

## АЛТАЙ И САЯНЫ

*А.Ф. Еманов, А.Г. Филина, А.А. Еманов, А.В. Фатеев, Е.В. Лескова, М.А. Ярыгина*

Сеть сейсмических станций региона претерпела в 1999 г. следующие изменения: с 1 января закрыта сейсмическая станция «Джой»; в режиме опытно-производственной эксплуатации открыта цифровая сейсмическая станция «Быстровка». В 1999 г. сейсмическая сеть большую часть года состояла из 15 станций. Параметры аппаратуры даны в табл. 1.

**Таблица 1.** Сейсмические станции Алтая и Саян (в хронологии их открытия), работавшие в 1999 г., и их параметры

№	Станция		Дата открытия	Координаты			Аппаратура				
	Название	Код		$\varphi^{\circ}, N$	$\lambda^{\circ}, E$	$h_y, м$	Тип прибора	Комп-нента	$V_{max}/$ чувствит-сть велосиграфа– отсчет/(м/с)	$\Delta T_{max},$ с	
межд.		рег.									
1	Ельцовка	ELT	ЕЛБ	05.07.1962	53.261	86.239	235	СКМ-3 СКМ-3* СКД	N, E, Z E N, E, Z	50000 5000 1200	0.25–1.3 0.25–1.3 0.20–18
2	Усть-Кан	UKR	У-К	09.12.1962	50.939	84.769	1057	СКМ-3 СКМ-3* СКД	N, E, Z E N, E, Z	50000 5000 1200	0.25–1.3 0.25–1.3 0.20–18
3	Эрзин	ERNS	ЭРЗ	08.07.1963	50.264	95.162	1100	СКМ-3 СКМ-3*	N, E, Z E	40000 4000	0.25–1.3 0.25–1.3
4	Новосибирск	NVS	НСК	10.11.1965  01.05.1999	54.841	84.234	168	СКМ-3 СКМ-3* СКД ЦСС Байкал-11	N, E, Z E N, E, Z	50000 5000 1200	0.25–1.3 0.25–1.3 0.20–18
5	Верх-База	VEN	В-Б	05.03.1967	53.255	90.299	550	СКМ-3 СКМ-3*	N, E, Z E	40000 4000	0.25–1.3 0.25–1.3
6	Тээли	TEL	ТЭЛ	01.10.1971	51.024	90.195	992	СКМ-3 СКМ-3*	N, E, Z E	50000 5000	0.25–1.3 0.25–1.3
7	Тюнгур** (закрыта в ноябре 1993 г.)	TUNR	ТНГ	01.01.1981 восстановл. 01.08.1998	50.163	86.317	864	ЦСС Байкал-11	Z  N E	$1.4 \cdot 10^9$  $1.7 \cdot 10^9$ $2.6 \cdot 10^9$	0.30–20  0.30–20 0.30–20
8	Артыбаш	ART	АРТ	22.06.1981	51.798	87.281	511	СКМ-3 СКМ-3*	N, E, Z E	50000 5000	0.25–1.3 0.25–1.3
9	Акташ	AKAR	АКТ	01.01.1985	50.325	87.621	1421	СКМ-3 СКМ-3*	N, E, Z E	40000 4000	0.25–1.3 0.25–1.3
10	Мина	MINR	МИН	29.07.1985	54.978	94.127	544	СКМ-3 СКМ-3*	N, E, Z E	50000 5000	0.25–1.3 0.25–1.3
11	Таштагол	TASR	ТШТ	01.09.1988  01.12.1999	52.762	87.880	553	СКМ-3 СКМ-3* ЦСС Байкал-11	N, E, Z E	15000 1000	0.25–1.3 0.25–1.3
12	Черемушки	CERR	ЧЕР	05.09.1990	52.8568	91.415	400	СКМ-3 СКМ-3*	N, E, Z E	50000 5000	0.25–1.3 0.25–1.3
13	Джой (закрыта 01.01.1999 г.)	DJO	ДЖ	24.10.1990	52.780	91.220	600	СКМ-3	N, E, Z	50000	0.25–1.3
14	Арадан	ARDR	АРД	06.06.1992	52.580	93.428	958	СКМ-3	N, E, Z	60000	0.25–1.3

№	Станция			Дата открытия	Координаты			Аппаратура			
	Название	Код			φ°, N	λ°, E	h <sub>н</sub> , м	Тип прибора	КомпONENTА	V <sub>max</sub> /чувствительность велосиграфа-отсчет/(м/с)	ΔT <sub>max</sub> , с
		межд.	рег.								
15	Тоджа	TDJR	ТДЖ	27.07.1980	52.424	96.095	992	СКМ-3	N, E, Z	50000	0.25–1.3
	(закрыта в 1994 г.)			восстановл. 16.03.1997				СКМ-3*	E	5000	0.25–1.3
16	Берчикуль**	BRCR	БРЧ	01.09.1998	55.635	88.299	381	ЦСС Байкал-11	N, E, Z	1.0·10 <sup>9</sup>	0.30–10
17	Быстровка**	BST		1999	54.568	82.653	121	ЦСС Байкал-11	Z, E N	4.0·10 <sup>9</sup> 3.5·10 <sup>9</sup>	0.50–20 0.50–20

Примечание. ЦСС – цифровая сейсмическая станция; знаками \* и \*\* помечены каналы КПЧ и цифровые станции соответственно; для всех станций даны новые (относительно [1]) замеры координат по данным GPS.

Результаты расчета энергетической представительности  $K_{min}$  землетрясений, зарегистрированных сетью сейсмических станций (табл. 1), представлены на рис. 1. Общая конфигурация изолиний  $K_{min}$ , по сравнению с таковой в 1998 г. [1], не претерпела существенных изменений. При расчете представительности сейсмических станций Монголии использовались уточненные, по сравнению с 1998 г., данные. Кроме юго-западного угла, для всей территории региона представительны землетрясения с  $K_p \geq 8$ , а для центральной части – Алтае-Саянской складчатой области с  $K_p = 7$ .

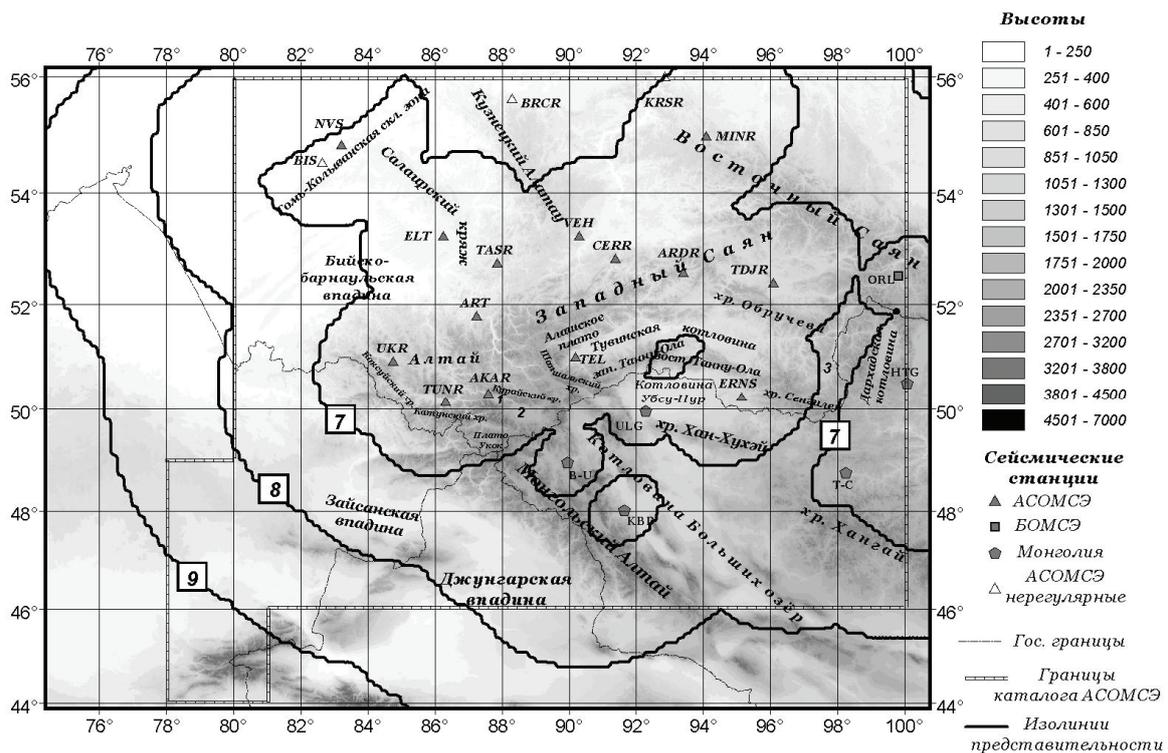


Рис. 1. Карта энергетической представительности  $K_{min}$  землетрясений Алтая и Саян за 1999 г.

Примечание ред. В [1] ошибочно переставлены рис. 1 и 2. В результате изображенные на них поля не соответствуют подписям к ним. На самом деле в [1] на рис. 1 изображена карта погрешности, а на рис. 2 – карта представительности.

Наименьшая ошибка локации землетрясений  $\delta = \pm 4$  км относится к Алашскому плато и участку в центре Тувинской котловины. С ошибкой  $\delta = \pm 5$  км определяются эпицентры для значительной части Алтая, Западного Саяна и гор Тувы. Изолиния ошибки  $\delta = \pm 10$  км охватывает

большую часть территории Алтае-Саянской горной области, а в южной части Монгольского Алтая и на западной окраине региона –  $\delta = \pm 20$  км. Методика расчета представительности и точности описана в работе [2].

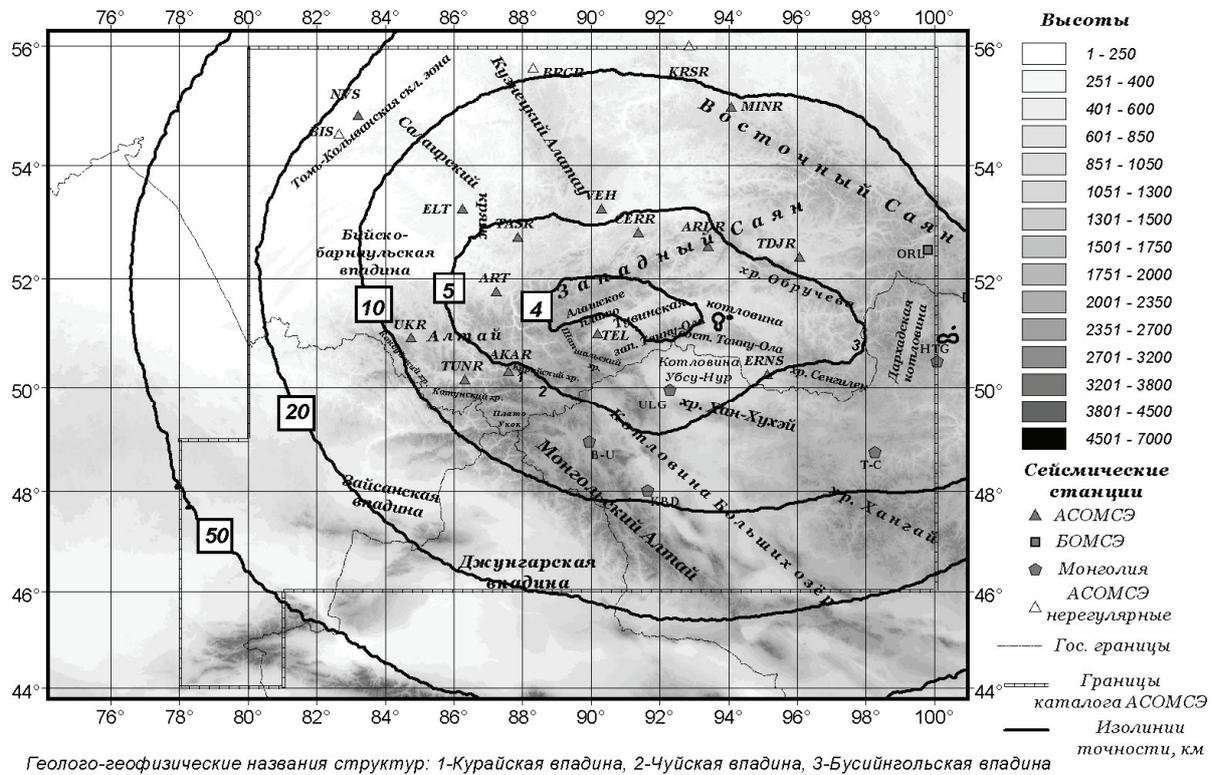


Рис. 2. Карта погрешности  $\delta$ , км локаций эпицентров землетрясений в 1999 г.

Всего в 1999 г. зарегистрировано 1045 землетрясений с  $K_p = 5.0 - 12.8$ , распределение которых по энергетическим классам показано в табл. 2. Относительно аналогичных данных за 1998 г. [1] наблюдается заметное понижение сейсмичности: число землетрясений уменьшилось почти в 1.5 раза, суммарная энергия – более чем в 3 раза. В 1998 г. аналогичную таблицу возглавляет одно землетрясение четырнадцатого класса, но и по всем другим энергетическим классам в 1999 г. число землетрясений меньше, чем в предыдущем году.

Таблица 2. Распределение числа землетрясений Алтая и Саян по энергетическим классам  $K_p$

$K_p$	<5	5–6	7	8	9	10	11	12	13	$N_{\Sigma}$	$\Sigma E \cdot 10^{13}$ , Дж
$N$	104	204	435	191	71	27	9	2	2	1045	2.3264

Однако в каталог [3] в наст. сб. традиционно включены лишь события с  $K_p \geq 8.6$ . Более того, этот каталог дополнительно «усечен» по долготе – включены лишь толчки с  $\lambda \leq 99.3^\circ$ , хотя на карте эпицентров (рис. 3) есть землетрясения до  $\lambda = 102^\circ$ . В итоге суммарное число землетрясений, приведенных в [3], равно 111.

На рис. 3 дана карта эпицентров землетрясений за 1999 г., где землетрясения с  $K_p \leq 9.6$  нанесены постоянным малым кругом, а более сильные – с переменным, что нагляднее представляет более сильные события. Размещение эпицентров землетрясений за 1999 г. контролируется блочным строением региона. Эта закономерность устойчиво сохраняется из года в год [4]. Совместное рассмотрение пространственно-временных особенностей сейсмичности и рельефа местности показало, что в Алтае-Саянской горной области существует устойчивая во времени связь между особенностями рельефа и проявлениями сейсмической активности [5].

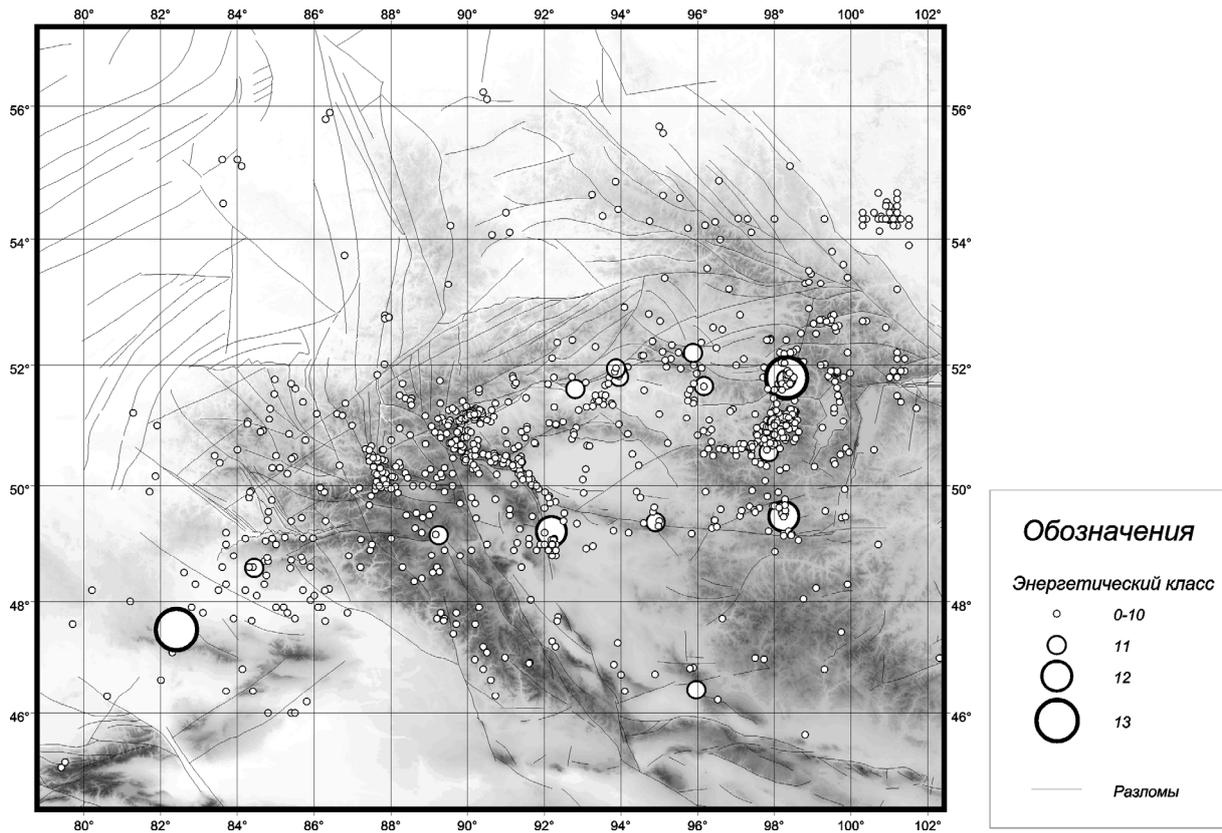


Рис. 3. Карта эпицентров землетрясений Алтая и Саян за 1999 г.

Так, вокруг Джунгарской впадины в 1999 г. концентрируются цепи эпицентров землетрясений. Особенностью рассматриваемого периода является повышенная сейсмическая активность в районе Зайсанской впадины и ее горного обрамления. Котловина Больших озер окружена со всех сторон эпицентрами землетрясений. Отметим, что такая сейсмическая активизация вокруг этой впадины отмечается нечасто. Западное обрамление котловины Убсу-Нур как всегда характеризуется стабильной сейсмической активностью. Отличительным для 1999 г. является наличие очагов землетрясений в самой котловине Убсу-Нур. Цепь землетрясений протянулась с севера на юг в центральной ее части. Внутри впадины оказались землетрясения седьмого энергетического класса. Для Тувинской котловины сейсмичность проявляется по ее западному обрамлению. Это, прежде всего, Шапшальский хребет и прилегающие к нему структуры Западного Саяна. Весьма сейсмоактивна линейная зона в центральной части Тувинской котловины, проявляющая себя в сейсмичности ежегодно. Как известно, Тувинская котловина состоит из трех частей [5]: западная часть – Хемчикская впадина, центральная – Улугхемская впадина, восточная – Кызыльская впадина. Устойчиво проявляет себя в сейсмичности за год приподнятая перемычка между Улугхемской и Кызыльской впадинами. Аналогичной положительной структурой в рельефе выражена и граница между Хемчикской и Улугхемской впадинами, но сейсмический процесс вдоль этой границы проявляет себя в виде линейной сейсмической зоны за период около пяти лет [4]. В 1999 г. в пределах этой границы произошло одно землетрясение шестого энергетического класса. Можно считать, что эта зона в данный период была асейсмична. Сейсмическая активность проявилась сильнее, чем обычно, вдоль северного обрамления Тувинской котловины, прилегающей к хр. Обручева. Отмечаются землетрясения вдоль всего северного горного обрамления котловины. Наиболее сильные сейсмические события приурочены к Уюкскому хребту. Восточное окончание Тувинской впадины в 1999 г. ярко обозначено эпицентрами землетрясений. Устойчиво сейсмически активна пограничная зона Алтае-Саянской горной области и рифтовых структур Прихубсугуля. Сейсмическая активизация охватила субмеридиональную зону, простирающуюся от Восточного Саяна на севере через впадины Белинская, Бусингольская и Терехольская до отрогов хр. Сангилен на юге. Для более

восточной, чем упомянутая выше система впадин, Дархатской впадины характерна приуроченность сейсмичности к ее центральной части, что обычно характерно для впадин рифтового типа. Уверенно выделяется как зона упорядоченной сейсмичности район Курайской и Чуйской впадин. Сейсмически активен весь Курайский хребет обрамляющий Курайскую и Чуйскую впадины с севера, а также Чаган-Узунский блок, являющийся горной перемычкой между названными впадинами. Весьма сейсмоактивна и граница Северо-Чуйского хребта с Курайской впадиной. В этом районе преимущественно происходят землетрясения малых энергий, а максимальные по энергии события девятого энергетического класса приурочены к северо-западному окончанию Курайского хребта. На карте (рис. 3) крупнейшими являются два землетрясения тринадцатого энергетического класса, которые произошли 4 ноября в 23<sup>h</sup>37<sup>m</sup> ( $K_p=12.8$ ) на востоке горной области, в окрестности Белинской впадины и 9 ноября в 16<sup>h</sup>25<sup>m</sup> ( $K_p=12.7$ ) на юго-западе, в горном обрамлении Зайсанской впадины.

Землетрясение 4 ноября сопровождалось афтершоками (табл. 3) и было ощутимым (Орлик 3 балла, Иркутск – 2–3 балла [6]). Из таблицы следует, что величина энергетической ступени между основным толчком и его максимальным афтершоком равна

$$\Delta K_a = 12.8 - 11.1 = 1.7.$$

**Таблица 3.** Список афтершоков (с  $K_p \geq 8.6$ ) землетрясения 4 ноября в 23<sup>h</sup>37<sup>m</sup> с  $K_p=12.8$

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , м	$M_s$	$\wedge MS$ # $M_s$	$\wedge MPSP$ # $m_b$	$K_p$
			$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E					
<b>Основной толчок</b>									
	<b>04.11</b>	<b>23 37 25.1</b>	<b>51.79</b>	<b>98.30</b>	<b>10*</b>	<b>4.9</b>	<b><math>\wedge 4.4/12</math> #4.4/21</b>	<b><math>\wedge 5.0/5</math> #4.5/56</b>	<b>12.8</b>
<b>Афтершоки</b>									
1	08.11	23 13 03.3	51.77	98.31	10*	3.8		$\wedge 4.8/1$	11.1
2	26.11	20 51 23.9	51.84	98.30		3.0			
3	26.11	20 58 46.4	51.84	98.35					8.7

Примечание. Глубина гипоцентра дана по [6].

Фактически землетрясение 4 ноября произошло в системе линейно вытянутых рифтовых впадин на границе двух существенно различающихся по геодинамическим процессам областей. Как уже отмечалось [1, 4], периоды сейсмической активизации в двух соседних вытянутых в линию впадинах – Белинской и Бусингольской, происходят не одновременно. Бусингольская впадина активизировалась при Бусингольском землетрясении 27.12.1991 г. с  $K_p=16$ ,  $M=6.5$  [7], после которого сформировался уникальный по длительности и характеру пульсирующий афтершоковый процесс, продолжающийся по сей день [4]. Белинская впадина неоднократно испытывала быстро затухающие сейсмические активизации. Первая такая активизация в 1974–1975 гг. сформировалась как афтершоковый процесс землетрясения 29.11.1974 г. с  $K_p=13.6$  ( $M=5.2$ ). Анализ этой активизации в окрестности впадины можно найти в [8]. Там же дано сравнение этой активизации с аналогичной в окрестности Бусингольской впадины, возникшей как афтершоковый процесс землетрясения 01.04.1976 г. с  $K_p=13.6$  ( $M=5.4$ ). В 1999 г. произошло второе за историю инструментальных наблюдений землетрясение с  $K_p > 12$  в окрестности Белинской впадины, но афтершоковый процесс оказался существенно слабее, чем в 1974 г. Используя результаты пространственно-временного анализа сейсмичности района Белинской и Бусингольской впадин [1, 4] и анализ результатов развития афтершоковых процессов двух землетрясений с  $K_p=13.6$  в этих впадинах [8], попробуем разобраться в вопросе, что общего и индивидуального в двух крупнейших для Белинской впадины землетрясениях в 1999 и 1974 гг., и имеет ли землетрясение 1999 г. отношение к уникальной по длительности сейсмической активизации Бусингольской впадины, начало которой положило Бусингольское землетрясение 1991 г.

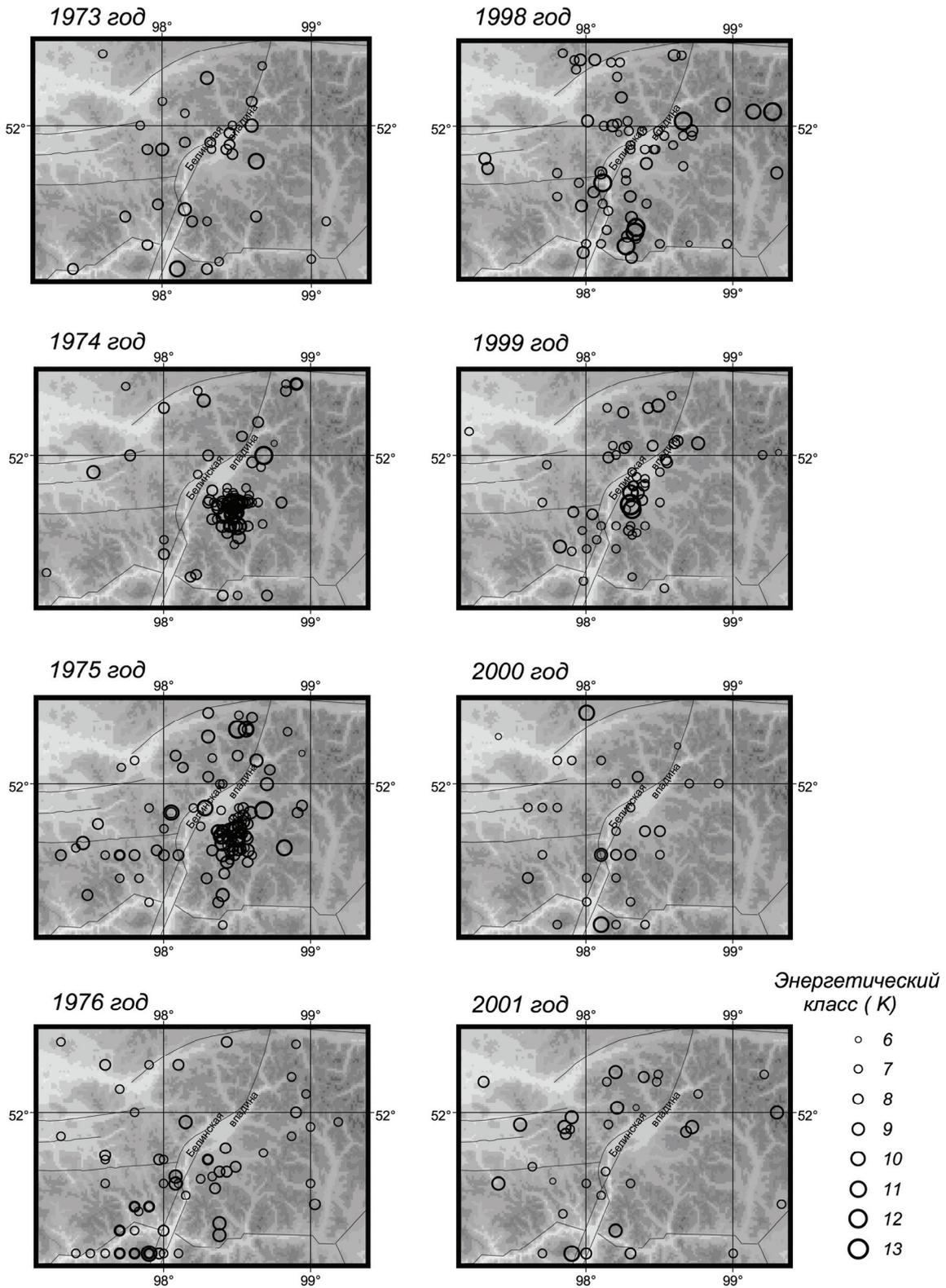
Как было отмечено в [8], для землетрясений одного и того же энергетического класса мы имеем существенно различающиеся по размерам афтершоковые области. В Белинской

впадине длина эллипса афтершоковой области для события 1974 г. равно 20 км, а в Бусингольской впадине для землетрясения 1976 г. – более 50 км. Столь значимое различие должно быть связано с особенностями строения этих двух впадин. Обе впадины составляют границу рифтовой зоны с Алтае-Саянской горной областью. Одна впадина как бы является продолжением другой. Длины впадин примерно одинаковы. Рассматриваемые впадины из семейства рифтовых впадин Хубсугуля самые узкие. Бусингольская впадина – прямая и имеет практически одну и ту же ширину на всем своем протяжении. Белинская впадина имеет изогнутый к северо-западу профиль. В северо-восточной части ее ширина приближается к ширине Бусингольской впадины, но после резкого изгиба она сужается практически до ущелья, в котором течет р. Белин. Восточным обрамлением для Белинской и Бусингольской впадин являются Шишхидское нагорье, имеющее сложное блочное строение.

На рис. 4 даны наборы карт эпицентров, характеризующие развитие сейсмического процесса во времени при землетрясениях в Белинской впадине в 1974 и 1999 гг. Эпицентры этих двух практически равных по энергии землетрясений по координатам очень близки друг к другу. Землетрясение 1974 г. произошло чуть восточнее очага землетрясения 1999 г. и, соответственно, дальше в горах. В зоне будущего очага в 1973 г. наблюдается затишье. Слабые землетрясения окружают будущую афтершоковую область, но не затрагивают ее. Карта для 1974 г. показывает, что как само землетрясение, так и афтершоковая область полностью сосредоточены в горном обрамлении Белинской впадины. Афтершоковая область в 1974 г. компактна, в 1975 г. расширяется, но незначительно, а в 1976 г. афтершоковый процесс почти затих. Перед землетрясением 4 ноября 1999 г. такой ясной картины сейсмического затишья, как перед землетрясением 1974 г., не видно (рис. 4), да и афтершоковый процесс выражен слабее. Заметим, однако, что предыстория сейсмической активности описываемой Белинской впадины выявлена за длительное время. Согласно [9], по сейсмогеологическим данным, в низовьях р. Белин, в месте сужения впадины, имеются следы достаточно крупных землетрясений. Эпицентр землетрясения с  $K_p=12.8$  в 1999 г., так же, как и 1975 г., находится в зоне горного выступа, искривляющего Белинскую впадину, но это землетрясение располагается несколько восточнее и попадает в зону седловины в рельефе. Область афтершоков от эпицентра главного события вытянулась в северном направлении во впадину. Длительность и интенсивность афтершокового процесса оказалась существенно меньшей, чем при землетрясении 1974 г.

Землетрясение 9 ноября в хр. Тарбагатай с  $K_p=12.7$  локализовано на крайнем юго-западе региона, на территории Казахстана, и ощущалось в Усть-Каменогорске с  $I=2-3$  балла [6]. Это землетрясение афтершоков не имело. Сведения о нем содержатся в наст. сб. также в каталогах Центральной Азии [10] и Казахстана [11]. Землетрясение 9 ноября также является незаурядным явлением. Район Зайсанской впадины и ее горного обрамления с 1963 г. по 1990 г. характеризовался слабой сейсмичностью. 14.06.1990 г. произошло одно из крупнейших землетрясений Алтая – Зайсанское ( $M=6.9$ ) [12–14]. Очаг землетрясения располагался на глубине 30–40 км под впадиной. Он связан с зоной Уленгуро-Зайсанского (Иртышского) разлома. За четыре месяца после главного события зарегистрировано 464 афтершока, а в целом афтершоковый процесс затих довольно быстро, и в последующие годы район Зайсанской впадины сейсмически спокоен. В 1999 г. вдоль Иртышского разлома вытянулась цепь слабых землетрясений, а наиболее крупные землетрясения зоны сосредоточены в хребтах, обрамляющих впадину с двух сторон: в хр. Тарбагатай – землетрясение 9 ноября с  $K_p=12.7$ , в хр. Курчумский – 19 мая с  $K_p=11.1$  [3]. В 1998 г. впервые возникла подобная ситуация, когда в названных хребтах произошло по одному землетрясению с  $K_p \geq 13$ : 22.01. в  $16^h05^m$  с  $K_p=13.6$  и 12.07. в  $07^h16^m$  с  $K_p=13.3$  [15]. Для данных хребтов землетрясения таких классов не регистрировались за весь период существования сети станций на Алтае.

В итоге отметим, что землетрясения двенадцатого энергетического класса зафиксированы в северо-западном углу котловины Больших озер и на оперяющем разломе Болнайской разломной зоны. Землетрясения одиннадцатого энергетического класса зафиксированы с севера и юга котловины Больших озер, в окрестностях Бусингольской и Терехольской впадин, в горном обрамлении Тувинской котловины (преимущественно с севера). Чаше северное обрамление Тувинской котловины менее сейсмично, чем южное [12].



**Рис. 4.** Годовые карты эпицентров землетрясений участка Белинской впадины за 1973–1976 гг. и 1998–2001 гг.

В целом в сейсмическом отношении Алтае-Саянская складчатая зона в 1999 г. относительно спокойна и сейсмический режим упорядочен. В восточной части области продолжается пульсирующая сейсмическая активизация, вызванная Бусингольским землетрясением, характеризующаяся в 1999 г. событиями до одиннадцатого энергетического класса с одновременной

линейной организацией сейсмического процесса на всю длину Бусингольской впадины. Максимальное в 1999 г. для Белино-Бусингольской зоны землетрясение с  $K_p=12.8$  прямой связи с Бусингольской активизацией не имеет. Афтершоковый процесс этого землетрясения локализуется в небольшой, по сравнению с длиной впадины, зоне (15 км). Второе по величине землетрясение за 1999 г. с  $K_p=12.7$  произошло в хр. Тарбагатай. Как уже отмечено, Зайсанское землетрясение произошло внутри впадины, но в настоящий момент наиболее крупные события второй год происходят в горном обрамлении, а во впадине фиксируется слабая сейсмичность.

#### Л и т е р а т у р а

1. **Еманов А.Ф., Филина А.Г., Еманов А.А., Фатеев А.В., Ярыгина М.А.** Алтай и Саяны // Землетрясения Северной Евразии в 1998 году. – Обнинск: ФООП, 2004. – С. 116–125.
2. **Фатеев А.В., Филина А.Г., Кабанник А.В.** Представительность и точность определения параметров эпицентров в АСОМСЭ СО РАН // Проблемы сейсмологии III-го тысячелетия. Материалы международной геофизической конференции, г. Новосибирск, 15–19 сентября 2003 г. – Новосибирск: Наука, СО РАН, 2003. – С. 145–153.
3. **Филина А.Г., Подкорытова В.Г., Фатеев А.В. (отв. сост.), Данциг Л.Г., Манушина О.А., Подлипская Л.А., Слепенкова Э.А.** Алтай и Саяны. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
4. **Еманов А.Ф., Еманов А.А., Филина А.Г., Лескова Е.В.** Пространственно-временные особенности сейсмичности Алтае-Саянской складчатой зоны // Физическая мезомеханика. – 2005. – № 1. – С. 49–64.
5. **Чернов Г.А.** К изучению сейсмогеологии и неотектоники Алтае-Саянской горной области // Сейсмогеология восточной части Алтае-Саянской горной области – Новосибирск: Наука, СО АН СССР, 1978. – С. 6–27.
6. **Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 1999 год** / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ЦОМЭ ГС РАН, 1999–2000.
7. **Филина А.Г. (отв. сост.), Пугачева В.Н., Манушина О.А., Слепенкова Э.А., Ибрагимов Г.Г. (сост.).** Алтай и Саяны // Землетрясения в СССР в 1991 году. – М.: ОИФЗ РАН, 1997. – С. 38–142.
8. **Сеймотектоника и сейсмичность Прихубеугуля** / Под общ. ред. Н.А. Логачева. – Новосибирск: Наука, СО РАН, 1993. – 184 с.
9. **Вдовин В.В.** Следы землетрясений в Белино-Бусингольской впадине Восточной Тувы // Сейсмогеология восточной части Алтае-Саянской горной области. – Новосибирск: Наука, СО АН СССР, 1978. – С. 68–72.
10. **Джанузаков К.Д. (по региону), Соколова Н.П. (Кыргызстан), Калмыкова Н.А. (Казахстан), Гиязова Ш.Ш. (Узбекистан), Сопиева К., Жунусова Ж., Айбашева К., Шипулина С.А., Умурзакова Р.А., Проскурина Л.П., Ульянина И.А., Каймачникова Н.И., Гайшук Л.И., Тулегенова М.К., Абдыкадыров А.А.** Центральная Азия. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
11. **Михайлова Р.С.** Северный, Восточный и Центральный Казахстан. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
12. **Масарский С.И., Рейснер Г.И.** Новейшие тектонические движения и сейсмичность Западного Саяна и Западной Тувы. – М.: Наука, 1971. – 154 с.
13. **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.: ОИФЗ РАН, 1996. – С. 54–60.
14. **Рогожин Е.А., Леонтьев А.Н.** Зайсанское землетрясение 1990 г.: деформации на поверхности и тектоническая позиция очага // Физика Земли. – 1992. – № 9. – С. 3–14.
15. **Филина А.Г., Подкорытова В.Г., Фатеев А.В. (отв. сост.), Манушина О.А., Подлипская Л.А., Данциг Л.Г., Слепенкова Э.А.** Алтай и Саяны // Землетрясения Северной Евразии в 1998 году. – Обнинск: ФООП, 2004. – (На CD).