

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Зобин В.М., Гордеев Е.И., Синельникова Л.Г. Землетрясения Камчатки и Командорских островов. - В кн.: Землетрясения в СССР в 1980 году. М.: Наука, 1983, с. 94-101.
2. Зобин В.М., Гордеев Е.И., Иванова Е.И. и др. Землетрясения Камчатки и Командорских островов. - В кн.: Землетрясения в СССР в 1981 году. М.: Наука, 1984, с. 97-105.
3. Гусев А.А. Определение гипоцентров близких землетрясений Камчатки на ЭВМ. - Вулканология и сейсмология, 1979, № 1, с. 74-81.
4. Кузин И.Л. Фокальная зона и строение верхней мантии в районе Восточной Камчатки. М.: Наука, 1974. 132 с.
5. Федотов С.А. Энергетическая классификация Курило-Камчатских землетрясений и проблема магнитуд. М.: Наука, 1972. 117 с.
6. Зобин В.М., Иванова Е.И., Циркова В.И. Основные параметры землетрясений Камчатки и Командорских островов. - Вулканология и сейсмология, 1984, № 2, с. 83-103.
7. Zobin V.M. Focal mechanism of shallow and intermediate earthquakes in the Kamchatka-Comandor region and heterogeneities of the active seismic zone. - Bull. Volcanol., 1979, vol. 42, N 1/4, p. 43-58.
8. Зобин В.М., Гордеев Е.И., Козырева Н.Н. и др. Камчатское землетрясение 17 августа. - Наст. сборник.
9. Зобин В.М., Гордеев Е.И., Синельникова Л.Г. и др. Землетрясения Камчатки и Командорских островов. - В кн.: Землетрясения в СССР в 1982 году. М.: Наука, 1985, с. 83-93.
10. Шебалин И.В. Об оценке сейсмической интенсивности. - В кн.: Сейсмическая шкала и методы измерения сейсмической интенсивности. М.: Наука, 1975, с. 87-109.

УДК 550.348.436 (571.66)

В.М. Зобин, Е.И. Гордеев, Н.Н. Козырева, В.П. Мятякин, В.Н. Циркова

КАМЧАТСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 17 АВГУСТА

Камчатское землетрясение 17 августа 1983 г. произошло в 10 ч 55 мин на глубине 98 км. Инструментальный эпицентр располагается в центре излучины побережья Камчатского залива, вблизи устья р. Сторож. Сводка определенных параметров гипоцентра и энергетических характеристик очага землетрясения по данным различных сейсмологических служб мира приведена в табл. 1. На побережье Камчатки землетрясение ощущалось силой 6-7 баллов. Это самое сильное землетрясение на территории полуострова с 1971 г.

Для определения главного толчка 17 августа и последовавших афтершоков в основном использовались записи сейсмических станций региональной сети Камчатки и Командорских островов [4]. Кроме того, в июле-августе 1983 г. для детализации сейсмичности в районе стыка Курило-Камчатской и Алеутской островных дуг была выставлена

Т а б л и ц а 1

Основные данные о землетрясении 17 августа

№ п/п	Время в очаге ч м с	Координаты гипоцентра			Магнитуды M _л	M _с 1,2 (Г-М)	Температура тая сырка
		λ° E	φ° N	h, км			
1	10 55 55,5	55.64	161.52	98	M = 6,8*	15.0	19,8 [1]
2	10 55 54,1	55.87	161.29	63	m _л = 6,6		19,6 [2]
3	10 55 58,3	55.69	161.14	104	M _{РУА} = 6,5 M _{РУ} = 6,9 MLH = 6,8		[3]

* Значения магнитуды даны по макросейсмическим данным.

локальная система наблюдений на базе автономных сейсмических станций (АСС). Станции представляли собой аналоговые регистраторы на магнитной ленте на двух уровнях с полным динамическим диапазоном в 66 дБ на каждом из трех сейсмических каналов. Частотный диапазон сквозного канала с использованием сейсмоприемников СМ-3 с собственным периодом 2 с от 0,5 до 15 Гц по скорости смещения. Система наблюдений состояла из пяти станций: Шубертово, м. Камчатский, м. Кроноцкий, Беринг, Горбуша. Среднее расстояние между станциями 50–70 км (рис. 1). Максимальное увеличение по скорости смещения на всех каналах $V_{max} = 50\ 000$.

Сейсмическая обстановка
возникновения очаговой зоны землетрясения
17 августа

Землетрясение 17 августа произошло в районе сложной сеймотектонической обстановки. Камчатский залив является местом проникновения структур Алеутской островной дуги в глубь Курило-Камчатской фокальной зоны, что отражается в характере распределения в пространстве эпицентров землетрясений (намечаются "алеутские" и "курило-камчатские" направления группировки эпицентров), в характере напряженного состояния в очагах землетрясений. Район Камчатского залива является наиболее вероятным местом возникновения сильного (с магнитудой 7,75 и выше) землетрясения у берегов Камчатки на глубинах 0–70 км в соответствии с долгосрочным сейсмическим прогнозом С.А. Федотова [5].

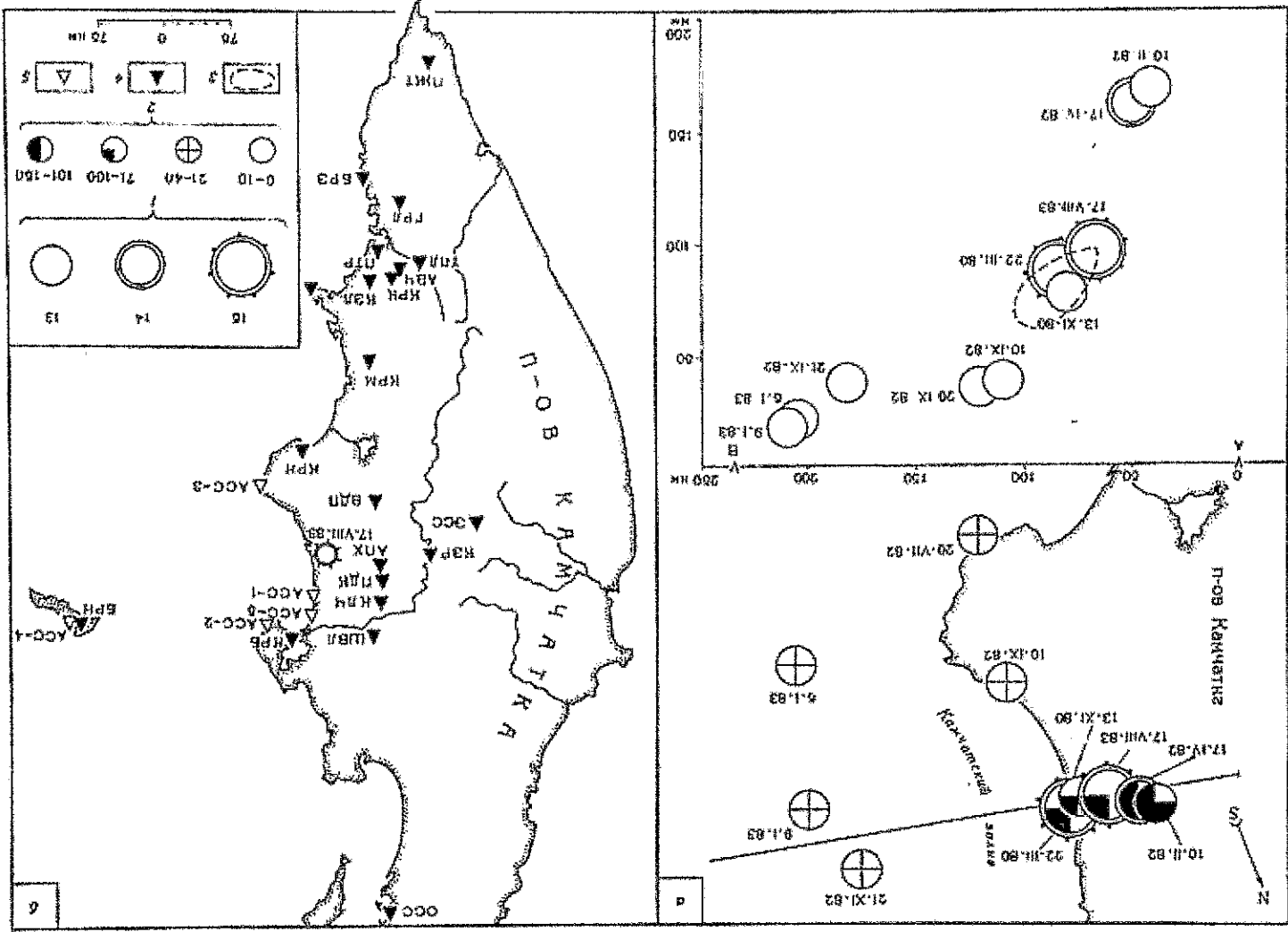
На рис. 1, а показаны эпицентры и гипоцентры землетрясений с $K_{S1,2} \geq 12,5$ (далее К) за период 1980–1983 гг. в районе Камчатского залива. После относительного сейсмического затишья, последовавшего в районе Камчатского залива вслед за Усть-Камчатским землетрясением 15 декабря 1971 г. с магнитудой $M_{LI} = 7, 8, 22$ марта 1980 г. на глубине 89 км в центре излучины Камчатского залива произошло землетрясение с $K = 14,6$, $M_{LI} = 5,7$, сопровождавшееся многочисленными афтершоками [6]. В последние годы наблюдалось дальнейшее повышение сейсмической активности как в верхней мантии, так и в пределах земной коры, причем отмечалось определенное чередование "этажности" сейсмической активности. В период март 1980 г. – апрель 1982 г. сильные землетрясения происходили в верхней мантии на глубинах 80–180 км, в июле 1982 г. – январе 1983 г. мощная серия землетрясений произошла в пределах земной коры, причем в ноябре 1982 г. – январе 1983 г. в Камчатском заливе было отмечено три землетрясения с магнитудой выше 6,0 и большим числом афтершоков. С января по август 1983 г. наблюдалось относительное сейсмическое затишье, на фоне которого в средней части сформировывались в 1980–1982 гг. поперечной зоны верхнемантийных землетрясений произошло землетрясение 17 августа.

Макросейсмическое описание

В табл. 2 приведены сведения о макросейсмическом эффекте землетрясения, на рис. 2 дана схема изосейст. Ближайшие к эпицентру населенные пункты (Усть-Камчатск, Кроноки) находятся на расстоянии 100 км от эпицентра, поэтому сведения о макросейсмическом эффекте в ближней зоне основываются на данных, полученных от полных отрядов Института вулканологии ДВНЦ АН СССР. Максимальный наблюдаемый макросейсмический эффект 6–7 баллов. Можно принять в качестве максимальной интенсивности в эпицентральной зоне $I_0 = 6,5$. Ниже приводятся подробные описания макросейсмического эффекта в зоне 6–7 баллов.

1. Палаточный лагерь № 1 на реке Быстрой в 10 км от устья реки, на ее левом берегу. Расположен в 2–3 м от крутого обрывистого берега, в березовой роще. Землетрясение ощущалось всеми как в палатках, так и на открытом воздухе. Отмечен сильный испуг, люди выбегали из палаток. Перед землетрясением слышался кратковремен-

Рис. 1. Эпицентры и гипоцентры землетрясений с $K \geq 12,5$ за 1980–1983 гг. в районе Камчатского залива (а) и система сейсмических наблюдений на севере Камчатки (б)
1 – энергетический класс К; 2 – глубина очага, км; 3 – очередные очаговые области землетрясения 17 августа; 4 – постоцентрическая сейсмическая станция; 5 – временная сейсмическая станция



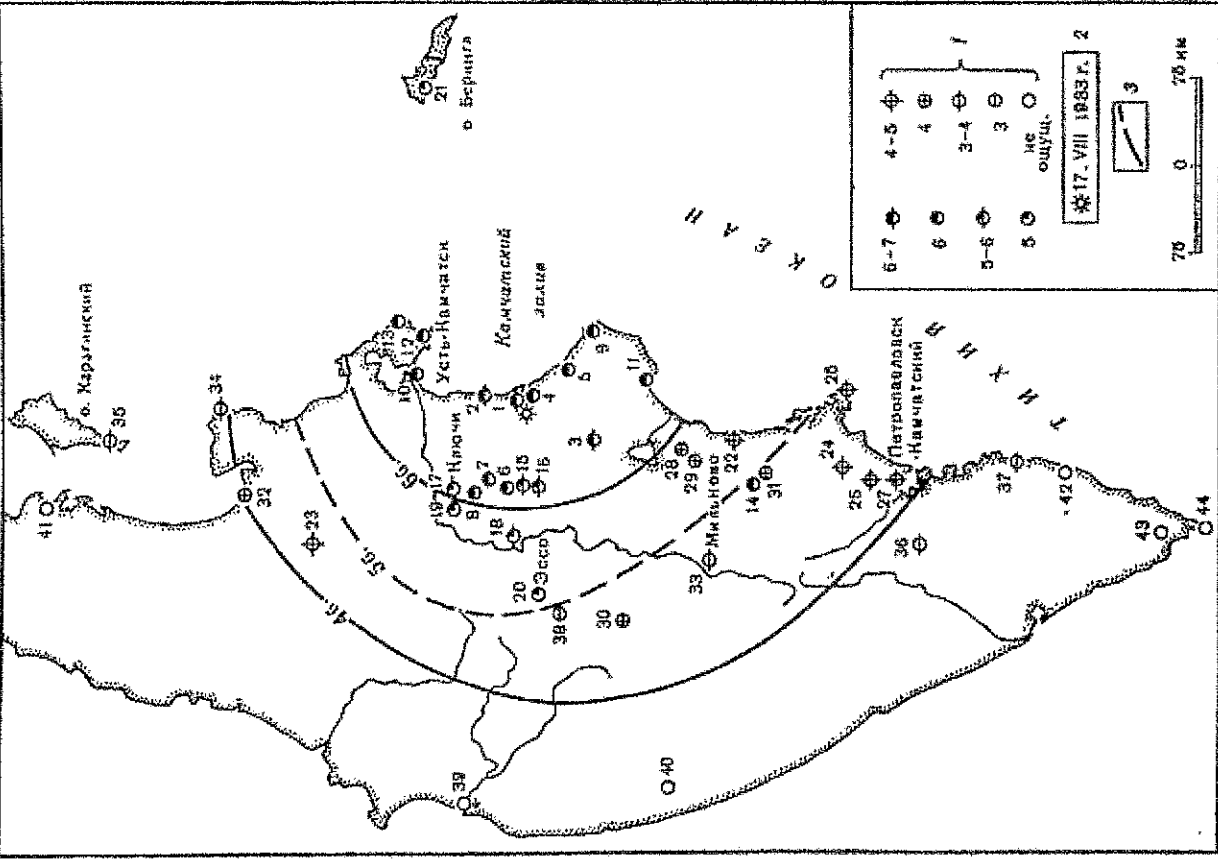


Рис. 2. Схема изосейст Камчатского землетрясения 17 августа
1 - эпицентр; 2 - инструментальный эпицентр; 3 - изосейста

ный низкочастотный гул вдоль р. Быстрой. В лагере скринела печная жестяная труба, падения предметов не наблюдалось. На одном из пунктов светодальномерной площадки произошло высвобождение отражателя из гнезда триггера. Толчки ощущались в течение 1-1,5 мин. При обследовании, проведенном через четыре дня после землетрясения в устье р. Быстрой, на песчаном грунте обнаружены трещины (длина 3-4 м, ширина 3-4 см; смещение разрывов по вертикали 7-12 см) и воронки (диаметр 0,3-0,8 м, глубина 0,2-0,3 м).

2. Палаточный лагерь № 2 на побережье Камчатского залива, рядом с прибойной волной. Во время землетрясения ощущались сильные толчки, продолжавшиеся в течение 20-30 с. Один из наблюдателей проснулся за 10-15 мин перед землетрясением. Наблюдались земляные осыпи на склонах вдоль всего берега шириной до 50 м. Разрывных нарушений почвы не было. В течение 5-6 ч после землетрясения вблизи лагеря

Макросейсмические данные о землетрясении 17 августа

№ п/п	Пункт	Δ, км	№ п/п	Пункт	Δ, км
6-7 баллов					
1	Лагерь № 1	10	24	Лагерь № 13	4-5 баллов
2	Лагерь № 2	40	25	Сейсмостанция м. Шипунский	280
3	Лагерь № 3	60	26	Лагерь № 14	285
6 баллов					
4	Домик № 1	20	27	г. Петропавловск-Камчатский	310
5	Лагерь № 4	50			340
6	Домик № 2	55			4 балла
7	Сейсмостанция Алахонич	80	28	Лагерь № 15	140
8	Сейсмостанция Подкова	82	29	Лагерь № 16	150
9	Лагерь № 5	87	30	Лагерь № 17	200
10	Усть-Камчатск	100	31	Сейсмостанция Карымская	220
11	п. Ключи	110	32	п. Уха	260
12	Лагерь № 6	110			3-4 балла
13	Мыс Африка	136	33	п. Мильково	210
14	Лагерь № 7	210	34	Гидрометстанция м. Озерной	270
5-6 баллов					
15	Лагерь № 8	50	35	Мыс о-ва Карагинский	360
16	Лагерь № 9	50	36	п. Ича	370
17	г. Ключи	86	37	Сейсмостанция Березовая	435
18	п. Козыревск	105			3 балла
5 баллов					
19	Лагерь № 10	105	38	п. Эссо	170
20	Лагерь № 11	160			Не ощущалось
21	п. Никольское	280	39	п. Усть-Хайрызово	340
4-5 баллов					
22	Гидрометстанция Семьячк	190	40	п. Ича	345
23	Лагерь № 12	210	41	п. Осора	425
			42	Гидрометстанция Березовая	480
			43	Сейсмостанция Паужетка	575
			44	Гидрометстанция м. Дюпатка	610

был слышен рев двух медведей, постоянно находившихся около лагеря и ранее не проявлявших беспокойства. Геологи, находившиеся от побережья в 1,5 км вверх по реке, слышали сильный гул перед землетрясением, а после него в течение 1-2 мин гул "обвалного характера" с южного направления с береговой полосой, где расположены высокие нависающие скалы. Наличие обвалов подтверждается тем фактом, что в течение следующего дня наблюдалось очень много чашек в небе, которые беспокойно себя вели. Вероятно, были разрушены гнезда.

3. Лагерь № 3 в верховье р. Сторож. Люди, находившиеся в момент землетрясения в деревянном рубленном доме, почувствовали сильные толчки. Дом сотрясало настолько сильно, что все выбежали во двор. На земле было трудно стоять. Колебания продолжались несколько секунд. Поврежденный зданию не обнаружилось. Отмечено сильное помутнение воды в р. Сторож, которое сохранилось в течение суток.

Сведения о макросейсмическом эффекте были получены из 45 пунктов Камчатки и Командорских островов. Достаточно уверенно проведены изосейсты шестого и четвертого баллов. Для уверенного построения изосейсты пятого балла данных явно недостаточно, поэтому она в основном построена как "среднее между изосейстами четвертого и шестого баллов. Как видно из рис. 2, изосейсты вытянуты вдоль простирания Курило-Камчатской сейсмофокальной зоны, что достаточно характерно для силь-

ных камчатских землетрясений. Оценка интенсивности в пунктах наблюдений проводилась без учета грунтовых условий, что, возможно, привело к завышению балльности в отдельных пунктах.

Ярким примером влияния грунтовых условий является проявление макросейсмического эффекта в пунктах 14 и 31 (район вулкана Карымского). Пункт 14 — пемзовое поле на сухом озере, п. 31 — домик на сцементированных нижнечетвертичных туфах. Эпицентральное расстояние 210—220 км. Слой пемзы мощностью около 10 м дал сотрясение 6 баллов, на сцементированных отложенных туфов землетрясение ощущалось силой не выше 4 баллов. Оба пункта находятся в пределах четырехбалльной зоны. Наглядно проявилась роль грунтовых условий и при детальном обследовании различных районов п. Усть-Камчатск.

В то же время существенных аномалий в положении на схеме изосейст не обнаружено. Можно лишь отметить п. Эссо, который регулярно характеризуется относительно пониженным значением балльности [7, 8]. Находясь в пределах четырехбалльной зоны, п. Эссо охарактеризован лишь как пункт с макросейсмическим эффектом 3 балла.

Общая характеристика очага землетрясения

Особенности волновой картины. На рис. 3 приведены образцы сейсмограмм землетрясения 17 августа на близких и телесеismicких расстояниях. На записях региональных сейсмических станций Камчатской сети четко виден сложный характер волновой картины объемных волн. Выделяется по крайней мере два вступления в группе P -волн: малой интенсивности P и следующее за ним через 2—5 с более интенсивное вступление P_1 (рис. 3). В последующем эти вступления прослеживаются и на телесеismicких расстояниях. По-видимому, очаг землетрясения 17 августа формировался как мультиплетный разрыв.

Формирование очаговой области. На рис. 4 показано распределение во времени и в пространстве эпицентров и гипоцентров афтершоков землетрясения 17 августа, последовавших в течение суток после основного толчка. Как показывает опыт изучения сильных землетрясений [9], распределение афтершоков первых суток в основном обрисо-

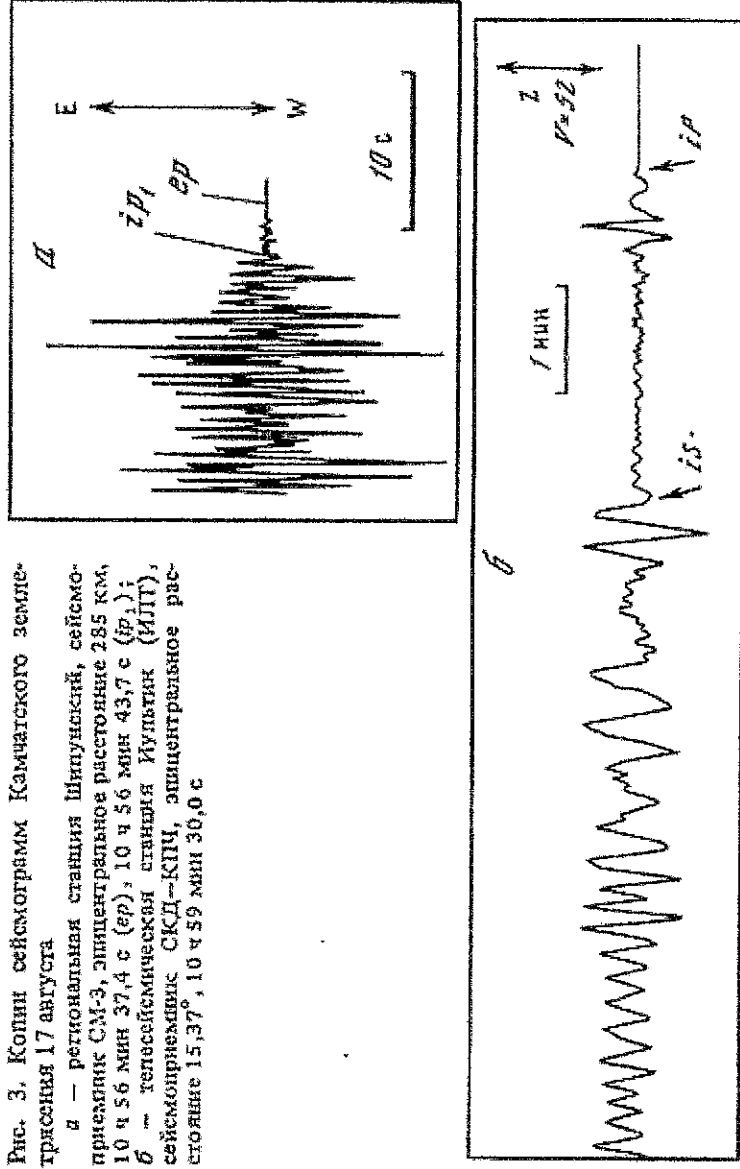


Рис. 3. Копии сейсмограмм Камчатского землетрясения 17 августа
а — региональная станция Шипуновский, сейсмоприемник СМ-3, эпицентральное расстояние 285 км, 10 ч 56 мин 37,4 с (ep), 10 ч 56 мин 43,7 с (P₁); б — телесеismicкая станция Юпатык (МЛП), сейсмоприемник СКД-КПЦ, эпицентральное расстояние 15,37°, 10 ч 59 мин 30,0 с

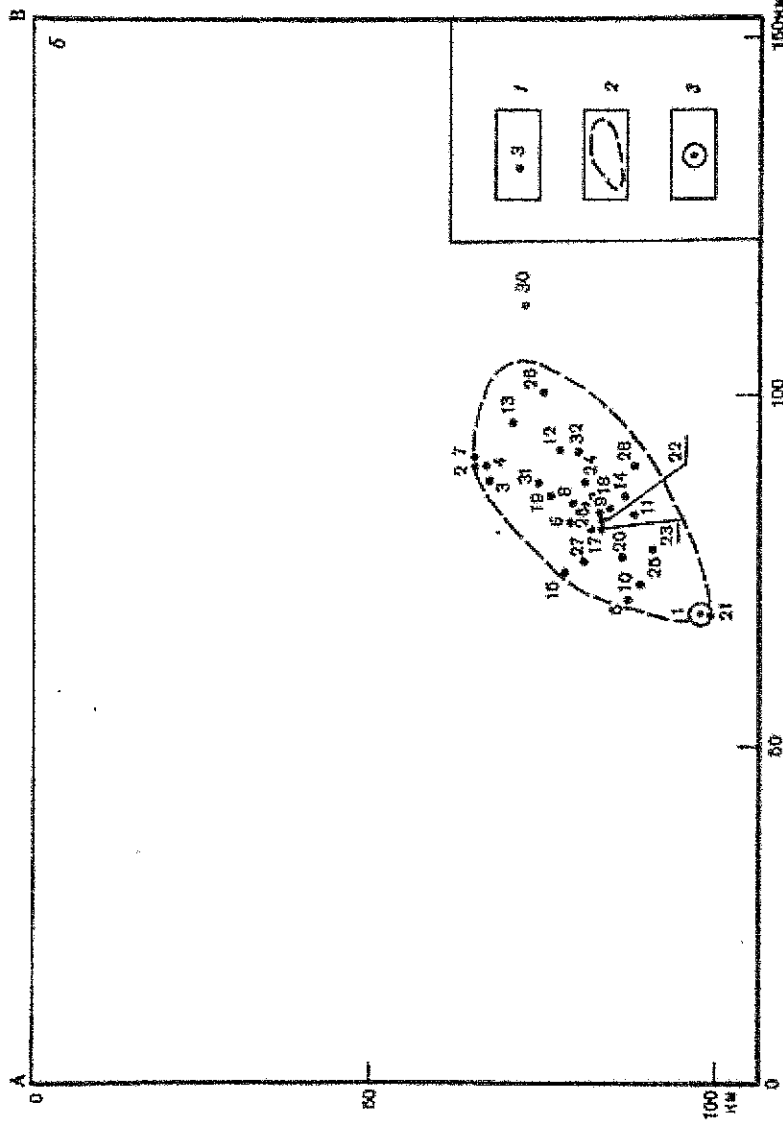
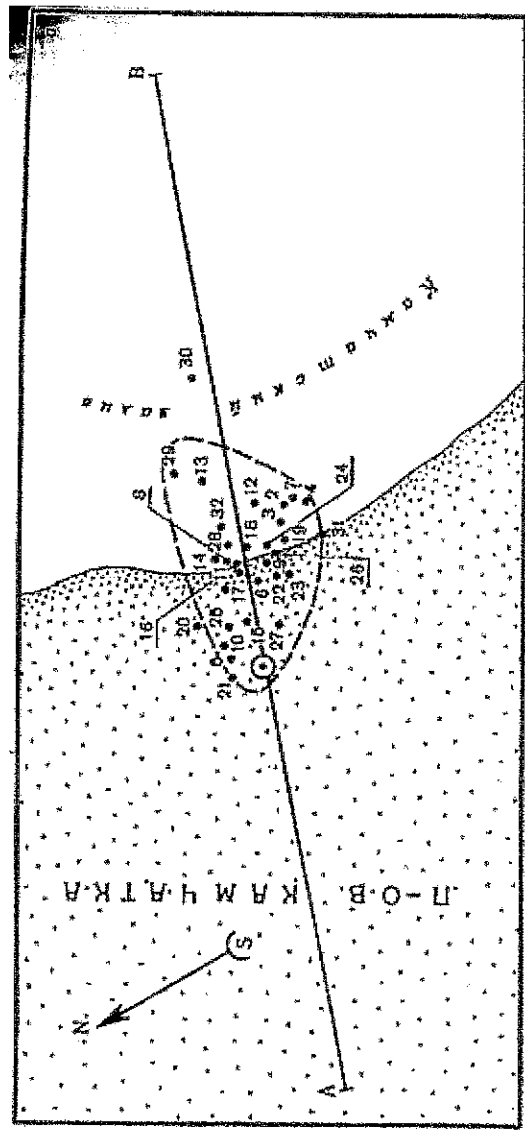


Рис. 4. Распределение эпицентров (а) и гипоцентров (б) афтершоков первых суток активности (17—18 августа)

1 — очаг землетрясения; 2 — очертание очаговой области; 3 — главный толчок. Номера соответствуют последовательности возникновения землетрясений во времени

вывает область очага сильного землетрясения. Рассмотрим, как формировалась область очага по данным афтершоков с $K \geq 8,5$. В плоскости проекции области очага обрисовывается как эллипсообразная зона, ориентированная вкрест береговой линии Камчатского залива, в разрезе — это эллипс, наклоненный под углом около 45° к горизонту и уходящий под Камчатский полуостров. Развитие процесса в очаге шло наклонно вверх и на юго-восток от главного толчка. Первые же афтершоки (рис. 4, № 12) наметили предельные размеры области очага, в последующем афтершоки отмечались в основном в пространии между главным толчком (№ 1) и начальными афтершоками (№ 2—4). Размеры очаговой зоны: большая ось эллипса 45 км, малая — 20 км.

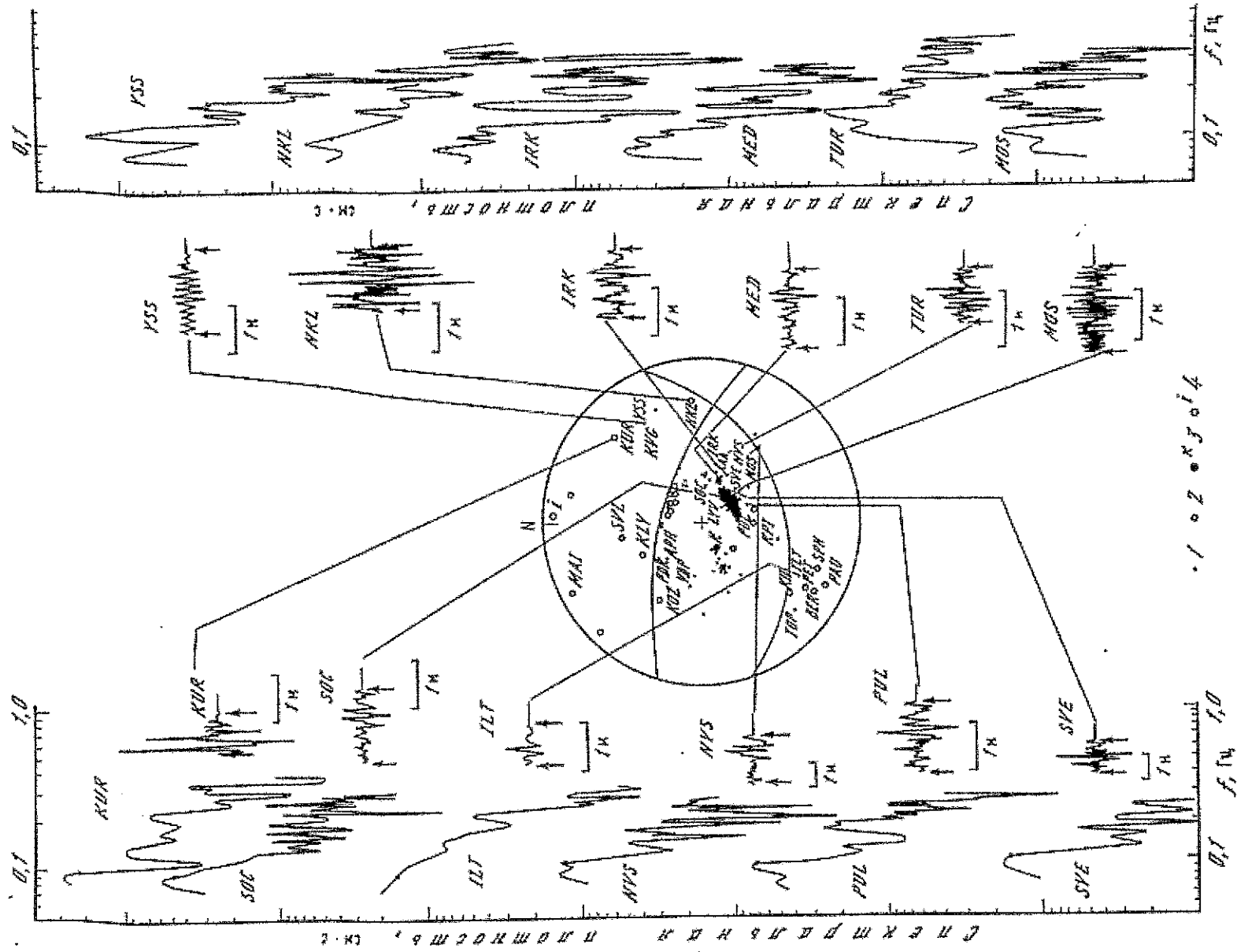


Рис. 5. Стереодиаграмма, построенная для анализа механизма очага землетрясения 17 августа, копии сейсмограмм Р-волн и соответствующие спектры Фурье Р-волн
 1, 2 — сейсмические станции, зарегистрировавшие смещения волн сжатия (1) и разрежения (2);
 3, 4 — проекции осей напряжений (3) и сжатия (4). Участки шрифровки на сейсмограммах обозначены стрелками. Точками на спектрах показано место пересечения длинно- и короткопериодной ветвей. Обозначение станций дано по международному коду

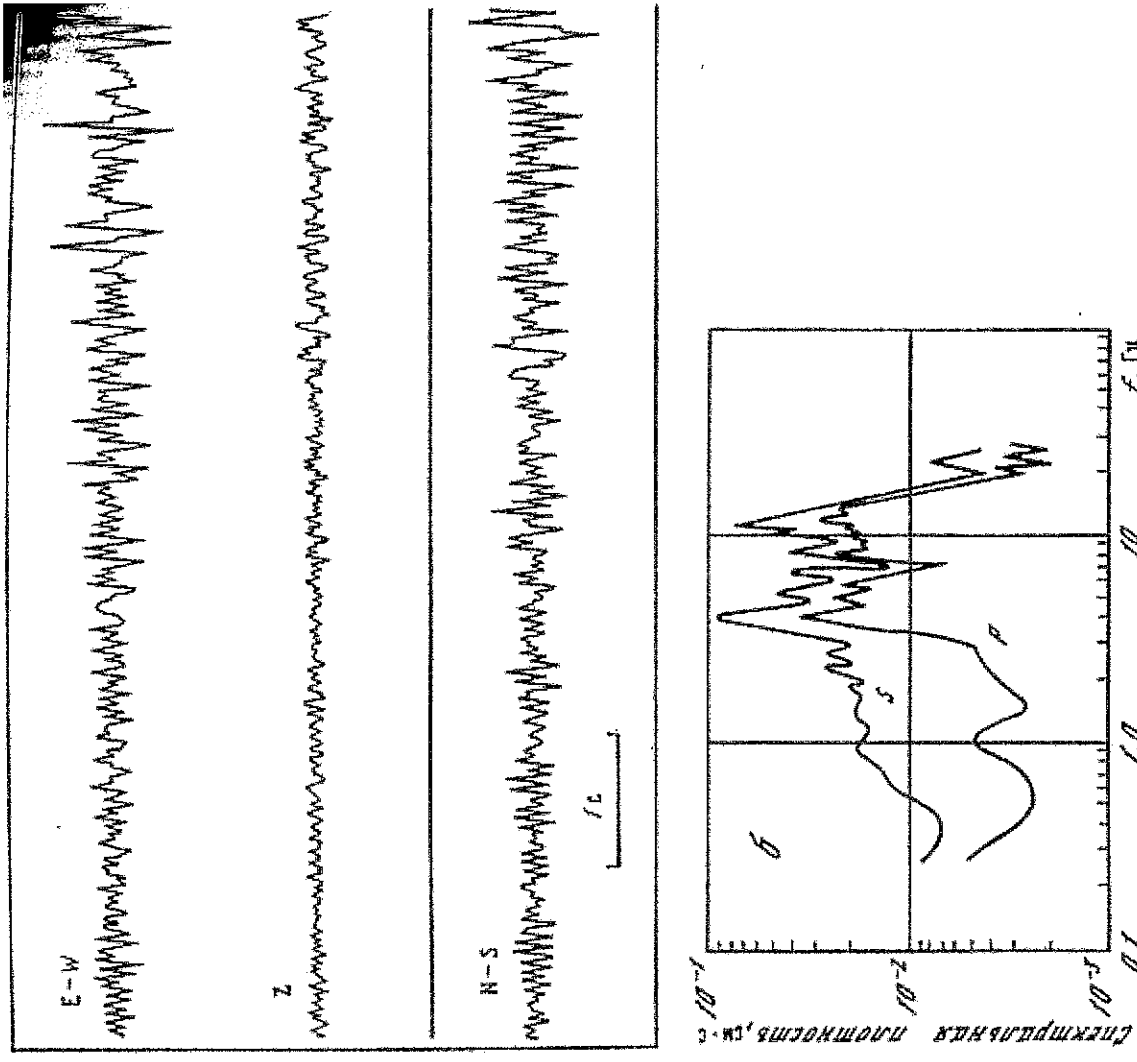
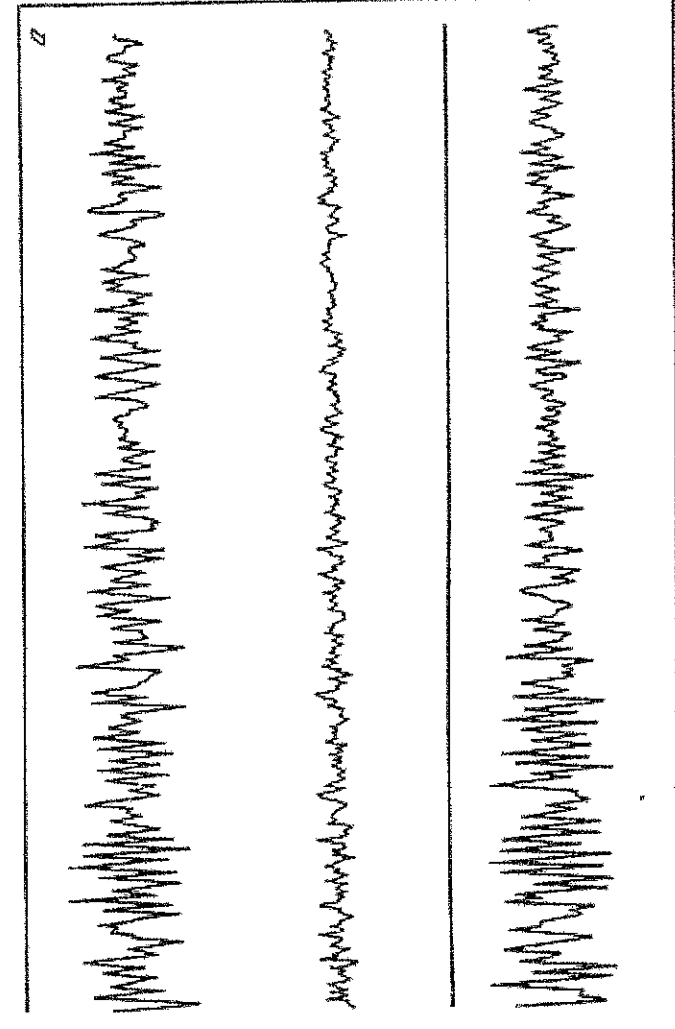


Рис. 6. Копия участка записи максимального ускорения грунта на станции КРН (б) и спектр ускорения на канале N-S (в)
 Аппаратура ССРЗ-М, грунт — естественная терраса высотой около 25 м над уровнем моря, плотные изверженные породы. Приведены спектры Р- и S-волн

Как уже отмечалось, на большинстве записей региональной сети станций наблюдались два вступления Р- и S-волн. Исходя из этого, было проведено определение сравнительного положения гипоцентров двух толчков, соответствующих обним вступлениям объемных волн. Получено, что второй толчок произошёл на глубине 70 км на расстоянии 30 км вверх по наклонной плоскости от первого толчка. Разница во времени возникновения двух толчков равна 6,1 с, скорость распространения процесса в очаге около 5 км/с.

Механизм очага. На рис. 5 представлена стереодиаграмма, построенная для анализа механизма очага основного (первого) толчка 17 августа (сводку параметров механизма очага см. в каталоге дополнительных параметров очагов землетрясений). Для построения распределения знаков смещения в первых вступлениях Р-волн использованы данные 15 региональных сейсмических станций Камчатки и 154 станций советской и зарубежной сетей, приведенные в [2, 3]. Система напряжений, действовавшая в очаге землетрясения, характеризуется наличием близгоризонтальной субмеридиональной оси напря-



жения сжатия и близвертикальной оси напряжения растяжения. В результате действия указанной системы напряжений произошла взбросовая подвижка по одной из двух субшироко ориентированных нодальных плоскостей. Простирание обеих возможных поверхностей разрыва близко к простиранию очаговой области, обрисованной по распределению афтершоков первых суток (см. рис. 4), что затрудняет выбор реально действующей плоскости разрыва в очаге землетрясения.

Магнитудные оценки приведены в [2, 3], а также в табл. 1. По оценкам поверхностных волн магнитуда дается в интервале 6,5 - 6,9, причем оценка 6,9 приведена в [3] по горизонтальной компоненте среднепериодной аппаратуры и по вертикальной компоненте средне- и длиннопериодной аппаратуры. По оценкам объемных волн магнитуда дается в интервале 6,6 - 7,0, оценка $M_b = 7,0$ приведена в [2] по данным станции Пасадена (США).

Дополнительно проведена оценка магнитуды, рассчитанной в соответствии с макросейсмической формулой И.В. Шебалина [10]. При интенсивности в эпицентре 6,5 балла, глубине очага 100 км имеем магнитуду 6,8, близкую к инструментальным оценкам.

Оценка очаговых параметров землетрясения проведена на основе амплитудных спектров Фурье продольных волн и поверхностных волн Рэлея по методике, описанной в [11]. На рис. 5 изображены концы сейсмограмм Р-волн и соответствующие спектры Фурье для 12 сейсмических станций Советского Союза. В табл. 3 приведены оценки сейсмического момента по разным типам аппаратуры и различным станциям. Средние оценки очаговых параметров следующие: сейсмический момент по поверхностным волнам 19,2 лог.ед., по продольным волнам 19,8 лог.ед., характеристическая частота спектра Р-волн 0,12 Гц; радиус круговой дислокации, эквивалентной очагу, 25 км; величина сброшенного напряжения 2,4 Па. Наши оценки сейсмического момента близки к оценке [2], равной 19,6 лог.ед. Размеры диаметра очага (50 км) близки к оценке, сделанной по распределению афтершоков первых суток (45 км).

Сильные движения при землетрясении оценивались на основе записей скорости и ускорения в шестибальной зоне на станциях КРН и КРБ (см. рис. 1). Наиболее качественная запись получена на станциях КРН аппаратурой ССРЗ-М (рис. 6). Рассчитаны спектры ускорения колебаний грунта в шестибальной зоне, образец спектра ускорения на станции КРН приведен на рис. 6. Максимальные ускорения в поперечной волне

Очаговые параметры землетрясения 17 августа 1983 г.

Таблица 3

№ п/п	Сейсмическая станция	Код	Тип прибора	Δ , град	Δz , град	$lg M_b^R$ (Н·М)	Р-волны			
							f_0 , Гц	r , км	$lg M_b^P$ (Н·М)	
1	Петропавловск-Камчатский	PEГ	СКМ СКД				0,13		19,2	0,8
2	Николаевск	MKL	СКМ СКД	12,1	26,6		0,17	16,5	18,9	0,7
3	Курильск	KUR	СКД	13,4	22,4		0,09	29,0	19,7	1,0
4	Южно-Сахалинск	YSS	СКД-КПН П-0	14,4	24,0	19,4	0,12	23,3	20,1	4,7
5	Иультин	ILT	СКД-КПН	15,4	29	19,3	0,11	26	19,9	2,1
			СКД-1		19,9				20,1	2,0
6	Иркутск	IRK	СКД	32,8	296		0,09	30,3	19,6	0,7
7	Новосибирск	NVS	СКД-1	42,2	302		0,11	25,7	19,8	1,7
8	Свердловск	SVR	СКД	50,8	315	19,6	0,11	24,8	19,8	1,7
9	Турген	TUR	СКД	52,8	294	18,5	0,19	14,4	19,7	7,9
10	Медве	MED	СКД	52,8	294	18,3	0,09	30,3	19,8	0,9
11	Пулково	PUL	СКД	58,4	333		0,11	25,8	20,0	2,6
			СКД-1		326	19,6	0,11	24,8	20,0	2,6
12	Москва	MOS	СК СКД	59,8	326		0,17	16,1	19,8	6,4
			СКД-1		331	19,1	0,11	24,4	20,0	2,8
13	Львов	LVV	СКД	69,0	331					
14	Сочи	SOC	СКД	69,4	318					
	Средние оценки параметров					19,2	0,12	25,0	19,8	2,4

на станции КРБ составляют 0,18 дБ, на станции КРН - 0,25 дБ. Спектры ускорения на станциях КРБ и КРН в основном подобны и представляют собой купол, открытый в сторону низких частот, имеющий максимум на частотах 3-11 Гц и затем круто падающий в области высоких частот.

Характеристика фоэршоковой активности

Фоэршоковая активность. В районе Камчатского залива с 23 июля 1983 г. работала высокочувствительная сеть автономных сейсмических станций, что позволило получить характеристику активности слабых землетрясений с $K < 8$ в районе готовящегося сильного события 17 августа. На рис. 7 показаны эпицентры и гипоцентры зарегистрированных слабых землетрясений. Здесь же даны очертания очаговой области сильного землетрясения. Отметим некоторые моменты в развитии сейсмической активности.

1. В пределах очаговой области приближающегося сильного землетрясения эпицентров и гипоцентров слабых землетрясений не наблюдалось, в то время как пространство, окружающее очаговую область, в достаточной степени было заполнено очагами слабых событий.

2. Как видно на рис. 7, наблюдалось группирование во времени эпицентров слабых землетрясений. На первой стадии наблюдений эпицентры в основном группируются севернее очаговой области сильного землетрясения, на второй стадии - южнее.

Афтершоковая активность. Афтершоковая активность не завершилась к концу 1983 г., поэтому мы можем охарактеризовать лишь ее начальную стадию в течение первых 4,5 мес после сильного землетрясения. На рис. 8 последовательно показаны эпицентры и гипоцентры афтершоков первого и второго месяцев активности, а также остальных 2,5 мес. Схемы даны на уровне энергетического класса $K=11$. Как видно из

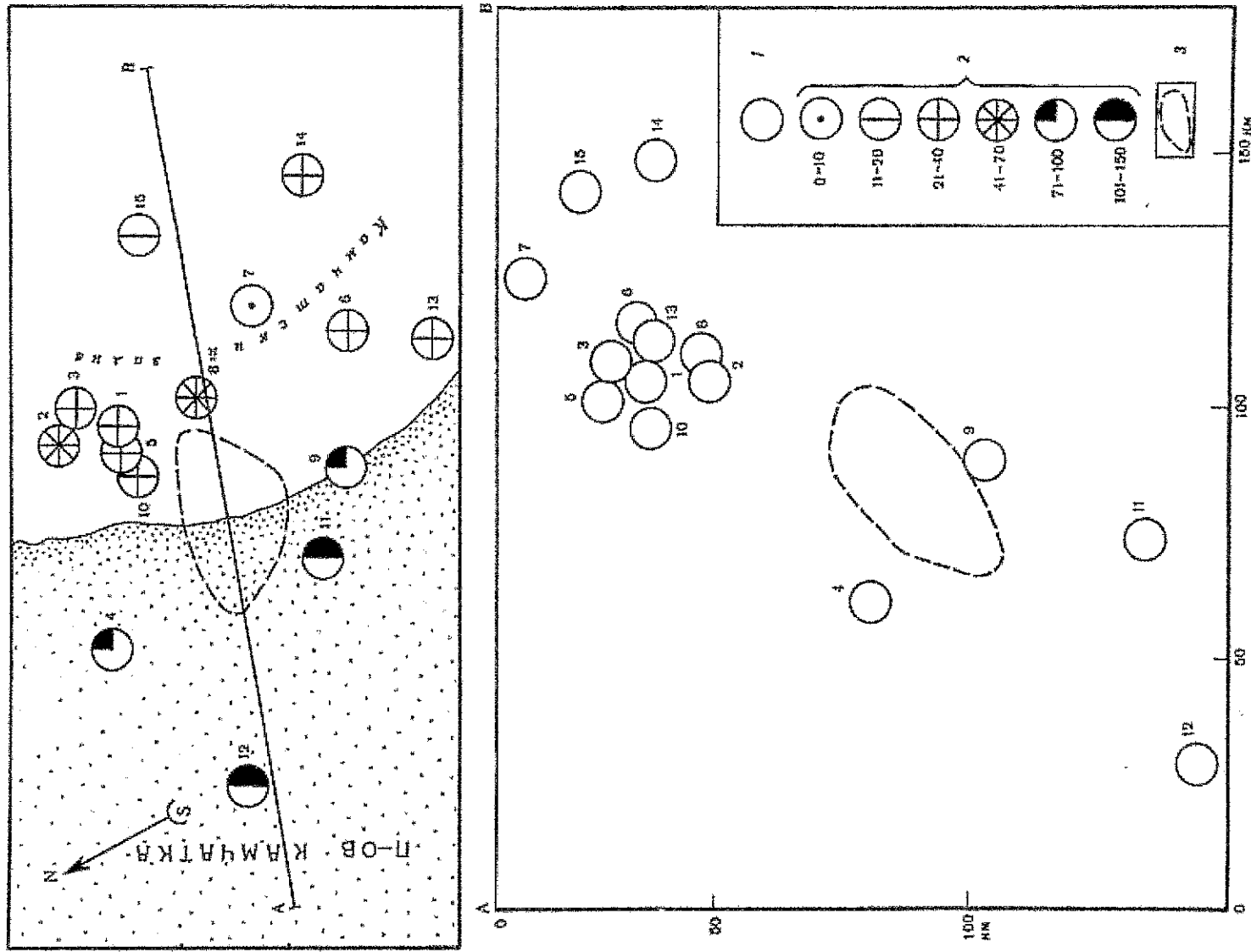
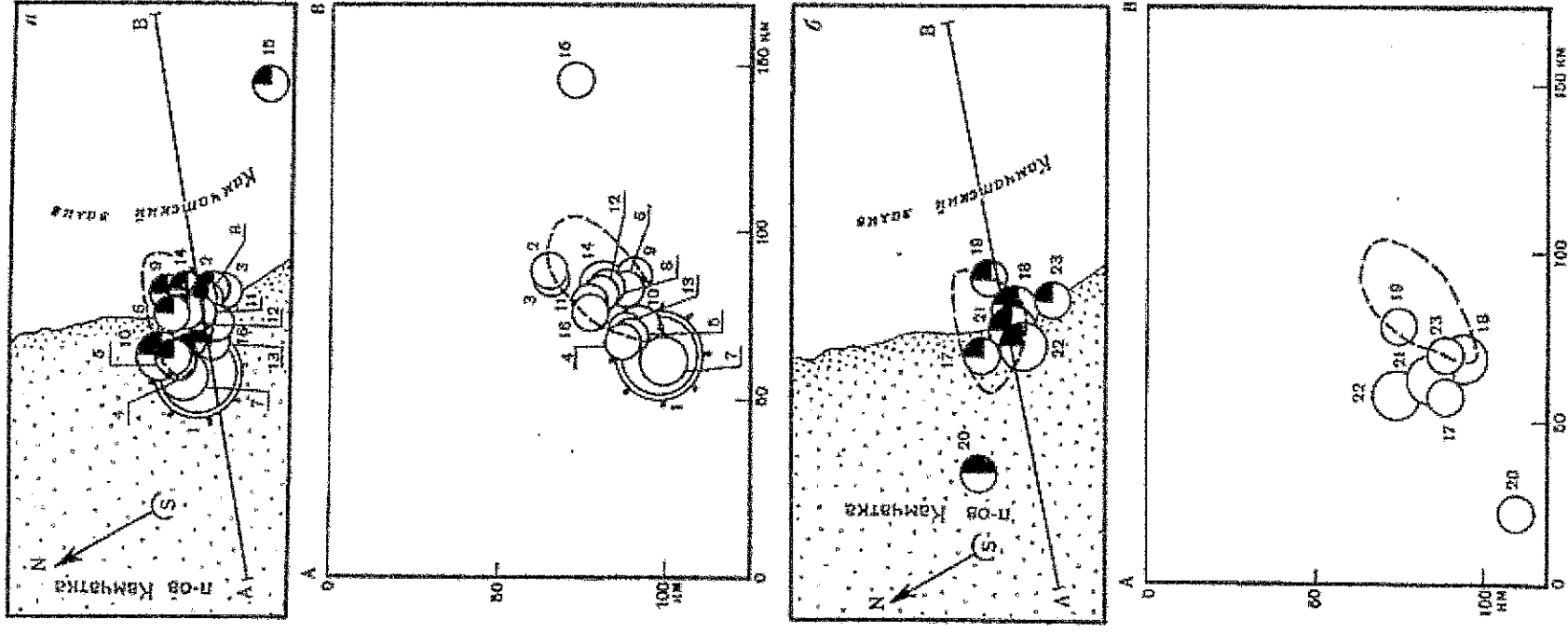


Рис. 7. Эпицентры и гипоцентры слабых землетрясений ($K < 8$), зарегистрированных временной сетью высокочувствительных станций АСС в период с 23 июля по 17 августа 1983 г.
 1 - очаг землетрясения; 2 - глубина очага, км; 3 - очертаие очаговой области землетрясения 17 августа. Цифры - последовательность возникновения землетрясений во времени



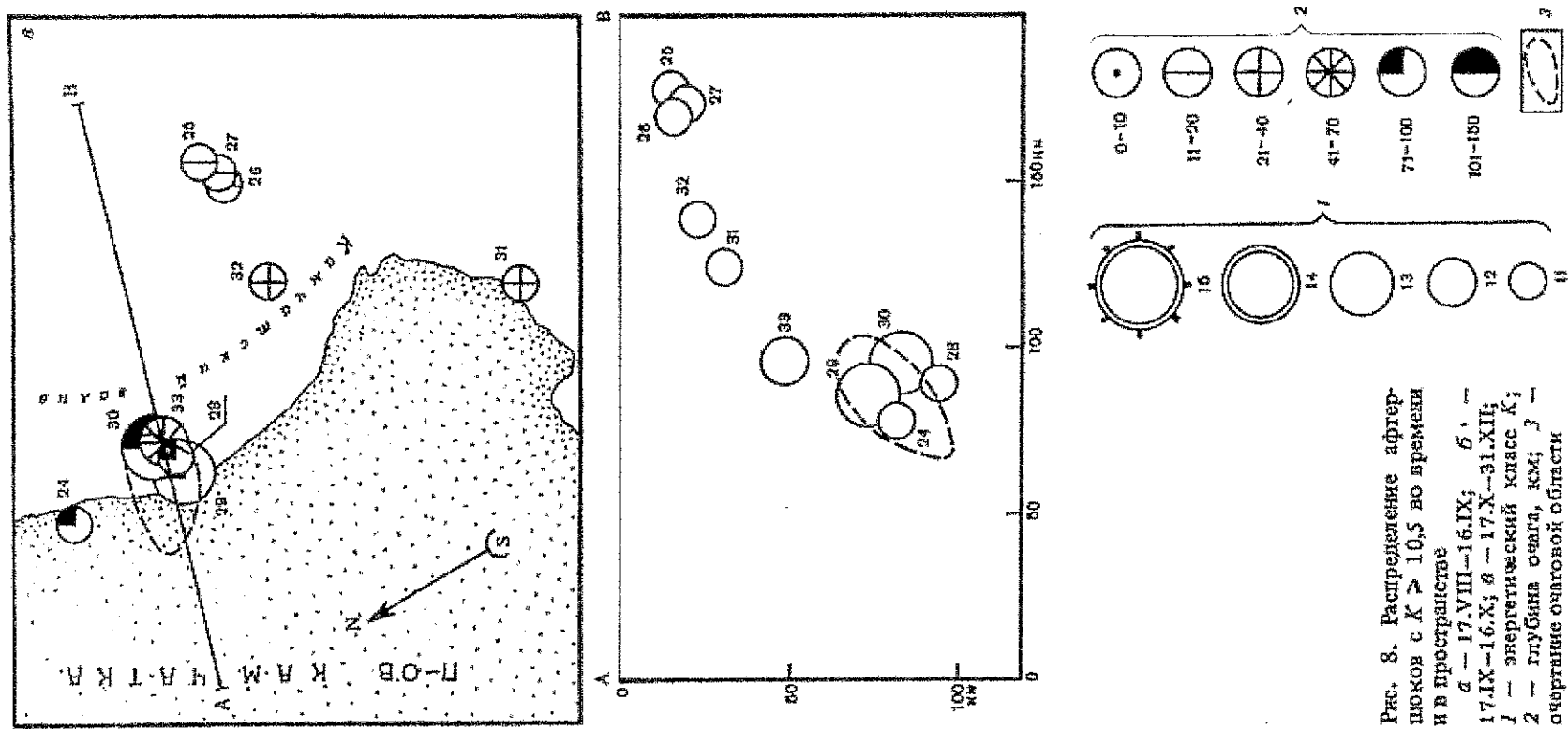


Рис. 8. Распределение афтершоков с $K > 10,5$ во времени и в пространстве
 а - 17.VIII-16.IX; б - 17.IX-16.X; в - 17.X-31.XII;
 1 - энергетический класс K ; 2 - глубина очага, км; 3 - очертаие очаговой области

рис. 8, а, в течение первого месяца было отмечено 16 афтершоков укзланного энергетического уровня. Их эпицентры и гипоцентры расположены в основном в пределах очаговой области главного толчка, образованной по распределению афтершоков первых суток активности. В течение второго месяца (рис. 8, б) активность несколько снижалась. Зарегистрировано семь афтершоков. Очаговая область начинает деформироваться, что особенно хорошо видно по распределению гипоцентров. Очаги гипоцентров стали располагаться приблизительно вверх по нормали к очаговой области сильного события. В период остальных 2,5 мес (рис. 8, в) зарегистрировано десять событий в районе Камчатского залива. Два наиболее сильных землетрясения (№ 29, 30) произошли в пределах очаговой области главного толчка. Наметьлась тенденция всплытия гипоцентров вдоль наклонной фокальной зоны в район Камчатского залива. Для десяти афтершоков энергетического класса $K \geq 11,5$ определен механизм очага (см. каталог дополнительных параметров очагов землетрясений). Для семи относительно слабых афтершоков (рис. 8, № 7, 10, 14, 18, 21, 22, 33) механизм очага подобен, это сдвиговые подвижки с некоторой долей взбросовой или сбросовой компоненты. Одна из наиболее сильных поверхностей, имеющая простирание по линии северо-запад - юго-восток, практически общая для всех семи афтершоков, вторая подальная поверхность несколько варьирует. Механизм очага этих афтершоков отличается от механизма очага главного толчка. Для двух же наиболее сильных афтершоков (рис. 8, 29, 30) отмечен механизм очага взбросового типа, близкий к механизму очага главного толчка.

В заключение авторы считают своим приятным долгом выразить искреннюю признательность руководству ОМЭ ИФЗ АН СССР, ИМГиГ ДВНЦ АН СССР, ОМЭ ИС АН КазССР и др., представивших копии сейсмограмм землетрясения 17 августа, начальнику станции цунами Камчатского УГМС Ю.А. Заякину, сотрудникам ИВ ДВНЦ Ю.Д. Матвиенко, О.С. Чубаровой и др., оказавшим активное участие в сборе макросейсмической информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зобин В.М., Гордеев Е.И., Горельчик В.И. и др. Землетрясения Камчатки и Командорских островов. - Наст. сборник.
2. Earthquake Data Reports, 1984, N 8-85, p. 116-120.
3. Сейсмологический бюллетень, 11-20 августа 1983 г. Обнинск, 1984, с. 25-35.
4. Зобин В.М., Гордеев Е.И., Синельникова Л.Г. Землетрясения Камчатки и Командорских островов. - В кн.: Землетрясения в СССР в 1980 году. М.: Наука, 1985, с. 94-99.
5. Федотов С.А. О сейсмическом цикле, возможности количественного сейсмического районирования и долгосрочном сейсмическом прогнозе. - В кн.: Сейсмическое районирование СССР. М.: Наука, 1968, с. 121-150.
6. Зобин В.М. Землетрясение 22 марта 1980 г. в Камчатском заливе и его афтершоки. - Вулканология и сейсмология, 1982, № 5, с. 92-95.
7. Гусев А.А., Зобин В.М., Кондратенко А.М. и др. Петропавловское землетрясение 24(25). XI. - В кн.: Землетрясения в СССР в 1971 году. М.: Наука, 1975, с. 163-171.
8. Гусев А.А., Зобин В.М., Кондратенко А.М. и др. Усть-Камчатское землетрясение 15.XII. - В кн.: Землетрясения в СССР в 1971 году. М.: Наука, 1975, с. 172-184.
9. Зобин В.М. Механизм очага трех сильных камчатских землетрясений 1969-1973 гг. и их афтершоков. - Вулканология и сейсмология, 1979, № 5, с. 74-88.
10. Дибалин Н.В. Очаги сильных землетрясений на территории СССР. М.: Наука, 1974, 54 с.
11. Зобин В.М., Иванова Е.И., Чиркова Б.Н. Очаговые параметры землетрясений Камчатки и Командорских островов. - Вулканология и сейсмология, 1984, № 2, с. 83-103.