

## САХАЛИН

Т.А. Фокина, И.А. Паршина, М.И. Рудик, Е.Н. Дорошкевич, Д.А. Сафонов, Сен Рак Се,

Ким Чун Ун, О.В. Микрюкова, Н.В. Краева

Параметры землетрясений региона «Сахалин», включающего территорию о. Сахалин с шельфом и восточную часть Приамурья, определены на основе материалов наблюдений, полученных на четырех сейсмических станциях Сахалина, сведения о которых представлены в табл. 1. К обработке были привлечены данные сейсмических станций Приамурья [1] и Курильских островов [2], а также бюллетени ОМЭ ОИФЗ РАН [3], JMA, ISC [4]. Методы обработки данных [5–10] и схема деления региона на районы [11,12] не изменились.

Таблица 1. Сейсмические станции Сахалина, работавшие в 1998 г., и их параметры

№	Станция		Дата открытия	Координаты		$h_y$ , м	Аппаратура					
	Название	Код		$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$		Тип прибора	Компонента	$V_{\max}$ /чувствит-ть	$\Delta T_{\max}$ , с		
межд.		рег.										
1	Южно-Сахалинск*	YSS	ЮСХ	07.03.1957	46.95	142.76	98	СКМ-3	N	45475	0.33–0.83	
									E	45434	0.32–0.83	
									Z	45233	0.33–0.83	
									N, E, Z	22220	0.31–0.83	
									N, E, Z	10060	0.31–0.83	
									СКД	N, E, Z	1048	0.20–19.0
										N, E, Z	501	0.20–17.0
										N, E, Z	201	0.20–15.0
										N, E, Z	100	0.16–16.0
									Велосиграф C5C	N, E, Z	27.5 с	0.045–4.7
N, E, Z	2.5 с	0.045–4.6										
ОСП-2М ССР3-М	N, E, Z	0.04 с <sup>2</sup>	0.020–1.5									
	N, E, Z	0.0210 с <sup>2</sup>	0.056–11.0									
2	Углегорск	UGL	УГЛ	12.1950	49.08	142.07	40	СКМ-3	N, E, Z	10300	0.36–0.65	
									N, E, Z	6500	0.36–0.65	
									N, E, Z	3250	0.36–0.65	
									СКД	N, E, Z	1040	0.20–20.0
										N, E, Z	500	0.20–18.0
										N, E, Z	200	0.20–16.0
									C5C-М	N, E, Z	300	0.36–0.7
										N, E, Z	20	0.36–0.7
									Велосиграф C5C	N, E, Z	25.0 с	0.045–4.6
										N, E, Z	2.5 с	0.045–4.6
ОСП-2М ССР3	N, E, Z	0.05 с <sup>2</sup>	0.02–1.1									
	N, E, Z	0.0230 с <sup>2</sup>	0.066–11.0									
3	Оха	ОКН	ОХА	01.12.1958	53.6	142.95	36	СКМ-3	N, E, Z	7500	0.35–0.73	
									N, E, Z	3750	0.35–0.73	
									СКД	N, E, Z	1040	0.20–20.0
										N, E, Z	500	0.20–18.0
										N, E, Z	200	0.20–16.0
									Велосиграф C5C	N, E, Z	25.0 с	0.045–4.6
										N, E, Z	2.5 с	0.045–4.6
									C5C-М	N, E, Z	25.0 с	2.0–4.8

№	Станция			Дата открытия	Координаты		$h_y$ , м	Аппаратура			
	Название	Код			$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$		Тип прибора	Компонента	$V_{max}$ /чувствит-ть	$\Delta T_{max}$ , с
		межд.	рег.								
								ОСП-2М	E, Z	1.0 с	2.0–4.8
								ССРЗ	N, E, Z	0.045 с <sup>2</sup>	0.03–1.0
								ССРЗ	N, E, Z	0.015 с <sup>2</sup>	0.045–0.10
4	Тымовское*	TYV	TMC	02.04.1969	50.86	142.66	160	СКМ-3	N, E	74750	0.3–0.7
									N, E	25500	0.14–0.58
									Z	110000	0.48–0.68
									Z	50000	0.36–0.65
									Z	25000	0.35–0.66
								СКД	N, E, Z	1043	0.20–19.7
									N, E, Z	500	0.10–16.9
									N, E, Z	200	0.10–16.9
								C5C-M	N, E, Z	50	2.0–4.8
									N, E, Z	5	2.0–4.8
								Велосиграф C5C	N, E, Z	25.0 с	0.045–4.6
									N, E, Z	2.5 с	0.045–4.6
								ОСП-2М	N	0.04 с <sup>2</sup>	0.03–1.0
									E, Z	0.04 с <sup>2</sup>	0.03–2.0
								ССРЗ	N, E, Z	0.0018 с <sup>2</sup>	0.055–10.0

Примечание. Знаком \* помечены опорные станции. Сейсмографы C5C-M, велосиграфы C5C, акселерографы ОСП и СРЗ работают в ждущем режиме регистрации.

Общее число землетрясений, обработанных по наблюдениям стационарной сети, составило  $N_\Sigma=215$ , начиная с  $K_C \geq 5.5$  [13]. Карта эпицентров землетрясений представлена на рис. 1. Распределение коровых землетрясений по энергетическому классу  $K_C$  приведено в табл. 2 (из них 18 – ощутимых). В табл. 3 дано распределение глубоководных землетрясений по магнитуде  $MSH$ .

**Таблица 2.** Распределение числа коровых землетрясений по энергетическим классам  $K_C$ , суммарная сейсмическая энергия  $\Sigma E$ , число  $n$  ощутимых землетрясений, максимальная величина землетрясений и интенсивности сотрясений по районам

№	Район	$K_{min}$	$K_C$					$N_\Sigma$	$\Sigma E \cdot 10^{10}$ , Дж	$n$ , ощутим.	$MLH_{max}$ , $MSH_{max}$ , $K_{Cmax}$	$I_{max}$ , балл
			6	7	8	9	10					
1	Северный	7	19	58	55	16	4	152	4.879	12	4.6 <sub>MLH</sub>	5–6
2	Охотоморский шельф	7	–	2	–	1	–	3	0.127	–	4.2 <sub>MLH</sub>	–
3	Восточно-Сахалинский	7	–	3	4	2	0	9	0.237	–	3.8 <sub>MLH</sub>	–
4	Западно-Сахалинский	7	6	10	7	3	–	26	0.236	5	8.9 <sub>Kc</sub>	4
5	Юго-Восточный	7	–	1	1	3	–	5	0.259	1	5.5 <sub>MSH</sub>	2
6	Восточная часть южного Сахалина	7	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7	Хабаровский приграничный	7	–	–	1	–	–	1	0.008	–	7.9 <sub>Kc</sub>	–
	Всего		25	74	68	25	4	196	5.745	18		

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

№	Район	$M_{min}$	$MSH$			$N_\Sigma$	$\Sigma E \cdot 10^{10}$ , Дж
			4.0	5.0	5.5		
5	Юго-Восточный	5.0	10	8	1	19	23.423

Примечание. При составлении табл. 2,3 величина всех землетрясений приводилась к магнитуде  $MLH$  путем пересчета из классов  $K_C$  для землетрясений с  $h \leq 30$  км и из магнитуд  $MSH$  с  $h \geq 200$  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.

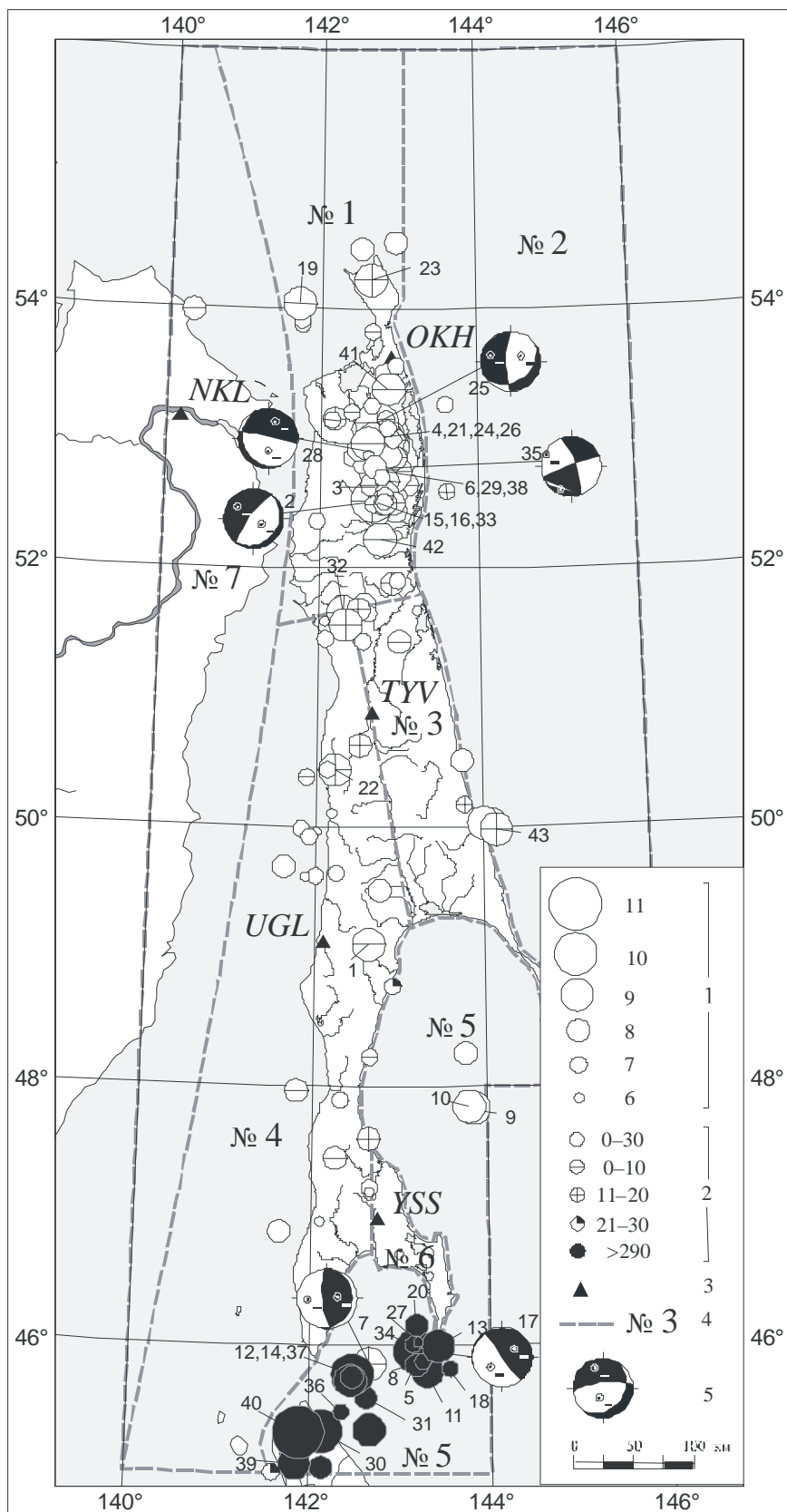


Рис. 1. Сеть сейсмических станций и карта эпицентров землетрясений Сахалина за 1998 г.

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 1–43 соответствуют номерам землетрясений в графе 1 каталога [13].

Сейсмическая активность мелкофокусных землетрясений в 1998 г. как по их числу, так и по величине суммарной сейсмической энергии заметно снизилась, по сравнению с таковыми в 1997 г. [12]: число землетрясений уменьшилось в 1.3 раза, энергия – в 2.3 раза (табл. 4), энергетический класс не превысил  $K_C=10.2$ . Таким энергетическим уровнем характеризуется землетрясение (28), произошедшее 19 июня в 11<sup>h</sup>17<sup>m</sup> в северной части острова. Как следует из табл. 4, суммарное годовое число коровых землетрясений, несмотря на заметное затухание сейсмичности региона после Нефтегорского землетрясения 27(28).05.1995 г. с  $M_w=7.1$  [14], все еще выше соответствующего уровня в 1992–1994 гг.

**Таблица 4.** Сравнение суммарных чисел и энергий мелкофокусных землетрясений Сахалина за 1992–1998 гг.

Год	$K_C (h \leq 30 \text{ км})$								$M_w$	$N_\Sigma$	$\Sigma E \cdot 10^{10}$ , Дж
	6	7	8	9	10	11	12	13			
1992	5	40	17	8	2	–	–	–		72	3.02
1993			19	29	8	9	2	1		68*	1297.0
1994	14	35	17	7	2	1	–	–		76	12.9
1995	85	572	645	169	34	6	–	–	7.1	1512	3980117.9
1996	43	258	180	45	13	1	–	–		540	12046.2
1997	31	104	90	21	10	–	–	–		256	15.3
1998	25	74	68	25	4	–	–	–		196	5.7

Примечание. Знаком \* помечено число землетрясений с  $K_C > 7$ .

Глубокофокусных землетрясений с  $h \geq 200$  км в 1998 г. зарегистрировано в 1.9 раза больше, но уровень их магнитуд не превысил  $MSH=5.5$ , в результате суммарная энергия в 19 раз меньше соответствующей величины в 1997 г. (табл. 6). Максимальной магнитудой  $MSH=5.5$  характеризуется землетрясение (40) с  $h=301$  км, зарегистрированное в Юго-Восточном районе региона 17 октября в 16<sup>h</sup>40<sup>m</sup>.

**Таблица 6.** Сравнение суммарных чисел и энергий глубокофокусных землетрясений Сахалина за 1997 и 1998 гг.

Год	$MSH (h \geq 200 \text{ км})$				$N_\Sigma$	$\Sigma E \cdot 10^{10}$ , Дж
	4.0	5.0	5.5	6.0		
1997	5	4	–	1	10	448.8
1998	10	8	1	–	19	23.4

По совокупности знаков первых смещений  $P$ ,  $PG$ ,  $S$ ,  $SG$ -волн удалось определить механизмы очагов 6 землетрясений [15], стереограммы которых представлены на рис. 1. Ниже дана краткая характеристика сейсмичности по районам по данным наблюдений стационарной сети станций.

**В Северном районе (№ 1)**, по-прежнему самом сейсмоактивном в регионе, проявилось тем не менее заметное снижение сейсмической активности. Зарегистрировано 152 землетрясения с  $K_C \geq 5.5$ , что в 1.4 раза меньше, чем в 1997 г. Суммарная сейсмическая энергия землетрясений в районе, равная  $\Sigma E=5.8 \cdot 10^{10}$  Дж (табл. 2), в 2.4 раза меньше таковой в 1997 г. ( $\Sigma E=13.7 \cdot 10^{10}$  Дж).

Активной оставалась очаговая область Нефтегорского землетрясения [14], где было отмечено 12 ощутимых землетрясений с интенсивностью сотрясений от 2 до 5–6 баллов (табл. 2). Два из них (25, 26 на рис. 1) ощущались в пос. Сабо ( $\Delta=18$  и 20 км соответственно) с интенсивностью сотрясений в 5–6 баллов, в г. Оха ( $\Delta=65$  и 69 км соответственно) – 3–4 балла [13]. Для первого из них, произошедшего 9 июня в 14<sup>h</sup>05<sup>m</sup> с  $K_C=9.2$ , удалось определить механизм очага [15], согласно которому в нем произошел сброс под воздействием близгоризонтального напряжения растяжения и более крутого напряжения сжатия. Одна из возможных плоскостей разрыва имеет меридиональное простирание и крутое падение на запад. Вторая возможная плоскость имеет северо-восточное простирание с падением под небольшим углом на юго-восток. Самый сильный ( $K_C=10.2$ ) толчок (28) зарегистрирован 19 июня в 11<sup>h</sup>17<sup>m</sup> на глубине  $h=14$  км, интенсивность сотрясений составила в пос. Сабо ( $\Delta=30$  км) 3–4 балла, в г. Оха ( $\Delta=82$  км) – 2 балла. Это землетрясение реализовалось под воздействием преобладающего напряжения растяжения,

ориентированного субмеридионально; ось промежуточного напряжения – близгоризонтальна и ориентирована субширотно. Одна из нодальных плоскостей имеет субширотное простирание, другая – субмеридиональное; подвижка в очаге – взрез. В очаге землетрясения (35) за 14 августа в  $01^{\text{h}}56^{\text{m}}$  с  $K_C=8.8$  реализовался сдвиг под воздействием близгоризонтальных напряжений сжатия [15]. Обе возможные плоскости разрыва круто наклонены. Интерпретация данных о механизме очага еще одного землетрясения (2) из очаговой области Нефтегорского землетрясения, произошедшего 7 января в  $03^{\text{h}}06^{\text{m}}$  на глубине  $h=17$  км с  $K_C=9.7$ ,  $MLH=4.2$ , позволяет считать, что очаг находился под воздействием близгоризонтального напряжения растяжения и более крутого напряжения сжатия. Одна из возможных плоскостей разрыва имеет юго-западное простирание и круто падает к северо-западу, вторая имеет простирание север-северо-восточное и полого падает к юго-востоку, установленный тип подвижки – взрез.

В **Охотоморском шельфе (№ 2)** можно отметить некоторое повышение числа землетрясений: если в 1997 г. было зарегистрировано только одно землетрясение (с  $K_C=7.2$  [12]), то в 1998 г. в районе отмечено 3 землетрясения, одно из которых (43), произошедшее 20 декабря в  $16^{\text{h}}32^{\text{m}}$  на глубине  $h=14$  км, имеет достаточно большую величину ( $K_C=9.1$ ,  $MLH=4.2$ ), в результате чего суммарная сейсмическая энергия района более чем на 2 порядка превысила таковую в 1997 г.

Напротив, сейсмическая активность **Восточно-Сахалинского района (№ 3)** понизилась как по числу землетрясений, так и по выделившейся в очагах суммарной энергии: зарегистрировано 9 землетрясений с  $K_C \geq 7.2$  (в 1997 г. – 13), а энергия (табл. 2) более чем в 20 раз ниже соответствующего уровня в 1997 г. [12]. Самое сильное ( $K_C=9.2$ ) землетрясение (32) района произошло 19 июля в  $23^{\text{h}}12^{\text{m}}$  на глубине  $h=14$  км.

В **Западно-Сахалинском районе (№ 4)** число землетрясений чуть выше, чем в 1997 г.: зарегистрировано 26 землетрясений с  $K_C \geq 5.5$  (в 1997 г.  $n=23$ ), но более высоких энергетических классов. Поэтому суммарная сейсмическая энергия –  $\Sigma E=0.236 \cdot 10^{10}$  Дж (табл. 2) – почти в 3 раза больше, чем в 1997 г. ( $\Sigma E=0.08 \cdot 10^{10}$  Дж [12]). Самое сильное ( $K_C=8.9$ ) землетрясение (1) произошло 4 января в  $09^{\text{h}}38^{\text{m}}$  на глубине  $h=10$  км. Оно ощущалось с интенсивностью в 3–4 балла в г. Шахтерске ( $\Delta=40$  км) и в 2–3 балла в г. Углегорске ( $\Delta=39$  км). Кроме него отмечено еще 3 ощутимых толчка, их макросейсмический эффект также не превышал 4 баллов (табл. 2).

В **Юго-Восточном районе (№ 5)** зарегистрировано, как и в 1997 г. [12], 5 мелкофокусных землетрясений с  $K_C \geq 6.8$ . Самое сильное ( $K_C=9.1$ ) из них (10) произошло 2 марта в  $09^{\text{h}}22^{\text{m}}$ , класс двух других землетрясений равен  $K_C=8.8$ , суммарная сейсмическая энергия (табл. 2) в 1.2 раза превысила таковую в 1997 г. В заливе Анива 5 февраля в  $06^{\text{h}}35^{\text{m}}$  отмечено одно ощутимое землетрясение (7). Интенсивность вызванных им сотрясений составила 2 балла на мысе Крильон ( $\Delta=52$  км) [13]. Его величина соответствует  $MLH=3.6$ , глубина –  $h=15$  км. Для этого землетрясения определен механизм очага [15], в котором под воздействием близгоризонтального напряжения сжатия, ориентированного субширотно, и более крутого напряжения растяжения произошел пологий надвиг.

В этом же заливе зарегистрировано 19 глубокофокусных землетрясений с  $h=290$ – $339$  км, самое сильное ( $MSH=5.5$ ) из них (40 на рис. 1) произошло 17 октября в  $16^{\text{h}}40^{\text{m}}$  на глубине 301 км. Самое глубокое ( $h=339$  км) землетрясение (13) зарегистрировано 6 марта в  $03^{\text{h}}12^{\text{m}}$  с  $MSHA=4.6$ . Механизм очага определен лишь для одного глубокофокусного землетрясения (17) за 24 апреля с магнитудой  $MSH=5.1$  ( $t_0=02^{\text{h}}40^{\text{m}}$ ,  $h=333 \pm 18$  км). Он похож на механизм очага землетрясения (7), за исключением ориентации нодальных плоскостей [15].

В **Восточной части Южного Сахалина (№ 6)** не отмечено ни одного землетрясения.

**Хабаровский Приграничный район (№ 7)** представлен одним землетрясением с  $K_C=7.9$  и одиночными землетрясениями класса  $K_C \leq 6$ .

В целом в 1998 г. на Сахалине продолжалось снижение коровой сейсмической активности, что обусловлено, по-видимому, преобладанием процесса затухания афтершоковой деятельности в очаговой области Нефтегорского землетрясения [14].

В заключение остановимся на результатах работы временных станций. В 1998 г. на территории региона продолжали работать две локальные сети временных полевых станций «DAT» и «Datamark» (табл. 7) с цифровой регистрацией на базе сейсмометров производства Японии с  $f_c=4.5$  Гц, действующих эпизодически, начиная с 1996 г. [12, 16], и в значительной степени автономно, без увязки их данных с данными постоянных станций (табл. 1). Шесть станций

«DAT» вели регистрацию землетрясений на севере о. Сахалин, в эпицентральной области Нефтегорского землетрясения; четыре станции «Datamark» работали на юге острова. По данным временных станций определены параметры 192 слабых землетрясений: 54 – на севере острова (рис. 2, табл. 8), 138 – на юге Сахалина (рис. 3, табл. 9).

Таблица 7. Координаты временных станций «DAT», «Datamark» в 1998 г. и периоды их работы

№	Пункт	Код станции	Тип аппаратуры	Дата		Координаты	
				открытия	закрытия	φ°, N	λ°, E
На севере о. Сахалин							
1	Пильтун	PLT	DAT	13.07.1998	23.09.1998	52.73	143.08
2	Сабо	SABO	DAT	13.07.1998	21.09.1998	53.14	142.95
3	Блок пост № 4	BP4	DAT	14.07.1998	21.09.1998	52.94	142.35
4	Блок пост № 1	BP1	DAT	14.07.1998	21.09.1998	53.41	142.75
5	Одопту	ODP	DAT	14.07.1998	21.09.1998	53.37	143.10
6	Некрасовка	NKR	DAT	15.07.1998	22.09.1998	53.68	142.62
На юге о. Сахалин							
1	Ожидаево	OJD	DM	02.06.1998	20.10.1998	47.03	142.39
2	Петропавловское	PTP	DM	02.06.1998	20.10.1998	46.79	142.48
3	Белые Скалы	BSK	DM	02.06.1998	20.10.1998	46.84	142.32
4	Зеленодольск	ZLD	DM	02.06.1998	20.10.1998	46.66	142.38

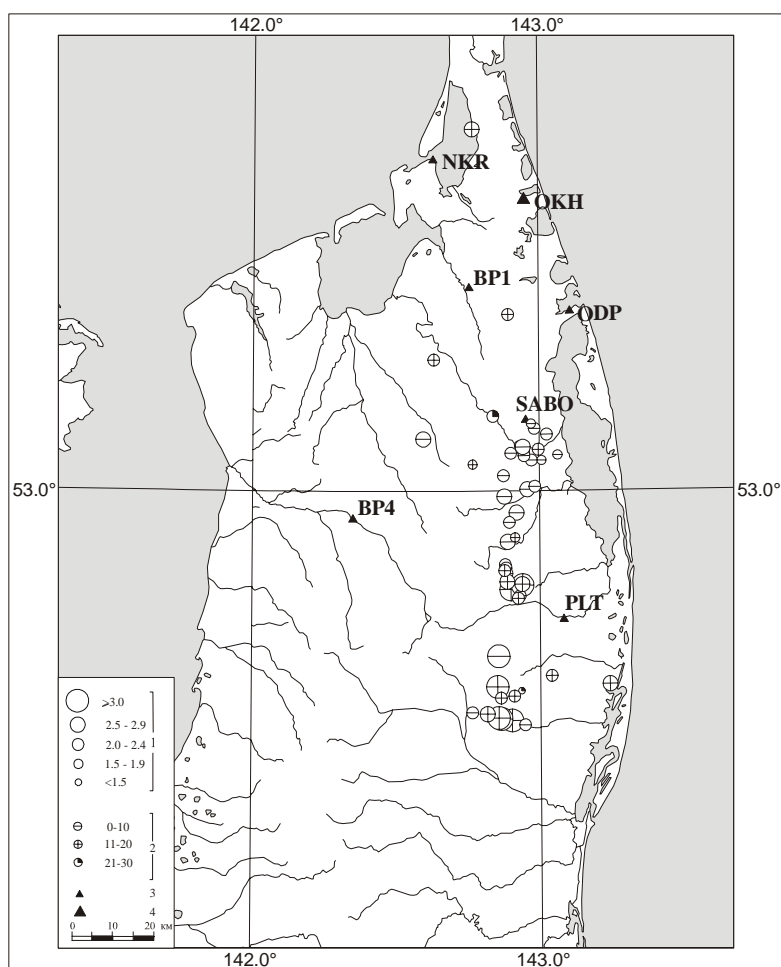


Рис. 2. Карта эпицентров слабых и микроземлетрясений по данным временных цифровых станций «DAT» на севере о. Сахалин за период с 13 июля по 22 сентября 1998 г.

1 – магнитуда; 2 – глубина  $h$  гипоцентра, км; 3 – сейсмическая станция «DAT»; 4 – стационарная сейсмическая станция.

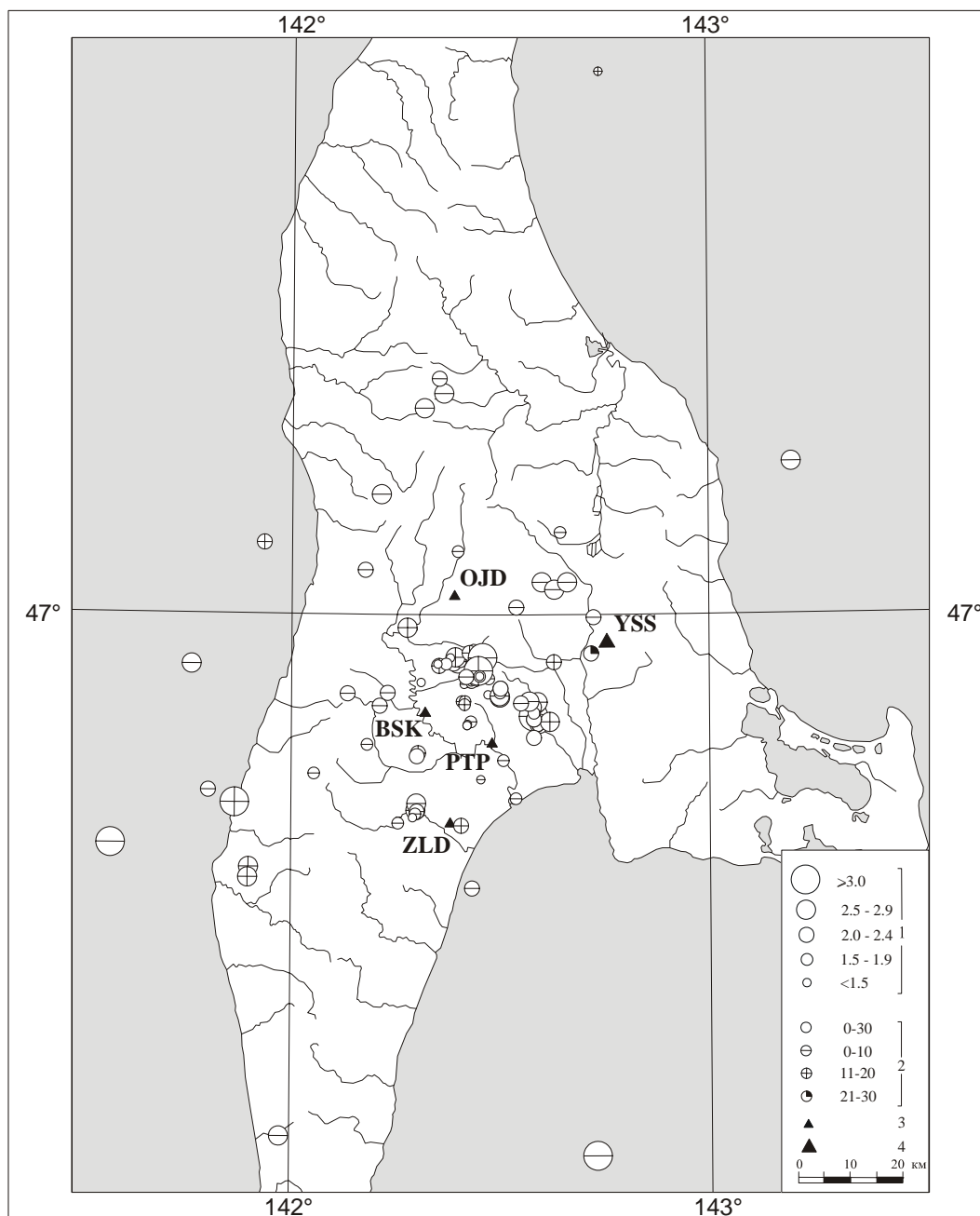


Рис. 3. Карта эпицентров слабых и микроземлетрясений по данным временных цифровых станций «Datamark» на юге о. Сахалин за период с 2 июня по 20 октября 1998 г.

1 – магнитуда; 2 – глубина  $h$  гипоцентра, км; 3 – сейсмическая станция «Datamark»; 4 – стационарная сейсмическая станция.

Таблица 8. Список землетрясений, зарегистрированных станциями «DAT» на севере Сахалина

Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр				$h$ , км	$\delta h$ , км	$MLH$	$K_C$	$M_{JMA}$
		$\varphi^\circ, N$	$\delta\varphi^\circ$	$\lambda^\circ, E$	$\delta\lambda^\circ$					
15.07	16 59 52.1	53.083	0.002	142.944	0.005	7	1			2.1
17.07	22 15 00.2	52.604	0.018	143.240	0.017	19	1			2.7
18.07	15 20 19.2	52.667	0.013	142.856	0.004	13	1			2.5
<b>19.07</b>	<b>23 12 27.2</b>	<b>51.410</b>	<b>0.066</b>	<b>142.431</b>	<b>0.033</b>	<b>23</b>	<b>9</b>			<b>4.0</b>
	<b>23 12 27.4</b>	<b>51.66</b>	<b>0.07</b>	<b>142.30</b>	<b>0.21</b>	<b>14</b>	<b>(1)</b>		<b>9.2</b>	
20.07	13 33 20.6	53.064	0.002	142.972	0.009	2	1			2.0
21.07	20 47 22.3	52.896	0.002	142.888	0.003	6	2			2.7
25.07	04 57 43.1	52.956	0.002	142.919	0.004	10	1			2.9

ОБЗОР СЕЙСМИЧНОСТИ

Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр				$h$ , км	$\delta h$ , км	$MLH$	$K_C$	$M_{JMA}$
		$\varphi^\circ, N$	$\delta\varphi^\circ$	$\lambda^\circ, E$	$\delta\lambda^\circ$					
<b>26.07</b>	<b>17 40 31.2</b>	<b>53.004</b>	<b>0.002</b>	<b>142.957</b>	<b>0.004</b>	<b>9</b>	<b>1</b>		<b>7.2</b>	<b>2.9</b>
	<b>17 40 31.7</b>	<b>52.97</b>		<b>142.91</b>					<b>7.2</b>	
27.07	19 42 57.1	53.744	0.011	142.768	0.005	15	1			2.9
29.07	16 55 35.1	53.270	0.003	142.632	0.005	12	2			2.0
30.07	16 58 13.7	53.086	0.003	142.996	0.005	15	1			2.2
<b>31.07</b>	<b>12 03 09.2</b>	<b>52.529</b>	<b>0.013</b>	<b>142.901</b>	<b>0.006</b>	<b>15</b>	<b>1</b>	<b>3.3/2</b>	<b>8.7</b>	<b>3.5</b>
	<b>12 03 06.3</b>	<b>52.50</b>	<b>0.08</b>	<b>142.73</b>	<b>0.25</b>	<b>8</b>	<b>(1)</b>		<b>8.7</b>	
02.08	04 10 54.1	52.936	0.005	142.894	0.028	9	3			2.3
<b>02.08</b>	<b>09 41 38.2</b>	<b>53.107</b>	<b>0.004</b>	<b>142.595</b>	<b>0.004</b>	<b>9</b>	<b>1</b>		<b>6.8</b>	<b>2.7</b>
	<b>09 41 36.9</b>	<b>53.01</b>		<b>142.65</b>					<b>6.8</b>	
04.08	05 09 10.9	53.032	0.002	142.874	0.072	5	8			2.2
04.08	15 14 33.6	52.621	0.013	143.039	0.010	14	1			2.2
<b>04.08</b>	<b>21 22 17.0</b>	<b>52.532</b>	<b>0.015</b>	<b>142.864</b>	<b>0.007</b>	<b>16</b>	<b>2</b>		<b>7.5</b>	<b>3.3</b>
	<b>21 22 15.5</b>	<b>52.51</b>	<b>0.03</b>	<b>142.80</b>	<b>0.10</b>	<b>7</b>	<b>(1)</b>		<b>7.5</b>	
08.08	18 29 09.1	53.154	0.005	142.838	0.007	23	1			2.0
11.08	14 47 07.8	52.989	0.003	142.877	0.026	7	2			2.6
12.08	04 29 46.8	52.849	0.005	142.879	0.004	9	4			2.4
<b>14.08</b>	<b>01 56 23.6</b>	<b>52.798</b>	<b>0.005</b>	<b>142.899</b>	<b>0.004</b>	<b>20</b>	<b>1</b>	<b>4.0/4</b>	<b>9.2</b>	<b>3.9</b>
	<b>01 56 22.4</b>	<b>52.74</b>	<b>0.08</b>	<b>142.74</b>	<b>0.19</b>	<b>7</b>	<b>(1)</b>		<b>8.8</b>	
<b>14.08</b>	<b>08 12 18.0</b>	<b>52.590</b>	<b>0.010</b>	<b>142.934</b>	<b>0.052</b>	<b>22</b>	<b>3</b>		<b>7.6</b>	<b>-</b>
	<b>08 12 15.9</b>	<b>52.54</b>		<b>142.64</b>					<b>7.6</b>	
<b>14.08</b>	<b>14 18 12.4</b>	<b>52.661</b>	<b>0.011</b>	<b>142.855</b>	<b>0.004</b>	<b>0</b>	<b>1</b>		<b>7.2</b>	<b>3.0</b>
	<b>14 18 09.4</b>	<b>52.53</b>		<b>142.82</b>					<b>7.2</b>	
14.08	20 20 39.7	53.081	0.009	142.945	0.008	10	2			2.2
<b>15.08</b>	<b>11 00 06.5</b>	<b>52.807</b>	<b>0.005</b>	<b>142.939</b>	<b>0.005</b>	<b>19</b>	<b>1</b>		<b>8.1</b>	<b>3.2</b>
	<b>11 00 04.1</b>	<b>52.72</b>		<b>142.84</b>					<b>8.1</b>	
22.08	12 44 34.4	52.842	0.005	142.882	0.004	9	3			2.4
22.08	20 41 47.5	52.534	0.016	142.855	0.006	16	1		7.1	3.1
<b>24.08</b>	<b>06 35 39.9</b>	<b>51.256</b>	<b>0.084</b>	<b>142.495</b>	<b>0.039</b>	<b>19</b>	<b>10</b>	<b>4.4/2</b>	<b>8.3</b>	<b>4.0</b>
	<b>06 35 38.2</b>	<b>51.68</b>	<b>0.11</b>	<b>142.49</b>	<b>0.38</b>	<b>12</b>	<b>(4)</b>			
25.08	11 59 52.6	52.785	0.008	142.930	0.006	11	3			2.1
26.08	14 25 41.8	52.831	0.005	142.885	0.004	14	2			2.2
26.08	15 21 04.7	53.094	0.003	142.929	0.009	6	1			1.7
26.08	22 30 55.8	52.814	0.008	142.886	0.054	12	8			2.5
27.08	11 41 31.6	53.129	0.007	142.982	0.007	8	1			2.2
29.08	13 03 34.4	52.905	0.002	142.914	0.005	13	2			1.9
<b>29.08</b>	<b>23 47 22.2</b>	<b>52.598</b>	<b>0.010</b>	<b>142.851</b>	<b>0.005</b>	<b>14</b>	<b>1</b>		<b>7.7</b>	<b>3.3</b>
	<b>23 47 19.0</b>	<b>52.55</b>	<b>0.05</b>	<b>142.75</b>	<b>0.20</b>	<b>10</b>	<b>(4)</b>		<b>7.7</b>	
31.08	16 16 40.6	53.078	0.002	142.900	0.005	2	1			2.0
31.08	16 25 37.0	53.073	0.002	142.946	0.004	7	1			2.2
<b>31.08</b>	<b>17 06 23.7</b>	<b>54.468</b>	<b>0.020</b>	<b>142.791</b>	<b>0.025</b>	<b>10</b>	<b>2</b>		<b>7.7</b>	<b>3.4</b>
	<b>17 06 21.6</b>	<b>54.46</b>		<b>142.51</b>					<b>7.7</b>	
31.08	20 12 02.6	52.542	0.016	142.816	0.006	16	1			2.9
02.09	14 32 58.3	52.837	0.005	142.877	0.004	11	3			2.1
02.09	16 57 34.4	53.055	0.008	142.767	0.013	16	3			1.8
02.09	17 50 08.6	52.520	0.041	142.946	0.015	5	10			2.0
03.09	05 57 01.9	53.117	0.032	143.025	0.003	2	3			2.2
03.09	18 56 33.4	52.575	0.020	142.863	0.006	17	1			2.0
06.09	20 46 01.6	52.780	0.008	142.924	0.006	15	2			2.0
07.09	11 59 02.9	53.010	0.028	142.983	0.116	7	10			2.0
07.09	18 54 32.2	52.545	0.024	142.764	0.006	6	9			2.1
09.09	19 20 49.4	53.363	0.002	142.892	0.002	13	1			2.4
14.09	21 17 02.0	53.091	0.002	142.942	0.018	1	1			2.6
15.09	18 16 12.7	52.579	0.015	142.909	0.054	19	4			2.2
16.09	13 34 12.8	53.139	0.003	142.971	0.006	7	1			1.6
16.09	15 43 05.2	53.064	0.074	143.007	0.088	3	4			1.9
16.09	16 22 45.9	53.075	0.006	143.063	0.017	5	4			1.9
<b>18.09</b>	<b>13 41 22.6</b>	<b>52.809</b>	<b>0.010</b>	<b>142.938</b>	<b>0.035</b>	<b>19</b>	<b>2</b>			<b>2.7</b>
	<b>13 41 19.7</b>	<b>52.66</b>		<b>142.73</b>					<b>7.1</b>	



Таблица 9. Каталог землетрясений, зарегистрированных станциями «Datamark» на юге Сахалина в 1998 г.

Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	$K_C$ IRIS	$K_P$	$M(K)$	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	$K_C$ IRIS	$K_P$	$M(K)$
		$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$							$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$				
04.06	08 28 04.8	46.657	142.406	12		7.8	2.1	09.07	17 44 49.5	46.880	142.500	–		6.3	1.3
06.06	11 24 08.8	47.118	141.933	12		8.1	2.3	09.07	18 08 45.8	46.869	142.494	10		7.1	1.7
06.06	20 40 40.0	46.890	142.310	–		5.1	0.6	09.07	18 13 38.4	46.866	142.499	10	5.9	8.5	2.5
<b>07.06</b>	<b>21 06 00.5</b>	<b>46.852</b>	<b>142.211</b>	<b>10</b>		<b>7.8</b>	<b>2.1</b>	09.07	18 15 01.1	46.868	142.498	10	5.6	8.7	2.6
	<b>21 06 00.2</b>	<b>46.95</b>	<b>142.10</b>			<b>5.7c</b>		09.07	18 16 52.2	46.880	142.500	–		6.0	1.1
09.06	03 59 00.4	46.826	142.429	6		6.7	1.5	09.07	18 17 01.1	46.880	142.500	–		6.2	1.2
09.06	06 11 19.9	46.923	142.628	16		7.8	2.1	09.07	18 17 57.0	46.880	142.500	–		7.8	2.1
10.06	13 49 02.4	46.695	141.854	6		8.0	2.2	09.07	18 29 38.6	46.873	142.499	10		7.1	1.7
<b>13.06</b>	<b>05 06 54.5</b>	<b>47.053</b>	<b>142.599</b>	<b>3</b>	<b>5.1</b>	<b>8.7</b>	<b>2.6</b>	09.07	18 33 13.0	46.880	142.500	–		5.8	1.0
	<b>05 06 55.4</b>	<b>47.18</b>	<b>142.66</b>			<b>6.0</b>		09.07	18 39 27.0	46.880	142.500	–		5.8	1.0
13.06	06 42 19.6	46.715	141.802	10		8.3	2.4	09.07	18 50 13.0	46.880	142.500	–		7.2	1.8
15.06	01 06 24.1	46.936	142.460	9		7.2	1.8	09.07	19 20 05.0	46.880	142.500	–		5.6	0.9
15.06	01 06 29.8	46.931	142.429	12		8.3	2.4	09.07	19 22 46.0	46.880	142.500	–		6.2	1.2
15.06	01 06 51.5	46.921	142.398	6		8.7	2.6	09.07	19 46 35.5	46.880	142.500	–		7.6	2.0
15.06	01 07 06.3	46.921	142.388	8		7.8	2.1	09.07	22 33 24.6	46.835	142.579	10	7.8	9.6	3.1
15.06	01 08 38.7	46.924	142.404	9		7.4	1.9	10.07	22 53 14.7	46.823	142.593	13		8.5	2.5
15.06	01 12 06.4	46.917	142.353	12		8.0	2.2	10.07	23 02 45.7	46.820	142.590	–		6.7	1.5
15.06	01 12 11.2	46.931	142.392	17	5.8	8.9	2.7	10.07	23 03 54.0	46.820	142.590	–		6.9	1.6
<b>15.06</b>	<b>06 41 41.0</b>	<b>46.555</b>	<b>142.432</b>	<b>6</b>		<b>8.3</b>	<b>2.4</b>	10.07	23 08 32.5	46.800	142.580	–		7.4	1.9
	<b>06 41 40.4</b>	<b>46.70</b>	<b>143.00</b>			<b>5.7c</b>		10.07	23 12 23.6	46.820	142.590	–		7.2	1.8
15.06	15 39 38.6	46.742	142.054	6		7.4	1.9	10.07	23 17 36.4	46.851	142.585	10		8.0	2.2
17.06	07 39 31.8	46.937	142.717	25		8.1	2.3	10.07	23 21 20.7	46.826	142.618	13	5.7	8.7	2.6
18.06	07 51 11.5	46.763	142.507	9		7.1	1.7	10.07	23 43 48.0	46.853	142.581	8	6.0	8.1	2.3
18.06	08 26 03.5	46.732	142.453	7		6.5	1.4	10.07	23 52 47.2	46.857	142.587	8	6.1	8.5	2.5
19.06	05 58 53.0	47.012	142.538	3		8.0	2.2	10.07	23 59 26.6	46.850	142.580	–		6.7	1.5
22.06	07 22 18.2	47.103	142.398	7		7.2	1.8	11.07	00 05 58.1	46.854	142.586	8		8.3	2.4
25.06	19 23 00.8	47.884	142.738	11		6.3	1.3	11.07	00 07 23.1	46.858	142.589	8		8.9	2.7
28.06	00 28 33.3	46.930	142.380	–		6.2	1.2	11.07	00 07 24.3	46.850	142.580	–		8.0	2.2
30.06	20 06 03.0	47.041	142.629	5	7.1	8.5	2.5	11.07	00 08 22.5	46.800	142.580	–		8.1	2.3
05.07	21 48 15.2	46.920	142.370	–		7.4	1.9	11.07	00 11 38.5	46.830	142.580	–		7.8	2.1
05.07	23 17 06.7	46.920	142.350	–		6.0	1.1	11.07	00 27 31.7	46.830	142.580	–		7.6	2.0
06.07	00 40 23.9	47.250	143.200	0	8.0	9.2	2.9	11.07	00 33 48.0	46.840	142.580	–		7.4	1.9
09.07	15 39 20.7	46.870	142.470	–		6.3	1.3	11.07	00 38 14.4	46.859	142.569	5		8.5	2.5
09.07	16 32 37.7	46.878	142.499	10		8.3	2.4	11.07	02 56 45.1	46.859	142.408	12		7.1	1.7
09.07	16 33 38.3	46.869	142.495	10		7.4	1.9	11.07	07 42 31.1	46.859	142.415	13		6.7	1.5
09.07	16 35 45.3	46.880	142.500	–		6.5	1.4	11.07	10 09 16.8	46.854	142.414	12		7.4	1.9
09.07	16 40 03.0	46.880	142.500	–		6.2	1.2	11.07	11 10 16.2	46.920	142.457	13		8.5	2.5
09.07	16 41 18.2	46.880	142.500	–		6.2	1.2	11.07	11 28 24.5	46.938	142.426	11		8.0	2.2
09.07	16 44 20.2	46.880	142.500	–		7.2	1.8	11.07	11 35 12.4	46.930	142.457	10	6.7	9.4	3.0
09.07	16 45 06.2	46.880	142.500	–		6.5	1.4	11.07	11 39 04.0	46.896	142.472	10		6.7	1.5
09.07	16 52 19.2	46.866	142.498	10	6.0	8.9	2.7	11.07	11 42 02.6	46.890	142.441	9		6.5	1.4
09.07	16 54 10.0	46.880	142.500	–		6.3	1.3	11.07	11 46 38.4	46.889	142.424	9		6.0	1.1
09.07	16 55 36.0	46.880	142.500	–		6.0	1.1	11.07	12 06 31.2	46.888	142.427	9		6.5	1.4
09.07	16 56 18.6	46.880	142.500	–		6.2	1.2	11.07	12 17 06.7	46.894	142.434	10		6.9	1.6
09.07	16 57 10.6	46.880	142.500	–		6.3	1.3	11.07	12 35 18.5	46.889	142.421	9		6.0	1.1
09.07	16 58 04.0	46.880	142.500	–		5.8	1.0	11.07	12 35 53.9	46.887	142.413	9		6.0	1.1
09.07	17 03 58.6	46.880	142.500	–		6.5	1.4	11.07	13 08 56.7	46.890	142.431	9		7.2	1.8
09.07	17 14 39.7	46.873	142.499	10		7.6	2.0	11.07	13 22 29.1	46.891	142.430	9		6.3	1.3
09.07	17 17 13.9	46.880	142.500	–		5.8	1.0	11.07	13 59 10.2	46.892	142.436	9		6.5	1.4
09.07	17 19 15.0	46.880	142.500	–		6.2	1.2	11.07	20 07 01.1	46.909	142.447	14	5.9	9.6	3.1
09.07	17 19 20.0	46.880	142.500	–		6.0	1.1	11.07	20 58 51.6	46.900	142.450	–		6.3	1.3
09.07	17 35 15.5	46.880	142.500	–		6.9	1.6	11.07	21 39 06.5	46.900	142.450	–		6.7	1.5
09.07	17 42 18.2	46.880	142.500	–		6.0	1.1	11.07	23 18 27.7	46.900	142.450	–		6.3	1.3

Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	$K_C$ IRIS	$K_P$	$M(K)$	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	$K_C$ IRIS	$K_P$	$M(K)$
		$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$							$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$				
12.07	08 38 45.1	46.872	142.134	6		7.6	2.0	05.09	20 52 18.5	46.590	141.899	20		9.2	2.9
24.07	08 29 40.6	46.996	142.723	0		8.3	2.4	05.09	21 02 55.2	46.573	141.897	13		8.9	2.7
26.07	02 02 17.6	46.775	142.303	11		7.8	2.1	05.09	22 14 35.0	46.695	141.865	19	7.6	9.6	3.1
26.07	02 04 55.2	46.770	142.300	–		6.2	1.2	12.09	17 36 48.3	46.661	142.255	5		7.4	1.9
26.07	08 44 39.0	46.770	142.300	–		7.2	1.8	15.09	16 16 39.7	46.979	142.277	17	5.9	8.7	2.6
26.07	08 52 26.1	46.770	142.300	–		7.6	2.0	21.09	00 04 58.8	46.120	142.730	0		9.9	3.3
29.07	04 53 43	46.920	141.760	0		8.7	2.6	21.09	18 01 11.1	46.873	142.230	5		7.8	2.1
02.08	19 43 40.0	46.822	142.421	2		5.8	1.0	07.10	10 39 48.9	46.628	141.570	0		10.5	3.6
03.08	03 56 59.1	46.820	142.420	–		5.8	1.0	11.10	06 48 57.7	47.073	142.176	1		7.8	2.1
03.08	04 28 38.7	46.820	142.420	–		6.0	1.1	11.10	06 52 18.7	47.196	142.214	8	7.0	8.5	2.5
18.08	12 32 26.5	47.134	142.643	10		7.4	1.9	11.10	18 12 46.7	46.701	142.537	5		7.2	1.8
19.08	18 56 17.6	46.152	141.975	2		9.0	2.8	14.10	15 04 55.4	46.682	142.297	8		9.0	2.8
27.08	07 39 32.8	46.789	142.181	6		7.4	1.9	14.10	15 05 04.2	46.693	142.299	4		8.5	2.5
01.09	18 26 15.1	47.360	142.364	7	5.6	8.5	2.5	14.10	15 05 41.2	46.680	142.300	5		7.6	2.0
01.09	22 30 43.3	47.384	142.353	9		8.1	2.3	14.10	15 11 22.7	46.676	142.296	8		6.9	1.6
02.09	09 05 03.9	47.336	142.317	7	6.3	9.0	2.8	14.10	17 38 13.3	46.670	142.290	–		6.3	1.3
03.09	12 23 55.2	46.899	142.418	7	5.2	8.0	2.2	19.10	21 05 11.2	47.053	142.660	6	6.1	8.5	2.5
05.09	16 08 54.0	46.856	142.549	8	5.5	7.6	2.0								

Примечание.  $M(K)=(K_P-4)/1.8$ .

Для сравнения результатов регистрации временной и постоянной сетями в табл. 8, 9 внесены второй строкой курсивом параметры землетрясений, одновременно зарегистрированных цифровой и аналоговой аппаратурой. Таких событий по записям северных и южных временных станций оказалось 13 и 3 соответственно. Распределение расхождений эпицентров для этих 16 толчков выглядит следующим образом:  $\delta < 0.1^\circ$  – для 5-ти,  $\delta < 0.2^\circ$  – для 5-ти,  $\delta < 0.3^\circ$  – для 4-х землетрясений и по одному землетрясению имеют расхождение эпицентров более чем  $0.4^\circ$  и  $0.6^\circ$ . Для 13-ти землетрясений на севере Сахалина в табл. 8 есть параллельные определения величины землетрясений по энергетическим классам  $K_C$  и магнитудам  $M_{JMA}$ , на основании которых построен график (рис. 4).

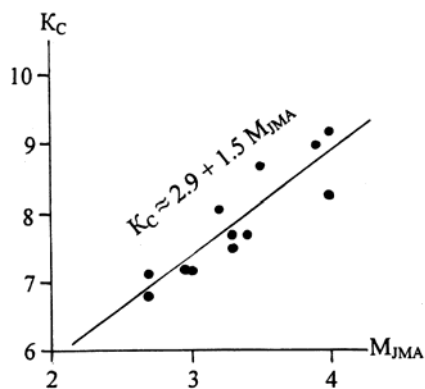


Рис. 4. Корреляционное поле точек  $\{M_{JMA}, K_C\}$  по данным табл. 8 и линейное уравнение их связи.

Проведенная приближенно прямая характеризуется следующими параметрами:

$$K_C \cong 2.9 + 1.5 M_{JMA}.$$

Слабые землетрясения в южной части Сахалина расклассифицированы в табл. 9 по другой шкале, а именно по шкале Т.Г. Раутиан [17]. Для трех событий табл. 9, записанных параллельно аналоговыми станциями, имеются значения энергетического класса  $K_C$  по шкале [18,19]. Разница численных значений ( $K_P - K_C$ ) в этих трех случаях составила 2.1, 2.7 и 2.6, или в среднем  $K_P - K_C \cong 2.5$ , т.е. по шкале Раутиан все значения энергетических классов  $K_P$  больше на 2–2.5 единицы классов  $K_C$ .

### Л и т е р а т у р а

1. Фокина Т.А., Рудик М.И., Паршина И.А., Дорошкевич Е.Н., Бобков А.О., Сафонов Д.А., Микрюкова О.В. Приамурье и Приморье (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
2. Фокина Т.А., Давыдова Н.А., Рудик М.И., Дорошкевич Е.Н., Сафонов Д.А., Гуреев Р.Г., Микрюкова О.В. Курило-Охотский регион (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
3. Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 1998 год / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ЦОМЭ ГС РАН, 1998–1999.

4. **Bulletin of the International Seismological Centre (for 1998).** – Berkshire: ISC, 2000.
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.: ОИФЗ 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., Паршина И.А., Рудик М.И., Бобков А.О., Шолохова А.А., Ким Чун Ун, Сен Рак Се.** Сахалин // Землетрясения Северной Евразии в 1996 году. – М.: ОИФЗ РАН, 2002. – С. 99–109.
12. **Фокина Т.А., Паршина И.А., Рудик М.И., Бобков А.О., Шолохова А.А.** Сахалин // Землетрясения Северной Евразии в 1997 году. – Обнинск: ФОП, 2003. – С. 122–128.
13. **Фокина Т.А., Поплавская Л.Н. (отв. сост.), Шолохова А.А., Садчикова А.А., Величко Л.Ф., Паршина И.А.** Сахалин (См. раздел IV (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
14. **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.: ОИФЗ РАН, 2001. – С. 170–182.
15. **Паршина И.А., Рудик М.И. (отв. сост.).** Сахалин (См. раздел V (Каталоги механизмов очагов землетрясений) в наст. сб. на CD).
16. **Фокина Т.А., Паршина И.А., Рудик М.И., Бобков А.О., Шолохова А.А., Ким Чун Ун, Сен Рак Се.** Сахалин // Землетрясения Северной Евразии в 1996 году. – М.: ОИФЗ РАН, 2002. – С. 99–109.
17. **Раутиан Т.Г.** Об определении энергии землетрясений на расстоянии до 3000 км // Экспериментальная сейсмика (Тр. ИФЗ АН СССР; № 32(199)). – М.: Наука, 1964. – С. 88–93.
18. **Соловьёв С.Л., Соловьёва О.Н.** Скорость колебания земной поверхности в объёмных волнах неглубокофокусных Курило-Камчатских землетрясений на расстояниях до  $17^\circ$  // Физика Земли. – 1967. – № 1. – С. 37–60.
19. **Соловьёв С.Л., Соловьёва О.Н.** Соотношение между энергетическим классом и магнитудой Курильских землетрясений // Физика Земли. – 1967. – № 2. – С. 13–22.