

Секция «Геология»

Численное исследование физического предела разрешающей способности метода лучевой сейсмотомографии

Акопова С.С.¹, Шишкина М.А.²

*1 - Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Геологический факультет, 2 - Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Геологический факультет, Москва, Россия
E-mail: sophia.akopova@yandex.ru*

Лучевая сейсмотомография является одним из основных методов изучения внутреннего строения Земли в различных масштабах. Вместе с тем, данный метод основан на представлении о бесконечно большой частоте зондирующего импульса, что практически означает малость длины волны по сравнению с характерным размером неоднородностей. Физический предел разрешающей способности метода лучевой сейсмотомографии приблизительно равен размеру первой зоны Френеля, который может быть оценен как [3] $h = \frac{1}{2}\sqrt{\lambda L}$, где λ - длина волны, L - длина луча.

Однако на практике зачастую представляют интерес неоднородности размер которых близок к h . Так, при инженерно-геофизических исследованиях с использованием электроискровых источников h может составлять 3-4 метра, а объектом изучения являться, к примеру, заполненные глинистым материалом карстовые полости размером 1-3 метра. Поэтому актуально на основании численного эксперимента исследовать возможность обнаружения подобных объектов методами лучевой сейсмотомографии, а также возникающие при этом искажения, что и составляет содержание настоящей работы.

Исследование выполнено на основе имитационного численного моделирования с параметрами характерными для инженерно-геофизических исследований. Двумерная имитационная модель представляет собой аномалию скорости в форме цилиндра, находящуюся в межскважинном пространстве. На первом этапе расчёт времени пробега сейсмических волн осуществлялся в лучевом приближении с использованием конечно-разностного решения уравнения эйконала. Затем по полученным имитационным данным была решена обратная задача лучевой сейсмической томографии с использованием алгоритма [1]. Полученное решение правильно отражает конфигурацию имитационной модели. На втором этапе была выполнена серия экспериментов в ходе которых распространение сейсмических волн моделировалось методом спектральных элементов [2] для набора длин волн таких, что размер зоны Френеля менялся от величин много меньших размера неоднородности в модели до величин, существенно превосходящих этот размер. В каждом случае определялись времена первых вступлений продольной волны и по ним решалась обратная задача лучевой сейсмотомографии с теми же параметрами, что и на первом этапе. Анализ полученных решений позволяет судить о практических возможностях и ограничениях метода лучевой сейсмотомографии при инженерно-геофизических исследованиях.

Литература

1. Тихоцкий С. А., Фокин И. В., Шур Д. Ю. Активная лучевая сейсмическая томография с использованием адаптивной параметризации среды системой вэйвлет-функций // Физика Земли. 2011. No 4. С. 67-86.

2. Komatitsch, D. and Vilotte, J.-P. The spectral element method: an efficient tool to simulate the seismic response of 2D and 3D geological structures // BSSA, 1998. Vol. 88, No. 2, pp. 368-39.
3. Nolet G. A Breviary of seismic tomography. Cambridge Univ.Press, 2008. P. 344.