

АЛТАЙ И САЯНЫ

А.Г. Филина

В 1995 г. сейсмическая сеть региона состояла из 10 станций. Две станции "Тоджа", "Усть-Элегест" были закрыты в конце 1994 г., в остальной сети не претерпела изменений по сравнению с таковой в предыдущем году [1]. Тем не менее представительность регистрации сейсмических событий осталась примерно на том же уровне [1], поскольку дефицит станций на востоке региона восполнялся данными сейсмических станций Прибайкалья, получаемыми в порядке обмена по всем эпицентрам восточнее 96°E. Методика обработки осталась прежней [2].

Всего зарегистрировано 1215 землетрясений и 242 промышленных взрыва, карты эпицентров даны на рис. 1а, 1б, 1в. В региональный каталог [3] включены события с $K_p \geq 8.6$, число которых составило 173. Распознавание записей землетрясений и промышленных взрывов проводилось по форме записи с учетом характерного времени производства взрывов для тех районов, где оно известно [4]. События, идентификация которых была неоднозначной, даны на рис. 1б, 1в. При этом мы различали два случая: запись землетрясения с некоторыми признаками взрыва (сомнительные землетрясения) и запись взрыва с некоторыми признаками землетрясения (сомнительные взрывы).

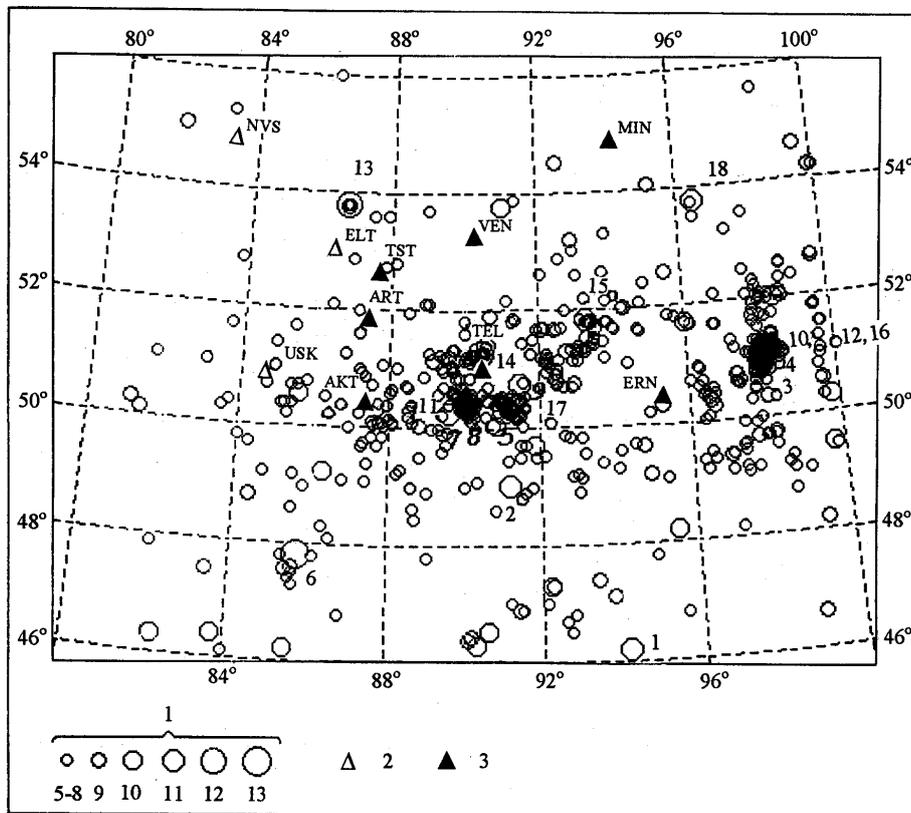


Рис. 1а. Карта эпицентров землетрясений Алтае-Саянского региона за 1995 г.

1 – энергетический класс K_p ; 2,3 – сейсмическая станция, опорная и региональная, соответственно.

Коды и названия сейсмических станций: NVS – "Новосибирск", ELT – "Ельцовка", USK – "Усть-Кан", TST – "Таштагол", ART – "Артыбаш", AKT – "Акташ", VEN – "Верх-База", TEL – "Тээли", MIN – "Мина", ERN – "Эрзин".

Распределение зарегистрированных землетрясений по энергетическим классам приведено в табл. 1. Как и в прошлые годы продолжалась серия афтершоков Бусингольского землетрясения (27.12.1991 г., $t_0=09^h09^m$, $K_p=16.2$ [5]) с $M_S=6.5$ [6], их распределение по энергетическим классам дано в табл. 1. В этом году поле эпицентров афтершоков не привязано ни к одной из близлежащих неотектонических структур [6], а локализуется в виде компактных групп эпицентров вдоль каждой из них и вблизи их пересечения, как это видно на рис. 2.

Таблица 1. Распределение числа землетрясений региона и афтершоков Бусингольского землетрясения 1991 г. по энергетическим классам K_p и суммарная их сейсмическая энергия ΣE

K_p	5-6	7	8	9	10	11	12	13	$\Sigma E \cdot 10^{12}$, Дж
N	68	571	395	128	35	11	5	2	26.62
$N_{\text{афг}}$	1	234	191	58	17	4	1	-	1.65

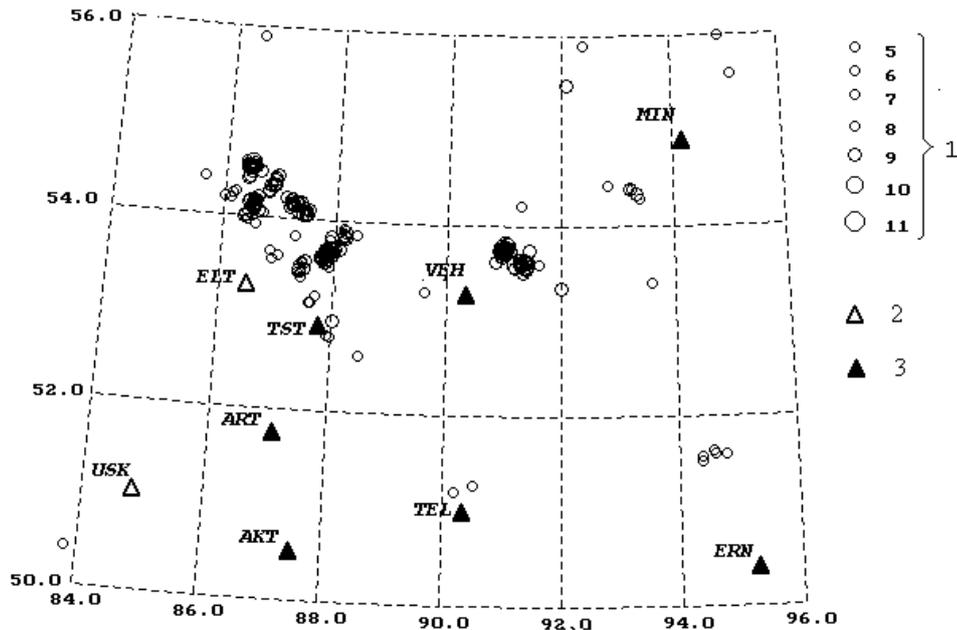


Рис. 16. Карта эпицентров промышленных взрывов

1 – энергетический класс K_p ; 2,3 – сейсмическая станция, опорная и региональная, соответственно.

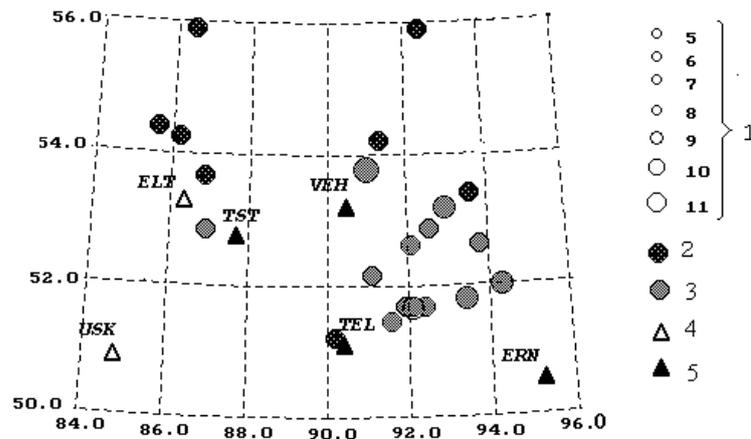


Рис. 16. Карта эпицентров сомнительных землетрясений и взрывов за 1995 г.

1 – энергетический класс K_p ; 2,3 – сомнительные землетрясения и взрывы, соответственно; 4,5 – сейсмическая станция, опорная и региональная, соответственно.

Характерной особенностью сейсмичности этого года являются два ощутимых землетрясения, происшедшие в западной и центральной частях региона.

Первое произошло 13 апреля в 22^h08^m ($K_p=9.4$) к западу от Новосибирска, вблизи районного центра Коченёво, в месте, где за весь период инструментальных наблюдений (с 1963 г.) не зарегистрировано ни одного сколько-нибудь заметного толчка. Землетрясение ощущалось на территории Коченёвского района так, как это показано в табл. 2.

Таблица 2. Макросейсмические данные о землетрясении 13 апреля в 22^h08^m ($K_p=9.4$)

№	Пункт	Δ , км	№	Пункт	Δ , км
	<u>4-5 баллов</u>			<u>4 балла</u>	
1	Мирный	31	6	Коченёво	37
2	Целинное	33	7	Федосово	40
	<u>4 балла</u>			<u>Не ощущалось</u>	
3	Дупленское	9	8	Чулым	52
4	Лесная поляна	18	9	Чик	54
5	Козлово	20			

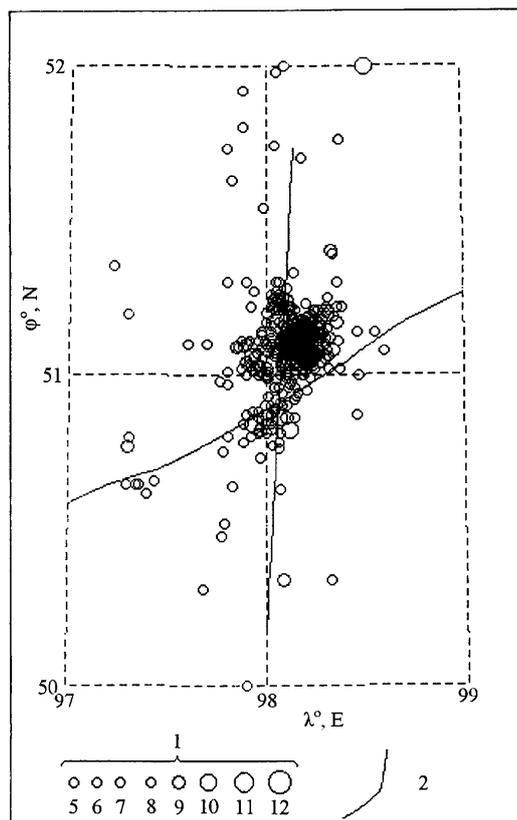


Рис. 2. Карта эпицентров афтершоков Бусингольского землетрясения по отношению к элементам новейшей тектоники
1 – энергетический класс K_p ; 2 – новейшие разломы по [7].

Эпицентр второго ощутимого землетрясения находится в центре Кузбасса, вблизи шахтерского г. Прокопьевска и землетрясение названо по его имени. Основной толчок произошел 14 сентября в 04^h24^m с $K_p=12.1$ и $M_s=4.7$. На фоне сейсмического затишья в Кузбассе, со времен Таштагольского землетрясения 05.02.1988 г. ($t_0=00^h05^m$, $K_p=11.3$, $MLHB=4.0$ [8]), Прокопьевское землетрясение вызвало значительную панику среди населения, которая усугубилась различного рода недостоверными сообщениями в прессе. Макросейсмическим проявлениям Прокопьевского землетрясения посвящена отдельная статья [9]. Землетрясение сопровождалось афтершоками (табл. 3). Всего зарегистрировано 8 афтершоков от 7 до 9 энергетического класса. На рис. 3 можно видеть их ход во времени. Поскольку эпицентр землетрясения располагался в 12 км от города, где расположено много угольных шахт и проводятся промышленные взрывы, возможно, не все слабые афтершоки удалось зарегистрировать. В период же возникновения событий, отмеченных нами как афтершоки, взрывные работы были на минимальном уровне.

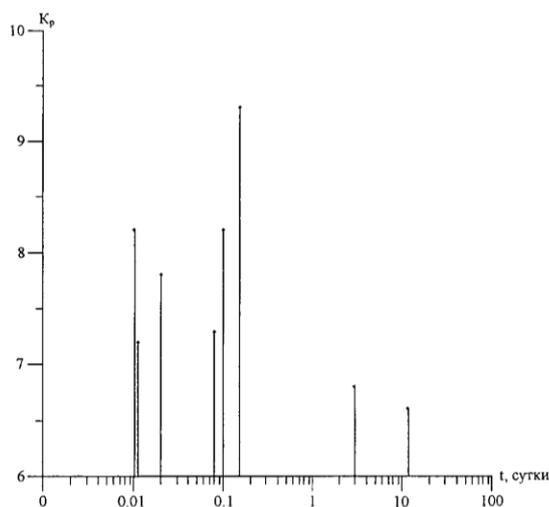


Рис. 3. Величина энергетического класса K_p афтершоков Прокопьевского землетрясения с разверткой времени их реализации относительно основного толчка.

Таблица 3. Список афтершоков Прокопьевского землетрясения 14 сентября в 04^h24^m ($K_p=12.1$, $M_c=4.7$)

Дата	t_0/n	φ°, N	λ°, E	K_p
14.09	04 43 27.3/9	53.80	86.73	8.2
	04 48 42.0/9	53.78	86.77	7.2
	04 53 54.4/9	53.80	86.73	7.8
	06 21 16.0/7	53.60	87.50	7.3
	07 00 57.3/8	53.80	86.74	8.2
	08 20 55.7/8	53.77	86.73	9.3
17.09	02 52 35.4/6	53.79	86.73	6.8
25.09	18 54 34.9/5	53.79	86.66	6.6

Примечание. В графе t_0/n дано время в очаге и число станций, данные которых использованы при определении эпицентра.

Самое сильное ($K_p=13.3$, $M_c=5.4$) землетрясение года произошло 22 июня в 01^h01^m в восточной части Горного Алтая, вблизи его границ с Западной Саянской горной областью. Этот район традиционно сейсмоактивен. На рис. 4 представлены основные неотектонические структуры вблизи эпицентра главного толчка [7]. Локализация как наиболее сильных (рис. 4), так и слабых афтершоков (рис. 5), не согласуется с геометрией разлома, вблизи которого расположен главный толчок. В табл. 4 дан список всех зарегистрированных афтершоков этого землетрясения.

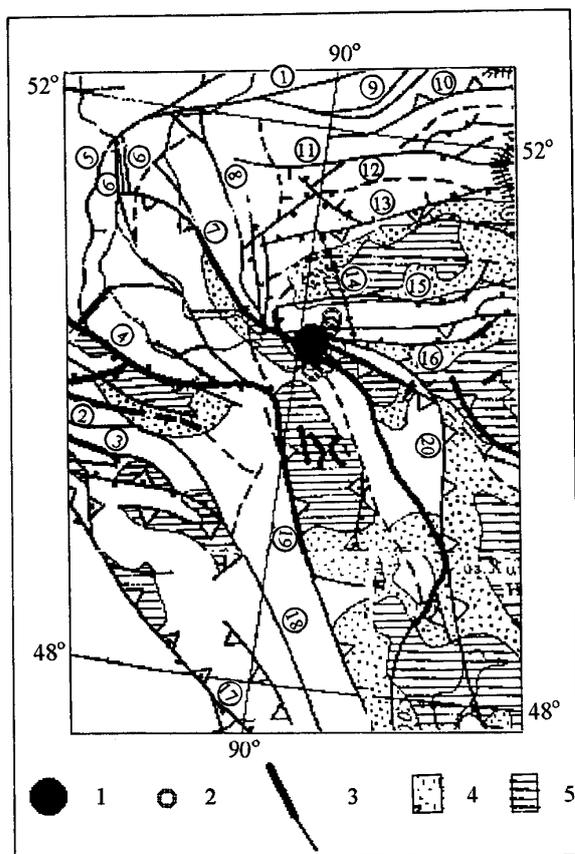


Рис. 4. Расположение главного толчка и сильных ($K_p \geq 8.6$) афтершоков землетрясения 22 июня в 01^h01^m ($K_p=13.3$, $M_c=5.4$)

1 – эпицентр главного толчка; 2 – афтершок; 3 – неотектонические структуры; 4 – предгорья; 5 – депрессия.

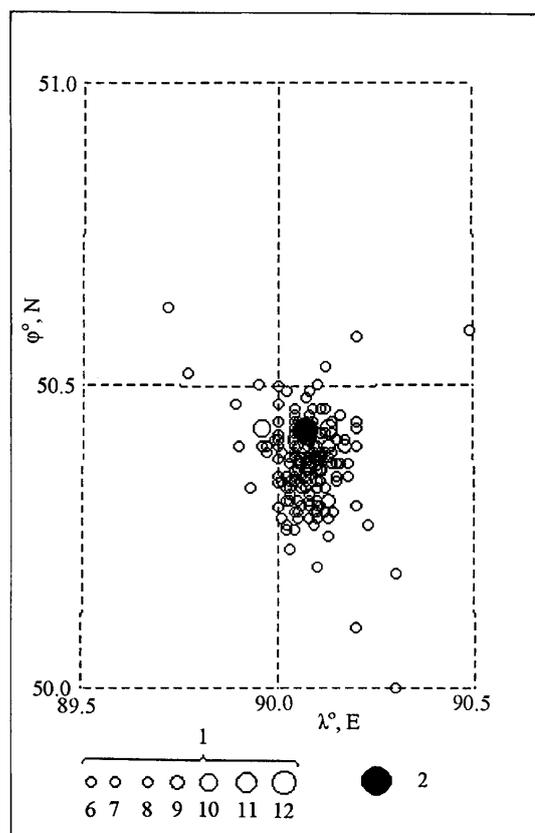


Рис. 5. Карта эпицентров всех афтершоков землетрясения 22 июня в 01^h01^m ($K_p=13.3$, $M_c=5.4$)

1 – энергетический класс K_p ; 2 – главный толчок.

Таблица 4. Список афтершоков землетрясения 22 июня в 01^h01^m с $K_p=13.3$, $M_c=5.4$

№	Дата	t_0/n	φ°, N	λ°, E	M_c	K_p
1	2	3	4	5	6	7
1	22.06	01 22 34.5/7	50.26	90.02	2.7	8.3
2		01 25 49.0/4	50.50	90.10		6.8
3		01 26 20.0/5	50.20	90.10		6.8
4		01 28 23.0/4	50.38	90.07		6.8
5		01 31 05.0	50.38	90.13		7.2
6		01 36 25.3/7	50.40	90.13		9.3
7		01 40 05.0/7	50.53	90.12		7.5
8		01 43 42.8/7	50.38	90.10		7.7
9		01 48 37.4/7	50.44	90.04		8.1

№	Дата	t_0/n	φ°, N	λ°, E	M_c	K_p
1	2	3	4	5	6	7
10		01 49 35.5/7	50.37	90.15		7.9
11		01 51 08.9/5	50.28	90.10		7.2
12		01 53 15.1/5	50.35	90.04		7.4
13		01 55 33.3/5	50.32	90.08		6.8
14		01 56 56.0/5	50.30	90.10		7.1
15		01 57 35.0/7	50.33	90.10		7.6
16		02 00 00.0/5	50.34	90.00		6.9
17		02 05 44.0/4	50.58	90.20		6.7
18		02 10 49.4/5	50.29	90.10		6.8

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ в 1995 г.

№	Дата	t ₀ /n	φ°, N	λ°, E	Mc	K _p	№	Дата	t ₀ /n	φ°, N	λ°, E	Mc	K _p
1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
19		02 16 09.3/7	50.39	90.14		8.4	96	23.06	00 35 09.7/6	50.27	90.09		7.0
20		02 18 32.0/7	50.39	90.09		7.9	97		01 00 41.6/6	50.29	90.10		6.7
21		02 23 50.1/5	50.39	90.01		6.9	98		01 02 01.9/8	50.37	90.10		8.6
22		02 26 54.0/4	50.00	90.30		6.7	99		02 06 50.1/6	50.33	90.07		6.6
23		02 28 41.0/3	50.40	90.10		6.6	100		03 26 18.0/3	50.50	90.10		6.4
24		02 30 24.8/7	50.40	90.10		8.3	101		09 38 01.3/8	50.42	90.04		8.2
25		02 37 34.0/4	50.36	90.08		6.6	102		10 42 14.7/8	50.35	90.07		7.4
26		02 38 49.1/5	50.32	90.03		7.3	103		13 24 49.1/8	50.33	90.02		7.6
27		02 40 15.0/4	50.30	90.00		6.6	104		15 54 10.0/7	50.44	90.00		8.3
28		02 46 38.0/5	50.20	90.10		6.8	105		16 43 49.2/8	50.33	90.03		7.2
29		02 59 50.6/5	50.34	90.15		7.0	106		19 24 55.1/4	50.29	90.09		6.5
30		03 09 19.6/5	50.23	90.03		6.9	107		20 43 20.9/8	50.43	90.13	3.0	9.9
31		03 13 05.9/7	50.38	90.11		8.7	108		21 30 08.1/8	50.29	90.04		7.2
32		03 18 45.7/5	50.34	90.10		7.4	109		23 07 07.1/8	50.34	90.07	3.7	10.9
33		03 25 43.3/5	50.28	90.01		6.7	110		23 58 58.2/8	50.37	90.06	2.6	9.0
34		03 28 35.2/5	50.25	90.13		6.6	111	24.06	00 44 45.3/7	50.33	90.06		7.4
35		03 32 30.0/5	50.30	90.10		7.1	112		04 08 12.5/8	50.39	90.12		7.6
36		03 40 13.7/7	50.39	90.06		8.2	113		07 43 40.3/8	50.43	90.09		8.0
37		03 51 38.8/7	50.42	90.12		8.2	114		09 24 25.2/6	50.30	90.10		6.9
38		03 57 23.0/5	50.30	90.00		6.9	115		11 46 50.5	50.39	90.12		7.5
39		03 58 57.8/7	50.31	90.05		7.5	116		20 42 44.0/5	50.30	90.20		6.6
40		04 03 24.3/3	50.52	89.77		6.5	117	25.06	05 52 38.4/3	50.42	90.12		6.8
41		04 08 29.1/7	50.35	90.02		7.9	118		07 54 24.0/3	50.30	90.10		6.5
42		04 33 13.3/5	50.39	90.12		6.6	119		13 07 30.0/4	50.26	90.04		6.6
43		04 35 00.1/6	50.41	90.04		7.5	120		16 02 28.9/7	50.31	90.10		6.8
44		05 19 11.6/7	50.38	90.09		8.2	121		18 31 43.1/7	50.46	90.09		7.0
45		05 31 07.4/6	50.38	90.04		7.3	122		19 23 11.0/4	50.40	90.00		6.6
46		06 00 15.0/4	50.41	90.15		6.8	123		21 36 38.0/5	50.20	90.10		6.7
47		06 09 17.6/4	50.36	90.10		6.7	124	26.06	00 03 37.1/7	50.31	90.02		7.3
48		06 22 07.0/5	50.30	90.10		7.0	125		00 46 00.0/8	50.40	90.10		7.5
49		06 25 47.0/7	50.46	90.12		7.6	126		08 16 49.0/6	50.30	90.10		6.7
50		06 31 40.2/6	50.36	90.08		8.1	127		10 35 24.0/5	50.30	90.20		6.8
51		06 34 07.2/7	50.38	90.06		7.6	128		12 45 32.4/9	50.31	90.13	2.6	9.3
52		06 39 14.0/3	50.36	90.07		6.6	129		13 00 15.3/7	50.35	90.18		6.9
53		06 56 21.2/5	50.31	90.03		7.1	130		13 09 36.2/3	50.33	89.93		6.8
54		06 57 53.1/5	50.43	90.06		7.2	131		14 19 08.7/5	50.35	90.00		6.6
55		07 03 28.5/5	50.33	90.12		6.7	132		14 52 11.5/7	50.34	90.15		7.1
56		07 09 15.0/5	50.40	90.10		6.9	133		16 49 55.3/7	50.29	90.14		6.8
57		07 53 19.2/4	50.42	90.00		6.6	134		19 35 01.8/6	50.45	90.04		6.7
58		07 54 23.4/6	50.39	89.97		7.4	135	27.06	00 14 16.6/9	50.38	90.09	2.8	9.5
59		07 55 25.2/4	50.35	90.06		6.7	136		02 42 04.7/8	50.37	90.07		7.6
60		09 06 30.3/7	50.41	90.08		7.4	137		03 21 06.5/5	50.43	90.20		6.8
61		09 11 03.8/7	50.45	90.16		7.7	138		08 21 34.7/7	50.37	90.16		7.2
62		09 23 38.2/7	50.27	90.02		7.3	139		08 53 42.2/5	50.35	90.15		6.7
63		09 25 21.5/5	50.41	90.07		6.8	140		19 28 19.0/8	50.44	90.14		7.1
64		09 53 02.7/7	50.34	90.01		8.0	141		21 58 48.7/6	50.36	90.11		6.7
65		09 54 06.3/7	50.45	90.08		8.2	142		23 10 09.5/6	50.40	90.05		7.1
66		10 24 45.6/7	50.34	90.03		7.2	143	28.06	09 27 29.8/7	50.40	90.09		7.3
67		10 27 42.0/6	50.43	90.07		6.6	144	29.06	01 45 16.7/6	50.39	90.04		6.9
68		10 37 01.0/7	50.30	90.11		7.2	145		20 10 26.7/7	50.38	90.07		7.6
69		10 52 25.9/6	50.30	90.06		6.8	146		20 14 28.0/4	50.30	90.10		6.5
70		11 17 32.2/7	50.34	90.04		6.9	147	30.06	14 48 37.3/7	50.40	90.04		7.4
71		12 35 05.0/4	50.30	90.10		6.7	148		14 53 41.8/8	50.38	90.03		7.8
72		12 45 14.1/6	50.34	90.07		7.2	149		14 57 54.0/5	50.50	90.00		6.9
73		13 06 27.5/8	50.40	90.09		7.6	150		19 02 31.1/8	50.38	90.11		8.0
74		13 07 12.3/8	50.29	90.05		8.4	151		20 35 12.1/5	50.47	90.00		6.7
75		14 27 07.9/8	50.44	90.05		8.3	152	01.07	05 26 42.0/5	50.40	90.10		6.7
76		14 29 54.2/8	50.37	90.03		7.8	153	02.07	03 13 23.0/6	50.50	90.00		6.8
77		15 18 35.0/6	50.28	90.08		6.9	154		04 48 19.1/10	50.40	90.17		8.6
78		16 15 12.5/6	50.31	90.08		6.9	155		21 12 43.2/4	50.59	90.49		7.0
79		16 48 11.0/8	50.36	90.08		8.5	156	03.07	14 51 45.1/9	50.38	90.09		7.3
80		16 56 05.5/7	50.30	90.08		7.1	157	05.07	20 03 24.9/10	50.42	90.11		7.8
81		17 18 07.0/4	50.40	90.00		6.4	158	06.07	19 53 32.5/8	50.46	90.11		7.3
82		17 30 29.2/8	50.38	90.04		8.4	159	08.07	18 08 02.5/8	50.37	90.18		7.1
83		18 31 50.0/5	50.34	90.11		6.6	160	11.07	10 52 28.9/9	50.49	90.08		8.2
84		20 35 02.5/8	50.38	90.07		7.6	161	12.07	00 15 56.9/9	50.36	90.11		9.5
85		20 50 34.8/6	50.31	90.10		6.9	162		02 23 12.3/7	50.46	90.11		7.5
86		21 34 39.0/5	50.10	90.20		6.6	163		03 56 35.4/7	50.46	90.11		7.5
87		21 40 54.4/6	50.40	90.00		6.7	164		04 16 10.6/7	50.48	90.07		7.4
88		21 42 20.1/6	50.37	90.05		6.8	165		11 22 23.8/8	50.44	90.20		8.0
89		22 19 04.8/7	50.39	90.11		7.1	166		22 24 41.4/8	50.33	90.02		7.3
90		22 37 50.5/7	50.28	90.13		7.1	167	13.07	00 00 19.4/6	50.36	90.04		7.5
91		22 49 00.2/8	50.41	90.08	2.8	9.5	168	15.07	02 41 06.0/7	50.40	90.00		6.7
92		22 53 29.1/7	50.28	90.05		6.7	169		12 13 00.0/7	50.40	90.10		6.8
93		23 19 37.3/8	50.44	90.09		7.7	170		12 40 56.0/7	50.40	90.20		7.0
94		23 23 10.6/8	50.43	90.04		8.0	171		14 41 42.8/9	50.44	90.07		7.5
95		23 50 38.0	50.30	90.00		6.4	172	16.07	18 53 18.9/7	50.29	90.04		7.5

№	Дата	t ₀ /n	φ°, N	λ°, E	Mc	K _p
1	2	3	4	5	6	7
173		21 20 49.4/8	50.41	90.17		7.8
174	17.07	08 59 54.4/8	50.37	90.14		7.2
175		13 12 16.0/10	50.63	89.72		7.6
176	11.08	11 27 39.9/9	50.41	90.00		7.4
177	19.08	17 18 51.0/6	50.50	90.10		7.2
178	21.08	11 14 07.0/5	50.42	90.04		7.5
179		16 37 15.1/7	50.51	90.59	3.1	9.0
180	26.08	02 30 58.3/9	50.25	89.60	3.8	11.2
181	28.08	02 06 15.4/5	50.42	90.14		7.8
182	29.08	09 41 51.2/7	50.19	90.58		7.8
183	31.08	01 51 48.6/5	50.40	90.00		7.8
184	02.09	14 16 24.5/6	50.41	90.07		7.8
185	06.09	12 13 02.3/6	50.37	90.08		7.1
186	07.09	23 21 56.3/7	50.46	90.04		7.1
187	10.09	03 11 16.0/9	50.43	89.96		9.7
188		07 12 08.7/5	50.42	90.05		6.5
189	11.09	18 24 35.8/9	50.40	89.97		7.3
190	15.09	15 51 46.5/8	50.37	90.16		7.2
191	18.09	12 25 24.0/6	50.40	90.10		6.7
192	19.09	19 49 11.7/9	50.38	90.00		7.8
193	23.09	20 23 59.1/9	50.36	90.05		7.5

№	Дата	t ₀ /n	φ°, N	λ°, E	Mc	K _p
1	2	3	4	5	6	7
194	28.09	20 35 14.4/4	50.27	90.23		7.6
195	02.10	20 22 58.2/11	50.98	89.72		8.5
196	05.10	02 08 07.1/8	50.40	90.10		6.9
197	19.10	15 37 43.2/9	50.05	90.82	3.3	9.9
198	04.11	21 11 37.1/11	50.42	90.06		7.5
199	05.11	17 38 01.0/3	50.40	89.60		6.4
200	10.11	03 09 42.7/9	50.29	90.12		7.0
201	11.11	10 33 52.0/5	50.40	89.90		6.9
202	14.11	14 25 04.2/11	50.37	90.06		7.2
203	20.11	04 08 37.0/4	50.30	90.10		6.3
204		06 15 34.8/11	50.38	90.08		7.4
205		09 22 16.5/7	50.47	90.59		6.9
206	24.11	02 29 44.0/6	50.40	90.10		6.7
207	26.11	13 43 44.4/8	50.63	89.66		6.5
208	27.11	01 38 34.5/8	50.59	89.68		6.8
209	10.12	07 39 42.0/5	50.40	90.10		6.5
210	22.12	05 45 44.3/7	50.40	90.00		6.9
211		10 07 39.6/7	50.19	90.13		6.9
212	23.12	21 57 49.0/5	50.30	90.00		6.5
213	27.12	18 06 08.0/5	50.40	90.00		6.2

Примечание. Магнитуда Mc определена по кода-волнам по номограмме [10].

Сейсмичность Алтае-Саянской области в целом характеризовалась активизацией центральных и западных районов при сохраняющейся афтершоковой активности района Бусингольского землетрясения.

Л и т е р а т у р а

1. **Филина А.Г. 2000.** Алтай и Саяны // Землетрясения Северной Евразии в 1994 году. М.: Изд-во ОИФЗ РАН. С. 62-64.
2. **Омельченко О.К., Филина А.Г., Благовидова Т.Я., Белобородов В.Н. 1983.** Массовая обработка на ЭВМ записей землетрясений Алтае-Саянской региональной сети // Алгоритмы и практика определения гипоцентров землетрясений на ЭВМ (Методические работы). М.: Наука. С. 82-86.
3. **Филина А.Г. (отв. сост.), Подкорытова В.Г., Манушина О.А., Подлипская Э.А., Слепенкова Э.А.** Алтай и Саяны. См. раздел III (Каталоги землетрясений) в наст. сб.
4. **Филина А.Г. 1999.** Распознавание записей промышленных взрывов в Алтае-Саянском регионе // Физика Земли. №6. С. 27-35.
5. **Филина А.Г. 1997.** Землетрясения Алтая и Саян // Землетрясения в СССР в 1991 году. М.: Изд-во ОИФЗ РАН. С. 38-39.
6. **Филина А.Г. (отв. сост.), Пугачева В.Н., Манушина О.А., Слепенкова Э.А., Ибрагимова Г.Г. 1997.** Алтай и Саяны // Землетрясения в СССР в 1991 году. М.: Изд-во ОИФЗ РАН. С. 138-142.
7. **Чернов А.Г. 1975.** Новейшая структура Алтае-Саянской области и ее связь с сейсмичностью // Сейсмичность Алтае-Саянской области. Новосибирск: Изд-во ИГиГ СО РАН. С. 57-73.
8. **Филина А.Г. (отв. сост.), Пугачева В.Н., Манушина О.А., Озерова Р.М., Слепенкова Э.А., Ибрагимова Г.Г. 1991.** Алтай и Саяны // Землетрясения в СССР в 1988 году. С. 281-283.
9. **Дергачев А.А., Мучная В.И., Филина Ф.Г.** Прокопьевское землетрясение 14 сентября 1995 года (Mc=4.7). См. раздел II (Макросейсмические обследования) в наст. сб.
10. **Филина А.Г. 1999.** Землетрясения Алтая и Саян // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. М.: Изд-во НИА-Природа. С. 65-68.