

Л.С. Оскорбин, В.М. Зобин, Л.Н. Поллавская,
М.И. Рудик, Н.А. Щепиков, А.И. Бойчук, Н.Н. Леонов,
И.Г. Симбирева, Т.Н. Хантаева, Л.С. Шумилина

Землетрясения и цунами 28 февраля 1973 г.

28 февраля 1973 г. в 17 часов 38 мин сахалинского времени 35 км восточнее г. Северо-Курильска зарегистрировано землетрясение с $M = 7,5$, вызвавшее в этом городе сотрясения почвы до 7 баллов [1]. Сейсмический толчок, гипоцентр которого залегал на глубине $H = 70$ км под дном океана, возбудил волну цунами, достигавшую на побережье Курильских островов высоты 1,5 м [2].

Сбор макросейсмических сведений, а также данных о цунами на островах Курильской гряды произвели сотрудники СахКНИИ ДВНЦ АН СССР, а на п-ове Камчатка и Командорских островах — сотрудники Института вулканологии (ИВ) ДВНЦ АН СССР и Тихоокеанской сейсмической экспедиции (ТСЭ) ИФЗ АН СССР.

Обобщение макросейсмического материала проведено Л.С. Оскорбиным, Н.Н. Леоновым (СахКНИИ), Л.С. Шумилиной (ТСЭ). Механизмы очагов Форшоков, афтершоков и главного толчка определяли В.М. Зобин (ИВ) и М.И. Рудик (СахКНИИ).

Инструментальные данные о землетрясении 28 февраля и его повторных толчках обобщены А.Н. Бойчук, Л.Н. Поллавской, И.Г. Симбиревой, Т.Н. Хантаевой.

Инструментальные данные

Эпицентр главного толчка и последующих за ним землетрясений с $M = 4,5$ определены на ЭВМ "Минск-22" с помощью программы "ЭПИЦЕНТР" [3]. Глубины очагов землетрясений с $M = 5$, как правило, удавалось рассчитать по разности $sP-R$ и $pP-R$, снятых с сейсмограмм дальневосточных сейсмических станций или заимствованных из бюллетеней телесеизмических станций.

Пространственные координаты более слабых землетрясений определялись по методу засечек или изохрон. Энергетическая оценка землетрясений производилась по стандартной методике.

Основные данные о землетрясении 28 февраля и его повторных толчках помещены в предыдущих статьях. В настоящей работе приводятся лишь карта их пространственного распределения (рис. 1). На карте видно, что область афтершоков землетрясения 28 февраля вытянута вдоль простирания структур островной дуги, а очаги главного толчка и наиболее глубоких последующих землетрясений смещены относительно центра этой области в сторону основного шельфа и распределялись параллельно простиранию о-ва Парамушир. Интересно отметить также, что для изучаемой последовательности афтершоков наибольшим глубинам гипоцентров (50–70 км) соответствовали максимальные из наблюдаемых магнитуд (6–6,25). Статистика сильных ($M = 5,5$) землетрясений интересующей нас области по данным за 1911–1972 гг. показывает, что средние из наблюдаемых глубин гипоцентров имели значения $H = 65$ км, а характер связи между глубиной очага и магнитудой аналогичен наблюдаемой в последовательности афтершоков главного толчка.

График повторяемости афтершоков

$$\lg N = 6,00 - 0,98 M (\pm 0,23),$$

где N — число толчков данной магнитуды M , а M изменялась от 4,5 до 6,25, позволяет установить, что в данной последовательности толчки с $M \geq 4,25$ представлены полностью, а с $M = 4$ — не более 50% их числа.

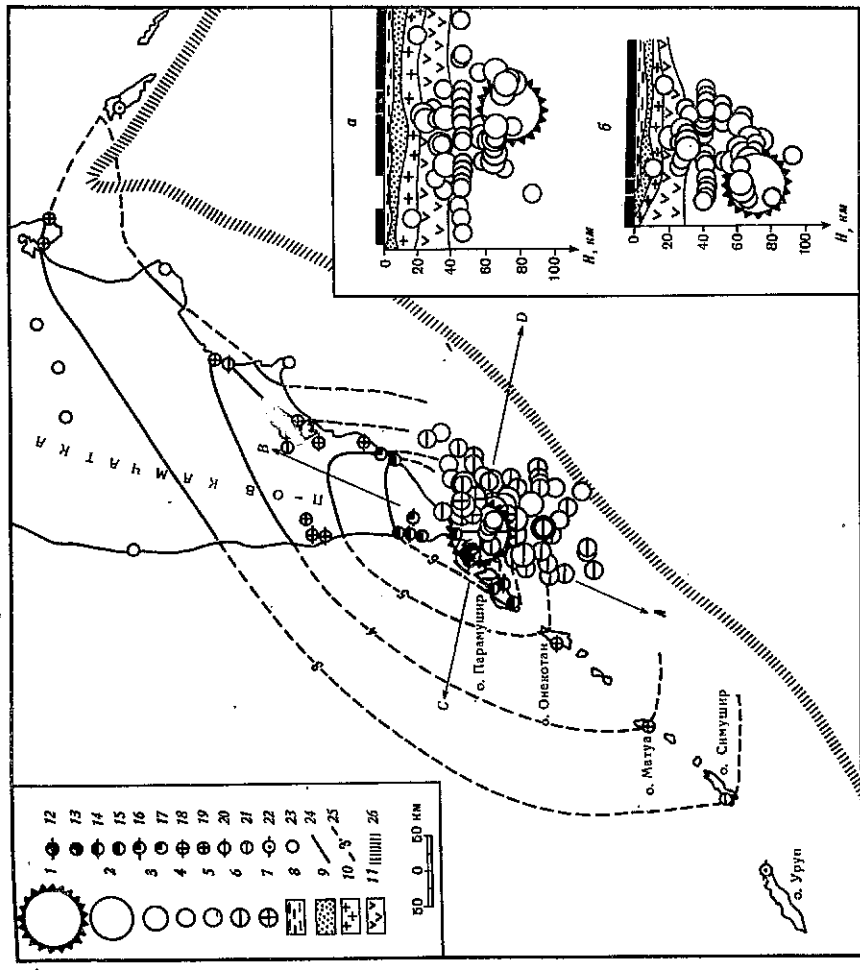


Рис. 1. Карта-схема землетрясения 28 февраля и проекции главного толчка и афтершоков на вертикальные плоскости, проходящие по линии АВ (а) и CD (б) Магнитуда и энергетический класс: 1 — $7,5 \geq M \geq 6,5$; 2 — $6,5 > M \geq 5,25$; 11 — $K < 14$; 3 — $4,25 \leq M \leq 5,25$; 9 — $K < 11$; 4 — $K = 9$. Глубина очага: 5 — $0 \leq H \leq 30$ км; 6 — $30 < H \leq 60$ км; 7 — $60 < H \leq 90$ км; 8 — вода; 9 — осадки (средняя скорость P -волн менее 3,5 км/сек); 10 — "гранитный" слой (скорость P -волн 5,2–6,4 км/сек); 11 — "базальтовый" слой (скорость P -волн 6,4–7,0 км/сек). Макросейсмический эффект (баллы): 12 — 7–8; 13 — 7; 14 — 6–7; 15 — 6; 16 — 5–6; 17 — 5; 18 — 4–5; 19 — 4; 20 — 3–4; 21 — 3; 22 — 2–3; 23 — не оцужено; 24 — уверенная изосейста данного балла; 25 — неуверенная изосейста данного балла; 26 — ось глубоководного Курило-Камчатского желоба

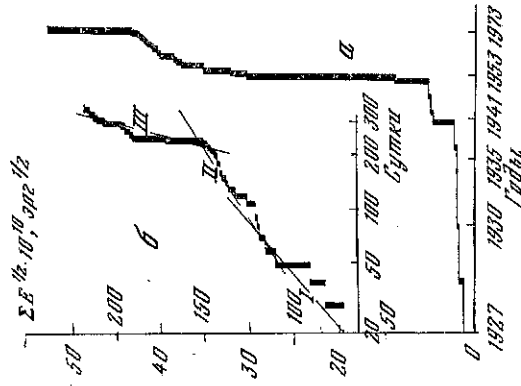


Рис. 2. Характеристики высвобождения энергии упругих деформаций для землетрясений с $M \geq 5,5$ в районе о-ва Парамушир за 1927–1973 гг. (а) и в последовательности афтершоков землетрясения 28 февраля 1973 г. — с 28. II 1973 г. по 28. II 1974 г. (б). I–III — периоды высвобождения упругой деформации

Характер зависимости числа повторных толчков от времени, прошедшего с момента возникновения главного толчка:

$$N = 52t^{-1,3} (\pm 1,7),$$

позволяет сделать вывод о том, что изучаемая последовательность землетрясений подчинялась закономерности, наблюдаемой для P -толчков совокупностей землетрясений [4].

Высвобождение энергии упругих деформаций за 30 суток характеризуется функцией

$$\Sigma E^{1/2} = A + B \lg t, \quad (1)$$

где E — энергия отдельного толчка; t — время с момента возникновения толчка; A — принимаемые значения; B — принимаемые значения; $M \geq 7,03$. После землетрясения 12 марта в 11 и 19 час скоординированных деформаций резко возросла и параметры функции: $A = 6,08$, $B = 11,8$.

Сравнение характеристики высвобождения упругой энергии за период с 28 февраля 1973 г. по 28 февраля 1973 г. по характеристике, полученной по данным о сильных землетрясениях района за 1927—1973 гг. (рис. 2), обнаруживает по-видимому, свидетельствует об устойчивости сейсмического процесса в данном районе.

Возможный механизм очага

Предварительные данные о динамических параметрах очагов, полученные В.М. Зобинным и М.И. Рудиком, приведены в табл. 1.

Решения получены по методике А.В. Фведенской, как правило, на основании сведений только о знаках вступлений P -волн.

Для построения механизма очага главного толчка и шести сильнейших ($M \geq 5$) афтершоков В.М. Зобину удалось привлечь сведения о знаках вступлений SV - и SH -волн (один-два знака для каждого решения). Учитывая этот факт, при построении рис. 3 и 4 предпочтение отдавалось этим решениям, в остальных же случаях приводятся решения М.И. Рудика, являющиеся единственными.

На рис. 3 (I) изображена диаграмма, на которой сведены данные о знаках вступлений P -волн, наблюдаемых для главного толчка. Построения показали, что механизм очага землетрясения 28 февраля может интерпретироваться как взбрососдвиг по достаточному круто падающим поверхностям разрыва.

Рис. 4. Направление простирания плоскостей разрыва главного толчка и ориентация осей главных напряжений в очагах плоскостности афтершоков. Классификация по магнитуде: 1 — $M \geq 7,5$; 2 — $7,5 > M \geq 6,5$; 3 — $6,5 > M \geq 5,25$; 4 — $M \leq 5$; 5 — простирание и падение возможных плоскостей разрыва I и II. Ориентация осей главных напряжений: 6 — сжатия, 7 — растяжения

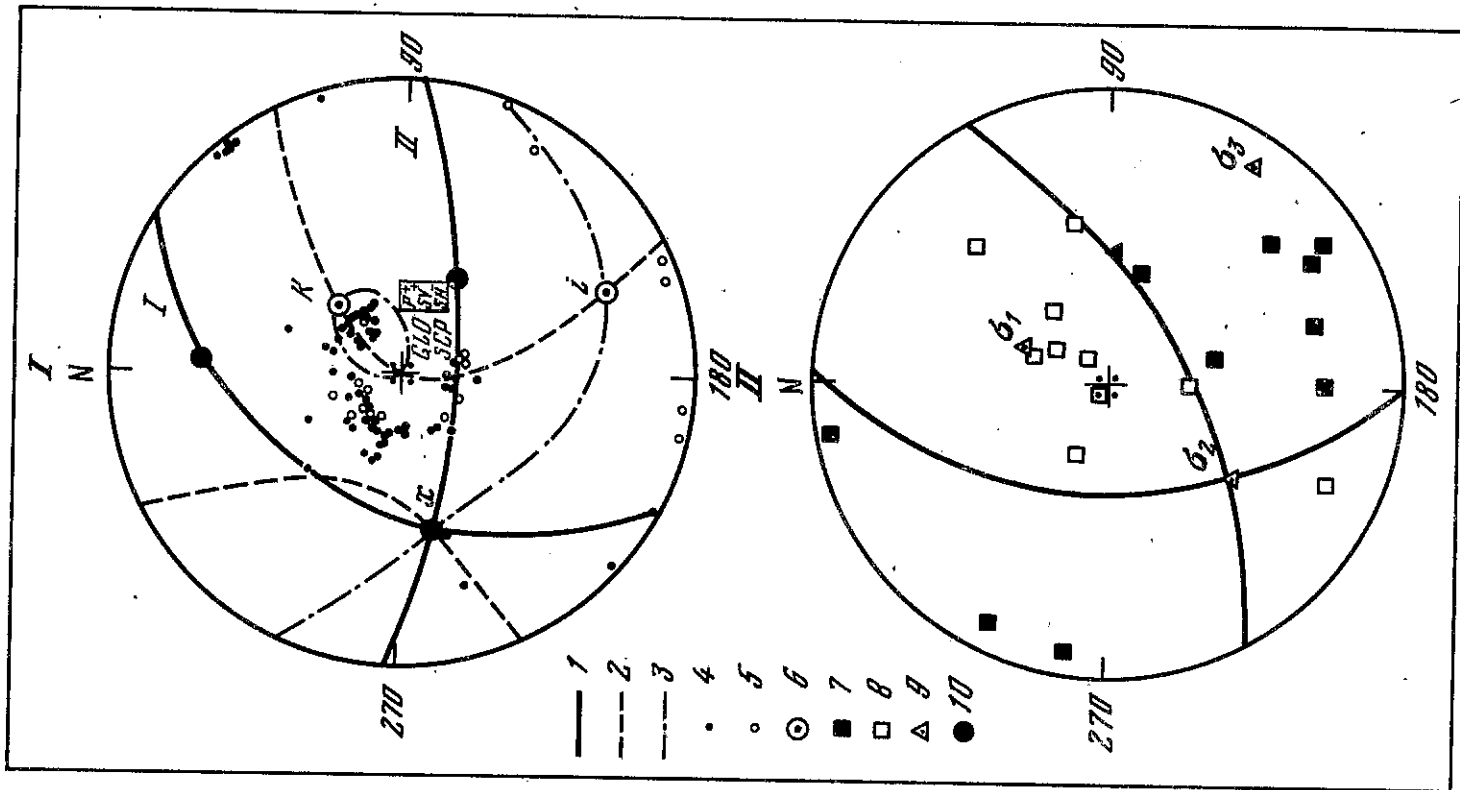


Рис. 3. Механизм очага главного толчка 28 февраля 1973 г. (I) и тензор главных напряжений очаговой зоны (II) по В.М. Зобину. Номинальные линии: 1 — P -волн, 2 — SV -волн, 3 — SH -волн. Характер регистрируемой волны: 4 — сжатие, 5 — разряжение, 6 — главные оси напряжений (I — сжатия, K — растяжения, X — промежуточного). Проекция точек выхода осей главных напряжений, действовавших в очагах афтершоков с $M \geq 5$ и главного толчка: 7 — сжатия, 8 — растяжения, 9 — главные напряжения тензора очаговой зоны ($\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$); 10 — выход осей координат (X, Y, Z)

Foreshocks and Aftershocks Таблица 1

Механизмы очага землетрясения 28 февраля 1973 г., его форшоков и афтершоков

Дата	Время в очаге, час, мин, сек	Координаты очага		Магнитуда, M, m_p	Плоскость I				
		$\varphi^{\circ}N$	$\lambda^{\circ}E$		Азимут падения	Угол падения			
27.I	04 04 42	50,3	156,8	60	4,6	314	63	0,755	+0,656
10.II	16 55 38	49,7	156,1	70	5,0	185	65	0,682	+0,731
26.II	08 16 58	49,2	156,0	40	4,4	284	62	0,874	-0,485
28.II	06 37 56	50,5	156,3	70	7,5	294	50	0,888	+0,469
						302*	40	0,842	+0,530
28.II	06 55 40	50,1	157,1	55	5,0	294	63	0,707	+0,707
28.II	10 18 42	50,1	156,9	60	5,0	86	62	0,777	-0,629
28.II	11 32 44	50,1	156,9	60	5,3	154	70	0,743	+0,669
1.III	02 19 06	50,0	157,1	45	5,0	153	71	0,766	+0,643
3.III	02 42 11	50,2	156,4	65	5,0	302*	56	0,642	+0,766
12.III	11 14 25	50,1	156,5	55	5,7	294	62	0,777	+0,629
12.III	19 39 22	50,7	157,1	70	6,0	304*	70	0,940	+0,342
21.III	02 24 21	50,7	157,2	65	5,0	318	52	0,391	+0,921
25.III	08 56 16	49,9	157,3	25-30	5,3	152*	64	0,530	+0,848
31.III	20 45 32	50,1	156,9	50	5,0	149	62	0,359	+0,934
12.IV	13 49 20	50,3	157,3	65	6,0	142	50	0,087	+0,996
12.IV	12 17 18	49,9	156,0	65	5,2	98	62	0,293	+0,956
17.IV	22 09 51	50,9	157,4	60	5,6	160*	60	0,454	+0,891
8.VI	08 59 14	49,8	156,1	60	6,3	105	60	0,500	-0,866
11.XI	02 43 08	50,0	156,2	60	6,0	340	52	0,883	-0,466
26.XII	12 53 00	49,5	155,9	50	4,5	340	52	0,883	-0,466

Примечание. В первой строке приводятся решения М.И. Рудик, во второй — решение В.М. Зобиной. Знакомой поменяны решения, найденные с привлечением знаков в Δ -волне.

Оси главных напряжений сжатия в очаге главного толчка ориентированы перпендикулярно к островной дуге, а напряжений растяжения и промежуточных — вдоль нее.

Для толчков, происходивших в северной части гипоцентральной области афтершоков (рис. 4), характерны тип механизма очага и ориентации осей главных напряжений, аналогичные главному толчку. В очагах афтершоков южной части гипоцентральной области наблюдался механизм очага, подобный механизму основного землетрясения, однако направления осей напряжений сжатия и растяжения в них сменились на обратные.

Группа очагов, образовавших центральную часть области афтершоков, характеризуется близкой ориентацией главных напряжений сжатия, а направления

Плоскость II				Напряжения					
Азимут падения	Угол падения	Компоненты подвиги по Γ -оси	по падению	сжатия		промежуточное		растяжения	
				A_z°	e°	A_z°	e°	A_z°	e°
66	54	0,829	+0,559	282	04	17	42	186	46
70	50	0,819	+0,574	214	08	116	88	316	50
30	66	0,848	-0,529	157	40	335	52	67	01
187	70	0,755	+0,669	154	11	257	43	54	46
186	68	0,616	+0,788	158	15	262	34	50	54
50	50	0,809	+0,587	265	07	01	38	165	50
335	56	0,838	-0,545	213	46	25	43	118	04
262	52	0,898	+0,438	120	12	224	45	21	43
258	52	0,927	+0,375	119	12	223	46	17	40
64	50	0,707	+0,707	274	05	7	32	178	57
184	56	0,809	+0,587	306	07	235	43	41	29
205	70	0,927	+0,375	345	02	252	60	74	30
173	44	0,423	+0,906	335	04	243	18	80	72
30	40	0,743	+0,669	175	15	80	28	290	60
290	35	0,559	+0,829	134	16	230	19	08	65
322	40	0,070	+0,998	142	05	50	02	308	86
245	34	0,500	+0,866	86	15	180	15	316	68
295	40	0,642	+0,766	142	10	235	25	30	65
334	42	0,642	-0,766	237	62	32	26	127	10
235	68	0,766	-0,642	100	45	300	46	200	10
309	50	0,898	+0,438	89	13	347	42	191	44
306	46	0,719	+0,695	156	06	250	31	55	58
122	40	0,276	+0,961	160	47	296	40	42	22
310	58	0,927	-0,374	175	38	346	56	82	04
15	76	0,642	-0,766	160	47	296	40	42	22
289	32	0,573	+0,819	133	16	229	18	18	66
157	66	0,530	+0,848	133	13	232	28	18	58
296	36	0,545	+0,838	137	15	232	19	13	68
44	44	0,275	+0,961	235	02	325	10	136	30
08	54	0,974	+0,225	232	15	347	52	133	31

Форшоки

Главный толчок

Афтершоки

осей напряжений растяжения и промежуточного пересекаются с простиранем островных структур под небольшими углами.

По методике, разработанной О.И. Гуценко и И.Г. Симбиревой [5], В.М. Зобиным был восстановлен тензор напряжений, действующий в пределах очаговой зоны (рис. 3 (II)). Примечательно, что системы главных напряжений, действовавших в очагах главного толчка и афтершоков с магнитудой $M \geq 5$, полностью укладываются в рамки единого тензора.

Значение тензора позволяет нам выбрать реальные поверхности разрыва, которые действовали в очагах главного толчка и афтершоков; в данном случае для главного толчка поверхность разрыва совпадает с простиранем север, северо-восток.

Анализ характера напряженного состояния в очагах форшоков главного толчка и афтершоков 28 февраля показал, что исследуемая гипоцентральной областью находилась под воздействием близгоризонтальных напряжений сжатия. Эти напряжения определили преимущественно взбросодевиговый характер дислокации в очагах сильных землетрясений района Северных Курильских островов, происходивших в 1973 г.

Макросейсмический эффект

Сведения о проявлении землетрясения 28 февраля на островах Курильской дуги, п-ове Камчатка и Командорских островах обработаны по методике, изложенной в работе [6]. Населенные пункты, для которых имеются наиболее полные макросейсмические сведения, приведены в табл. 2, с менее полными — в табл. 3. На основании этих данных построены наблюденные изосейсты (см. рис. 1), которые оказались вытянутыми согласно прослаиванию Курильской островной гряды. Детальное описание макросейсмического эффекта дано в работе [1], там же выполнен расчет региональных коэффициентов затухания.

Таблица 2

Макросейсмические данные о землетрясении 28 февраля 1973 г. на расстояниях до 150 км

Пункт	Эпицентральное расстояние, км	Тип здания	Степень повреждения по шкале MSK-64*			Ощущение**	Балльность по шкале MSK-64	Примечание
			d ₁	d ₂	d ₃			
о-в Шумшу:								
Байково	40	A	5			Испуг (50)	6-7	Обвалы снежных карнизов
Козыревский	40	B	100	50			7	Цунами до 1,5 м
Бабушкино	50			+			5-6	
о-в Парамушир:								
Северо-Курильск	40	A	100		+	Испуг (100)	7	Низкий гул
Шелихово	40	B		+		Испуг (100)	6-7	Цунами до 1,5 м
м. Васильева	80					Пробуждение (50)	5	
о-в Онекотан	130	B				Пробуждение (100)	4-5	
п-ов Камчатка								
м. Лопатка	76		+			Испуг (100)	6	
Шумный	120	B	100			Пробуждение (100)	6	
Озерновский	128	B	100			Испуг (100)	6-7	
		B		5		Пробуждение (100)		
Паужетка	140					Испуг (75)	5-6	Подземный гул
						Пробуждение (100)		
Запорожье	150		100			Заметное (100)	6	

* См. в книге "Сейсмическое районирование СССР", М., "Наука", 1968.

** В скобках указывается процент жителей, отметивших этот признак. Знак + означает подъем волны цунами.

Таблица 3

Макросейсмические данные о землетрясении 28 февраля 1973 г. на расстояниях более 200 км

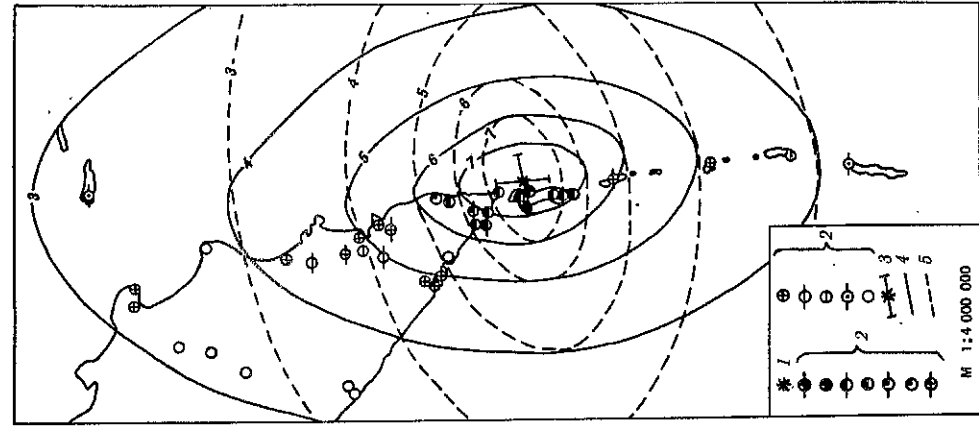
Пункт	Эпицентральное расстояние, км	Ощущение	Балльность по шкале MSK-64	Примечание
п-ов Камчатка:				
Октябрьский	216	Заметное (100)	4-5	
мякк Большеречский	240	"	4-5	
мякк Крутой	240	"	4-5	
Усть-Большерецк	280	Слабое (100)	4	
Большеречский совхоз	288	"	3-4	
Вулкан Мулювский	300	Заметное (100)	4-5	
Петропавловск-Камчатский	350	"	4	В зданиях типа Б испуг (50)
Елизово	360	Пробуждение (5)	3-4	
Авача	380	Заметное (+)	4-5	Тип здания Б
Вулкан Карымский	452	Заметное (100)	3-4	
Жупаново	500	"	4	
м. Африка	780	"	4	
Крутоберегово	800	Слабое (100)	4	
о-в Матуа	330	"	4	
о-в Симушир	490	"	3	
Север о-ва Уруп	620	"	2-3	
о-в Беринга	840	"	2-3	

Таблица 4

Параметры Северо-Курильского землетрясения по инструментальным и макросейсмическим данным

	Параметры изосейст *			
	r _{max}	r _{min}	r _{ep}	DK*
I _{он} — балльность в эпицентре по I _{он} = bM _и - S _{иг} h _и + c	7,6	7,6	7,6	7,6
I _{ом} — балльность в эпицентре по таблице из [6]	7,1	7,5	7,2	8,2
h _и — инструментальная глубина	70	70	70	70
h ₁ — по формуле I _{он} - I _и = S _{иг} √(1 + Δ ² /h _и ²)	87	30	42	100
h ₂ — то же, только вместо I _{он} берется I _{ом}	115	32	67	69
h ₃ — по формуле I _{он} = bM _и - S _{иг} h _и + c	88	30	55	95
h ₄ — то же, но берется M _и и I _{ом}	114	27	58	65
h ₅ — то же, но для I _{он} и I _{ом}	88	26	48	88
h ₆ — то же для M _и и I _{ом}	90	74	86	51
M _и — магнитуда инструментальная	7,6	7,6	7,6	7,6
M _и ^m — магнитуда по I _{ом} = bM _и ^m - S _{иг} h _и ^m + c	7,9	6,5	7,3	8,0
M _и ^m — магнитуда из M _и ^m = 1/b (I _и + S _{иг} h _и - c), i ≥ 3	7,9	6,3	7,1	7,9

* Параметры теоретических изосейст: D — длинная полуось, K — короткая, DK = √(D · K).



Р и с. 5. Теоретические изосейсты макросейсмического эффекта землетрясения 28 февраля 1973 г. 1 — инструментальный эпицентр; 2 — балльность соответствия обозначениям на рис. 1; 3 — длина разрыва, км; 4 — теоретические изосейсты, ориентированные по направлению плоскости I; 5 — то же, по направлению плоскости разрыва II

Используя региональные значения коэффициентов заглушения ($b=1,5, S=4,5-c$), мы рассчитали некоторые параметры землетрясения 28 февраля (табл. 4). Анализ этой таблицы обнаруживает хорошие согласие макросейсмической глубины ($H=67$ км), вычисленной с использованием только данных макросейсмике для среднего радиуса изосейст и найденной по разностям $sP-R$ и $pP-R$ (70 км). Согласованность значений магнитуды, полученных по инструментальным и макросейсмическим данным, значительно хуже, чем по глубине очага.

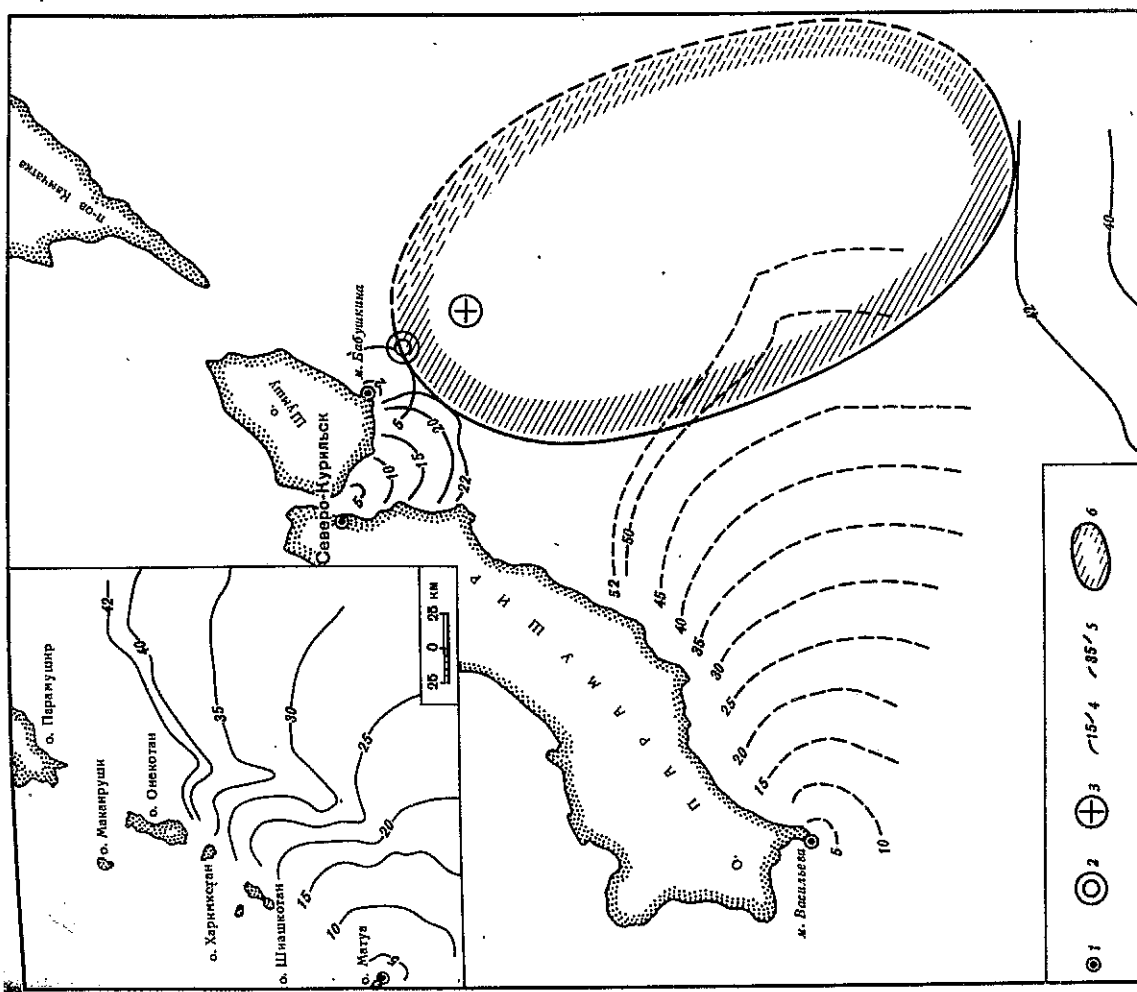
По методике Н.В. Шебалина были рассчитаны теоретические изосейсты землетрясения 28 февраля. Для ориентации изосейст использовались данные о механизме очага. Сопоставляя теоретические изосейсты, ориентированные по простиранию обеих возможных плоскостей разрыва, с наблюдаемыми макросейсмическими данными, выбираем ту из ориентаций, при которой имеется лучшее согласие. В нашем случае (рис. 5) лучше согласие получено для изосейст, ориентированных по простиранию плоскости I (см. табл. 1), т.е. вдоль островной дуги.

Последнее обстоятельство позволяет нам на основании макросейсмического материала отдать предпочтение одной из двух nodальных плоскостей и указывает на необходимость учета сведений о механизме очага при пространственной ориентации теоретических изосейст.

Проявление цунами

Землетрясение 28 февраля возбудило слабое цунами. В связи со штормовой погодой и снежными заносами сведения о нем оказались очень скудными. Визуальные данные имеются только с одного пункта — м. Васильева (южная оконечность о-ва Парамушир). По сообщению начальника местной гидрометеорологической станции Л.В. Шарова, цунами началось с отлива. Дрожь наблюдалась подъем воды, величины которого указаны в табл. 5. Инструментальные записи получены в трех пунктах: на о-вах Шумшу, Парамушир и Матуа. Характер проявления цунами и анализ полученных сведений о нем дан в работе [2]. Здесь же представлены только параметры волн и время их прихода, снятые с метеорографных записей, и данные визуального наблюдения (табл. 5).

Полученные сведения позволяют, с определенными допущениями, очертить предполагаемый очаг цунами (рис. 6). При этом западная сторона контура очага на основе имеющихся данных построена довольно уверенно (на рисунке она проведена сплошной линией), восточная же построена по симметрии с западной исходя из предположения правильной формы очага в абсисах. Это допущение



Р и с. 6. Карта добегаания волн цунами 28 февраля 1 — пункты установки метеорографов; 2 — эпицентр землетрясения по данным Янони; 3 — эпицентр землетрясения по данным СаХКНИИ (СССР). Изохроны пробега волн цунами; 4 — от пунктов, где имеются инструментальные наблюдения; 5 — от пунктов, из которых получены данные только визуальных наблюдений; 6 — очаг цунами

связано с отсутствием сведений, необходимых для построения волновой картины с востока. Если считать, что контур очага цунами построен, то можно оценить энергию этого цунами.

Аппроксимируем форму очага эллипсом с осями $2a = 104$ км и $2b = 58$ км. Тогда площадь его $S = 4,74 \cdot 10^3$ км². Высота волны h_0 в эпицентре, определенная по максимальной высоте подъема воды на берегу ($h = 60$ см) в ближайшем к эпицентру пункте (м. Бабушкина, где установлен метеорограф станции Шумшу), соответствует 13,1 [7]. Зная начальную высоту цунами h_0 , площадь очага S , плотность воды ρ и ускорение силы тяжести, величину энергии цунами можно оценить по формуле $E_{ц} = S \rho g h_0^2$. Величина энергии для этого землетрясения оказалась равной $8,8 \cdot 10^{16}$ эрг.

Данные наблюдений над цунами 28 февраля 1973 г.

Пункт	Первая волна				Время пробега, час, мин
	Время прихода, день, час, мин	Подъем (+), спад (-)	Амплитуда, да, см	Период, мин	
Северо-Курильск	28 07 00	+	76	40	00 22
о-в Шумшу	28 06 45	-	3-4	31	00 07
о-в Матуа	28 07 20	+	7	10	00 42
м. Васильева	28 07 36	+	40	11	00 52

Окончание

Пункт	Максимальная волна				Продолжительность колебаний, час	Примечание
	Время прихода, день, час, мин	Подъем (+), спад (-)	Амплитуда, да, см	Период, мин		
Северо-Курильск	28 07 00	+	76	40	30	Марсграф
о-в Шумшу	28 06 56	+	60	32	30	"
о-в Матуа	28 ?	?	?	?	3	"
м. Васильева	28 10 43	+	80	7	0,5	Визуально

ЛИТЕРАТУРА

1. *Оскорбин Л. С., Поплавская Л. Н., Муромкина Л. С.* и др. Парамушское землетрясение 28 февраля 1973 г. - "Труды СахКНИИ", 1975, вып. 40.
2. *Щетников Н. А.* Северо-Курильское цунами 28 февраля 1973 г. - Там же.
3. *Краевец Г. П.* Некоторые результаты определения эпицентров курило-охотских землетрясений на ЭВМ "Минск-22". Отчет "Сейсмичность Дальнего Востока в 1973 г.", гл. 5. Фонды СахКНИИ, 1973.
4. *Пшеников К. В.* Механизм возникновения афтершоков и неупругие свойства земной коры. М., "Наука", 1965.
5. *Гущенко О. И., Симбирева И. Г.* Восстановление современных полей напряжения литосферы по сейсмологическим данным и некоторые особенности афтершокового и форшокового процесса в очаговых зонах землетрясений. - Тезисы Всесоюз. совещания по механике литосферы. Л., "Наука", 1974.
6. *Шебалин Н. В.* Методы использования инженерно-сейсмологических данных при сейсмическом районировании. - В кн.: Сейсмическое районирование СССР. М., "Наука", 1968, гл. 6.
7. *Поплавский А. А., Го Чан Нам, Щетников Н. А., Берштейн В. А.* Проявление цунами на Тихоокеанском побережье СССР. Фонды СахКНИИ, 1968.

литосферы по сейсмологическим данным и некоторые особенности афтершокового и форшокового процесса в очаговых зонах землетрясений. - Тезисы Всесоюз. совещания по механике литосферы. Л., "Наука", 1974.

6. *Шебалин Н. В.* Методы использования инженерно-сейсмологических данных при сейсмическом районировании. - В кн.: Сейсмическое районирование СССР. М., "Наука", 1968, гл. 6.

7. *Поплавский А. А., Го Чан Нам, Щетников Н. А., Берштейн В. А.* Проявление цунами на Тихоокеанском побережье СССР. Фонды СахКНИИ, 1968.