

## САХАЛИН

Т.А. Фокина<sup>1</sup>, Л.Н. Поплавская<sup>2</sup>, И.А. Паршина<sup>1</sup>, М.И. Рудик<sup>1</sup>,Н.С. Коваленко<sup>1</sup>, Д.А. Сафонов<sup>1,2</sup><sup>1</sup>Сахалинский филиал Геофизической службы РАН, г. Южно-Сахалинск, [fokina@seismo.sakhalin.ru](mailto:fokina@seismo.sakhalin.ru)<sup>2</sup>Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Россия, г. Южно-Сахалинск, [safonov@imgg.ru](mailto: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» (OKH) (рис. 1). Кроме того, на юге Сахалина работала локальная сеть из одиннадцати полевых станций «Datamark» и DAT Японского производства (табл. 1), на севере острова – локальная сеть из семи станций DAT (табл. 2). В обработке использовались данные сейсмических сетей Приамурья и Приморья [1], Курильских островов [2], бюллетени ГС РАН [3], JMA, ISC [4]. Методы обработки данных [5–10], схема деления региона на отдельные сейсмоактивные районы и параметры аппаратуры сейсмических станций, по сравнению с [11], не изменились. Продолжено определение энергетического класса  $K_p$  Т.Г. Раутиан [12], начатое с 2000 г. [13–16].

**Таблица 1.** Сведения о временных цифровых станциях «Datamark» (DM) и DAT на юге Сахалина в 2004 г.

№	Станция			Координаты			Период наблюдений
	Название	Код	Тип аппаратуры	$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$	$h, м$	
1	Белые скалы	BSK	DM	46°50.368′	142°19.105′	170	10/VI – 19/X
2	Успенское	USP	DM	46°52.706′	142°36.203′	60	08/VI – 19/X
3	Старорусское	STR	DM	47°09.017′	142°45.977′	120	17/VI – 09/VIII
			DAT	47°09.1411′	142°45.7373′	120	09/VIII – 21/IX
4	Загорское	ZGR	DAT	47°18.1766′	142°29.579′	230	01/VI – 05/XII
5	Ожидаево	OJD	DAT	47°01.7163′	142°23.931′	20	30/X – 07/XII
6	Калинино	KLN	DAT	46°50.878′	142°00.626′	100	25/V – 20/X
7	маяк «Корсаковский»	KRS	DAT	46°36.5794′	142°48.066′	30	29/X – 06/XII
8	Лесное	LSN	DAT	46°57.4797′	143°01.868′	0	20/V – 19/X
9	Мальково	MLK	DAT	46°46.1692′	143°21.268′	0	12/XI – 08/XII
10	Охотское	OKT	DAT	46°50.3695′	143°09.474′	30	05/X – 08/XII
11	Острый	OSM	DAT	47°14.7101′	143°00.588′	170	10/XI – 16/XII

**Таблица 2.** Сведения о временных цифровых станциях на севере Сахалина в 2004 г.

№	Станция			Координаты			Период наблюдений
	Название	Код	Тип аппаратуры	$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$	$h, м$	
1	Оха	OKHA	DM	53°36.032′	142°57.027′	10	15/VI – 31/XII
2	Пильтун	PLT	DAT	52°42.065′	143°06.696′	40	14/VI – 27/VIII
3	Блокпост 3	BP3	DAT	53°05.931′	142°33.081′	40	16/VI – 29/IX
4	Блокпост 5	BP5	DAT	52°48.875′	142°12.536′	70	16/VI – 27/IX
5	Сабо	SAB	DAT	53°09.144′	142°57.001′	55	18/VI – 29/IX
6	Некрасовка	NKR	DAT	53°40.910′	142°37.410′		24/VI – 08/X
7	Москальво	MSV	DAT	53°35.067′	142°31.316′	1	19/VI – 06/VII

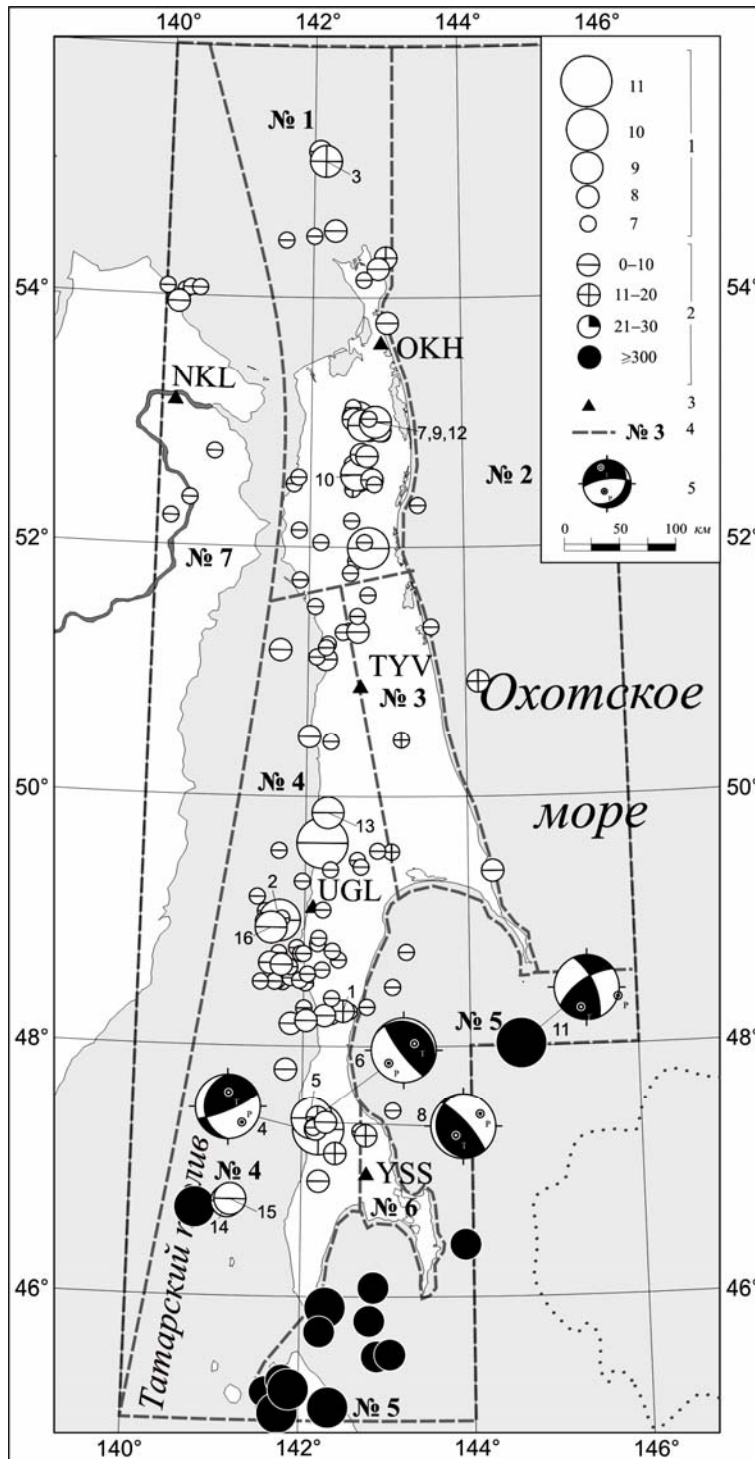


Рис. 1. Карта эпицентров и механизмов очагов землетрясений Сахалина в 2004 г.

1 – энергетический класс  $K_C$ ; 2 – глубина  $h$  гипоцентра, км; 3 – сейсмическая станция; 4 – граница и номер района, 5 – диаграмма механизма очага в проекции на нижнюю полусферу, зачернены области сжатия.

В региональный каталог Сахалина за 2004 г. [17] включены параметры 158 землетрясений: 144 мелкофокусных ( $h \leq 20$  км) и 14 – глубокофокусных с  $h=260-478$  км; для 10 землетрясений имеются макросейсмические сведения. Для четырех землетрясений – трех коровых (30 мая в  $02^h52^m$  и  $04^h51^m$ , 12 июня в  $14^h49^m$ ) и одного глубокофокусного (7 ноября в  $02^h02^m$ ) – определены механизмы очагов [18].

Коровая сейсмическая активность Сахалина была в 2004 г. невысока, еще ниже, чем в 2003 г. [11]: мелкофокусных землетрясений зарегистрировано в 1.2 раза меньше, суммарная

сейсмическая энергия (табл. 3) составила  $\Sigma E = 1.39 \cdot 10^{12}$  Дж, что в 3.5 раза меньше, чем в 2003 г. Энергетические классы  $K_C$  двух сильнейших коровых землетрясений (2 и 4 на рис. 1) составили  $K_C = 10.0$  ( $K_P = 12.1$ ) и  $10.1$  ( $K_P = 12.0$ ) соответственно; в 2003 г. максимальный энергетический класс равнялся  $K_C = 12.0$  ( $K_P = 13.6$ ) для землетрясения 8 февраля в  $17^h 36^m$  [16].

Глубокофокусная сейсмическая активность, напротив, возросла: зарегистрировано 14 землетрясений с  $MSHA = 3.9-6.9$ . Минимальная магнитуда  $MSHA = 3.9$  получена для двух землетрясений: 3 июля в  $15^h 27^m$  и 7 августа в  $09^h 22^m$  с  $h = 340$  и  $330$  км соответственно; максимальная – для землетрясения 7 ноября в  $02^h 22^m$  с  $h = 480$  км. Последнее землетрясение явилось наиболее энергоемким, суммарная сейсмическая энергия глубокофокусных землетрясений (табл. 3) возросла в 371 раз, по сравнению с соответствующей энергией в 2003 г. [11].

**Таблица 3.** Распределение коровых землетрясений по энергетическому классу  $K_C$ , а глубокофокусных – по магнитуде  $MSH$ , и суммарная сейсмическая энергия  $\Sigma E$  по районам Сахалина

$h \leq 30$ км								
№	Районы	$K_C$					$N_\Sigma$	$\Sigma E,$ $10^{12}$ Дж
		$\leq 6$	7	8	9	10		
1	Северный	8	24	19	5		56	0.3346
2	Охотоморский шельф		2	1			3	0.0098
3	Восточно-Сахалинский	5	2	1			8	0.0087
4	Западно-Сахалинский	15	28	14	5	3	65	1.0252
5	Юго-Восточный	1	3				4	0.0065
6	Восточная часть Южного Сахалина							0
7	Хабаровский приграничный	6	1	1			8	0.0115
	Всего	35	60	36	10	3	144	1.3953
$h \geq 320$ км								
№	Районы	$MSH$			$N_\Sigma$	$\Sigma E,$ $10^{12}$ Дж		
		4.0	5.0	7.0				
4	Западно-Сахалинский		1		1	0.1514		
5	Юго-Восточный	8	4	1	13	1514.37		
	Всего	8	5	1	14	1514.52		

Примечание. Энергия оценивалась по формуле Гуттенберга–Рихтера:  $\lg E = 11.8 + 1.5 MLH$  [19], 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:  $MLH = (K_C - 1.2)/2$  [20];  $MLH = (MSH - 1.71)/0.75$  [21].

Десять землетрясений ощущались в населенных пунктах о. Сахалин и Японских островов с интенсивностью сотрясений от 2 до 5–6 баллов (табл. 4). Наибольшее число ощутимых землетрясений ( $N=7$ ), а также наибольшая интенсивность сотрясений  $I_{\max} = 5-6$  баллов отмечены в Западно-Сахалинском районе (№ 4), так же, как и в 2003 г. [11].

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

№	Район	Число ощутимых землетрясений	$K_{C\max}$ ( $MSHA_{\max}$ )	$I_{\max}$ , балл
1	Северный	2	8.8	3–4
2	Охотоморский шельф		7.8	
3	Восточно-Сахалинский		7.6	
4	Западно-Сахалинский	7	10.1	5–6
5	Юго-Восточный	1	(6.9)	3–4
6	Восточная часть Южного Сахалина			
7	Хабаровский приграничный		8.0	
	Всего	10		

На рис. 2 представлено распределение мелкофокусных землетрясений Сахалина по часам суток. Диаграмма, построенная для всех сейсмических событий (рис. 2 а), демонстрирует пик в 4<sup>h</sup> утра местного времени, на который пришлось 10 событий (6.9 % от 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. 2 б), распределение более равномерное. Из-за недостаточного числа данных вывод о естественном или техногенном происхождении землетрясений сделать невозможно.

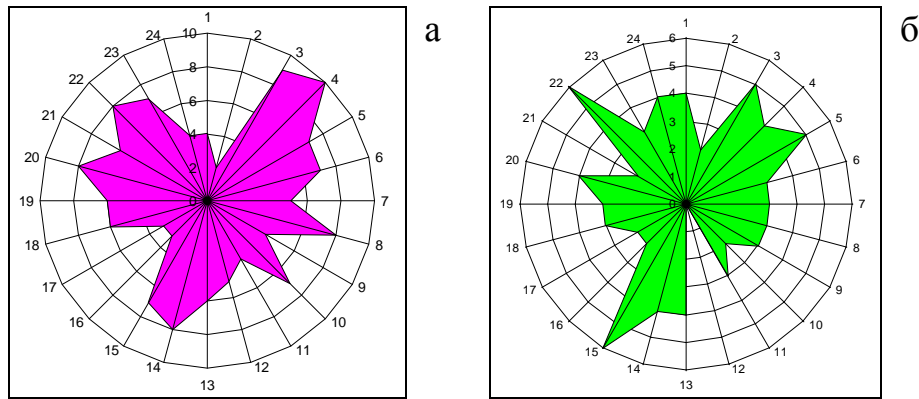


Рис. 2. Распределение числа сейсмических событий Сахалина по часам суток (время местное)

а – все зарегистрированные сейсмические события с  $K_C \geq 5.0$ ,  $h \leq 20$  км ( $N=144$ ), б – то же для событий  $K_C \geq 6.9$  ( $N=77$ ).

В Северном районе (№ 1) наблюдалось заметное снижение сейсмической активности: зарегистрировано 56 коровых землетрясений, что в 1.5 раза меньше, чем в 2003 г. [11], суммарная сейсмическая энергия (табл. 3) уменьшилась в 2.7 раза.

Два самых заметных землетрясения района (7 и 12 на рис. 1) произошли 9 июня в 18<sup>h</sup>17<sup>m</sup> и 11 ноября в 19<sup>h</sup>03<sup>m</sup> на глубине  $h=10$  км с  $K_C=8.8$ , эпицентр второго землетрясения находился в 6 км от эпицентра первого. Макросейсмический эффект первого землетрясения не отмечен, второго – составил 3–4 балла в пос. Сабо ( $\Delta=16$  км).

Еще одно ощутимое землетрясение зарегистрировано 21 апреля в 23<sup>h</sup>13<sup>m</sup>. Его энергетический класс  $K_C=7.6$  ( $K_P=9.5$ ), интенсивность сотрясений составила 3 балла в пос. Сабо ( $\Delta=20$  км) [17].

Охотоморский шельф (№ 2) представлен тремя землетрясениями, произошедшими 26 марта в 23<sup>h</sup>55<sup>m</sup> с  $K_C=6.7$  ( $K_P=8.3$ ), 17 мая в 21<sup>h</sup>30<sup>m</sup> с  $K_C=7.5$  ( $K_P=9.2$ ) и 2 сентября в 21<sup>h</sup>48<sup>m</sup> с  $K_C=7.8$  ( $K_P=9.5$ ) [12]. Макросейсмический эффект не отмечен.

В Восточно-Сахалинском районе (№ 3) зарегистрировано восемь землетрясений: 2 февраля в 01<sup>h</sup>35<sup>m</sup> с  $K_C=5.8$  ( $K_P=7.4$ ), в 02<sup>h</sup>25<sup>m</sup> с  $K_C=5.6$  ( $K_P=7.3$ ), 16<sup>h</sup>37<sup>m</sup> с  $K_C=7.6$  ( $K_P=9.1$ ); 15 марта в 21<sup>h</sup>36<sup>m</sup> с  $K_C=6.5$  ( $K_P=8.4$ ), 28 марта в 11<sup>h</sup>13<sup>m</sup> с  $K_C=6.3$  ( $K_P=8.1$ ), 18 апреля в 18<sup>h</sup>34<sup>m</sup> с  $K_C=5.7$  ( $K_P=8.7$ ), 4 июня в 20<sup>h</sup>08<sup>m</sup> с  $K_C=6.7$  ( $K_P=8.7$ ) и 23 декабря в 03<sup>h</sup>17<sup>m</sup> с  $K_C=7.3$  ( $K_P=9.3$ ) [12]. Из них ни одно не ощутимо.

В Западно-Сахалинском районе (№ 4), на территории которого в 2000 г. произошло Углегорско-Айновское землетрясение с  $MLH=7.0$  [22], а в 2001 г. – рой землетрясений с  $MLH_{\max}=5.2$  [23], в 2004 г. сейсмическая активность продолжала снижаться: было зарегистрировано 65 коровых землетрясений, что в 1.3 раза меньше, чем в 2003 г. [11]. Суммарная сейсмическая энергия, равная  $\Sigma E=1.02 \cdot 10^{12}$  Дж (табл. 2), в 3.7 раза ниже уровня энергии в 2003 г.

Самое сильное ( $MLH=4.8$ ) землетрясение района (4 на рис. 1), названное Костромским, произошло 30 мая в 02<sup>h</sup>52<sup>m</sup> на глубине  $h=13$  км. Эпицентр землетрясения находился в 8 км от пос. Костромское, где интенсивность сотрясений достигала 5–6 баллов. Два самых сильных афтершока этого землетрясения (6 и 8 на рис. 1) зарегистрированы 30 мая в 04<sup>h</sup>51<sup>m</sup> с  $K_C=7.9$  ( $K_P=9.2$ ) и 12 июня в 14<sup>h</sup>49<sup>m</sup> с ( $K_P=9.2$ ). Костромскому землетрясению и его афтершокам посвящена отдельная статья [24] в наст. сб.

Второе по magnitude коровое ( $h=10$  км) землетрясение с  $MLH=4.5$  (2 на рис. 1) произошло в районе 8 мая в 16<sup>h</sup>39<sup>m</sup>, ( $K_C=10.0$ ,  $K_P=12.1$  [12]). Данные о макросейсмическом эффекте, который достигал 5 баллов, представлены в табл. 5 и на рис. 3.

Таблица 5. Макросейсмические данные о землетрясении 8 мая 2004 г. в 16<sup>h</sup>39<sup>m</sup> с  $MLH=4.5$

№	Пункт	Δ, км	№	Пункт	Δ, км
	<u>5 баллов</u>		9	пос. Краснополье	35
1	г. Углегорск	22		<u>3 балла</u>	
2	пос. Поречье	27	10	пос. Медвежье	40
	<u>4 балла</u>			<u>2–3 балла</u>	
3	г. Шахтерск	22	11	пос. Лесогорск	44
4	пос. Ольховка	24	12	пос. Солнцево,	66
5	пос. Ударный	25		<u>2 балла</u>	
6	пос. Никольское	27	13	пос. Бошняково	65
7	пос. Ольшанка	31	14	г. Красногорск	81
8	пос. Орлово	31	15	пос. Парусное	90

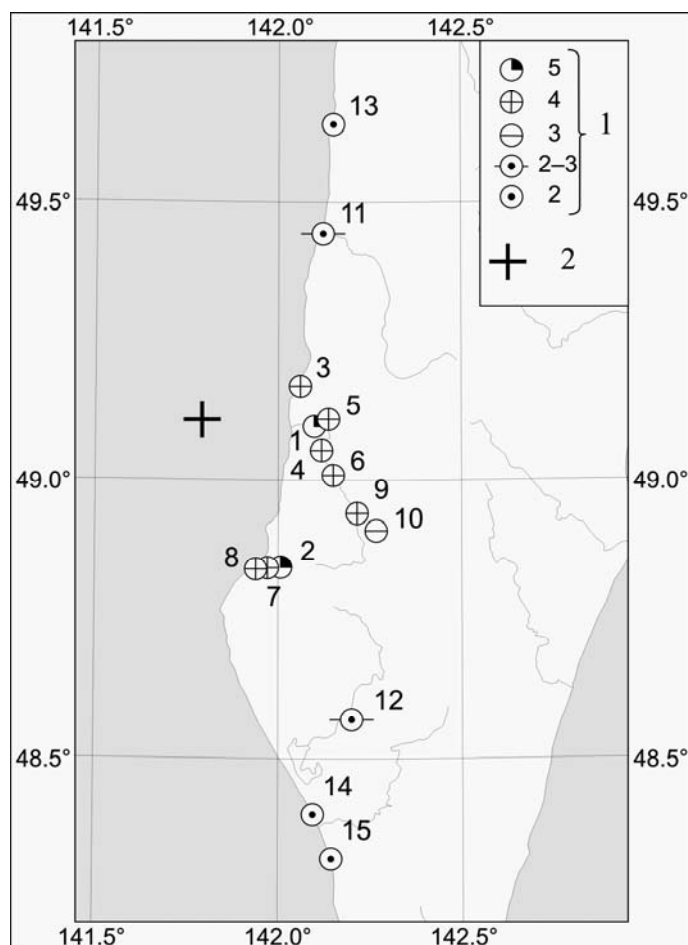


Рис. 3. Карта пунктов-баллов для землетрясения 8 мая в 16<sup>h</sup>39<sup>m</sup> с  $MLH=4.5$

1 – интенсивность сотрясений по шкале MSK-64; 2 – инструментальный эпицентр.

Всего в районе было зарегистрировано семь ощутимых землетрясений (табл. 4), интенсивность сотрясений остальных не превышала 4 баллов. 25 апреля в 09<sup>h</sup>55<sup>m</sup> зарегистрировано единственное глубокофокусное землетрясение района: его гипоцентр располагался на глубине  $h=390$  км, эпицентр находился в акватории Татарского пролива в 80 км к юго-юго-западу от г. Невельск, магнитуда  $MSHA=4.9$ .

**Юго-Восточный район (№ 5)** представлен в 2004 г. четырьмя коровыми и 13 глубокофокусными землетрясениями, суммарная сейсмическая энергия первых (табл. 3) в 7 раз меньше, чем в 2003 г. [11], вторых – в 371 раз больше.

Коровые землетрясения реализовались 15 февраля в 09<sup>h</sup>23<sup>m</sup> с  $K_C=6.9$  ( $K_P=8.4$ ), 25 апреля в 22<sup>h</sup>21<sup>m</sup> с  $K_C=7.3$  ( $K_P=8.4$ ), 2 мая в 16<sup>h</sup>36<sup>m</sup> с  $K_C=7.3$  ( $K_P=7.8$ ), 7 октября в 02<sup>h</sup>18<sup>m</sup> с  $K_C=6.5$  ( $K_P=8.4$ ) и характеризуются одинаковой глубиной  $h=10$  км [17].

Глубокофокусные землетрясения зарегистрированы в интервале глубины  $h=260-478$  км. Самое сильное ( $MSH=6.7$ ) из них (11 на рис. 1), произошедшее 7 ноября в 02<sup>h</sup>02<sup>m</sup> на глубине  $h=478\pm 12$  км, ощущалось в Японии с интенсивностью II балла по шкале [25], или 3–4 балла по шкале [26]. Для этого землетрясения определен механизм очага, который представляет собой сдвиг. Ось промежуточного напряжения близвертикальна, одна из возможных плоскостей разрыва имела юго-западное простирание с крутым падением ( $DP=67^\circ$ ) на северо-запад, вторая – северо-западное простирание и такое же крутое падение на северо-восток [18].

В Восточной части Южного Сахалина (№ 6) в 2004 г., как и в 2003 г. [11], не было зарегистрировано ни одного землетрясения.

В Хабаровском приграничном районе (№ 7) зарегистрировано восемь коровых землетрясений, максимальный энергетический класс составил  $K_C=8.0$  ( $K_P=8.9$ ), суммарная сейсмическая энергия (табл. 3) в 3.8 раза больше, чем в 2003 г. [11].

### 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., Рудик М.И., Сафонов Д.А. Курило-Охотский регион. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
3. Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2004 год / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ГС РАН, 2004–2005.
4. Bulletin of the International Seismological Centre for 2004. – Berkshire: ISC, 2006–2007.
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. Фокина Т.А., Поплавская Л.Н., Паршина И.А., Рудик М.И., Сафонов Д.А. Сахалин // Землетрясения Северной Евразии, 2003 год. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 166–172.
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. Паршина И.А., Фокина Т.А., Поплавская Л.Н. (отв. сост.), Величко Л.Ф., Мулякаева Н.К., Прилуцкая Ю.А., Ким Чун Ун, Сен Рак Се, Нагорных Т.В., Рудик М.И. Сахалин // Землетрясения Северной Евразии в 2000 году. – Обнинск: ГС РАН, 2006. (На CD).
14. 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 // Землетрясения Северной Евразии в 2001 году. – Обнинск: ГС РАН, 2007. (На CD).

15. **Паршина И.А. (отв. сост.), Кузнецова В.Н., Малащенко Ю.А.** Сахалин // Землетрясения Северной Евразии в 2002 году. – Обнинск: ГС РАН, 2008. – (На CD).
16. **Паршина И.А. (отв. сост.), Малащенко Ю.А.** Каталог землетрясений Сахалина за 2003 год. // Землетрясения Северной Евразии, 2003 год. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – (На CD).
17. **Паршина И.А. (отв. сост.), Малащенко Ю.А.** Каталог землетрясений Сахалина за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
18. **Поплавская Л.Н., (отв. сост.) Рудик М.И., Нагорных Т.В., Паршина И.А.** Каталог механизмов очагов землетрясений Сахалина за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
19. **Гутенберг Б., Рихтер К.Ф.** Магнитуда, интенсивность, энергия и ускорение как параметры землетрясений (II) // Слабые землетрясения. – М.: ИЛ, 1961. – С. 72–119.
20. **Соловьёв С.Л., Соловьёва О.Н.** Соотношение между энергетическим классом и магнитудой Курильских землетрясений // Физика Земли. – 1967. – № 2. – С. 13–23.
21. **Соловьёв С.Л., Соловьёва О.Н.** Скорость колебания земной поверхности в объемных волнах неглубокофокусных Курило-Камчатских землетрясений на расстояниях до  $17^\circ$  // Физика Земли. – 1967. – № 1. – С. 37–60.
22. **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., Рудик М.И., Оскорбин Л.С.** Углегорско-Айское 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.
23. **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.
24. **Нагорных Т.В., Фокина Т.А., Сафонов Д.А., Рудик М.И.** Костромское землетрясение 30 мая 2004 года с  $MLH=4.8$ ,  $I_0=5-6$  (Сахалин). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
25. **Hisada T., Nakagawa K.** Present Japanese Development in Engineering Seismology and their Application to Buildinge. – Japan: 1958.
26. **Медведев С.В. (Москва), Шпонхойер В. (Иена), Карник В. (Прага).** Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.