

## САХАЛИН

*Т.А. Фокина, И.А. Паршина, М.И. Рудик, А.О. Бобков, А.А. Шолохова*

Параметры землетрясений региона, включающего территорию о. Сахалин с шельфом и восточную часть Приамурья, определены на основе материалов наблюдений, полученных на четырех сейсмических станциях Сахалина (рис. 1), параметры которых по сравнению с таковыми в 1996 г. [1] не изменились. Дополнительно привлекались данные сейсмических сетей Приамурья [2] и Курильских островов [3], а также бюллетени ОМЭ ОИФЗ РАН [4], ISC [5]. Методы обработки данных [6-11] и схема деления региона на районы [1,12] не изменились.

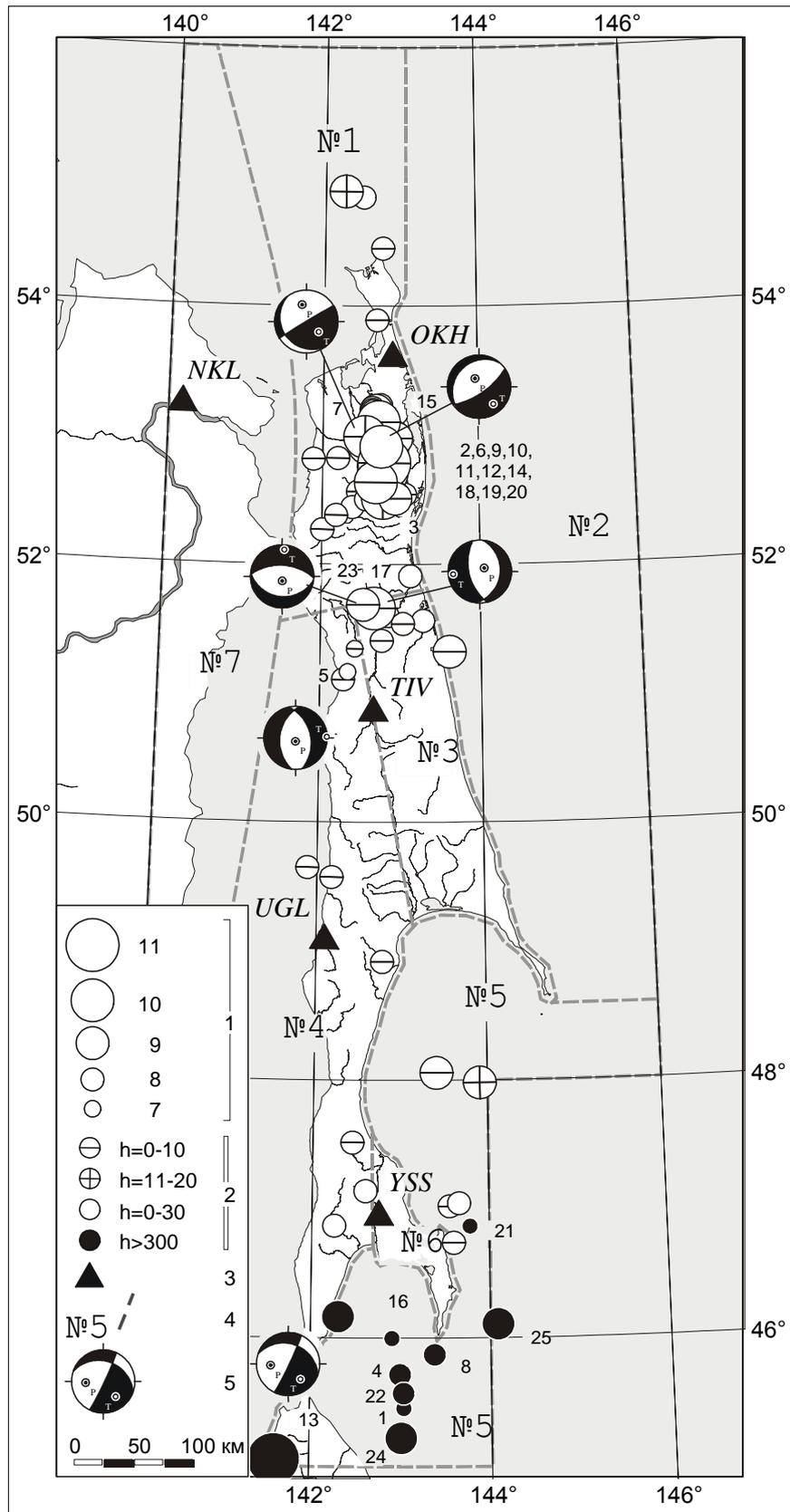
Кроме того, в 1997 г., как и в 1996 г., на территории региона продолжалась регистрация землетрясений цифровыми станциями типа "Datamark" (табл. 1). Они работали эпизодически в двух частях региона: на севере (в эпицентральной области Нефтегорского землетрясения 27.05.1995 г. [13]) по 10-15 дней и на юге – 1-2 месяца. Только одна цифровая станция работала 5 месяцев. По записям этих временных станций определены параметры 257 слабых землетрясений на севере и 47 – на юге острова.

**Таблица 1.** Координаты станций "Datamark" в 1997 г. и периоды их работы

№	Пункт	Код станции	Дата		Координаты	
			Открытия	Закрытия	φ°, N	λ°, E
<b>На севере о. Сахалин</b>						
6	Оха	OKH	14.04.97	30.11.97	53.60	142.90
7	Восточнее пос. Сабо	ESB	02.08.97	12.08.97	53.18	142.97
8	Западнее пос. Сабо	WSB	02.08.97	15.08.97	53.14	142.84
9	Южнее пос..Нефтегорска	FLT	02.08.97	15.08.97	52.95	142.95
10	Речка Теплая	TEP	02.08.97	15.08.97	53.09	142.77
11	Западнее пос. Нефтегорска	WNG	02.08.97	15.08.97	53.02	142.87
12	Речка Черная	CRN	02.08.97	14.08.97	53.11	142.57
13	Река Лангры	LGR	02.08.97	14.08.97	52.96	142.38
14	Гора Эрри	ERR	02.08.97	15.08.97	53.22	142.95
15	Гора Сабо	MSB	01.08.97	15.08.97	53.07	143.05
16	Гора Нутово	NTV	01.08.97	16.08.97	52.60	143.11
17	Севернее пос. Пильтун	PLT	01.08.97	15.08.97	52.78	143.07
18	Севернее пос. Вал	NBL	01.08.97	16.08.97	52.41	143.06
<b>На юге о. Сахалин</b>						
1	Ожидаево	OJD	26.08.97	24.10.97	47.03	142.39
2	Петропавловское	PTP	26.08.97	24.10.97	46.79	142.48
3	Белые Скалы	BSK	11.06.97	22.07.97	46.84	142.32
4	Зеленодольск	ZLD	11.06.97	22.07.97	46.66	142.38
5	Южно-Сахалинск	YSS	02.01.97	16.05.97	46.96	142.76

По данным стационарных станций за 1997 г. были определены параметры 265 землетрясений, 126 из которых с  $K_C \geq 7.6$  включены в каталог [14]. Карта их эпицентров представлена на рис. 1. Энергетический класс 255 коровых землетрясений составил  $K_C \geq 5.6$ , их распределение по энергетическим классам  $K_C$  дано в табл. 2. Наклон графика повторяемости коровых землетрясений в диапазоне  $K_C=8-11$  равен  $\gamma=0.61 \pm 0.09$ . Приведем для сравнения значения  $\gamma$  за два предыдущие года: в 1996 г.  $\gamma=0.61 \pm 0.09$  в диапазоне  $K_C=8-12$  [1]; в 1995 г.  $\gamma=0.77 \pm 0.03$  в диапазоне  $K_C=8-11$  [12]. Сейсмическая активность региона в 1997 г. по сравнению с таковой в 1996 г. [1] значительно снизилась: количество зарегистрированных за год землетрясений уменьшилось в два раза, суммарная сейсмическая энергия в 8 раз. Глубокофокусных землетрясений с  $h \geq 295$  км произошло 10, распределение их по магнитудам  $M_{SH}$  дано в табл. 3. Глубокофокусная активность, напротив, усилилась: число глубоких землетрясений осталось то же, но магнитуда сильнейшего из

них составила  $MSH=6.0$ , за счет чего суммарная сейсмическая энергия глубокофокусных землетрясений в 1997 г. на 2 порядка превысила соответствующую энергию в 1996 г. [1].



**Рис. 1.** Сеть сейсмических станций и карта эпицентров землетрясений Сахалина за 1997 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. Числа 1-25 соответствуют номерам землетрясений в графе 1 каталога [14].

**Таблица 2.** Распределение числа коровых землетрясений по энергетическим классам  $K_C$  и суммарная сейсмическая энергия  $\Sigma E$  по районам

№ р-на	Район	$K_{min}$	$K_C$					$N_{\Sigma}$	$\Sigma E \cdot 10^{10}$ , Дж
			6	7	8	9	10		
1	Северный	7	21	86	74	17	9	207	13.690
2	Охотоморский шельф	7	-	1	-	-	-	1	0.001
3	Восточно-Сахалинский	7	-	5	5	2	1	13	1.255
4	Западно-Сахалинский	7	8	8	7	-	-	23	0.079
5	Юго-Восточный	7	-	2	1	2	-	5	0.212
6	Восточная часть южного Сахалина	7	1	1	3	-	-	5	0.031
7	Хабаровский приграничный	7	1	1	-	-	-	2	0.001
	Всего		31	104	90	21	10	256	15.269

**Таблица 3.** Распределение числа глубоких землетрясений по магнитудам  $MSH$  и суммарная сейсмическая энергия  $\Sigma E$  в районе №5

№ р-на	Район	$M_{min}$	$MSH$			$N_{\Sigma}$	$\Sigma E \cdot 10^{10}$ , Дж
			4.0	5.0	6.0		
5	Юго-Восточный	5.0	5	4	1	10	448.8

Примечание. При составлении табл. 2,3 величина всех землетрясений приводилась к магнитуде  $MLH$  путем пересчета из классов  $K_C$  для землетрясений с глубиной не больше 80 км и из магнитуд  $MSH$  с  $h \geq 80$  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.

Общее число осязательных землетрясений в 1997 г. равно  $N=22$  (табл. 4), причем, подавляющая их часть произошла в Северном районе (№1) и связана, безусловно, с последствием Нефтегорского землетрясения (табл. 4). По совокупности знаков первых смещений  $P$ ,  $PG$ ,  $S$ ,  $SG$ -волн удалось для 6 землетрясений определить механизмы очагов [15], стереограммы которых представлены на рис. 1.

**Таблица 4.** Распределение осязательных землетрясений по районам

№ р-на	Район	Число осязательных землетрясений	$(K_C)_{max}$	$MLH_{max}$	$J_{max}$ , балл
1	Северный	14	-	4.3	5-6
2	Охотоморский шельф	-	-	-	-
3	Восточно-Сахалинский	1	7.9	-	3
4	Западно-Сахалинский	5	-	4.2	5
5	Юго-Восточный	1	-	5.1	1-2
6	Восточная часть Южного Сахалина	1	8.3	-	3
7	Хабаровский приграничный	-	-	-	-

В Северном районе (№1), самом сейсмоактивном в регионе, произошло заметное снижение сейсмической активности. В нем зарегистрировано 207 землетрясений (табл. 2), т.е. почти 77% от общего числа, против 87% в 1996 г. [1]. Энергетический класс землетрясений не превышал  $K_C=10.5$ , суммарная сейсмическая энергия составила чуть менее 12% соответствующей величины 1996 г. По-прежнему активной в течение года оставалась эпицентральная область Нефтегорского землетрясения [13], самые заметные афтершоки которого показаны номерами (2,3,6,7,9-12,14,15,18-20) на рис. 1. Для двух из них – 23 марта в  $18^h11^m$  (7) и 27 июня в  $09^h35^m$  (15) определены механизмы очагов. Интерпретация первого механизма позволяет установить, что очаг находился под воздействием напряжений сжатия и растяжения, действующих в равных условиях. Ось промежуточного напряжения близгоризонтальна. Одна из возможных плоскостей разрыва имеет северо-восточное простирание и крутое падение на юго-восток, подвижка по ней – взброс. Вторая возможная плоскость разрыва близгоризонтальна с простиранием на юго-восток – северо-запад. Характер подвижки – сдвиг. Механизм второго очага отличается от первого тем, что второе землетрясение реализовалось под воздействием близгоризонтального напряжения растяжения и близвертикального напряжения сжатия. Подвижки по обеим плоскостям представлены сбросами.

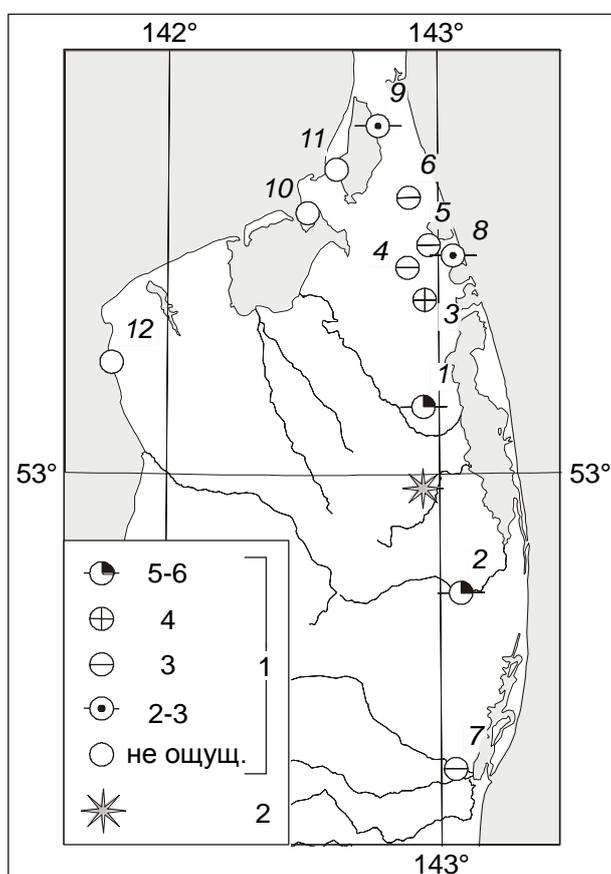
В районе отмечено 14 осязательных землетрясений, самое заметное из них произошло вблизи Охинского перешейка 16 мая в  $23^h12^m$  на глубине  $h=11$  км с  $K_C=8.9$ . Максимальная интенсивность

сотрясений составила 5-6 баллов в пос. Сабо ( $\Delta=19$  км) и пос. Пильтун ( $\Delta=26$  км), макросейсмические данные об этом землетрясении представлены в табл. 5 и на рис. 2.

**Таблица 5.** Макросейсмические данные о землетрясении 16 мая в 23<sup>h</sup>12<sup>m</sup>

№	Пункт	$\Delta$ , км	№	Пункт	$\Delta$ , км
	<u>5-6 баллов</u>		6	г. Оха	69
1	пос. Сабо	19	7	пос. Вал	70
2	пос. Пильтун	26		<u>2-3 балла</u>	
	<u>4 балла</u>		8	пос. Восточный	54
3	пос. Тунгор	47	9	пос. Колендо	90
	<u>3 балла</u>			<u>не ощущали</u>	
4	пос. Озерный	54	10	пос. Москальво	73
5	пос. Эхаби	60	11	пос. Некрасовка	82
			12	пос. Рыбновск	83

**Охотоморский шельф (№2)** оставался самым малоактивным районом Сахалина. За весь 1997 г. в районе отмечен лишь один толчок с  $K_C \div 7$  (табл. 2).



**Рис. 2.** Макросейсмические проявления о землетрясении 16 мая в 23<sup>h</sup>12<sup>m</sup> с  $K_C=8.9$ ,  $MLH=3.7$

1 – интенсивность сотрясений в баллах по шкале MSK-64 [16]; 2 – инструментальный эпицентр.

**Восточно-Сахалинский район (№3)**, напротив, активизировался. Значительные землетрясения произошли 4 августа в 14<sup>h</sup>56<sup>m</sup> ( $K_C=9.7$ ,  $MLH=4.4$ ,  $h=7 \pm 3$  км) и 12 сентября в 10<sup>h</sup>10<sup>m</sup> ( $K_C=9.1$ ,  $MLH=4.0$  и  $h=6 \pm 2$  км) (17 и 23 на рис. 1). Их очаги реализовались в условиях преобладающего напряжения растяжения и более крутого напряжения сжатия. Ось промежуточного напряжения близгоризонтальна и ориентирована для землетрясения 4 августа субмеридионально, а для 12 сентября – субширотно. Для обоих очагов установленная дислокация в очаге – сброс. 29 сентября в 19<sup>h</sup>43<sup>m</sup> зарегистрировано единственное в районе ощутимое землетрясение с  $K_C=7.9$  и  $h=7 \pm 1$  км, макросейсмический эффект от которого составил 3 балла в пос. Арги-Паги ( $\Delta=8$  км) и Чир-Унвд ( $\Delta=23$  км).

В Западно-Сахалинском районе (№4) отмечено понижение сейсмической активности, энергетический класс землетрясений  $K_C \leq 8.4$ , суммарная сейсмическая энергия составляет чуть более 3.5% от соответствующей величины в 1996 г. Зарегистрировано 5 ощутимых землетрясений, максимальный макросейсмический эффект составил 5 баллов для землетрясения 17 декабря в 20<sup>h</sup>09<sup>m</sup> с  $MLH=4.2$ ,  $h=8 \pm 2$  км (табл. 6, рис. 3). Другое заметное сейсмическое событие района – землетрясение 7 февраля в 13<sup>h</sup>33<sup>m</sup> с  $K_C=8.4$  и  $h=9 \pm 1$  км (5 на рис. 1), для которого удалось определить механизм очага [15]. Его очаг находился под воздействием близгоризонтального напряжения растяжения субширотной ориентации и более крутого напряжения сжатия. Ось промежуточного напряжения близгоризонтальна и ориентирована субмеридионально. Тип подвижки – сброс.

Таблица. 6. Макросейсмические данные о землетрясении 17 декабря в 20<sup>h</sup>09<sup>m</sup>

№	Пункт	Δ, км	№	Пункт	Δ, км
	<u>5 баллов</u>		20	Стан рыбаков в 12 км южнее пос. Фирсово	45
1	пос. Быков	12	21	пос. Санаторный	48
	<u>4 балла</u>		22	пос. Правда	53
2	пос. Углезаводск	20	23	пос. Неводское	56
3	пос. Покровка	22	24	пос. Ильинский	73
4	пос. Синегорск	25	25	пос. Ясноморский	75
5	пос. Красноярское	32		<u>1-2 балла</u>	
6	гор. Чехов	34	26	пос. Чапланово	45
7	пос. Бойково	36	27	пос. Пожарское	50
	<u>4-3 балла</u>		28	пос. Ловецкое	80
8	пос. Советское	24		<u>Не ощущалось</u>	
9	пос. Костромское	30	29	пос. Ай	24
10	пос. Пионеры	32	30	г. Долинск	29
	<u>3 балла</u>		31	пос. Стародубское	32
11	пос. Садовники	32	32	пос. Сокол	35
12	пос. Яблочное	34	33	пос. Ожидаево	35
13	пос. Симаково	35	34	пос. Фирсово	35
14	пос. Новосибирское	36	35	пос. Бамбучки	46
	<u>3-2 балла</u>		36	Серные источники	47
15	г. Холмск	42	37	пос. Ключи	50
16	пос. Новоселово	46	38	пос. Взморье	56
17	г. Томари	58	39	пос. Высокое	60
	<u>2 балла</u>		40	пос. Арсентьевка	61
18	пос. Чистоводное	38	41	пос. Огоньки	63
19	пос. Пятиречье	40	42	пос. Пензенское	63
			43	г. Анива	70
			44	г. Невельск	85

Юго-Восточный район (№5) характеризуется увеличением сейсмической активности, особенно глубокофокусной. В заливе Анива отмечено 10 землетрясений на глубине  $h=295-388$  км (1, 4, 8, 13, 16, 21, 22, 24, 26 на рис. 1), одно из них (13), происшедшее 5 июня в 05<sup>h</sup>53<sup>m</sup> с  $h=295 \pm 6$  км, ощущалось с интенсивностью 1-2 балла. Механизм очага этого землетрясения показал преобладание близгоризонтального напряжения растяжения и субширотно ориентированного напряжения сжатия, установленная дислокация – сдвиг. В заливе Терпения отмечена серия землетрясений с  $K_C \leq 8.5$ .

В Восточной части Южного Сахалина (№6) отмечено некоторое увеличение сейсмической активности, обычно довольно слабой. Зарегистрировано несколько одиночных событий с  $K_C \leq 8.5$ , среди них одно, происшедшее 11 августа в 01<sup>h</sup>25<sup>m</sup> с  $K_C=8.3$  и  $h=8 \pm 1$ , вызвало сотрясения в 3 балла в районе маяка Тонина (мыс Свободный) ( $\Delta=18$  км) и 1-2 балла в пос. Лесное ( $\Delta=35$  км).

Хабаровский Приграничный район (№7) представлен двумя землетрясениями с  $K_C < 7.5$ , его слабая сейсмическая активность еще понизилась.

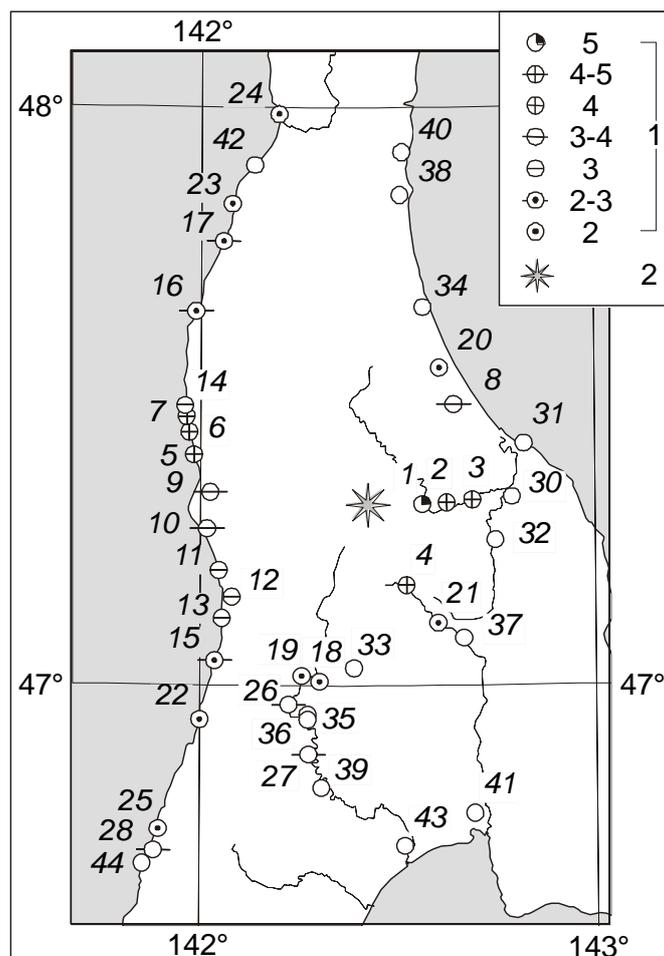


Рис. 3. Макросейсмические проявления землетрясения 17 декабря в 20<sup>h</sup>09<sup>m</sup> с  $K_c=8.3$ ,  $MLH=4.2$

1 – интенсивность сотрясений I в баллах по шкале MSK-64 [16]; 2 – инструментальный эпицентр.

В целом, в 1997 г. на Сахалине продолжалось снижение сейсмической активности.

### Л и т е р а т у р а

1. Фокина Т.А., Паршина И.А., Рудик М.И., Бобков А.О., Шолохова А.А., Ким Чун Ун, Сен Рак Се. 2002. Сахалин // Землетрясения Северной Евразии в 1996 году. М.: Изд-во ГС РАН. С. 99-109.
2. Шолохова А.А., Коваленко Н.С., Паршина И.А., Рудик М.И., Бобков А.О. Приамурье и Приморье. См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.
3. Фокина Т.А., Давыдова Н.А., Рудик М.И., Бобков А.О. Курило-Охотский регион. См раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.
4. Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 1997 год. 1997-1998. / Отв. ред. О.Е. Старовойт. Обнинск: Изд-во ОмЭ ИФЗ РАН.
5. Bulletin of the International Seismological Centre (for 1997). 1999-2000. Ньюбери: Изд-во ISC.
6. Поплавская Л.Н., Бобков А.О., Кузнецова В.Н., Нагорных Т.В., Рудик М.И. 1989. 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. С. 32-51.
7. Оскорбин Л.С., Бобков А.О. 1997. Сейсмический режим сейсмогенных зон юга Дальнего Востока // Геодинамика тектоносферы зоны сочленения Тихого океана с Евразией. Т. VI. (Проблемы сейсмической опасности Дальневосточного региона). Южно-Сахалинск: Изд-во ИМГиГ. С. 179-197.

8. Балакина Л.М., Введенская А.В., Голубева Н.В., Мишарина Л.А., Широкова Е.И. 1972. Поле упругих напряжений Земли и механизм очагов землетрясений. М.: Наука. 192 с.
9. Аптекман Ж.Я., Желанкина Т.С., Кейлис-Борок В.И., Писаренко В.Ф., Поплавская Л.Н., Рудик М.И., Соловьев С.Л. 1979. Массовое определение механизмов очагов землетрясений на ЭВМ // Теория и анализ сейсмологических наблюдений. М.: Наука. С. 45-58. (Вычислительная сейсмология; Вып. 12).
10. Поплавская Л.Н., Нагорных Т.В., Рудик М.И. 2001. Методика и первые результаты массовых определений механизмов очагов коровых землетрясений Дальнего Востока // Землетрясения Северной Евразии в 1995 году. М.: Изд-во ГС РАН. С. 95-99.
11. Волкова Л. Ф., Поплавская Л.Н., Соловьева О.Н. 1989. Шкалы MPVA, MSHA для определения магнитуд близких глубокофокусных землетрясений Дальнего Востока // Сейсмологические наблюдения на Дальнем Востоке СССР. М.: Наука. С. 81-85. (Методические работы ЕССН).
12. Фокина Т.А., Поплавская Л.Н., Паршина И.А., Рудик М.И., Бобков А.О., Шолохова А.А., Брагина Г.И. 2001. Сахалин // Землетрясения Северной Евразии в 1995 году. М.: Изд-во ГС РАН. С. 79-86.
13. Оскорбин Л.С., Поплавский А.А., Стрельцов М.И., Шолохова А.А., Давыдова Н.А., Койкова Л.Ф., Садчикова А.А., Хритова Л.И. 2001. Нефтегорское землетрясение 27(28) мая 1995 года (Mw=7.1) // Землетрясения Северной Евразии в 1995 году. М.: Изд-во ГС РАН. С. 170-182.
14. Фокина Т.А., Поплавская Л.Н. (отв. сост.), Шолохова А.А., Паршина И.А., Садчикова А.А., Величко Л.Ф. Сахалин. См. раздел III в наст. сб. (на CD).
15. Рудик М.И. (отв. сост.), Паршина И.А. Сахалин. См. раздел IV в наст. сб. (на CD).
16. Медведев С.В. (Москва), Шпонхойер В. (Иена), Карник В. (Прага). 1965. Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. М.: Изд-во МГК АН СССР. 11 с.