

01 СОПОСТАВЛЕНИЕ МЕТОДА “TIME REVERSE MODELING” И МЕТОДА ДИФРАКЦИОННОГО СУММИРОВАНИЯ В ЗАДАЧЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ МИКРОСЕЙСМИЧЕСКОГО СОБЫТИЯ

Е.В. Мокшин*, Д.В.Бережной*, Е.В.Биряльцев**
(* Казанский (Приволжский) Федеральный Университет,
** ЗАО “Градиент”, Казань)

the comparison of time reverse modeling and diffraction stacking for the time-spatial localization of microseismic events

E.V. Mokshin*, D.V. Berezhoj*, E.V. Birialtsev **
(* Kazan (Volga Region) Federal University,
** Gradient JSC, Kazan)

Аннотация. Рассматриваются вопросы восстановления местоположения источника в вязко-упругой среде по результатам сейсмологических наблюдений на поверхности. Исследуется применение трех технологий: Метода Реверсирования по Времени, Метода дифракционного суммирования и Метода корреляционного суммирования. Расчет проводится на основе МКЭ.

Abstract. This article is referred to the problem of source localization in visco-elastic medium using the results of surface seismological observation. There were investigated three technologies: Time Reverse Modeling, Diffraction stacking and Stacking correlation. The calculation is based on FEM.

В настоящей работе рассматривается задача определения местоположения источника возмущения по данным, снимаемым с дневной поверхности.

Известно несколько подходов к решению данной задачи: “Time Reverse Modeling”, т.е. реверсирование сигнала по времени для упругой среды методом конечных разностей [1]; хорошо известный метод дифракционного суммирования, (напр. Аникеев [2]); и его вариация -корреляционное суммирование сейсмических сигналов [3].

В рамках данной работы эти методы были применены в вязко-упругой среде. В качестве модели среды была принята модель Фойгта. Цель исследования – сопоставить технологии по критерию точности пространственно-временной локализации источника.

На разработанном программном комплексе [4] было произведено численное моделирование процесса обнаружения точечного источника.

Для модельных расчетов была использована скоростная модель, характерная для Восточного борта Мелекесской впадины. Расчет проводился на основе метода конечных элементов по явной схеме. Решалась прямая и обратная задача.

При исследовании технологии “Time Reverse Modeling” сигналы, полученные из прямого моделирования, инвертировались по времени и использовались в качестве источников возбуждения в месте расположения соответствующих приемников. К концу времени моделирования волны сфокусировались в месте расположения первоначального источника.

При рассмотрении метода дифракционного суммирования в обратной задаче был промоделирован ряд случаев с различным расположением точечного удара. Во всех случаях у регистрируемых сигналов вычислялись временные задержки. Затем сигналы, полученные в прямой задаче, сдвигались на эти задержки и складывались друг с другом. Таким образом, была получена картина суммированных сигналов для каждого модельного случая.

При использовании методики корреляционного суммирования в обратной задаче проводился расчет модельных случаев, так же как и в предыдущем примере. Далее модельные сигналы коррелировались с сигналами из прямой задачи и суммировались. В результате были получены суммированные корреляции для каждого модельного случая.

Получена оценка точности временной локализации сейсмического события. Анализировались восстановленные сигналы, которые были сняты с местоположения модельного сейсмического события. Было выявлено, что при использовании метода дифракционного суммирования точность локализации сигнала, рассмотренного на уровне 0.707 от максимальной амплитуды, составляет 0.03 с. Тот же показатель у технологии корреляционного суммирования составляет 0.0292 с. У метода реверсирования сигнала – 0.02 с.

Также данные методики были сравнены по пространственной локализации искомого объекта. Сравнивались сигналы по горизонтальному и вертикальному профилю. Использовался тот же критерий скорости спада амплитуды восстановленного события по уровню 0.707 от максимальной амплитуды. У метода дифракционного суммирования вертикальная разрешенность составила 420 м, горизонтальная – 300 м. У метода корреляционного суммирования 380 м по вертикали к 180 м по горизонтали. В технологии реверсирования по времени пространственная разрешенность составила 300 м по вертикали и 120 м по горизонтали.

По результатам выявлено, что все технологии в вязко-упругой среде с затуханием принципиально работоспособны. Технология “Time Reverse Modeling” по сравнению с другими технологиями показала наивысшую точность во всех рассмотренных случаях.

Литература

1. Steiner B. Time reverse modeling of low-frequency tremor signals [Text]. Synopsis a dissertation submitted to the degree of doctor of natural sciences. Zurich, 2009.
2. Anikiev, D. Source localization by diffraction stacking [Text] / Anikiev, D., Gajewski, D., Kashtan, B., Tessmer, E., and Vanelle, C. / 10th Annual WIT report 2006.
3. Guochang L. Stacking seismic data using local correlation [Text] / Guochang L., Sergey F., Long J., Xiaohong C. / Geophysics, 2009.
4. Галимов М.Р. Некоторые технологические аспекты применения высокопроизводительных вычислений на графических процессорах в прикладных программных системах [Текст] / Галимов М.Р., Биряльцев Е.В. / Вычислительные методы и программирование Т 11, 77, 2010.