

УДК 550.348

**ОЧАГОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ЗЕМЛИ**

*А. И. Захарова, Л. С. Чепкунас*

Рассмотрены очаговые параметры ряда наиболее сильных землетрясений Земного шара, главным образом, с магнитудой  $M_S > 6.5$  ( $n=22$ ). Основные параметры: время возникновения  $t_0$ , координаты гипоцентра  $\varphi, \lambda, h$  и магнитуды  $M_S, MPLP, MPSP, m_b, M_w$ ; динамические параметры: сейсмический момент  $M_0$ , длина разрыва в очаге  $L$ , сброшенное  $\Delta\sigma$  и кажущееся  $\eta\sigma$  напряжения, величина подвижки  $u$ , элементы механизмов очагов.

**Основные параметры очагов** представлены в табл. 1, где I – данные сейсмологического бюллетеня ОМЭ ОИФЗ РАН [1], а II, III – Международного сейсмологического бюллетеня (ISC) [2]. При этом данные I и II получены по временам первых вступлений продольных P-волн на основе годографа Джеффриса-Буллена, но по разным системам сейсмических наблюдений, III – по методу тензора момента центраида [3]. Различия в значениях основных параметров  $t_0, \varphi, \lambda, h$  по I и II в большинстве случаев не превышают погрешности их определений. Однако, как отмечалось в прежних публикациях, например в [4], наблюдаются различия в значениях магнитуд. Так, несмотря на одинаковую методику определения, значения  $M_S$  по I устойчиво превышают  $M_S$  по II. И, хотя в большинстве случаев эти различия не превосходят точности определения магнитуд (0.2-0.3) и лишь для четырех землетрясений достигают 0.4-0.6, выявленная тенденция требует дополнительного анализа.

**Таблица 1.** Сведения о землетрясениях 1995 г.

| №  | Дата,<br>д м | Ист. | $t_0$ ,<br>ч мин с | Эпицентр           |                    |          | Магнитуды |                |      |       | Район |   |
|----|--------------|------|--------------------|--------------------|--------------------|----------|-----------|----------------|------|-------|-------|---|
|    |              |      |                    | $\varphi^\circ, N$ | $\lambda^\circ, E$ | h,<br>км | $M_w$     | MPSP,<br>$m_b$ | MPLP | $M_S$ |       |   |
| 1  | 2            | 3    | 4                  | 5                  | 6                  | 7        | 8         | 9              | 10   | 11    | 12    |   |
| 1  | 06.01        | I    | 22 37 37.4         | 40.29              | 142.18             | 50       |           | 7.2            |      |       |       | Восточное побережье острова Хонсю, Япония |
|    |              | II   | 22 37 37.3         | 40.23              | 142.23             | 51       |           | 6.6            |      |       | 6.9   |   |
|    |              | III  | 22 37 42.6         | 40.33              | 142.41             | 48       | 7.0       |                | 7.3  |       | 7.2   |   |
| 2  | 16.01        | I    | 20 46 51.3         | 34.64              | 134.99             | 17       |           | 6.8            |      |       |       | Южное побережье острова Хонсю, Япония     |
|    |              | II   | 20 46 51.9         | 34.55              | 135.04             | 19       |           | 6.1            |      | 7.0   | 7.2   |   |
|    |              | III  | 20 46 59.4         | 34.78              | 134.99             | 20       | 6.9       |                |      |       | 6.9   |   |
| 3  | 17.04        | I    | 23 28 10.4         | 45.95              | 151.23             | 51       |           | 6.2            |      |       |       | Курильские острова, Россия                |
|    |              | II   | 23 28 07.0         | 45.88              | 151.30             | 23       |           | 6.1            |      | 6.6   | 7.0   |   |
|    |              | III  | 23 28 16.0         | 45.80              | 151.46             | 42       | 6.7       |                |      |       | 6.5   |   |
| 4  | 21.04        | I    | 00 09 57.6         | 11.99              | 125.61             | 46       |           | 6.8            |      |       |       | Остров Самар, Филиппины                   |
|    |              | II   | 00 09 54.4         | 12.01              | 125.67             | 20       |           | 6.1            |      | 7.0   | 6.8   |   |
|    |              | III  | 00 10 01.5         | 12.08              | 125.77             | 15       | 6.8       |                |      |       |       |   |
| 5  | 21.04        | I    | 00 30 13.0         | 12.08              | 125.72             | 33       |           | 7.0            |      |       |       | Остров Самар, Филиппины                   |
|    |              | II   | 00 30 11.8         | 11.94              | 125.58             | 15       |           | 6.2            |      |       | 6.6   |   |
|    |              | III  | 00 30 18.7         | 12.17              | 126.03             | 15       | 6.8       |                |      |       |       |   |
| 6  | 21.04        | I    | 00 34 48.7         | 12.25              | 125.53             | 33       |           | 6.5            |      |       |       | Остров Самар, Филиппины                   |
|    |              | II   | 00 34 46.5         | 12.07              | 125.58             | 21       |           | 6.2            |      |       | 7.6   |   |
|    |              | III  | 00 34 59.8         | 12.27              | 125.69             | 22       | 7.1       |                |      |       | 7.2   |   |
| 7  | 21.04        | I    | 05 17 02.2         | 12.13              | 125.95             | 33       |           | 6.4            |      |       |       | Остров Самар, Филиппины                   |
|    |              | II   | 05 17 01.9         | 12.03              | 125.87             | 27       |           | 5.6            |      | 6.6   | 7.0   |   |
|    |              | III  | 05 17 08.4         | 12.20              | 126.24             | 15       | 6.8       |                |      |       | 6.8   |   |
| 8  | 23.04        | I    | 05 08 04.2         | 12.64              | 125.46             | 33       |           | 6.8            |      |       |       | Остров Самар, Филиппины                   |
|    |              | II   | 05 07 58.1         | 12.37              | 125.49             | 1        |           | 6.1            |      | 7.2   | 6.9   |   |
|    |              | III  | 05 08 07.5         | 12.42              | 125.61             | 15       | 6.7       |                |      |       | 6.6   |   |
| 9  | 28.04        | I    | 16 30 00.8         | 44.03              | 147.93             | 33       |           | 6.9            |      |       |       | Курильские острова, Россия                |
|    |              | II   | 16 30 01.4         | 43.92              | 148.01             | 38       |           | 6.4            |      |       | 6.9   |   |
|    |              | III  | 16 30 10.0         | 43.98              | 148.25             | 34       |           |                |      |       | 6.8   |   |
| 10 | 27.05        | I    | 13 03 55.9         | 52.64              | 142.87             | 33       |           | 7.1            |      |       |       | Остров Сахалин, Россия                    |
|    |              | II   | 13 03 52.2         | 52.60              | 142.85             | 8        |           | 6.5            |      | 7.1   | 7.7   |   |
|    |              | III  | 13 04 03.2         | 53.03              | 142.65             | 24       | 7.0       |                |      |       | 7.4   |   |
| 11 | 29.06        | I    | 23 02 31.4         | 51.85              | 103.12             | 36       |           | 5.7            |      |       |       | Район озера Байкал, Россия                |
|    |              | II   | 23 02 27.4         | 51.95              | 103.14             | 6        |           | 5.5            |      | 6.1   | 5.9   |   |
|    |              | III  | 23 02 33.1         | 51.72              | 102.71             | 15       | 5.7       |                |      |       | 5.8   |   |
| 12 | 11.07        | I    | 21 46 43.1         | 21.97              | 99.25              | 33       |           | 6.3            |      |       |       | Мьянма, пограничная область Китая         |
|    |              | II   | 21 46 40.0         | 21.98              | 99.20              | 13       |           | 5.9            |      | 6.6   | 6.9   |   |
|    |              | III  | 21 46 50.7         | 21.89              | 99.22              | 15       | 6.8       |                |      |       | 6.9   |   |
| 13 | 18.10        | I    | 10 37 28.2         | 28.22              | 130.46             | 33       |           | 7.0            |      |       |       | Острова Рюкю, Япония                      |
|    |              | II   | 10 37 28.1         | 28.10              | 130.43             | 37       |           | 6.5            |      | 6.9   | 7.6   |   |
|    |              | III  | 10 37 38.7         | 28.06              | 130.18             | 19       | 7.1       |                |      |       | 7.0   |   |
| 14 | 19.10        | I    | 02 41 41.7         | 28.57              | 130.52             | 44       |           | 6.2            |      |       |       | Острова Рюкю, Япония                      |
|    |              | II   | 02 41 37.0         | 28.11              | 130.23             | 21       |           | 6.2            |      | 6.3   | 7.4   |   |
|    |              | III  | 02 41 46.7         | 28.21              | 130.16             | 17       | 6.7       |                |      |       | 6.9   |   |
| 15 | 13.11        | I    | 08 43 14.5         | 56.09              | 114.58             | 20       |           | 6.1            |      |       |       | Восточнее озера Байкал, Россия            |
|    |              | II   | 08 43 15.4         | 56.08              | 114.49             | 26       |           | 5.8            |      |       | 6.1   |   |
|    |              | III  | 08 43 17.7         | 56.25              | 114.31             | 21       | 5.8       |                |      |       | 5.9   |   |
| 16 | 22.11        | I    | 04 15 16.5         | 29.00              | 34.78              | 33       |           | 6.6            |      |       |       | A P E                                     |
|    |              | II   | 04 15 11.9         | 28.81              | 34.80              | 9        |           | 6.1            |      | 7.2   | 7.2   |   |
|    |              | III  | 04 15 26.2         | 29.07              | 34.73              | 18       | 7.2       |                |      |       | 7.1   |   |
| 17 | 24.11        | I    | 17 24 12.8         | 44.67              | 149.13             | 29       |           | 6.6            |      |       |       | Курильские острова, Россия                |
|    |              | II   | 17 24 11.7         | 44.43              | 149.11             | 28       |           | 6.0            |      | 6.7   | 6.9   |   |
|    |              | III  | 17 24 18.7         | 44.52              | 149.35             | 34       | 6.5       |                |      |       | 6.4   |   |
| 18 | 27.11        | I    | 15 52 59.8         | 44.62              | 149.25             | 38       |           | 6.5            |      |       |       | Курильские острова, Россия                |
|    |              | II   | 15 52 56.7         | 44.46              | 149.17             | 21       |           | 5.9            |      | 6.8   | 6.5   |   |
|    |              | III  | 15 53 02.3         | 44.43              | 149.23             |          | 6.3       |                |      |       | 6.2   |   |

| №  | Дата,<br>д м | Ист. | t <sub>0</sub> ,<br>ч мин с | Эпицентр |        |          | Магнитуды |                         |      |     | Район                      |
|----|--------------|------|-----------------------------|----------|--------|----------|-----------|-------------------------|------|-----|----------------------------|
|    |              |      |                             | φ°,N     | λ°,E   | h,<br>км | Mw        | MPSP,<br>m <sub>b</sub> | MPLP | MS  |                            |
| 1  | 2            | 3    | 4                           | 5        | 6      | 7        | 8         | 9                       | 10   | 11  | 12                         |
| 19 | 30.11        | I    | 23 37 38.4                  | 44.47    | 149.35 | 38       |           | 6.5                     | 6.7  | 6.5 | Курильские острова, Россия |
|    |              | II   | 23 37 39.5                  | 44.25    | 149.36 | 54       |           | 5.8                     |      | 6.3 |                            |
|    |              | III  | 23 37 46.5                  | 44.48    | 149.26 | 22       | 6.2       |                         |      |     |                            |
| 20 | 03.12        | I    | 18 01 09.7                  | 44.77    | 149.35 | 36       |           | 7.3                     | 7.4  | 7.6 | Курильские острова, Россия |
|    |              | II   | 18 01 10.2                  | 44.53    | 149.31 | 46       |           | 6.5                     |      | 7.6 |                            |
|    |              | III  | 18 01 36.1                  | 44.82    | 150.17 | 26       | 7.9       |                         |      |     |                            |
| 21 | 03.12        | I    | 21 38 39.6                  | 45.02    | 150.23 | 32       |           | 6.6                     |      | 6.7 | Курильские острова, Россия |
|    |              | II   | 21 38 39.9                  | 44.59    | 150.19 | 50       |           | 5.8                     |      | 6.5 |                            |
|    |              | III  |                             |          |        |          | нет       |                         |      |     |                            |
| 22 | 10.12        | I    | 22 23 15.9                  | 44.60    | 149.78 | 33       |           | 6.4                     | 6.5  | 6.6 | Курильские острова, Россия |
|    |              | II   | 22 23 12.2                  | 44.26    | 149.78 | 16       |           | 5.8                     |      | 6.4 |                            |
|    |              | III  | 22 23 21.1                  | 44.37    | 150.12 | 15       | 6.3       |                         |      |     |                            |

Механизмы очагов приведены для 21 землетрясения по разным данным: по знакам первых вступлений Р-волн – (1-3,9,10,12-14,16,22) из [5] и (15, 20) из [1]; по тензору момента центра – (4-8,11,17-19) из [2]. (Номера землетрясений соответствуют табл. 1). Элементы этих механизмов приведены в [6], стереограммы механизмов в проекции нижней полусферы показаны на рис. 1.

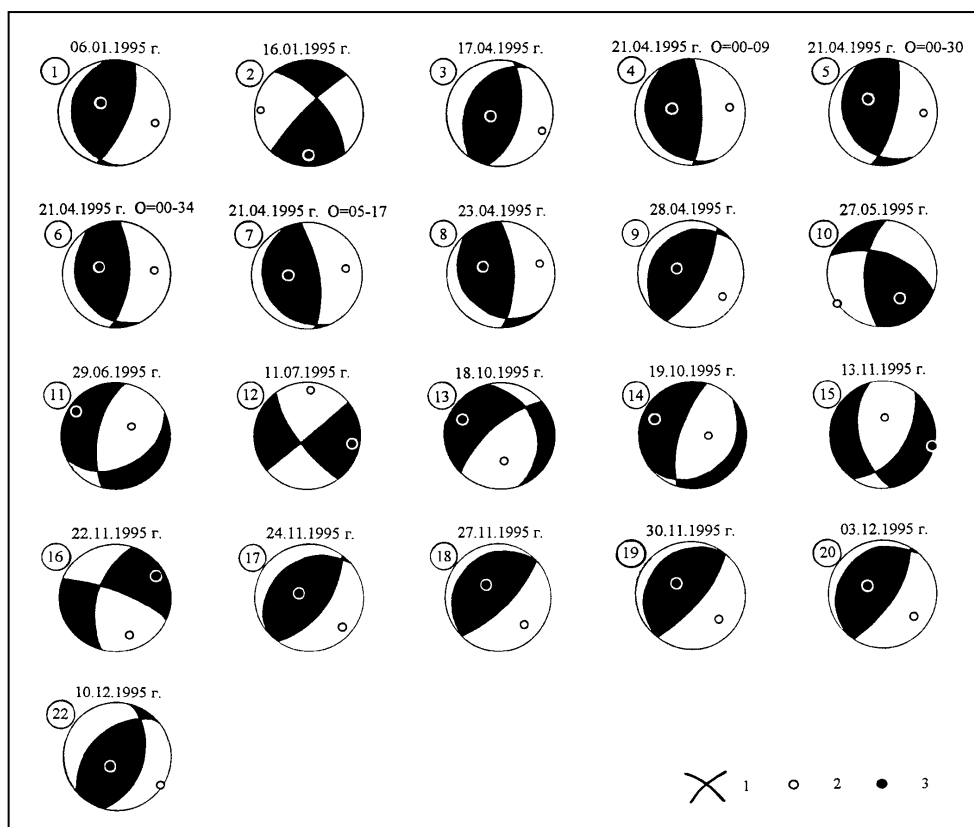


Рис. 1. Механизмы очагов землетрясений

1 – нодальные линии; 2,3 – оси главных напряжений, сжатия (2) и растяжения (3); зачернены области сжатия.

Как следует из табл. 1, наиболее сильные землетрясения года с магнитудой MS>6.5 произошли на относительно небольших глубинах и, в основном, в пределах Тихоокеанского пояса сейсмичности. Рассмотрим их по регионам.

Наиболее сильное землетрясение года (10) на территории России, происшедшее в северной части о. Сахалин, характеризуется преобладанием сдвиговых подвижек по крутым плоскостям близмеридионального и северо-западного простираний.

Многочисленная группа из семи сильных землетрясений (3, 9, 17–20, 22) произошла в районе Курильских островов. Механизмы их очагов сходны: обе нодальные плоскости имеют северо-восточное простирание, совпадающее с простиранием Курильской гряды; одна из них крутая со взбросовой подвижкой, другая пологая с подвижкой типа надвига. Все землетрясения возникли под действием сжимающего напряжения юго-восточного направления.

Следующая группа землетрясений имела место в районе о. Самар, Филиппины. Главный толчок (6), происшедший 21 апреля в 00<sup>h</sup>34<sup>m</sup> с MS=7.6, возник под действием субширотного сжимающего напряжения Р близгоризонтального залегания, ось растяжения Т – близвертикальна. Одна из возможных плоскостей разрыва в очаге – крутая, имеет почти меридиональное простирание и падает на восток, подвижка по ней представлена взбросом. Другая поверхность – пологая с северо-западным простиранием и падением на юго-запад – имеет надвиговую подвижку. Механизмы очагов двух форшоков (4,5), а также двух афтершоков (7,8), подобны механизму главного толчка.

Четыре землетрясения относятся к району Японских островов – два близ о. Хонсю и два близ о. Рюкю. Механизм землетрясения, возникшего в северной части о. Хонсю (1), подобен описанным выше для района Курил, отличаясь от них лишь близмеридиональным простиранием обеих нодальных плоскостей.

Механизм землетрясения (2), возникшего в южной части этого острова, резко отличается от него как типом подвижки (преобладают сдвиги), так и положением нодальных плоскостей, обе они крутые, одна северо-восточного, другая северо-западного простирания. Оси главных напряжений близгоризонтальны, ось сжатия (Р) близширотна, ось растяжения (Т) близмеридиональна. Землетрясения, относящиеся к району о. Рюкю (главный толчок (13) и его афтершок (14)) произошли под действием растягивающих напряжений (Т) северо-западного направления, подвижки по обоим плоскостям близмеридионального простирания, крутой и пологой, представлены сбросами.

В континентальных условиях произошли четыре землетрясения: два в районе оз. Байкал (11, 15), одно – на границе Мьянмы с Китаем (12), одно – в Египте (16). Землетрясение (11) возникло близ юго-западной части оз. Байкал, землетрясение (15) – восточнее его северной оконечности. Оба они характеризуются преобладанием растягивающих напряжений северо-западного направления и сбросовыми подвижками. В обоих очагах одна нодальная плоскость имеет близмеридиональную ориентацию, другая – северо-восточную. Механизм очага землетрясения (12) – сдвиговой, по обоим крутопадающим нодальным плоскостям северо-восточного и северо-западного простираний. Ось сжатия имеет меридиональное, а ось растяжения – широтное направление. Для землетрясения (16) отмечается сходство механизма очага с механизмом для (12), несмотря на то, что ориентация осей главных напряжений несколько меняется – в подвижках по обоим нодальным плоскостям преобладают сбросы, но в комбинации со сдвиговой компонентой. Сами нодальные плоскости имеют такие же северо-восточные и северо-западные простирания, но они более пологи.

**Динамические параметры** рассчитывались по [7,8] на основе спектров продольных волн, записанных аппаратурой IRIS для двадцати землетрясений на станции "Обнинск" (1-13, 16-22), и двух на станциях "Арти" (14) и "Кисловодск" (15). Стационарные спектры, исправленные за аппаратуру и условия распространения Р-волн, т. е. приведенные к очагу, показаны на рис. 2. Спектральные характеристики очагов (уровень  $\Sigma_0$  длиннопериодной ветви спектра, частота  $f_n$  точки перелома спектра, частота  $f_0$  его угловой точки) и их динамические параметры ( $M_0$ ,  $\Delta\sigma$ ,  $\eta\sigma$ ,  $L$ ,  $u$ ) даны в табл. 2. Там же для сравнения приведены значения  $M_0$  из [2] по данным HRVD. Стационарные спектры, приведенные к очагу, показаны на рис. 2.

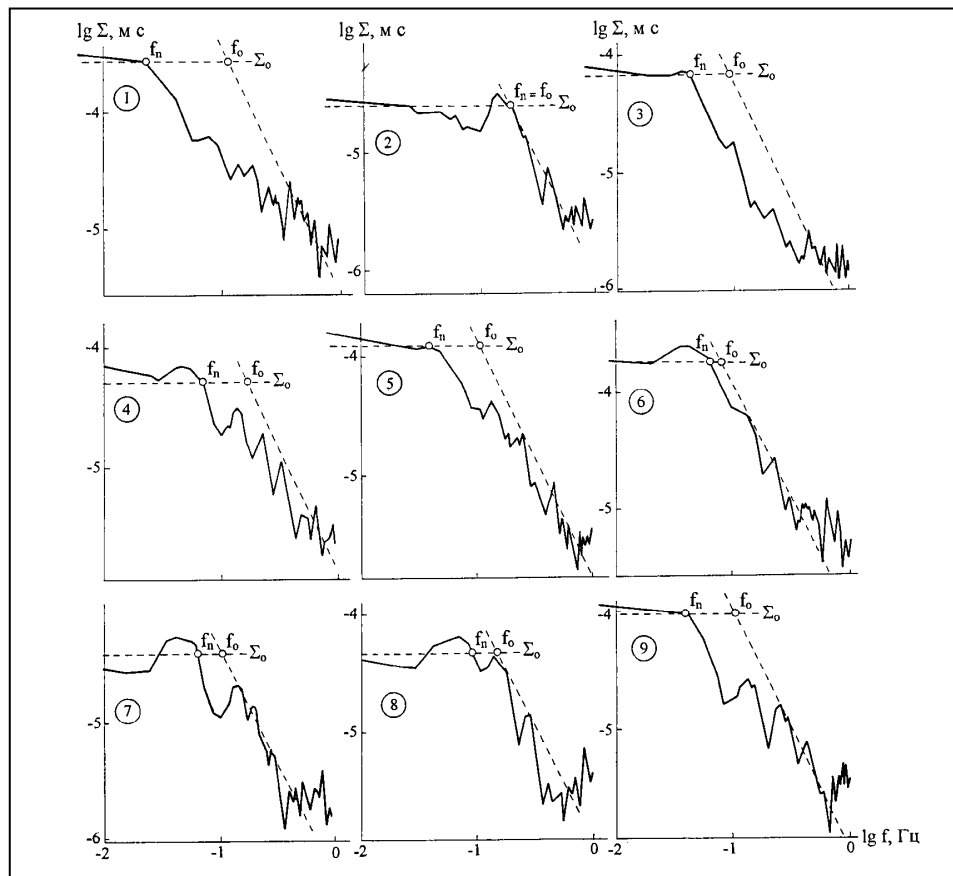


Рис. 2. Очаговые спектры Р-волн, записанные на станции "Обнинск"

Нумерация дана в соответствии с табл. 1.

Таблица 2. Характеристики спектров Р-волн и динамические параметры очагов землетрясений 1995 г. по станции "Обнинск" (1-13, 16-22), "Арти" (14), "Кисловодск" (15)

| № | MS  | $\Delta^\circ$ | $\Sigma_0 \cdot 10^{-4}$ , м·с | $f_n \cdot 10^{-2}$ , Гц | $f_0 \cdot 10^{-2}$ , Гц | $M_0 \cdot 10^{19}$ , Н·м | $M_0 \cdot 10^{19}$ , Н·м, (HRVD) | $L \cdot 10^3$ , м | $\Delta\sigma \cdot 10^5$ , Н/м <sup>2</sup> | $\eta\sigma \cdot 10^5$ , Н/м <sup>2</sup> | $u$ , м |
|---|-----|----------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------|--|--|---------|
| 1 | 7.2 | 65.9           | 2.5                            | 2.3                      | 11.5                     | 10.0                      | 3.3                               | 50                 | 28   | 32   | 0.64    |
| 2 | 7.2 | 66.8           | 0.2                            | 20.0                     | 20.0                     | 1.1                       | 2.4                               | 24                 | 28   | 127  | 0.70    |
| 3 | 7.0 | 65.2           | 0.6                            | 4.4                      | 9.6                      | 2.6                       | 1.5                               | 52                 | 6  | 27   | 0.35    |
| 4 | 7.0 | 79.7           | 0.5                            | 7.2                      | 17.4                     | 4.2                       | 2.3                               | 33                 | 41   | 38   | 0.61    |
| 5 | 6.6 | 79.7           | 1.2                            | 4.0                      | 9.8                      | 5.7                       | 2.0                               | 50                 | 16   | 50   | 0.83    |
| 6 | 7.6 | 79.5           | 1.6                            | 6.6                      | 14.4                     | 7.7                       | 6.6                               | 34                 | 69   | 7  | 2.42    |

| №  | MS  | $\Delta^\circ$ | $\Sigma_0 \cdot 10^{-4}$ ,<br>м·с | $f_n \cdot 10^{-2}$ ,<br>Гц | $f_0 \cdot 10^{-2}$ ,<br>Гц | $M_0 \cdot 10^{19}$ ,<br>Н·м, | $M_0 \cdot 10^{19}$ ,<br>Н·м,<br>(HRVD) | $L \cdot 10^3$ ,<br>м | $\Delta\sigma \cdot 10^5$ ,<br>Н/м <sup>2</sup> , | $\bar{\eta}\sigma \cdot 10^5$ ,<br>Н/м <sup>2</sup> | $\bar{u}$ ,<br>м |
|----|-----|----------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|---|-----------------------|---|---|------------------|
| 7  | 7.0 | 79.8           | 0.4                               | 6.8                         | 14.8                        | 1.8                           | 2.0                                     | 33                    | 18  | 39  | 0.60             |
| 8  | 6.9 | 79.5           | 0.4                               | 8.3                         | 12.6                        | 2.1                           | 1.5                                     | 39                    | 12  | 24  | 0.50             |
| 9  | 6.9 | 64.5           | 0.9                               | 4.2                         | 10.7                        | 3.7                           | 2.8                                     | 46                    | 13  | 13  | 0.64             |
| 10 | 7.7 | 56.6           | 0.5                               | 8.5                         | 19.5                        | 1.8                           | 4.3                                     | 25                    | 40  | 44  | 1.05             |
| 11 | 5.9 | 38.4           | 0.02                              | 25.0                        | 24.0                        | 0.1                           | 0.05                                    | 24                    | 2   | 16  | 0.06             |
| 12 | 6.9 | 56.7           | 0.2                               | 7.6                         | 30.2                        | 0.6                           | 1.9                                     | 16                    | 48  | 88  | 0.80             |
| 13 | 7.6 | 69.5           | 0.7                               | 5.8                         | 21.4                        | 2.9                           | 5.7                                     | 23                    | 66  | 240   | 1.58             |
| 14 | 7.4 | 56.8*          | 1.3                               | 6.0                         |                             | 2.2                           | 1.5                                     |                       |   |   |                  |
| 15 | 6.1 | 45.7*          | 0.3                               | 2.6                         |                             | 0.6                           | 0.05                                    |                       |   |   |                  |
| 16 | 7.2 | 26.1           | 2.3                               | 11.5                        | 21.9                        | 3.1                           | 7.2                                     | 22                    | 102   | 45  | 2.33             |
| 17 | 6.9 | 65.4           | 0.3                               | 5.5                         | 9.6                         | 1.0                           | 0.8                                     | 52                    | 2   | 49  | 0.13             |
| 18 | 6.5 | 65.5           | 0.1                               | 2.5                         | 18.6                        | 1.0                           | 0.3                                     | 31                    | 12  | 28  | 0.16             |
| 19 | 6.5 | 65.7           | 0.1                               | 5.5                         | 33.1                        | 0.8                           | 0.3                                     | 18                    | 48  | 36  | 0.39             |
| 20 | 7.6 | 65.4           | 3.5                               | 3.7                         | 11.7                        | 26.0                          | 82                                      | 50                    | 73  | 49  | 1.66             |
| 21 | 6.7 | 65.6           | 0.6                               | 2.8                         | 10.2                        | 2.5                           |   | 48                    | 8   | 10  | 0.39             |
| 22 | 6.6 | 65.7           | 0.2                               | 5.2                         | 19.0                        | 0.6                           | 0.3                                     | 26                    | 12  | 29  | 0.32             |

На рис. 3 представлена зависимость сейсмического момента  $M_0$ , полученного авторами по спектрам Р-волн, от  $M_0$  по данным HRVD [2]. Уравнение ортогональной регрессии имеет вид:

$$\lg M_0^{OBN} = (7.58 \pm 2.20) + (0.73 \pm 0.11) \lg M_0^{HRV}$$

Коэффициент корреляции  $r$  равен 0.84.

На рис. 4 показана зависимость сейсмического момента  $M_0$  от моментной магнитуды  $M_w$  по данным HRVD [2]. Уравнение ортогональной регрессии имеет вид:

$$\lg M_0^{OBN} = (13.14 \pm 1.19) + (1.10 \pm 0.16) M_w^{HRV}$$

Коэффициент корреляции  $r$  равен 0.85.

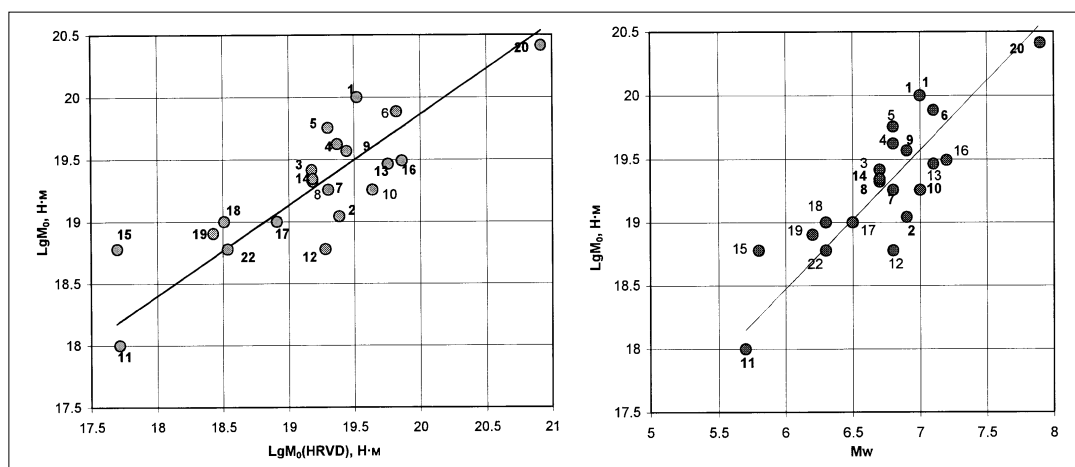


Рис. 3. Зависимость величины  $M_0$ , полученной авторами, от  $M_0$  (HRVD)

Рис. 4. Зависимость величины  $M_0$ , полученной авторами, от моментной магнитуды  $M_w$  (HRVD)

### Л и т е р а т у р а

1. Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 1995 год. 1995-1996. / Отв. ред. О.Е. Старовойт. Обнинск: Изд-во ОмЭ ИФЗ РАН.
2. Bulletin of the International Seismological Centre for 1995. 1997. Ньюбери: Изд-во ISC.
3. Dzievonski A., Chou T. and Woodhouse J. 1981. Determination of earthquake source parameters from waveform data for studies of global and regional seismicity // J. Geophys. Res. V.86. №B4. P. 2825-2852.
4. Захарова А.И., Чепкунас Л.С. 2000. Очаговые параметры сильных землетрясений мира // Землетрясения Северной Евразии в 1994 году. М.: Изд-во ОИФЗ РАН. С. 129-133.
5. Zakharova A.I., Poigina S.G., Rogozhin E.A. and Starovoit O.E. 1998. Earthquakes in Eurasia in 1995 // J. Earthq. Predict. Res. V.7. №2. P. 196-214.
6. Захарова А.И., Чепкунас Л.С. Землетрясения Земли в целом. См. раздел IV (Каталоги механизмов очагов) в наст. сб.
7. Аптекман Ж.Я., Дараган С.К., Долгополов Д.В., Захарова А.И., Зобин В.М., Коган С.Я., Корчагина О.А., Москвина А.Г., Поликарпова Л.А., Чепкунас Л.С. 1985. Спектры Р-волн в задаче определения динамических параметров очагов землетрясений. Унификация исходных данных и процедуры расчета амплитудных спектров // Вулканология и сейсмология. №2. С. 60-70.
8. Аптекман Ж.Я., Белавина Ю.Ф., Захарова А.И., Зобин В.М., Коган С.Я., Корчагина О.А., Москвина А.Г., Поликарпова Л.А., Чепкунас Л.С. 1989. Спектры Р-волн в задаче определения динамических параметров очагов землетрясений. Переход от стационарного спектра к очаговому и расчет динамических параметров очага // Вулканология и сейсмология. №2. С. 66-79.