

два года активность этого района (по $K = 10$) была ниже средней многолетней. Что касается других сейсмоактивных областей, то заметные проявления сейсмичности нужно отметить в районе катастрофических танну-ольских землетрясений 1905 г. [4] и Джунгарского Алатау (см. № 6, 15 и 10 в региональном каталоге). Большое количество слабых землетрясений зарегистрировано в этом году из района оз. Зайсан и прилегающей к нему с востока части Алтая. Скорее всего, это связано с повышением уровня представительной регистрации благодаря использованию данных сейсмических станций МНР, любезно предоставленных Институтом физики и техники АН МНР (г. Улан-Батор).

ЛИТЕРАТУРА

1. Филипп А. Г., Цибильчик И. Д., Мучная В. И. Землетрясения Алтая и Саян. — В кн.: Землетрясения в СССР в 1978 году. М.: Наука, 1982, с. 39—45.
2. Голенецкий С. И., Персвалова Г. И. Программа определения гипоцентров близких землетрясений на ЭВМ по наблюдениям сейсмических станций Прибайкалья. — В кн.: Изучение сейсмической опасности. Ташкент: Фан, 1971, с. 66—73.
3. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с новейших времен до 1975 года (Под ред. Кондорской Н. В., Шебагина Н. В. М.: Наука, 1977, с. 312).
4. Черное Г. А. Новейшая структура Алтае-Саянской области и ее связь с сейсмичностью. — В кн.: Сейсмичность Алтае-Саянской области. Новосибирск: Ин-т геологии и геофизики СО АН СССР, 1975, с. 57—73.

УДК 550.341-550.34:91

С. И. Голенецкий

Землетрясения Прибайкалья

Изучение сейсмичности Прибайкалья и Забайкалья в 1979 г. проводилось той же региональной сетью сейсмических станций, что и в предыдущие годы [1]. В целом осталась прежней и методика обработки наблюдений.

Общее число землетрясений, зарегистрированных в регионе в 1979 г., оказалось наибольшим за последние годы. Это объясняется оживлением сейсмичности некоторых районов северо-восточного фланга Байкальской рифтовой зоны. Всего в 1979 г. в регионе определено 3104 эпицентра землетрясений с энергетическим классом $K \geq 9-317$ (см. региональный каталог).

В табл. 1 даны распределения численности землетрясений по энергетическим классам. По этим данным были рассчитаны параметры графиков повторяемости по региону $\gamma = -0,50 \pm 0,01$, $\lg n_{10} = 1,88 \pm 0,01$, для рифтовой системы в целом $\gamma = -0,52 \pm 0,01$, $\lg n_{10} = 1,73 \pm 0,01$, для северо-восточной ее части (I) $\gamma = -0,50 \pm 0,01$, $\lg n_{10} = 1,61 \pm 0,01$ и юго-западной ее части (II) $\gamma = -0,59 \pm 0,01$, $\lg n_{10} = 1,06 \pm 0,01$.

Фактические данные хорошо укладываются в обычные линейные зависимости, если не считать землетрясений 13-го энергетического класса, число которых в 1979 г. оказалось заметно повышенным, что следует отнести к проявлениям случайности сейсмического процесса. В связи с этим в расчетах линейных зависимостей не использовались данные о численности землетрясений, превышавших 12-й энергетический класс.

Распределение землетрясений по глубинам очага следующее:

| | | | | | | | |
|---------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Глубина, км | 0-5 | 6-10 | 11-15 | 16-20 | 21-25 | 26-30 | 31-35 |
| Число случаев | 58 | 28 | 24 | 23 | 4 | 2 | 0 |

Как и ранее, результаты ориентировочных оценок глубин очагов указывают на преимущественное расположение очагов землетрясений в верхней части земной коры.

Как следует из карты эпицентров (рис. 1, вкл.), характер эпицентрального поля землетрясений 1979 г. достаточно типичен для Байкальской рифтовой зоны. Его основные черты неоднократно описывались ранее в обзорах сейсмичности за предыдущие годы.

Особенность карты сейсмической активности (рис. 2, вкл.), количественно характеризующей сейсмичность зоны в 1979 г., состоит в том, что расчет ее производился по уточненной формуле [2], в которой учитывался назывшийся класс землетрясений, зарегистрированных на каждой элементарной площадке. Как и в расчетах сейсмичес-

Распределение землетрясений по энергетическому классу K

| K | Число землетрясений | | |
|---|---------------------|------|----------------------------------|
| | Весь регион | Рифт | Северо-восточная часть рифта (I) |
| 14 | 1 | 0 | 0 |
| 13 | 5 | 3 | 3 |
| 12 | 8 | 5 | 4 |
| 11 | 22 | 15 | 12 |
| 10 | 75 | 56 | 45 |
| 9 | 241 | 176 | 128 |
| 8 | 789 | 576 | 401 |
| 7 | 1509 | 1357 | 1146 |
| 6 | 447 | 440 | 385 |
| 5 | 7 | 7 | 5 |
| Всего | 3104 | 2635 | 2129 |
| Интервал классов K, использованных в расчете графиков повторяемости | 8-12 | 8-12 | 8-12 |

кой активности за предыдущие годы, при построении карты за 1979 г. использовались данные о землетрясениях с девятого энергетического класса при $\gamma = -0,5$.

Необходимо высоким ($-0,59$) оказался угловой коэффициент графика повторяемости землетрясений в юго-западной части зоны Байкальского рифта. За исключением данных 1974—1975 гг., наклон графика повторяемости для этой части зоны был ранее, как правило, более низким, чем для северо-восточной части. В свете этих результатов не остается сомнения факт варьирования во времени угловых коэффициентов графиков повторяемости, определяемых по различным совокупностям данных.

Распределение землетрясений зоны Байкальского рифта в течение 1979 г. во времени отражено на диаграмме рис. 3.

В целях продолжения анализа развития сейсмического процесса в очковых зонах сильных землетрясений в табл. 2 приводятся данные наблюдений в эпицентральных зонах трех сильнейших землетрясений. По сравнению с предыдущим временем уровень сейсмической активности этих районов, оставаясь повышенным, в 1979 г. заметно не изменился.

Переходя к описанию особенностей сейсмичности, следует отметить, что наиболее сильные землетрясения ($K \geq 12$) в 1979 г. произошли в различных частях зоны: на северо-востоке Баргузинского района, в районе горной перемычки между Верхне-Ангарской и Муйской впадинами, на восточном берегу Среднего Байкала, в районе верховий Большого Енисея на востоке Тувинской АССР, западнее оз. Далайнор на территории КНР, южнее хр. Сентилен и в эпицентральном районе сильного Могодского землетрясения 1967 г. в Северной Монголии.

Землетрясения к северо-востоку от Баргузинской впадины. Эти землетрясения охватывают район, где сейсмичность проявляется постоянно, но за все время инструментальной регистрации сейсмический процесс не достигал еще такой интенсивности. В 1979 г. на небольшой площади зафиксированы эпицентры трех землетрясений 13-го энергетического класса (10 января в 07 и 09 ч и 5 декабря в 00 ч) и двух землетрясений 12-го энергетического класса (19 января в 22 ч и 10 февраля в 18 ч). Активность района в 1978 г. была значительно слабее. Эпицентральный район землетрясений 1979 г. расположен в районе Амутской впадины в верховьях р. Баргузин, где сходятся четыре хребта — Баргузинский, Икатский, Южно- и Северо-Муйский. Здесь, очевидно, проходит крупный глубинный разрыв, устанавливаемый по инструментальным данным [4]. Именно с этой сейсмически активной полосой и следует в целом увязывать развитие сейсмического процесса в районе Амутской впадины в 1979 г. и ранее. Наиболее сильными

Количество землетрясений в эпицентральных зонах сильных землетрясений с указанием активности в K_{max}

| Землетрясение | Координаты эпицентра очаговой зоны | Число землетрясений | K_{max} | A_{10} |
|---------------------|---|---------------------|-----------|----------|
| Муйское 1957 г. | 55,9° - 56,3° с.ш., 116,1° - 117,1° в.д. | 76 | 9 | 1,0 |
| Тас-Юрхское 1967 г. | 56,3° - 56,7° с.ш., 120,5° - 121,5° в.д. | 29 | 10 | 1,0 |
| Могодское 1967 г. | 47,9° - 48,7° с.ш., 102,5° - 103,5° в.д. | 19* | 9 | 0,5 |
| | | 27 | | |
| | | 17** | | |

* Число толчков с $K \geq 8$.
** То же, с $K \geq 7$.

слышен также на временной сейсмической станции Оран на расстоянии около 150 км к северо-востоку от эпицентра.

В Оране, как и в двух пунктах в районе Северо-Муйского тоннеля (эпицентрально-ые расстояния ~ 160 км), землетрясение проявилось с силой 2-3 балла, в Уояне и Новом Уояне - соответственно 3 и 2 балла. Отметим, что в отличие от этого согласно анкетным данным землетрясение в Уояне не ощущалось. Землетрясение не проявилось в населенных пунктах к востоку и западу от эпицентра на расстояниях, несколько превышающих 100 км (лишь в Нижнеангарске отмечен эффект в 2 балла), но замечено на расстоянии более 300 км к северо-востоку в пос. Мамакан вблизи г. Бодайбо (2 балла).

Анализируя собранные макросейсмические сведения, нужно отметить преимущественное распространение сотрясений в северо-восточном направлении.

Механизм очагов удалось получить для двух землетрясений (см. каталог дополнительных параметров).

Землетрясения в области горной перемычки между Верхне-Ангарской и Муйской впадинами. 15 апреля в 18 ч и 26 ноября в 12 ч были отмечены ощутимые землетрясения 12-го энергетического класса в области горной перемычки между Верхне-Ангарской и Муйской впадинами. Более слабые толчки происходили в указанном районе в течение всего года, но развитие сейсмического процесса было весьма своеобразным. Общее количество землетрясений, зарегистрированных региональной сетью сейсмических станций в 1979 г. на площади, ограниченной координатами 56,20° - 56,45° с.ш. и 113,20° - 113,70° в.д., составило 243, из них, помимо двух землетрясений 12-го энергетического класса, зафиксировано: 11-го класса - 2, 10-го - 11, 9-го - 17, 8-го класса - 57 толчков. До конца мая на этой площади происходило всего по несколько толчков в месяц. Интересно, что и землетрясение 15 апреля не сказалось на общем характере сейсмических проявлений. Оно не сопровождалось форшоками или афтершоками или каким-либо усилением сейсмической активности. С 25 мая всего лишь несколько восточнее эпицентра указанного землетрясения начал развиваться рой землетрясений с периодами повышенной активизации в конце мая - начале июня (при максимальных землетрясениях с $K = 10$), в последней декаде июня ($K = 11$), во второй половине июня ($K = 10$), в конце сентября ($K = 10$), в конце октября ($K = 10$). В конце ноября в отличие от землетрясения 15 апреля сейсмическая активность усилилась непосредственно сразу за толчком 12-го энергетического класса 26 ноября. В среднем в расчете на год значение сейсмической активности A_{10} превысило 5. Ранее землетрясений 12-го класса в этом районе не наблюдалось. Согласно совокупности известных данных более сильные или такие же по силе толчки отмечались ближе к периферии горной перемычки - к западу, востоку и югу от описываемого района. В предшествующие пять лет (1974-1978 гг.) данный локальный район особой активности не проявлял, хотя слабые землетрясения происходили здесь нередко.

В области горной перемычки между Верхне-Ангарской и Муйской впадинами сближаются и сходятся две из трех сейсмоактивных полос субширотного и северо-восточного простирания, представляющие главные черты эпицентрального поля в Байкаль-

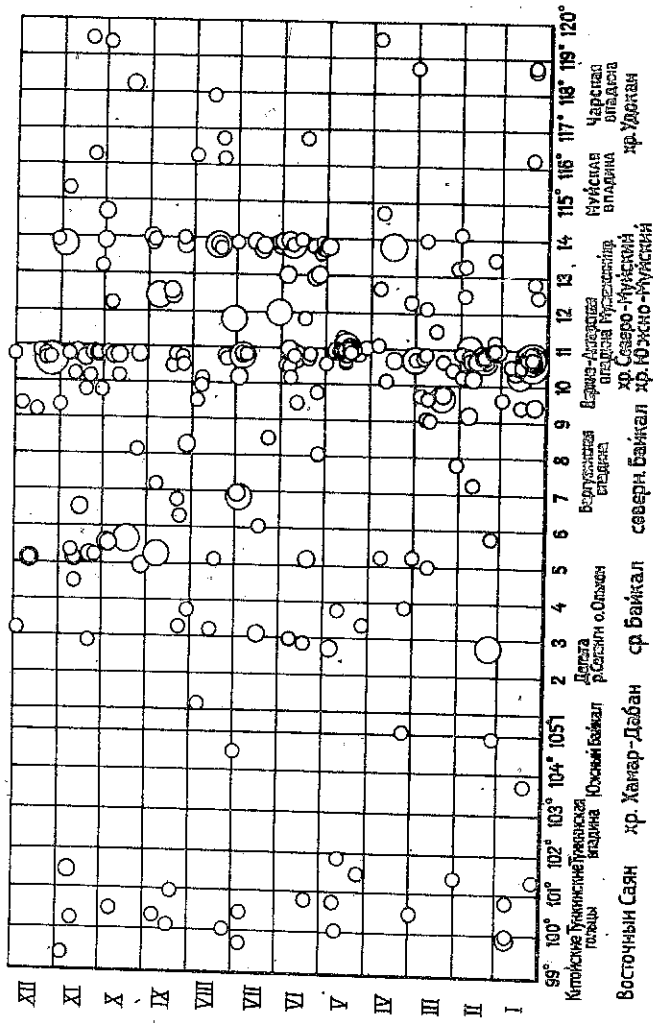


Рис. 3. Распределение землетрясений с $K \geq 9$ во времени и проекции на условную ось Байкальской рифтовой системы
I - энергетический класс K

в этом районе были землетрясения в 1963-1975 гг. 12-го класса энергии. В 1977 г. недалеко к юго-западу от центрального района 1979 г. зарегистрировано землетрясение 11-го энергетического класса и ряд более слабых толчков. Сейсмическая деятельность заметно усилилась в 1978 г.

Всего в этом году на площади между 55,2° - 55,6°N и 111,0° - 111,9° E зарегистрировано 522 землетрясения с среднего энергетического класса:

| K | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 |
|---------------------|----|----|----|----|----|----|-----|----|
| Число землетрясений | 3 | 2 | 3 | 18 | 41 | 84 | 277 | 94 |

Значение сейсмической активности A_{10} здесь превысило 10. Несколько севернее описанного района, помимо землетрясений более низких энергетических классов, произошли три землетрясения с $K = 11$ и два толчка с $K = 10$. Землетрясения таких же классов зарегистрированы и юго-западнее рассматриваемого района. Все это указывает на то, что в 1979 г. подвергся активизации участок сейсмически активной полосы, простирающейся через Баргузинский хребет к Верхне-Муйской впадине (средняя полоса согласно проведенной ранее схематизации [4]). Повышена концентрация эпицентров на картах рис. 1 и 2 и в северо-восточной (оконечной) части соседней сейсмически активной полосы, ориентированной вдоль юго-восточного борта Баргузинской впадины.

Макросейсмические сведения об указанных выше землетрясениях 1979 г. весьма ограничены. Относительно землетрясения 10 января в 07 ч известно только, что оно проявилось силой около 3 баллов в Куморе на расстоянии порядка 50 км. Сообщений об ощущаемости более слабых толчков 19 января в 22 ч и 10 февраля в 18 ч нет.

Несколько более многочисленны сведения о землетрясениях 5 декабря, но лишь отдельные из разосланных опросных листов свидетельствуют об ощущаемости этого толчка. Данные о наибольшей силе сотрясений (4 балла) получены из пос. Тасса на расстоянии, несколько превышающем 50 км на севере Баргузинской впадины, где отмечен и характерный гул, напоминавший раскат грома. По сведениям сотрудника Института земной коры СО АН СССР В.А. Авдеева, проводившего обследование проявлений землетрясения к востоку от пос. Ченца в Верхне-Ангарской впадине и в районе горной перемычки между Верхне-Ангарской и Муйской впадинами, гул был

| № п/п | Пункт | Δ, км | № п/п | Пункт | Δ, км | Не ощущалось | |
|----------|--------------|-------|-------|----------------|-------|--------------|--------------|
| | | | | | | Пункт | Δ, км |
| 5 баллов | | | | | | | |
| 1 | Тоннельный | 9 | 8 | Гуя | 175 | 15 | Тасса |
| 2 | Ангаракан | 15 | 9 | Мама | 220 | 16 | Томпа |
| 3 | Северо-Муйск | 5 | | | | 17 | Светлый |
| 4 балла | | | | | | | |
| 4 | Озерная | 35 | 10 | Уацит | 95 | 18 | Юронцовка |
| 5 | Мамакан | 165 | 11 | Уоян | 115 | 19 | Байкальск |
| | | | 12 | Баунт | 120 | 20 | Визирный |
| 3 балла | | | | | | | |
| 6 | Ковокта | 30 | 13 | Тиллима | 135 | 21 | Ермака |
| 7 | Тельмама | 140 | 14 | Верхний Дипкан | 170 | 22 | Казаачинское |
| | | | | | | 23 | Перевоз |
| | | | | | | 24 | Киренск |

Механизм очага землетрясения 26 ноября 1979 г. определить не удалось. Распределение знаков вступлений сейсмических волн на станциях оказалось противоречивым. Можно, однако, утверждать, что механизм его был иным, поскольку на ряде сейсмических станций зафиксированы знаки, обратные тем, какие наблюдались при землетрясении 15 апреля.

Землетрясения 15 апреля и 26 ноября приближительно одинаково ощущались на довольно значительной территории (рис. 4; табл. 3 и 4). По близлежащему участку трассы БАМа сведения о проявлениях первого землетрясения собраны сотрудником Института земной коры СО АН СССР Н.Б. Аверьяновым. Другой сотрудник института В.А. Авдеев возглавил группу по изучению сейсмических проявлений в области, примыкающей к эпицентру землетрясения 26 ноября 1979 г. В состав группы, помимо В.А. Авдеева, входили М.В. Паншев, В.С. Баскаков, С.П. Серебренников. В обоих случаях собирались также анкетные сведения.

Во всех близлежащих к эпицентру пунктах, где ощущалось землетрясение 15 апреля 1979 г., и в пос. Мамакан на расстоянии более 150 км от эпицентра. На эпицентральных расстояниях до 20 км обнаружались пятибалльные эффекты. Значительное число людей при землетрясении проснулось, причем неоднократно отмечались случаи пробуждения непосредственно до толчка. По личным впечатлениям Н.Б. Аверьянова на сейсмической станции Тоннельный эффект был таков, будто тяжелый автомобиль уперся в дом и на небольшой скорости давит на стену и пробуксовывает.

Заметные сотрясения распространялись на значительные расстояния в северных направлениях и, напротив, быстро затухали в иных румбах, так что оконуренная на рис. 4, а область охватимости очень необычна — эпицентр землетрясения расположен вблизи ее южного края. Такое распределение сотрясений при землетрясениях в районе к востоку от северного окончания оз. Байкал, по-видимому, не случайно. Ранее подобные эффекты наблюдались при землетрясениях в районе Верхне-Ангарской впадины [7, 8].

Землетрясение 26 ноября 1979 г., по данным В.А. Авдеева, проявилось в пос. Тоннельный с эффектом 5 баллов на расстоянии около 10 км от эпицентра. Толчок ощущали все находившиеся в помещениях и отдельные люди вне помещений. Некоторых жителей толчок заставил в испуге выбежать из домов. Оконные и дверные проемы в щитовых и брусовых домах скрипели, на стыках щитов рвались обои. В продовольственном магазине с полок падали коробки и банки с продуктами. Из-за нарушения контактов предохранителя масляного трансформатора был кратковременный перебой в снабжении поселка электроэнергией. Произошло помутнение вод в забое в штольне, опережающей тоннель.

В четырехбалльных пунктах землетрясение ощущали все, кто находился внутри помещений, в виде дрожания домов, стука рядом стоящих предметов (ведра с водой), звона посуды, раскачивания висящих предметов, ударов их о стены. Во время киносеанса в Северо-Муйске землетрясение не было замечено зрителями. В широком направлении и на юг интенсивность колебаний быстро убывала с расстоянием

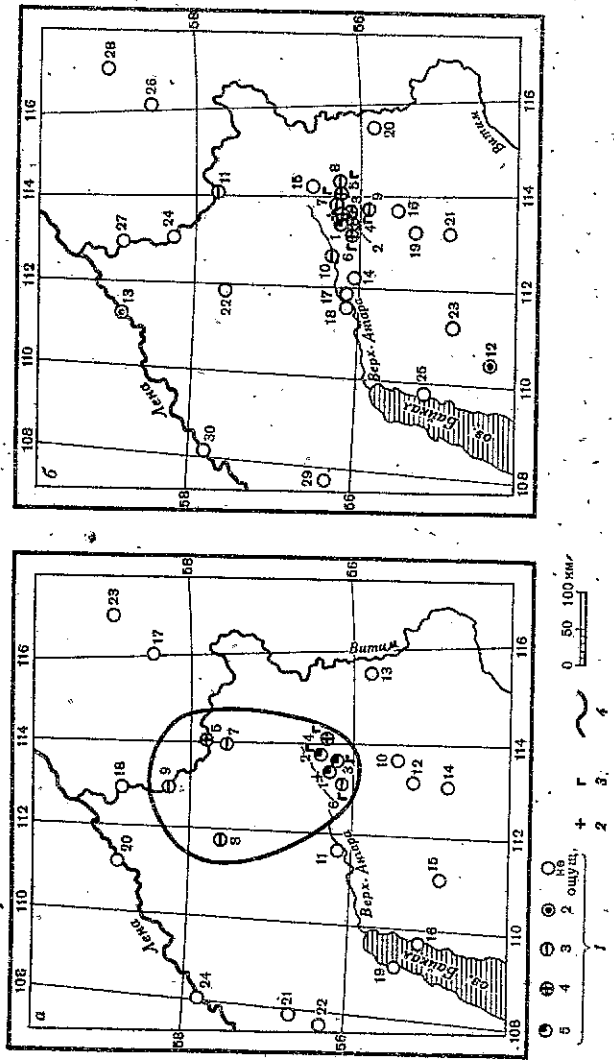


Рис. 4. Макросейсмическое проявление землетрясения 15 апреля (а) и 26 ноября (б). 1 — балльность; 2 — инструментальный эпицентр; 3 — пункт, где был слышен гул; 4 — граница охватимости

ской рифтовой области к востоку от Баргузинского района [4]. Район активизации 1979 г. тяготеет к северной субширотной полосе.

По результатам сейсмогеологических исследований [6] в непосредственной близости к эпицентральному району располагается сейсмоструктура Игытит, связываемая с землетрясением магнитуды порядка 7 (возможны 10 баллов в эпицентре). Возраст структуры по свежести форм и наличию молодой растительности оценивается в первые сотни лет. Общая протяженность системы дислокаций составляет приблизительно 10 км. Структура выражена в виде системы углов и рвов зон тектонического дробления. Палеосейсмодислокация приурочена к Ангараканскому отрезку активного Ковоктинско-Ангараканского разлома, простирающегося в северо-восточном направлении через интэнсивно воздымающийся блок и способствующего блоковой дифференциации поднятия. Признаки активизации Ангараканского отрезка разлома в кайнозой наиболее проявляются в районе средней части р. Ангаракан, т.е. вблизи эпицентральной области землетрясения 1979 г. Повышение сейсмической активности в рассматриваемом локальном районе в 1979 г. ($A_{10} < 5$) является редким случаем сейсмического оживления районов известных палеосейсмодислокаций.

При определении механизма очагов землетрясений в этом районе в 1979 г. решение удалось получить только для толчка 15 апреля в 18 ч. Как следует из каталога дополнительных параметров очагов землетрясений, оси всех напряжений ориентированы наклонно к горизонту, ориентация простирания одной из возможных плоскостей подвижки — круто падающей к северу — близка к широтной, другой плоскости — значительно более полого падающей на запад — к меридиональной. По первой из указанных плоскостей значительную компоненту подвижки должен составлять правосторонний сдвиг, по второй плоскости подвижка должна быть преимущественно левосторонним сдвигом. Удовлетворительного соответствия результатов определения механизма очага и характера нодальных плоскостей обстановки не наблюдается. Ориентация и направление падения нодальных плоскостей отличаются от ориентации установленных разломов. На Ангараканском участке Ковоктинско-Ангараканский разлом, как и зеркала скольжения, характеризующие структуру Игытит, падает на юго-восток [6], в то время как установленная нодальная плоскость восточно-северо-восточного простирания круто падает к северо-северо-западу. Механизм очага землетрясения 19 апреля 1979 г. отличается от механизмов очагов, определенных ранее в близком районе, как по наблюдениям над отдельными (двумя) землетрясениями, так и при объединении толчков в группы [5].

Макросейсмические сведения о землетрясении 26 ноября

| № п/д | Пункт | Δ, км | № п/п | 2 балла | | Не ощущалось | | |
|-----------------|------------------|-------|-------|------------------|-------|--------------|-------------|-------|
| | | | | Пункт | Δ, км | № п/п | Пункт | Δ, км |
| 5 баллов | | | | | | | | |
| 1 | Тоннельный | 11 | 12 | Курумкан | 300 | 23 | Тасса | 220 |
| | | | 13 | Визирный | 315 | 24 | Мама | 220 |
| 4 балла | | | | | | | | |
| 2 | Второй ствол | 13 | | Не ощущалось | | | | |
| 3 | Восточный портал | 15 | 14 | Усть-Макит | 70 | 26 | Светлый | 275 |
| 4 | Северо-Муйск | 20 | 15 | Таксимо | 85 | 27 | Воронцовка | 280 |
| 5 | Озерная | 30 | 16 | Уakit | 95 | 28 | Перевоз | 355 |
| 6 | Ковокта | 35 | 17 | Новый Уоян | 110 | 29 | Казачинское | 360 |
| 3 балла | | | | | | | | |
| 7 | Ангаракан | 8 | 18 | Уоян | 120 | 30 | Киренск | 360 |
| 8 | Лапро | 40 | 19 | Баянт | 120 | | | |
| 9 | Оран | 45 | 20 | Тихишма | 135 | | | |
| 10 | Янчукан | 55 | 21 | Верхний Ципи-кан | 170 | | | |
| 11 | Мамакан | 165 | 22 | Чуя | 180 | | | |

(в Оране, Лапро, Янчукане толчок ощущался людьми в состоянии покоя). Однако есть сведения, что в северном направлении толчок ощущался на расстояниях еще больших, чем при землетрясении 15 апреля 1979 г. (Визирный, — 315 км).

Следует отметить, что 8 февраля 1980 г. в 22 ч по Гринвичу в районе толчков 15 апреля 1979 г. и 26 ноября 1979 г. произошло еще одно землетрясение 12-го энергетического класса с тем же характерным распределением макросейсмических проявлений по площади.

Рой землетрясений в районе Ципиканской впадины. Описание особенностей сейсмичности участка Байкальской рифтовой зоны между Баргузинской и Муйской впадинами в 1979 г. было бы неполным, если не указать на рой землетрясений в районе Ципиканской впадины в мае—июне и отчасти июле. Эпицентральная область роя юго-восточнее оз. Копытши вписывается в треуголь (дожну) из упомянутых выше сейсмически активных полос северо-восточного простирания [4] как раз в той ее части, где ранее ощущался дефицит эпицентров землетрясений. Тем самым еще раз подтверждается реальность этих полос.

Эпицентральная область роя 1979 г. примыкает с юго-запада к области роя 1973—1974 гг. [9—12], почти не перекрывая ее. Таким образом, в отличие от роя землетрясений 1973—1974 гг. из северо-восточной части Ципиканской впадины рой толчков 1979 г. приурочен к юго-западной части этой впадины. Хотя в целом рой 1979 г. был менее крупным и максимальным оказалось землетрясение лишь 11-го энергетического класса 14 мая 1979 г. в 14 ч, все же за время с конца апреля по июль на площади, ограниченной координатами $54,5^{\circ}$ — $55,0^{\circ}$ с.ш., $112,1^{\circ}$ — $112,7^{\circ}$ в.д., зарегистрировано значительное число (более 300 толчков), из них десятого класса — 6, девятого — 9, восьмого — 56, седьмого — 188. Распределение толчков во времени было вполне типичным для роя землетрясений (толчок максимальной энергии внутри совокупности землетрясений).

Землетрясения района Котокельской впадины. К числу достаточно значительных сейсмических событий в зоне Байкальского рифта в 1979 г. относится также последнее землетрясение 12-го энергетического класса, происшедшее 10 октября в районе юго-восточного берега Среднего Байкала. Интересна уже сама локализация эпицентра вне акватории озера в стороне от основного эпицентрального поля и на заметном удалении от береговой линии.

Ввиду необычного положения эпицентра этого землетрясения изучение механизма его очага представляет существенный интерес (см. каталог дополнительных параметров землетрясений). К сожалению, знаки смещений в продольных волнах известны только для десяти станций. Положение nodальных плоскостей может несколько варьировать. Одна из nodальных плоскостей имеет субширотное или юго-восточное простирание и наклонена к горизонту (падает к северо-северо-востоку), другая, круто падающая

к юго-востоку плоскость простирается в направлении на северо-восток. По первой из указанных плоскостей подвижка должна представлять преимущественно левосторонний сдвиг, по второй значительную компоненту подвижки составляет правосторонний сдвиг. В обоих случаях направление подвижки по падению плоскостей отвечает сбросу. Оси напряжений наклонены. Таким образом, механизм очага землетрясения 10 октября 1979 г. не является в полной мере типичным для Байкальского рифта, но напоминает механизм очага землетрясения 31 января 1963 г. в 18 ч с очагом на градусе западнее, под дном оз. Байкал южнее о-ва Ольхон [13]. По-видимому, сдвиговая компонента подвижки в очагах землетрясений Байкальского рифта встречается не очень редко.

Как следует из анализа опросных листов, толчок 10 октября 1979 г. опущался на довольно значительной площади, однако максимальная отмеченная сила сотрясения даже на наименьших эпицентральных расстояниях в 20—30 км (Горячинск, Турка), по-видимому, не превышала 3 баллов, на расстоянии 70 км к югу от эпицентра по сведениям из населенного пункта Тагда — 2—3 балла. Область опущимости землетрясения 10 октября 1979 г. несколько растянута в направлении северо-запад—юго-восток, т.е. поперек простирания основных разломов, что не является необычным для байкальских землетрясений. Инструментальный эпицентр располагается в центральной части этой области, но немного смещен от ее центра к северо-востоку.

Землетрясение 10 октября 1979 г. не было изолированным событием. 24 октября 1979 г. практически с тем же эпицентром зарегистрирован толчок десятого энергетического класса. До середины ноября произошло также около десятка более слабых толчков, но далее до конца года землетрясений не отмечено.

Землетрясения западнее оз. Далайнор. Наиболее значительными сейсмическими событиями в зоне вне области Байкальского рифта в 1979 г. были землетрясения в районе к западу от оз. Далайнор недалеко от границы между КНР и МНР. Сильнейший из зарегистрированных толчков ($K = 14$; $M_{LN} = 5,2$; $M_{LN} = 4,7$ по Оперативному сейсмологическому бюллетеню) произошел 6 февраля в 14 ч 45 мин, второй по силе толчок 14 июля в 06 ч 09 мин ($K = 12$) зарегистрирован несколько севернее. Всего же в 1979 г. отмечено более 20 землетрясений. До 1979 г. в описываемом районе на краю сейсмической зоны были лишь единичные землетрясения низких энергетических классов, так что происшедшие в этом году толчки 12—14-го энергетических классов представляют собой довольно необычное явление. Сейсмичность соседних районов северо-восточной Монголии также понижена. Наиболее сильным в последние десятилетия (до 1979 г.) следует считать толчок, опущавшийся на территории Южного Забайкалья 3 сентября 1970 г. ($K = 13$). Его эпицентр располагался в районе среднего течения р. Улзда, существенно северо-западнее эпицентра землетрясения 6 февраля 1979 г. [14].

Землетрясение 6 февраля 1979 г. опущалось на территории СССР. По сведениям, собранным заведующим сейсмической станцией в г. Чите А.Б. Крониковским, в Забайкалье на расстоянии 90 км от эпицентра был слышен гул и наблюдаемый эффект можно оценить в 4 балла, в Краснокаменске в 160 км от эпицентра — также 4 балла. В то же время в Борзе на расстоянии 160 км, по полученным данным, землетрясение не ощущалось. За первым, наиболее сильным толчком в течение февраля последовал ряд афтершоков (до 11-го энергетического класса), несколько оживилась сейсмическая деятельность в начале мая. Землетрясение 12-го класса энергии 14 июля было изолированным. В последующие месяцы зарегистрированы лишь единичные толчки. Сведения об их опущимости (за исключением землетрясения 6 февраля 1979 г.) не имеются.

Ранее определен механизм очага землетрясения 6 февраля 1979 г. не имеется. Наблюдения над землетрясением 6 февраля 1979 г. позволяют сделать первую попытку такого рода. Из имеющихся данных видно, что обе возможные плоскости подвижки северо-восточного и северо-западного простирания являются круто падающими. Подвижка по ним представляет собой преимущественно сдвиг: левосторонний по первой плоскости, правосторонний по второй из них. Оси растягивающих и сжимающих напряжений близгоризонтальны, ось промежуточного напряжения составляет большой угол с горизонтом. Из 15 станций с указанным заключением не согласуется только знак смещения в волне P в Закаменске.

Землетрясения в районе верховий Большого Енисея и в других частях сейсмической зоны. Оживление сейсмической активности в 1979 г. было заметно также у западной границы рассматриваемой территории: в районе верховий Большого Енисея после зем-

Б.М. Козьмин, Т.А. Андреев, Р.С. Югова

Землетрясения Якутии и Северо-Востока

Система инструментальных наблюдений в регионе в 1979 г. состояла из 15 стационарных сейсмических станций (восемь в Якутии и семь в Магаданской области; рис. 1). Существенно важным для регистрации землетрясений в северо-восточных частях региона было открытие в этом году станции в пос. Черский в низовьях р. Колымы. Станция оборудована сейсмографами СМ-3 с увеличением около 30 тыс. на периодах 0,3—1,3 с. На центральном участке трассы БАМа землетрясения фиксировались тремя станциями: Хатыстыр, Тунгура и Нерюнгри (сейсмографы СКМ-3, ВЭГИК, гальванометры ГК-УП, ГВ-IV, увеличение 12—40 тыс. на периодах 0,2—1,0 с).

Методика обработки наблюдений оставалась без изменений [1]. При определении координат эпицентров землетрясений в северных районах использовались ежемесячные бюллетени сейсмической станции Института физики Земли АН СССР в пос. Тикси. Местоположение подземных толчков на востоке и северо-востоке определялось при совместной обработке данных сети станций Магаданской области и Якутии. Для изучения сейсмичности южных частей рассматриваемой территории привлекались наблюдения станций Якутской зоны, Прибайкальская (Чара, Средний Калар и Тулик, ИЗК СО АН СССР) и Амурской области (Кировский, СахКНИИ ДВНЦ АН СССР). С наибольшей точностью эпицентры землетрясений определялись в пограничных районах Якутии с Прибайкальем и Магаданской областью (классы точности "а" и "б"). На остальной территории точность определения эпицентров характеризуется главным образом классами А и Б. Глубина очагов землетрясений оценивалась из уравнения гиперболческого годографа по наблюдениям станций, расположенных не далее 50 км от эпицентров. Энергетический класс землетрясений оценивался по шкале Т.Г. Раутман.

Представительными при существующей системе регистрации во всем регионе являются землетрясения с 11-го энергетического класса. Лишь на небольших площадях вблизи границ Якутской АССР с Читинской, Амурской и Магаданской областями без пропусков записывались толчки с энергией 10^7 Дж и выше. Не претерпело изменений основное деление исследуемой территории на районы [2].

В региональном каталоге землетрясений приведены сведения о 322 толчках. В табл. 1 они распределены по энергетическим классам и районам: Здесь же подсчитана выделенная по районам суммарная сейсмическая энергия. Карта эпицентров (см. рис. 1) позволяет сопоставить распределение землетрясений с элементами разрывной тектоники.

Выделившаяся суммарная сейсмическая энергия в 1979 г. была наибольшей за последние четыре года ($\Sigma E = 1,37 \cdot 10^{14}$ Дж). 96% этой энергии приходится на область между юго-восточным окончанием хребта Черского и побережьем Охотского моря. Здесь произошли три ошутимых шести—семибалльных землетрясения. Наиболее сильный толчок в регионе ($M = 5,2$) в 1979 г. был зарегистрирован 19 августа в районе Гижигинской губы Охотского моря. Сила его в эпицентре могла достигать 7 баллов. Сотрудниками СВКНИИ ДВНЦ АН СССР собраны анкетные сведения о наблюдавшихся эффектах в пяти населенных пунктах. Шестибалльные сотрясения наблюдались в поселках Эвенск и Чайбуха. Землетрясение вызвало напугу среди жителей, многие выбежали из помещений на улицу. Звенела посуда, раскачивались люстры, трещали стены домов. В пос. Чайбуха (80 км к северо-востоку от эпицентра) в одном из домов треснула печь, в потолке образовалась трещина. С силой 5 баллов толчок проявился в пос. Гарманда (70 км к северу от эпицентра): тряслись стены зданий, скрипели полы и потолок, сдвинулась легкая мебель, сильно трясло холодильники. На метеопостах Пестрая Дресва и Тайгонос наблюдались трех—четырёхбалльные макроскопические эффекты в виде легкого колебания земной поверхности, сопровождаемого отдаленным гулом. Вероятнее всего, Гижигинское землетрясение 19 августа 1979 г. тяготеет к зоне Челомджа-Ямско-го глубинного разлома, простирающегося вдоль северного побережья Охотского моря к п-ову Тайгонос. Изосейсмальные области 4—6 баллов сжаты вкрест простирания и вытянуты вдоль трассы разлома в направлении юго-запад — северо-восток (рис. 2).

Другой достаточно сейсмоактивный локальный участок Челомджа-Ямского разло-

мления 29 января в 06 ч ($K = 13$) в течение нескольких месяцев происходили более слабые толчки (в том числе толчок 12-го энергетического класса 1 февраля в 22 ч). Как и во многих других описанных ранее случаях, землетрясений такой силы прежде в данном локальном районе не было известно. Описание указанных землетрясений 1979 г. дано в обзоре сейсмичности Алтае-Саянской зоны (см. предыдущую статью настоящего сборника) как свидетельство активизации сейсмического процесса по Жомболокскому разлому. Вместе с тем можно отметить, что эпицентральный район расположен на продолжении к северу высокоактивной сейсмической полосы меридионального простирания вдоль границы между Восточной Тувой и Монголией [4].

В южной части указанной меридиональной полосы в 1979 г. отмечено землетрясение 12-го энергетического класса (13 декабря в 16 ч). Здесь толчки фиксировались неоднократно и в предшествующее время — это область катастрофического Цэнэрлэгского землетрясения 9 июля 1905 г. в 9 ч 40 мин с $M = 7,7$ (первого из так называемых тану-ольских, или болнайских, землетрясений 1905 г. [12]).

В эпицентральной области другого сильного землетрясения в Северной Монголии — Могодского (5 января 1967 г., $M = 7,8$) 11 июля в 22 ч зарегистрирован толчок 13-го энергетического класса, ощущавшийся в Закаменске на расстоянии примерно 280 км силой до 3 баллов.

Имеются сведения (см. региональный каталог землетрясений) также об ошутимости в 1979 г. в различных частях сейсмической зоны ряда толчков десятого и даже девятого энергетических классов. Более подробные данные, полученные от сотрудников местной сейсмической станции Г.А. Немцевой, относятся к землетрясению 20 ноября 1979 г. в 21 ч 15 мин ($K = 10$) с эпицентром в районе Хойтогольского впадины. Толчок силой 3 балла отмечен в пос. Монды на эпицентральной расстоянии приблизительно 35 км, причем особенность его состояла в том, что он ощущался только в той части пос. Монды, которая располагается на левом берегу р. Иркут.

Фактические материалы к данному обзору сейсмичности Байкальской зоны подготовлены в лаборатории региональной сейсмичности Института земной коры СО АН СССР.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голенецкий С.И. Землетрясения Прибайкалья. — В кн.: Землетрясения в СССР в 1978 году. М.: Наука, 1982, с. 45—51.
2. Голенецкий С.И. К обоснованию метода суммирования землетрясений при количественных оценках сейсмичности. — В кн.: Сейсмические исследования в Восточной Сибири. М.: Наука, 1981, с. 80—94.
3. Флоренсов Н.А. Мезозойские и кайнозойские впадины Прибайкалья. М.: Изд-во АН СССР, 1960, с. 258.
4. Голенецкий С.И. Структура эпицентрального поля землетрясений Прибайкалья. — Изв. АН СССР. Физика Земли, 1976, № 1, с. 85—94.
5. Мишарина Л.А. Напряженное состояние земной коры в районах БАМ по данным о механизме очагов землетрясений. — В кн.: Геологические и сейсмические условия района Байкало-Амурской магистраль. Новосибирск: Наука, 1978, с. 150—161.
6. Демьянович М.Г., Курушин Р.А., Аедеев В.А. Сейсмогеологические особенности Северо-Муйского участка трассы БАМ. — В кн.: Геологические и сейсмические условия района Байкало-Амурской магистраль. Новосибирск: Наука, 1978, с. 115—126.
7. Голенецкий С.И., Демьянович М.Г., Жилкин В.М. и др. Сильные землетрясения Прибайкалья 1968 г. — В кн.: Землетрясения в СССР в 1968 г. М.: Наука, 1972, с. 123—139.
8. Голенецкий С.И., Ясько В.Г. Уоланские землетрясения 1976—1977 гг. и результаты режимных наблюдений на двух гидротермальных источниках в Северном Прибайкалье. — Вулканология и сейсмология, 1979, № 4, с. 93—101.
9. Соловченко В.П., Хилько С.Д., Демьянович М.Г. и др. Неотектоника и сейсмическая тектоника. — В кн.: Сейсмическое районирование Восточной Сибири и его геолого-геофизические основы. Новосибирск: Наука, 1977, с. 214—261.
10. Голенецкий С.И. Землетрясения Прибайкалья. — В кн.: Землетрясения в СССР в 1973 году. М.: Наука, 1976, с. 108—125.
11. Голенецкий С.И. Землетрясения Прибайкалья. — В кн.: Землетрясения в СССР в 1974 году. М.: Наука, 1977, с. 114—127.
12. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 года (Под ред. Кондорской Н.В., Шебалина Н.В. М.: Наука, 1977, с. 301—335).
13. Мишарина Л.А. Напряжения в очагах землетрясений Монголо-Байкальской сейсмической зоны. — В кн.: Поле упругих напряжений Земли и механизм очагов землетрясений. М.: Наука, 1972, с. 161—176.
14. Голенецкий С.И., Букина К.И., Новомейская Ф.В. Землетрясения Прибайкалья. — В кн.: Землетрясения в СССР в 1970 году. М.: Наука, 1973, с. 124—146.