

КАМЧАТКА И КОМАНДОРСКИЕ ОСТРОВА

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

Сеть сейсмических станций Камчатки в 1998 г. не изменилась. Информацию о параметрах сейсмических станций, конфигурации сети и контурах надежной регистрации можно получить из [1, 2]. Методика определения параметров землетрясений не изменилась и изложена в [3–5].

Всего в 1998 г. в регионе обработано 5726 землетрясений, из них 1175 с $K_S \geq 8.6$ включены в каталог [6], 28 имеют $K_S \geq 11.6$, а для 15 определены механизмы очагов [7] по знакам первых вступлений P -волн на станциях региона и мировой сети. Распределение землетрясений по энергетическим классам приведено в табл. 1. Суммарная энергия, выделившаяся в очагах землетрясений, зарегистрированных в 1998 г., составляет $\Sigma E = 1.7 \cdot 10^{14}$ Дж.

Таблица 1. Распределение числа землетрясений по энергетическим классам

K_S	≤ 8.5	9	10	11	12	13	14	$\Sigma E \cdot 10^{14}$, Дж
N	4551	773	274	100	22	5	1	$1.7 \cdot 10^{14}$

Примечание. Здесь и далее под K_S понимается $K_{S1,2}^{\Phi 68}$ из [5].

На рис. 1(а, б) представлены графики распределения во времени ежесуточного числа землетрясений и кумулятивный график высвобожденной сейсмической энергии, на рис. 2 – карта эпицентров землетрясений с $K_S \geq 8.6$, зарегистрированных в регионе в 1998 г., на рис. 3 – вертикальные разрезы совокупности гипоцентров вдоль и вкост фокальной зоны (по линиям А-А' и В-В'), на рис. 4 – карта эпицентров сильных ($K_S \geq 11.6$) землетрясений с диаграммами механизмов очагов в стереографической проекции нижней полусферы.

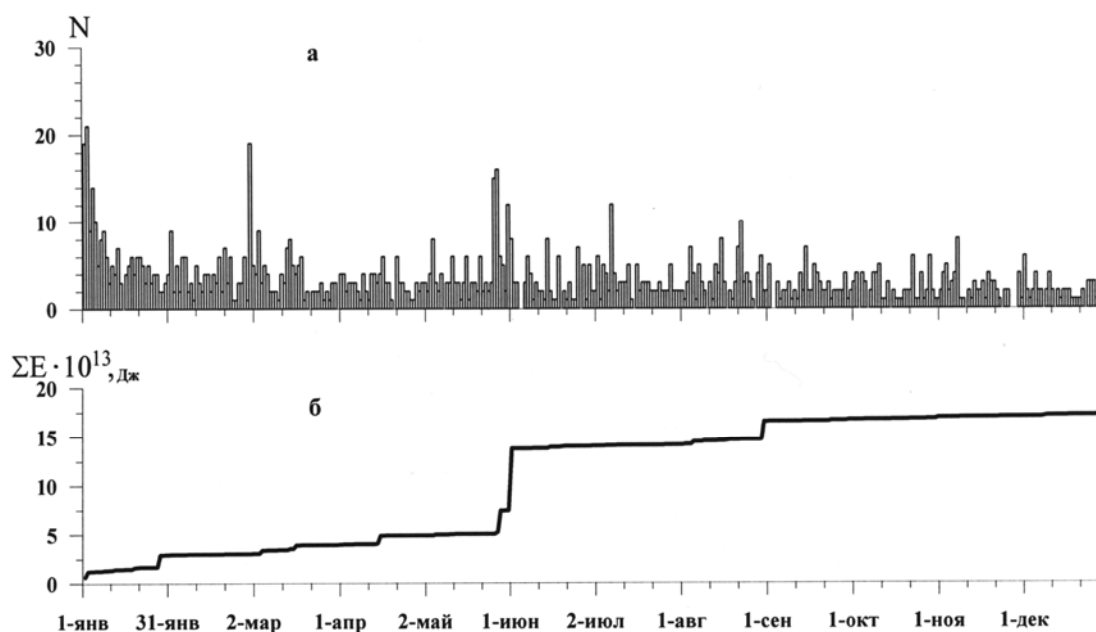


Рис. 1. Графики изменения суточных чисел N землетрясений с $K_S \geq 8.6$ (а) и высвобожденной сейсмической энергии ΣE (б) за 1998 г.

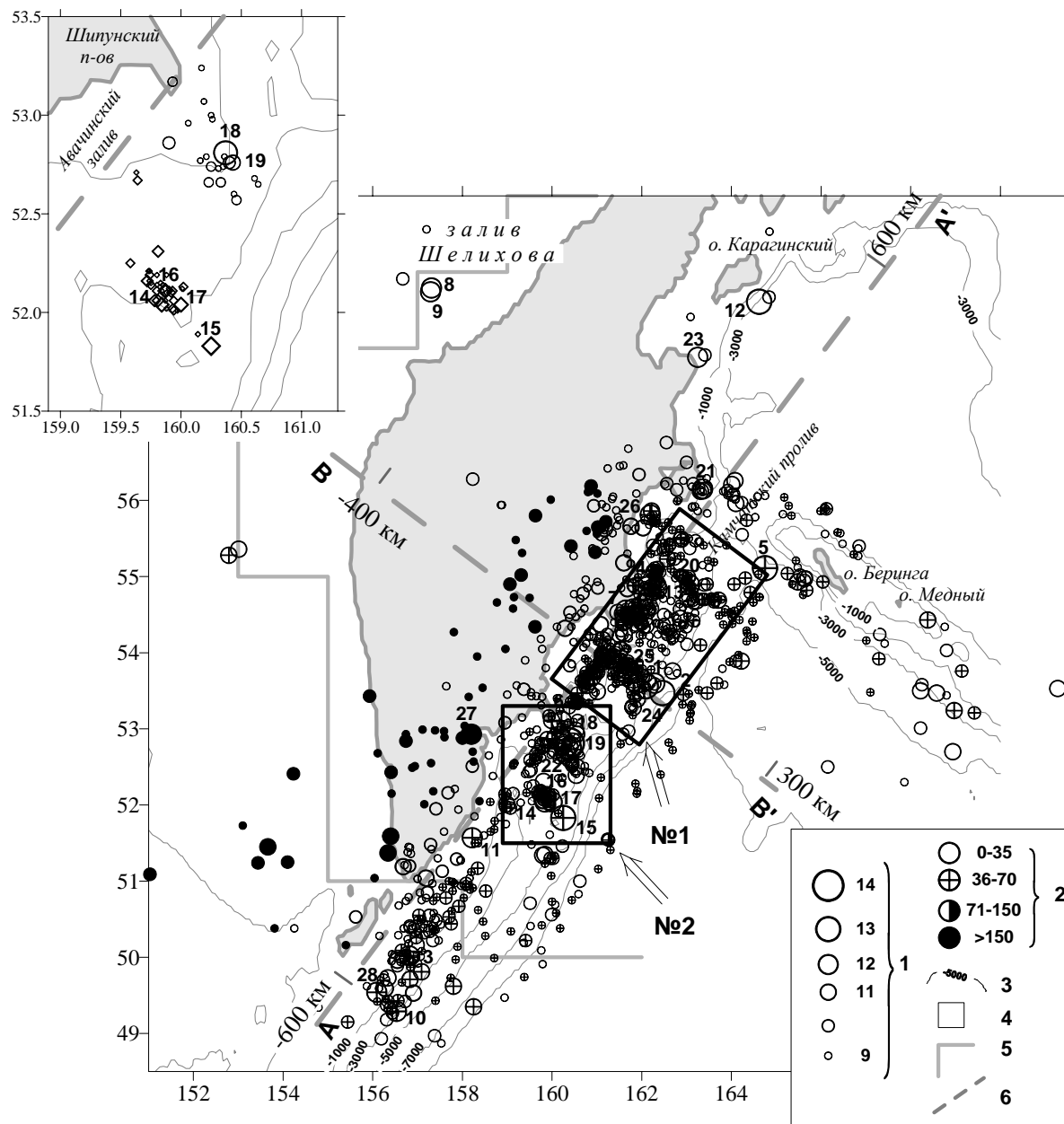


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений Камчатки за 1998 г.

1 – энергетический класс; 2 – глубина h гипоцентра, км; 3 – изобата, м; 4 – эпицентральные зоны Кроноцкого землетрясения 05.12.1997 г. (№ 1), майского и июньского роев (№ 2); 5 – граница региона (координаты φ° , N, λ° , E угловых точек границы соответственно равны: 50, 162; 50, 158; 51, 158; 51, 155; 55, 155; 55, 153; 58, 153; 58, 157; 59, 157; 59, 159; 60, 159; 60, 161; 61, 161; 61, 168); 6 – линии плоскостей разрезов вдоль (A-A') и вкрест (B-B') фокальной зоны. Цифрами обозначены землетрясения с $K_S \geq 11.6$ согласно [6]. На врезке показаны эпицентры землетрясений из района № 2 (ромбами обозначены эпицентры за период 22 мая–4 июня; кружками – 30 мая–16 июня).

1998 г. характеризовался сравнительно небольшим числом ($N=28$) сильных землетрясений с $K_S \geq 11.6$ и значительным числом ($N=1147$) слабых с $K_S=8.6-11.6$, половина из которых ($N=520$) – афтершоки Кроноцкого землетрясения 05.12.1997 г. с $M_w=7.8$ [8] (район 1 на рис. 2). Карта эпицентров землетрясений, произошедших в районе очаговой зоны землетрясения, дана на рис. 5, глубинные разрезы вдоль и вкрест – на рис. 6. Очаг Кроноцкого землетрясения был активен в течение всего года. Характер заполнения очаговой области был аналогичен таковому в 1997 г.: более активна юго-западная часть и асейсмична – центральная. В течение 1998 г. в этой зоне было выделено $3.4 \cdot 10^{13}$ Дж сейсмической энергии. Здесь произошло 8 сильных

($K_S \geq 11.6$) землетрясений (1, 2, 4, 7, 13, 20, 24, 25). Для трех из них (4, 20, 24) определены механизмы очагов. Землетрясение (24), зарегистрированное 30 августа в $14^{\text{h}}34^{\text{m}}$ ($h=32$ км; $K_S=13.2$; $MS=5.8$), является самым сильным событием в области Кроноцкого землетрясения в этом году. В его очаге ось напряжения сжатия близгоризонтальна, обе нодальные плоскости ориентированы вкрест простирания геоморфологических структур района. Подвижки по ним представлены сдвиго-взбросами. Аналогичный механизм очага имеет и землетрясение (4), произошедшее 18 января в $08^{\text{h}}21^{\text{m}}$, $K_S=12.2$, $MS=4.6$. Оно ощущалось на маяке «Кроноцкий» с интенсивностью до 5 баллов. В очаге землетрясения (20), зарегистрированном 19 июня в $09^{\text{h}}29^{\text{m}}$, $K_S=11.9$, $MS=4.3$, обе нодальные плоскости имеют меридиональное простирание, одна из них – вертикальна, другая – близгоризонтальна, подвижки – сбросы.

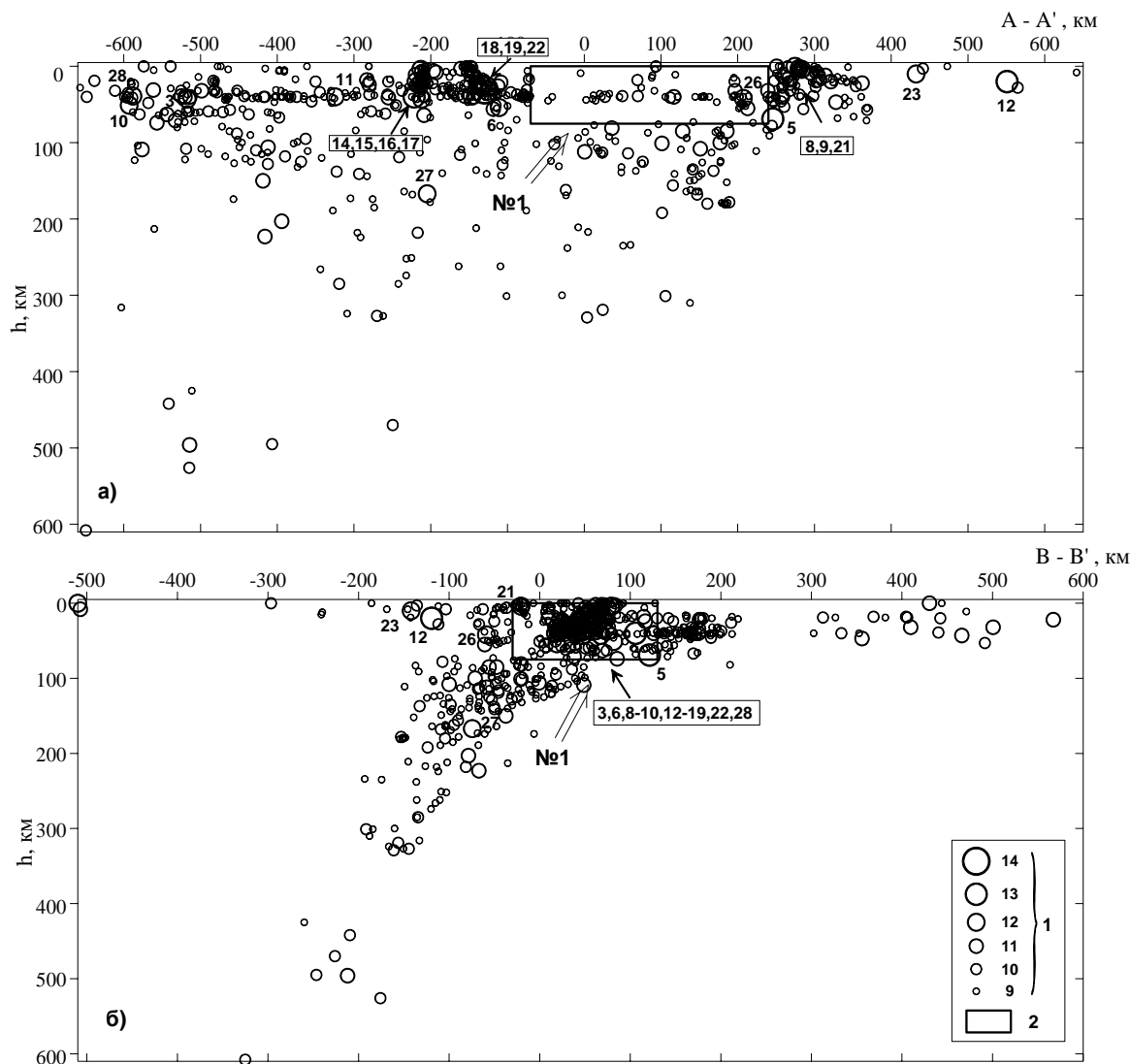


Рис. 3. Глубинные разрезы на вертикальные плоскости А-А' и В-В' для землетрясений, показанных на рис. 2

1 – энергетический класс; 2 – гипоцентральная область Кроноцкого землетрясения. Гипоцентры из области Кроноцкого землетрясения (из района № 1 на рис. 2) на разрезы не нанесены из-за наложения их большого числа (см. рис. 6).

Самое сильное ($K_S=13.8$, $MS=6.6$) землетрясение года (18) произошло 1 июня в $05^{\text{h}}34^{\text{m}}$ ($h=31$ км) на подводном продолжении Шипунского полуострова. Ось напряжения сжатия в его очаге близгоризонтальна, обе нодальные плоскости направлены вдоль основных структур фокальной зоны. Тип подвижки по обеим плоскостям – сдвиго-взброс, сдвиговая компонента незначительна. Землетрясение ощущалось на территории Камчатки с интенсивностью до 5 баллов и сопровождалось небольшим числом афтершоков ($N=20$), из них два сильных (19, 22). Аф-

тершоковый процесс продолжался до 16 июня и захватил объем $50 \times 70 \times 50 \text{ км}^3$, величина суммарной сейсмической энергии, выделенной в очагах афтершоков, составила $6.4 \cdot 10^{13}$ Дж. Самый сильный ($K_S=11.8$, $MPSP=4.8$) афтершок (19) произошел 15 июня в $09^h 26^m$ ($h=25 \text{ км}$).

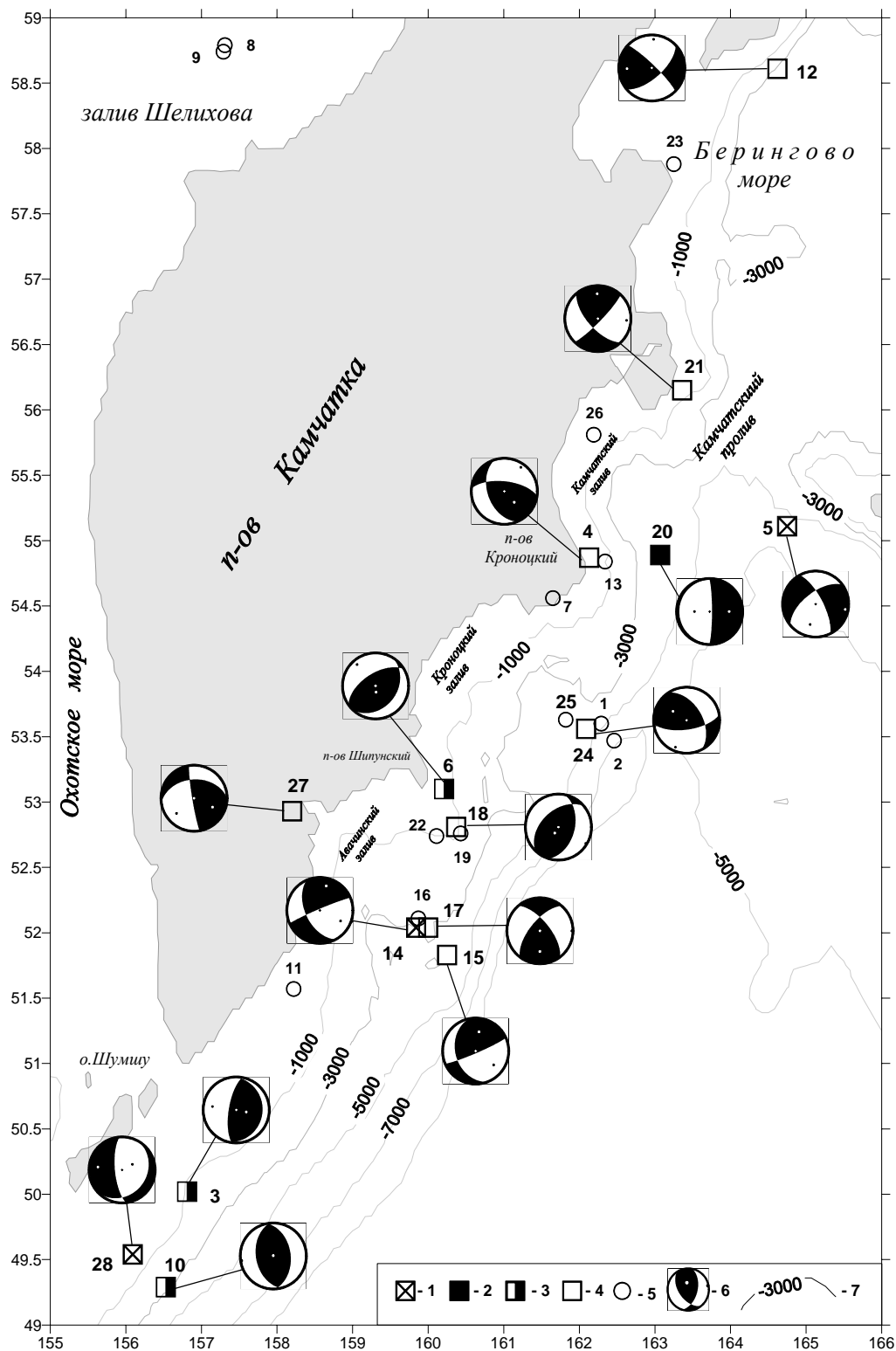


Рис. 4. Карта эпицентров сильных $K_S \geq 11.6$ землетрясений Камчатки и Командорских островов за 1998 г.

1–5 – эпицентры землетрясений и тип подвижки (1 – сбросо-сдвиг; 2 – сброс; 3 – взброс; 4 – взбросо-сдвиг; 5 – механизм не определен); 6 – диаграмма механизма очага; 7 – изобата морских глубин, м. Числа возле эпицентров соответствуют номерам землетрясений первой графы каталога [6].

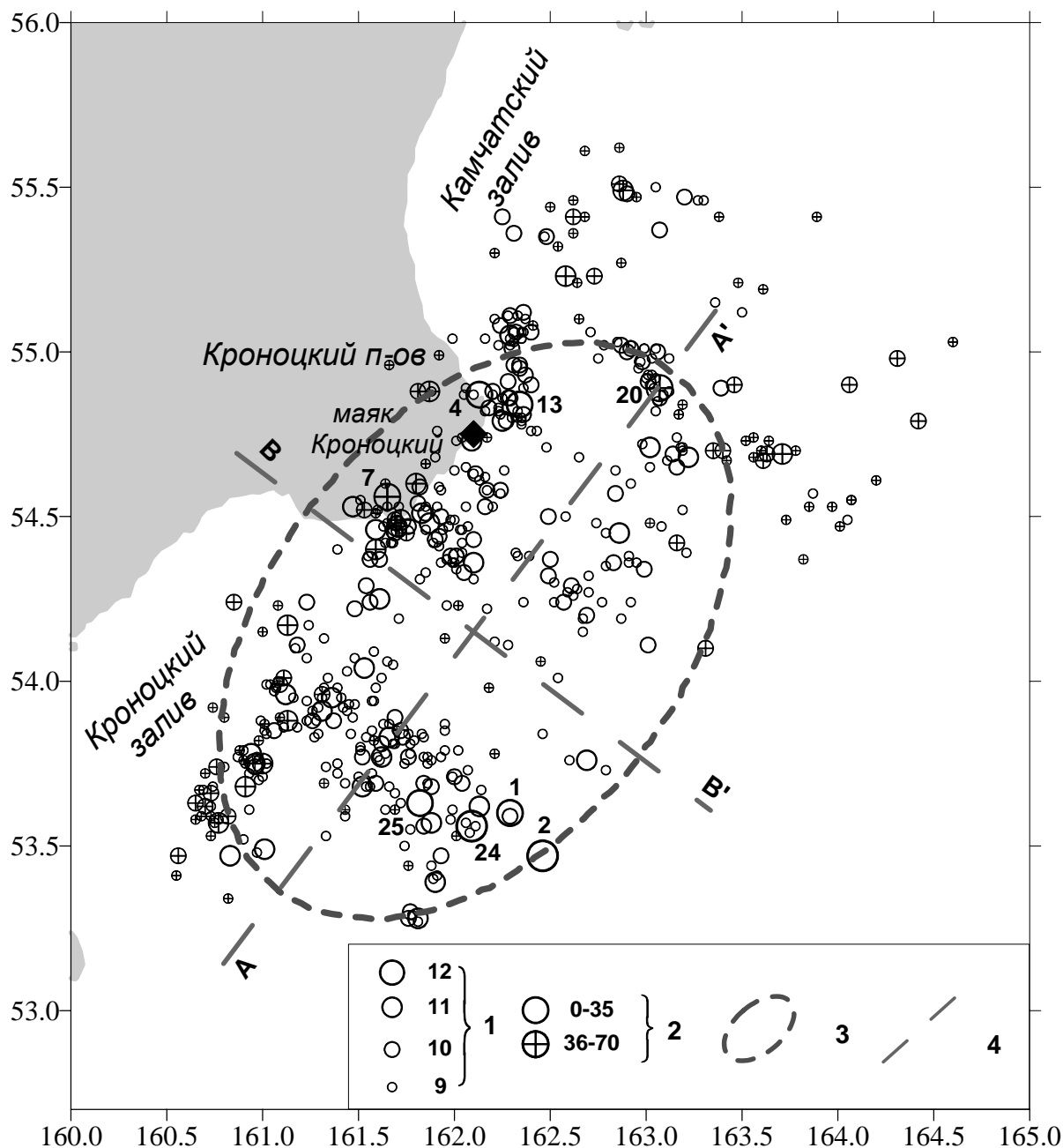


Рис. 5. Карта эпицентров афтершоков Кроноцкого землетрясения (05.12.1997 г.) за январь–декабрь 1998 г.

1 – энергетический класс; 2 – глубина h гипоцентра, км; 3 – очаг Кроноцкого землетрясения; 4 – линии плоскостей разрывов. Цифрами обозначены землетрясения с $K_S \geq 11.6$, согласно [6].

Небольшой рой землетрясений реализовался с 22 мая по 4 июня на западном склоне Курило-Камчатского глубоководного желоба, напротив Авачинского залива (рис. 2, район № 2). Наиболее сильное ($K_S=13.3$, $MS=5.9$) событие (15) этого роя произошло 28 мая в 04^h58^m ($h=40$ км). В рое зарегистрировано еще 3 сильных события (14, 16, 17). Суммарная сейсмическая энергия, выделенная роем, составила $2.3 \cdot 10^{13}$ Дж. Эпицентральная зона вытянута в юго-восточном направлении и занимает объем $50 \times 60 \times 40$ км³. Для трех событий (14, 15, 17) роя определены механизмы очагов. Простирание одной из возможных плоскостей разрыва (более пологой) у всех событий совпадает с направлением эпицентрального облака, преобладающие подвижки по ним – сдвигового типа, по крутым плоскостям северо-восточного простирания у (15 и 17) преобладают взбросы, а у (14) – сброс.

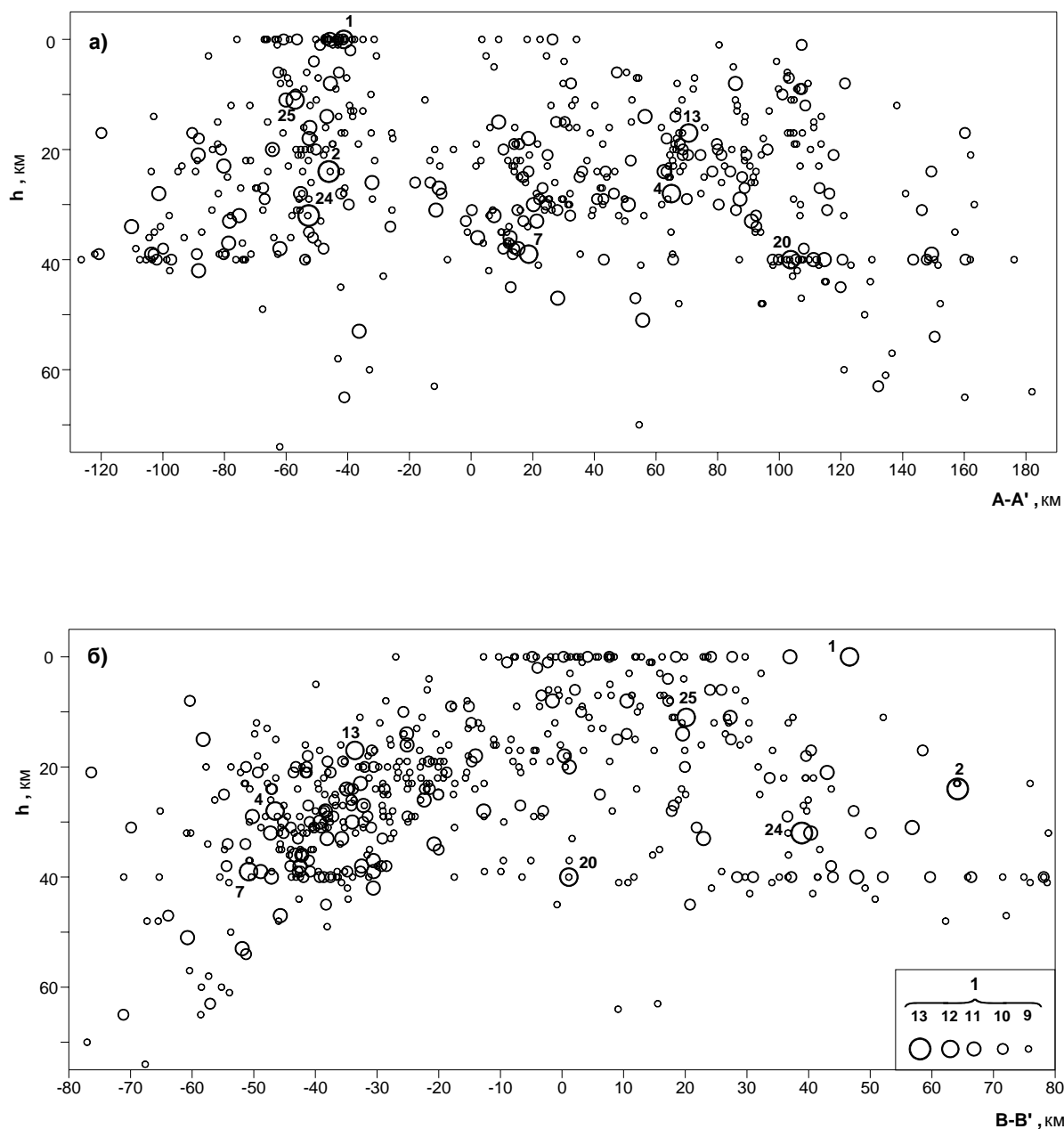


Рис. 6. Глубинные разрезы на вертикальные плоскости А-А' и В-В' для землетрясений, показанных на рис. 5

1 – энергетический класс K_S .

На севере Камчатского региона, у побережья полуострова, 15 апреля в 16^h41^m произошло одиночное коровое землетрясение (12) с $K_S=12.5$, а 5 августа в 10^h42^m произошло землетрясение (21) с аналогичным типом механизма очага. Оси напряжения сжатия и растяжения в обоих случаях близгоризонтальны. По обеим нодальным плоскостям преобладают подвижки сдвигового характера. Такой же тип подвижки имеет глубокое землетрясение (27), зарегистрированное 31 октября в 14^h03^m у берегов Авачинской бухты ($K_S=12.1$, $h=167$ км). В очаге землетрясения (5), возникшего 27 января в 19^h07^m с $K_S=13.1$ в Камчатском проливе, ось напряжения растяжения близгоризонтальна, одна из нодальных плоскостей ориентирована вдоль структур Курило-Камчатского желоба, а другая – вдоль структур Алеутского желоба, подвижки по ним имеют сбросо-сдвиговый характер. В очагах землетрясений (3, 6, 10) преобладают подвижки взбросового типа под действием близгоризонтального сжимающего напряжения. При этом у событий (3, 10) обе возможные плоскости разрыва ориентированы близмеридионально, у (6) – в северо-восточном направлении. В очаге события (28) из этого же района, произошедшего 8 декабря

в 09^h10^m с $K_S=12.1$, одна нодальная плоскость направлена на юг, другая – вдоль фокальной зоны. Подвижки имеют тип сдвига-сброса.

В 1998 г. в очагах Камчатских землетрясений преобладали подвижки сдвига-взбросового и взбросового характера. Это 83% землетрясений, у которых удалось определить механизм очага (3, 4, 6, 10, 12, 15, 17, 18, 21, 27). Все они, за исключением (27), произошли на глубинах 0-40 км.

Макросейсмические данные, собранные для 76 землетрясений, ощущавшихся на территории Камчатки с интенсивностью от 2 до 5–6 баллов, приведены в сносках к каталогу [6].

Л и т е р а т у р а

1. Старовойт О.Е., Мишаткин В.Н. Сейсмические станции Российской академии наук (состояние на 2001 г.). – Москва–Обнинск: ГС РАН, 2001. – 86 с.
2. Левина В.И., Иванова Е.И., Гордеев Е.И. Камчатка и Командорские острова // Землетрясения Северной Евразии в 1997 году. – Обнинск: ФОП, 2003. – С. 140–144.
3. Федотов С.А., Зобин В.М., Гордеев Е.И., Иванова Е.И., Лепская Т.С., Митякин В.П., Синельникова Л.Г., Чиркова В.Н. Землетрясения Камчатки и Командорских островов // Землетрясения в СССР в 1985 году. – М.: Наука, 1988. – С. 155–169.
4. Гусев А.А. Определение гипоцентров близких землетрясений Камчатки на ЭВМ // Вулканология и сейсмология. – 1979. – № 1. – С. 74–81.
5. Федотов С.А. Энергетическая классификация Курило-Камчатских землетрясений и проблема магнитуд. – М.: Наука, 1972. – 117 с.
6. Левина В.И., Лепская Т.С. (отв. сост.), Антипова О.Г., Бахтиарова Г.М., Зенина С.А., Кобзева А.А., Кривогорницына Т.М., Митюшкина С.В., Пилипенко Л.В., Шевченко Н.А. Камчатка и Командорские острова (См. раздел IV (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
7. Иванова Е.И. (отв. сост.). Камчатка и Командорские острова (См. раздел V (Каталоги механизмов очагов землетрясений) в наст. сб. на CD).
8. 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 $M_w=7.8$, $I_0=8$ (Камчатка) // Землетрясения Северной Евразии в 1997 году. – Обнинск: ФОП, 2003. – С. 250–271.