

Рис. 2. Временной ряд высвобожденной сейсмической энергии (по максимальным землетрясениям)

Рис. 3. Временной ряд значений γ

гиленский, Агардагский и Жомболковский на востоке. Наиболее сильные землетрясения 1984 г. (№ 2 и 10) также тяготеют к зонам глубоких разломов: первое из них произошло на стыке Сангиленского и Агардагского, а второе — вблизи Жомболковского, охватывающего с юга Тоджинскую депрессию, где заметная активизация началась с 1978 г.

По результатам наблюдений 1984 г. продолжены временные ряды некоторых параметров сейсмического процесса. Один из них — временной ряд максимальной сейсмической энергии. В 1984 г. он не превысил значений, наблюдавшихся до 1970 г. (рис. 2). Аналогичный временной ряд был построен для угла наклона графика повторяемости γ . Значения γ определялись методом максимального правдоподобия. В работе [2] отмечена сильная зависимость между точностью оценки γ и объемом выборки, причем для выборки из нескольких сотен событий стандартные отклонения достигают 0,1. Имея это в виду, мы тем не менее попытались проследить временной ряд γ за 20 лет инструментальных наблюдений (рис. 3). Представляется возможным, несмотря на относительно невысокую точность наблюдений, говорить о наличии особенности, состоящей в понижении значений γ после 1970 г. и тенденции их роста начиная примерно с 1977 г. В течение последних трех лет наблюдается стабилизация энергии на уровне, предшествовавшем 1970 г. Все сказанное, по-видимому, свидетельствует о том, что такие сильные события, как землетрясение 15 мая 1970 г. ($M=7$), способны влиять на сейсмический процесс в регионе или являются сигналом мощных тектонических процессов, влияние которых на сейсмический режим больших территорий сохраняется в течение длительного времени.

Наиболее сильные землетрясения ($K=13$) ощущались на территории Тувин-

Макросейсмические данные о землетрясении 20 января

№ п/п	Пункт	Δ , км	№ п/п	Пункт	Δ , км	Пункт	Δ , км
5 баллов							
1	Нарын	37	4	Бурен-бай-хаак	84	Не ощущалось	
2	Эрзин	100	6	Самгалтай	106		
4 балла							
3	Владимировка	98	5	Балгазын	106	7	Сарытсен
2-3 балла							

100

ской АССР. Область ошутимости землетрясения 20 января (№ 2) охватывает ряд населенных пунктов (см. таблицу), где обследование проведено М.А. Болдыревым.

Землетрясение 24 ноября произошло в малонаселенном районе, что затруднило макросейсмическое обследование. С максимальной силой 4-5 баллов землетрясение ощущалось в Алыгджере ($\Delta=120$ км), силой 2-3 балла — в Орлике ($\Delta=110$ км) и Тоора-Хем ($\Delta=140$ км).

В целом сейсмичность региона в 1984 г. характеризуется количественным преобладанием слабых землетрясений и хорошо согласуется с представлением о стабилизации сейсмического режима в течение последних лет.

ЛИТЕРАТУРА

- Чернов Г.А. Новейшая структура Алтае-Саянской области и ее связь с сейсмичностью // Сейсмичность Алтае-Саянской области. Новосибирск: ИГиГ, 1975. С. 57-74.
- Жаковский Н.Д., Мучная В.И. Основные закономерности сейсмического режима зон очагов сильных землетрясений // Геология и геофизика. Новосибирск: Наука, 1986. № 8. С. 108-117.

УДК 550.348.436(571-925.16)

С.И. Голенецкий

Землетрясения Прибайкалья и Забайкалья

В 1984 г. землетрясения Прибайкалья и Забайкалья ретигрировались той же сетью из 28 сейсмических станций, что и в предшествующий период. Перечень станций и характеристики используемой аппаратуры приведены в [1].

Порядок обработки сейсмических наблюдений и применявшаяся методика описаны в выпусках настоящего ежегодника за предыдущие годы и в дополнительных пояснениях не нуждаются. Исходным фактическим материалом для данного обзора сейсмичности служили результаты установления параметров землетрясений региона в групповой обработке Байкальской опытно-методической сейсмологической экспедиции и их анализа в лаборатории региональной сейсмичности Института земной коры СО АН СССР.

1984 год в Прибайкалье и Забайкалье следует признать годом средней сейсмической активности. Всего в этом году в регионе зарегистрировано более 4 тыс. землетрясений. Распределение их по площади отражено в табл. 1 и на рис. 1, 2, (см. вкл., 3). Каталог землетрясений с 9-го энергетического класса (по шкале Т.Г. Раутман) включает

Таблица 1
Распределение числа землетрясений по энергетическим классам и количественные параметры сейсмичности

Район	Представительный уровень	Энергетический класс К													Всего	ΣE , 10^{13} Дж	$\bar{\gamma}$	σ_{γ}
		5	6	7	8	9	10	11	12	13								
1	9	266	1044	1872	743	198	60	18	2	4	4207	4,47	-0,52	0,001				
2	8	265	978	1458	544	148	47	12	2	1	3455	1,39	-0,55	0,01				
3	8	265	937	1121	359	94	24	6	1	—	2807	0,20	-0,59	0,003				
4	8	—	41	337	185	54	23	6	1	1	648	1,19	-0,48	0,03				

Обозначения: 1 — территория в границах $48-60^{\circ}$ с.ш., $96-112^{\circ}$ в.д.; 2 — зона Байкальского рифта согласно схеме, приведенной в [2]; 3 — северо-восточная часть рифта (I на схеме из [2]); 4 — юго-западная часть рифта (II на схеме из [2]).

Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений Прибайкалья и Забайкалья ($K \geq 9$)
 1 — энергетический класс K ; 2, 3 — опорная и региональная сейсмические станции; 4, 5 — глубинный генеральный разлом (4 — установленный, 5 — предполагаемый); 6 — осевая линия сквозных зон разломов; 7 — граница региона. I-IV — землетрясения с $K \geq 12$ в пределах региона. Элементы разломной тектоники даны согласно [9] с дополнениями из [10, 11]

данные о 238 толчках. Угловые коэффициенты рассчитанных графиков повторяемости землетрясений удовлетворительно согласуются с результатами, полученными ранее. Карта сейсмической активности A_{10} приведена на рис. 4, график пространственно-временного распределения землетрясений в проекции на условную ось Байкальской рифтовой системы — на рис. 5. Построены они по той же методике, которая использовалась в обзорах сейсмичности Прибайкалья и Забайкалья в предшествующие годы. Общее распределение эпицентров по площади в 1984 г. было вполне типичным.

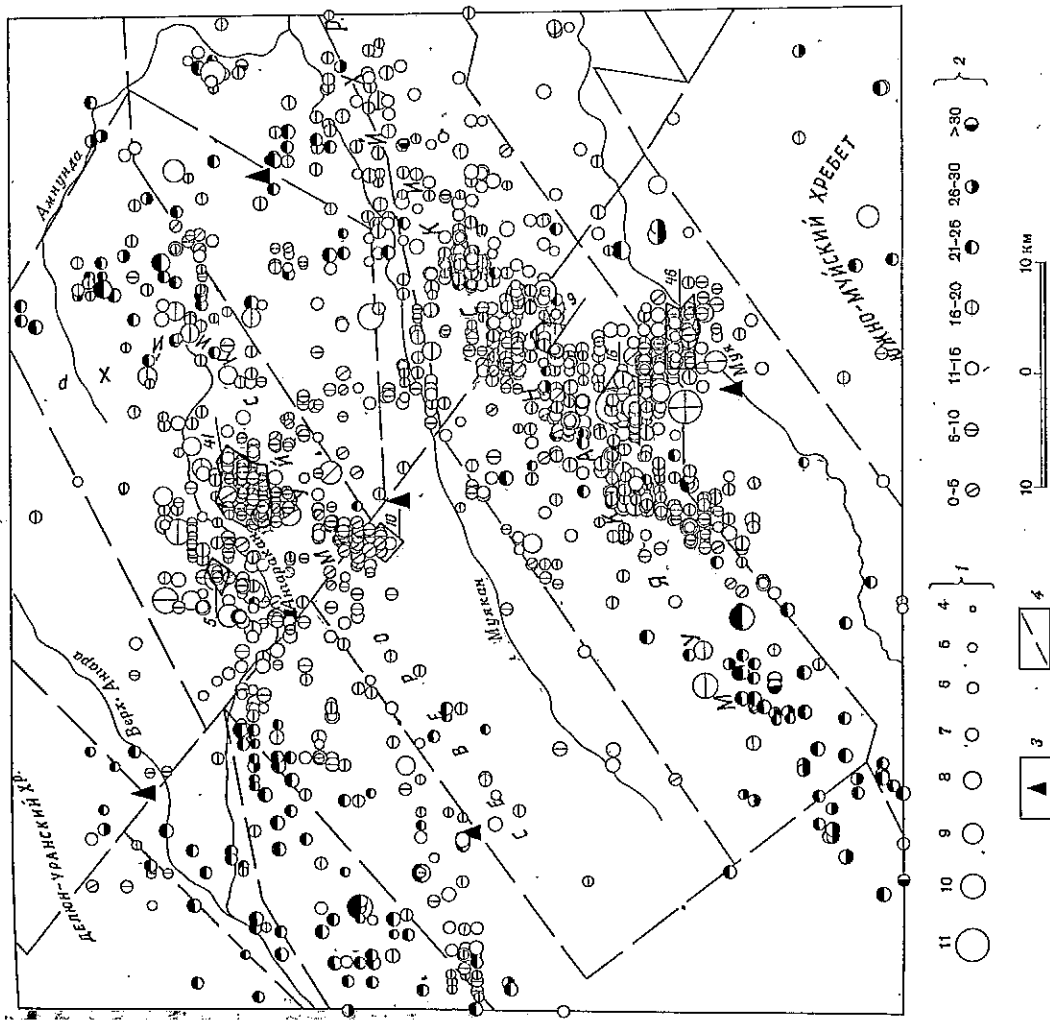
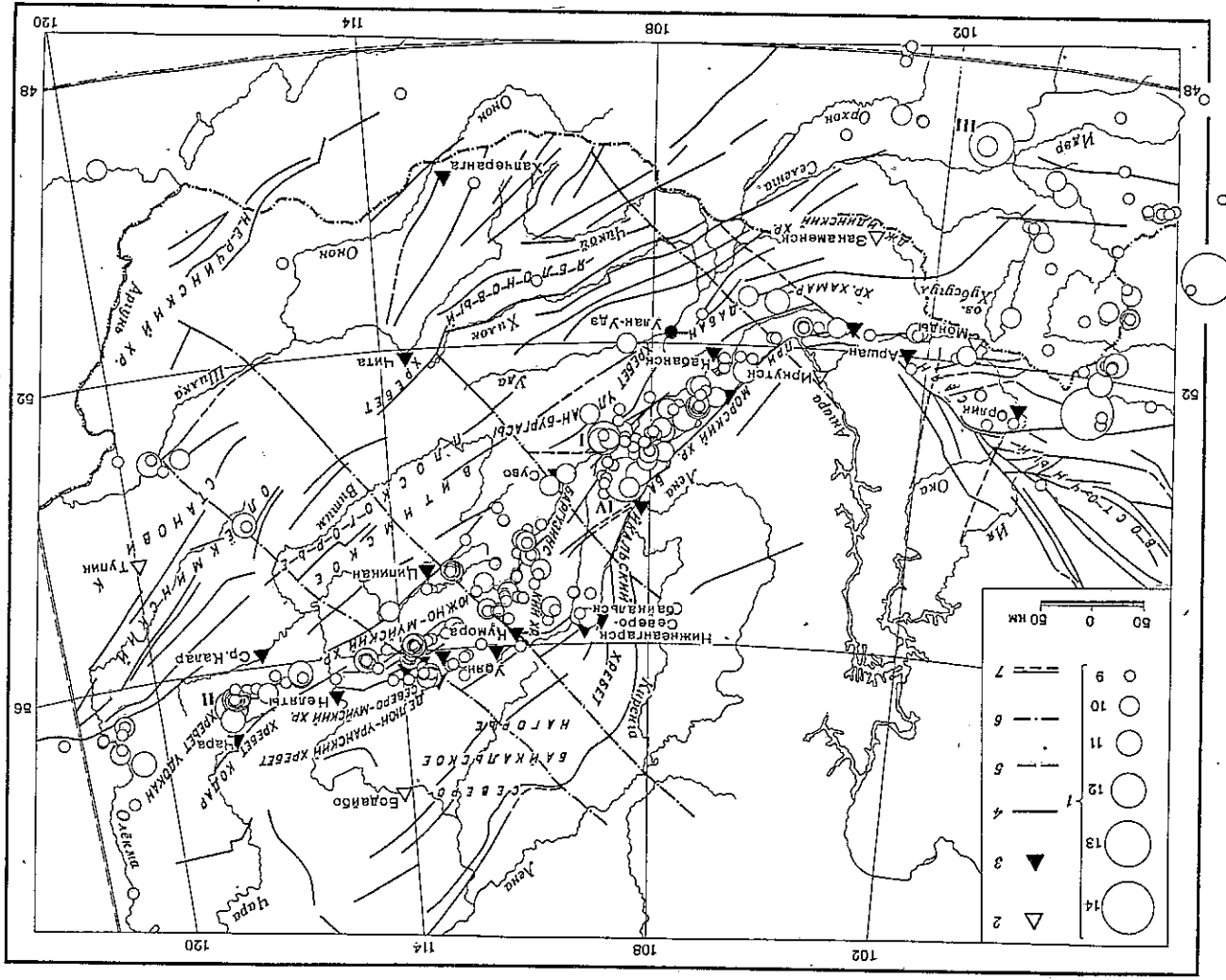


Рис. 3. Карта эпицентров землетрясений в Северо-Муйском районе ($55,8^{\circ}-56,5^{\circ}$ с.ш., $112,8^{\circ}-114,2^{\circ}$ в.д.)
 1 — энергетический класс K ; 2 — глубина очага, км; 3 — сейсмическая станция; 4 — элементы разломной тектоники согласно [10]



teritory

Наиболее сильные землетрясения (13-го класса) зарегистрированы на сопредельной территории с регионом Алтай и Саяны — севернее хребта Сангилен (20 января) и в районе верховий Большого Енисея, в северном окончании меридиональной полосы высокой сейсмической активности, ориентированной по границе между Восточной Тувой и Монголией (24 ноября). По инструментальным наблюдениям эта полоса сейсмически активна постоянно.

Собственно на территории региона землетрясение высшего класса ($K = 12,7$) отмечено 9 декабря на Байкале северо-западнее по-ова Святой Нос. Такое же землетрясение ($K = 12,6$) зарегистрировано 5 августа в Монголии в районе южнее р. Селенги в известной зоне рассеянной сейсмичности. Землетрясение энергетического класса $K = 12,5$ произошло 19 июня в Каларском хребте, толчок 12-го класса — 27 января на восточном берегу Байкала в районе устья р. Баргузин. Концентрация эпицентров указанного выше землетрясения с $K = 12,5$, в Северо-Муйском районе (в среднем течении р. Муя), в районе между Ципинской (Баунтовской) и Ципиканской впадинами. Рой землетрясений в районе горной перемычки между Баунтовской и Ципиканской впадинами отмечен с конца марта по начало мая. Всего в этот период на небольшой площади, ограниченной координатами $54,8^{\circ}$ – $55,0^{\circ}$ с.ш., $112,5^{\circ}$ – $112,8^{\circ}$ в.д., зарегистрировано около сотни толчков, причем два наиболее сильных землетрясения роя (29 марта и 4 мая с $K = 9,5$) оказались среди первых и последних его толчков. Из других более сильных землетрясений в рое зарегистрировано еще шесть землетрясений 9-го класса энергии, четыре из них произошли с 19 по 22 апреля.

В период инструментальной сейсмической регистрации впервые значительная вспышка сейсмической активности в том же районе наблюдалась в 1973 г., когда здесь произошло землетрясение 12-го и 13-го энергетических классов при значительном количестве (сотни) более слабых толчков [3]. Затухая, процесс этот продолжался и в 1974–1976 гг. [4–6]. В 1979 г. зарегистрирован рой землетрясений (сотни толчков) в районе, прилегающем с юго-запада и отчасти перекрывающемся с указанной эпицентральной областью роя 1973–1976 гг. [7]. Известное усиление сейсмичности в этой области наблюдалось также в 1981 г. [8].

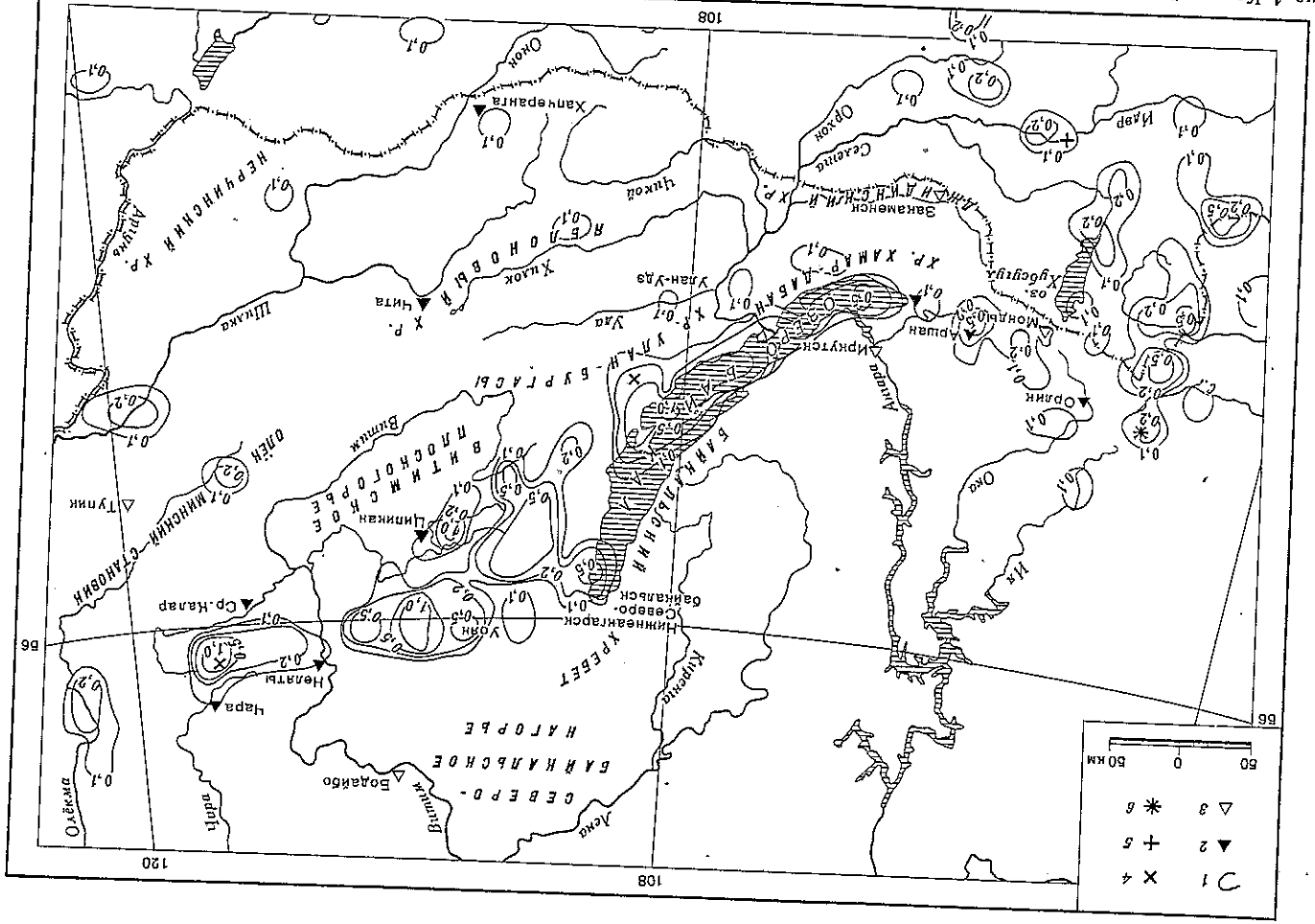
Оживление сейсмичности в Северо-Муйском районе в 1984 г. связано с возникновением почти на одной и той же небольшой площади, ограниченной координатами $55,90^{\circ}$ – $56,05^{\circ}$ с.ш., $113,5^{\circ}$ – $113,8^{\circ}$ в.д., двух роев землетрясений (в феврале и августе) с максимальным землетрясением 11-го энергетического класса. Наиболее сильным землетрясениям в роях непосредственно предшествовали лишь единичные слабые землетрясения.

В рое землетрясений 2–6 февраля 1984 г. зарегистрировано более 100 толчков. Область их эпицентров несколько смещена к востоку от эпицентральной области роя 13–15 августа 1984 г., состоявшего из двух десятков толчков.

Начало вспышки активности в районе, ограниченном координатами $56,2^{\circ}$ – $56,6^{\circ}$ с.ш., $117,7^{\circ}$ – $118,4^{\circ}$ в.д. в Каларском хребте, положило — после затишья в предшествующие месяцы — наиболее сильное в данной серии землетрясение 19 июня с $K = 12,5$. Повышенная сейсмичность области активизации наблюдалась, затухая, по сентябрь 1984 г. Всего в этот период зарегистрировано более 100 землетрясений. Указанный район Каларского хребта за время инструментальных сейсмических наблюдений активизировался неоднократно. В пределах так называемого Довчанского блока 21 июня 1974 г. произошло землетрясение 14-го класса энергии [4]. Землетрясение 13-го энергетического класса с эпицентром, расположенным несколько восточнее, было зарегистрировано 6 февраля 1975 г. [5]. Еще восточнее определен эпицентр землетрясения 14-го класса энергии 17 января 1981 г. [8]. Перечисленные землетрясения сопровождались большим или меньшим числом афтершоков.

Эпицентр землетрясения 19 июня 1984 г. располагался восточнее, т.е. на протяжении десятилетия очаги наиболее сильных из зарегистрированных землетрясений последовательно перемещались к востоку. Вместе с тем определяемые при изучении меха-

Рис. 4. Карта сейсмической активности A_{10} по данным о землетрясениях с $K \geq 9$ 1 — изолиния сейсмической активности; 2, 3 — рекомбинантная и опорная сейсмические станции; 4–6 — эпицентры землетрясений ($K = 12, 5 - K = 13, 6 - K = 14$)



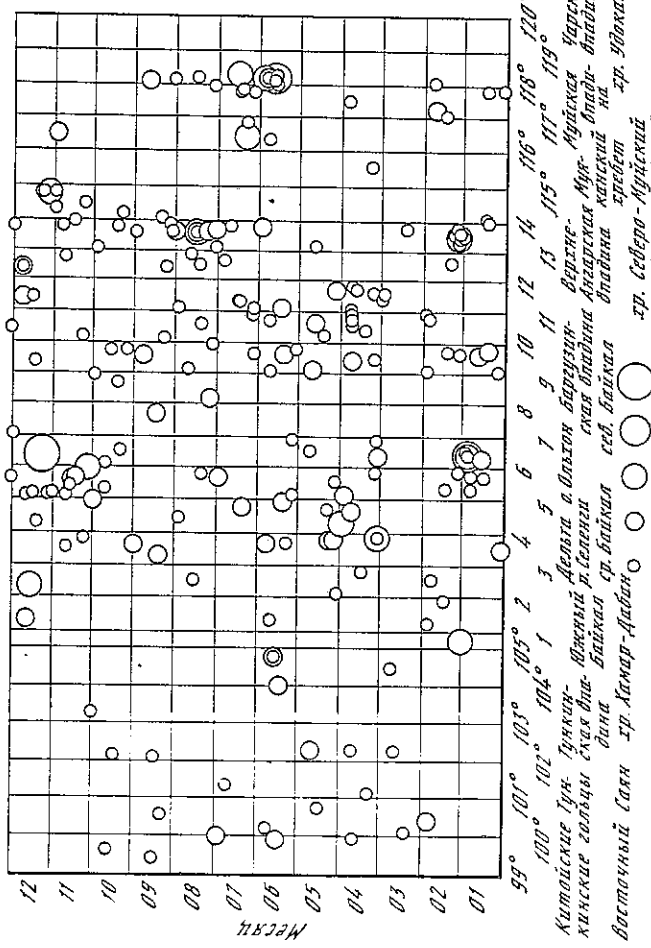


Рис. 5. Пространственно-временное распределение землетрясений зоны Байкальского рифта с $K \geq 9$ (в проекте на условную ось рифтовой системы согласно схеме из [2])

низмов очагов возможные плоскости разрыва не составляют единой картины. В отличие от сходного механизма очагов упоминавшихся выше землетрясений 21 июня 1974 г. и 17 января 1981 г., где одна из возможных плоскостей подвижек имеет субширотное простирание, при землетрясении 19 июня 1984 г. простирание обеих nodальных плоскостей ближе к меридиональному, чем к субширотному [9] (см. каталог дополнительных параметров очагов землетрясений).

Согласно результатам определения механизма очага землетрясения 19 июня, полученным по положительным знакам смещения волн \bar{P} в Нелетах, Тулике, волн \bar{P} в Озерной, Бодайбо, Куморе, Нижнеангарске, Якутске, Тикси и отрицательным знакам в волнах \bar{P} в Турикане, а также в волнах \bar{P} в Циликане, Чите, Суво, Норильске, ось направления сжатия составляет достаточно большой угол с горизонтальной плоскостью, а соответствующие углы для промежуточного и растягивающего напряжения невелики. Подвижка представляет собой сброс со значительной сдвиговой компонентой.

По собранным в 1984 г. макросейсмическим сведениям только для двух землетрясений — 27 января в 9 ч 39 мин и 9 декабря в 22 ч 06 мин — представилось целесообразным построить карты макросейсмических проявлений. Соответствующие исходные данные приведены в табл. 2 и 3.

Землетрясение 27 января отмечено главным образом в населенных пунктах на восточном берегу оз. Байкал, где располагался и эпицентр этого толчка, а также в г. Баргузине. На западном берегу 3-балльные сотрясения наблюдались лишь в пос. Еланцы. Вслед за первым толчком ($K = 12$) через 6 мин произошел второй толчок с $K = 11$. Он ощущался в ближайших к эпицентру пунктах.

Инструментальные сейсмические наблюдения не дают возможности вполне однозначно определить механизм очага землетрясения 27 января. Возможные решения заключаются в следующих интервалах: плоскость I — азимут вектора падения $Az = 147 \div 156^\circ$, угол наклона вектора падения $e = 46 \div 66^\circ$; плоскость II — $Az = 238 \div 300^\circ$, $e = 40 \div 90^\circ$. Оси главных напряжений: сжатия (I) $Az = 190 \div 230^\circ$, $e = 19 \div 64^\circ$, растя-

Таблица 2

Макросейсмические проявления землетрясения 27 января

№ п/п	Пункт	Δ^1 , км	№ п/п	Пункт	Δ^1 , км	Пункт	Δ^1 , км
	4-5 баллов		5	Еланцы	180 ^{2*}	10	Баянгол
1	Усть-Баргузин	15 ^{2*}		Не ощущалось		11	Онгурен
2	Максимиха	20 ^{2*}	6	Горячинск	55	12	Хужир
	3 балла		7	Уро	60	13	Давша
3	Баргузин	60	8	Улон	85	14	Курумкан
4	Пункт № 1	70	9	Бодон	90	15	Улан-Удэ
						16	Сосново-Озерское

^{1*} Расстояние от инструментального эпицентра.

^{2*} Слышался гул.

Таблица 3

Макросейсмические проявления землетрясения 9 декабря

№ п/п	Пункт	Δ^1 , км	№ п/п	Пункт	Δ^1 , км	Пункт	Δ^1 , км
	4-5 баллов		7	Горячинск	95		Не ощущалось
1	Баргузин	70	8	Хужир	110	13	Улон
	4 балла			3 балла		14	Турка
2	Пункт № 1	40	9	Суво	95 ^{2*}	15	Пункт № 2
3	Усть-Баргузин	55 ^{2*}	10	Курумкан	125 ^{2*}	16	Сухая
4	Максимиха	70	11	Еланцы	185	17	Хорьинск
5	Онгурен	70 ^{2*}		2 балла		18	Заиграево
6	Уро	90 ^{2*}	12	Давша	85	19	Улан-Удэ
						20	Сосново-Озерское

^{1*} Эпицентральное расстояние от инструментального эпицентра.

^{2*} Слышался гул.

жения. (K) — $Az \approx 330 \div 48^\circ$. По возможным плоскостям разрыва северо-восточного и северо-западного простираний фактическая подвижка могла быть различных типов — от сбросовдвиг до сдвига. Этот вывод основан на положительных знаках смещений почвы при вступлении волн \bar{P} в Иркутске и волн \bar{P} в Тыргане, Хапчеранге, Чите и на отрицательных знаках в волнах \bar{P} в Болоне и в волнах \bar{P} в Бодайбо, Ковокте, Куморе, Нелетах, Нижнеангарске, Северо-Байкальске, Северо-Муйске, Среднем Каларе, Тикси, Тулике, Циликане, Чаре, Якутске. Землетрясение 9 декабря в 22 ч 06 мин с эпицентром на Байкале на довольно значительной площади опущалось как 4-балльное.

ЛИТЕРАТУРА

1. Параметры, амплитудно-частотные и фазовые характеристики приборов сейсмических станций Сибири. 1984 / Отв. ред. О.К. Масальский. Иркутск: Инт земной коры СО АН СССР, 1985. С. 82.
2. Голенецкий С.И., Букнина К.И., Анисимова Л.В. и др. Землетрясения Прибайкалья // Землетрясения в СССР в 1969 году. М.: Наука, 1973. С. 106-121.
3. Голенецкий С.И. Землетрясения Прибайкалья // Землетрясения в СССР в 1973 году. М.: Наука, 1976. С. 108-125.
4. Голенецкий С.И. Землетрясения Прибайкалья // Землетрясения в СССР в 1974 году. М.: Наука, 1977. С. 114-127.
5. Голенецкий С.И. Землетрясения Прибайкалья // Землетрясения в СССР в 1975 году. М.: Наука, 1978. С. 80-86.
6. Голенецкий С.И. Землетрясения Прибайкалья // Землетрясения в СССР в 1976 году. М.: Наука, 1980. С. 46-57.