

СЕВЕРО-ВОСТОК РОССИИ

Л.В. Гунбина, Н.М. Лещук, Б.М. Седов

В 1998 г. сейсмический мониторинг осуществлялся с помощью девяти сейсмических станций Магаданской опытно-методической сейсмологической партии (МОМСП) ГС РАН: семи на территории Магаданской области и двух – на Чукотке. Параметры этих станций по состоянию на 1998 г. такие же, как в 1997 г. [1].

Кроме того, с февраля по май 1998 г. в МОМСП была поставлена на опытную эксплуатацию цифровая станция на базе процессора I-486, 16 разрядного АЦП, БФХ и сейсмоприемников СМ-3. Станция работала параллельно со станцией IRIS в Магадане. В ходе эксплуатации проводилось сравнение данных, полученных на этих станциях, которые конвертировались в формат ASCII и обрабатывались с помощью программы WGSN.

Результат такого сравнения оказался не в пользу БФХ–СМ-3. Из 50 близких землетрясений, зарегистрированных IRIS, опытной станцией записано 13, причем полностью с возможностью определения всех энергетических характеристик – только 5 с $K_p \geq 10.0$ на эпицентральных расстояниях $\Delta \leq 300$ км. Низкую чувствительность станции можно объяснить высоким уровнем помех из-за расположения в центре города. Из анализа ее амплитудно-частотной характеристики следует, что она удовлетворительно работает в очень узкой для цифровых станций полосе частот от 0.2–10 Гц. Дальность регистрации в 300 км также недостаточна, т. к. размеры территории Магаданской области и ее слабая населенность не позволяют размещать станции на расстоянии менее 400–500 км.

Энергетическая представительность землетрясений, обеспечиваемая описанной сетью, изображена на рис. 1. Как видим, минимальный уровень энергии представительных землетрясений соответствует $K_{\min} = 7$. Такие землетрясения регистрируются без пропусков в области наибольшей плотности станций. В целом же в западной части региона не могут быть пропущены землетрясения, начиная с 10-го класса. В восточной части региона ситуация с регистрацией землетрясений гораздо хуже, т. к. без пропусков будут записаны лишь сильные землетрясения с $K_p \geq 12$.

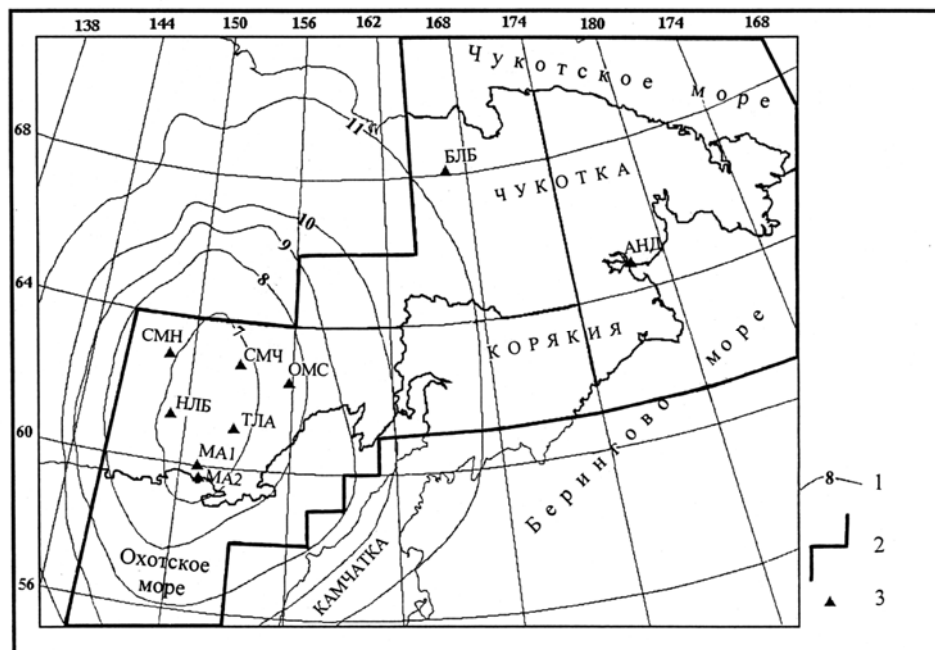


Рис. 1. Карта энергетической представительности K_{\min} землетрясений за 1998 г.

1 – изолиния K_{\min} ; 2 – граница региона; 3 – сейсмическая станция.

Методика определения основных параметров землетрясений [2,3] не изменилась. В 1998 г. в регионе зарегистрировано 123 местных землетрясения [4] с $K_p \geq 7.4$, из них 8 обработаны вне границ региона (3 – в Якутии и 5 – в Хабаровском крае). Очаги всех землетрясений расположены в пределах земной коры на глубинах от 1 до 34-х километров. Распределение землетрясений региона по энергетическим классам и суммарная сейсмическая энергия по районам даны в табл. 1, а вне региона – в табл. 2. Выделенная суммарная сейсмическая энергия, равная $43.56 \cdot 10^{11}$ Дж, уменьшилась в 2.3 раза, по сравнению с таковой ($\Sigma E = 102.45 \cdot 10^{11}$ Дж) в 1997 г. [1].

Таблица 1. Распределение числа землетрясений по энергетическим классам K_p и суммарная сейсмическая энергия ΣE по районам

№	Район	K_p								N_{Σ}	$\Sigma E \cdot 10^{11}$, Дж
		7	8	9	10	11	12	13	14		
1	Охотское море	–	1	5	2	–	2	–	–	10	26.08
2	Колыма	1	13	59	25	6	1	–	–	105	16.72
3	Западная Чукотка	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4	Восточная Чукотка	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5	Чукотское море	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6	Берингово море	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7	Корякия	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	На соседних территориях		1	4	4					9	0.76
	Всего	1	14	64	27	6	3	–	–	123	43.56

Как следует из табл. 1, землетрясения зарегистрированы только в районах № 1 (Охотское море) и № 2 (Колыма). В районах № 3, 4, 5, 6, 7 (Западная и Восточная Чукотка, Чукотское море, Берингово море, Корякия) существующей сетью станций не записано ни одного события [4]. Ни одно из землетрясений, даже достаточно крупных (14 и 16 марта (в 17^h03^m с $K_p=12.2$ и в 05^h33^m с $K_p=12.0$ соответственно), 30 ноября (в 23^h25^m с $K_p=11.8$) и 18 декабря (в 14^h03^m с $K_p=11.5$)), жителями Магаданской области не ощущались, хотя первые два ощущались на Камчатке [4,5].

Все события, зарегистрированные станцией «Анадырь», отнесены к землетрясениям с неопределенными координатами из-за недостаточности информации для определения местоположения эпицентра. Попытки определения эпицентров землетрясений Чукотского полуострова с помощью данных сейсмических станций США на Аляске пока не привели к положительным результатам, возможно из-за большой удаленности станций друг от друга. На рис. 2 показана карта эпицентров землетрясений в 1998 г.

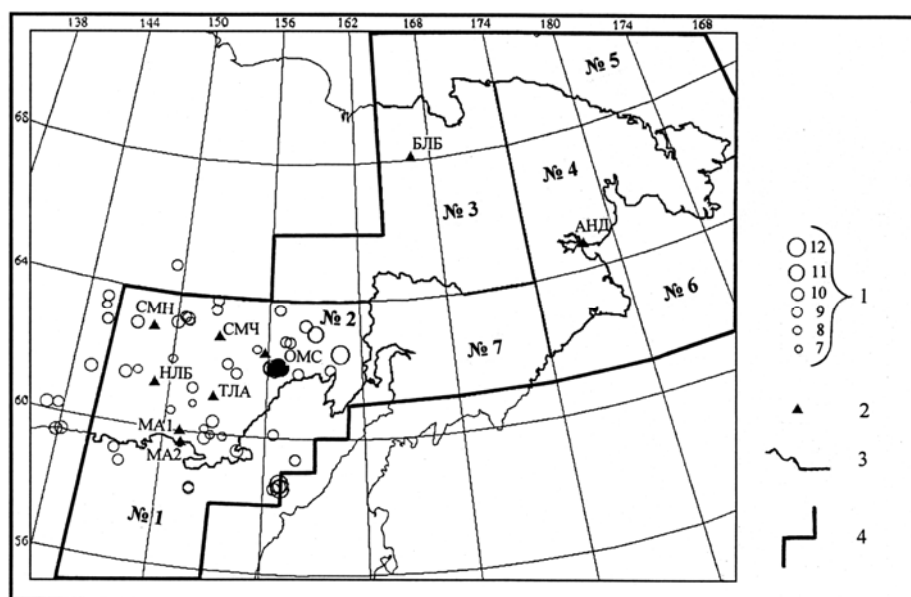


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений Северо-Востока России за 1998 г.

1 – энергетический класс K_p ; 2 – сейсмическая станция; 3, 4 – граница района и региона соответственно.

Особенностью сейсмического процесса в 1998 г. является наличие двух роев (рис. 2). Один из них реализовался в акватории Охотского моря (район № 1). Этот рой немногочисленный ($n=4$), но содержит два землетрясения 12-го класса. Второй рой произошел севернее, в районе № 2, вблизи пос. Меренга и включает около 200 землетрясений, из которых удалось полностью обработать только 73, в основном достаточно сильных с $K_p=9-10$. В каталоге [4] эти 73 землетрясения роя отмечены знаком «*». Карта их эпицентров представлена на рис. 3. Максимальный толчок зарегистрирован 26 марта в 06^h41^m с $K_p=11.1$. Ближайшей станцией, на которой записан весь рой, является «Омсукчан» (OMS). По ее сейсмограммам удалось определить приближенно эпицентры еще 86 толчков роя (табл. 2).

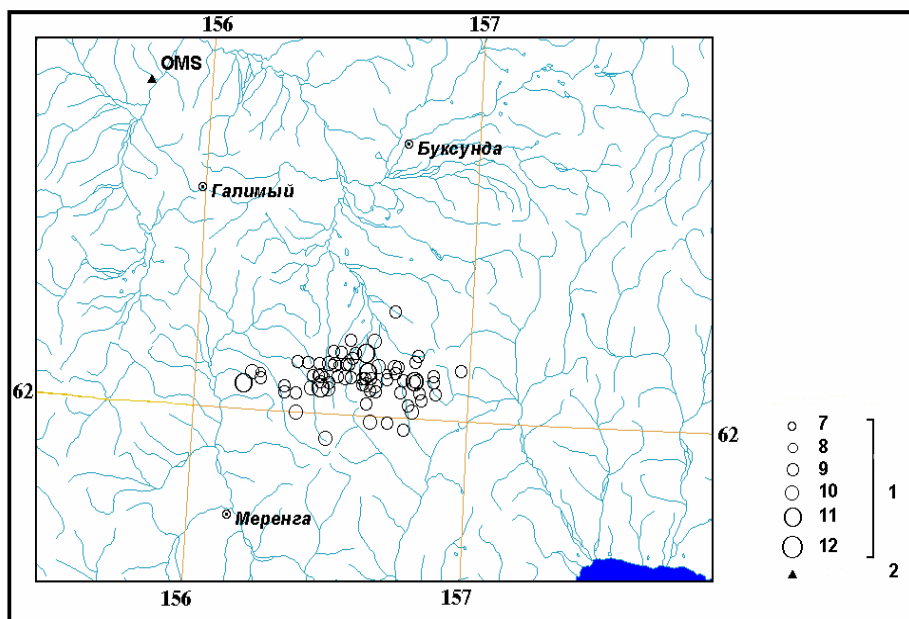


Рис. 3. Карта эпицентров роя землетрясений в районе между поселками Галимый и Меренга с 18 февраля по 14 сентября 1998 г.

1 – энергетический класс K_p ; 2 – сейсмическая станция.

Таблица 2. Список землетрясений роя, локализованных по одной станции «Омсукчан»

№	Дата,			t_0 , с	δt_0 , с	Эпицентр		δ , км	h , км	t_S-t_P , с	№	Дата,			t_0 , с	δt_0 , с	Эпицентр		δ , км	h , км	t_S-t_P , с
	д	м	ч мин с			φ°, N	λ°, E					φ°, N	λ°, E	д			м	ч мин с			
1	19.02	01 30	13.9	0.1	61.94	156.71	1	6	10.6	21	01.03	18 55	27.4	0.1	62.01	156.44	1	6	10.4		
2	19.02	02 31	20.1	0.1	62.03	156.48	1	6	10.3	22	04.03	20 58	39.5	0.1	62.08	156.52	1	6	10.4		
3	19.02	21 27	42.4	0.5	61.83	156.35	3	6	10.9	23	05.03	04 06	23.7	0.1	61.97	156.47	1	6	10.3		
4	19.02	23 24	39.4	0.1	62.08	156.58	1	6	10.4	24	05.03	04 08	27.4	0.1	61.99	156.37	1	6	10.3		
5	20.02	01 41	26.4	0.1	62.12	156.44	1	6	10.4	25	07.03	14 23	22.8	0.1	62.01	156.39	1	6	10.4		
6	20.02	08 18	41.6	0.1	62.01	156.47	1	6	10.4	26	15.03	16 44	06.6	0.3	62.08	156.52	2	6	10.2		
7	20.02	09 50	20.0	0.1	62.02	156.40	1	6	10.6	27	20.03	17 38	41.8	0.3	61.97	156.37	2	6	10.6		
8	20.02	10 21	54.1	0.1	61.88	155.21	1	6	10.7	28	20.03	17 51	13.1	0.6	61.97	156.59	4	6	10.4		
9	20.02	10 25	50.6	0.3	62.01	156.69	1	6	10.0	29	20.03	18 16	55.9	0.7	62.04	156.08	5	6	10.8		
10	20.02	11 06	12.4	0.2	62.13	156.39	2	6	10.4	30	25.03	10 33	56.3	0.4	61.99	156.61	1	6	10.2		
11	20.02	13 09	01.7	0.4	62.06	156.31	2	6	10.6	31	25.03	14 37	01.3	0.4	62.01	156.25	2	6	10.3		
12	20.02	13 21	05.6	0.1	62.06	156.29	1	6	10.0	32	25.03	14 39	02.5	0.4	62.03	156.23	2	6	10.3		
13	20.02	13 25	31.4	0.1	62.08	156.29	1	6	10.4	33	25.03	14 55	18.0	0.1	62.01	156.41	1	6	10.3		
14	20.02	20 17	40.9	0.1	61.95	156.31	1	6	10.4	34	25.03	15 57	47.2	0.1	62.08	156.67	1	6	10.6		
15	20.02	20 32	14.7	0.1	61.97	156.67	1	6	10.3	35	25.03	17 07	16.8	0.1	61.92	156.08	1	6	10.5		
16	21.02	04 18	05.2	0.1	62.74	157.27	1	6	10.4	36	25.03	23 33	22.8	0.1	62.08	156.45	1	6	10.4		
17	22.02	05 46	37.6	0.1	61.94	156.28	1	6	10.6	37	26.03	00 30	57.8	0.1	61.92	156.28	1	6	10.4		
18	22.02	10 17	44.2	0.1	61.97	156.52	1	6	10.9	38	26.03	02 00	10.2	0.1	62.01	156.39	1	6	10.4		
19	23.02	14 06	20.5	0.1	61.98	156.54	1	6	10.4	39	26.03	02 22	58.9	0.2	62.01	156.55	1	6	10.5		
20	28.02	03 40	32.0	0.1	62.02	156.46	1	6	10.4	40	26.03	02 31	18.8	0.1	61.95	156.69	1	6	10.3		

№	Дата,			t_0 , с	δt_0 , с	Эпицентр		δ , км	h , км	t_S-t_P , с	№	Дата,			t_0 , с	δt_0 , с	Эпицентр		δ , км	h , км	t_S-t_P , с
	д	м	ч мин с			φ°, N	λ°, E					φ°, N	λ°, E	д			м	ч мин с			
41	26.03	02 36 20.8	0.3	62.03	156.41	1	6	10.4	64	30.03	15 39 15.1	0.1	61.91	156.55	1	6	10.2				
42	26.03	06 39 14.0	0.1	62.01	156.41	1	6	10.3	65	30.03	16 21 47.9	0.1	62.69	156.99	1	6	10.4				
43	26.03	08 46 15.2	1	62.06	156.63	1	6	10.4	66	04.04	14 54 31.6	0.2	61.95	156.57	1	6	10.4				
44	26.03	09 25 09.8	1	62.08	156.43	1	6	10.4	67	09.04	14 08 23.8	0.1	62.01	156.47	1	6	10.5				
45	26.03	16 27 20.1	1	62.02	156.38	1	6	10.1	68	11.04	12 43 25.9	0.1	62.03	156.41	2	6	9.3				
46	26.03	17 14 31.0	1	61.97	156.48	1	6	10.2	69	12.04	09 55 55.7	0.1	62.01	156.47	1	6	10.5				
47	26.03	20 13 14.7	0.1	61.97	156.39	1	6	10.4	70	03.05	16 01 56.4	0.3	61.96	156.28	1	6	10.4				
48	26.03	20 47 00.2	1	61.95	156.50	1	6	10.2	71	09.05	20 10 01.3	0.1	61.98	156.62	1	6	10.5				
49	26.03	23 06 53.4	1	62.08	156.61	2	6	10.5	72	14.05	15 43 10.8	0.1	61.97	156.75	1	6	10.3				
50	27.03	02 24 45.9	1	61.98	156.46	1	6	10.9	73	31.05	14 00 30.4	0.1	61.97	156.63	1	6	9.8				
51	27.03	09 51 21.2	1	62.08	156.37	3	6	10.0	74	01.06	03 04 55.0	0.4	61.95	156.49	3	6	9.5				
52	27.03	10 02 11.8	1	61.95	156.39	2	6	10.5	75	02.06	00 41 27.1	0.1	62.06	156.59	1	6	10.4				
53	27.03	11 37 43.3	1	62.03	156.25	1	6	10.7	76	02.06	22 22 21.6	0.3	62.08	156.32	1	6	10.0				
54	28.03	00 14 26.5	1	62.00	156.40	1	6	10.4	77	03.06	14 33 46.0	0.1	61.98	156.54	1	6	10.1				
55	28.03	03 46 00.2	1	62.06	156.30	1	6	10.2	78	03.06	16 48 59.0	0.1	62.00	156.44	1	6	9.8				
56	28.03	13 52 53.8	0.1	62.01	156.38	1	6	10.1	79	04.06	11 34 38.5	0.2	62.03	156.41	1	6	10.7				
57	28.03	15 56 46.8	0.1	62.01	156.35	1	6	10.1	80	04.06	12 07 51.2	0.1	62.08	156.67	1	6	10.6				
58	28.03	16 21 35.0	0.1	61.97	156.47	1	6	10.8	81	04.06	13 09 05.3	0.1	62.10	156.20	1	6	10.0				
59	28.03	16 42 02.6	0.1	62.04	156.32	1	6	10.3	82	05.06	03 58 04.7	0.1	62.07	156.45	1	6	10.3				
60	29.03	02 21 20.3	0.1	62.05	156.72	2	6	10.3	83	05.06	09 13 42.7	0.1	61.90	156.30	1	6	10.5				
61	29.03	09 58 14.0	0.1	61.97	156.48	1	6	10.2	84	26.06	11 16 19.0	0.4	61.83	156.01	3	6	10.3				
62	29.03	16 46 55.1	0.1	62.06	156.29	1	6	10.0	85	26.06	16 18 41.5	0.3	62.08	156.04	2	6	9.0				
63	29.03	17 39 04.3	0.1	61.99	156.61	1	6	10.0	86	21.07	08 22 40.2	0.1	61.99	156.53	1	6	9.9				

Как видно из рис. 3, землетрясения в рое располагаются компактной группой, вытянутой в широтном направлении. Длина зоны составляет примерно 60–80 км, ширина – 10–15 км.

Согласно [6], важнейшим структурным элементом этого района является Верхнесугойская кайнозойская впадина, приуроченная к Буксундинскому глубинному разлому, имеющему северо-восточное простирание. Впадина входит в восточный отрезок Охотско-Анадырской рифтогенной системы. По геолого-геофизическим данным впадина возникла в результате сбросово-сдвиговых движений по разломам. Она заполнена угленосной тектонической массой, ледниковыми отложениями и вулканическими пеплами, общей мощностью свыше 200 м. Очаговая область землетрясений пространственно тяготеет к юго-восточному углу впадины, где вертикальная амплитуда смещений по безымянному разлому составляет более 200 м. По геологическим данным большинство разломов северо-восточного простирания характеризуется левосторонним сдвигом.

Л и т е р а т у р а

1. Гунбина Л.В., Лещук Н.М., Седов Б.М. Северо-Восток России // Землетрясения Северной Евразии в 1997 году. – Обнинск: ФОП, 2003. – С. 146–150.
2. Тресков А.А. Интерпретация наблюдений над близкими землетрясениями // Вопросы сейсмичности Сибири (Тр. ИЗК АН СССР; Вып. 18). – Новосибирск: Наука, 1964. – С. 109–111.
3. Андреев Т.А. Расчет на ЭВМ параметров слабых землетрясений // Сейсмические процессы на Северо-Востоке СССР. – Магадан: СВКНИИ, 1984. – С. 116–127.
4. Гунбина Л.В., Лещук Н.М. (отв. сост.). Северо-Восток России (См. раздел IV (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
5. Левина В.И., Лепская Т.С. (отв. сост.), Антипова О.Г., Бахтиярова 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).
6. Геология СССР. Т. XXX. Северо-Восток СССР. Книга 1. Геологическое описание. – М.: Недра, 1970. – 548 с.