

ПРИАМУРЬЕ И ПРИМОРЬЕ**Т.А. Фокина, М.И. Рудик, И.А. Паршина, Е.Н. Дорошкевич, А.О. Бобков,****Д.А. Сафонов, О.В. Микрюкова**

Параметры землетрясений региона определены на основе инструментальных данных, полученных на 7 сейсмических станциях Приамурья и Приморья (табл. 1, рис. 1) с привлечением сведений сейсмических сетей Сахалина, Курило-Охотского региона, Прибайкалья, Якутии и одной станции ОМЭ ОИФЗ РАН («Кульдур»).

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

	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.									рег.
1	Николаевск-на-Амуре	NKL	НКЛ	25.07.1970	53.15	140.68	15	СКМ-3	N, E, Z	60000	0.30–0.65
N, E, Z									29000	0.28–0.64	
N, E, Z									11500	0.27–0.63	
СКД									N, E, Z	1043	0.2–20
									N, E, Z	500	0.15–17
									N, E, Z	200	0.15–15
С-5-С									N, E, Z	1000	0.02–0.27
									N, E, Z	100	0.02–0.27
Велосиграф С-5-С									N, E, Z	27.2 с	0.047–4.58
ССРЗ-М									N, E, Z	0.00215 с ²	0.06–1.0
ОСП-2М	N, E, Z	0.04 с ²	0.02–2.1								
2	Бомнак	BMKR	БМН	14.02.1974	54.71	128.85	342	СКМ-3	E, Z	281000	0.50–0.66
E, Z									98940	0.40–0.67	
N									67670	0.37–0.67	
N									26140	0.35–0.66	
Велосиграф С-5-С									N, E, Z	27.2 с	0.014–4.6
									N, E, Z	2.72 с	0.014–4.6
ОСП-2М									N, E, Z	0.03 с ²	0.02–3.0
									N, E, Z	0.0023 с ²	0.067–11.0
3	Кировский	KRSR	КРС	02.04.1974	54.43	126.97	455	СКМ-3	N, E, Z	158200	0.45–0.72
N, E, Z									67450	0.37–0.72	
Велосиграф С-5-С									N, E, Z	27.2 с	0.014–4.6
									N, E, Z	2.72 с	0.014–4.6
ОСП-2М									N, E, Z	0.03 с ²	0.02–3.0
4	Ясный	YASR	ЯСН	25.12.1974	53.29	127.98	330	СКМ-3	N, E, Z	160000	0.45–0.67
N, E, Z									67920	0.37–0.67	
5	Зея*	ZEA	ЗЕЯ	10.06.1976	53.76	127.30	273	СКМ-3	Z	20700	0.19–0.89
N, E, Z									10300	0.18–0.88	
N, E									5150	0.18–0.88	
СКД									N, E, Z	1040	0.2–20
									N, E, Z	500	0.2–18
Велосиграф С-5-С									N, E, Z	27.2 с	0.014–4.6
									N, E, Z	2.72 с	0.014–4.6

	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.	рег.								
							ОСП-2М РЗЗ СБМ	N, E, Z N, E, Z	0.05 с ² 50.1 1.1	0.02–2.6 0.2–18 0.25	
6	Горный	GRNR	ГРН	08.12.1978	50.76	136.42	450	СКМ-3 Велосиграф С-5-С ОСП-2М ССРЗ-М	Z N, E, Z N, E, Z N, E, Z N, E, Z N, E, Z	87360 52940 26135 27.5 с 0.04 с ² 0.0023 с ²	0.28–0.64 0.25–0.63 0.24–0.61 0.047–4.58 0.02–2.1 0.06–11.0
7	Экимчан	EKMR	ЭКМ	25.11.1979	53.07	132.95	543	СКМ-3 Велосиграф С-5-С ОСП-2М	N, E, Z N, E, Z N, E, Z N, E, Z N, E, Z N, E, Z	131600 59025 27.2 с 2.72 с 0.04 с ²	0.37–0.67 0.29–0.65 0.014–4.6 0.014–4.6 0.02–1.1

Примечание. Знаком * помечена опорная станция. Сейсмографы С-5-С, велосиграфы С-5-С, акселерографы ОСП-2М и ССРЗ-М, а также сейсмометры балльности СБМ работают в ждущем режиме регистрации.

Методика определения основных параметров землетрясений [1–3], механизмов их очагов [4–6], а также схема деления региона на сейсмоактивные районы [7–9] в 1998 г. не изменились. На территории региона определены параметры 353 землетрясений с $K_p \geq 5.0$ [10]. Карта их эпицентров представлена на рис. 1, распределение коровых землетрясений по энергетическому классу K_p , а глубокофокусных – по магнитуде MSH , представлено в табл. 2,3. Для 5 землетрясений (четырёх коровых (3–5, 8 на рис. 1) и одного глубокофокусного (6) с $h=356$ км) определены механизмы очагов [11].

Таблица 2. Распределение числа коровых ($h \leq 30$ км) землетрясений по энергетическим классам K_p и суммарная сейсмическая энергия ΣE по районам

№	Районы	K_{min}	K_p											N_Σ	$\Sigma E \cdot 10^{12},$ Дж
			5	6	7	8	9	10	11	12	13				
1	Становой	7	–	4	23	19	11	2	–	–	–	–	59	0.0203	
2	Янкан-Тукурингра-Джагдинский	7	5	37	57	40	10	3	2	–	–	–	154	0.1583	
3	Зейско-Селемджинский	7	–	–	1	5	1	–	–	–	–	–	7	0.0010	
4	Турано-Буреинский	8	–	–	29	49	22	4	5	–	2	–	111	20.2007	
5	Сихотэ-Алинский	8	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
6	Приграничный	8	–	–	1	3	5	1	–	–	–	–	10	0.0260	
	Всего		5	41	111	116	49	10	7	–	2	–	341	20.4063	

Таблица 3. Распределение числа глубоких ($h \geq 300$ км) землетрясений по магнитудам MSH и их суммарная сейсмическая энергия

№	Район	M_{min}	MSH			N_Σ	$\Sigma E \cdot 10^{12},$ Дж
			<5.0	5.0	6.0		
5	Сихотэ-Алинский	5.0	9	2	1	12	2.5344

Для сравнительного анализа мелкофокусной сейсмичности региона за разные годы составлена сводка (табл. 4), в которой собраны суммарные числа землетрясений N_Σ и величины суммарной энергии ΣE в очагах мелкофокусных землетрясений за 7 лет (с 1992 г. по 1998 г. по данным из [7–9, 12–14]). Как видим, число землетрясений с $K_p=8–13$ в 1998 г. ($N_\Sigma=184$) лишь несколько выше среднего его значения ($\bar{N}_\Sigma=175$), но суммарная энергия ΣE максимальна за рассматриваемые 7 лет, причем после 1995 г., когда ее величина была минимальна, наблюдался ее рост. Наклон графика повторяемости коровых землетрясений, определенный в диапазоне $K_p=8–11$, составил $\gamma=0.49$ (табл. 5), что близко к таковому за три предыдущие года.

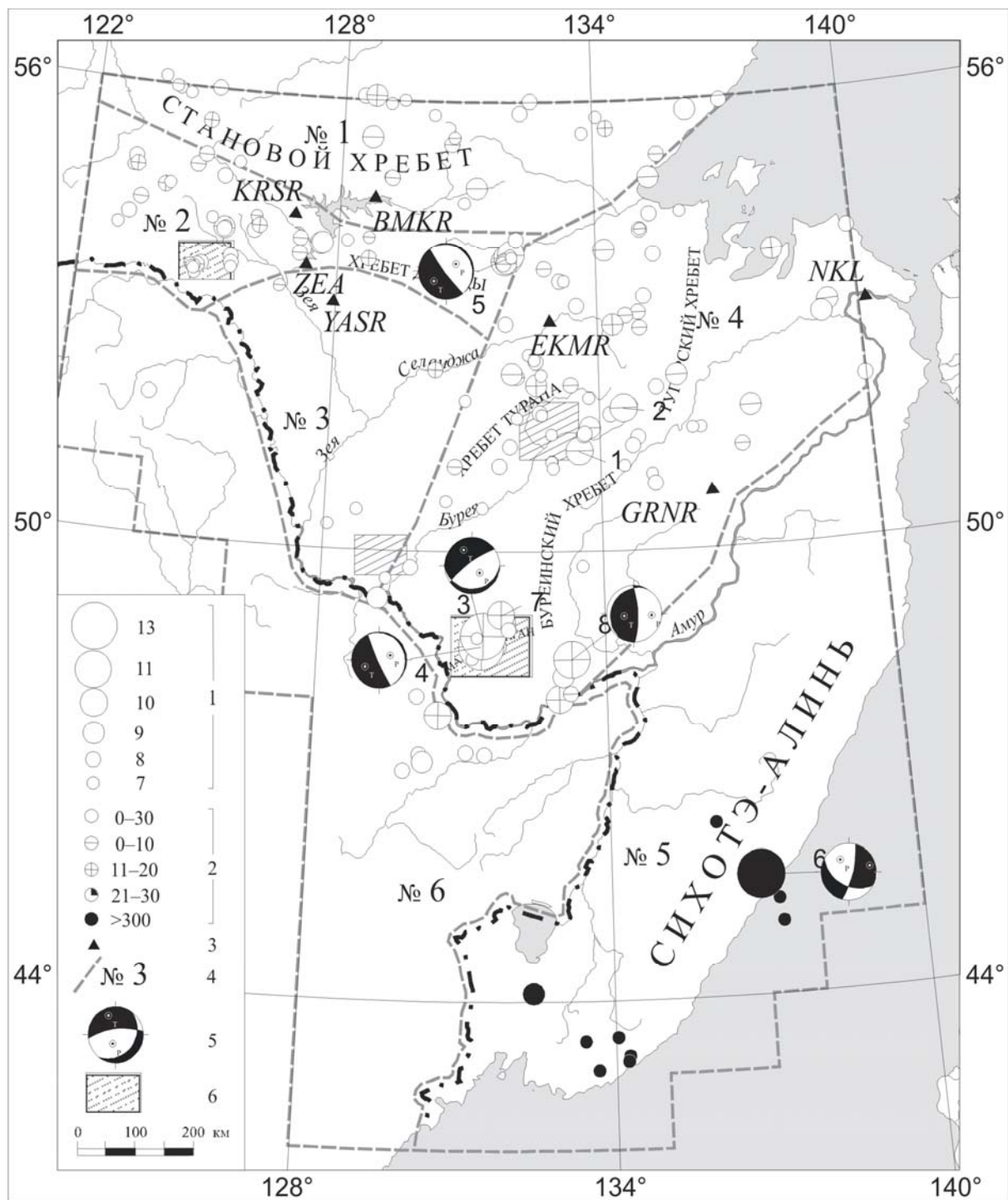


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений Приамурья и Приморья за 1998 г.

1 – энергетический класс K_p ; 2 – глубина h гипоцентра, км (пустыми кружками отмечены коровые землетрясения, для которых глубина очага не определена); 3 – сейсмическая станция; 4 – номер и граница условного района; 5 – стереограмма механизма очага (нижняя полусфера, зачернена область сжатия; оси главных напряжений: P – сжатия, T – растяжения); 6 – место производства промышленных взрывов. Номера возле эпицентров соответствуют таковым в графе 1 каталога [9].

Самые сильные ($K_p=13.2$ и $K_p=12.6$) мелкофокусные землетрясения (3, 4 на рис. 1) реализовались 24 июля в виде группы из двух толчков с интервалом в 7 минут – в 23^h12^m и в 23^h19^m соответственно. Оба ощущались в г. Кульдур ($\Delta=44$ км и $\Delta=59$ км соответственно) с интенсивностью сотрясений в 5 баллов [10].

Таблица 4. Сопоставление распределения числа коровых землетрясений по энергетическим классам K_p и суммарной сейсмической энергии ΣE за семь лет

№	Год	K_p						N_Σ	$\Sigma E \cdot 10^{12}$, Дж
		8	9	10	11	12	13		
1	1992	131	28	15	6	1		181	16.0000
2	1993	77	41	11	3	2	1	135	12.4400
3	1994	144	31	13	12	2	1	203	12.3000
4	1995	136	20	13	4	–	–	173	0.5600
5	1996	123	45	11	5	–	–	184	0.7456
6	1997	109	29	22	3	3	–	166	2.6493
7	1998	116	49	10	7	–	2	184	20.4063
	Сумма	845	247	95	40	8	4	1226	65.1013
	Среднее	121	35	13	5.7	1.1	0.6	175	9.3002

Таблица 5. Параметры графиков повторяемости коровых землетрясений Приамурья и Приморья

Год	Интервал K_p	α	γ
1995	8–11	5.8	0.47
1996	8–11	5.9	0.51
1997	8–11	5.8	0.47
1998	8–11	5.7	0.49

Примечание. Расчет параметров графиков произведен с шагом $\Delta K_p=0.5$.

Сейсмическая активность глубокофокусных толчков в регионе практически сравнима по уровню с таковой в 1997 г. [9]: зарегистрировано 12 землетрясений с $h=307\text{--}529$ км, самое сильное ($M_{SH}=5.8$) из них (6 на рис. 1) произошло 20 августа в 09^h36^m на глубине $h=356$ км. Суммарная сейсмическая энергия глубокофокусных землетрясений в 4 раза ниже уровня энергии в [9].

В **Становом районе (№ 1)** в 1998 г. заметно снижение сейсмической активности: зарегистрировано 59 землетрясений $K_p \geq 6.3$ (в 1997 г. – $N=69$ [9]), суммарная сейсмическая энергия уменьшилась почти в 8 раз. Максимальными в районе были два землетрясения с $K_p=9.6$: 4 марта в 12^h14^m и 28 мая в 07^h08^m [10].

Сейсмическая активность **Янкан-Тукурингра-Джагдинского района (№ 2)** также понизилась, что видно как по числу землетрясений (154 землетрясения с $K_p \geq 5.0$ (в 1997 году – $N=171$ [9])), так и по суммарной сейсмической энергии, которая уменьшилась почти в 13 раз. Самым сильным ($K_p=10.8$) в этом районе оказалось землетрясение (5), произошедшее на северо-востоке района 14 августа в 14^h27^m на глубине $h=9$ км. Оно ощущалось в пос. Экимчан ($\Delta=115$ км) с интенсивностью сотрясений около 2 баллов. Для этого землетрясения удалось определить механизм очага [11]: очаг находился под действием близгоризонтального напряжения растяжения и более крутого напряжения сжатия. Промежуточное напряжение направлено субшироко под небольшим углом к горизонту. Подвижка в очаге – взрез.

В **Зейско-Селемджинском районе (№ 3)** невысокая сейсмическая активность, наблюдаемая в 1997 г. [9], еще более понизилась: зарегистрировано 7 землетрясений с $K_p \geq 7.5$ (в 1997 г. – $N=13$), суммарная сейсмическая энергия уменьшилась почти в 7 раз. Самое сильное ($K_p=8.8$) землетрясение района произошло 26 марта в 21^h06^m на глубине $h=10$ км [10].

Турано-Буреинский район (№ 4) оказался самым сейсмоактивным в регионе: зарегистрировано 111 землетрясений $K_p \geq 5.0$ (в 1997 г. – 95), суммарная сейсмическая энергия возросла примерно в 40 раз. В центральной части района зарегистрировано два землетрясения (1, 2) с $K_p=10.6$: 21 апреля в 02^h11^m на глубине $h=7$ км и 30 мая в 08^h50^m на глубине $h=9$ км. Самое сильное ($K_p=13.2$) землетрясение (3) в этом районе и в регионе в целом произошло в юго-западной части района 24 июля в 23^h12^m на глубине $h=15$ км. Его очаг [11] подвергся воздействию близгоризонтальных растягивающих напряжений, промежуточное напряжение также близ-

горизонтально, что определило тип подвижки – взрез. Через 7 минут после него отмечен афтершок (4) с $K_p=12.6$ на глубине $h=13$ км. Он унаследовал характер подвижки в очаге – взрез [11], но изменилось направление плоскости, по которой она произошла: с северо-восточной – для первого толчка на северо-западный – для второго. Оба землетрясения вызвали сотрясения интенсивностью в 5 баллов в г. Кульдуре ($\Delta=44$ км и $\Delta=59$ км соответственно). Второй афтершок с $K_p=10.7$ зарегистрирован 15 октября в 11^h03^m на глубине $h=10$ км, интенсивность сотрясений в г. Кульдуре ($\Delta=10$ км) составила 4 балла. 14 декабря в 10^h30^m отмечен ощутимый толчок с небольшой энергией ($K_p=7.3$), вызвавший сотрясения в 3 балла в г. Кульдуре ($\Delta=14$ км). Следует отметить еще землетрясение (8) с $K_p=11.2$ на юге района, зарегистрированное 11 ноября в 17^h27^m на глубине $h=14$ км. В его очаге произошел пологий надвиг под действием преобладающего близгоризонтального напряжения сжатия, более крутого напряжения растяжения и пологой ориентации промежуточного напряжения [11].

В Сихотэ-Алинском районе (№ 5) не было отмечено ни одного корового землетрясения (в 1997 г. – 5). Юго-восток и юг Приморья являются юго-западным окончанием Курило-Камчатской фокальной зоны с гипоцентрами землетрясений на глубине до 700 км. В 1998 г. здесь зарегистрировано 12 глубокофокусных землетрясений [10] с $h>300$ км. Самое сильное ($MSH=5.8$) глубокофокусное землетрясение (6) произошло 20 августа в 09^h36^m. Его очаг подвергся воздействию близгоризонтального напряжения растяжения и более крутого напряжения сжатия. Простираение одной из возможных плоскостей разрыва субмеридионально, с падением на юго-восток. Другая возможная плоскость разрыва имела северо-западное простираение, с падением на юго-запад. Подвижка в очаге – сброс [11]. Самое глубокое ($h=529$ км) землетрясение отмечено 18 января в 00^h26^m с $MSH=4.7$. Суммарная сейсмическая энергия глубокофокусных землетрясений чуть меньше, чем в 1997 г. [9].

Коровая сейсмическая активность Приграничного района (№ 6) возросла: зарегистрировано 10 землетрясений (в 1997 г. – 5), суммарная сейсмическая энергия увеличилась в 2.4 раза. Самое заметное ($K_p=10.3$) землетрясение произошло 12 января в 21^h47^m на глубине $h=14$ км. Глубокофокусные землетрясения в 1998 г. в районе не отмечены.

Л и т е р а т у р а

1. 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.
2. Оскорбин Л.С., Бобков А.О. Сейсмический режим сейсмогенных зон юга Дальнего Востока // Проблемы сейсмической опасности Дальневосточного региона. (Геодинамика тектоносферы зоны сочленения Тихого океана с Евразией. Т. VI). – Южно-Сахалинск: Институт морской ГиГ ДВО РАН, 1997. – С. 179–197.
3. Шолохова А.А., Оскорбин Л.С., Рудик М.И. Землетрясения Приамурья и Приморья // Землетрясения в СССР в 1985 году. – М.: Наука, 1987. – С. 135–139.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. Шолохова А.А., Оскорбин Л.С., Рудик М.И., Паршина И.А., Бобков А.О., Фокина Т.А. Приамурье и Приморье // Землетрясения Северной Евразии в 1995 году. – М.: ОИФЗ РАН, 2001. – С. 76–78.
8. Шолохова А.А., Коваленко Н.С., Паршина И.А., Рудик М.И., Бобков А.О. Приамурье и Приморье // Землетрясения Северной Евразии в 1996 году. – М.: ОИФЗ РАН, 2002. – С. 95–98.

9. **Коваленко Н.С., Шолохова А.А., Рудик М.И., Бобков А.О.** Приамурье и Приморье // Землетрясения Северной Евразии в 1997 году. – Обнинск: ФОП. – С. 118–121.
10. **Шолохова А.А., Коваленко Н.С. (отв. сост.), Садчикова А.А., Величко Л.Ф., Крючкова О.В.** Приамурье и Приморье (См. раздел IV (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
11. **Паршина И.А. (отв. сост.)**. Приамурье и Приморье (См. раздел V (Каталоги механизмов очагов землетрясений) в наст сб. на CD).
12. **Шолохова А.А., Оскорбин Л.С., Поплавская Л.Н.** Землетрясения Приамурья и Приморья // Землетрясения Северной Евразии в 1992 году. – М.: Геоинформмарк, 1997. – С. 75–77.
13. **Шолохова А.А., Оскорбин Л.С., Рудик М.И.** Землетрясения Приамурья и Приморья // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. – М.: НИИ-Природа, 1999. – С. 83–86.
14. **Шолохова А.А., Оскорбин Л.С., Бобков А.О., Паршина И.А., Рудик М.И.** Приамурье и Приморье // Землетрясения Северной Евразии в 1994 году. – М.: ОИФЗ РАН, 2000. – С. 80–83.