается.

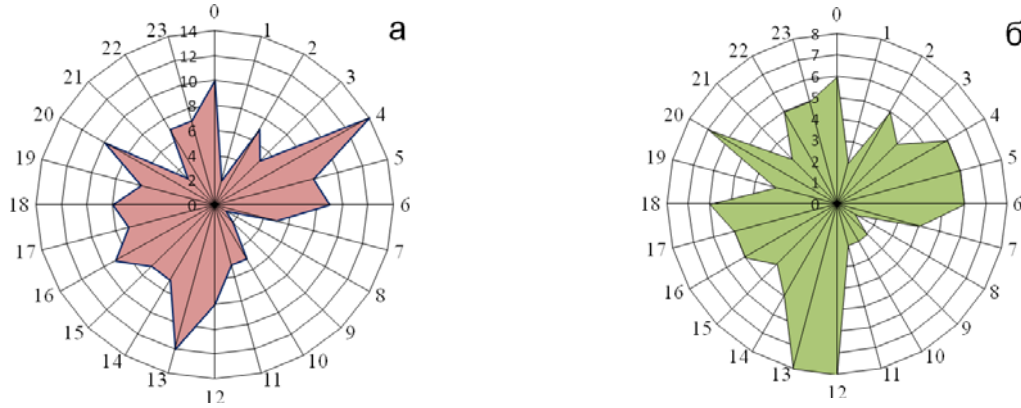


Рис. 3. Распределение числа сейсмических событий Сахалина по часам суток

а – все зарегистрированные сейсмические события с $h \leq 30$ км ($N=164$), б – сейсмические события с $h \leq 30$ км и $K_C \geq 6.9$ ($N=110$).

Коровая сейсмическая активность Сахалина была в 2005 г. довольно высока (табл. 3), хотя мелкофокусных землетрясений зарегистрировано в 1.4 раза меньше среднего значения за период 2001–2004 гг., но суммарная сейсмическая энергия (табл. 4, рис. 4) в 3.6 раза выше среднегодового значения энергии за данный период. Самое сильное ($K_C=11.0$, $MLH=5.5$) землетрясение (9 на рис. 2), названное Астохским, произошло 12 июня в 04^h17^m на глубине $h=14 \pm 4$ км на северо-западном шельфе Сахалина возле Пильтун-Астохского месторождения нефти и газа. Оно ощущалось с интенсивностью $I=4-5$ баллов в пос. Пильтун, Чайво, Сабо, Вал ($\Delta=76$ км, 87 км, 88 км, 95 км соответственно) и 3–4 балла в – г. Оха ($\Delta=115$ км).

Таблица 3. Распределение мелкофокусных землетрясений по энергетическому классу K_C , а глубокофокусных – по магнитуде MSH , и суммарная сейсмическая энергия ΣE по районам Сахалина в 2005 г.

$h \leq 30$ км									
№	Районы	K_C						N_Σ	$\Sigma E,$ 10^{12} Дж
		≤ 6	7	8	9	10	11		
1	Северный	16	27	28	6	4	1	82	4.099
2	Охотоморский шельф	1	3	6	1		1	12	11.393
3	Восточно-Сахалинский	1	1	1				3	0.006
4	Западно-Сахалинский	15	23	11	1	1	2	53	1.763
5	Юго-Восточный		2					2	0.003
6	Восточная часть Южного Сахалина	3						3	$4 \cdot 10^{-5}$
7	Хабаровский приграничный	1	7	1				9	0.015
	Всего	37	63	47	8	5	4	164	17.279
$h \geq 320$ км									
№	Районы	$MSHA$		N_Σ	$\Sigma E,$ 10^{12} Дж				
		4.0	5.0						
5	Юго-Восточный	7	6	13	4.660				

Примечание. Энергия оценивалась по формуле Гуттенберга–Рихтера: $\lg E=11.8+1.5 MLH$ [17], 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: $MLH=(K_C-1.2)/2$; $MLH=(MSH-1.71)/0.75$. В случае отсутствия класса K_C энергия рассчитывалась по магнитуде, вычисленной по классу K_p : $(M=(K_p-4)/1.8)$ [18].

Таблица 4. Распределение мелкофокусных ($h \leq 30$ км) землетрясений по энергетическому классу K_C и суммарная сейсмическая энергия ΣE в Сахалинском регионе за 2001–2005 гг.

Год	K_C							N_Σ	$\Sigma E,$ 10^{12} Дж
	≤ 6.5	7	8	9	10	11	12		
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
Всего	161	420	273	59	18	1	1	933	18.97
Среднее	40.25	105	68.2	14.8	4.5	0.25	0.25	233.25	4.74
2005	37	63	47	8	5	4		164	17.28

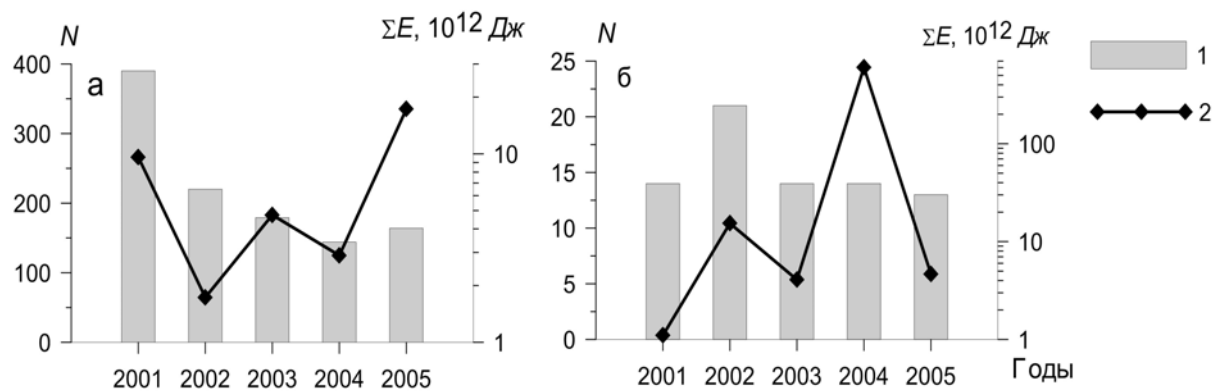


Рис. 4. Годовые числа N и величина ΣE высвобожденной в Сахалинском регионе сейсмической энергии поверхностными (а) и глубокими (б) землетрясениями за период 2001–2005 гг.

1 – N ; 2 – ΣE .

Глубокофокусная сейсмическая активность находилась на среднем уровне: зарегистрировано 13 событий (табл. 5), что на три землетрясения меньше среднего значения за период 2001 – 2004 гг. Суммарная сейсмическая энергия в 33 раза меньше среднего значения за указанный период.

Таблица 5. Распределение глубокофокусных ($h > 300$ км) землетрясений по магнитуде M_{SH} и суммарная сейсмическая энергия ΣE в Сахалинском регионе в 2001–2005 гг.

Год	K_C				N_Σ	$\Sigma E,$ 10^{12} Дж
	≤ 4.0	5	6	7		
2001	7	7			14	1.09
2002	11	9	1		21	15.36
2003	7	7			14	4.08
2004	8	5		1	14	603.52
Всего	33	28	1	1	63	624.06
Среднее	8.25	7.00	0.25	0.25	15.75	156.15
2005	7	6			13	4.66

На о. Сахалин зарегистрировано 14 ощутимых землетрясений (табл. 6): восемь из них произошли на севере Сахалина (районы № 1 и № 2), шесть – в Западно-Сахалинском районе (№ 4). Максимальная интенсивность сотрясений с $I=5$ баллов отмечена при двух землетрясениях, произошедших 8 марта в 23^h58^m ($h=13 \pm 4$ км, $MLH=5.1$, $K_C=11.4$) на мысе Лазарева ($\Delta=20$ км) и 13 октября в 19^h22^m ($h=10$ км, $MLH=4.3$, $K_C=10.5$) – на севере Сахалина, в пос. Ныврово ($\Delta=14$ км).

Таблица 6. Распределение ощутимых землетрясений по районам Сахалина, максимальная величина класса K_{Cmax} или магнитуды MSH_{max} и максимальная интенсивность сотрясений I_{max}

№	Район	Число ощутимых землетрясений	K_{Cmax} (MSH_{max})	I_{max} , балл
1	Северный	6	11.4	5
2	Охотоморский шельф	2	11.0	4–5
3	Восточно-Сахалинский		7.7	
4	Западно-Сахалинский	6	11.0	4
5	Юго-Восточный		(5.5)	
6	Восточная часть Южного Сахалина		5.1*	
7	Хабаровский приграничный		7.7	
	Всего	14		

Примечание. Класс $*K_{Cmax}$ пересчитан из K_{Pmax} по формуле: $K_C=K_P-1.7$ [12].

Далее описана более подробно сейсмичность Сахалина по районам. В табл. 7 представлено распределение коровых землетрясений, произошедших в регионе в 2001–2005 гг.

Таблица 7. Ежегодное число мелкофокусных землетрясений и суммарная сейсмическая энергия, высвобожденная в их очагах в 2001–2005 гг. в районах № 1–№ 7

Год	Район													
	1		2		3		4		5		6		7	
	N_{Σ}	$\Sigma E,$ 10^{12} Дж	N_{Σ}	$\Sigma E,$ 10^{12} Дж	N_{Σ}	$\Sigma E,$ 10^{12} Дж	N_{Σ}	$\Sigma E,$ 10^{12} Дж	N_{Σ}	$\Sigma E,$ 10^{12} Дж	N_{Σ}	$\Sigma E,$ 10^{12} Дж	N_{Σ}	$\Sigma E,$ 10^{12} Дж
2001	96	0.51	2	0.17	1	$2 \cdot 10^{-3}$	220	6.52	1	$8 \cdot 10^{-3}$	60	2.39	10	0.01
2002	65	0.38	6	0.06	1	$7 \cdot 10^{-4}$	130	0.92	4	0.06	8	0.15	6	0.15
2003	82	0.86	2	0.10	2	$3 \cdot 10^{-3}$	86	3.74	3	0.03			4	$4 \cdot 10^{-3}$
2004	56	0.37	3	0.01	6	0.01	67	2.48	4	0.01			8	0.01
Всего	299	2.12	13	0.34	10	0.016	503	13.66	12	0.11	67	2.54	28	0.17
Среднее	74.75	0.53	3.25	0.08	2.5	$3.9 \cdot 10^{-3}$	125.75	3.41	3	0.027	17	0.64	9.5	0.04
2005	82	4.10	12	11.39	3	0.01	53	1.76	2	$3 \cdot 10^{-3}$	3	$4 \cdot 10^{-5}$	9	0.015

Рассмотрим сейсмичность каждого района в отдельности.

В **Северном районе (№ 1)** наблюдалось некоторое повышение сейсмической активности. Здесь зарегистрировано 82 мелкофокусных землетрясения, что несколько выше среднего значения $\bar{N}_{\Sigma}=74.75$ за 2001–2004 гг., а суммарная сейсмическая энергия, равная $4 \cdot 10^{12}$ Дж, максимальна за этот период (табл. 7).

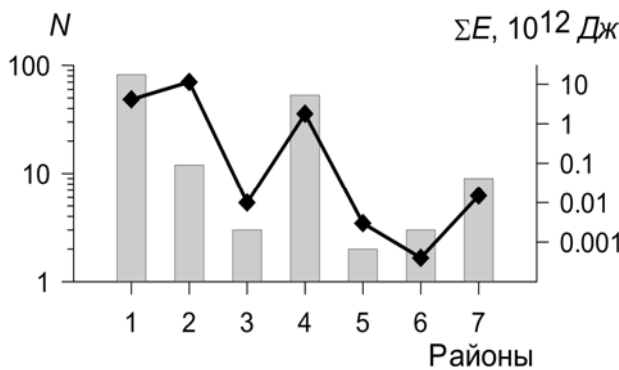


Рис. 5. Распределение по районам числа N и суммарной сейсмической энергии ΣE мелкофокусных землетрясений Сахалина в 2005 г.

Самое сильное ($K_C=11.4$, $MLH=5.1$) землетрясение (3) произошло 8 марта в 23^h58^m на глубине $h=13 \pm 4$ км. Оно ощущалось с интенсивностью $I=5$ баллов на мысе Лазарева ($\Delta=20$ км).

На **Охотоморском шельфе (№ 2)** зарегистрировано 12 землетрясений, что в 3.7 раза больше среднего значения за период 2001–2004 гг., суммарная сейсмическая энергия (табл. 7) имела самое большое значение за указанный период и превысила среднее значение в 142 раза.

Как описано выше, самым сильным в районе и в регионе оказалось Астохское землетрясение (9). Его очаг

характеризуется близгоризонтальным ($PL_T=14^\circ$) напряжением растяжения и крутым ($PL_P=75^\circ$) напряжением сжатия. Ось промежуточного напряжения близгоризонтальна ($PL_N=7^\circ$). Одна из возможных плоскостей разрыва $NP1$ имела север–северо-восточное простирание ($AZM_1=23^\circ$) и под небольшим углом падала на восток–юго-восток, при этом северо-восточное крыло опустилось и сдвинулось на северо-восток. Вторая возможная плоскость разрыва $NP2$ имела субмеридиональное простирание ($AZM_2=188^\circ$) и круто падала на запад, при этом западное крыло разрыва опустилось и сдвинулось на северо-восток. Обе возможные плоскости разрыва характеризовались подвижкой типа сброс с незначительными компонентами левостороннего сдвига по $NP1$ и правостороннего – по $NP2$ (рис. 6).

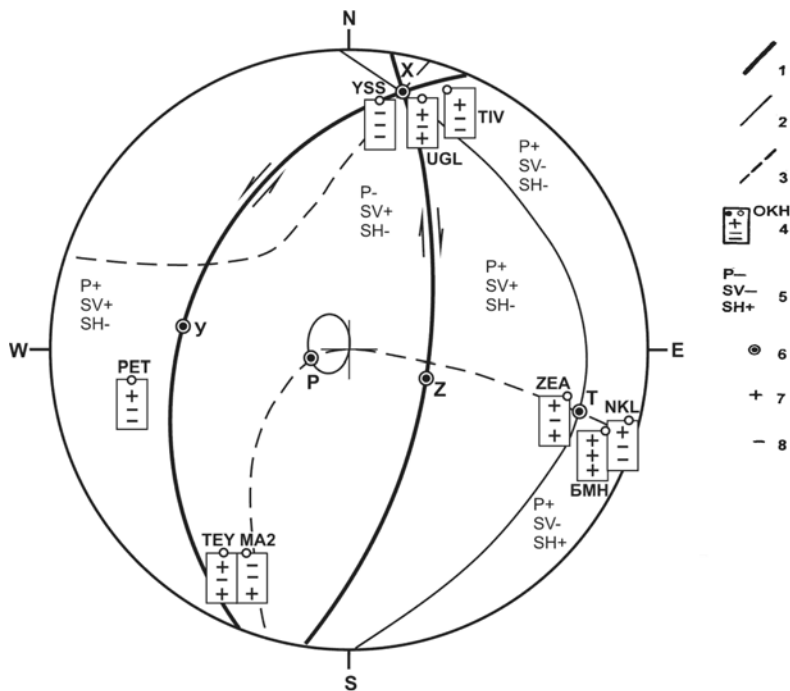


Рис. 6. Результаты определения механизма очага землетрясения 12 июня 2005 г. (верхняя полусфера)

1–3 – нодальные линии $P=0$, $SV=0$, $SH=0$ соответственно; 4–5 – знаки первых смещений в P -, SV -, SH -волнах: 4 – наблюдаемые (пустой кружок соответствует волне, распространяющейся от очага вниз, зачерненный – волне, распространяющейся от очага вверх); 5 – теоретические; 6 – оси P , T , X , Y , Z ; 7, 8 – знаки первых движений в P -волне.

В Восточно-Сахалинском районе (№ 3) зарегистрировано всего три землетрясения, что близко к среднему значению за период 2001 – 2004 гг., суммарная сейсмическая энергия незначительно превысила среднее значение за указанный период (табл. 7). Максимальное ($K_C=7.7$) землетрясение реализовалось 22 февраля в 11^h50^m , ощутимых землетрясений не было.

В Западно-Сахалинском районе (№ 4), на территории которого в 2000 г. произошло Углегорско-Айновское землетрясение с $MLH=7.0$ [19], а в 2001 г. – рой землетрясений с $MLH_{max}=5.2$ [20], сейсмическая активность в 2005 г. была невысокая: зарегистрировано 53 коровых землетрясений, что в 2.4 раза меньше среднего значения за 2001–2004 гг., а суммарная сейсмическая энергия меньше в 1.9 раз (табл. 7).

Самое сильное ($MLH=4.7$, $K_C=11.0$) землетрясение (1) в районе произошло 2 марта в 13^h35^m на глубине $h=13\pm 5$ км (1 на рис. 2). Оно ощущалось с интенсивностью сотрясений $I=3-4$ балла в пос. Тымовское, Зональное и Онор на расстояниях $\Delta=63$ км, 21 км и 46 км соответственно.

Всего в районе было зарегистрировано шесть ощутимых землетрясений (табл. 6). Максимальная интенсивность сотрясений $I=4$ балла отмечена в пос. Поречье ($\Delta=3$ км) Углегорского района при землетрясении (10) 3 сентября в 00^h26^m с $K_C=10.6$, $h=10$ км.

Юго-Восточный район (№ 5) представлен двумя коровыми и 13 глубокофокусными землетрясениями, суммарная сейсмическая энергия первых в 9 раз меньше среднего значения энергии за 2001–2004 гг. (табл. 7).

Глубокофокусные землетрясения зарегистрированы в интервале $h=310\text{--}360$ км, их эпицентры локализованы в заливе Анива. Число глубокофокусных землетрясений лишь на единицу меньше среднего значения за 2001–2004 гг., а суммарная сейсмическая энергия меньше в 33 раза (табл. 3, 5). Самое сильное ($MSH=5.4$) глубокофокусное землетрясение произошло 17 июня в $20^{\text{h}}23^{\text{m}}$ на глубине $h=360\pm 18$ км.

В **Восточной части Южного Сахалина (№ 6)** в 2005 г. сейсмическая активность была незначительна – зарегистрировано три землетрясения на глубине 10 км, два из которых с одинаковым уровнем энергии ($K_C=6.8$) отмечены 7 октября в $07^{\text{h}}27^{\text{m}}$ и 20 октября в $03^{\text{h}}22^{\text{m}}$ [15].

В **Хабаровском Приграничном районе (№ 7)** зарегистрировано восемь землетрясений с $h=10$ км с $K_C=6.2\text{--}7.7$ и одно с $h=10$ км, $K_C=7.0$. Максимальное ($K_C=7.7$) из них возникло 3 апреля в $03^{\text{h}}50^{\text{m}}$ [15]. Суммарная сейсмическая энергия в районе близка к ее среднегодовому значению за 2001–2005 гг. (табл. 7).

Л и т е р а т у р а

1. Коваленко Н.С., Фокина Т.А., Сафонов Д.А. Приамурье и Приморье. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
2. Фокина Т.А., Дорошкевич Е.Н., Нагорных Т.В., Сафонов Д.А. Курило-Охотский регион. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
3. Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2005 год / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ЦОМЭ ГС РАН, 2005–2006.
4. Bulletin of the International Seismological Centre (for 2005). – Berkshire: ISC, 2007.
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, MSNA для определения магнитуд близких глубокофокусных землетрясений Дальнего Востока // Сейсмологические наблюдения на Дальнем Востоке СССР Методические работы ЕССН. – М.: Наука, 1989. – С. 81–85.
11. 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.
12. Соловьёв С.Л., Соловьёва О.Н. Соотношение между энергетическим классом и магнитудой Курильских землетрясений // Физика Земли. – 1967. – № 2. – С. 13–23.
13. Соловьёва О.Н., Соловьёв С.Л. Новые данные о динамике сейсмических волн неглубокофокусных Курило-Камчатских землетрясений // Проблемы цунами. – М.: Наука, 1968. – С. 75–97.
14. Фокина Т.А., Поплавская Л.Н., Паршина И.А., Рудик М.И., Коваленко Н.С., Сафонов Д.А. Сахалин // Землетрясения Северной Евразии в 2004 году. – Обнинск: ГС РАН, 2010. – С. 173–179.
15. Кислицына И.П. (отв. сост.) Паршина И.А., Малашенко Ю.А. Каталог землетрясений Сахалина за 2005 год ($N=177$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).

16. **Нагорных Т.В. (отв. сост.), Рудик М.И., Паршина И.А.** Каталог механизмов очагов землетрясений Сахалина за 2005 год ($N=1$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
17. **Гутенберг Б., Рихтер Ч.** Магнитуда, интенсивность, энергия и ускорение как параметры землетрясений (II) // Слабые землетрясения. – М.: ИЛ, 1961. – С. 72–119.
18. **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.
19. **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.
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) // Землетрясения Северной Евразии в 2001 году. – Обнинск: ГС РАН, 2007. – С. 331–344.