

ГЕОЛОГИЯ, ГЕОДИНАМИКА И МИНЕРАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

Научная статья
УДК 550.834.8

ОБ ОЦЕНКАХ ТОЧНОСТИ МЕТОДА МИКРОСЕЙСМИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

В.В. Пупатенко

Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН,
ул. Ким Ю Чена 65, г. Хабаровск, 680000,
e-mail: pvv2.dv@gmail.com

В работе обсуждается необходимость и возможные подходы к оценке точности метода микросейсмического зондирования (МСЗ). Метод МСЗ – пассивный амплитудный метод сейсмической томографии, в котором пространственные вариации амплитуд волн Рэлея ассоциируются с вариациями скоростей поперечных волн. Обсуждаются два статистических способа оценки точности значений, приводимых на скоростных разрезах метода МСЗ.

Ключевые слова: сейсмическая томография, метод микросейсмического зондирования, оценка точности.

Образец цитирования: Пупатенко В.В. Об оценках точности метода микросейсмического зондирования // Региональные проблемы. 2022. Т. 25, № 3. С. 91–93. DOI: 10.31433/2618-9593-2022-25-3-91-93

Метод микросейсмического зондирования (МСЗ) – один из немногих и, вероятно, самый распространённый амплитудный пассивный метод сейсмической томографии [1]. К его очевидным преимуществам по сравнению с пассивными фазовыми методами относятся, во-первых, на порядок более низкие требования к объёму, продолжительности работ и количеству оборудования. Во-вторых, у метода МСЗ на порядок более высокая разрешающая способность, достигающая нескольких десятых долей длины волны зондирующего сигнала [4]. Среди основных недостатков необходимо выделить два: получение информации о скоростных характеристиках среды лишь в относительных величинах без однозначной привязки к абсолютным величинам и общие сложности интерпретации получаемых разрезов.

Особенностью практически всех существующих работ, в которых применялся метод МСЗ, является тот факт, что их авторы, приводя скоростные разрезы, не оценивали точность величин, которые на них содержатся (например, [2, 3]). Это приводит к неоднозначности трактовки резуль-

татов, в частности того, насколько вариации амплитуд, ассоциируемые с вариациями скоростей поперечных волн, больше ожидаемых ошибок их определения.

Метод МСЗ не является точным и зависит от выполнения постулатов, которые верны лишь в первом приближении [1]. По этой причине существуют два очевидных статистических способа оценки точности значений, приводимых на разрезах. Методы обладают своими преимуществами и дополняют друг друга.

Первый метод – оценка точности по внутренней сходимости. В этом случае оценивается среднеквадратическое отклонение (СКО) от средневзвешенного в выборке значений, полученных для каждой точки пространства. Изучение внутренней сходимости результатов позволяет учесть особенности измерений на каждой точке, включая погрешности, вносимые непродолжительными внешними факторами, однако эти оценки могут быть заниженными.

Второй метод связан с исследованием теоретических возможностей метода МСЗ в оптималь-

ных условиях установки сейсмологических станций. В этом случае проводится статистический анализ длительных (от суток до многих месяцев) записей с близкорасположенных стационарных сейсмостанций. Этот метод позволяет определить средние ожидаемые значения СКО величин на скоростном разрезе, а также изучить основные закономерности влияния на точность получаемых результатов разнообразных факторов, в том числе длительности измерений, расстояния между точкой измерения и базовой станцией, амплитуды полезного сигнала (штормовых микросейсм) и расстояния до его источника.

В качестве иллюстрации приведён пример закономерности зависимости СКО величин на скоростном разрезе от расстояний между точкой измерения и базовой станцией (рис.), который получен по результатам обработки данных семи станций сейсмологического массива в районе г. Курчатова, Казахстан, за 15 суток. Аналогичные расчёты могут быть проведены во многих других регионах, там, где доступны данные постоянных или качественно установленных временных сетей широкополосных сейсмологических станций.

Оба описанных метода оценки точности метода МСЗ необходимы для корректной и обоснованной интерпретации получаемых с помощью метода МСЗ скоростных разрезов, могут помочь

избежать ошибочного толкования амплитудных вариаций, меньших по амплитуде, чем точность их определения.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Горбатиков А.В., Степанова М.Ю., Корблев Г.Е. Закономерности формирования микросейсмического поля под влиянием локальных геологических неоднородностей и зондирование среды с помощью микросейсм // Физика Земли. 2008. № 7. С. 66–84.
2. Кугаенко Ю.А., Салтыков В.А., Горбатиков А.В., Степанова М.Ю. Особенности глубинного строения зоны трещинных Толбачинских извержений по комплексу геолого-геофизических данных // Физика Земли. 2018. № 3. С. 60–83.
3. Рогожин Е.А., Горбатиков А.В., Харазова Ю.В., Степанова М.Ю., Николаев А.В. Особенности глубинного строения и геологической активности горы Эльбрус и участка ущелья Эльбрус–Тырныауз по комплексу геолого-геофизических данных // Доклады РАН. 2016. Т. 471, № 3. С. 350–353.
4. Цуканов А.А., Горбатиков А.В. Метод микросейсмического зондирования: влияние аномальных значений коэффициента Пуассона и оценка величины нелинейных искажений // Физика Земли. 2015. № 4. С. 94–102.

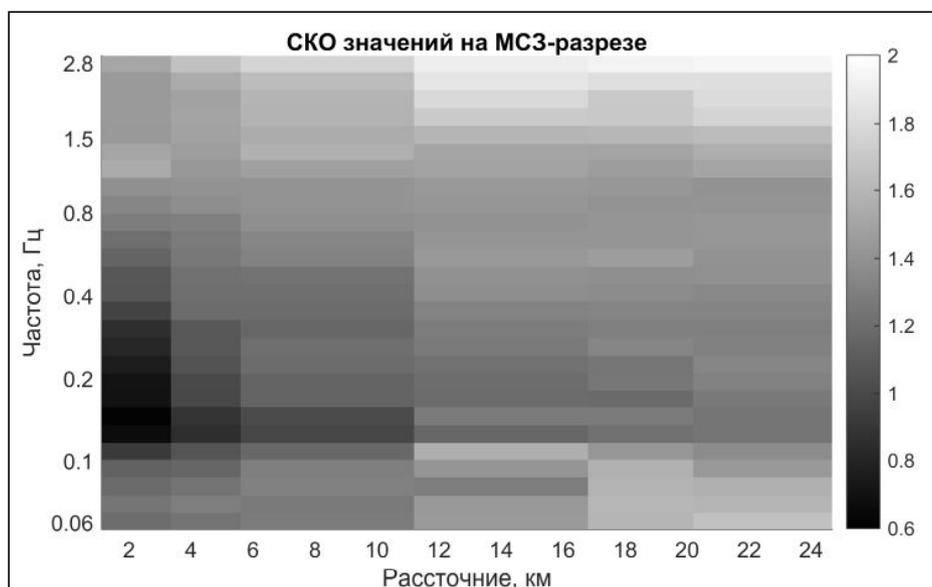


Рис. Зависимость СКО величин на скоростном разрезе от расстояний между точкой измерения и базовой станцией для сейсмологического массива в районе г. Курчатова, Казахстан

Fig. Dependence of the RMS values in the high-speed section on the distances between the measurement point and the base station for the seismological array in the area of Kurchatov, Kazakhstan

REFERENCES:

1. Gorbaticov A.V., Stepanova M.Yu., Korablev G.E. Microseismic field affected by local geological heterogeneities and microseismic sounding of the medium. *Fizika zemli*, 2008, vol. 44, no. 7, pp. 577–592. (In Russ.).
2. Kugaenko Yu A., Saltykov V.A., Gorbaticov A.V., Stepanova M.Yu. Deep Structure of the Zone of Tolbachik Fissure Eruptions (Kamchatka, Klyuchevskoy Volcano Group): Evidence from a Complex of Geological and Geophysical Data. *Fizika zemli*, 2018, vol. 54, no. 3, pp. 444–465. (In Russ.).
3. Rogozhin E.A., Gorbaticov A.V., Kharazova Y.V., Stepanova M.Y., Nikolaev A.V. Deep structure and volcanic activity of Mount Elbrus and a portion of the Elbrus-Tyrnyauz valley: Geological and geophysical data. *Doklady RAN*, 2016, vol. 471, no 1, pp. 1213–1216. (In Russ.).
4. Tsukanov A.A., Gorbaticov A.V. Microseismic sounding method: implications of anomalous Poisson ratio and evaluation of nonlinear distortions. *Fizika zemli*, 2015, vol. 51, no. 4, pp. 548–558. (In Russ.).

ON THE ESTIMATION OF THE MICROSEISMIC SOUNDING METHOD ACCURACY

V.V. Pupatenko

In this paper, the author considers the necessity of the microseismic sounding method (MSM) and possible approaches to estimation of its accuracy. The MSM method is a passive amplitude method for seismic tomography in which spatial variations in Rayleigh wave amplitudes are associated with variations in shear wave velocities. Two statistical methods for estimating the accuracy of the values given on the high-speed sections of the MSM method are discussed.

Keywords: seismic tomography, microseismic sounding method, accuracy estimation.

Reference: Pupatenko V.V. On the estimation of the microseismic sounding method accuracy. *Regional'nye problemy*, 2022, vol. 25, no. 3, pp. 91–93. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2022-25-3-91-93

Поступила в редакцию 15.04.2022

Принята к публикации 15.09.2022