

## АЛТАЙ И САЯНЫ

А.Ф. Еманов<sup>1,2</sup>, Е.В. Лескова<sup>1,2</sup>, А.Г. Филина<sup>1</sup>, А.А. Еманов<sup>1,2</sup>, А.В. Фатеев<sup>1,2</sup>, А.В. Дураченко<sup>1</sup><sup>1</sup>Алтае-Саянский филиал ГС СО РАН, г. Новосибирск, [emanov@gs.nsc.ru](mailto:emanov@gs.nsc.ru)<sup>2</sup>Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, г. Новосибирск

В 2006 г. сейсмическую сеть региона составляли 32 цифровые станции, данные о которых приведены в табл. 1 и 2. В декабре 2006 г. была открыта новая станция – «Лужба» LUZB в одноименном поселке Кемеровской области.

Таблица 1. Сейсмические станции Алтае-Саянского региона в 2006 г.

№	Станция			Дата открытия станции		Координаты		
	Название	Код		аналоговой	цифровой	φ°, N	λ°, E	h, м
		межд.	рег.					
1	Акташ	AKAR	AKAR	25.09.1985	01.02.2001	50.325	87.621	1421
2	Анжеро-Судженск		ASR		24.12.2002	56.103	86.022	211
3	Арадан	ARDR	ARDR	06.08.1992	01.12.2002	52.580	93.428	958
4	Артыбаш	ARTR	ART	26.07.1980	01.07.2000	51.798	87.281	511
5	Берчикуль	BRCR	BRCR		01.09.1998	55.635	88.299	381
6	Быстровка	BSTK	BST		01.01.1999	54.568	82.653	121
7	Верх-База	VEH	VEH	05.03.1967	01.04.2001	53.255	90.299	550
8	Джазатор	DGZ	DGZ		20.08.2003	49.701	87.432	1606
9	Джойская Сосновка		DSN		23.10.2005	52.794	91.397	572
10	Еланда	ELDR	ELDR	27.08.1980 (закрыта 01.12.1993)	04.10.2002	51.217	86.090	472
11	Ельцовка	ELT	ELT	05.07.1962	15.09.2001	53.261	86.239	235
12	Железногорск		GZL		29.08.2002	56.265	93.542	165
13	Кайтанак	KTNR	KTNK		18.05.2001	50.145	85.465	1031
14	Кемерово	KEM	KEM		19.05.2005	55.343	86.089	133
15	Кызыл	KZLR	KZL		15.03.2001	51.705	94.453	654
16	Лужба	LUZB	LUZB		01.12.2006	53.661	88.900	489
17	Мина	MINR	MINR	29.07.1985	01.12.2001	54.978	94.127	544
18	Новосибирск	NVS	NVS	10.11.1965	01.05.1999	54.841	83.234	168
19	Салаир	SALR	SAL		02.03.2005	54.417	85.703	250
20	Солонешенская	SLNR	SLN		18.10.2003	49.777	88.467	2057
21	Ташанта		THT		24.08.2003	49.715	89.197	2130
22	Таштагол	TASR	TASR	01.09.1988	01.12.1999	52.762	87.880	529
23	Тоджа	TDJR	TDJR	27.07.1980 (закрыта в 1994 г.)	01.03.2001	52.453	96.093	1000
24	Тээли	TEL	TEL	01.10.1971	15.03.2001	51.024	90.195	992
25	Тюнгур	TUNR	TUNR	01.10.1980 (закрыта 01.11.1993)	01.08.1998	50.163	86.317	864
26	Улаган	ULGR	ULGR		28.07.2002	50.623	87.961	1239
27	Усть-Кан	UKR	UKR	02.09.1963	01.02.2001	50.940	84.769	1057
28	Чаган-Узун	CUR	CUR	19.12.1963 (закрыта 31.05.1985)	13.02.2002	50.101	88.358	1740
29	Черемушки	CERR	CERR	05.09.1990	01.12.2000	52.856	91.416	390
30	Чибит	CHBI	CHB		03.10.2003	50.313	87.503	1164
31	Эрзин	ERNS	ERNS	03.06.1964	01.12.2001	50.265	95.161	1100
32	Яйлю	YALR	YALR		19.07.2002	51.769	87.611	451

Таблица 2. Данные об аппаратуре цифровых станций Алтая и Саян в 2006 г.

Название станции	Тип регистратора и датчика	Перечень каналов	Частотный диапазон, Гц	Частота опроса данных, Гц	Разрядность АЦП	Чувствительность, велосигграф – отсчет/(м/с), акселерограф – отсчет/(м/с <sup>2</sup> )
Акташ	Байкал-11+СКМ-3	EH (N) v	0.5–20	100	24	4.0·10 <sup>9</sup>
		EH (E) v	0.5–20	100	24	7.8·10 <sup>9</sup>
		EH (Z) v	0.5–20	100	24	4.8·10 <sup>9</sup>
	Байкал-11+ОСП	EN (N) a	5.88–16	100	24	2.3·10 <sup>9</sup>
		EN (E) a	5.88–16	100	24	2.4·10 <sup>9</sup>
		EN (Z) a	5.88–16	100	24	2.3·10 <sup>9</sup>
Анжеро-Судженск	Байкал-11+СМ-3-КВ	EH (N) v	0.5–20	100	24	5.3·10 <sup>9</sup>
		EH (E) v	0.5–20	100	24	5.3·10 <sup>9</sup>
		EH (Z) v	0.5–20	100	24	5.8·10 <sup>9</sup>
Арадан	Байкал-11+СКМ-3	EH (N) v	0.5–20	100	24	2.9·10 <sup>9</sup>
		EH (E) v	0.5–20	100	24	2.7·10 <sup>9</sup>
		EH (Z) v	0.5–20	100	24	2.7·10 <sup>9</sup>
Артыбаш	Байкал-11+СКМ-3	EH (N) v	0.5–20	100	24	3.1·10 <sup>9</sup>
		EH (E) v	0.5–20	100	24	1.5·10 <sup>9</sup>
		EH (Z) v	0.5–20	100	24	1.5·10 <sup>9</sup>
Берчикуль	Байкал-11+СМ-3-КВ	EH (N) v	0.5–20	100	24	1.7·10 <sup>10</sup>
		EH (E) v	0.5–20	100	24	1.6·10 <sup>10</sup>
		EH (Z) v	0.5–20	100	24	1.4·10 <sup>10</sup>
Быстровка	Байкал-11+СКМ-3	EH (N) v	0.5–20	200	24	1.7·10 <sup>9</sup>
		EH (E) v	0.5–20	200	24	1.8·10 <sup>9</sup>
		EH (Z) v	0.5–20	200	24	1.7·10 <sup>9</sup>
Верх-База	Байкал-11+СКМ-3	EH (N) v	0.5–20	100	24	1.5·10 <sup>9</sup>
		EH (E) v	0.5–20	100	24	1.6·10 <sup>9</sup>
		EH (Z) v	0.5–20	100	24	1.2·10 <sup>9</sup>
	Байкал-11+СКД	HH (N) v	0.05–20	100	24	1.9·10 <sup>8</sup>
		HH (E) v	0.05–20	100	24	1.7·10 <sup>8</sup>
		HH (Z) v	0.05–20	100	24	1.6·10 <sup>8</sup>
Джазатор	Байкал-11+СКМ-3	EH (N) v	0.5–20	100	24	1.9·10 <sup>9</sup>
		EH (E) v	0.5–20	100	24	2.1·10 <sup>9</sup>
		EH (Z) v	0.5–20	100	24	1.9·10 <sup>9</sup>
Джойская Сосновка	Байкал-11+СМ-3-КВ	EH (N) v	0.5–20	100	24	3.2·10 <sup>9</sup>
		EH (E) v	0.5–20	100	24	3.3·10 <sup>9</sup>
		EH (Z) v	0.5–20	100	24	3.0·10 <sup>9</sup>
Еланда	Байкал-11+СМ-3-КВ	EH (N) v	0.5–20	100	24	4.7·10 <sup>9</sup>
		EH (E) v	0.5–20	100	24	4.7·10 <sup>9</sup>
		EH (Z) v	0.5–20	100	24	5.0·10 <sup>9</sup>
Ельцовка	Байкал-11+СКМ-3	EH (N) v	0.5–20	100	24	2.1·10 <sup>9</sup>
		EH (E) v	0.5–20	100	24	2.5·10 <sup>9</sup>
		EH (Z) v	0.5–20	100	24	1.8·10 <sup>9</sup>
Железногорск	Байкал-11+СМ-3-КВ	EH (N) v	0.5–20	100	24	7.7·10 <sup>7</sup>
		EH (E) v	0.5–20	100	24	9.5·10 <sup>7</sup>
		EH (Z) v	0.5–20	100	24	1.04·10 <sup>8</sup>
Кайтанак	Байкал-11+СМ-3-КВ	EH (N) v	0.5–20	100	24	3.3·10 <sup>9</sup>
		EH (E) v	0.5–20	100	24	3.1·10 <sup>9</sup>
		EH (Z) v	0.5–20	100	24	3.3·10 <sup>9</sup>
Кемерово	Байкал-11+СМ-3-КВ	EH (N) v	0.5–20	100	24	3.3·10 <sup>9</sup>
		EH (E) v	0.5–20	100	24	2.9·10 <sup>9</sup>
		EH (Z) v	0.5–20	100	24	3.9·10 <sup>9</sup>
Кызыл	Байкал-11+СМ-3-КВ	EH (N) v	0.5–20	100	24	6.5·10 <sup>8</sup>
		EH (E) v	0.5–20	100	24	5.9·10 <sup>8</sup>
		EH (Z) v	0.5–20	100	24	6.2·10 <sup>8</sup>

Название станции	Тип регистратора и датчика	Перечень каналов	Частотный диапазон, Гц	Частота опроса данных, Гц	Разрядность АЦП	Чувствительность, велосигграф – отсчет/(м/с), акселерограф – отсчет/(м/с <sup>2</sup> )
Лужба	Байкал-11+СМ-3-КВ	ЕН (N) v	0.5–20	100	24	6.7·10 <sup>9</sup>
		ЕН (E) v	0.5–20	100	24	6.7·10 <sup>9</sup>
		ЕН (Z) v	0.5–20	100	24	6.4·10 <sup>9</sup>
Мина	Байкал-11+СКМ-3	ЕН (N) v	0.5–20	100	24	2.6·10 <sup>9</sup>
		ЕН (E) v	0.5–20	100	24	2.9·10 <sup>7</sup>
		ЕН (Z) v	0.5–20	100	24	2.4·10 <sup>9</sup>
Новосибирск	Байкал-11+СМ-3-КВ	ЕН (N) v	0.5–20	100	24	3.1·10 <sup>9</sup>
		ЕН (E) v	0.5–20	100	24	2.9·10 <sup>9</sup>
		ЕН (Z) v	0.5–20	100	24	3.0·10 <sup>9</sup>
	Байкал-11+СКД	НН (N) v	0.05–20	100	24	1.8·10 <sup>9</sup>
		НН (E) v	0.05–20	100	24	1.3·10 <sup>9</sup>
		НН (Z) v	0.05–20	100	24	1.5·10 <sup>9</sup>
	Байкал-11+СКМ-3	ЕН (N) v	0.5–20	100	24	1.8·10 <sup>9</sup>
		ЕН (E) v	0.5–20	100	24	2.1·10 <sup>9</sup>
		ЕН (Z) v	0.5–20	100	24	2.0·10 <sup>9</sup>
Салаир	Байкал-11+СМ-3-КВ	ЕН (N) v	0.5–20	100	24	6.8·10 <sup>9</sup>
		ЕН (E) v	0.5–20	100	24	6.8·10 <sup>9</sup>
		ЕН (Z) v	0.5–20	100	24	6.4·10 <sup>9</sup>
Солошенская	Байкал-11+СМ-3-КВ	ЕН (N) v	0.5–20	200	24	8.5·10 <sup>9</sup>
		ЕН (E) v	0.5–20	200	24	9.1·10 <sup>9</sup>
		ЕН (Z) v	0.5–20	200	24	9.5·10 <sup>9</sup>
	Байкал-11+ОСП	ЕН (N) a	0.5–20	100	24	3.6·10 <sup>5</sup>
		ЕН (E) a	0.5–20	100	24	3.8·10 <sup>5</sup>
		ЕН (Z) a	0.5–20	100	24	3.7·10 <sup>5</sup>
Ташанта	Байкал-11+СМ-3-КВ	ЕН (N) v	0.5–20	100	24	3.0·10 <sup>9</sup>
		ЕН (E) v	0.5–20	100	24	3.4·10 <sup>9</sup>
		ЕН (Z) v	0.5–20	100	24	3.3·10 <sup>9</sup>
Таштагол	Байкал-11+СМ-3-КВ	ЕН (N) v	0.5–20	100	24	2.9·10 <sup>9</sup>
		ЕН (E) v	0.5–20	100	24	3.2·10 <sup>9</sup>
		ЕН (Z) v	0.5–20	100	24	3.4·10 <sup>9</sup>
	Байкал-11+СМ-3-КВ	ЕН (N) v	0.5–20	100	16	1.1·10 <sup>8</sup>
		ЕН (E) v	0.5–20	100	16	1.2·10 <sup>8</sup>
		ЕН (Z) v	0.5–20	100	16	1.1·10 <sup>8</sup>
Тоджа	Байкал-11+СКМ-3	ЕН(N) v	0.5–20	100	24	1.8·10 <sup>9</sup>
		ЕН(E) v	0.5–20	100	24	1.8·10 <sup>9</sup>
		ЕН (Z) v	0.5–20	100	24	1.7·10 <sup>9</sup>
Тээли	Байкал-11+СКМ-3	ЕН (N) v	0.5–20	100	24	1.7·10 <sup>9</sup>
		ЕН (E) v	0.5–20	100	24	1.6·10 <sup>9</sup>
		ЕН (Z) v	0.5–20	100	24	1.6·10 <sup>9</sup>
	Байкал-11+СКД	НН (N) v	0.05–20	100	24	3.2·10 <sup>8</sup>
		НН (E) v	0.05–20	100	24	3.1·10 <sup>8</sup>
		НН (Z) v	0.05–20	100	24	2.9·10 <sup>8</sup>
Тюнгур	Байкал-11+СКМ-3	ЕН (N) v	0.5–20	100	24	1.7·10 <sup>9</sup>
		ЕН (E) v	0.5–20	100	24	2.6·10 <sup>9</sup>
		ЕН (Z) v	0.5–20	100	24	2.4·10 <sup>9</sup>
Улаган	Байкал-11+СМ-3-КВ	ЕН (N) v	0.5–20	100	24	4.2·10 <sup>9</sup>
		ЕН (E) v	0.5–20	100	24	4.2·10 <sup>9</sup>
		ЕН (Z) v	0.5–20	100	24	4.6·10 <sup>9</sup>
Усть-Кан	Байкал-11+СКМ-3	ЕН (N) v	0.5–20	100	24	1.6·10 <sup>9</sup>
		ЕН (E) v	0.5–20	100	24	1.8·10 <sup>9</sup>
		ЕН (Z) v	0.5–20	100	24	1.6·10 <sup>9</sup>

Название станции	Тип регистратора и датчика	Перечень каналов	Частотный диапазон, Гц	Частота опроса данных, Гц	Разрядность АЦП	Чувствительность, велосигграф – отсчет/(м/с), акселерограф – отсчет/(м/с <sup>2</sup> )
	Байкал-11+СКД	НН (N) v НН (E) v НН (Z) v	0.05–20 0.05–20 0.05–20	100 100 100	24 24 24	1.2·10 <sup>8</sup> 1.1·10 <sup>8</sup> 1.1·10 <sup>8</sup>
Чаган-Узун	Байкал-11+СМ-3-КВ	ЕН (N) v ЕН (E) v ЕН (Z) v	0.5–20 0.5–20 0.5–20	100 100 100	24 24 24	4.9·10 <sup>9</sup> 4.7·10 <sup>9</sup> 4.3·10 <sup>9</sup>
Черемушки	Байкал-10+СМ-3-КВ	ЕН (N) v ЕН (E) v ЕН (Z) v	0.5–20 0.5–20 0.5–20	100 100 100	16 16 16	7.0·10 <sup>8</sup> 7.2·10 <sup>8</sup> 5.3·10 <sup>8</sup>
Чибит	Байкал-11+СМ-3-КВ	ЕН (N) v ЕН (E) v ЕН (Z) v	0.5–20 0.5–20 0.5–20	100 100 100	24 24 24	4.7·10 <sup>9</sup> 3.1·10 <sup>9</sup> 4.7·10 <sup>9</sup>
Эрзин	Байкал-11+СМ-3-КВ	ЕН (N) v ЕН (E) v ЕН (Z) v	0.5–20 0.5–20 0.5–20	100 100 100	24 24 24	1.6·10 <sup>9</sup> 1.4·10 <sup>9</sup> 1.5·10 <sup>9</sup>
Яйлю	Байкал-11+СМ-3-КВ	ЕН(N) v ЕН(E) v ЕН(Z) v	0.5–20 0.5–20 0.5–20	100 100 100	24 24 24	4.0·10 <sup>9</sup> 4.4·10 <sup>9</sup> 4.0·10 <sup>9</sup>

Сейсмические станции из табл. 1 показаны на рис. 1, где также приведены изолинии карты энергетической представительности землетрясений  $K_{min}$  в Алтае-Саянском регионе, рассчитанные по данной сети. Из сравнения рис. 1 с таковым в 2005 г. [1] видно, что карта  $K_{min}$  в 2006 г. по большей территории региона не изменилась, за исключением района Кузбасса и прилегающих областей Хакасии – здесь за счет станции «Лужба» практически на всей указанной территории представительным классом является  $K_{min}=5$ .

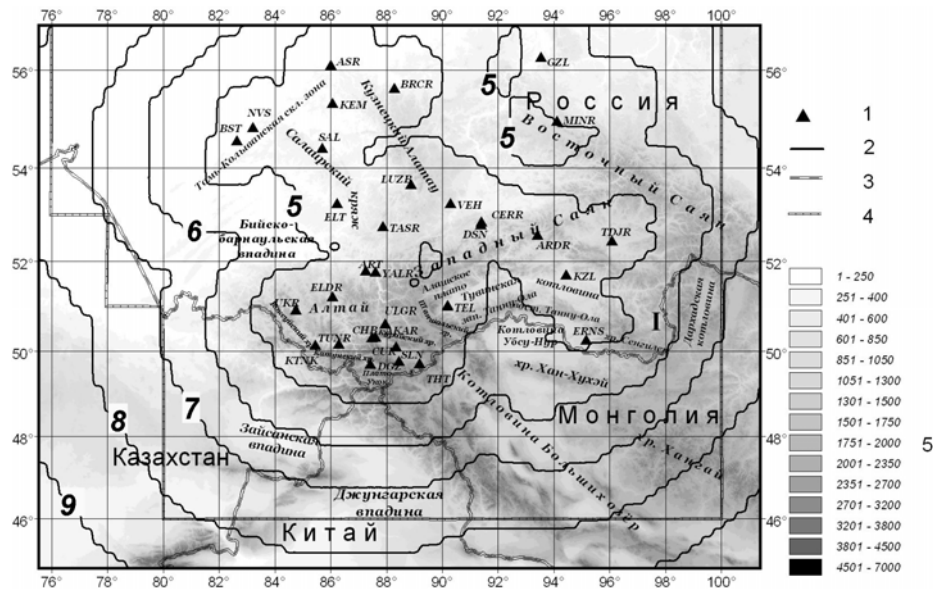


Рис. 1. Карта энергетической представительности  $K_{min}$  землетрясений Алтае-Саянского региона в 2006 г. 1 – сейсмическая станция; 2 – изолиния  $K_{min}$ ; 3 – государственная граница; 4 – граница зоны ответственности АСОМСЭ; 5 – высоты рельефа  $h_y$ , м; римской цифрой I отмечена Бусингольская впадина.

На карте погрешности локации эпицентров землетрясений  $\delta$ , км (рис. 2), изменения менее заметны: площадь с  $\delta=3$  км увеличилась, по сравнению с таковой в 2005 г. [1], но в остальном все на прежнем месте.

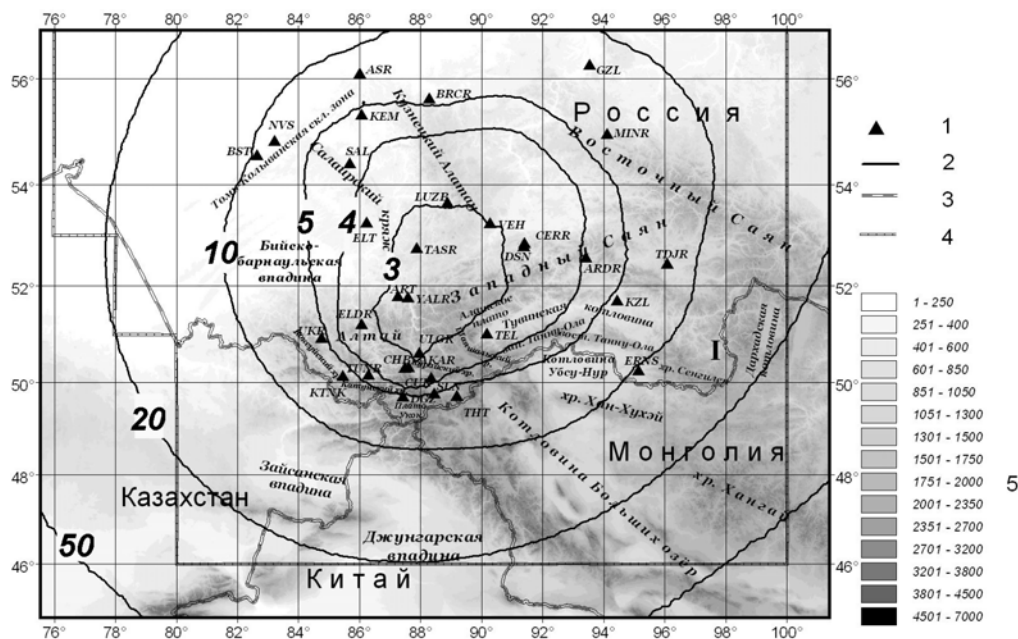


Рис. 2. Карта погрешности локации эпицентров землетрясений с  $K_p=9$  в 2006 г.

1 – сейсмическая станция АСОМСЭ; 2 – изолиния погрешности  $\delta$ , км; 3 – государственная граница; 4 – граница зоны ответственности АСОМСЭ; 5 – высоты рельефа; римской цифрой I отмечена Бусингольская впадина.

Кроме стационарной сети в 2006 г., действовали временные локальные сети сейсмических станций:

1) сеть из 23 станций [2] работала с 19 мая по 5 июня в эпицентральной области Чуйского землетрясения 27.09.2003 г. с  $M_S=7.3$  [3], позволившая снизить здесь уровень  $K_{\min}$  до  $K_{\min}=4$ , а ошибки в локации эпицентров – до  $\pm(1-2)$  км;

2) сеть из 18 станций работала с 28 июля по 7 августа в районе Урэг-Нурского землетрясения [4], произошедшего 15.05.1970 г. с  $M_S=6.9$  в Горном Алтае, на территории Монголии [5, 6], и позволила в результате эксперимента по данным регистрации слабых землетрясений ( $K_p=2-7$ ) впервые получить сведения о распределении землетрясений по глубине в этом районе, их приуроченности к тектоническим структурам, построить стереограммы механизмов очагов [7].

Этими сетями зарегистрировано 130 землетрясений с  $K_p=4.7-11.8$  в эпицентральной зоне Чуйского землетрясения [8] и 51, с  $K_p=1.6-7.5$ , – в Урэг-Нурском районе [9]. Подробное описание результатов наблюдений на локальных полигонах приведено в [2, 7].

В 2006 г. временные станции группировались вокруг Чаган-Узунского блока [3], где в 2005 г. также работало несколько станций [10], вынесенных к северу и к югу от основной группы. Конфигурация области максимальной представительности и точности несколько изменилась, повторяя апертуру станций, но незначительно. По этой причине в настоящей статье соответствующие карты для 2006 г. не приводятся (см. [1]).

Обработка землетрясений региона велась, как и ранее [1], с применением двухслойной региональной модели земной коры с заданной средней глубиной очагов  $h=15$  км [11]. Данные локальных сетей и параметры некоторых сильных ( $K \geq 11$ ) землетрясений региона обрабатывались с применением уточненного скоростного разреза [12]. В каталоге [13] такие события даны с точностью до третьего знака после запятой в координатах и со значением глубины очага, которая определялась для каждого события, если позволяли возможности конкретного набора станций. В противном случае глубина фиксировалась на значении, обеспечивающем максимальную точность определения координат, и в каталоге помечалась «f» (фиксирована).

В каталог [13] наст. сб. включено 1068 землетрясений с  $K_p \geq 6.6$ , суммарная энергия которых равна  $\Sigma E = 1.143 \cdot 10^{12}$  Дж. Их распределение по энергетическим классам  $K_p$  показано в табл. 3. Наибольшее значение  $K_p$  составило 11.4 и характеризует два землетрясения, произошедшие 20 марта в 02<sup>h</sup>09<sup>m</sup> с  $h=27$  км и 10 октября в 03<sup>h</sup>56<sup>m</sup> с  $h=30$  км [13]. Ощутимых землетрясений в 2006 г. зафиксировано не было.

**Таблица 3.** Распределение числа землетрясений по энергетическим классам и суммарная сейсмическая энергия в регионе Алтай и Саяны в 2006 г.

$K_p$	7	8	9	10	11	$N_{K \geq 6.6}$	$\Sigma E, Дж$
$N(K_p)$	742	236	66	17	7	1068	$1.143 \cdot 10^{12}$

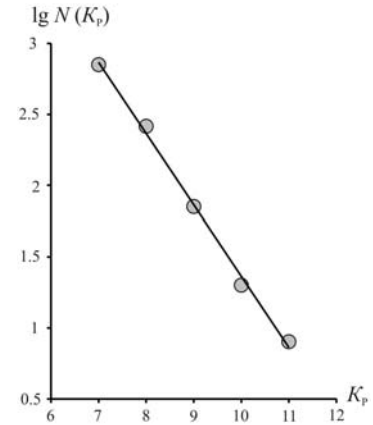
Построенный по данным табл. 3 график повторяемости изображен на рис. 3. Уравнение графика повторяемости в его линейной части, рассчитанное методом ортогональной регрессии, имеет вид:

$$\lg N(K_p) = 6.373 - 0.501 K_p.$$

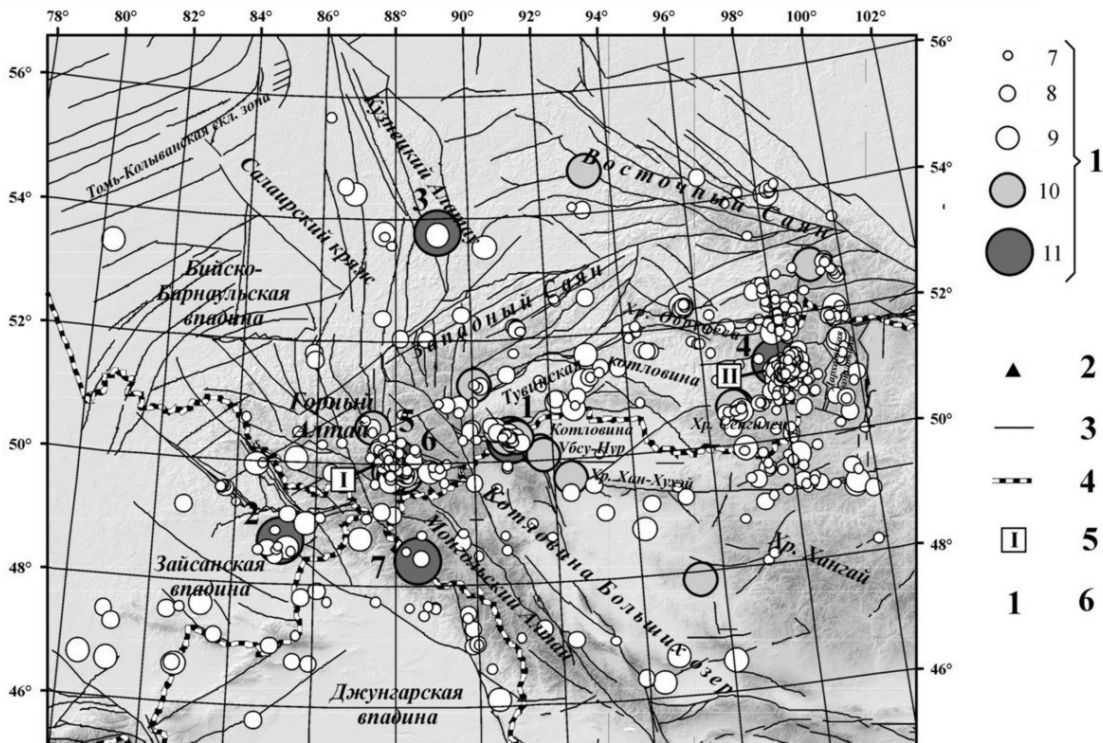
Наклон  $\gamma$  графика повторяемости землетрясений в 2006 г. составил по модулю  $\gamma = |0.5|$ , что несколько выше его среднего долговременного значения  $\bar{\gamma} = |0.45|$ .

Таким образом, сейсмический процесс в регионе в 2006 г. можно считать относительно спокойным, т.к. отсутствовали землетрясения с  $K_p \geq 12$ , а зарегистрировано всего семь событий с  $K_p = 11$  [13] и их суммарная энергия  $\Sigma E_{K=11} = 1.1 \cdot 10^{12} Дж$ , т.е. соответствует примерно одному землетрясению с  $K_p = 12$ .

На рис. 4 приведена карта эпицентров землетрясений с  $K_p \geq 6.6$  за 2006 г. Как видим, большинство из семи землетрясений с  $K_p \geq 11$  приурочены к областям крупнейших событий, а именно к очаговым зонам землетрясений: Урэг-Нурского 15.05.1970 г. с  $MS=7.0$  [5, 6], Зайсанского 14.06.1990 г. с  $MS=6.6$  [14], Бусингольского 27.12.1991 г. с  $MLH=6.5$  [15] и Чуйского 27.09.2003 г. с  $MS=7.3$  [3, 16]. Кроме того, в 2006 г. землетрясения 11-го класса зарегистрированы в Кузнецком Алатау и Монгольском Алтае [13].



**Рис. 3.** График повторяемости землетрясений Алтай и Саян в 2006 г.



**Рис. 4.** Карта эпицентров землетрясений с  $K_p \geq 6.6$  на территории Алтае-Саянской горной области в 2006 г.

1 – энергетический класс  $K_p$ ; 2 – стационарная сейсмическая станция АСОМСЭ; 3 – активный разлом; 4 – государственная граница; 5 – римскими цифрами I и II отмечены Чуйско-Курайская и Белино-Бусингольская зоны соответственно; 6 – цифры 1–7 соответствуют номерам сильных ( $K_p \geq 10.6$ ) землетрясений в каталоге [13].

Рассмотрим особенности сейсмического процесса в некоторых из обозначенных зон более подробно. На рис. 5 изображены детальные карты районов Чуйского, Бусингольского и Урэг-Нурского землетрясений, а также области землетрясения с  $K_p=10.6$  в Кузнецком Алатау. На всех картах представлены эпицентры землетрясений с  $K_p \geq 6.6$  и стереограммы механизмов очагов из [17] в проекции на нижнюю полусферу.

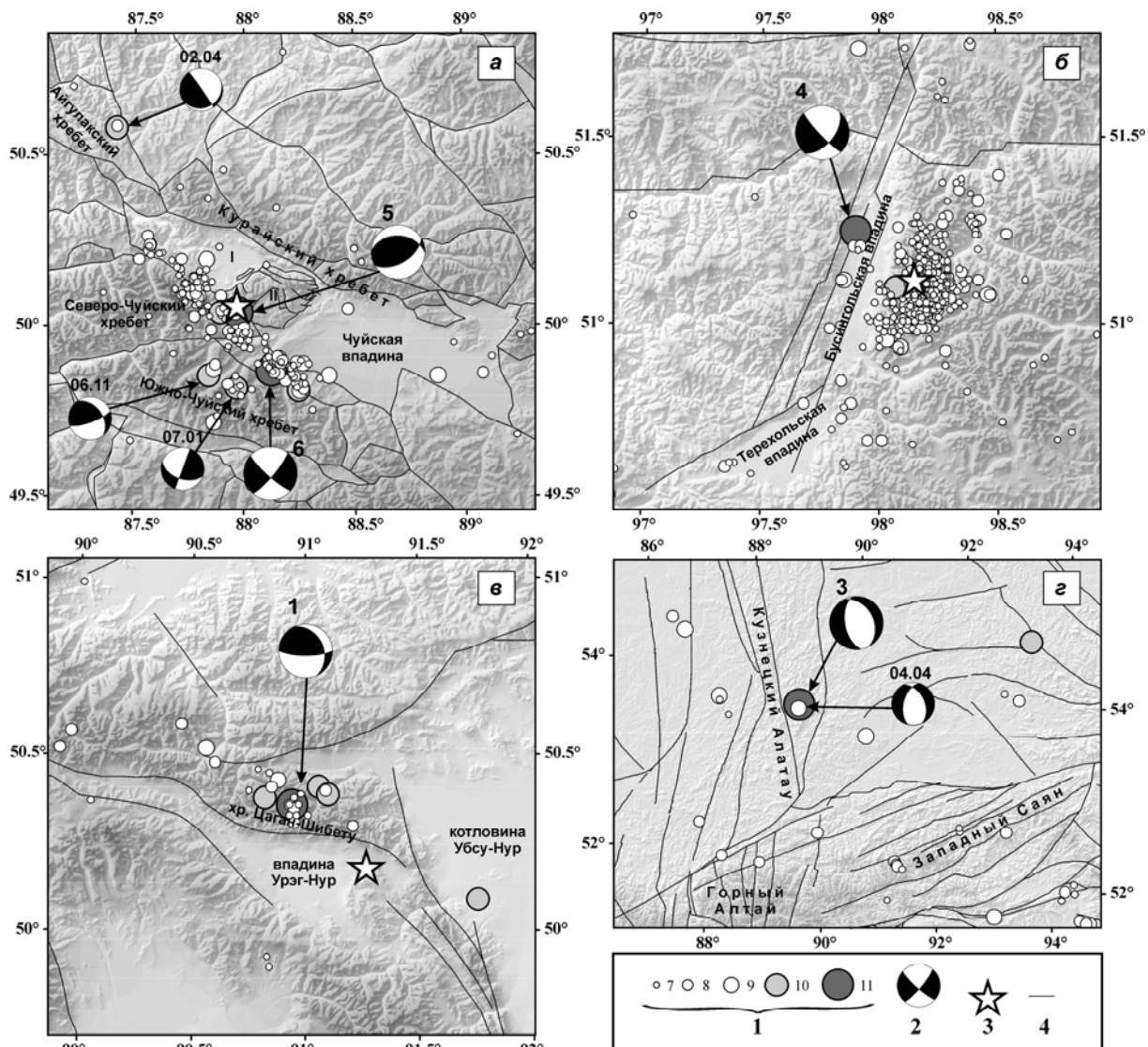


Рис. 5. Карта эпицентров событий с  $K_p \geq 6.6$  в районах землетрясений: Чуйского 27.09.2003 г. (а), Бусингольского 27.12.1991 г. (б), Урэг-Нурского 15.05.1970 г. (в) и в области землетрясения 6 апреля 2006 г. с  $K_p=10.6$  в Кузнецком Алатау (г)

1 – энергетический класс; 2 – стереограмма механизма очага землетрясения в проекции на нижнюю полусферу; 3 – эпицентр сильнейших событий инструментального периода; 4 – активный разлом; номера 1, 3–5 и даты землетрясений соответствуют таковым в каталоге [17]; римскими цифрами I и II отмечены Курайская впадина и Чаган-Узунский приподнятый блок соответственно.

В эпицентральной зоне Чуйского землетрясения (рис. 5 а) в 2006 г. сейсмичность, как и ранее [1], концентрируется в основном вдоль северных границ Северо-Чуйского и Южно-Чуйского хребтов, при этом отмечается активизация вблизи Южно-Чуйского хребта – здесь произошли два землетрясения с  $K_p \sim 10$  (7 января в  $08^{\text{h}}25^{\text{m}}$  с  $K_p=9.6$  и 6 ноября в  $11^{\text{h}}32^{\text{m}}$  с  $K_p=9.8$ ). Их фокальные механизмы указывают на большую вертикальную компоненту сдвига в очаге. Также впервые после Чуйского землетрясения было зарегистрировано событие с  $K_p > 9$  в Айгулакском хребте (2 апреля  $20^{\text{h}}09^{\text{m}}$  с  $K_p=9.9$ ). Тип подвижки в очаге этого толчка – взрез (или поддвиг).



Два сильных ( $K_p \div 11$ ) землетрясения (5) и (6) в Чуйско-Курайской зоне произошли 25 мая в 11<sup>h</sup>49<sup>m</sup> с  $K_p=10.7$  и 29 мая в 05<sup>h</sup>16<sup>m</sup> с  $K_p=10.9$  во время проведения в этой области полевых эпицентральных наблюдений с временными станциями [2]. Они были зарегистрированы более чем 20 станциями в радиусе 50 км от эпицентров этих событий. Эпицентр землетрясения (5) практически совпадает с эпицентром главного толчка Чуйского землетрясения 2003 г. (рис. 5 а), подвижка в его очаге типа взброс. Землетрясение (6), произошедшее на границе Южно-Чуйского хребта и Чуйской впадины, характеризуется чисто сдвиговым типом подвижки (рис. 5 а).

Таким образом, основная часть сейсмической энергии, выделившейся при землетрясениях в Чуйско-Курайской зоне в 2006 г., приходится на центральную и юго-восточную области афтершоков Чуйского землетрясения. Район взаимодействия Северо-Чуйского хребта и Курайской впадины на северо-западе афтершоковой области менее сейсмичен – два самых сильных землетрясения здесь имеют энергетический класс  $K_p \div 9$ .

Интересен также район Бусингольского землетрясения 27.12.1991 г. с  $M=6.5$  (рис. 5 б). В 2006 г. самое сильное ( $K_p=11.4$ ) землетрясение (4) произошло здесь 10 апреля в 03<sup>h</sup>56<sup>m</sup> в Бусингольской впадине. Подвижка в его очаге – сдвиг с небольшой сбросовой составляющей, при этом простирание плоскости  $NPI$  ( $STK=40^\circ$ ) [17] практически совпадает с направлением известных здесь разломов, секущих впадину вдоль ее длинной оси. Следует отметить также всплеск числа землетрясений с июля до середины сентября 2006 г., когда было зарегистрировано свыше 400 событий с  $K_p \leq 9$ . Распределение их по месяцам и энергетическим классам дано в табл. 4, из которой видно, что этот всплеск не связан ни с каким сильным землетрясением. Действительно, землетрясение (4) произошло в 20 км к северо-западу от эпицентра главного толчка Бусингольского землетрясения в апреле, а второе заметное ( $K_p=10.2$ ) землетрясение, совпадающее по положению с основной массой эпицентров (рис. 5 б), зарегистрировано еще раньше – 21 февраля. Тем самым, можно обозначить этот всплеск как рой, продолжающий пульсирующую активность очаговой области Бусингольского землетрясения, отмеченную в [18, 19].

**Таблица 4.** Распределение землетрясений 2006 г. из района Бусингольского землетрясения по месяцам и классам  $K_p$

$K_p$	Янв	Фев	Март	Апр	Май	Июн	Июл	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек	$N_{\Sigma}$
7	11	3	6	7	6	6	121	175	52	12	9	4	412
8	3	3		4	5		31	28	11	9	3	2	99
9	1			1			5	11	2	1			21
10		1											1
11				1									1

В 2006 г. некоторая активизация наблюдалась также в области Урэг-Нурского землетрясения 15.05.1970 г. с  $M=7$  (рис. 5 в). Здесь возникли несколько землетрясений с  $K_p=10-11$ . Их эпицентры тяготеют к хр. Цаган-Шибету и находятся в стороне от очаговой области Урэг-Нурского землетрясения [6]. Подвижка в очаге (1), наибольшего ( $K_p=10.8$ ) из них, зарегистрированного 1 марта в 11<sup>h</sup>56<sup>m</sup>, – взброс.

И, наконец, в Кузнецком Алатау следует отметить землетрясение (3) от 6 апреля в 21<sup>h</sup>34<sup>m</sup> с  $K_p=10.6$  (рис. 5 г). Движение в его очаге, а также в очаге более слабого ( $K_p=8.7$ ) толчка, произошедшего раньше (4 апреля в 01<sup>h</sup>48<sup>m</sup>), являются почти чистыми сбросами с субмеридионально ориентированными нодальными плоскостями.

В заключение можно констатировать, что:

– в 2006 г. в Алтае-Саянском регионе наблюдалась пониженная сейсмическая активность. Самые сильные землетрясения имели  $K_p \div 11$ . Они зарегистрированы в эпицентральных зонах крупнейших землетрясений прошлых лет: Урэг-Нурского, Зайсанского, Бусингольского и Чуйского;

– в Белино-Бусингольской зоне землетрясение с  $K_p=11$  произошло в Бусингольской впадине как единичное событие, а интенсивный рой из большого числа землетрясений малых энергий возник два месяца спустя и локализовался в Шишхидском нагорье эпицентральной зоны Бусингольского землетрясения. Этот рой является продолжением пульсации сейсмичности, начавшейся в 1991 г. [18].



Л и т е р а т у р а

1. Еманов А.Ф., Лескова Е.В., Филина А.Г., Еманов А.А., Фатеев А.В., Подкорытова В.Г., Манушина О.А., Рубцова А.В. Алтай и Саяны // Землетрясения Северной Евразии, 2005 год. – Обнинск: ГС РАН, 2011. – С. 154–167.
2. Еманов А.А., Лескова Е.В., Еманов А.Ф., Шевкунова Е.В., Фатеев А.В., Колесников Ю.И. Сейсмический мониторинг в эпицентральной зоне Чуйского землетрясения 27.09.2003 г.,  $MS=7.3$  (Алтай) // Землетрясения России в 2006 году. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 77–80.
3. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Лескова Е.В., Колесников Ю.И., Фатеев А.В., Филина А.Г. Чуйское землетрясение 27 сентября 2003 г. с  $M=7.3$ ,  $K_p=17$  (Горный Алтай) // Землетрясения Северной Евразии, 2003 год. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 326–343.
4. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Филина А.Г., Лескова Е.В., Колесников Ю.И., Рудаков А.Д. Общее и индивидуальное в развитии афтершоковых процессов крупнейших землетрясений Алтае-Саянской горной области // Физическая мезомеханика. – 2006. – 9. – № 1. – С. 33–43.
5. Филина А.Г., Цибульчик И.Д., Хайдуков В.Г., Щеглов В.И. Землетрясения Алтая и Саян // Землетрясения в СССР в 1970 г. – М.: Наука, 1973. – С. 118–123.
6. Хилько С.Д., Курушин Р.А., Кочетков В.М., Мишарина Л.А., Мельникова В.И., Гилева Н.А., Ласточкин С.В., Балжинням И., Монхоо Д. Землетрясения и основы сейсмического районирования Монголии // Труды совместной советско-монгольской научно-исследовательской геологической экспедиции. Вып. 41. – М.: Наука, 1985. – С. 167–221.
7. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Лескова Е.В., Фатеев А.В., Колесников Ю.И., Кузнецов К.Г. Сейсмический мониторинг района Урэг-Нурского землетрясения 15.05.1970 г.,  $M_s=7.0$  (Горный Алтай, Монголия) // Землетрясения России в 2006 году. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 73–76.
8. Лескова Е.В., Кирпиков А.А. (сост.). Список землетрясений 2006 г. ( $N=130$ ) в эпицентральной зоне Чуйского землетрясения 27.09.2003 г.,  $MS=7.3$  (Алтай) // Землетрясения России в 2006 году. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 200–201.
9. Шевкунова Е.В., Лескова Е.В. (сост.). Список землетрясений 2006 г. ( $N=51$ ) в очаговой области Урэг-Нурского землетрясения 15.05.1970 г.,  $MS=7.0$  (Горный Алтай, Монголия) // Землетрясения России в 2006 году. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 199.
10. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Лескова Е.В., Колесников Ю.И., Фатеев А.В., Сёмин А.Ю. Сейсмический мониторинг Алтае-Саянской горной области Алтае-Саянским филиалом ГС РАН // Землетрясения России в 2005 г. – Обнинск: ГС РАН, 2007. – С. 53–60.
11. Цибульчик Г.М. О годографах сейсмических волн и строении земной коры Алтае-Саянской области // Региональные геофизические исследования в Сибири. – Новосибирск: Наука (СО), 1967. – С. 159–169.
12. Соловьёв В.М., Селезнёв В.С., Дучков А.Д., Лисейкин А.В. Деформационно-прочностное районирование земной коры Алтае-Саянской складчатой области // Проблемы сейсмологии III тысячелетия: Материалы Международной геофизической конференции, г. Новосибирск, 15–19 сентября 2003 г. – Новосибирск: СО РАН, 2003. – С. 332–337.
13. Филина А.Г., Подкорытова В.Г., Лескова Е.В. (отв. сост), Данциг Л.Г., Денисенко Г.А., Кузнецова Е.В., Манушина О.А., Подлипская Л.А., Шевелёва С.С., Шевкунова Е.В. Каталог землетрясений Алтая и Саян за 2006 г. ( $N=1068$ ). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
14. Нурмагамбетов А., Садыков А., Тимуш А.В., Хайдаров М.С., Власова А.А., Михайлова Н.Н., Сабитов М.М., Умирзакова А., Гапич В.А. Зайсанское землетрясение 14 июня 1990 г. // Землетрясения в СССР в 1990 году. – М.: Наука, 1996. – С. 54–60.
15. Филина А.Г. Землетрясения Алтая и Саян // Землетрясения в СССР в 1991 г. – М.: ОИФЗ РАН, 1997. – С. 38–39.
16. Рогожин Е.А., Овсяченко А.Н., Мараханов А.В. Сеймотектонические и сейсмогравитационные проявления Алтайского землетрясения 27 сентября 2003 г. с  $M=7.3$ ,  $I_0=9-10$  (Горный Алтай) // Землетрясения Северной Евразии, 2003 год. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 344–361.
17. Лескова Е.В. (отв. сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Алтая и Саян за 2006 г. ( $N=9$ ). (См. Приложение к наст. сб. на CD).

18. **Современная геодинамика массива горных пород верхней части литосферы: истоки, параметры, воздействия на объекты недропользования.** Опарин В.Н., Сашурин А.Д., Кулаков Г.И., Леонтьев А.В., Назаров Л.А., Назарова Л.А., Тапсиев А.П., Хачай О.А., Хачай О.Ю., Еманов А.Ф., Еманов А.А., Лескова Е.В., Колесников Ю.И., Немирович-Данченко М.М., Востриков В.И., Юшкин В.Ф., Яковицкая Г.Е., Акинин А.А., Кю Н.Г., Панжин А.А., Дядьков П.Г., Кучай О.А., Кесельман С.И., Борисов В.Д. – Новосибирск: СО РАН, 2008. – 449 с.
19. **Еманов А.Ф., Еманов А.А., Лескова Е.В.** Сейсмические активизации в Белино-Бусингольской зоне // Физическая мезомеханика. – 2010. – **13** – (Спец. выпуск, декабрь). – С. 72–77.