

Восстановление криволинейных геологических границ методами Кирхгофа и Борна в акустическом приближении

В.И. Голубев<sup>1</sup>, О.Я. Войнов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Московский физико-технический институт (государственный университет)

В условиях истощения запасов месторождений углеводородов, а также открытия новых трудноизвлекаемых запасов, актуальной является задача развития методов их поиска и разведки. Среди существующих методов полевых исследований можно назвать бурение исследовательских скважин, проведение электроразведочных исследований, проведение сейсмических исследований. Остановимся подробнее на последнем. При динамическом воздействии на геологическую среду в ней возникают напряжения, которые распространяются в виде сейсмических волн. При наличии каких-либо неоднородностей (границ раздела слоёв, трещин, включений) происходит формирование сейсмического отклика, распространяющегося обратно к дневной поверхности. Задачей сейсмической разведки при этом является восстановление внутренней структуры среды на основе зарегистрированных смещений. В настоящей работе рассматривается проблема построения отражающих границ – задача миграции. Поскольку проведение натурального эксперимента со средой с произвольной геометрией не представляется возможным, широкое распространение получило математическое моделирование процесса сейсмической разведки.

В настоящей работе использовались уравнения акустики [1] для описания динамического поведения среды. Интегральная формула Кирхгофа позволяет вычислить давление в любой точке в произвольный момент времени по функции источника [2]. На ней основана формула Рэлея [2], задающая изображение отражающих границ, расположенных в однородной среде. Миграционное изображение также может быть построено в приближении Борна, когда считается, что внутри неоднородности суммарное поле слабо отличается от фонового поля при её отсутствии. В работе были реализованы алгоритмы миграции Борна и Кирхгофа, проведено решение прямой задачи акустики, построены миграционные изображения для сред, содержащих криволинейные границы.

На рис. 1 представлена исследуемая модель геологической среды. На рис. 2 и 3 приведены миграционные изображения, построенные методом Борна и Кирхгофа, соответственно. Их изучение показывает, что оба подхода позволяют хорошо восстановить горизонтальные участки и участки со слабым наклоном. Однако вертикальные границы практически не детектируются и порождают сферические артефакты.

Исследование выполнено при финансовой поддержке стипендии Президента РФ СП-2548.2013.5.

#### Литература

1. *Седов Л.И.* Механика сплошной среды. Том 1. – М.: Наука, 1970. – 492 с.
2. *Жданов М.С.* Теория обратных задач и регуляризации в геофизике. – М.: Научный мир, 2007. – 712 с.

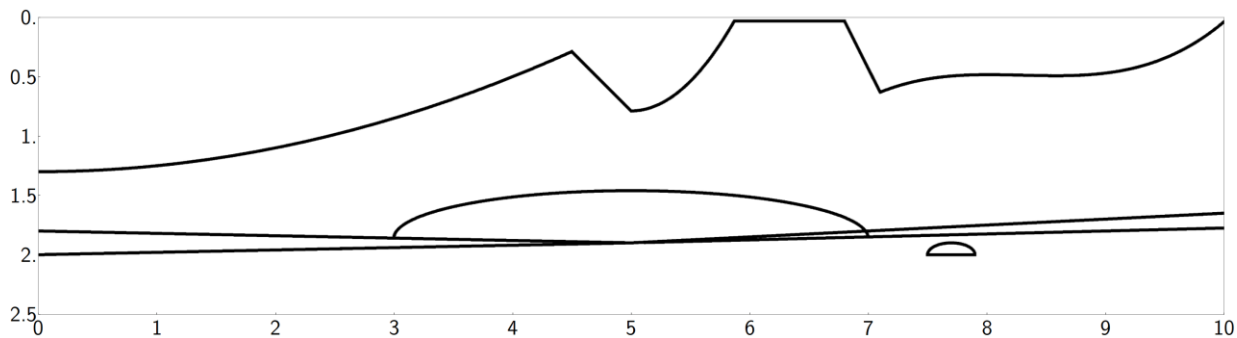


Рис. 1. Модель среды (отражающие горизонты) с криволинейными границами сложной формы

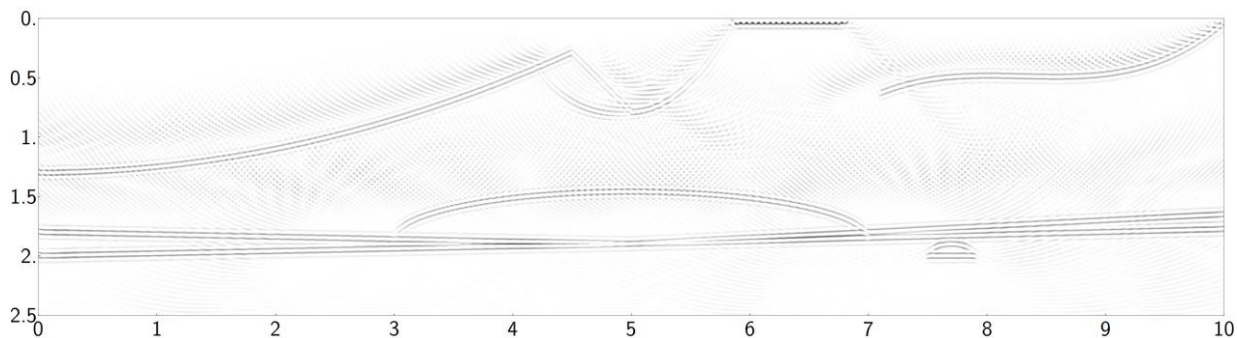


Рис. 2. Миграционное изображение, полученное методом Борна

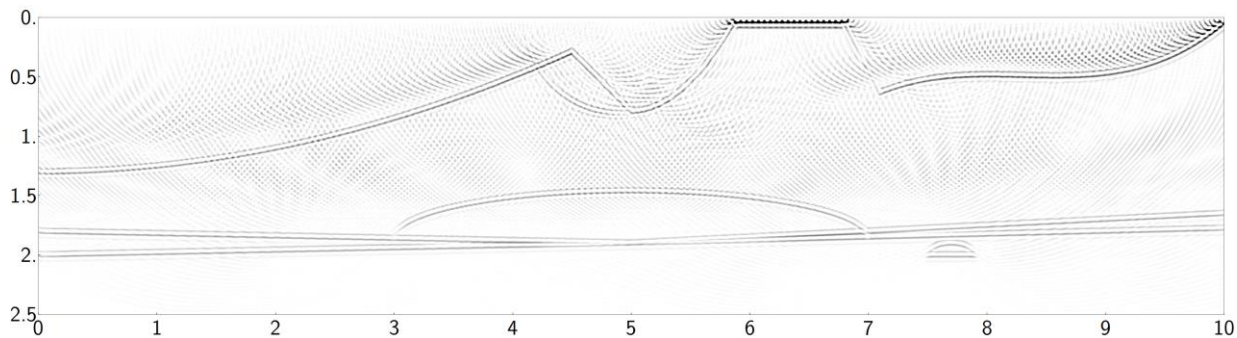


Рис. 3. Миграционное изображение, полученное методом Кирхгофа