

Л.Н. Поплавская, М.И. Рудик, В.Н. Дьяченко, Р.И. Сухомлинова

Землетрясения Курило-Охотского региона

Каталог курило-охотских землетрясений 1979 г. содержит инструментальные данные о 553 сейсмических событиях с $M \geq 4$, в том числе о 15 с $M \geq 5,5$. Кроме того, в каталоге приведены сведения о макросейсмическом проявлении 56 землетрясений.

Сведения о характере пространственного и пространственно-энергетического распределения очагов курило-охотских землетрясений можно получить из анализа рисунка (пункт № 2 — вне границ карты); а также табл. 1—4. Наиболее активным в 1979 г. был район Южных Курильских островов, где отмечено наибольшее число сейсмических толчков, среди которых 32 сопровождалось значительным макросейсмическим эффектом. Распределение сейсмических толчков по глубине залегания гипоцентров (см. табл. 1 и 2) подчинилось характерной для Курило-Охотского региона закономерности и в 1977—1979 гг. [1, 2] оставалось неизменным: на глубинах $H \leq 30$ км число землетрясений было невелико и не превышало 15—25%, на глубинах $30 < H \leq 80$ км происходило до 70% общего числа сейсмических событий, на глубинах $H > 80$ км — 15—20%.

Графики повторяемости курило-охотских землетрясений 1979 г., рассчитанные по данным для землетрясений с нормальной глубиной очага (см. табл. 3), имели следующие параметры:

$$N \leq 30 \text{ км } \lg N = 6,42 - 1,20 M (\pm 0,23), \\ 30 < H \leq 80 \text{ км } \lg N = 7,82 - 1,38 M (\pm 0,29), \\ N = 1 \div 80 \text{ км } \lg N = 8,54 - 1,51 M (\pm 0,29),$$

где N — число землетрясений данной магнитуды M , изменяющейся от 4,5 до 5,75 с шагом $\Delta M = 0,25$.

Как видно из табл. 1—3, в 1979 г. не удалось определить эпицентры 32% землетрясений с $M = 4$ и 17% с $M = 4,25$, что свидетельствует о недостаточной плотности существующей сети сейсмических станций на Курильских островах. Количество выисловленной энергии E (в Дж) следующее: $6 \cdot 10^{13}$ для интервалов глубин 0—30, $1,5 \cdot 10^{14}$ для 31—80, $21,1 \cdot 10^{15}$ для 81—600.

Рассмотрено подробно проявления сейсмической активности в отдельных районах Курило-Охотского региона: Парамуширском (№ 1), Онекотан-Магуанском (№ 2), Самушир-Урулеском (№ 3), Северо-Итурулском (№ 4), Кунашир-Итурулском (№ 5), о-ва Хоккайдо (№ 6), Японском море (№ 7), Охотском море (№ 8).

Анализ рисунка и табл. 4 позволяет установить, что более половины сейсмических толчков Парамуширского района приходило на глубинах $h = 31 \div 80$ км. Однако сильнейшим землетрясением района ($M = 5,8$) было землетрясение 23 мая в 00 ч 40 мин ($H = 10$ км), эпицентр его находился вблизи оси глубоководного желоба (см. рис. 1). Землетрясение сопровождалось небольшой серией повторных толчков, макросейсмический эффект его в г. Северо-Курильске достигал 3 баллов. После 23 мая сейсмическая активность района постепенно затихла; до конца года здесь было зарегистрировано лишь три толчка: 16 октября в 22 ч 48 мин, 17 октября в 00 ч 26 мин и 22 ч 15 мин.

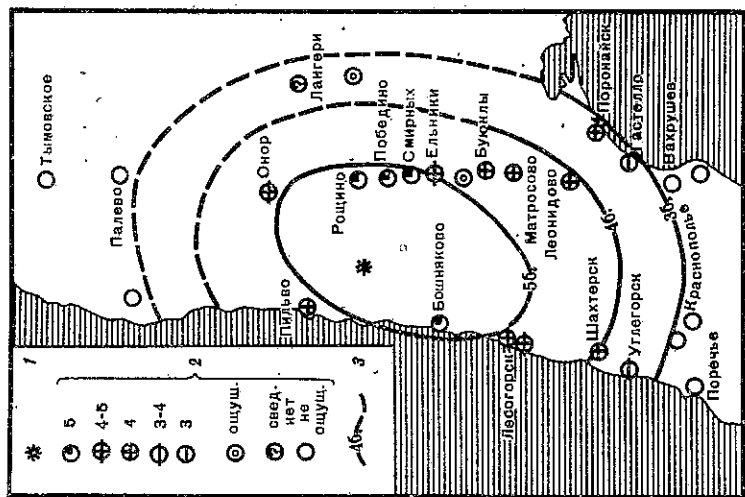
Результаты определения механизмов очагов показывают (см. каталог дополнительных параметров), что Парамуширский сейсмоактивный район в 1979 г. находился под воздействием близгоризонтально ориентированных напряжений сжатия и более крутых напряжений растяжения. В очагах парамуширских землетрясений преобладали взрыво-сосдвиговые дислокации.

В 1979 г. Онекотан-Магуанский район характеризовался некоторым усилением сейсмической активности на глубинах $H = 81 \div 150$ км (см. табл. 4). Здесь отмечено сильнейшее землетрясение года с $M_S H = 5,7$, происшедшее 4 ноября в 17 ч 10 мин на глубине 130 км, эпицентром вблизи южного побережья о-ва Магуа. Заметным событием в сейсмической жизни района явилось также землетрясение 9 сентября в 16 ч 48 мин с $H = 80$ км и $M_S H = 5,4$.

Характер поля тектонических напряжений в Онекотан-Магуанском районе определялся близгоризонтально ориентированными напряжениями сжатия и более круто ориентированными напряжениями растяжения. Так же как и в Парамуширском районе,

79

Рис. 3. Схема изосейст Побединского землетрясения 28 июля
1 — эпицентр по приборным данным; 2 — бытность; 3 — изосейста



центр расположен в 10 км севернее п. Тымовское. Однако самым сильным в этом районе было землетрясение 28 июля с $K = 8,5$ и эпицентром в 60 км юго-восточнее п. Тымовское. Более слабые землетрясения ($K < 8$) в 1979 г. распределены на большей площади, чем в 1978 г. Их эпицентры отмечены на различных расстояниях от п. Тымовское и окружают его со всех сторон в пределах района № 3.

Как и в 1978 г., продолжалась в 1979 г. сейсмическая активность в районе № 5 (Шельфовом), однако территориально она изменилась. 31 августа зарегистрировано самое сильное землетрясение района с $K = 8,5$ в проливе Лаперуза. Эпицентры других подземных толчков с $K = 8$ отмечены в заливе Герпения восточнее г. Макарова (на различных расстояниях) и один — северо-восточнее г. Южно-Сахалинска.

Сейсмичность условного района № 6 в 1979 г. осталась на уровне 1978 г. и не изменилась территориально. Эпицентры подземных толчков с $K < 8$ отмечены в пределах Суэнайского хребта и Корсаковского плато (севернее, восточнее и южнее Южно-Сахалинска) и Тонинно-Анивского полуострова. Наибольший энергетический класс $K = 7,8$ имел подземный толчок 5 октября с эпицентром северо-восточнее Южно-Сахалинска.

Самым сильным в районе № 7 в 1979 г. было землетрясение 17 мая (см. каталог) с $K = 9,2$ ($M = 3,8$), его эпицентр расположен на побережье Нижнего Приамурья (напротив п. Погиби). Землетрясение такой силы здесь зарегистрировано впервые за период наблюдений. Цепочка эпицентров подземных толчков с $K = 6 \div 7$ отмечена в Татарском проливе вдоль побережья Азиатского континента южнее 52° с.ш.; такой цепочки в 1978 г. не отмечалось. Эпицентры остальных землетрясений расположены, как и ранее, северо-западнее, юго-западнее и юго-восточнее г. Николаевска-на-Амуре.

Уровень сейсмичности района № 8 в 1979 г. заметно снизился, однако территориально она не изменилась.

ЛИТЕРАТУРА

1. Оскорбин Л.С., Лазаренко И.Д., Савосько В.И. и др. Землетрясения Сахалина и Приморья. — В кн.: Землетрясения в СССР в 1969 году. М.: Наука, 1973, с. 157—163.
2. Оскорбин Л.С. Сейсмичность Сахалина. В кн.: Сейсмическое районирование Сахалина. Владивосток, 1977, с. 3—22.
3. Оскорбин Л.С., Волкова Л.Ф. Землетрясения Сахалина. — В кн.: Землетрясения в СССР в 1976 году. М.: Наука, 1980, с. 66—68.
4. Соловьев С.Д., Оскорбин Л.С. Схема сейсмического районирования Сахалина. — В кн.: Сейсмическое районирование Сахалина. Владивосток, 1977, с. 52—63.
5. Оскорбин Л.С. Уравнения сейсмического поля сахалинских землетрясений. — В кн.: Сейсмическое районирование Сахалина. Владивосток, 1977, с. 34—45.

Таблица 1
Распределение землетрясений Курило-Охотского региона
по глубине очага H

H , км	N	H , км	N	H , км	N	H , км	N
0-10	10	91-100	9	171-180	6	281-290	1
11-20	10	101-110	10	181-190	2	301-310	1
21-30	61	111-120	12	191-200	7	311-320	1
31-40	261	121-130	11	201-210	4	341-350	1
41-50	36	131-140	7	211-220	1	351-360	2
51-60	14	141-150	12	221-230	1	361-370	1
61-70	19	151-160	7	231-240	2	381-390	1
71-80	11	161-170	3	241-250	1	391-400	2
81-90	13						

Таблица 2
Распределение курило-охотских землетрясений 1974-1979 гг.
по глубине залегания гипоцентров (%)

Год	Интервал глубин H , км		
	1-30	31-80	81-300
1975	64	31	4
1976	58	32	1
1977	23	62	11
1978	16	71	11
1979	15	62	19

в очагах онекотан-магуанских землетрясений наблюдались преимущественно взрыво-сосдвиговые дислокации.

Самыми сильными ($M_{SKD} = 5,6 \div 5,8$) в Симушир-Урупском районе были землетрясения с промежуточной глубиной очага: 4 июня в 11 ч 39 мин ($H = 110$ км), 20 июля в 21 ч 20 мин ($H = 110$ км) и 17 ноября в 15 ч 13 мин. Землетрясение 4 июня имело заметный макросейсмический эффект, достигший на о-ве Уруп силы примерно 4 балла.

По данным о механизме очага преобладающими подвижками в Симушир-Урупском районе, так же как и в более северных районах, были взрывосдвижки. Характер поля тектонических напряжений был подобен Парамуширскому и Онекотан-Магуанскому районам.

Как и все описанные выше районы, Северо-Итурупский район характеризуется значительным преобладанием активности (см. табл. 4) в слое $H = 31 \div 80$ км. Однако в целом это был самый спокойный из сейсмоактивных районов. Магнитуда северо-итурупских землетрясений не превышала $M = 5$. Шесть землетрясений ощущались на близлежащих островах, причем максимальный макросейсмический эффект не превышал 4 баллов.

Очаги северо-итурупских землетрясений находились в 1979 г. под воздействием близгоризонтальных напряжений сжатия и более круто ориентированных напряжений растяжения. Характерными для них были взрывосдвиговые дислокации.

Кунашир-Итурупский район отличался существенно возросшим уровнем сейсмической активности на глубинах $H = 31 \div 210$ км (см. табл. 4). В течение всего года продолжалась афтершоковая деятельность (рис. 3), вызванная возникновением б. XII

Карта эпицентров курило-охотских землетрясений с $K \geq 9$ ($M > 4$)

1 - классификация по магнитуде и энергетическому классу: 1 - $5,25 \leq M \leq 6,5$, 2 - $4,25 \leq M \leq 5$, 3 - $M = 4$ ($K=9$); II - классификация по глубине очага, км: 4 - $0 < H \leq 30$, 5 - $30 \leq H \leq 60$, 6 - $60 < H \leq 90$, 7 - $90 < H \leq 300$, 8 - $H > 300$ (цифра около эпицентра обозначает глубину очага), 9 - граница сейсмоактивных районов; 10 - ось глубоководного Курило-Камчатского желоба; 11 - Южно-Охотская котловина; 12 - сейсмическая станция

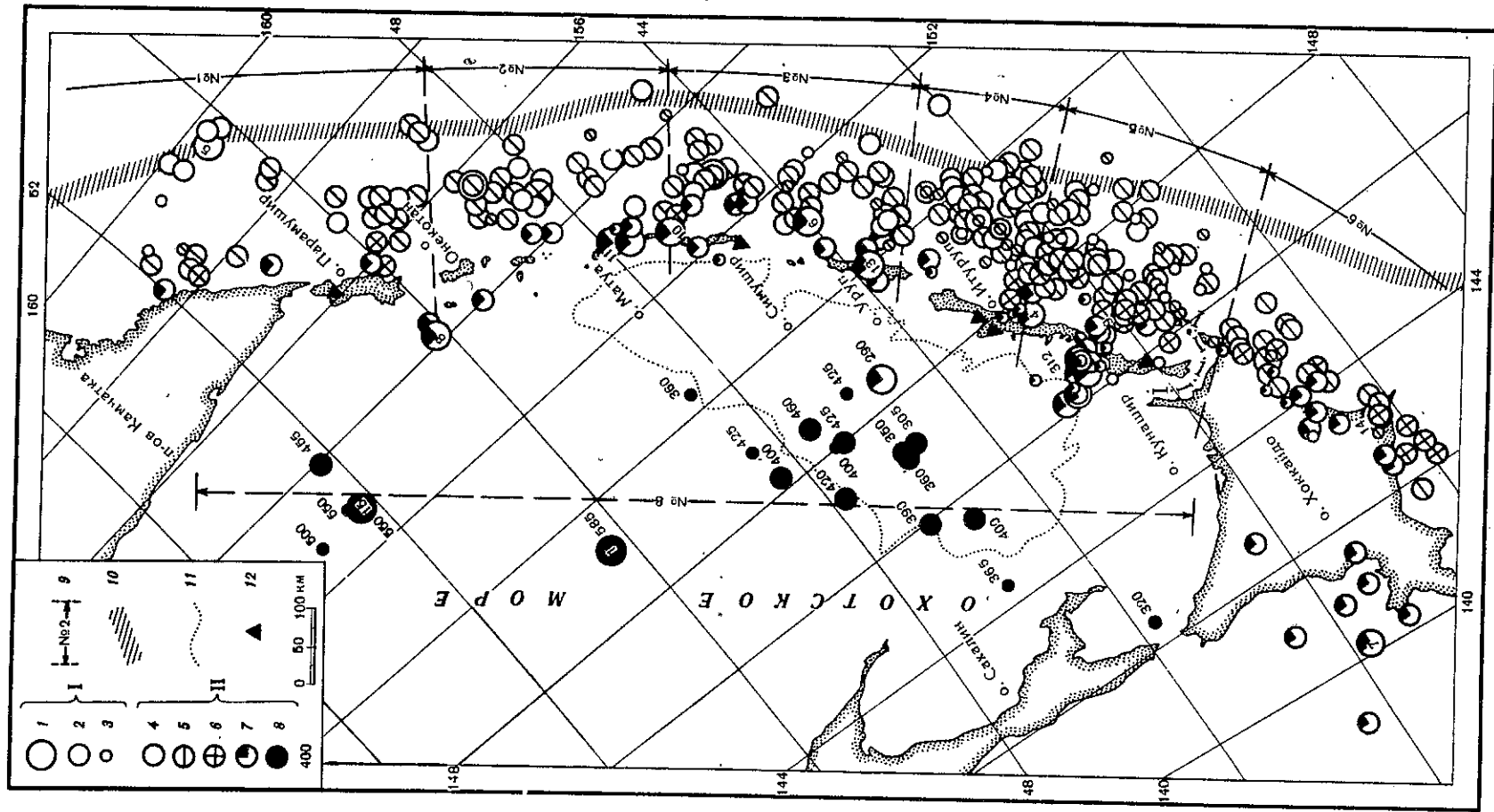


Таблица 3

Распределение курило-охотских землетрясений 1979 г. по магнитуде и глубине очага

Магнитуда (M, M_{SH})	Интервал глубин залегания очагов H , км		
	0-30	31-80	81-600
4	29	120	47
4,25	16	103	31
4,5	23	69	23
4,75	9	27	6
5	2	18	5
5,25	1	1	2
5,5	1	2	7
5,75	1	1	3
6			2
6,25			3
6,5			1
6,75			1
Всего	81	341	131

Таблица 4

Распределение курило-охотских землетрясений по глубине очага и макросейсмическому эффекту

№ района	H , км	Число землетрясений	M_{max}	Всего толчков	Число опустившихся толчков	Максимальный балл
1	1-30	24	5,75		1	3
	31-80	55	5	86	1	3
2	81-130	7	4,75			
	1-30	8	4,75	44		
3	31-80	29	5,5			
	81-150	7	5,75			
4	1-30	10	4,75		1	4
	31-80	45	5	70		
5	81-150	15	5,75			
	1-30	16	5	115		
6	31-80	93	5		6	4
	81-150	6	4,5		4	3
7	1-30	19	4,5		32	6
	31-80	92	5,75	154	5	4
8	81-210	43	6,5			
	1-30	4	4	50	3	6
9	31-80	30	5,5			
	81-240	16	6,5			
10	1-30			8		
	31-80	8	6,5			
11	81-550	1	4			
	1-30			26		
12	31-80	25	6,25		2	3
	81-590					

1978 г. землетрясения с $M = 7,3$ на глубине 140 км [2]. К концу 1979 г. каталог афтершоков этого землетрясения содержал сведения о 80 землетрясениях с $M_{SH} \geq 4$.

Как уже отмечалось [2], процесс формирования гипоцентральной области землетрясения 6 декабря 1978 г. протекал необычно. С течением времени, прошедшего с момента возникновения главного толчка, глубины залегания гипоцентров афтершоков увеличивались, достигая 210 км. Таким образом, суммарная гипоцентральной область

оказалась ориентированной вкост простирания Большой Курильской гряды с падением под дно Охотского моря. Такая ориентация очаговой области подтверждается данными о механизме очага главного толчка, а также афтершоков.

Гипоцентральной области афтершоков землетрясения 6 декабря 1978 г. находилась под воздействием близгоризонтальных напряжений сжатия и более круто ориентированных напряжений растяжения. Для большинства афтершоков характерны взбросодвиговые дислокации с преобладанием компоненты движения по простиранию плоскостей разрыва (см. каталог дополнительных параметров).

В Кулашир-Итурулском районе отмечено наибольшее число опустившихся землетрясений. Максимальный эффект наблюдался от землетрясения 4 июля в 06 ч 07 мин ($H = 70$ км, $M_{LN} = 5,7$), которое проявилось на о-ве Шикотан силой до 6 баллов. Значительным (до 4 баллов) макросейсмическим воздействием отмечалось одно из землетрясений с промежуточной глубиной очага 14 мая в 15 ч 39 мин ($H = 110$ км, $M_{SH} = 6,3$). Всего в районе отмечено 41 опустившийся толчок.

Остров Хоккайдо и прилегающие к нему акватории в 1979 г. также характеризовались заметным повышением активности на глубинах $H > 80$ км. Сильнейшее землетрясение района с $M_{SH} = 6,1$ отмечено на глубине 238 км 21 июня в 14 ч 05 мин.

Самым сильным из землетрясений с нормальной глубиной очага был толчок 29 декабря 15 ч 06 мин ($H = 70$ км; $M = 5,6$).

По данным о механизме очагов в 1979 г. район о-ва Хоккайдо и прилегающих к нему акваторий находился под воздействием близгоризонтальных напряжений сжатия и несколько более круто ориентированных напряжений растяжения. В очагах землетрясений наблюдались взбросодвиговые подвижки с преобладанием компонента движения по падению плоскостей разрыва.

В районе Японского моря в 1979 г. было зарегистрировано всего семь землетрясений, сильнейшим из которых был толчок 15 января в 05 ч 52 мин ($H = 180$ км; $M_{SH} = 5,1$). К этому району отнесено землетрясение 31 января в 12 ч 36 мин, происшедшее вблизи побережья советского Приморья на глубине $H = 550$ км с $M_{SH} = 6,6$.

Как показывают результаты определения динамических параметров очага землетрясения, в очаге его действовали близгоризонтальные напряжения сжатия и более круто ориентированные напряжения растяжения. Обе возможные подальные плоскости были круто ориентированы относительно горизонта; происшедшие вдоль этих плоскостей подвижки характеризовались значительным преобладанием вертикальных компонент. Характер дислокаций в очаге землетрясения 31 января таким образом можно интерпретировать как взброс.

В 1979 г. в районе Охотского моря зарегистрировано 26 землетрясений, эпицентры большинства из них находились вблизи северных границ Южно-Охотской котловины.

Сильнейшее землетрясение района зарегистрировано 25 января в 21 ч 03 мин ($H = 585$ км, $M_{SH} = 6,2$) с эпицентром в северо-восточной части Охотского моря. Результаты определения динамических параметров очага позволяют установить, что оба главных действующих напряжения (сжатия и растяжения) были ориентированы под углом $40-45^\circ$ к горизонту. Таким образом, вдоль одной из возможных плоскостей разрыва, ориентированной более круто, преобладающими были вертикальные компоненты движения, вдоль другой преобладали подвижки по простиранию.

В шельфовых областях охотоморского побережья Курильских островов отмечались в основном землетрясения с промежуточной глубиной очага. Сильнейшим из них было землетрясение 22 июня в 23 ч 51 мин, происшедшее западнее о-ва Онекотан на глубине 230 км ($M_{SH} = 5,5$).

Таким образом, резюмируя результаты изучения сейсмической деятельности Курило-Охотского региона в 1979 г., отмечаем следующие основные ее особенности.

1. В 1979 г. наблюдалось значительное повышение активности на глубинах $H > 80$ км, на которых отмечались наиболее сильные землетрясения года.

2. Поле тектонических напряжений в Курило-Охотском регионе в 1979 г. во всех его сейсмоактивных районах и во всем диапазоне глубин залегания гипоцентров характе-

ризвалось близгоризонтальной ориентацией напряжений сжатия и несколько более крутой — напряжений растяжения. Основной тип дислокаций — взбрососдвига.

3. В Симушир-Урупском и Северо-Итурупском районах наблюдалось относительное сейсмическое затишье. Здесь в течение года не отмечалось землетрясений сильнее, чем с $M = 5$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бойчук А.Н., Полянская Л.Н., Рудик М.И. Землетрясения Курило-Охотского региона. — В кн.: Землетрясения в СССР в 1977 году. М.: Наука, 1981, с. 104—111.
2. Бойчук А.Н., Полянская Л.Н. Землетрясения Курило-Охотского региона. — В кн.: Землетрясения в СССР в 1978 году. М.: Наука, 1982, с. 61—68.

УДК 550.341—550.34:91

С.А. Федотов, В.М. Зобин, Е.И. Гордеев, Е.И. Ивакова, Л.Г. Сидельникова

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ КАМЧАТКИ

В 1979 г. детальные сейсмологические наблюдения на Камчатке и Командорских островах продолжались в рамках опытно-методической сейсмологической партии Института вулканологии ДВНЦ АН СССР. Региональная сеть сейсмических станций не претерпела изменений по сравнению с 1978 г. [1]. Сейсмограф общего типа СКД с увеличением 1000 установлен дополнительно на сейсмостанции Эссо.

Определение гипоцентров камчатских землетрясений проводилось на ЭВМ "Минск-32" по программе ГИ-77, составленной А.А. Гусевым [2]. При этом использовался усредненный годограф, построенный для Камчатки И.П. Кузиным [3].

Энергетический класс $K_{S_{1,2}}^{Ф68}$ определялся по номограмме С.А. Федотова [4]. Для землетрясений с $K_{S_{1,2}}^{Ф68} \geq 11,5$ найден механизм очага землетрясений по первым вступлением P -волн, записанных на сейсмических станциях Камчатской сети, а также с привлечением данных Оперативного сейсмологического бюллетеня ИФЗ АН СССР и выпусков "Earthquake data report" (EDR) Геологической службы США. Для этих же землетрясений вычислены динамические параметры очага (сейсмический момент M_0 , величина сброшенного напряжения) по данным спектров продольных волн и поверхностных волн Релея, зарегистрированных длиннопериодной аппаратурой СКД на сейсмических станциях Эссо, Петропавловск, Стекольный, Северо-Курильск по методике Хэнкса и Висса для P -волн [5] и по методике Бен-Менахема и Харжрайдера [6] для поперечных волн Релея.

Магнитуда камчатских землетрясений взята по данным EDR, магнитуды M_{LH} и m_{rv} — по данным Оперативного сейсмологического бюллетеня ИФЗ АН СССР. Приведены также магнитуды M_{LN} по данным станции Петропавловск.

В каталоге землетрясений приведены основные данные о камчатских землетрясениях с $K_{S_{1,2}}^{Ф68} \geq 9,5$. Оценки точности эпицентра и глубины землетрясений даны в километрах вместо классов точности, используемых ранее. При этом если класс точности отражал "внутреннюю" точность координат без учета ошибок годографа, то новые оценки точности отражают предельную абсолютную ошибку координат [2].

Разбиение по районам проведено в соответствии со схемой районов, опубликованной в сборнике [7]. Подробные данные о землетрясениях с $K \geq 10$ ($M \geq 4,5$) имеются в Сейсмологическом бюллетене Дальнего Востока за 1979 г. Всего в 1979 г. определены эпицентры 1267 землетрясений с $K_{S_{1,2}}^{Ф68} \geq 7,5$. По энергии землетрясения распределены следующим образом:

$K_{S_{1,2}}^{Ф68}$	8	9	10	11	12	13	14
h	404	561	198	73	24	4	3

Механизм очага определен для 28 землетрясений (см. каталог дополнительных параметров). В каталоге приведен класс точности построения нодальных линий. Класс