

**ОЧАГОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЛЕРИКСКОГО-II ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 11 июля 2007 г.**

**с  $MPSP=5.1$  (Азербайджан)**

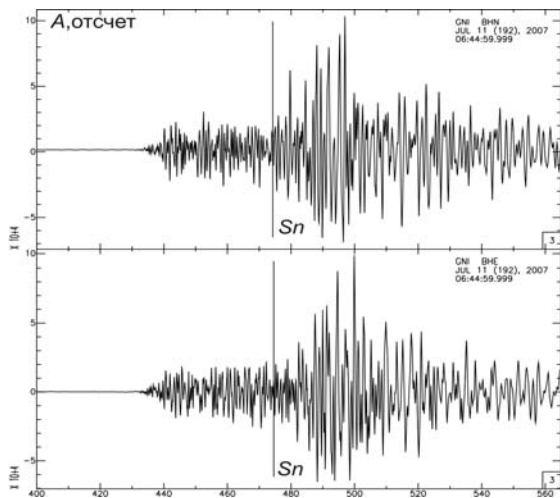
**Л.С. Чепкунас, М.И. Рыжикова, Л.С. Малянова**

Геофизическая служба РАН, г. Обнинск, [luba@gsras.ru](mailto:luba@gsras.ru)

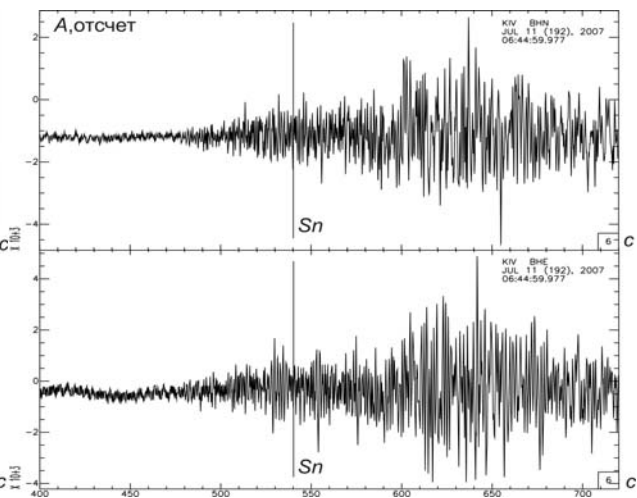
В Талышском районе Азербайджана 11 июля 2007 г. произошло Лерикское-II землетрясение с  $MPSP=5.1$  [1],  $M_w=5.2$  [2], которое описано в отдельной статье [3] наст. сб. Оно ощущалось в 56 населенных пунктах Азербайджана [3] и в ряде населенных пунктов Северного Ирана ( Ардабиле, Билех Савари, Халкале, Мешгин Шаре, Намине, Нейеробаде и Парсабаде [2]).

В настоящей статье исследовались очаговые параметры данного землетрясения на основе спектров продольных и поперечных волн по методике [4–6]. Рассматривались волновые формы  $S$ -волн на станциях «Гарни» (GNI), «Кисловодск» (KIV) с  $\Delta=3.30$  и  $6.87^\circ$ , а также  $P$ -волн на станциях «Арти» (ARU) и «Обнинск» (OBN) с  $\Delta=18.30^\circ$  и  $18.91^\circ$ . Записи землетрясений получены на цифровых станциях с широкополосными велосиметрами STS-1 корпорации IRIS, каналы ВН(N, E, Z) в частотном диапазоне  $\Delta f=0.0028-5$  Гц. Амплитуды скорости трансформированы в амплитуды смещения при расчете спектров смещения по интерактивной программе SAC (Seismic Analysis Code) [7].

На рис. 1, 2 представлены анализируемые записи  $S$ -волн на горизонтальных составляющих STS-1 (BHN, BHE) на станциях «Гарни» и «Кисловодск».



**Рис. 1.** Записи на станции «Гарни» GNI (BHN, BHE)



**Рис. 2.** Записи на станции «Кисловодск» KIV (BHN, BHE)

На рис. 3 приведены записи  $P$ -волн на станциях «Арти» и «Обнинск».

Функция геометрического расхождения  $G(\Delta, h)$  для близких землетрясений на расстояниях от станции регистрации  $r < 1000$  км оценивалась как  $1/r$ , где  $r$  – гипоцентрального расстояние [5]. Частотная характеристика земной коры под станцией принималась в среднем равной  $S(\omega)=2$  при отсутствии данных конкретных исследований [5, 6]. Поправки за неупругое затухание волн в мантии  $S(f)$  в случае  $P$ -волн вводились по [5, 6].

Для  $S$ -волн поправка  $S(f)$  в стационарные спектры «Гарни» и «Кисловодска» рассчитывалась по [8]:

$$S_m(f) = e^{-t_s^* \pi f}$$

где  $t_S^*$  – отношение времени  $t_S$  пробега  $S$ -волны до станции регистрации к средней добротности  $Q_{cp}$  среды вдоль луча по [9]. Использовано значение  $Q_{cp}$  для  $S$ -волн в пределах Северо-Западного Кавказа, равное  $Q(f) \sim 80 f^{0.9}$  [8,9].

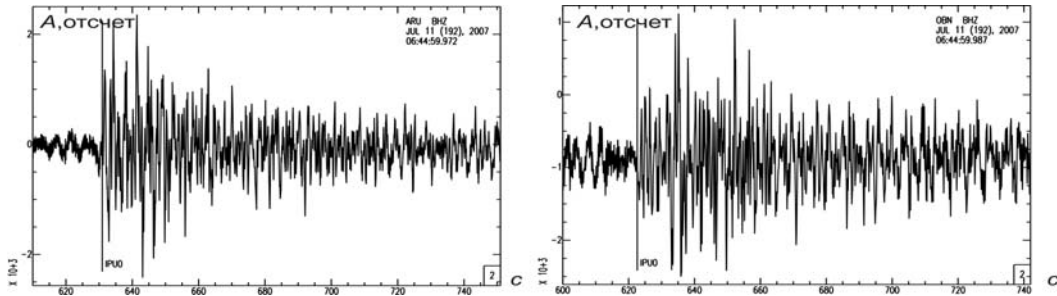


Рис. 3. Записи на станциях «Арти»-ARU (BHZ) и «Обнинск»-OBN (BHZ)

Для построения спектров землетрясения по записям станций «Гарни» и «Кисловодск» выбирался фрагмент записи  $S$ -волн от начала вступления до момента, когда амплитуда этой группы волн достигла примерно  $1/3 A_{Smax}$  – максимальной амплитуды  $S$ -волны [10,11]. Длительность  $\tau$  записи выбранных фрагментов составляла  $\tau=90-130$  с от вступления  $S$ -волны. В случае станций «Арти» и «Обнинск» рассматривались  $P$ -волны на отрезке длительностью 110 с. Для оценки параметров очага принималась скорость  $v_P=6.5$  км/с,  $v_S=3.76$  км/с,  $\rho=3.0$  г/см<sup>3</sup> [12]. На рис. 4–6 приведены амплитудные спектры смещения на разных станциях. Расчет спектров проводился, как отмечено выше, по интерактивной программе SAC (Seismic Analysis Code) [7].

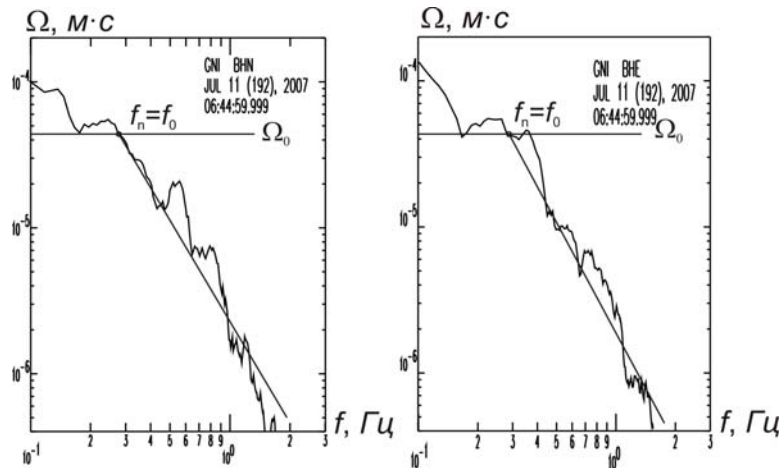


Рис. 4. Спектры смещения  $P$ -волн по записям станции «Гарни»-GNI (BHZ, VHE)

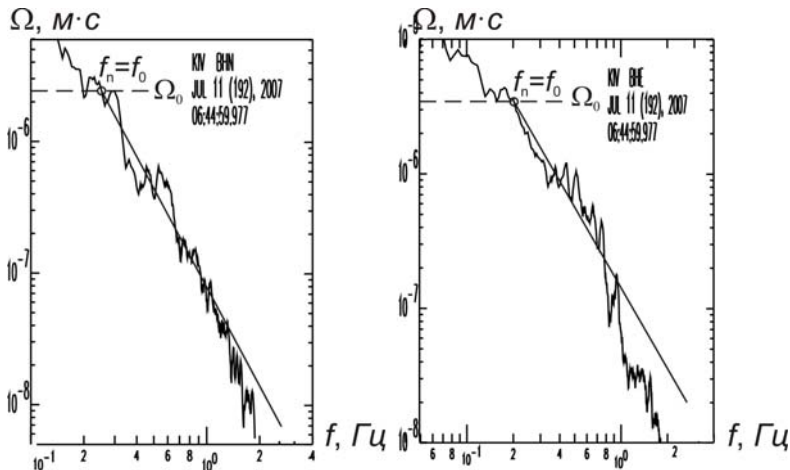


Рис. 5. Спектры смещения  $P$ -волн по записям станции «Кисловодск»-KIV (BHN, VHE)

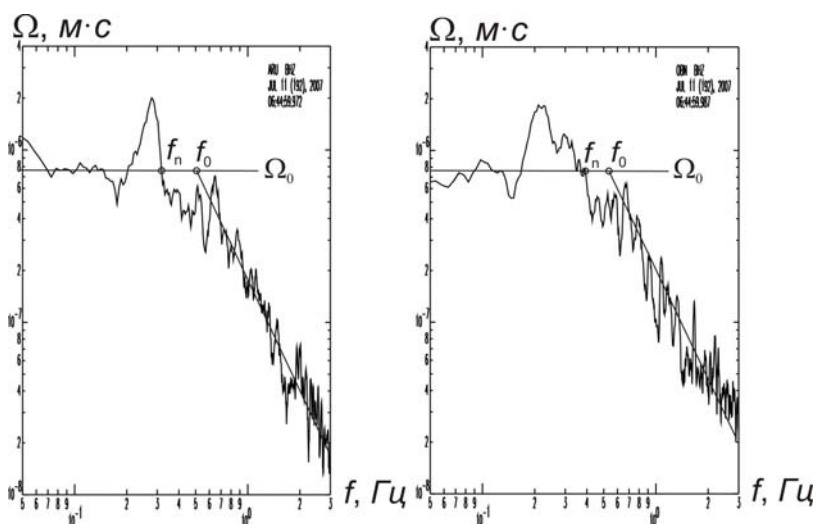


Рис. 6. Спектры смещения  $P$ -волн по записям станций «Обнинск»-OBN (BHZ) и «Арти»-ARU (BHZ)

В табл. 1 приведены значения спектральных ( $\Omega_0, f_n, f_0$ ) и очаговых ( $M_0, L, \Delta\sigma, \eta\sigma, \square u$ ) параметров. Здесь  $\Omega_0$  – уровень длиннопериодной части спектра,  $f_n$  – частота точки перегиба спектра,  $f_0$  – угловая частота спектра, длина разрыва  $L=2r$  ( $r$  – радиус круговой дислокации),  $\square u$  – подвижка по разрыву.

Таблица 1. Характеристики спектров  $P$ -,  $S$ -волн и динамические параметры очага землетрясения 11 июля 2007 г. с  $MPSP=5.1$  [1],  $Mw=5.2$  [2] по записям цифровых широкополосных сейсмометров STS-1 на станциях «Гарни», «Кисловодск», «Обнинск», «Арти»

| № | Тип волны | Код станции, канал | $\Delta^\circ$ | $\Omega_0, 10^{-6} \text{ м·с}$ | $f_n, \text{ Гц}$ | $f_0, \text{ Гц}$ | $M_0, 10^{16} \text{ Н·м}$ | $L, 10^3 \text{ м}$ | $\Delta\sigma, 10^4 \text{ Н/м}^2$ | $\eta\sigma, 10^6 \text{ Н/м}^2$ | $\square u, \text{ м}$ | $Mw^*$ |
|---|-----------|--------------------|----------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|---------------------|------------------------------------|----------------------------------|------------------------|--------|
| 1 | S         | GNI-BHN            | 3.30           | 47                              | 0.27              | 0.27              | 6.44                       | 10                  | 2.2                                | 1.8                              | 0.03                   | 5.2    |
| 2 | S         | GNI-BHE            | 3.30           | 45                              | 0.28              | 0.28              | 8.6                        | 10                  | 3.0                                | 1.4                              | 0.04                   | 5.2    |
| 3 | S         | KIV-BHN            | 6.87           | 2.5                             | 0.25              | 0.25              | 4.83                       | 12.2                | 10                                 | 2.5                              | 0.01                   | 5.1    |
| 4 | S         | KIV-BHE            | 6.87           | 3.6                             | 0.2               | 0.2               | 5.69                       | 13.8                | 8                                  | 2.5                              | 0.01                   | 5.1    |
| 5 | P         | OBN-BHZ            | 18.3           | 0.74                            | 0.40              | 0.51              | 3.0                        | 9.6                 | 12                                 | 4.0                              | 0.01                   | 5.0    |
| 6 | P         | ARU-BHZ            | 18.9           | 0.69                            | 0.31              | 0.50              | 2.9                        | 9.8                 | 11                                 | 4.1                              | 0.01                   | 4.9    |
|   |           | Сумма              |                | 99.53                           | 1.71              | 2.01              | 31.46                      | 65.4                | 46.2                               | 16.3                             | 0.11                   | 30.5   |
|   |           | Среднее            |                | 16.6                            | 0.28              | 0.33              | 5.24                       | 10.9                | 7.7                                | 2.7                              | 0.02                   | 5.1    |

На основании данных о сейсмическом моменте  $M_0$  рассчитаны станционные значения моментной магнитуды  $Mw^*$  по формуле Канамори [13]:

$$Mw^* = 2/3 \lg M_0 - 10.7.$$

Полученные  $Mw^*$  находятся в удовлетворительном согласии со значениями  $Mw=5.2$  по [2]. Отметим, что величина магнитуды  $MS=4.2$  на 0.7–1.0 меньше  $Mw^*$ , что согласуется с выводами для Северо-Кавказского региона [14]. Заниженные значения  $Mw$ , полученные по спектрам  $P$ -волн на станциях ARU и OBN, вероятно? связаны с тем, что именно на значения максимальной спектральной плотности на периодах  $T=0.3–0.5$  с приходятся значительные амплитуды микросейсм, характерных для этих периодов колебаний.

#### Л и т е р а т у р а

1. Болдырева Н.В. (отв. сост.), Бабкина В.Ф., Аторина М.А., Щербакова А.И., Рыжикова М.И. Каталог землетрясений Земли за 2007 г. ( $N=7438$ ). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
2. Bulletin of the International Seismological Centre for 2007. – Thatcham, United Kingdom: ISC, 2009.

3. **Етирмишли Г.Д., Казымова С.Э., Гаравелиев Э.С., Исмаилова С.С.** Лерикское-II землетрясение 11 июля 2007 г. с  $K_p=12.3$ ,  $M_w=5.2$ ,  $I_0=6$  (Азербайджан). (См. раздел I (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
4. **Захарова А.И., Чепкунас Л.С.** Динамические параметры очагов сильных землетрясений по спектрам продольных волн на станции «Обнинск» // Физика Земли. – 1977. – № 2 – С. 9–17.
5. **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.** Спектры  $P$ -волн в задаче определения динамических параметров очагов землетрясений. Унификация исходных данных и процедуры расчета амплитудных спектров // Вулканология и сейсмология. – 1985. – № 2. – С. 60–70.
6. **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.** Спектры  $P$ -волн в задаче определения динамических параметров очагов землетрясений. Переход от стационарного спектра к очаговому и расчет динамических параметров очага // Вулканология и сейсмология – 1989. – № 2. – С. 66–79.
7. **Golstein P., Dodge D., Firpoand M. and Lee M.** The IASPEI International Handbook of Earthquake and Engineering Seismology / Ed. by W.H.K. Lee, H. Kanamori, P.C. Jennings and C. Kisslinger. – London: Academic Press, 2003.
8. **Павленко О.В.** Характеристики поглощения сейсмических волн в коре и верхней мантии Северного Кавказа // Физика Земли. – 2008. – № 6. – С. 52–60.
9. **Павленко О.В.** Изучение закономерностей излучения и распространения сейсмических волн в коре и верхней мантии Северного Кавказа по записям сейсмостанций «Сочи» и «Анапа» // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Пятой Международной сейсмологической школы, Владикавказ. – Обнинск: ГС РАН, 2010. – С. 138–142.
10. **Малянова Л.С., Габсатарова И.П.** Спектральные и очаговые параметры Пшехского землетрясения в Краснодарском крае // Землетрясения Северной Евразии, 2004 год. – Обнинск: ГС РАН, 2010. – С. 268–271.
11. **Малянова Л.С., Габсатарова И.П.** Спектральные и очаговые параметры землетрясений Северного Кавказа // Землетрясения Северной Евразии, 2005 год. – Обнинск: ГС РАН, 2011. – С. 268–271.
12. **Краснопевцева Г.В.** Глубинное строение Кавказского сейсмоактивного региона // М.: Наука, 1984. – С. 79–93.
13. **Hanks T.S., Kanamori H.** A moment magnitude scale // J. Geophys. Res. – 1979. – 84. – N 135. – P. 2348–2350.
14. **Чепкунас Л.С., Габсатарова И.П., Рыжикова М.И.** Соотношение магнитуд  $M_w$  и  $M_S$  для «слабых» землетрясений ( $M_S \leq 5.5$ ) // Проблемы сеймотектоники. Материалы XVII Международной научной конференции. – Воронеж: Научная книга, 2011. – С. 521–525.