УДК 534.2 + 519.95

О.А. Савицкий

МОДЕЛЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ АКУСТИЧЕСКОЙ ВОЛНЫ В ПЛОСКО-СЛОИСТОЙ НЕОДНОРОДНОЙ СРЕДЕ

В работе представлена модель распространения акустической волны в плоскослоистой среде и ее численная реализация. Предполагается, что направление распространения волны коллинеарно с направлением градиента акустических параметров среды. На практике такая ситуация встречается, когда излучающая антенна создает узконаправленное излучение, что характерено, в частности, для параметрических профилографов.

Распространение акустических волн давления *p(z,t)* в плоскослоистой среде с распределением скорости звука *c(z)* и плотности *ρ(z)* по глубине *z* в линейном приближении описывается гиперболическим уравнением [1] вида

$$\frac{\partial^2 p}{\partial t^2} - c^2 \frac{\partial^2 p}{\partial z^2} + \frac{c^2 \rho'}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} = 0, \qquad (1)$$

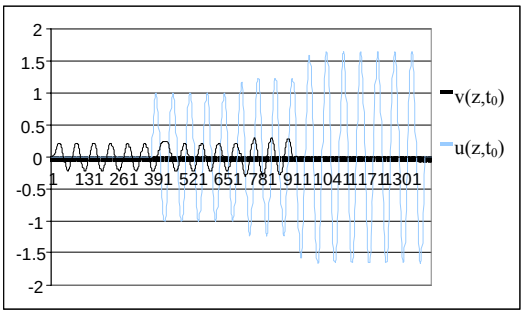
где ρ’ производная плотности среды по координате. Решение (1) ищется в виде $p(z,t) = u(z,t) + v(z,t)$. Уравнение (1) равносильно системе из двух неоднородных уравнений переноса вида

$$\frac{\partial v}{\partial t} - c\frac{\partial v}{\partial z} = \frac{c}{2}\left(\frac{\rho'}{\rho} + \frac{c'}{c}\right)(u - v), \qquad \frac{\partial u}{\partial t} + c\frac{\partial u}{\partial z} = \frac{c}{2}\left(\frac{\rho'}{\rho} + \frac{c'}{c}\right)(u - v). \qquad (2)$$

Наличие ненулевой правой части в уравнениях (2) отражает факт взаимного превращения встречно распространяющихся волн *u(z,t)* и *v(z,t)* друг в друга. При этом трансформация происходит на неоднородностях среды (там, где ρ' или c' отличны от нуля).

Для решения системы (2) с начальным условием $u(z,0) = f(z), v(z,0) = 0$ была разработана численная модель.

В основу численного алгоритма решения (2) был положен конечно - разностный метод с прямоугольным шаблоном. В каждое разностное уравнение входят две величины с предыдущего слоя. Такая схема, является формально неявной и безусловно устойчивой. Вместе с тем, решение разностных уравнений просто выписывается в «явном» виде. Вычислительная устойчивость выбранного алгоритма обеспечивалась использованием встречного счета для нахождения сеточных функций u_m^n и v_k^n. Для u_m^n счет велся слева направо, а для v_k^n - в обратном направлении.



Пример работы модели представлен на рисунке. Показано отражение акустического радиоимпульса единичной амплитуды от размытой границы раздела двух сред, расположенной между 700 и 900 «пространственными» отсчетами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Бреховских Л.М., Годин О.А.* Акустика слоистых сред. М.: Наука, 1989. – 416с.