

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ ПРИБАЙКАЛЬЯ И ЗАБАЙКАЛЬЯ**С.И.Голенецкий**

Большую часть 1993 г. регистрация землетрясений региона продолжалась, как и прежде, сетью из 28 сейсмических станций Байкальской опытно-методической сейсмологической экспедиции. Перечень сейсмических станций с указанием увеличения аппаратуры на них приведён в табл. 1. Более подробные данные приведены в [1].

Таблица 1. Сведения о сейсмических станциях региона Прибайкалья и Забайкалья в 1993 г.

№	Станция			Дата открытия	Координаты			Аппаратура			
	Название	Код			φ°, N	λ°, E	h _y , м	Тип прибора	Компонента	V _{max}	ΔT _{max} , с
		Межд.	Рег.								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Иркутск*	IRK	Ирк	дек. 1901	52.24	104.27	467	СКМ-3 СКД	N,E,Z N,E,Z	14000 1200	1.1-1.6 0.20-20
2	Кабанск	КАВ	Кб	январь. 1951	52.05	106.65	468	СКД	N,E,Z	1150	0.20-20
3	Тырган	TIG	Трг	январь. 1960	52.77	106.33	718	СКМ-3	N,E,Z E Z	34150 34110 34320	0.30-0.9 0.30-0.9 0.30-0.9
4	Аршан	ARS	Арш	окт. 1960	51.92	102.43	970	СКМ-3	N,E,Z	31000	0.20-1.2
5	Монды*	MOY	Мнд	окт. 1960	51.67	101.00	1303	СКМ-3	N E Z	30920 30870 31050	0.20-1.2 0.20-1.2 0.20-1.2
6	Бодайбо*	BOD	Бдб	нояб. 1960	57.85	114.18	245	СКМ-3	N,E,Z	52420	0.20-1.2
7	Закаменск*	ZAK	Зкм	дек. 1960	50.38	103.28	1200	СКМ-3	N,E,Z	52710	0.20-1.2
8	Неляты	NLT	Нлт	январь. 1961	56.50	115.70	596	СКМ-3	N E Z	36500 36240 36400	0.20-1.2 0.20-1.2 0.20-1.2
9	Средний Калар	SKL	Клр	окт. 1961	55.87	117.38	716	СКМ-3	N,Z E	44840 44760	0.20-1.2 0.20-1.2
10	Нижне-Ангарск	NIZ	Н-А	нояб. 1961	55.77	109.55	487	СКМ-3	N,Z E	25740 25560	0.20-1.1 0.20-1.1
11	Тупик	TUP	Тпк	нояб. 1961	54.43	119.90	650	СКМ-3	N,E,Z	49000	0.20-1.3
12	Чара	CAA	Чр	нояб. 1961	56.90	118.27	700	СКМ-3	N,E,Z	30910	0.20-1.2
13	Уакит	UKT	Укт	дек. 1962	55.48	113.62	1140	СКМ-3	N E Z	52600 51800 52000	0.20-1.2 0.20-1.2 0.20-1.2
14	Кумора	KMO	Кмр	сентяб. 1966	55.88	111.20	480	СКМ-3	N,E,Z	41920	0.20-1.3
15	Орлик	ORL	Орл	фев. 1967	55.52	99.83	1360	СКМ-3	N,E Z	30900 30970	0.20-1.1 0.20-1.1
16	Хапчеранга	KHP	Хпч	дек. 1968	49.72	112.37	953	СКМ-3	N,E,Z	45100	0.20-1.3
17	Чита*	CIT	Чт	июнь 1970	52.02	113.55	790	СКМ-3	N E	31800 31700 31400	0.20-1.3 0.20-1.3 0.20-1.3
18	Тонельный	TNL	Тнл	дек. 1976	56.28	113.36	820	ВЭГИК	N,E,Z	2630	0.20-1.2
19	Северомуйск (закр. 26.10.1993)	SVK	С-М	дек. 1976	56.19	113.52	850	СКМ-3	N,E,Z	5100	0.20-1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
20	Ковокта (загр. 07.10.1993)	KVO	Квк	окт. 1977	56.14	113.05	1280	СКМ-3	N,E,Z	^36150 ^^15350	0.20-1.2 0.20-1.1
21	Озерная (загр. 18.12.1993)	OZE	Озн	сент. 1978	56.30	113.98	620	СКМ-3	N,E,Z	36200	0.20-1.2
22	Оран (загр. 24.10.1993)	ORA	Орн	сент. 1979	55.93	113.67	705	СКМ-3	N,E,Z	16200	0.20-0.8
23	Уоян	YOA	Ун	дек.1979	56.13	111.78	500	СКД	N,Z E	1030 1060	0.20-20 0.20-20
24	Турикан (загр. 24.10.1993)	TYR	Трк	авг. 1981	56.39	113.11	657	СКМ-3	N,E Z	15350 20550	0.20-1.1 0.20-1.1
25	Талая	TALA	Тал	нояб. 1982	51.68	103.64	510	СКМ-3 СКД	N E Z N,E,Z	36320 36100 36200 1030	0.20-1.2 0.20-1.2 0.20-1.2 0.20-16
26	Суво**	SYV	Сув	май 1984	53.65	110.00	490	СКМ-3	N,E Z	36200 36300	0.20-1.2 0.20-1.2
27	Онгурен	OGR	Онг	апр. 1988	53.63	107.59	490	СКМ-3	N,Z E	34000 33800	0.30-0.9 0.20-0.9
28	Улюнхан	YLY	Улх	июль 1989	54.87	111.16	560	СКМ-3	N E Z	54460 53800 52700	0.20-1.3 0.20-1.3 0.20-1.3

Примечание. Знаком * помечены опорные станции; ** - ст. Суво перенесена из близ расположенного пос. Бодон, где работала с ноября 1969 г.; ^ - значение увеличения на ст. Ковокта за периоды 1/I-31/V, 1/VII-7/X; ^^ - то же за период 1/VI-30/VI.93 г.

В октябре - декабре 1993 г. из-за необеспеченности финансированием прекратила существование локальная сеть из 5 сейсмических станций в высокосейсмичном Северомуйском районе на трассе Байкало-Амурской железнодорожной магистрали. Расположение сейсмических станций и характеристика представительности землетрясений различных энергетических уровней отражены на рис. 1. С закрытием локальной сети сейсмических станций в Северомуйском районе карта представительности землетрясений (рис. 1) лишается области с $K_{min}=6$.

Обработка землетрясений проводилась по методике [2], с классификацией их величины по шкале Раутиан [3]. Всего в 1993 г. определено 3646 сейсмических событий. Значительную часть среди них составляют афтершоки сильного ($M_S=6.5$) Бусийнгольского землетрясения 27.12.91 г. на стыке Байкальского и Алтае-Саянского регионов. Распределение зарегистрированных землетрясений по энергетическим классам и районам отражено в табл. 2. Землетрясения в зоне Байкальского рифта и двух её частях, как и ранее, условно выделялись в соответствии с рис. 2. Как обычно, наиболее активна северо-восточная часть Байкальской рифтовой зоны. Региональный каталог землетрясений с $K_p \geq 9$ содержит данные о 260 землетрясениях. Несмотря на постоянно проводящуюся работу по исключению взрывов, каталог землетрясений, очевидно, всё же нельзя считать вполне свободным от них. В этой связи, в частности, следует отметить Бодайбинский район золотодобывающей промышленности на севере региона, где наблюдается, по-видимому, концентрация эпицентров взрывов до $K_p=9$.

Таблица 2. Распределение числа землетрясений по энергетическим классам K_p и суммарная сейсмическая энергия ΣE

Зоны	K_p								N_{Σ}	$\Sigma E * 10^{12}$, Дж
	6	7	8	9	10	11	12	13		
Весь регион	740	1710	838	245	76	20	13	4	3646	56.1
Байк. рифт:	706	1076	428	145	46	9	4	1	2415	15.6
- с-в часть рифта	639	732	239	91	25	5	1	-	1732	1.9
- ю-з часть рифта	67	344	189	54	21	4	3	1	683	13.7
Северомуйск. р-н	290	120	43	16	2	-	-	-	471	0.04

Примечание. Границы: региона - 48-60°N и 96-122°E; Байкальского рифта и его северо-восточной (I) и юго-западной (II) частей согласно схеме на рис. 2; Северомуйского района - 55.8-56.5°N и 112.8-114.2°E.

Распределение эпицентров землетрясений по территории региона отражено на двух картах

эпицентров с $K_p \geq 9$ (рис. 3) и $K_p = 7-8$ (рис. 4).

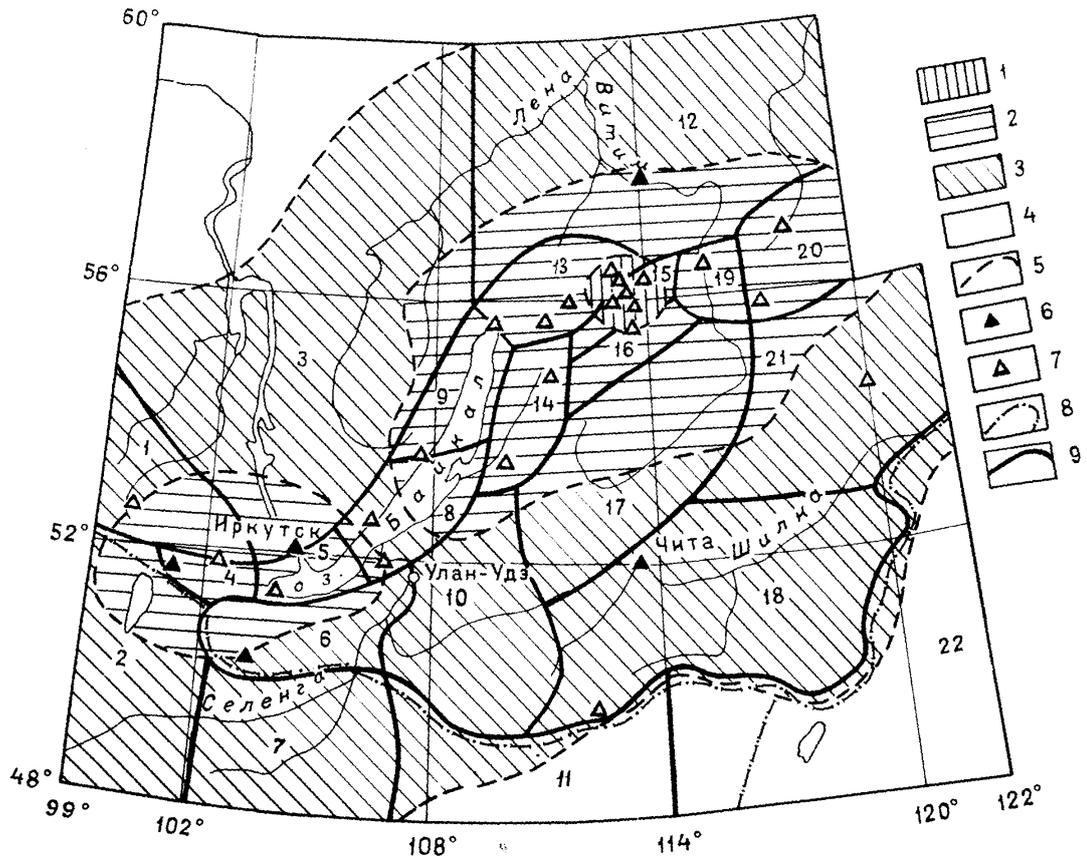


Рис. 1. Карта сейсмических станций, условных районов и представительности землетрясений региона 1-4 - области представительности с $K_{\min} \geq 6, 7, 8, 9$; 5 - границы зон представительности; 6, 7 - сейсмическая станция, региональная и опорная соответственно; 8 - государственная граница; 9 - границы условных районов 1-22 для каталога землетрясений.

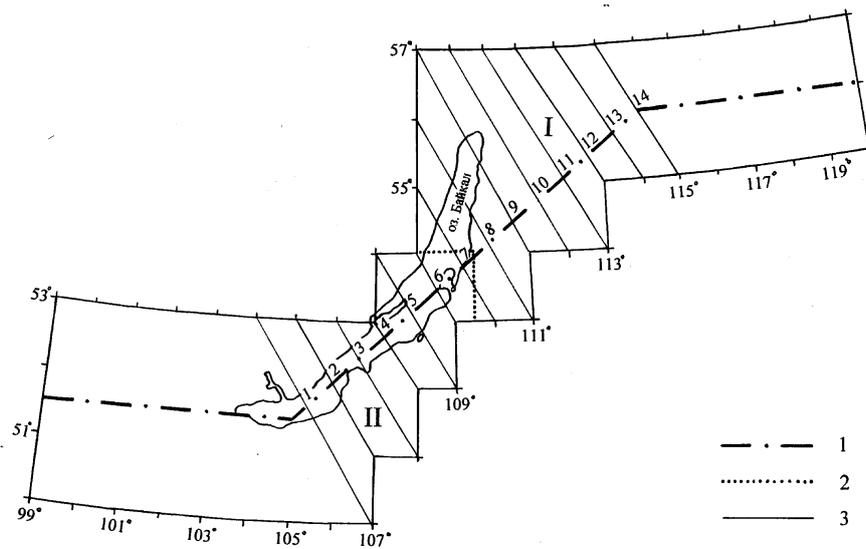


Рис. 2. Схема зоны Байкальского рифта

1 - схематическая осевая линия рифтовой системы; 2 - условная граница между северо-восточной (I) и юго-западной (II) частями зоны; 3 - косые линии (n-14) разделения полос эпицентров при проектировании их на осевую линию при построении графика сейсмического режима на рис. 7.

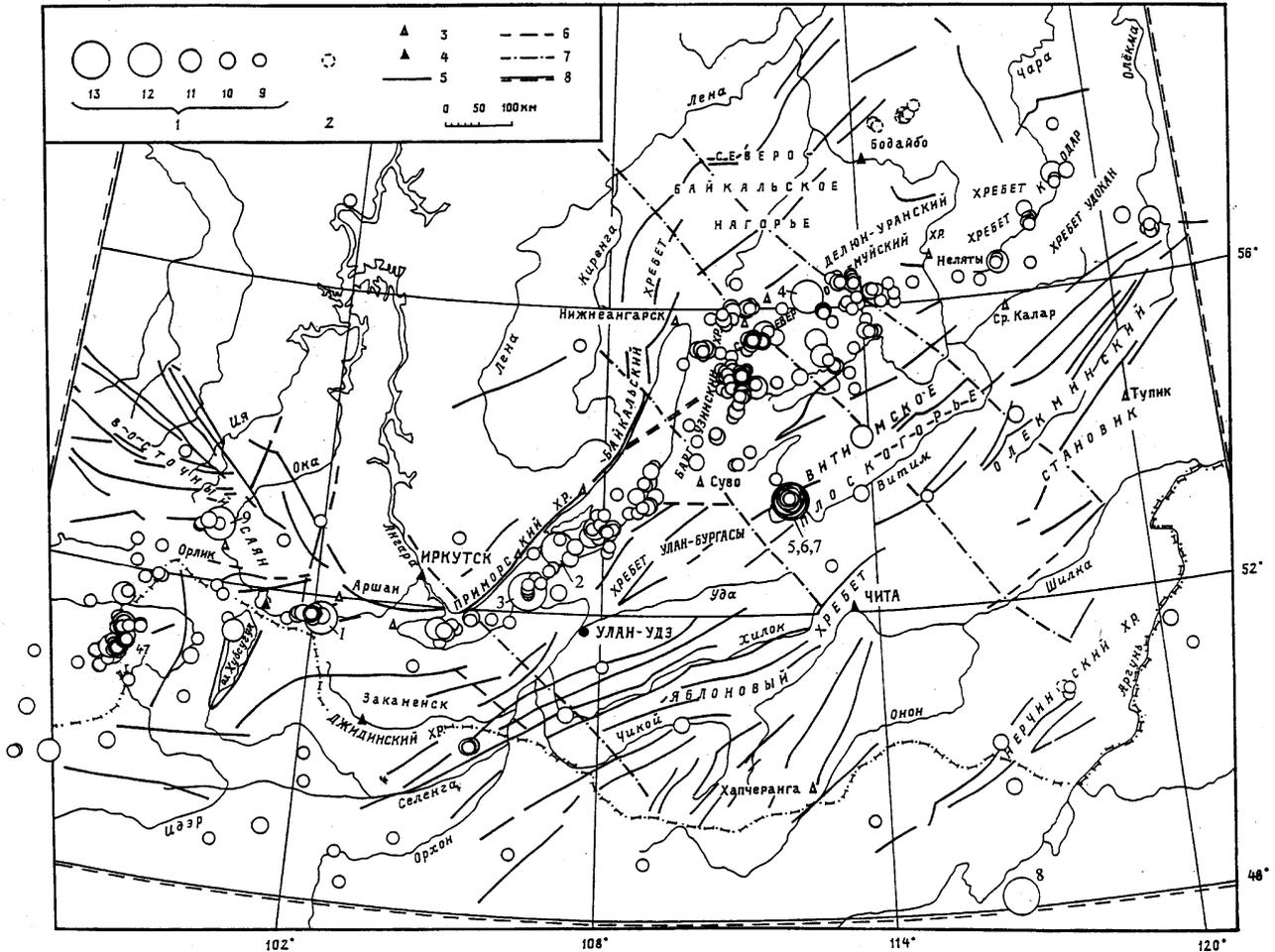


Рис. 3. Карта эпицентров землетрясений региона с $K_p \geq 9$

1 - энергетический класс K_p ; 2 - возможно взрывы; 3, 4 - региональная и опорная сейсмическая станция соответственно; 5, 6 - глубинный, генеральный разлом (5 - установленный, 6 - предполагаемый); 7 - осевая линия сквозной зоны разлома; 8 - граница региона. Элементы разломной тектоники даны согласно карте [4] с дополнениями из карт [5, 6]. Число у группы эпицентров у юго-западной границы региона определяет количество афтершоков Бусийнгольского землетрясения 1991 г., не нанесенных на карту. Цифрами помечены номера землетрясений с $K_p \geq 11.6$ согласно региональному каталогу.

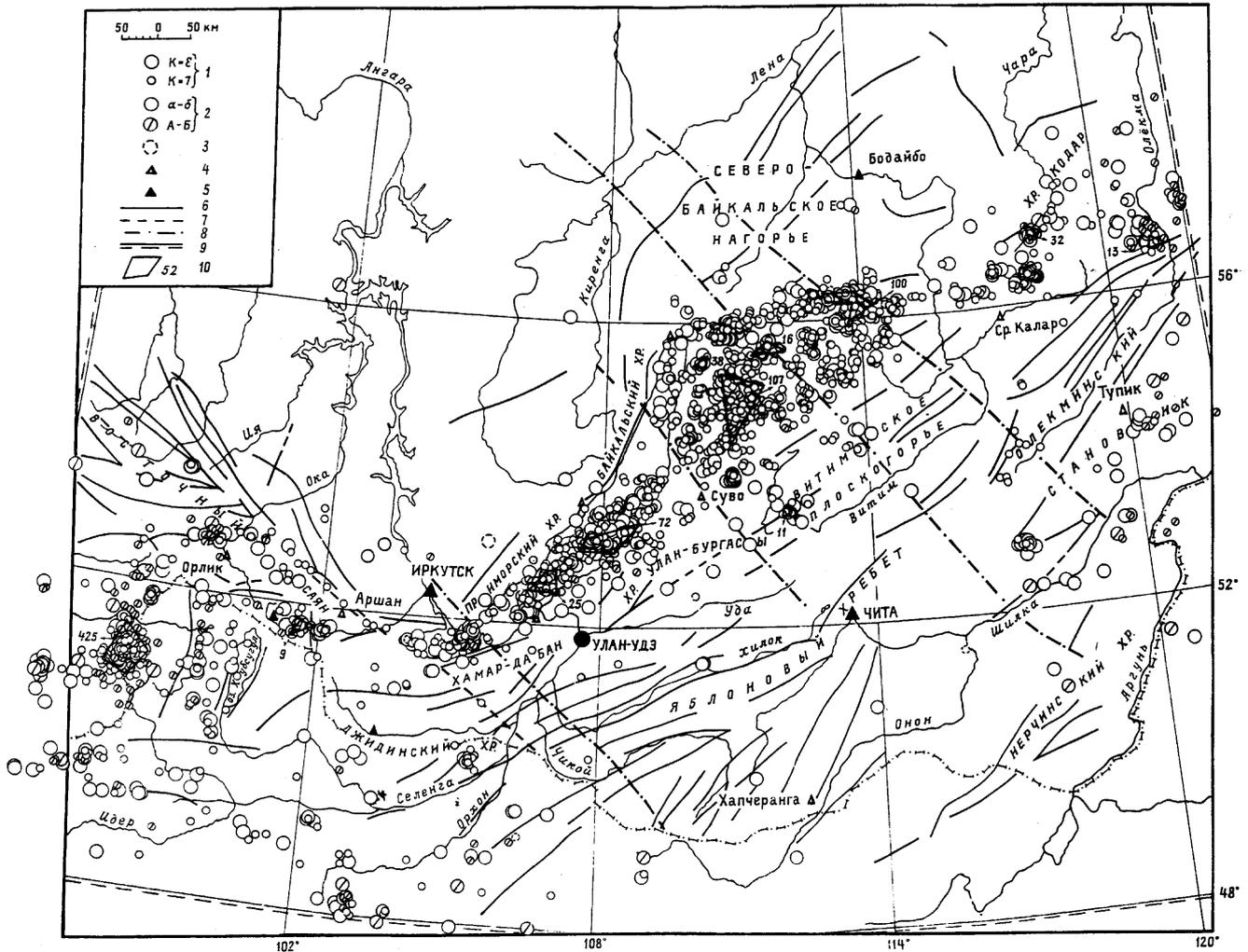


Рис. 4. Карта эпицентров слабых ($K_p=7,8$) землетрясений региона за 1993 г.

1 - энергетический класс K_p ; 2 - класс точности; 3 - возможно взрывы; 4,5 - региональная и опорная сейсмическая станция соответственно; 6,7 - глубинный, генеральный разлом (6- установленный, 7- предполагаемый); 8 - осевая линия сквозной зоны разлома; 9 - граница региона; 10 - контур области, с указанием числа эпицентров, не нанесенных на карту (из-за большой плотности). Элементы разломной тектоники, как на рис. 3.

Землетрясения локального Северомуйского района (рис. 5) даны лишь за три квартала, до прекращения наблюдений локальной сети. Подводя итог работы этой сети, следует отметить, что на протяжении полутора десятилетий указанные наблюдения позволяли детально изучать развитие сейсмического процесса в этом районе и дали возможность исследовать имевшие здесь место крупные рои землетрясений. В этот период установлено, что полосы, в которые концентрируются во многих случаях эпицентры землетрясений зоны Байкальского рифта, имеют значительную ширину (20-30 км) и, в целом, слабо коррелируются с элементами разломной тектоники. Вопреки высказываемым иногда мнениям [4] наблюдаемые особенности эпицентрального поля и результаты определения механизмов очагов трудно объяснить выполаживанием с глубиной крутопадающих у поверхности (листрических) разломов.

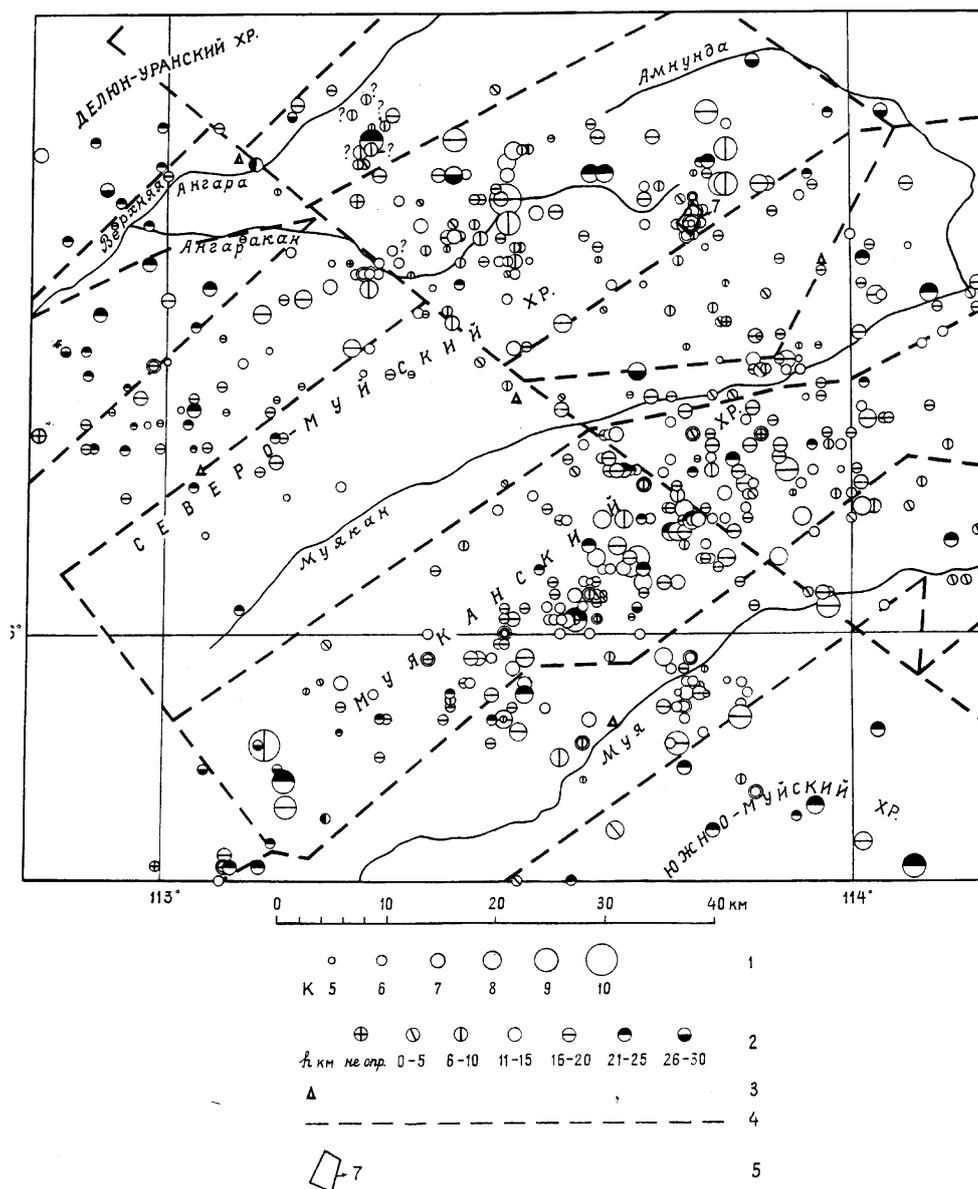


Рис. 5. Карта эпицентров землетрясений в Северомуйском районе за январь-август 1993 г. 1 - энергетический класс K_p ; 2 - глубина гипоцентра, км; 3 - сейсмическая станция; 4 - элементы разломной тектоники согласно [4]; 5 - контур области с указанием числа эпицентров, не нанесенных на карту (из-за большой их плотности).

Количественные оценки сейсмичности в регионе определяются картой сейсмической активности (рис. 6), построенной по методике, постоянно применявшейся в ежегодных обзорах сейсмичности Байкальского региона.

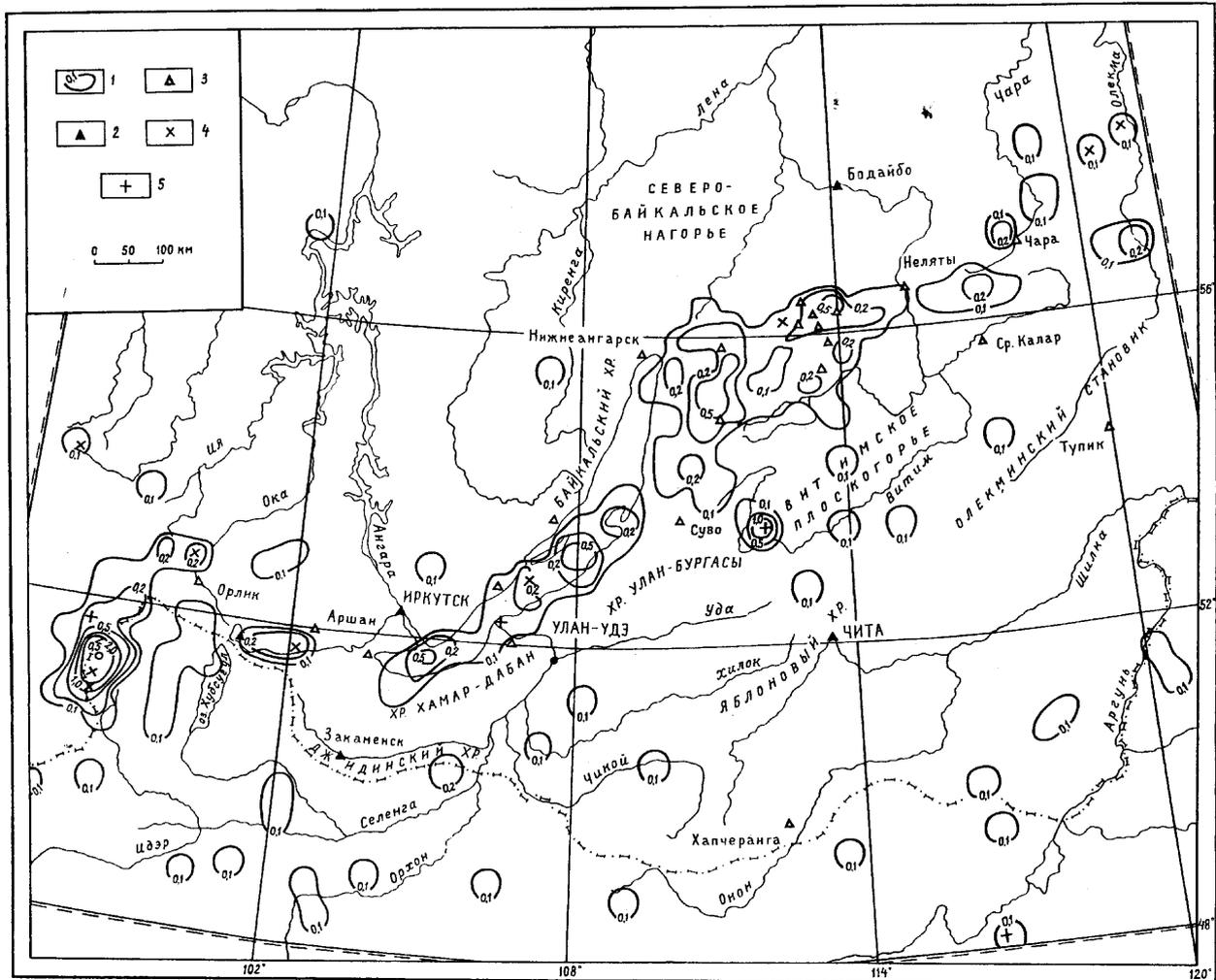


Рис. 6. Карта сейсмической активности в единицах A_{10} по данным о землетрясениях с $K_p \geq 9$
 1 - изолиния сейсмической активности; 2,3 - опорная и региональная сейсмическая станция соответственно; 4,5 - эпицентры землетрясений с $K_p = 12, 13$.

На рис. 7 в проекции на условную ось Байкальского рифта представлено пространственно-временное распределение землетрясений рифтовой зоны с $K_p \geq 9$. По оси ординат отложено время, осью абсцисс служит условная осевая линия рифтовой системы, изображенная на схеме рис. 2. На широтных участках осевой линии масштаб задаётся пересечением её меридианами в интервалах $\lambda = 99^\circ - 105^\circ$ и $114^\circ - 120^\circ$, Е; в центральной части рифта, где осевая линия направлена с юго-запада на северо-восток, масштаб задается положением линий пересечения оси диагоналями, соединяющими противоположные (северо-западные и юго-восточные) углы градусной сетки.

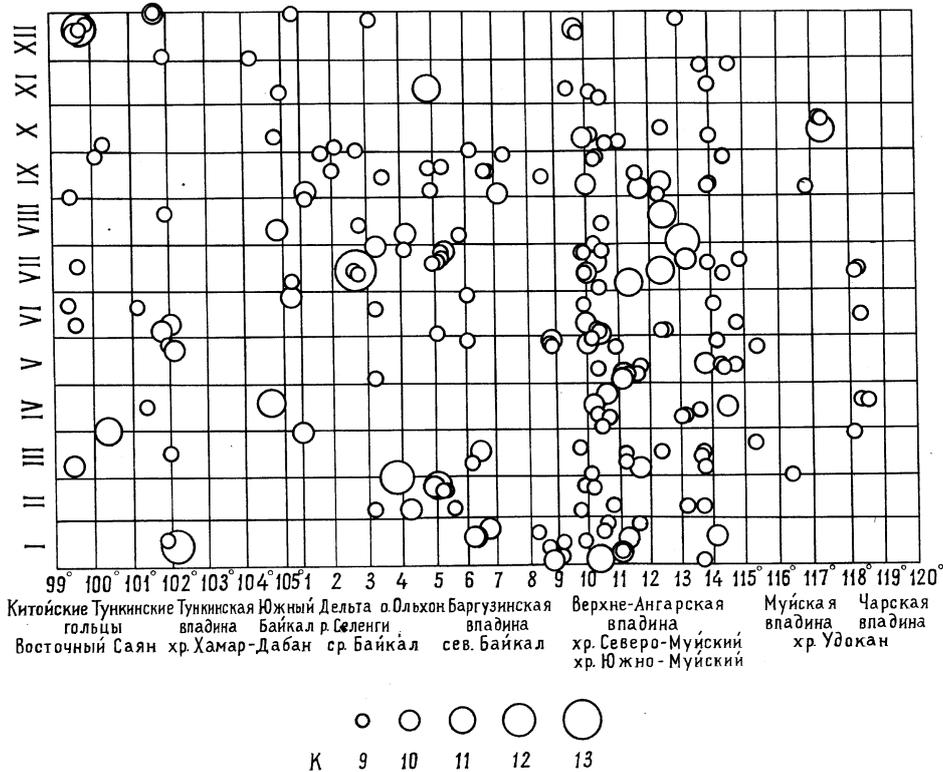


Рис. 7. Пространственно-временное распределение землетрясений с $K_p \geq 9$ Байкальского рифта в проекции на его осевую линию (см. рис. 2)

Механизмы очагов землетрясений по наблюдениям знаков первых вступлений в продольных волнах определены для четырёх из наиболее сильных землетрясений 1993 г. (см. каталог механизмов очагов землетрясений в настоящем сборнике). Графически полученные решения отображены на рис. 8.

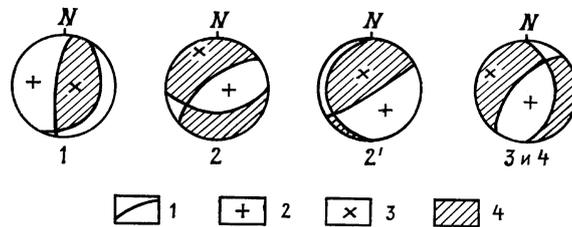


Рис. 8. Механизмы очагов землетрясений 13.07(1), 31.07(2), 05.09(3), 01.10(4)
1 - нодальная линия; 2 - ось сжатия P; 3 - ось растяжения T; 4 - область волн сжатия. Номер землетрясения соответствует нумерации в каталоге механизмов землетрясений региона (см. наст сб.)

Рассчитанные значения параметров графиков повторяемости землетрясений 1993 г. содержатся в табл. 3. В пределах возможных погрешностей они согласуются с результатами, получавшимися ранее [8].

Таблица 3. Основные параметры сейсмического режима

Территория	γ	σ_γ	$\lg N_{10}$	$\sigma_{\lg N_{10}}$	ΔK_p
Весь регион	0.46	± 0.06	1.93	± 0.10	8-13
Байкальский рифт:	0.53	± 0.06	1.60	± 0.09	8-12
- с-в часть рифта;	0.53	± 0.10	1.34	± 0.18	8-11
- ю-з часть рифта	0.47	± 0.11	1.28	± 0.16	8-12
Северомуйск. р-н	0.58	± 0.23	0.44	± 0.44	8-10

Примечание. Границы территорий, как в табл. 2; γ - угловой коэффициент графика повторяемости землетрясений; N_{10} - расчётное число землетрясений с $K_p=10$; σ_γ , $\sigma_{\lg N_{10}}$ - доверительные интервалы параметров графика повторяемости землетрясений γ и A_{10} при доверительной вероятности 90%.

Общее распределение эпицентров землетрясений 1993 г. на территории региона было таким же, как и в прошлые годы. Свообразным в каждый год оказывается лишь состав максимальных ($K_p \geq 12$) землетрясений. В 1993 г. к таким событиям относится землетрясение 13.01.1993 г. в 05 ч 18 мин с $K=11.7$ на юго-западном фланге Байкальской рифтовой зоны (запад Тункинской впадины), ощущавшееся в ближайшем населённом пункте, районном центре Кырен (2-3 км), с $I=4-5$ баллов, в Мондах (80 км) - 3-4 балла, в Аршане (30 км) 3 балла с лёгким гулом, в Иркутске (160 км) 2 балла, не ощущалось в пос. Тунка на расстоянии 30 км. Эпицентр землетрясения попадает в район восточного окончания субширотной полосы высокой концентрации эпицентров слабых землетрясений в Тункинских впадинах [9], однако столь ощутимых землетрясений здесь не отмечалось уже на протяжении ряда десятилетий. Несколько более сильные землетрясения в данном локальном районе имели место 10.08.58 г. [10] и 22.10.58 г. [11]. Оба эти землетрясения ощущались в населённых пунктах Тункинской впадины, а последнее, более сильное, также в Иркутске и Ангарске (2 балла). В Кырене его интенсивность оценивалась до 6 баллов. Близ Кырена располагался эпицентр ощущавшегося в Кырене землетрясения 25.03.76 г. с $K_p=11$ [12].

Эпицентр следующего землетрясения 21.02.93 г. с $K_p=10.8$ оказался на противоположном северо-восточном фланге рифтовой зоны. Ещё несколько восточнее произошло подобное землетрясение 27.06.93 г. Ранее в смежных районах эпизодически также регистрировались землетрясения, среди которых можно отметить более сильное землетрясение 15.01.72 г. с $K_p=13$ [13].

Очередное землетрясение произошло 27.02.93 г. на Среднем Байкале южнее юго-западной оконечности острова Ольхон. Оно ощущалось в ряде населенных пунктов в прибрежных районах, а также в городах Иркутск и Улан-Удэ (см. табл. 4). На Малом море, между о-вом Ольхон и северо-западным берегом Байкала, наблюдались в километре от берега колебания льда, вызвавшие испуг.

Таблица 4. Макросейсмические данные о землетрясении 27 февраля 1993 г. в 12 ч 30 мин $K_p=11.6$

№	Пункт	Δ , км	№	Пункт	Δ , км
	<u>4 балла</u>			<u>3 балла</u>	
1	Сухая	35	8	Байкал-Кудара	75
2	Анга	40	9	Красный яр	80
3	Еланцы	45	10	Шергино	85
4	Тырган	45, (гул)	11	Кабанск	90
5	Таловка	55	12	Иркутск	195
6	Оймур	55		<u>2-3 балла</u>	
7	Бугульдейка	70	13	Улан-Удэ	120
				<u>Не ощущалось</u>	
			14	Куреть	55

Здесь и ранее регистрировались землетрясения вплоть до достаточно высоких энергетических классов ($K_p \sim 12$, см. табл. 5), как правило, ощущавшиеся и в г. Иркутске. Все они имеют разные механизмы очагов. К сожалению, механизм очага землетрясения 27.02.93 г. из-за

неоднозначности получаемого решения выбрать не удалось.

Таблица 5. Землетрясения последних десятилетий в районах южнее о. Ольхон и дельты р. Селенги

Год	Дата	t ₀ , ч мин с	Координаты		K _p	Ист.
			φ°, N	λ°, E		
1976	17.01	16 50 50.6	52.72	106.92	12	[12]
	19.05	10 09 03.5	52.26	106.41	12	
1977	07.09	04 34 11.2	52.30	106.48	12	[14]
	20.10	08 57 36.0	52.93	107.21	12	
1978	24.02	02 14 39.3	52.42	106.59	11	[15]
	25.02	21 30 02.1	52.69	107.07	11	
	12.08	06 49 49.2	52.63	106.84	11	
	30.11	16 23 16.6	52.78	107.12	12	
1983	08.08	22 40 21.7	52.38	106.66	12	[16]
	24.11	13 42 34.9	52.99	106.95	12	
1993	27.02	12 30 00.9	52.84	107.05	11.6	
	13.07	12 28 38.3	52.25	106.44	12.8	

Обращает на себя внимание определённая сопряжённость землетрясений в указанном районе и в районе дельты р. Селенги (табл. 5). Неоднократно вслед за землетрясением в одном из этих районов вскоре происходило землетрясение и в другом районе. В 1993 г. за землетрясением 27 февраля последовало значительное землетрясение 13 июля [17], обследование макросейсмических проявлений которого удалось провести довольно детально (табл. 6, рис. 9).

В области эпицентра землетрясения 13 июля в дельте р. Селенги в 10-15 км, к северо-западу от пос. Шигаево, вблизи так называемого Чёртого озера, два свидетеля землетрясения пережили сильнейшее психологическое потрясение, ощутив сильные подземные толчки и услышав звук сильного взрыва. Зимовье, сооружённое из вкопанной в землю цистерны, сильно подпрыгивало, вода из котелка над костром расплескалась и загасила огонь, на близлежащем озере наблюдались небольшие волны. На удалении ~10 км ощущались резкие толчки, слышался сильный гул, треск построек, трескалась и иногда обваливалась штукатурка, с верхних частей дымовых труб падали кирпичи, сдвигались и падали предметы с полок и стен, жители испытали сильный испуг, часть из них покинула помещения. Землетрясение ощущалось до расстояний более 250 км. В г. Улан-Удэ интенсивность его оценивается в 4-5 баллов. Слабо проявилось оно на побережье Южного Байкала, относительное усиление интенсивности сотрясений, как это наблюдалось ранее уже неоднократно, отмечалось в районе г. Иркутска. В отличие от многих прежних землетрясений в районе Байкала длинные оси изосейст землетрясения 13.07.93 г. (4-го - 3-го баллов) оказались ориентированы в направлении юго-запад - северо-восток, то есть вдоль байкальских структур, а не поперёк им, как обычно.

Таблица 6. Макросейсмические данные о землетрясении 13 июля 1993 г. в 12 ч 28 мин (MS=4.5, K_p=12.8)

№	Пункт	Δ, км	№	Пункт	Δ, км
1	<u>7 баллов</u>	-	11	Кабанск	25
	Оз. Чертово		12	Тресково	40
2	<u>6-7 баллов</u>	10	<u>5-6 баллов</u>		
	Шигаево		13	Истомино	15
3	<u>6 баллов</u>	10	14	Колесово	20
	Мурзино		15	Исток	20
4	Ранжурово	10	16	Оймур	30
5	Степной Дворец	10	17	Посольск	30
6	Творогово	10	18	Брянск	40
7	Борки	10	19	Селенгинск	40
8	Байкал-Кудара	15	20	Мостовка	45
9	Инкино	20	<u>5 баллов</u>		
10	Дубинино	25	21	Каменск	30
			22	Береговая	35

№	Пункт	Δ, км	№	Пункт	Δ, км
23	Селенга	40	47	Усть-Ордынский	130
24	Покровка	60	48	Илька	155
	<u>4-5 баллов</u>		49	Смоленщина	155
25	Гимлюй	30	50	Олха	155
26	Кома	75	51	Большой Луг	160
27	Улан-Удэ	95	52	Ангарск	175
	<u>4 балла</u>		53	Байкальск	180
28	Бугульдейка	40	54	Кяхта	210
29	Сухая	55		<u>2-3 балла</u>	
30	Бабушкин	70	55	Бухта Песчаная	50
31	Нестерово	100	56	Большое Голоустрое	75
32	Иркутск	145	57	Маритуй	160
33	Горячинск	150	58	Култук	200
	<u>3-4 балла</u>		59	Талая	200
34	Тырган	55, (гул)	60	Кижинга	240
35	Куреть	65		<u>2 балла</u>	
36	Гусиноозерск	110	61	Листвянка	115
37	Хужир	120	62	Бичура	200
38	Шелехов	160		<u>Не ощущалось</u>	
39	Максимиха	190, (гул)	63	Баяндай	110
40	Усть-Баргузин	215, (гул)	64	Исток Ангары	115
41	Баргузин	260	65	Выдрино	150
	<u>3 балла</u>		66	Мурино	165
42	Посольская (станция)	30	67	Мухоршибирь	165
43	Большая Речка	35	68	Петропавловка	200
44	Черноруд	85	69	Хоринск	230
45	Хара-Дзагад	105	70	Красный Чикой	265
46	Тарбагатай	105	71	Тунка	270
			72	Цакир	280

Необычным был и взбросовый механизм очага землетрясения 13.07.93 г. (рис. 8). Одна плоскость подвижки определяется как близмеридиональная, круто падающая к западу, вторая плоскость - северо-восточного простирания, полого падающая к юго-востоку. Следует отметить, что со взбросовой компонентой определялся и механизм очага землетрясения 24.11.83 г. с эпицентром у юго-западной оконечности о. Ольхон из упомянутых выше групп эпицентров (табл. 5), сопряжённых с землетрясениями в районе дельты р. Селенги. О наличии связи между этими группами свидетельствует близмеридиональная полоса концентрации очагов землетрясений, обнаруживаемая в этой части Байкала [17]. Возможно, возникновение землетрясения 13.07.93 г. связано с соответствующим разломом, скрытым в районе дельты р. Селенги под толщей рыхлых отложений.

Следующее землетрясение с $K_p=12.2$, практически не сопровождавшееся афтершоками, имело место 31.07.1993 г. в 23 ч 13 мин в районе Северомуйского хребта - восточной части Верхне-Ангарской впадины. Ранее такие землетрясения происходили здесь 19.02.74 г. [18] и 20.06.78 г. [15], более сильное землетрясение зарегистрировано в 22.08.67 г. с $K_p=13$). Механизм очага землетрясения 31.07.93 г. из-за неоднозначности идентификации фаз (см. каталоги механизмов очагов землетрясений по регионам) определён в двух вариантах. В одном - более вероятном варианте решения - подвижка должна была бы представлять, в основном, сброс по наклонной плоскости северо-восточного простирания, что соответствует типичным механизмам очагов байкальских землетрясений, в другом варианте - возможно взброс по вертикальной плоскости приблизительно такого же простирания. Отметим, что для землетрясения 19.02.74 г. по плоскости северо-восточного простирания также устанавливалась подвижка типа сброса. В то же время для землетрясения 1.07.1974 г., с эпицентром на градус восточнее, механизм очага оценивался как чистый взброс по плоскости, ориентированной по широте [18].

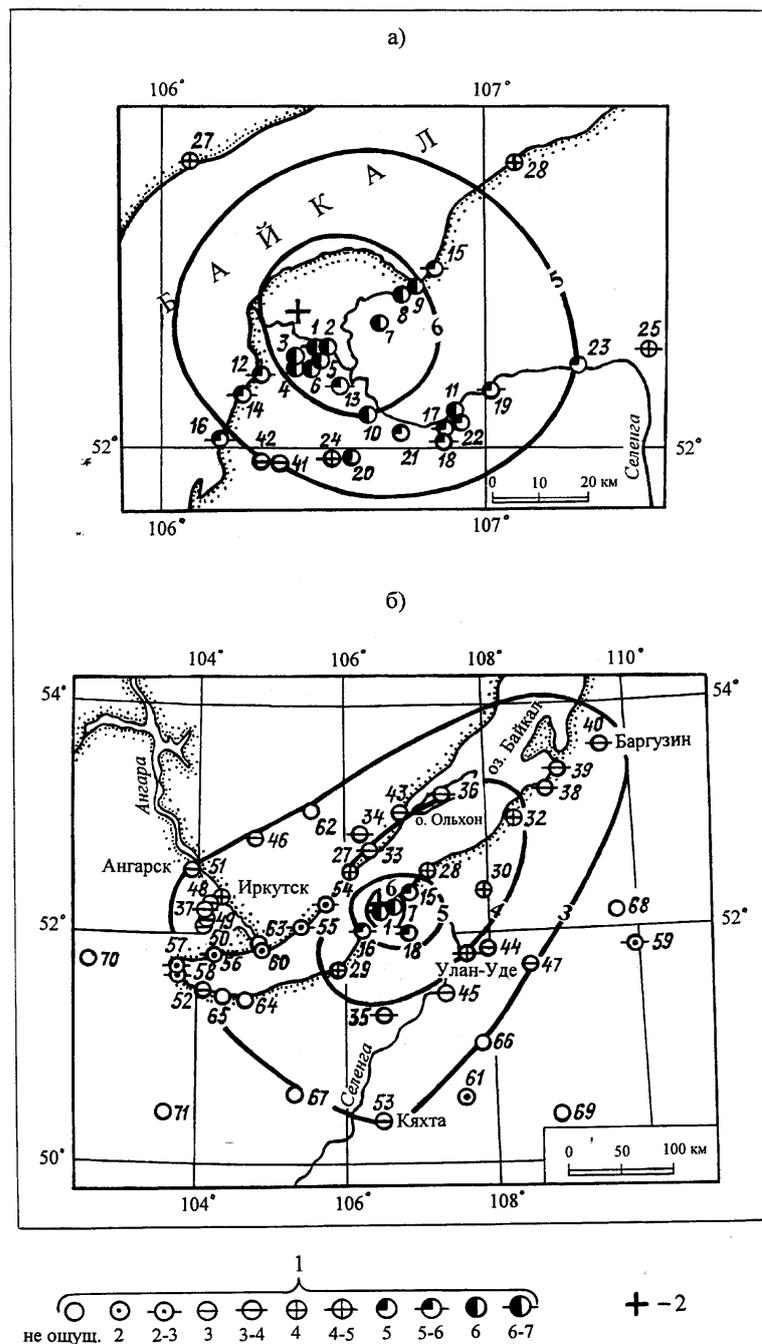


Рис. 9. Карта изосейст землетрясения 13.07.93 г. в 12 ч 28 мин ($M_S=4.5$, $K_p=12.8$)

а - по совокупности собранных данных, б - ближняя зона; 1 - балльность; 2 - инструментальный эпицентр. Номера пунктов даны в соответствии с табл. 6.

Наиболее значительным в регионе в 1993 г. было землетрясение 5.09.93 г. в 21 ч 49 мин с $K_p=13.4$ в юго-западной части Витимского плоскогорья в Забайкалье там, где ранее в течение трех десятилетий лишь эпизодически отмечались только слабые землетрясения. Нужно заметить, что эпицентр землетрясения находится в незаселенной местности, поэтому нет макросейсмических данных в ближней зоне. В дальней зоне, из 28 пунктов на обширной территории Бурятии, Читинской и Иркутской областей, землетрясение замечено только к юго-востоку в г. Чите (185 км) 3-4 балла, к северо-востоку от эпицентра - в Иракинде (335 км) 3 балла, к юго-западу - в Ильке (320 км) 3 балла и в Тарбогатае (250 км) 2-3 балла.

Особый интерес представляет определение механизма очага этого землетрясения, так как до него на Витимском плоскогорье, как и в смежных нерифтовых районах Забайкалья, таких

определений нет. Ориентация осей главных напряжений в его очаге оказалась достаточно типичной для землетрясений Байкальского рифта, не смотря на то, что оно находится уже вне рифтовой зоны. Оси напряжения растяжения и промежуточного ориентированы близгоризонтально (соответственно на северо-запад и северо-восток), ось сжатия составляет большой угол с горизонтальной плоскостью. Простираение одной из возможных плоскостей подвижки (с преобладанием сбросовой компоненты) меридиональное (падение плоскости на восток), второй - северо-восточное с падением на северо-запад (рис. 8).

Вслед за основным толчком 5 сентября последовала затухающая серия афтершоков. Оживление афтершоковой деятельности наблюдалось в начале октября. До конца 1993 г. зарегистрировано 50 землетрясений и среди них по два землетрясения 12-го и 11-го классов; их глубины невелики (5-10 км). Подавляющая часть эпицентров афтершоков концентрировалась на малой площади у эпицентра основного толчка. Анализ связи сейсмических проявлений с элементами разломной тектоники рассматриваемого района затруднён, как это не редко случается, неоднозначностью и приблизительностью существующих геологических представлений [4,19,20]. Механизм очага афтершока 01.10.93 г. в 12 ч 47 мин практически совпадает с механизмом очага главного толчка (рис. 8).

Согласно картам [4,19] разломы меридиональной ориентировки на рассматриваемой территории отсутствуют. Близок к эпицентральной области региональный Зазинский разлом северо-восточного простираения, как и нодальная плоскость II, однако, судя по картам, опущено по нему не северо-западное крыло, как предполагается механизмом очага землетрясения, а юго-восточное. Направлением сброса на северо-запад, согласно карте [19], характеризуется локальный разлом, проходящий непосредственно через эпицентральной область. Возможно, именно с этим разломом и была связана подвижка в очаге землетрясения 5.09.93 г.

Район землетрясения 05.09.93 г. характеризуется большой сейсмической активностью $A_{10} \approx 1.0$ (рис. 6). Другие области повышенной сейсмической активности на карте рис. 6 ($A_{10} \approx 0.5$) вполне обычно оказываются в районах среднего и южного Байкала, севера Баргузинской впадины, горной перемычки между Верхне-Ангарской и Муйской впадинами. Максимальная активность $A_{10} \approx 2.0$ наблюдалась в 1993 г. в области афтершоков Бусийнгольского землетрясения 1991 г., на юго-западе региона, формально относимой, однако, уже к Алтае-Саянскому региону.

Из иных землетрясений с $K_p \geq 12$, зарегистрированных в регионе в 1993 г., следует отметить толчок 19.11.1993 г., $K_p = 12.6$ с эпицентром на юго-востоке, на территории Китая, юго-западнее оз. Далайнор (в пограничной с Монголией полосе) и 19.12.93 г., $K_p = 12.3$ в Восточном Саяне (на юго-западе региона). Последнее из этих землетрясений ощущалось с гулом в районном центре Орлик (20 км) с $I = 5$ баллов.

Сейсмологические наблюдения 1993 г. с учётом ранее накопленных фактических данных подтверждают ряд особенностей сейсмического процесса в регионе. Наиболее сильные из зарегистрированных землетрясений происходили как в районах, где и ранее отмечались подобные или ещё более интенсивные землетрясения, так и там, где прежде они ещё не отмечались. Интервалы времени между указанными землетрясениями (в первом случае) существенно различны, изменчивы, не обнаруживают уловимых закономерностей. Возникновение землетрясений в новых местах (землетрясение 5.09.1993 г. с серией афтершоков) свидетельствует о необходимости проведения значительно более продолжительных инструментальных сейсмических наблюдений, чем 30-40 лет. Особенно важно это в районах, где землетрясения происходят не столь часто, как в зоне рифта.

Важный вывод состоит в том, что по механизму очага землетрясение 05.09.93 г. в юго-западной части Витимского плоскогорья в Забайкалье практически не отличается от землетрясений в Байкальской рифтовой зоне, что, очевидно, указывает на распространение поля рифтовых напряжений и на этот смежный район.

Наблюдения 1993 г. ещё раз наглядно показали, что обычно не обнаруживается направленной постепенной миграции эпицентров землетрясений по рифтовой зоне. Очередные из более сильных землетрясений происходили, как правило, в существенно отдалённых друг от друга, нередко противоположных, частях рифтовой зоны.

Л и т е р а т у р а

1. **Параметры, амплитудные и фазовые характеристики приборов сейсмических станций Сибири (1993 год). 1994.** / Отв. ред. О.К. Масальский. Иркутск. ИЗК СО РАН. 98с.
2. **Голенецкий С.И. 1988.** Землетрясения Прибайкалья и Забайкалья // Землетрясения в СССР в 1985 году. М.: Наука. С. 124-135.
3. **Инструкция о порядке производства и обработки наблюдений на сейсмических станциях единой системы сейсмических наблюдений СССР. 1982.** М.: Наука. 272 с.
4. **Карта новейшей тектоники юга Восточной Сибири. 1981.** Масштаб 1: 1500000. / Ред. Золотарёв А.Г., Хренов П.М. Ленинград: Изд-во МИНГЕО.
5. **Карта мезозойской и кайнозойской тектоники МНР. 1979.** Масштаб 1:1500000. /Гл. ред. Яншин А.Л. Москва: ГУГК.
6. **Геологическая карта региона БАМ. 1978.** / Гл. ред. Красный Л.И. Москва: МИНГЕО СССР.
7. **Саньков В.А., Днепровский Ю.И., Коваленко С.Н., Борняков С.А., Гилёва Н.А., Горбунова Н.Г. 1991.** Разломы и сейсмичность Северо-Муйского геодинамического полигона. Новосибирск: Наука. 110 с.
8. **Голенецкий С.И. 1997.** Землетрясения Прибайкалья и Забайкалья // Землетрясения Северной Евразии в 1992 году. М.: Геоинформмарк. С. 61-74.
9. **Голенецкий С.И. 1998.** Сейсмичность района Тункинских впадин на юго-западном фланге Байкальского рифта в свете инструментальных наблюдений второй половины XX века // Геология и геофизика. № 2. С. 260-270.
10. **Пучков С.В. Хованова Р.И. 1959.** Кыренское землетрясение 10 августа 1958 г. // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. № 6. С. 891-894.
11. **Хованова Р.И. 1960.** Кыренское землетрясение 22 октября 1958 г. // Бюллетень совета по сейсмологии. №10. М.: Изд-во АН СССР. С. 40-43.
12. **Голенецкий С.И. 1980.** Землетрясения Прибайкалья // Землетрясения в СССР в 1976 году. М.: Наука. С. 46-57.
13. **Голенецкий С.И. 1976.** Землетрясения Прибайкалья // Землетрясения в СССР в 1972 году. М.: Наука. С.105-118.
14. **Голенецкий С.И. 1981.** Землетрясения Прибайкалья // Землетрясения в СССР в 1977 году. М.: Наука. С. 72-85.
15. **Голенецкий С.И. 1982.** Землетрясения Прибайкалья // Землетрясения в СССР в 1978 году. М.: Наука. С. 45-51.
16. **Голенецкий С.И. 1986.** Землетрясения Прибайкалья и Забайкалья // Землетрясения в СССР в 1983 году. М.: Наука. С. 69-75.
17. **Голенецкий С.И., Ружич В.В., Дреннова Г.Ф., Емельянова И.А. 1995.** Ощутимые и сильные землетрясения района дельты реки Селенги и толчок 13 июля 1993 г. // Вулканология и сейсмология. № 4-5. С. 215-261.
18. **Голенецкий С.И. 1977.** Землетрясения Прибайкалья // Землетрясения в СССР в 1974 году. М.: Наука. С. 114-127.
19. **Карта разломов юга Восточной Сибири. 1988.** Масштаб 1: 1500000. / Ред. Хренов П.М.. Ленинград.: Изд-во МИНГЕО.
20. **Солоненко В.П., Хилько С.Д., Демьянович М.Г. и др. 1977.** // Сейсмическое районирование Восточной Сибири и его геолого-геофизические основы. Новосибирск: Наука. С. 214-261.