

**ЯКУТИЯ****Б.М. Козьмин**

Сеть сейсмических станций в 1996 г. большую часть года соответствовала системе наблюдений 1995 г. [1], когда регистрация землетрясений в Якутии проводилась в 14 пунктах. Лишь в октябре 1996 г. в связи с отсутствием финансирования была остановлена работа приборов на станции "Таймылыр". В результате на севере региона сохранились лишь две сейсмические станции: "Тикси" и "Найба" (рис. 1). Представительность землетрясений также соответствовала таковой за 1995 г. до октября 1996 г., но закрытие станции "Таймылыр" в конце года повысило энергетический класс сейсмических событий, регистрируемых полностью в дельте р. Лены и на побережье моря Лаптевых с  $K_{\min}=8$  до  $K_{\min}=9-10$ .

Параметры аппаратуры при переопределении постоянных приборов остались без изменений. Их значения приведены в табл. 1.

**Таблица 1.** Сейсмические станции ОМСП ЯНЦ СО РАН, работавшие в 1996 г., и их параметры

| №  | Станция                         |       |      | Дата открытия      | Координаты           |                      |          | Аппаратура                       |                |               |                      |
|----|---------------------------------|-------|------|--------------------|----------------------|----------------------|----------|----------------------------------|----------------|---------------|----------------------|
|    | Название                        | Код   |      |                    | $\varphi^{\circ}, N$ | $\lambda^{\circ}, E$ | $h_y, м$ | Тип прибора                      | Ком-понента    | $V_{\max}$    | $\Delta T_{\max}, с$ |
|    |                                 | Межд. | Рег. |                    |                      |                      |          |                                  |                |               |                      |
| 1  | 2                               | 3     | 4    | 5                  | 6                    | 7                    | 8        | 9                                | 10             | 11            | 12                   |
| 1  | Якутск                          | YAK   | Як   | 10.1957<br>09.1993 | 62.03                | 129.68               | 91       | СКМ-3<br>СКД<br>IRIS,<br>цифр/ст | N,E,Z<br>N,E,Z | 35000<br>1250 | 0.80-1.5<br>0.20-20  |
| 2  | Чульман                         | CLN   | Члм  | 08.1962            | 56.85                | 124.90               | 580      | СКМ-3                            | N,E,Z          | 33180         | 0.50-0.8             |
| 3  | Усть-Нера                       | USN   | У-Нр | 11.1962            | 64.57                | 143.23               | 485      | СКМ-3                            | N,E,Z          | 33250         | 0.20-1.2             |
| 4  | Усть-Нюкжа                      | USZ   | У-Н  | 07.1964            | 56.56                | 121.59               | 415      | СКМ-3                            | N,E,Z          | 52640         | 0.20-1.2             |
| 5  | Чагда                           | CGD   | Чгд  | 10.1968            | 58.75                | 130.62               | 185      | СКМ-3                            | N,E,Z          | 37200         | 0.20-1.2             |
| 6  | Батагай                         |       | Бтг  | 03.1975            | 67.65                | 134.63               | 127      | СКМ-3                            | N,E,Z          | 36960         | 0.20-1.4             |
| 7  | Нежданинск                      |       | Нжд  | 09.1980            | 62.50                | 139.06               | 603      | СКМ-3                            | N,E,Z          | 41600         | 0.20-1.2             |
| 8  | Усть-Уркима                     |       | Урк  | 04.1981            | 55.30                | 123.22               | 540      | СКМ-3                            | N,E,Z          | 41840         | 0.20-1.2             |
| 9  | Мома                            |       | Мома | 03.1983            | 66.47                | 143.22               | 192      | СКМ-3                            | N,E,Z          | 40000         | 0.20-1.3             |
| 10 | Найба                           |       | Нб   | 12.1985            | 70.85                | 130.73               | 5        | СКМ-3                            | N,E,Z          | 25530         | 0.15-1.1             |
| 11 | Сасыр                           |       | Сср  | 10.1986            | 65.16                | 145.08               | 580      | СКМ-3                            | N,E,Z          | 40000         | 0.20-1.2             |
| 12 | Таймылыр<br>(закр. в окт. 1996) |       | Тмл  | 12.1986            | 72.61                | 121.92               | 60       | СКМ-3                            | N,E,Z          | 58050         | 0.3-0.95             |
| 13 | Артык                           |       | Ар   | 07.1988            | 64.18                | 145.13               | 700      | СКМ-3                            | N,E,Z          | 37000         | 0.15-0.8             |
| 14 | Тикси                           | ТИК   | Ткс  | 08.1995            | 71.65                | 128.87               |          | IRIS,<br>цифр/ст                 |                |               |                      |

В 1996 г. на всех станциях по-прежнему действовала аналоговая система регистрации (запись на фотобумагу), лишь на станциях "Якутск" и "Тикси" продолжали функционировать цифровые станции, входящие в систему IRIS (Incorporated Research Institutions for Seismology), поддерживаемую консорциумом научных учреждений США в области сейсмологии.

Как и прежде [1-4], при интерпретации и обработке сейсмограммных материалов по землетрясениям Якутии привлекались данные как отдельных сейсмических станций, так и результаты совместной обработки сети станций из соседних зон: Прибайкалья (Иркутск), Приамурья (Южно-Сахалинск) и Приохотья (Магадан). При этом использовались как прежняя система обработки данных с помощью планшета [5], так и компьютерные программы по расчету параметров землетрясений.

В результате были получены сведения о 370 подземных толчках с  $K_p=6-14$ . Их распределение по районам и энергетическим классам приведено в табл. 2. В каталог [6] включены 142 землетрясения с  $K_p \geq 7.6$ . Карта их эпицентров изображена на рис. 1.

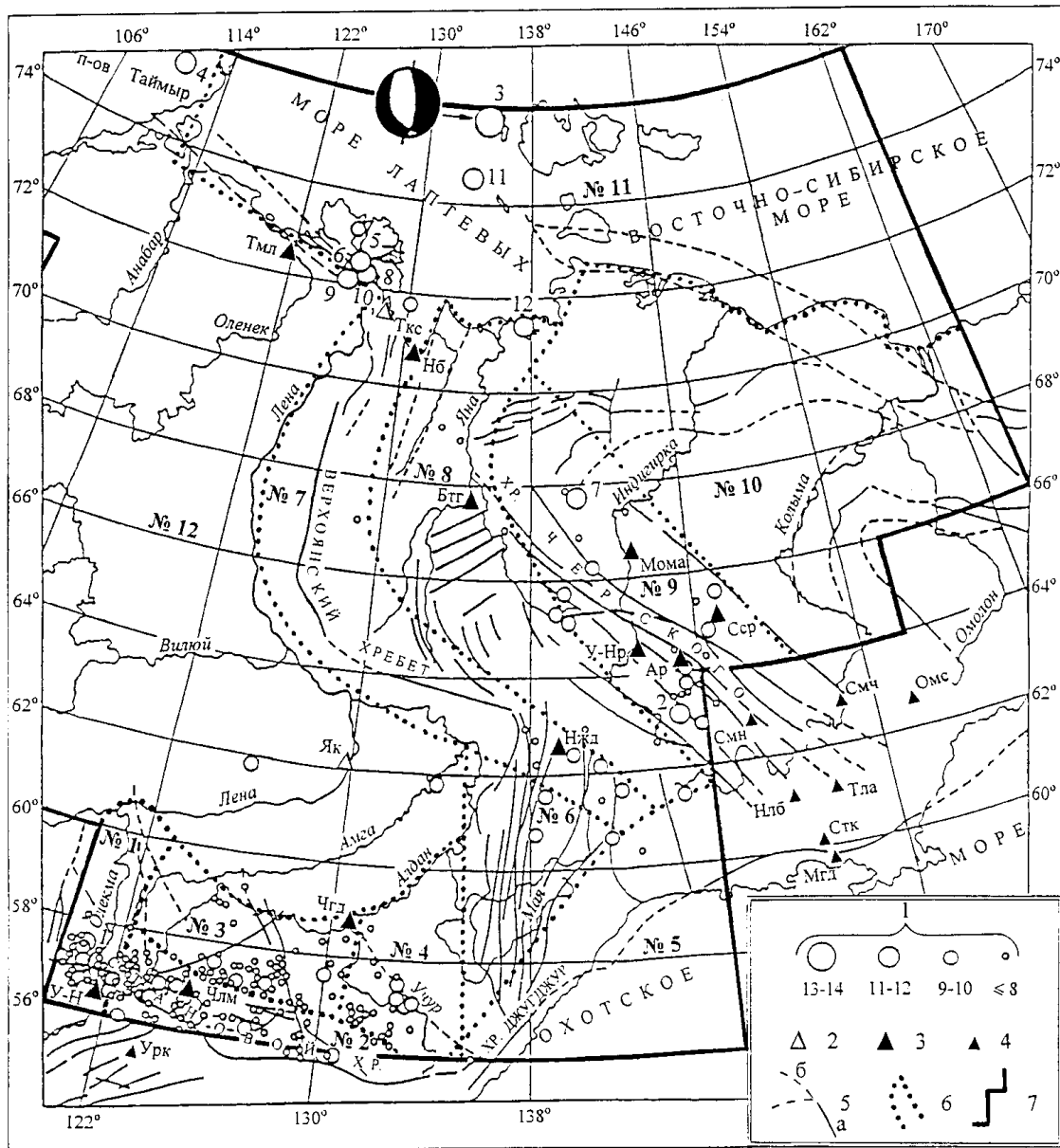


Рис. 1. Карта эпицентров Якутии за 1996 г.

1 – энергетический класс  $K_p$ ; 2,3 – сейсмическая станция, опорная и региональная, соответственно; 4 – сейсмическая станция соседних регионов; 5 – разлом установленный и предполагаемый (пунктир); 6,7 – граница района и региона, соответственно. Вверху приведена диаграмма механизма очага землетрясения 22 июня в  $16^{\circ}47^m$  с  $K_p=14.2$ ,  $M_S=6.0$  (черным показано положение областей сжатия, белым – растяжения).

Анализируя сейсмичность региона в 1996 г. по отношению к таковой в 1995 г. [1], легко заметить ее существенную активизацию. Количество  $\Sigma E$  высвобожденной за год сейсмической энергии, равное  $\sim 102 \cdot 10^{12}$  Дж, в 200 раз превысило ее величину в 1995 г. ( $\sim 0.5 \cdot 10^{12}$  Дж [1]) и примерно в 5 раз – в 1991 г. ( $23 \cdot 10^{12}$  Дж [2]), который был самым активным за 1991-1995 гг. [1-4].

**Таблица 2.** Распределение числа землетрясений по энергетическим классам  $K_p$  и суммарная сейсмическая энергия  $\Sigma E$  по районам

| №  | Район                   | $K_{min}$ | $K_p$ |     |    |    |    |    |    |    |    | $N_{\Sigma}$ | $\Sigma E \cdot 10^{12}$ ,<br>Дж |
|----|-------------------------|-----------|-------|-----|----|----|----|----|----|----|----|--------------|----------------------------------|
|    |                         |           | 6     | 7   | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |              |                                  |
| 1  | Олекминский             | 8         | 41    | 68  | 14 | 7  | 2  | 1  | -  | -  | -  | 133          | 0.129                            |
| 2  | Становой хребет         | 8         | 12    | 63  | 15 | 8  | 1  | -  | -  | -  | -  | 99           | 0.020                            |
| 3  | Алданское нагорье       | 9         | 2     | 40  | 15 | 4  | -  | -  | -  | -  | -  | 61           | 0.006                            |
| 4  | Учурский                |           | -     | 6   | 13 | 4  | -  | -  | -  | -  | -  | 23           | 0.005                            |
| 5  | Охотский                |           | -     | -   | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | 0            | 0                                |
| 6  | Хребет Сетге-Дабан      |           | -     | -   | 2  | 3  | 1  | -  | -  | -  | -  | 6            | 0.013                            |
| 7  | Верхоянский хребет      |           | -     | 3   | 3  | 3  | -  | -  | -  | -  | -  | 9            | 0.003                            |
| 8  | Яно-Оймяконское нагорье |           | -     | -   | 4  | 2  | 1  | -  | -  | -  | -  | 7            | 0.012                            |
| 9  | Хребет Черского         |           | -     | 2   | 8  | 6  | 2  | 2  | -  | -  | -  | 20           | 0.227                            |
| 10 | Приморская низменность  |           | -     | -   | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | 0            | 0                                |
| 11 | Лаптевский              |           | -     | -   | -  | 1  | -  | 8  | 1  | -  | 1  | 11           | 101.8                            |
| 12 | Сибирская платформа     |           | -     | -   | -  | 1  | -  | -  | -  | -  | -  | 1            | 0.001                            |
|    | Всего                   |           | 55    | 182 | 74 | 39 | 7  | 11 | 1  | -  | 1  | 370          | 102.214                          |

Наибольший уровень энергии отмечен в Лаптевском сейсмоактивном районе (табл. 2). Здесь 22 июня в 16<sup>h</sup>47<sup>m</sup> на шельфе моря Лаптевых вблизи о. Бельковский произошло землетрясение (3 на рис. 1) с  $K_p=14.2$  [6], с  $M_w=5.8$  [7]. Очаг этого события возник на глубине 15 км и пространственно тяготеет к Бельковско-Святоносскому грабену, расположенному на восточной окраине рифтовой системы моря Лаптевых [8]. Согласно параметрам фокального механизма этого землетрясения по методу тензора момента центроида, приведенного в [9], напряжения растяжения близгоризонтальны и действуют в северо-восточном направлении, а напряжения сжатия близвертикальны. Они соответствуют сбросовым подвижкам в очаге, типичным для рифтовых зон Земли, при этом вектор растяжения ориентирован перпендикулярно к оси Бельковско-Святоносского грабена, вытянутого с севера на юг от о. Бельковский к мысу Святой нос на побережье моря Лаптевых.

Отметим также еще два события (11,12), возникшие южнее, на шельфе моря Лаптевых. Это землетрясения 11 ноября в 08<sup>h</sup>46<sup>m</sup> и 13 декабря в 07<sup>h</sup>40<sup>m</sup> с  $K_p=10.8, 10.9$ , соответственно [6].

По наблюдениям сети сейсмических станций, действовавших на арктическом побережье моря Лаптевых и вблизи него в 1986-1996 гг., выявлена Лено-Таймырская «полоса» слабых землетрясений, которая прослеживается от губы Буор-Хая через дельту р. Лены, Оленекский залив моря Лаптевых к п-ову Таймыр. В 1996 г. в пределах этой полосы активными были два участка: первый – в дельте р. Лены, второй – на п-ове Таймыр. В сентябре 1996 г. отмечен небольшой рой из 5 землетрясений в дельте р. Лены. Это землетрясения 5,6,8-10 на рис. 1, происшедшие 14 сентября в 23<sup>h</sup>20<sup>m</sup> с  $K_p=11.0$ , 15 сентября в 00<sup>h</sup>21<sup>m</sup> с  $K_p=12.5$ , 18 сентября в 20<sup>h</sup>32<sup>m</sup> с  $K_p=10.9$  и в 23<sup>h</sup>37<sup>m</sup> с  $K_p=10.8$ , 24 сентября в 13<sup>h</sup>26<sup>m</sup> с  $K_p=10.7$  [7]. Глубина их очагов  $h=10-33$  км. Редкое событие с  $K_p=10.9$  (4) было зафиксировано 14 сентября в 19<sup>h</sup>29<sup>m</sup> [6] на п-ове Таймыр. Его эпицентр пришелся на восточную окраину Таймырского поднятия [10], где раньше (09.06.1990 г. в 18<sup>h</sup>24<sup>m</sup>) был отмечен более значительный подземный толчок с  $K_p=11.1$  [11],  $M_s=5.1$ ,  $m_b=4.9$  ISC [12].

Следующим активным районом в 1996 г. являлась система хребтов Черского на востоке Якутии, где в течение года было отмечено 20 сейсмических событий. Одно из них (2 на рис. 1), происшедшее 6 июня в 21<sup>h</sup>53<sup>m</sup>, имело  $K_p=10.7$  [6]. Землетрясение приурочено к зоне влияния Эльгинского разлома на юго-восточном окончании хр. Черского [14]. Другой подземный толчок (7), происшедший 18 сентября в 09<sup>h</sup>51<sup>m</sup>, зафиксирован в Томмотском горном массиве на противоположном северо-западном фланге района хр. Черского. Энергетический класс данного события также близок к 11 ( $K_p=11.2$  [6]). В целом, проявления сейсмичности на северо-востоке Якутии в 1996 г. обозначены "цепочкой" эпицентров редких землетрясений, вытянутой от губы Буор-Хая моря Лаптевых на севере до побережья Охотского моря на юго-востоке (рис. 1).

В Южной Якутии благодаря лучшей, чем на севере региона, системе наблюдений и привлечению данных свободной обработки соседних регионов Прибайкалья и Приамурья, удалось получить более детальную картину пространственного распределения очагов землетрясений. В

четырёх южных районах (№1-4 в табл. 2) зарегистрировано 316 землетрясений в диапазоне энергетических классов  $K_p=6-11$  (85% от общего числа событий в 1996 г.). Однако количество высвободившейся здесь суммарной сейсмической энергии составило всего  $0.221 \cdot 10^{12}$  Дж, что даже несколько меньше, чем ее величина в районе хр. Черского ( $0.227 \cdot 10^{12}$  Дж), хотя в пределах последнего выявлено лишь 20 землетрясений.

Как и раньше [1-4], все землетрясения на юге региона тяготеют к Олекмо-Становой сейсмической зоне, продолжающей проявления сейсмичности Байкальского рифта на восток к Охотскому морю [14]. На карте эпицентров землетрясений (рис. 1) она представлена полосой эпицентров шириной до 200 км, расположенной между  $56^\circ\text{N}$  и  $58^\circ\text{N}$ . Ее наиболее активными участками являются западный фланг Станового хребта, Алданское нагорье в центре и бассейн р. Учур на востоке. Единичные определения глубин возникновения южноякутских землетрясений показывают, что гипоцентры местных событий располагаются в пределах земной коры на глубине  $h=14-24$  км. Самым мобильным в Олекмо-Становой зоне в 1996 г. был ее западный фланг – зона перехода от Байкальской рифтовой зоны к Становой складчатой области, где и отмечено единственное землетрясение (1) на юге, имеющее  $K_p=11.1$ , происшедшее 12 февраля в  $18^{\text{h}}57^{\text{m}}$  [6].

Из слабоактивных районов несколько выделяется в 1996 г. хр. Сетте-Дабан (междуречье р. Май и р. Алдана), где произошло несколько слабых землетрясений с  $K_p=6-9$ , тяготеющих к субмеридиональной сетке разрывных нарушений (рис. 1).

Следует также отметить три землетрясения, происшедшие в восточной части Сибирской платформы: в долине р. Амги (притоке Алдана) и на левобережье р. Лены, в 200 км к западу от г. Якутска (рис. 1): 3 февраля в  $20^{\text{h}}00^{\text{m}}$  с  $K_p=9.0$ , 4 сентября в  $20^{\text{h}}38^{\text{m}}$  и  $20^{\text{h}}54^{\text{m}}$  с  $K_p=8.8$  и  $8.3$ , соответственно.

#### Л и т е р а т у р а

1. **Козьмин Б.М. 2001.** Якутия // Землетрясения Северной Евразии в 1995 году. М.: Изд-во ОИФЗ РАН. С. 115-118.
2. **Козьмин Б.М. 1997.** Землетрясения Якутии // Землетрясения Северной Евразии в 1992 году. М.: Изд-во Геоинформмарк. С. 106-109.
3. **Козьмин Б.М. 1999.** Землетрясения Якутии // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. М.: Изд-во НИА-Природа. С. 121-124.
4. **Козьмин Б.М. 2000.** Якутия // Землетрясения Северной Евразии в 1994 году. М.: Изд-во ОИФЗ РАН. С. 113-116.
5. **Козьмин Б.М. 1988.** Землетрясения Якутии // Землетрясения в СССР в 1985 году. М.: Наука. С. 177-181.
6. **Козьмин Б.М., Ларионов А.Г. (отв. сост.), Карпова С.Ю., Марченко Т.И., Захарова Ж.Г., Саввинова Н.А.** Якутия. См. раздел III (Каталоги землетрясений) в наст. сб.
7. **Bulletin of the International Seismological Centre for 1996. 1998-1999.** Ньюбери: Изд-во ISC.
8. **Аветисов Г.П. 1996.** Сейсмоактивные зоны Арктики. Санкт-Петербург: Изд-во ВНИИОкеангеология. 185 с.
9. **Козьмин Б.М.** Якутия. См. раздел IV (Каталоги механизмов очагов землетрясений) в наст. сб.
10. **Геологическая карта Арктики и Субарктики. 1966.** Гл. редактор Ф.Г. Марков. Ленинград: Изд-во ВСЕГЕИ.
11. **Козьмин Б.М., Ларионов А.Г., Худаева И.Я. (отв. сост.), Захарова Ж.Г., Марченко Т.И., Охлопкова И.И. 1996.** Якутия // Землетрясения в СССР в 1990 году. М.: Изд-во ОИФЗ РАН. С. 204-207.
12. **Bulletin of the International Seismological Centre for 1990. 1992.** Ньюбери: Изд-во ISC.
13. **Имаев В.С., Имаева Л.П., Козьмин Б.М. 2000.** Сейсмоструктура Якутии. М.: Изд-во ГЕОС. 227 с.





