

## ПРИБАЙКАЛЬЕ И ЗАБАЙКАЛЬЕ

### С.И. Голенецкий.

В 1994 г. регистрация землетрясений в Прибайкалье и Забайкалье продолжалась сетью из 23 сейсмических станций Байкальской опытно-методической сейсмологической экспедиции. Перечень функционировавших станций и параметры действовавшей аппаратуры приведены в [1]. Определение координат гипоцентров землетрясений проводилось по традиционной методике, описанной в обзорах [2, 3].

Основная часть сейсмических событий, происшедших в 1994 г., как всегда, располагалась в зоне Байкальского рифта и, особенно, в северо-восточной его половине. Распределение числа землетрясений по региону и энергетическим классам  $K_p$  представлено в табл. 1, карты эпицентров в двух энергетических диапазонах ( $K_p=7,8$  и  $K_p \geq 9$ ) – на рис. 1, 2. Региональный каталог землетрясений (см. наст. сб.) включает сведения о 199 событиях с  $K_p \geq 8.6$ . Количественно сейсмичность региона характеризует карта сейсмической активности  $A_{10}$  (рис. 3), построенная по стандартной для региона методике [4]. Указанные карты (рис. 1-3) свидетельствуют о том, что и в 1994 г. всё ещё была сейсмически высокоактивна область сильного Бусингольского землетрясения 27.12.1991 г. ( $K_p=16.2$ ,  $M_S=6.5$ ) на стыке Байкальского и Алтае-Саянского регионов.

**Таблица 1.** Распределение числа землетрясений по энергетическим классам  $K_p$  и суммарная сейсмическая энергия  $\Sigma E$  во всём регионе, Байкальском рифте и его частях

Зоны	$K_p$										$N_{\Sigma}$	$\Sigma E * 10^{12}$ , Дж
	6	7	8	9	10	11	12	13	14.5	15.5		
Весь регион	643	1669	715	177	61	12	5	3	1	1	3287	350
Байк. рифт:	616	1166	401	118	38	7	3	-	1	1	2351	350
- с-в часть рифта	519	758	250	87	31	3	3	-	1	1	1653	350
- ю-з часть рифта	97	408	151	31	7	4	-	-	-	-	698	0.05

Примечание. Границы Байкальского рифта и его северо-восточной (I) и юго-западной (II) частей согласно схеме на рис. 4; координаты всего региона – 48-60° N и 96-122° E.

Пространственно-временное распределение землетрясений Байкальского рифта в проекции на его условную ось, показанную на рис. 4, изображено на рис. 5. Методика построения графика описана в обзоре [2].

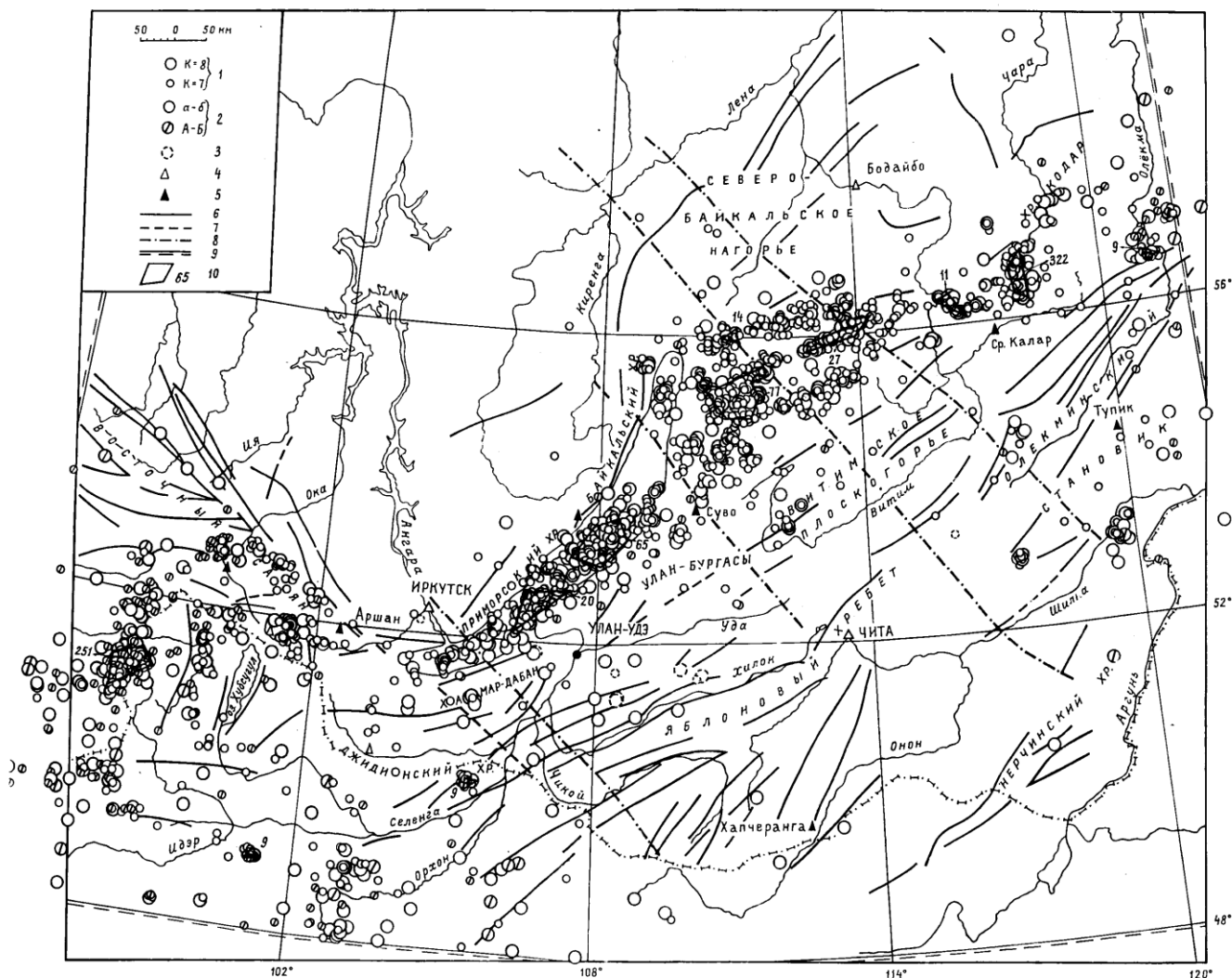
В табл. 2 приведены параметры графиков повторяемости землетрясений за 1994 г. В пределах возможных отклонений, они не противоречат прежним определениям.

**Таблица 2.** Основные параметры сейсмического режима

Зоны	$\gamma$	$\sigma_{\gamma}$	$N_{10}$	$\sigma_{lgN_{10}}$	Диапазон $K_p$
Весь регион	0.49	$\pm 0.08$	1.77	$\pm 0.14$	8-13
Байк. рифт:	0.55	$\pm 0.06$	1.51	$\pm 0.09$	8-12
- с-в часть рифта	0.53	$\pm 0.18$	1.36	$\pm 0.25$	8-12
- ю-з часть рифта	0.54	$\pm 0.22$	1.01	$\pm 0.27$	8-11

Примечание.  $\gamma$  – наклон графика повторяемости землетрясений;  $N_{10}$  – расчетное число землетрясений с  $K_p=10$ ;  $\sigma_{\gamma}$  и  $\sigma_{lgN_{10}}$  – доверительные интервалы параметров графика повторяемости землетрясений при доверительной вероятности 90%.

Рис. 1. Карта эпицентров слабых ( $K_p=7, 8$ ) землетрясений Байкальского региона



1 – энергетический класс  $K_p$ ; 2 – класс точности; 3 – возможно взрывы; 4, 5 – сейсмическая станция, опорная и региональная соответственно; 6, 7 – глубинный, генеральный разлом (6 – установленный, 7 – предполагаемый); 8 – осевая линия сквозной зоны разлома; 9 – граница региона; 10 – контур области повышенной плотности эпицентров с указанием их числа. Элементы разломной тектоники даны согласно карте [5] с дополнениями из карт [6, 7].

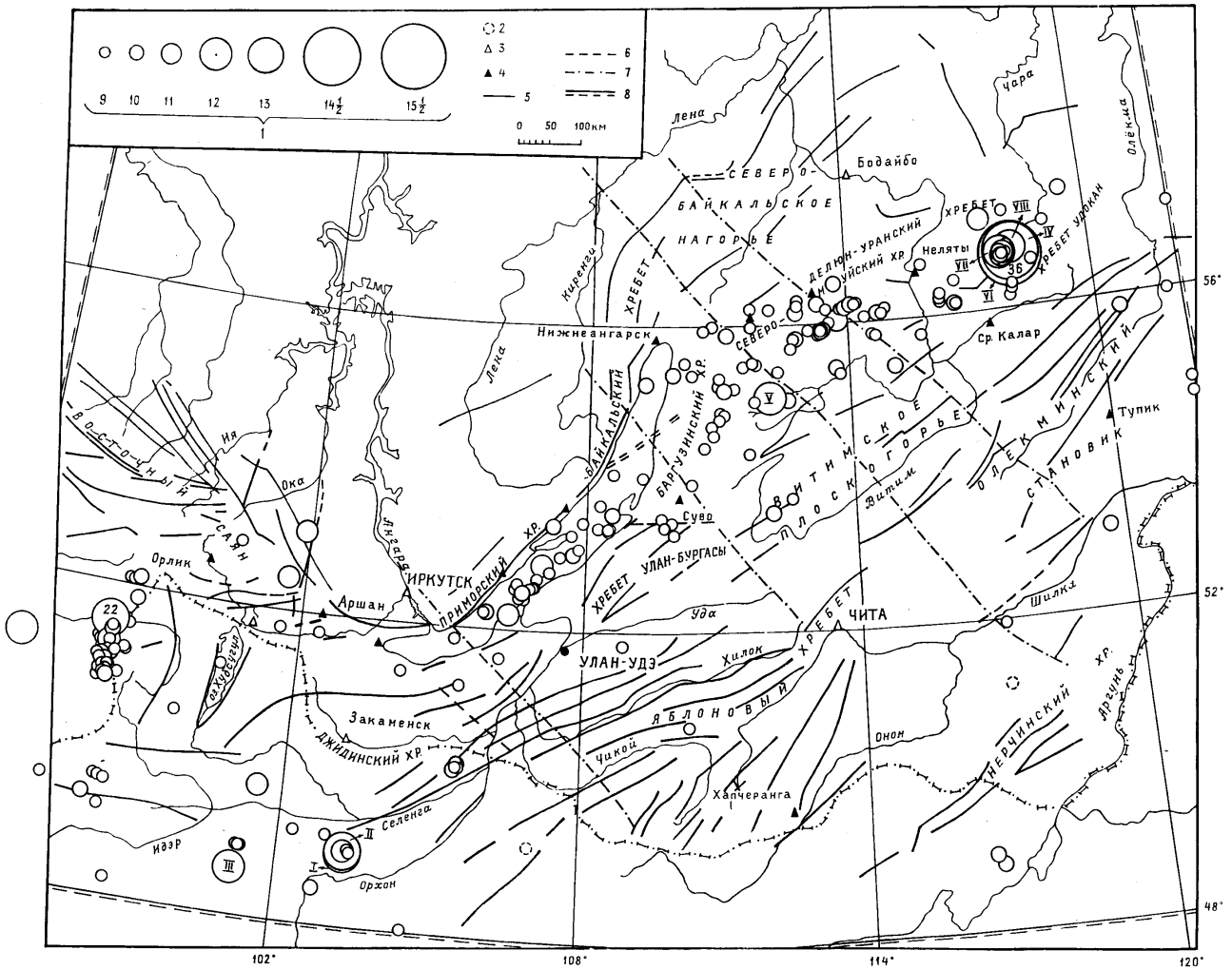


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений Байкальского региона с  $K_p \geq 9$

1 – энергетический класс  $K_p$ ; 2 – возможно взрывы; 3, 4 – сейсмическая станция, опорная и региональная соответственно; 5, 6 – глубинный, генеральный разлом (5 – установленный, 6 – предполагаемый); 7 – осевая линия сквозной зоны разлома; 8 – граница региона. Элементы разломной тектоники, как на рис. 1. Числа близ групп эпицентров обозначают количество землетрясений в данном интервале энергетических классов ( $K_p \geq 9$ ), не нанесённых на карту. Номера землетрясений с  $K_p \geq 11.6$  графы 1 регионального каталога (см. наст. сб.) изображены на рисунке римскими цифрами. Точность определения эпицентров дана в каталоге землетрясений.

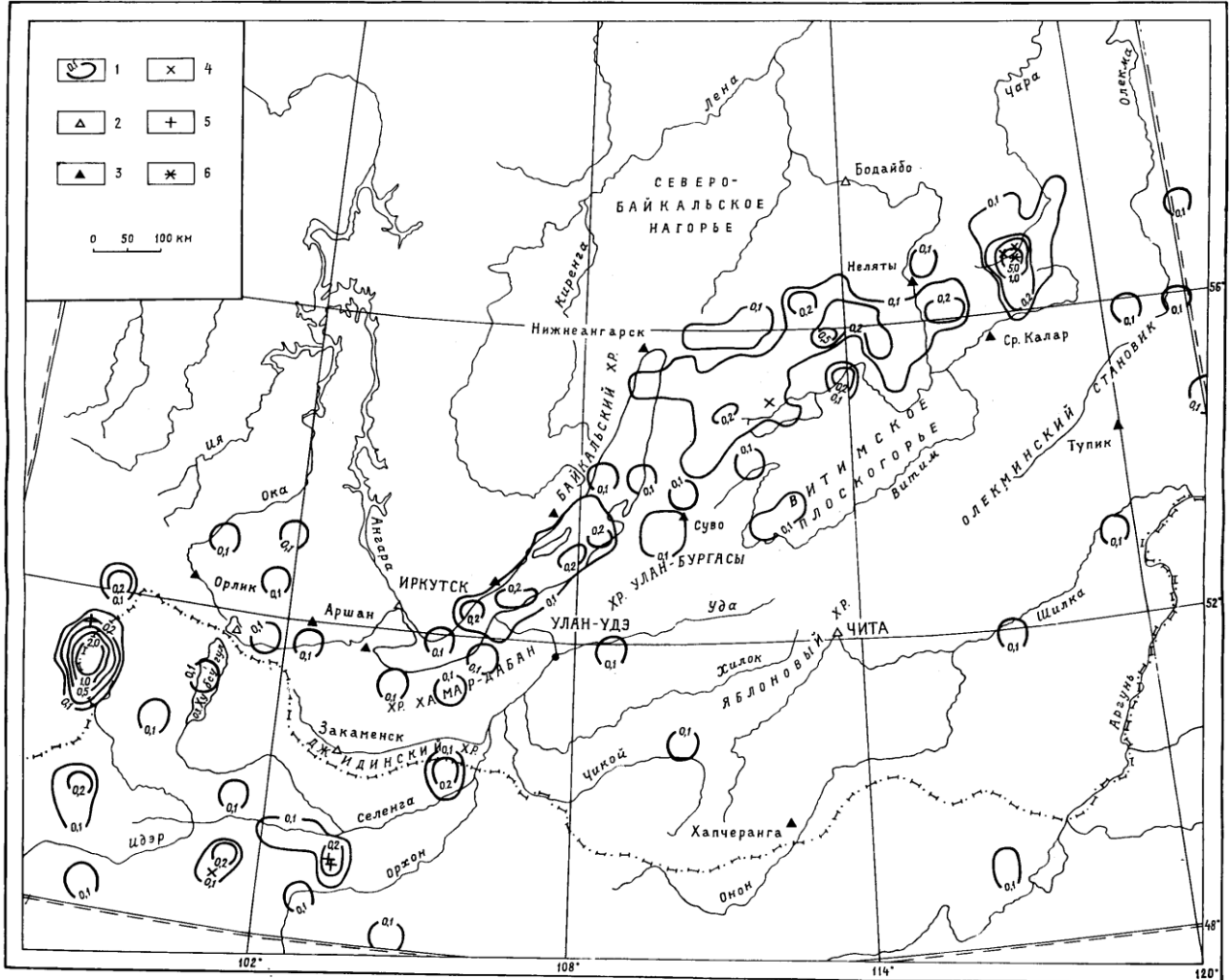


Рис. 3. Карта сейсмической активности в единицах  $A_{10}$  по данным о землетрясениях с  $K_p \geq 9$

1 – изолиния сейсмической активности; 2, 3 – сейсмическая станция, опорная и региональная соответственно; 4, 5, 6 – эпицентры землетрясений с  $K_p = 12, 13, 15.5$  соответственно.

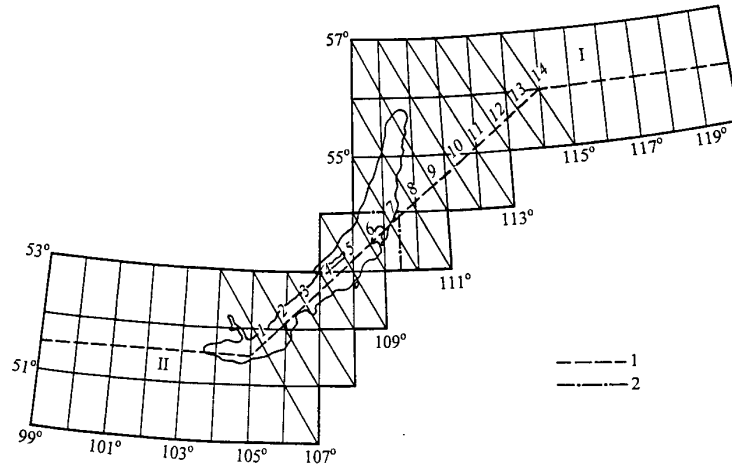


Рис. 4. Схема зоны Байкальского рифта

1 – схематическая осевая линия рифтовой системы; 2 – условная граница между северо-восточной (I) и юго-западной (II) частями зоны. Косые линии ( $n=14$ ) разделяют полосы эпицентров землетрясений при проектировании их на осевую линию при построении графика сейсмического режима на рис. 5.

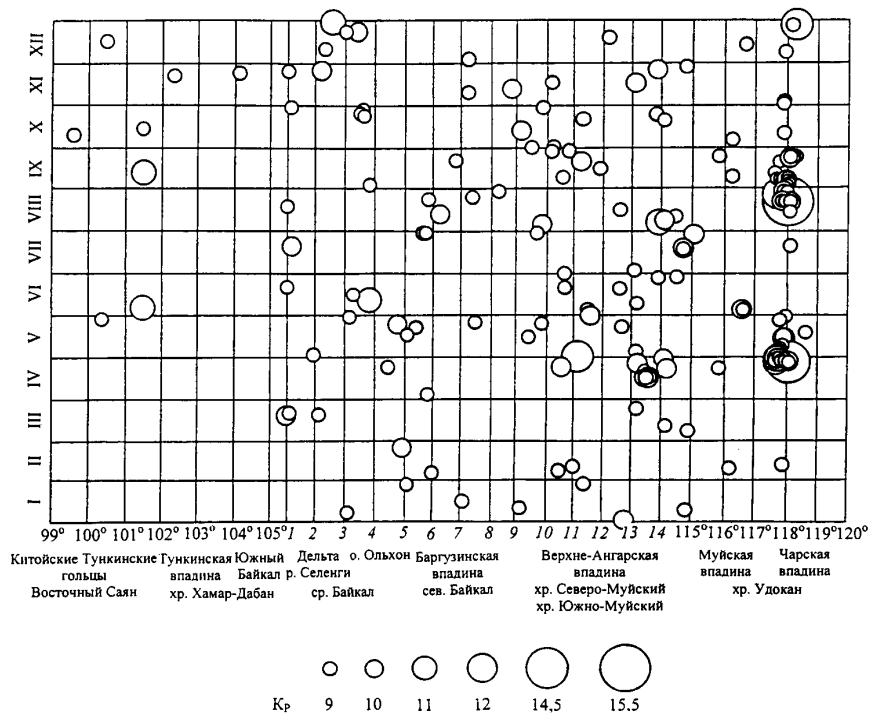


Рис. 5. Распределение землетрясений разных классов зоны Байкальского рифта в пространстве (в проекции на осевую линию рифтовой системы, показанную на рис. 4) и во времени (по месяцам)

Вполне обычным было общее распределение эпицентров землетрясений по территории региона, за исключением значительных землетрясений в северной Монголии и на северо-востоке. Первым из них явилось землетрясение 16 января в  $16^h58^m$  с  $K_p=13.1$  с эпицентром в юго-западной части хребта Бурэн-Нуру в северной Монголии, ощущавшееся на значительных площадях южных районов Бурятии и Иркутской области (I на рис. 2). По данным [8], его величина характеризуется магнитудами  $M_S=4.8$ ,  $M_{PSP}=5.4$ . После него до конца января зарегистрировано менее десятка афтершоков. Наиболее сильный ( $K_p=12.6$ ) афтершок, ощущавшийся в Закаменске и Иркутске с интенсивностью 2-3 балла, произошёл 19 января в  $04^h59^m$ . Анкетные сведения об ошутимости основного толчка получены из 42 населённых пунктов (табл. 3, рис. 6).

Таблица 3. Макросейсмические данные о землетрясении 16.01.1994 г. в  $16^{\text{h}}58^{\text{m}}$  ( $K_p=13.1$ ,  $MS=4.8$ )

№	Пункт	$\Delta$ , км	№	Пункт	$\Delta$ , км
	<u>5-6 баллов</u>			<u>Не ощущалось</u>	
1	Закаменск	160, гул	17	Мурино	290
2	Цакир	170	18	Кырен	315
	<u>5 баллов</u>		19	Танхой	315
3	Санага	200	20	Маритуй	330
4	Петропавловка	230	21	Аршан	335
	<u>4-5 баллов</u>		22	Новоселенгинск	335
5	Култук	310	23	исток Ангары	345
6	Иркутск	380	24	Монды	350
7	Ангарск	405	25	Бичура	355
	<u>4 балла</u>		26	Мухоршибирь	400
8	Кяхта	275, слабый гул	27	Менза	405
9	Слюдянка	300	28	Кабанск	420
	<u>3 балла</u>		29	Малета	420
10	Оронгой	390	30	Усолье-Сибирское	430
11	Тарбагатай	400	31	Усть-Орда	445
12	Иволгинск	420, гул	32	Орлик	470
13	Хужир	550, гул	33	Черемхово	470
	<u>2-3 балла</u>		34	Тырган	480
14	Бабушкин	355	35	Сухая	480
15	Улан-Удэ	440	36	Илька	480
16	Большая Тарель	585	37	Баяндай	485
			38	Нестерево	495
			39	Кижинга	570
			40	Горячинск	570
			41	Хоринск	575
			42	Харагун	625

Примечание. Номера пунктов соответствуют номерам на рис. 6.

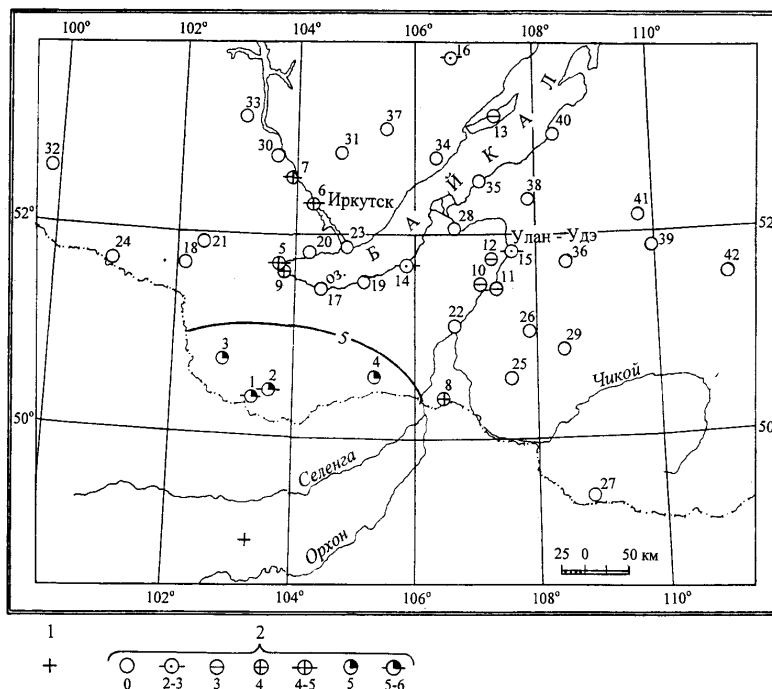


Рис. 6. Макросейсмические проявления землетрясения 16 января в  $16^{\text{h}}58^{\text{m}}$  ( $K_p=13.1$ ,  $MS=4.8$ )

1 – инструментальный эпицентр землетрясения; 2 – интенсивность сотрясений I в баллах по шкале MSK-64 [9].

Наибольшей интенсивности (5-6 баллов) сотрясения достигли у границы с Монголией, к

северу от эпицентра (г. Закаменск и другие населённые пункты по долине р. Джиды). В г. Закаменск спавшие проснулись, в испуге выходили из домов, а некоторые покидали их в панике. В домах скрипели полы, потолки, открывались и закрывались двери, дребезжала посуда, стёкла окон, скрипела мебель, висячие предметы колебались, другие – сдвигались с места, падали на столах, на полках, в штукатурке образовались тонкие трещины. Имеется сообщение, что были повреждены стёкла в серванте, разбита посуда. Некоторые очевидцы едва удержались на ногах. Следует отметить, что при данном  $K_p=13.1$  наблюденная интенсивность сотрясений значительно превышает расчетную по осреднённому региональному макросейсмическому уравнению.

Интенсивность сотрясений с изменением эпицентрального расстояния менялась неравномерно. Севернее, на берегах Южного Байкала, за хр. Хамар-Дабан и в районе Тункинских впадин, к западу от оз. Байкал землетрясение практически не ощущалось за исключением локального района юго-западной его оконечности и слабых проявлений в районе г. Бабушкин. В Култуке многие спавшие проснулись, дребезжала посуда, стёкла окон, скрипела мебель, колебались висячие предметы. Несколько слабее, по-видимому, землетрясение ощущалось в г. Слюдянка. Ещё далее к северу, в гг. Иркутск, Ангарск, интенсивность сотрясений вновь оказалась существенной – 4-5 баллов. Крайний пункт к северо-востоку, где землетрясение ещё слабо ощущалось, пос. Большая Тарель на расстоянии 585 км от эпицентра. Слабые проявления землетрясения отмечены в Забайкалье, в Улан-Удэнском районе (по р. Селенга) и на о. Ольхон.

Таким образом, отчётливо выявляется меньшее затухание сейсмических волн в меридиональном направлении, понижение балльности в районе оз. Байкал непосредственно за хр. Хамар-Дабан и новое усиление интенсивности колебаний в районе г. Иркутска. Указанная особенность наблюдалась и при других землетрясениях Северной Монголии, например, при сильнейшем Могодском землетрясении 05.01.1967 г. в  $00^h14^m$  с  $MLN=7.8$  [10], эпицентр которого располагался южнее приблизительно на 100 км [11]. Область эпицентров многочисленных афтершоков Могодского землетрясения, регистрировавшихся в течение многих лет, представляла собой полосу меридионального простираения. Эпицентр землетрясения 16.01.1994 г. попадает на продолжение этой полосы к северу, подтверждая существование здесь значительной сейсмогенной структуры такой ориентации, не находившей, однако, ранее отражения в виде заметного разлома при геологических обобщениях [12].

Землетрясение 16.01.1994 г. было наиболее сильным в Северной Монголии с 1958 г. после так называемого Сайханского землетрясения 23.06.1958 г. в  $05^h10^m$  [11], характеризуемого магнитудой  $MLN=6.2$  [10]. Похожее землетрясение с эпицентром, расположенным несколько восточнее, имело место 20.02.1981 г. в  $11^h34^m$  ( $K_p=13$ ,  $MPVA=4.8$ ) [13].

Наиболее значимыми сейсмическими событиями в регионе в 1994 г. были землетрясения, происшедшие 26 апреля в  $18^h59^m$  с  $K_p=14.5$  и 21 августа в  $15^h56^m$  с  $K_p=15.5$  в районе юго-западной части Чарской впадины, на северо-восточном фланге Байкальского рифта (IV и VI на рис. 2). Их магнитуды  $M_S$  соответственно равны 5.8 и 6.3 [8]. Эти землетрясения – наиболее сильные здесь за три последние десятилетия непрерывных сейсмологических наблюдений региональной сетью сейсмических станций, позволяющих проследить их предысторию. Ранее подобные и более сильные землетрясения наблюдались в соседних звеньях рифта и в смежных с рифтом районах. Основные черты сейсмотектоники района с указанием эпицентров всех известных землетрясений с  $K_p \geq 12$  отображены на рис. 7.

В районе Чарской впадины в предыдущие десятилетия можно отметить относительно пониженное число слабых землетрясений и следующие особенности сейсмического процесса. В 1969 г. северо-восточнее очагов землетрясений 1994 г. (26.04. и 21.08) располагался небольшой рой слабых землетрясений (максимальное с  $K_p=9$ ) [14,15]. В связи с Кодарским землетрясением 15.05.1970 г. ( $t_0=20^h50^m$ ,  $K_p=14$ ,  $M=5.6$ ) и его афтершоками существенно возросло число зарегистрированных землетрясений в 1970-1971 гг. [16, 17]. Юго-юго-западнее района отмечалось небольшое оживление сейсмической деятельности (с максимальным землетрясением 9-го класса) в 1971 г. Общее усиление сейсмичности здесь имело место в 1983 г. Наиболее сильным ( $K_p \approx 12$ ) за весь предшествующий период времени было землетрясение 05.12.1989 г., ощущавшееся на значительной площади [18]. Интересно отметить, что это землетрясение не сопровождалось афтершоками.

Результаты определения основных параметров землетрясений 26 апреля и 21 августа по наблюдениям разных сетей сейсмических станций приведены в табл. 4.

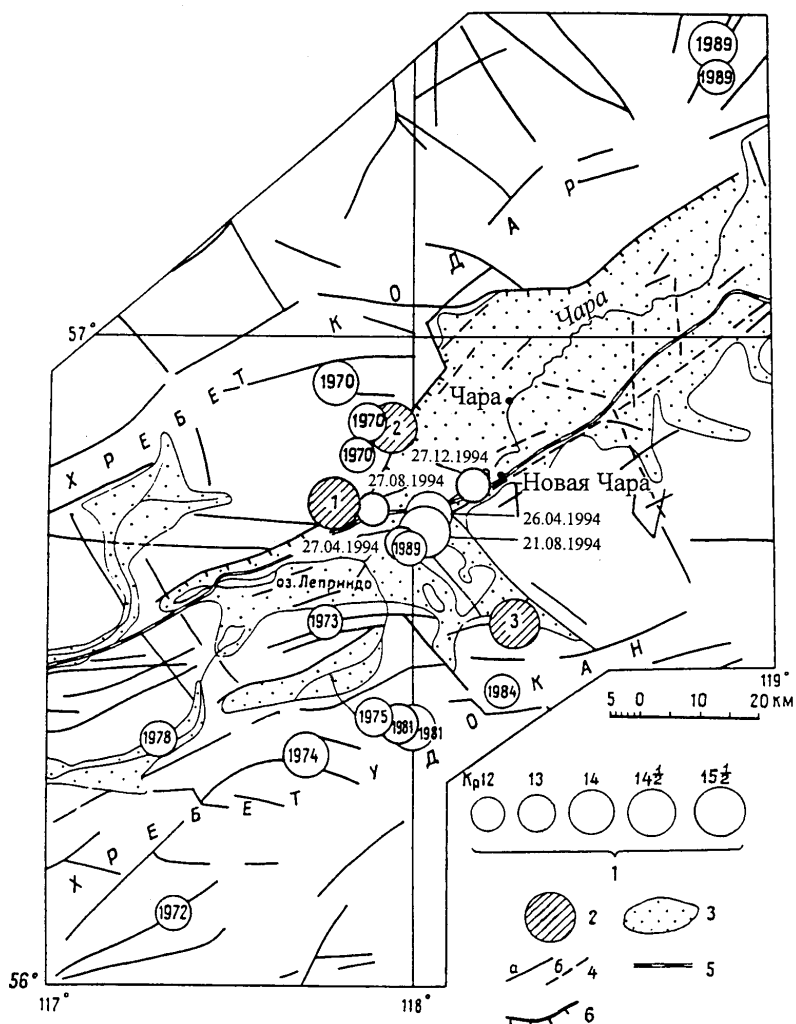


Рис 7. Землетрясения с  $K_p \geq 12$  в районе Чарской впадины за последние три десятилетия [14]

1 – энергетический класс и год землетрясения; 2 – палеосейсмодислокации – Верхнесауканская (1), Среднесауканская (2), Нижнеимгамакитская (3), характеризующиеся магнитудами 6.3, 5.9 и 5.5 соответственно; 3 – впадины, заполненные рыхлыми отложениями; 4 – разломы: а – установленные, б – предполагаемые, погребённые под рыхлыми отложениями; 5 – трасса БАМ; 6 – берг-штрихами в сторону опущенного крыла обозначен Кодарский разлом.

Таблица 4. Основные параметры землетрясений 26.04. и 21.08. 1994 г.

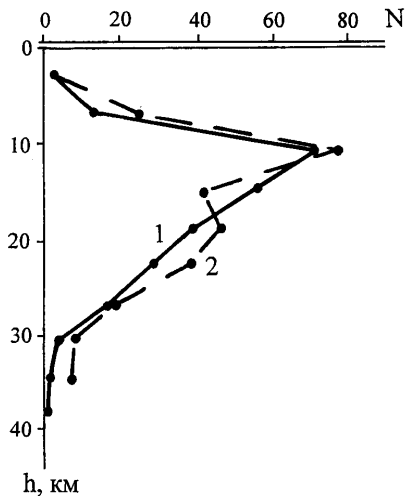
Дата, д м г	Источник	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		h, км	Магнитуды		
			$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$		MPSP/n * $m_b/n$	MPLP/n	MS/n
26.04.94 г.	1	18 59 27.8	$56.72 \pm 0.03$	$118.04 \pm 0.03$	$17 \pm 4$			
	2	18 59 25.8	56.70	117.98	10	5.7/15	6.3/6	5.8/21
	3	18 59 27.4	56.73	117.87	17 58**	*5.3/110		5.4/7
21.08.94 г.	1	15 56 00.4	$56.70 \pm 0.04$	$118.03 \pm 0.04$	$18 \pm 5$			
	2	15 56 00.6	56.62	117.82	29	6.2/33	6.3/8	6.3/24
	3	15 55 59.2	56.76	117.90	12	*5.8/147		5.8/32

Источники: 1 – региональный сейсмологический бюллетень; 2 – сейсмологический бюллетень [8]; 3 – сводка EDR [19], где h\*\* – "depth phases".

Очевидно параметры землетрясений, определённые по региональным наблюдениям, заслуживают наибольшего доверия. Была предпринята попытка оценки глубины обоих гипоцентров по начальной ординате годографа Р-волн, как непосредственно по годографам для



этих землетрясений, так и другим способом, не зависящим от положения эпицентра а, следовательно, и от погрешностей его определения. При обычных средних скоростях распространения сейсмических волн в регионе и мощности земной коры в 40 км значения глубин гипоцентров оказались в этих случаях ближе к 10 км [14].



Оба землетрясения сопровождалось значительными сериями афтершоков. В первом случае число афтершоков в апреле, мае и отчасти июне превышало 150, включая толчки с  $K_p=11$ , во втором – до конца года достигло 200, с толчками до 12-го энергетического класса. Землетрясение 26 апреля не предварялось какими-либо слабыми толчками; землетрясению 21 августа предшествовали три очень слабых форшока.

На рис. 8 представлены графики распределения афтершоков этих землетрясений по глубинам гипоцентров. В обоих случаях доминируют глубины порядка 10 км при широком интервале их варьирования, что может быть в какой-то мере обусловлено и невысокой точностью определения глубины.

Рис. 8. Графики  $N(h)$  распределения афтершоков землетрясений 26.04. (1) и 21.08.1994 г. (2)

Во многих случаях различие координат эпицентров афтершоков находится в пределах возможных погрешностей их определения. Область афтершоков обоих толчков (рис. 9) несколько вытянута в северо-восточном направлении. Не исключено, что это направление соответствует простираению плоскости подвижки в очагах основных землетрясений. Следует заметить, однако, что в том же направлении в данном случае возможно рассеяние эпицентров и за счёт случайных погрешностей их определения.

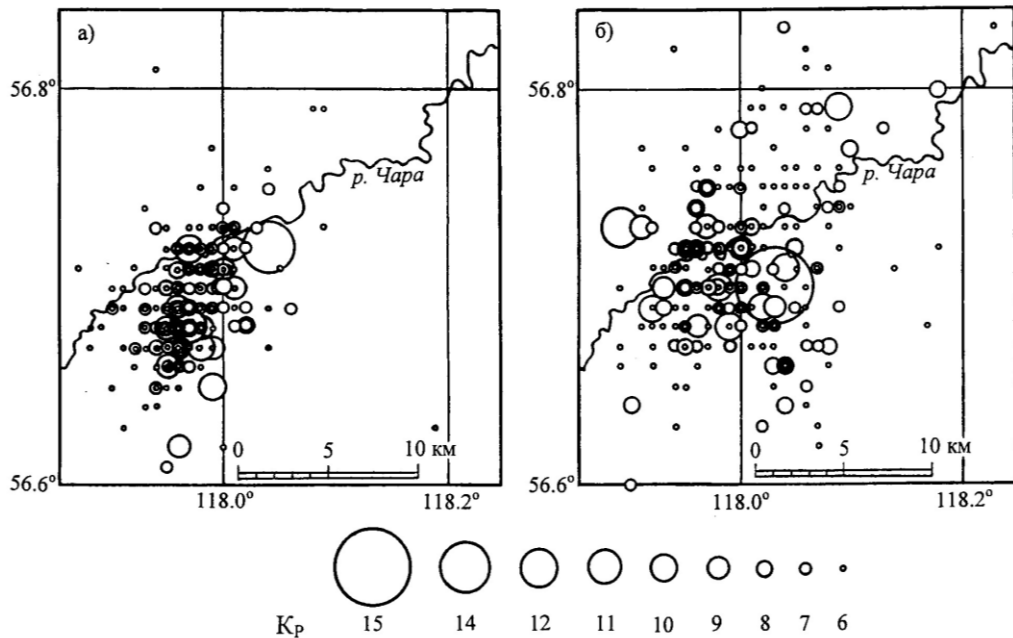


Рис. 9. Карты эпицентров афтершоков землетрясений 26.04. (а) и 21.08.1994 г. (б) за апрель-май и август-сентябрь соответственно

Разные варианты определения механизма очагов землетрясений 26 апреля и 21 августа представлены в табл. 5. Несмотря на некоторое их различие, общее заключение о механизме очагов остаётся неизменным. Однако, из-за большего числа данных, лучшего окружения и использования данных близких якутских станций предпочтительнее, по-видимому, решение, полученное автором.

Таблица 5. Разные варианты определения механизма очагов землетрясений 26.04. и 21.08. 1994 г.

№	Источник	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Кол-во знаков
		Т		N		P		I			II			
		PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	SLIP	STK	DP	SLIP	
1	Автор	36	325	3	57	53	150	43	9	-104	237	81	-88	132
	[19]'''	24	313	8	219	64	112	60	22	-68	216	70	-99	100
	[20]	1	275	0	6	89	95	6	44	-90	185	46	-90	15
2	Автор	6	339	17	71	73	234	52	42	-114	263	53	-68	237
	[8]	13	135	1	45	77	310	44	58	-91	227	32	-88	31
	[19]'	12	135	-	-	78	315	45	57	-90	225	33	-90	196
	[19]''	1	313	13	43	76	218	29	45	-109	235	48	-72	-
	[19]'''	2	318	8	48	82	210	39	43	-101	235	48	-79	-
	[20]	1	132	19	43	71	225	27	48	-115	241	48	-61	23

Примечание. В первой графе 1, 2 – землетрясения 26 апреля в 18<sup>h</sup>59<sup>m</sup> и 21 августа в 15<sup>h</sup>56<sup>m</sup> соответственно; во второй графе [19]' – определение механизма очагов землетрясений по Р-волнам, [19]'' – по тензору сейсмического момента и [19]''' – по тензору момента центраида соответственно.

При обоих землетрясениях выявляются нодальные плоскости северо-восточной ориентации: при землетрясении 26 апреля одна такая плоскость почти вертикальна и очень круто падает на северо-запад, другая – чрезвычайно полого, с падением на юго-восток. В случае землетрясения 21 августа одна нодальная плоскость северо-восточного простирания и падает на юго-восток, другая – субширотного простирания, с падением почти прямо на север. Подвижки в очагах обоих землетрясений были типа сброса, но с некоторым отличием в меньшей (сдвиговой) компоненте: левостороннего сдвига по плоскости субширотного простирания – при землетрясении 26 апреля и правостороннего сдвига по плоскости, падающей на юго-восток – при землетрясении 21 августа.

Конкретная увязка очагов этих землетрясений с тектоникой района довольно затруднительна. Едва ли можно пытаться связывать эпицентры землетрясений у юго-восточного борта Чарской впадины (рис. 7) с зоной крупного Кадарского разлома – типичного сброса, ограничивающего северо-западный крутой борт Чарской рифтовой впадины. По-видимому, существуют разломы сбросового типа и вдоль более пологого юго-восточного борта впадины, но выявляются они лишь фрагментарно и в значительной части перекрыты рыхлыми неоген-четвертичными осадочными отложениями. В районе эпицентров рассматриваемых землетрясений к Чарской впадине с юго-востока подходит более мелкая и молодая Ингамакитская впадина, по бортам которой прослеживаются разрывы северо-западного и субширотного простираний. С запада к этому району подходят разрывы субширотного простирания (по геофизическим данным), очевидно, распространяющиеся и далее к востоку под рыхлыми отложениями Чарской впадины. В целом, однако, на рассматриваемой территории доминируют разломы северо-восточного простирания, близкого к простиранию одной из нодальных плоскостей по механизму очагов обоих землетрясений (табл. 5).

Макросейсмические сведения об этих землетрясениях получены в результате сбора опросных листов с обширной окружающей территории, проведённого В.В. Ружичем, С.В. Ласточкиным, И.А. Емельяновой в конце августа - начале сентября на близлежащем участке Байкало-Амурской железнодорожной магистрали, и сообщений Б.М. Козьмина из нескольких пунктов на северо-западе Амурской области. Полученные при этом данные отражены в табл. 6, составленные схемы макросейсмических проявлений землетрясений представлены на рис. 10 и 11.

Второе землетрясение, характеризующее большей магнитудой, ощущалось сильнее. В ряде пунктов, особенно в ближайших к эпицентру, оно сопровождалось сильным, вызывающим страх, гулом. В посёлках Чара и Новая Чара все спавшие проснулись, многие покидали дома. С наибольшей интенсивностью сотрясений до 5-7 баллов землетрясение ощущалось на железнодорожной станции Новая Чара. Многие лёгкие и мелкие предметы при сотрясениях упали (фотопортреты на полках, предметы с полок, со шкафа, горшки с цветами с окна). Более тяжёлые предметы сдвигались с места (письменный стол, магнитофон на столе и пр.). Дверцы мебели открывались и закрывались, качалась тяжёлая мебель.

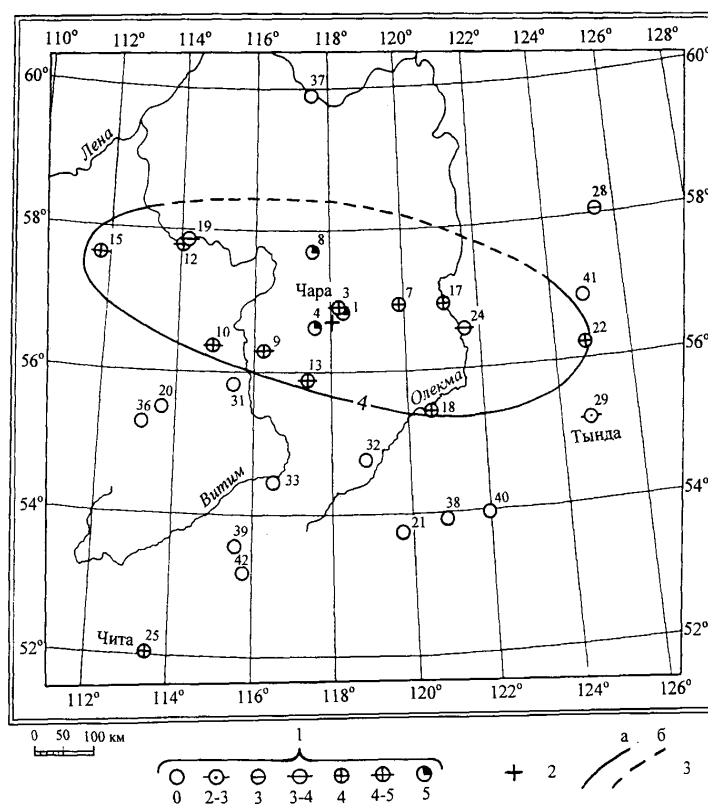
Страх вызывало качание стен в крупнопанельных новых зданиях (особенно на верхних этажах), рассчитанных на 8-ми балльные сотрясения. В привокзальном районе, в пятиэтажных жилых домах, произошли лёгкие (первой степени) повреждения. В нескольких квартирах на верхних этажах возникли протяжённые трещины на стыках панелей и по потолочному перекрытию. Паутинообразные трещины замечены на боковых панелях. В одной из квартир пятого этажа наблюдалась заметная поперечная трещина на потолке и прогиб верхней блочной плиты балкона. В привокзальном кафе на втором этаже обновились небольшие трещины, отмечены малозаметные растрескивания в блоках первого этажа. Деревянные строения в Новой

Чаре, в основном одноэтажные, от землетрясения 21 августа не пострадали.

**Таблица 6.** Макросейсмические данные о землетрясениях 26 апреля в 18<sup>h</sup>59<sup>m</sup> ( $K_p=14.5$ ,  $MS=5.8$ ) и 21 августа в 15<sup>h</sup>56<sup>m</sup> ( $K_p=15.5$ ,  $MS=6.2$ )

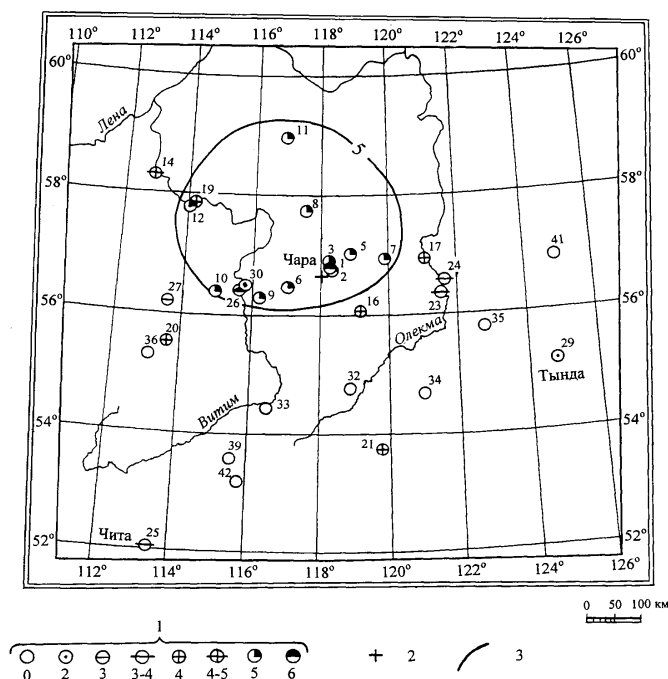
№	Пункт	26.04.1994		21.08.94		№	Пункт	26.04.1994		21.08.94	
		Балл	Δ, км	Балл	Δ, км			Балл	Δ, км	Балл	Δ, км
1	Новая Чара	5	15, гул	5-7	20, гул	22	Золотинка	4	420	-	-
2	Удокан	-	-	5	20, гул	23	устье р. Дарын-Юрях	-	-	3-4	215
3	Чара	4-5	25, гул	5	30, гул	24	Усь-Нюкжа	3-4	215	3-4	220, гул
4	Большое Лепрендо	5	30, гул	-	-	25	Чита	4	590	3-4	590
5	Икабья	-	-	5	60, гул	26	Усть-Муя	-	-	3	150
6	Сюльбан	-	-	5	65	27	Северомуйск	-	-	3	275
7	Хани	4	115	5	115	28	Большой Нимныр	3	465	-	-
8	Ничатка	5	115	5	120, гул	29	Тында	2-3	450	2	450
9	Куанда	4-5	120	5	120	30	Неляты	-	-	2	140
10	Таксимо	4-5	190, гул	5	190, гул	31	Тилишма	0	185	-	-
11	Перевоз	-	-	5	260	32	Моклакан	0	225	0	225
12	Мамакан	4-5	265, гул	5	265	33	Усть-Каренга	0	270	0	265
13	Средний Калар	4-5	100	-	-	34	Гуля	-	-	0	290
14	Мама	-	-	4-5	350	35	Лопча	-	-	0	305
15	Горно-Чуйский	4-5	390	-	-	36	Баунт	0	340	0	340
16	Катугино	-	-	4	95, гул	37	Мача	0	355	-	-
17	Олекма	4	185	4	185	38	Амазар	0	360	-	-
18	Средняя Олекма	4	210, гул	-	-	39	Тунокочен	0	385	0	380
19	Бодайбо	3-4	260	4	265	40	Ерофей Павлович	0	395	-	-
20	Уакит	0	305	4	300	41	Чульман	0	415	0	415
21	Могоча	0	350	4	345	42	Кыкер	0	420	0	415

Примечание. Номера пунктов соответствуют номерам на рис. 10, 11.



**Рис. 10.** Макросейсмические проявления землетрясения 26 апреля 1994 г. ( $K_p=14.5$ ,  $MS=5.8$ )

1 – интенсивность сотрясений I, баллы; 2 – инструментальный эпицентр; 3 – изосейста (а – уверенная, б – приближённая).



**Рис. 11.** Макросейсмические проявления землетрясения 21 августа 1994 г. ( $K_p=15.5$ ,  $M_S=6.3$ )

1 – интенсивность сотрясений I, баллы; 2 – инструментальный эпицентр; 3 – изосейста.

Форма изосейст на рис. 10 и 11 различна: более растянутая в субширотном направлении при первом землетрясении и довольно изометричная – при втором. Это может быть связано также с различием числа пунктов, откуда были получены макросейсмические сведения. Известно, однако, что накопленные сведения и о других землетрясениях района свидетельствуют о различных конфигурациях изосейст при различных землетрясениях [14]. Другими особенностями макросейсмических проявлений при описываемых землетрясениях следует признать факты более быстрого спада интенсивности сейсмических сотрясений при распространении их в южных направлениях по сравнению с северными и повышенной ощутимости землетрясений в районе г. Читы уже за рядом населённых пунктов, где землетрясения не ощущались, что также подтверждается наблюдениями над иными сейсмическими толчками [14].

Подобно описанному выше землетрясению 16.01.1994 г. с эпицентром в Северной Монголии, рассмотрение сейсмической предыстории землетрясений 26.04. и 21.08.1994 г. в районе Чарской впадины за три десятилетия показывает, что указанные значительные подземные толчки произошли без заметных предварительных изменений сейсмического режима, которые свидетельствовали бы о надвигающихся событиях в районе, где на протяжении всего этого времени сейсмичность была достаточно низкой.

В противоположность землетрясению 16.01.1994 г., при котором фактический макросейсмический эффект превосходил рассчитываемый по осреднённому уравнению, землетрясения 26 апреля и 21 августа проявились в наиболее близких к эпицентрам населённых пунктах с интенсивностью ниже той, какую можно было бы ожидать, исходя из их магнитуд. Макросейсмические проявления этих землетрясений с эпицентрами в непосредственной близости к трассе Байкало-Амурской железнодорожной магистрали в Чарской впадине оказались ниже ожидаемых согласно осреднённому региональному макросейсмическому уравнению. Очевидно, это характеризует степень значимости подобных обобщений и осреднений.

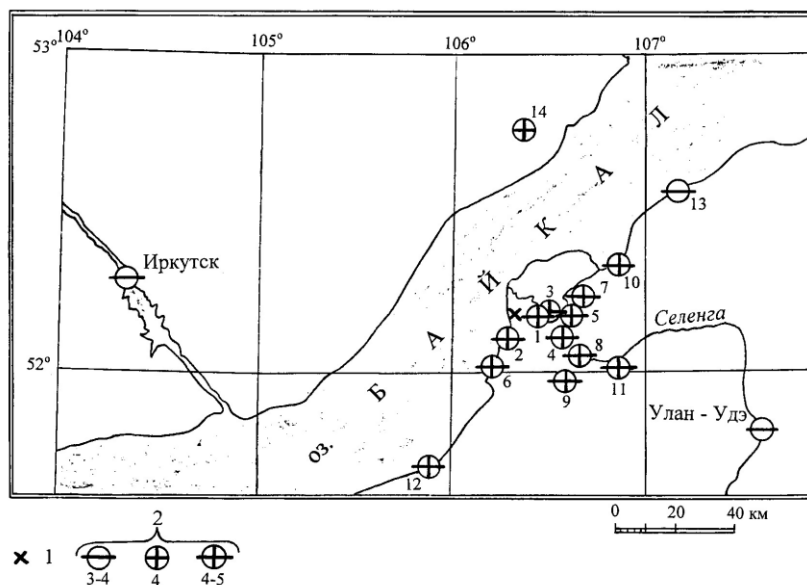
Следует отметить, что магнитуды землетрясений 26 апреля и 21 августа оказались близки к оценкам магнитуд предполагаемых сейсмических событий по наблюдениям палеосейсмодислокаций, установленных в Чарском звене Байкальского рифта методами сейсмогеологии [21]. В период инструментальных сейсмологических наблюдений такие землетрясения произошли здесь впервые и важно констатировать, что они не вызвали каких-либо значительных повреждений сооружений и коммуникаций. Нужно, однако, заметить, что данные о палеосейсмодислокациях в Байкальской рифтовой зоне пока ещё нельзя считать достаточно достоверными. Содержание каталогов палеосейсмодислокаций, последовательно публикуемых

сходным авторским составом, в течение короткого интервала времени постоянно и значительно меняется. Так, в [22] в Кодаро-Удоканском районе исключены Верхнесауканская и Среднесауканская палеосейсмодислокации, показанные на рис. 7 в соответствии с [21], а для Нижнеингамакитской палеосейсмодислокации изменена магнитуда с 5.5 до 6.0.

В заключение следует отметить ещё землетрясение 30 декабря в 22<sup>h</sup>10<sup>m</sup> с  $K_p=11.3$ , заметно ощущавшееся не только в районе дельты р. Селенга, где располагался его эпицентр, но и на соседних территориях. Собранные для этого землетрясения макросейсмические данные представлены в табл. 7 и отражены на рис. 12. Это землетрясение представляет повышенный интерес, поскольку отражает продолжение процессов, приведших в предыдущем 1993 г. к значительному землетрясению 13 июля, подробно описанному ранее [2, 23].

**Таблица 7.** Макросейсмические данные о землетрясении 30.12.1994 г. в 22<sup>h</sup>10<sup>m</sup> ( $K_p=11.3$ ,  $MPSP=4.1$ )

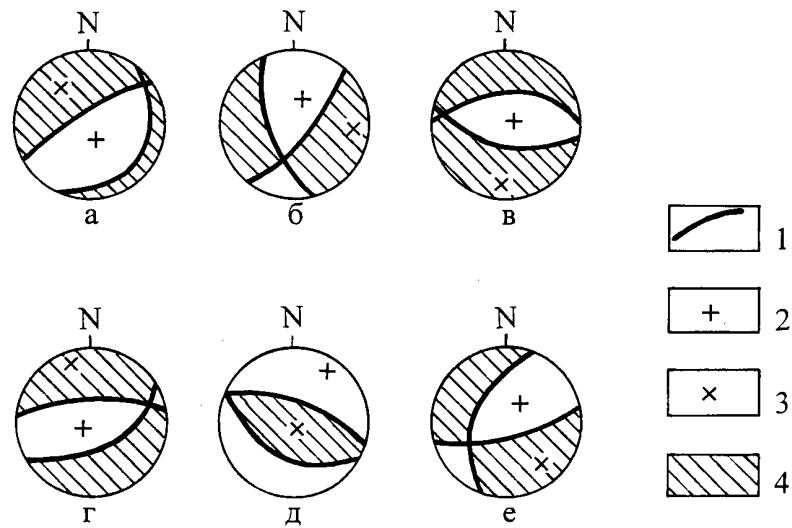
№	Пункт	$\Delta$ , км	№	Пункт	$\Delta$ , км
<u>4-5 баллов</u>			10	Оймур	40
1	Ранжурово	7	11	Селенгинск	40
2	Исток	10	12	Бабушкин	60
3	Шигаево	10	13	Заречье	70
4	Колесово	17, гул	<u>4 балла</u>		
5	Красный Яр	20	14	Тырган	65
6	Посольск	20	<u>3-4 балла</u>		
7	Байкал-Кудара	25	15	Улан-Удэ	95
8	Кабанск	25	16	Иркутск	135
9	Каменск	30			



**Рис. 12.** Макросейсмические проявления землетрясения 30 декабря 1994 г. ( $K_p=11.3$ ,  $MPSP=4.1$ )

1 – инструментальный эпицентр; 2 – интенсивность сотрясений I, баллы.

Несмотря на то, что эпицентр землетрясения 30.12.1994 г. весьма близок к эпицентру землетрясения 13.07.1993 г., механизм его очага (рис. 13), помимо некоторого сходства, обнаруживает существенное отличие. Одна из возможных плоскостей подвижки оказывается в этом случае также субмеридиональной, однако подвижка характеризуется преимущественно сбросом, а не взбросом, как при землетрясении 13.07. Другая возможная плоскость по ориентации ближе к широтной, более круто падающей к юго-востоку. Эти два землетрясения демонстрируют пример противоположных направлений подвижек в очагах из одного локального района.



**Рис. 13.** Механизмы очагов землетрясений по знакам первых вступлений в продольных волнах: а – 26.04. в 18<sup>h</sup>59<sup>m</sup>, б – 30.04. в 03<sup>h</sup>37<sup>m</sup>, в – 11.06. в 13<sup>h</sup>26<sup>m</sup>, г – 21.08. в 15<sup>h</sup>56<sup>m</sup>, д – 27.12. в 02<sup>h</sup>33<sup>m</sup>, е – 30.12. в 22<sup>h</sup>10<sup>m</sup>

1 – нодальная линия; 2 – ось сжатия; 3 – ось растяжения; 4 – область волн сжатия.

Другой такой пример выявляется при рассмотрении механизмов очагов описанных выше крупных землетрясений 26.04. и 21.08. 1994 г. в юго-западной части Чарской впадины (рис. 13) и землетрясения 27.12.1994 г. из того же локального района (см. рис. 13 и каталог механизмов очагов землетрясений в наст. сб.). Подвижка в очаге землетрясения 27.12. представляет собой взброс, а в очагах первых двух землетрясений – сбросы. В каталоге механизмов очагов и на рис. 13 отображены результаты определения механизмов очагов также некоторых других землетрясений 1994 г.

### Л и т е р а т у р а

1. **Параметры, амплитудные и фазовые характеристики приборов сейсмических станций Сибири. 1995.** / Отв. ред. О.К. Масальский. Иркутск: Байкальская опытно-методическая сейсмологическая экспедиция. 39 с.
2. **Голенецкий С.И. 1999.** Землетрясения Прибайкалья и Забайкалья // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. М.: НИИ-Природа. С. 69-82.
3. **Голенецкий С.И. 1988.** Землетрясения Прибайкалья и Забайкалья // Землетрясения в СССР в 1985 году. М.: Наука. С. 124-135.
4. **Голенецкий С.И., Букина К.И., Анисимова Л.В., Мыльникова Г.Л., Новомейская Ф.В., Перевалова Г.И., Солоненко Н.В., Третьяк Э.А., Фомина Е.В. 1973.** Землетрясения Прибайкалья // Землетрясения в СССР в 1969 году. М.: Наука. С. 106-121.
5. **Карта новейшей тектоники юга Восточной Сибири. Масштаб 1:1500000. 1981.** / Ред. Золотарёв А.Г., Хренов П.М. Ленинград: МИНГЕО СССР.
6. **Карта мезозойской и кайнозойской тектоники МНР. Масштаб 1:1500000. 1979.** / Гл. ред. Яншин А.Л. М.: ГУГК.
7. **Геологическая карта региона БАМ. Масштаб 1:1 500 000. 1978.** / Гл. ред. Красный Л.И. М.: СССР.
8. **Сейсмологический бюллетень (ежедекадный). 1994.** / Отв. ред. О.Е. Старовойт, А.И. Захарова. Обнинск: ОМЭ ИФЗ РАН.
9. **Медведев С.В., Шпонхойер В., Карник В. 1965.** Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. М.: Межведомственный геофизический комитет при Президиуме АН СССР. 11 с.

10. **Голенецкий С.И., Кисловская В.В., Кондорская Н.В., Солоненко В.П., Хромовских В.С., Шебакин Н.В. (сост.). 1977.** Сейсмологические данные по регионам: V. Прибайкалье // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времён до 1975 г. М.: Наука. С. 315-338.
11. **Хилько С.Д, Курушин Р.А, Кочетков В.М. и др. 1985.** Землетрясения и основы сейсмического районирования Монголии. М.: Наука. 224 с.
12. **Карта разломов территории СССР и сопредельных стран, 1978 г.** Масштаб 1:2 500 000. 1980. / Гл. ред. Сидоренко А.В. М.: МИНГЕО СССР.
13. **Голенецкий С.И. 1984.** Землетрясения Прибайкалья и Забайкалья // Землетрясения в СССР в 1981 году. М.: Наука. С. 57-65.
14. **Голенецкий С.И., Дреннова Г.Ф., Ружич В.В. 1996.** Землетрясения 1994 г. в районе Чарской впадины на северо-восточном фланге Байкальского рифта // Физика Земли. №12. С. 130-139.
15. **Голенецкий С.И. Сейсмичность Кодаро-Удоканского района в 1965 – 1969 гг. 1975.** // Сеймотектоника, глубинное строение и сейсмичность северо-востока Байкальской рифтовой зоны. Новосибирск: Наука. С. 63-71.
16. **Голенецкий С.И. Букина К.И, Новомейская Ф.В., Фомина Е.В., Перевалова Г.И., Анисимова Л.В., Мыльникова Г.Л., Третьяк Э.А., Хромовских В.С., Курушин Р.А., Демьянович М.Г., Николаев В.В. 1973.** Землетрясения Прибайкалья // Землетрясения в СССР в 1970 году. М.: Наука. С. 124-146.
17. **Голенецкий С.И. 1975.** Землетрясения Прибайкалья // Землетрясения в СССР в 1971 году. М.: Наука. С. 110-123.
18. **Голенецкий С.И., Голенецкая И.Г. (отв. сост.) 1993.** Региональные каталоги: Прибайкалье и Забайкалье. // Землетрясения в СССР в 1989 г. М.: Наука. С. 308-313.
19. **Earthquake Data Report. US Department of Interior. Geological Survey, 1994.** PP. 279-283, 328-331.
20. **Мельникова В.И., Радзиминович Н.А. 1998.** Механизм очагов землетрясений Байкальского региона за 1991-1996 годы // Геология и геофизика. Т. 39. №11. С. 1598-1607.
21. **Хромовских В.С., Чипизубов А.В, Смекалин О.П, Курушин Р.А, Дельянский Е.А. 1993.** Новые данные о палеосейсмодислокациях Байкальской рифтовой зоны // Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии. Вып. 1. М.: ИФЗ РАН. С. 256-264.
22. **Хромовских В.С. 1995.** Использование палеосейсмологических данных при составлении карты очаговых зон землетрясений (на примере Байкальской рифтовой системы) // Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии. Вып. 2-3. М.: Наука. С. 300-307.
23. **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. 215-223.