КАМЧАТКА И КОМАНДОРСКИЕ ОСТРОВА

В.И. Левина, Е.И. Иванова, Е.И. Гордеев

Сеть сейсмических станций Камчатки в 1997 г. состояла из 25 радиотелеметрических станций, 7 стационарных сейсмических станций с регистрацией на фотобумагу и 2 цифровых. Расположение станций и система изолиний представительной регистрации землетрясений показаны на рис. 1, а их параметры приведены в [1]. В 1997 г. были открыты 4 новые радиотелеметрические станции: "Копыто" (КРТ), "Малая Ипелька" (МІРК), "Мыс Козлова" (МКZ) и "Крутоберегово-1" (КВТК) (их параметры также даны в [1]). Цифровая станция "Каменское" работала со значительными перерывами и участвовала в определении параметров лишь единичных землетрясений. Методика определения параметров землетрясений, изложенная в [2-4], не изменилась.

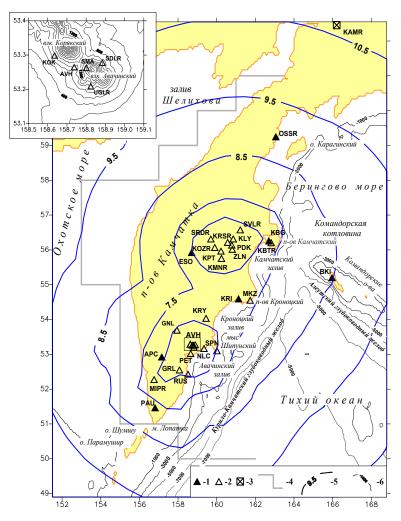


Рис. 1. Карта энергетической представительности землетрясений K_{min} и сеть сейсмических станций Камчатки в 1997 г.

1 — сейсмическая станция с регистрацией на фотобумагу [OSSR — "Оссора", КВG — "Крутоберегово", ESO — "Эссо", ВКІ — "Беринг", КRІ — "Кроноки", АРС — "Апача", РАU — "Паужетка"]; 2 — радиотелеметрическая сейсмическая станция [SVLR — "Шивелуч", КLY — "Ключи", SRDR — "Срединный", KRSR — "Крестовский", КВТR — "Крутоберегово-1", РDК — "Подкова", КОZR — "Козырь", ZLN — "Зеленая", КRТ — "Копыто", КМNR — "Каменистая", МКZ — "Мыс Козлова", КRY — "Карымский", GNL — "Ганалы", КОК — "Коряка", SDLR — "Седловина", АVН — "Авача", SMAR — "Сомма", UGLR — "Угловая", NLС — "Налычева", SPN — "Шипунский", РЕТ — "Петропавловск", GRL — "Горелый", RUS — "Русская", МІРR — "Малая Ипелька"]; 3 — цифровая сейсмическая станция [КАМR — "Каменское"]; 4 — граница региона; 5 —изолиния К_{тіп}, 6 — изолиния высоты и глубины (м). На врезке показана сеть сейсмических станций Авачинско-Корякской группы вулканов. Названия сейсмических станций даны по [1].

Сейсмичность региона. Всего в 1997 г. определены эпицентры 4818 землетрясений, из них 2130 с K_S ≥8.6 включены в каталог [5], 147 имеют K_S ≥11.6, а для 52 определены механизмы очагов [6] по знакам первых вступлений Р-волн на станциях КОМСП и мировой сети. Распределение землетрясений по классам приведено в табл. 1. Суммарная энергия, выделившаяся в очагах землетрясений за 1997 г., составляет ΣE =40*10¹⁴ Дж, что значительно выше среднегодового значения выделяемой в регионе энергии (ΣE_{cp} =12*10¹⁴ Дж), рассчитанной авторами по данным 1962-1996 гг.

Таблица 1. Распределение числа землетрясений по энергетическим классам K_S

K_{S}	<9 (K _S ≤8.5)	9	10	11	12	13	14	15
N	2688	1070	590	325	118	20	6	1

Примечание. Здесь и далее под K_S понимается $K_{S12}^{\Phi 68}$ [4].

На рис. 2(a,6,) представлены графики распределения во времени ежесуточного числа землетрясений и накопления высвобожденной сейсмической энергии, на рис. 3 – карта эпицентров землетрясений с $K_S \ge 8.6$ за 1997 г., на рис. 4 – вертикальные разрезы совокупности гипоцентров с рис. 3 вдоль и вкрест фокальной зоны (по линиям A-A' и B-B'), на рис. 5 – эпицентры сильных ($K_S \ge 11.6$) землетрясений и механизмы их очагов в стереографической проекции нижней полусферы. В течение почти всего года, с января по ноябрь, ежесуточное число землетрясений не превышало 20. Наиболее сильным землетрясением, зафиксированным в этот период, было землетрясение (10), которое произошло на западном склоне Камчатского глубоководного желоба напротив Шипунского полуострова 31 марта в $19^h 36^m$ с $M_S = 5.4$ ($K_S = 12.8$, h = 41 км). Но в декабре был зарегистрирован мощный всплеск сейсмической активности, связанный с землетрясением (31), сильнейшим (MS = 7.9, $K_S = 15.5$) на Камчатке за последние 25 лет. Оно произошло 5 декабря в $11^h 26^m$ на глубине h = 10 км. Инструментальный эпицентр этого события расположен в океане, напротив Кроноцкого полуострова, поэтому оно получило название "Кроноцкое". Описанию сейсмичности его очаговой зоны (зона M = 10 на рис. M = 10 на отдельная статья M = 10 внаст. сб.

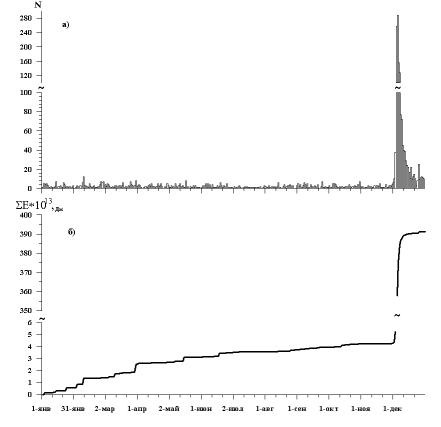


Рис. 2. Графики изменения суточных чисел N землетрясений с K_S≥8.6 (a) и высвобожденной сейсмической энергии ΣE (б) за 1997 г.

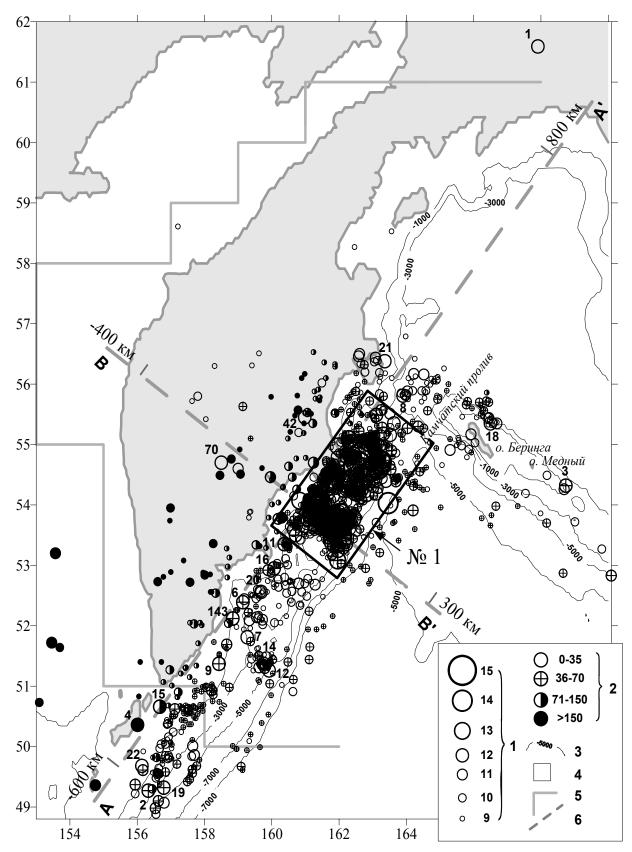


Рис. 3. Карта эпицентров землетрясений Камчатки и Командорских островов за 1997 г.

1 — энергетический класс K_S ; 2 — глубина h гипоцентра, км; 3 — изобата (м); 4 — очаговая зона Кроноцкого землетрясения; 5 — граница региона; 6 — линия разреза фокальной зоны (A-A' — вдоль, B-B' — поперек) Числа соответствуют номерам землетрясений 1-й графы каталога [5] (в очаговой зоне Кроноцкого землетрясения номера не нанесены, поскольку их невозможно различить среди скоплений событий). Географические названия см. на рис. 1. Координаты (ϕ °N, λ °E) угловых точек границы региона соответственно равны: 50,162; 50,158; 51,158; 51,155; 55,153; 58,153; 58,157; 59,157; 59,159; 60,159; 60,161; 61,161, 61,168.

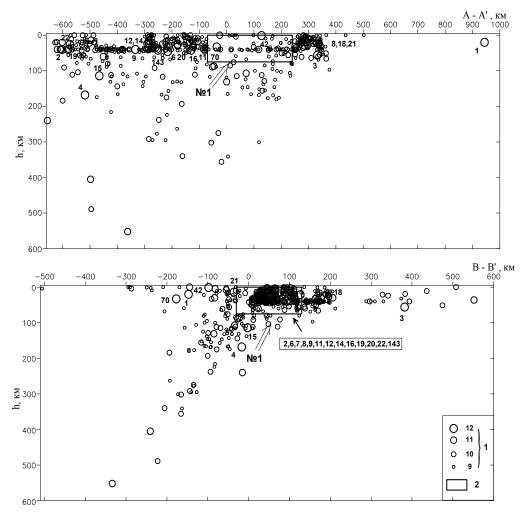


Рис. 4. Глубинные разрезы A-A' и B-B' землетрясений, показанных на рис. 3.

1 — энергетический класс K_S ; 2 — гипоцентральная область Кроноцкого землетрясения (гипоцентры области Кроноцкого землетрясения не нанесены из-за наложения большого их числа).

3 января в 21^h51^m в Корякском нагорье произошло землетрясение (1) с M_S =5.6 (K_S =12.1, h=20 км), которое ощущалось в пос. Хаилино, Тиличики и Оссора с интенсивностью до 3 баллов [5]. Механизм его очага имеет сбросо-сдвиговую дислокацию, при этом одна из возможных плоскостей разрыва имеет юго-западное простирание с левосторонним сдвигом. Землетрясение произошло в очаговой зоне сильного Корякского землетрясения 08.03.1991 г. (t_0 =11 h 36 m [8], MLH=7.0, K_S =14.4 [9]).

На южном склоне Командорской котловины и в Камчатском проливе было зарегистрировано четыре землетрясения (3,8,18,21) с K_S ≥11.6. Для события (3), происшедшего 24 января в 15^h29^m с M_S =4.4 (K_S =12.4, h=56 км) юго-восточнее о-ва Медный, определен механизм очага [6]. Подвижка в очаге – взбросо-сдвиг.

Местом проявления наиболее сильных сейсмических событий региона в 1997 г. стала область выхода Курило-Камчатской фокальной зоны на дно океана. Здесь, кроме мощнейшего декабрьского роя и более слабых роев в мае и в июне, зарегистрировано 7 сильных землетрясений (6,7,9,11,16,20,143) с $11.6 \le Ks < 12.5$. Для 5 из них (6,7,9,11,16) определен механизм очага [6]. Землетрясения Курило-Камчатской фокальной зоны, механизмы которых удалось определить, отличаются единым типом подвижки в очаге: это взбросы и взбросо-сдвиги с близгоризонтальным расположением осей сжатия. Одна из возможных плоскостей разрыва каждого из них имеет субмеридиональное простирание. Землетрясение (7), которое произошло 11 марта в $07^h 39^m$ с $M_s = 5.1$ ($K_s = 12.4$, h = 35км), ощущалось в г. Петропавловске-Камчатском с интенсивностью 2-3 балла.

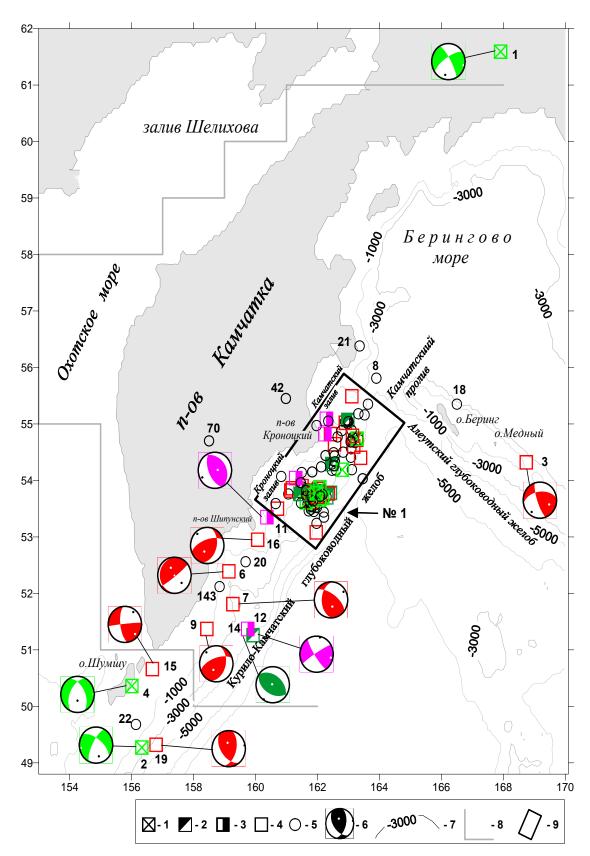


Рис. 5. Карта эпицентров сильных ($K_S \ge 12$) землетрясений Камчатки и Командорских островов за 1997 г. 1-5 — эпицентры землетрясений и тип подвижки (1 — сбросо-сдвиг; 2 — сдвиг; 3 — взброс; 4 — взбросо-сдвиг;

1-5 — эпицентры землетрясении и тип подвижки (1 — соросо-сдвиг; 2 — сдвиг; 3 — взорос; 4 — взоросо-сдвиг; 5 — механизм не определен); 6 — диаграмма механизма очага (номера землетрясений соответствуют таковым в графе 1 каталога [5]); 7 — изобата морских глубин, м; 8 — граница региона; 9 — эпицентральная область Кроноцкого землетрясения. Номера сильных землетрясений области №1 на карте не указаны.

В южной части Курило-Камчатского глубоководного желоба в мае и июне зарегистрировано два непродолжительных и относительно слабых роя с практически одинаковыми координатами. Во время первого роя (30 апреля-12 мая) зарегистрировано 8 землетрясений с K_S =8.7-11.9, максимальное из которых (12) произошло 8 мая в 06^h07^m (M_S =5.4, K_S =11.9, h=21км). В очаге этого землетрясения реализовался чистый сдвиг [6]. Второй рой, происшедший 8-23 июня, насчитывает 12 событий. Максимальное событие (14) произошло 19 июня в 22^h45^m (M_S =5.2, K_S =12.4, h=20 км [5]) и имеет в очаге взбросовый характер подвижки [6]. Нодальные плоскости обоих очагов имеют простирание, направленное вкрест геотектонических структур Курило-Камчатского глубоководного желоба, оси сжатия близгоризонтальны.

Южнее п-ова Камчатка было зарегистрировано 5 землетрясений (2,4,15,19,22) с $K_S\div 12$. Для 4 событий определен тип подвижки в очаге. Землетрясения (2,4) имеют сбросо-сдвиговый тип подвижки в очагах. Обе нодальные плоскости ориентированы в субмеридиональном направлении, оси напряжений растяжения близгоризонтальны. Землетрясения (15,19) имеют взбросо-сдвиговый тип подвижки с близгоризонтальными осями напряжения сжатия.

Практически 60% событий, механизмы которых были определены, имеют чисто взбросовый или взбросо-сдвиговый характер подвижки в очагах.

Макросейсмические данные. В 1997 г. на территории Камчатки ощущались 58 землетрясений с интенсивностью сотрясений от 2-х до 7-ми баллов. Сведения о макросейсмических проявлениях землетрясений приведены в сносках к каталогу [5]. Наиболее интенсивные сотрясения (до 7 баллов) на территории Камчатки вызвало Кроноцкое землетрясение. Описание макросейсмического эффекта этого землетрясения приведено в [7]. Сотрясения с интенсивностью до 5 баллов вызвали три землетрясения: на юге Авачинского залива (19 декабря в $00^{\rm h}42^{\rm m}$ с $K_{\rm S}$ =12.0, MPSP=4.8, h=42 км), а также два афтершока Кроноцкого землетрясения – 6 декабря в $12^{\rm h}37^{\rm m}$ ($K_{\rm S}$ =13.2, MPSP=5.8, h=21 км) и 16 декабря в $15^{\rm h}37^{\rm m}$ ($K_{\rm S}$ =11.0, MPSP=4.3, h=38 км) [5]).

Литература

- 1. **Старовойт О.Е.**, **Мишаткин В.Н. 2001.** Сейсмические станции Российской Академии Наук (состояние на 2001 г.). Геофизическая служба РАН. Москва-Обнинск: Изд-во ОИФЗ РАН. 85 с.
- 2. **Федотов С.А., Зобин В.М., Гордеев Е.И., Иванова Е.И., Лепская Т.С., Митякин В.П., Синельникова Л.Г., Чиркова В.Н. 1988.** Землетрясения Камчатки и Командорских островов // Землетрясения в СССР в 1985 году. М.: Наука. С. 155-169.
- 3. **Гусев А.А. 1979**. Определение гипоцентров близких землетрясений Камчатки на ЭВМ // Вулканология и сейсмология. №1. С. 74-81.
- 4. **Федотов С.А. 1972.** Энергетическая классификация Курило-Камчатских землетрясений и проблема магнитуд. М.: Наука. 117 с.
- 5. Левина В.И., Лепская Т.С. (отв. сост.), Антипова О.Г., Зенина С.А., Кобзева А.А., Кривогорницына Т.М., Митюшкина С.В., Пилипенко Л.В., Шевченко Н.А. Камчатка и Командорские острова. См. раздел III в наст. сб. (на CD).
- 6. **Иванова Е.И. (отв. сост.).** Камчатка и Командорские острова См. раздел IV в наст. сб. (на CD).
- 7. **Левина В.И., Гусев А.А., Павлов В.М., Иванова Е.И., Левин В.Е., Рябинин Г.В., Хаткевич Ю.М., Гусева Е.М., Салтыков В.А., Зобин В.М.** Кроноцкое землетрясение 5 декабря 1997 года с Mw=7.8, I_0 =8 (Камчатка). См. раздел II (Макросейсмические обследования) в наст. сб.
- 8. **Зобин В.М., Бахтиаров В.Ф., Борисенко В.С., Гусева Е.М., Иванова Е.И., Левин В.Е., Матвиенко Ю.Д., Самылов Н.И., Чиркова В.Н. 1997**. Корякское землетрясение 8 марта 1991 г. // Землетрясения в СССР в 1991 году. М.: Изд-во ОИФЗ РАН. С. 76-88.
- 9. **Зобин В.М.,** Лепская Т.С., Левина В.И. (отв. сост.), Богатова Л.И., Зенина С.А., Кривогорницыны Т.М., Митюшкина С.В., Митякина И.Н., Пасечко Н.П., Рубанова Т.П., Яновская Л.П. 1997. Камчатка и Командорские острова // Землетрясения в СССР в 1991 году. М.: Изд-во ОИФЗ. С. 163-171.