

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗВУКОВЫХ ВОЛН НА ПЛОСКОСТИ

Михневич Т.К.

Научный руководитель – к.т.н., проф. Бондарев В.М.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, просп. Науки, 14, каф. Программной инженерии,
тел. (057) 702-13-06)

e-mail: tetiana.mykhnevych@nure.ua, факс (057) 702-11-13

This article is devoted to software modeling of sound wave propagation in a closed space. A grid of points was used as an environment model. The motion of each point is modeled in accordance with the physical laws of sound waves propagation. The resulting model can be used to demonstrate sound phenomena in physics lessons, when modeling the architecture of concert rooms, theater and cinema halls, as it clearly demonstrates the propagation of sound waves, as well as the phenomena that arise in this case.

Данная статья посвящена программному моделированию распространения звуковых волн в закрытом пространстве. В качестве модели среды использована прямоугольная сетка, состоящая из точек, движение каждой из которых моделируется в соответствии с физическими законами распространения звуковых волн. Полученная модель может быть использована для демонстрации звуковых явлений на уроках физики, при моделировании архитектуры концертных помещений, театральных и кинозалов, так как она наглядно демонстрирует распространение звуковых волн, а также явления, которые возникают при этом [1].

Для разработки модели использован язык программирования JavaScript, для отображения – canvas.

Акустическая волна является механической продольной волной, возникающей вследствие индуцированных осциллятором (источником звука) колебаний частиц среды, что приводит к распространению изменений состояния среды (сжатие–разрежение) с определённой скоростью [2]. Достаточно взять одну частицу среды и передвинуть её из положения равновесия, чтобы нарушить равновесие всех соседних частиц. При этом сумма сил, которые осуществляют взаимодействие между частицами, для каждой из частиц станет отличной от нуля, и соседние частицы придут в движение.

Распространение звуковых волн в закрытом пространстве зависит от геометрии помещения и находящихся в нем объектов, излучающих звук, а также от наличия препятствий на пути распространения волны и их характеристик.

В качестве среды распространения волн используется прямоугольная сетка. Точки – это и есть частицы, которые будут выводиться из состояния равновесия.

В качестве источника звуковых колебаний используется осциллятор с амплитудой колебаний, равной 1, и настраиваемой частотой. Осциллятор излучает гармонические колебания, описываемые следующей функцией:

$$x(t) = A \sin(\omega t)$$

В каждый момент времени пересчитывается текущее состояние всех точек, после расчёта перерисовывается отображение. Степень отклонения от состояния равновесия каждой конкретной точки зависит от степени отклонения четырех соседних точек. Таким образом, для каждой точки текущая амплитуда рассчитывается следующим образом:

$$x_{rc} = \frac{[(x)_{r-1c} + x_{r+1c} + x_{rc+1} + x_{rc-1} - 4x_{rc}]_4 * W}{E}$$

где r и c – индексы строки и столбца соответственно, а W – коэффициент поглощения среды ($0 < W \leq 1$).

Гребни и впадины волн отображаются с помощью разных цветов.

С помощью данной модели можно наблюдать следующие явления:

- 1) поглощение (см. рис. 1);
- 2) отражение (см. рис. 2);
- 3) дифракция (см. рис. 2);
- 4) интерференция (см. рис. 2);

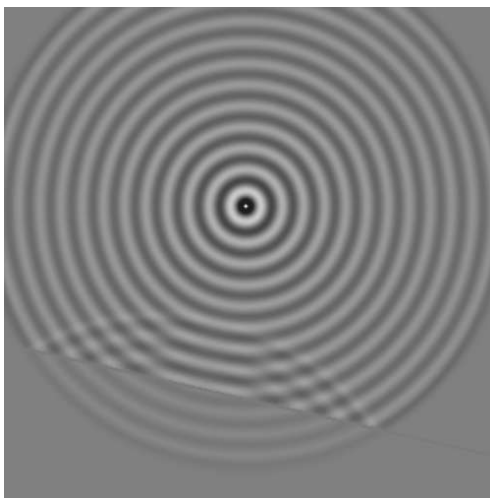


Рисунок 1 – Явления отражения и частичного поглощения звуковых волн

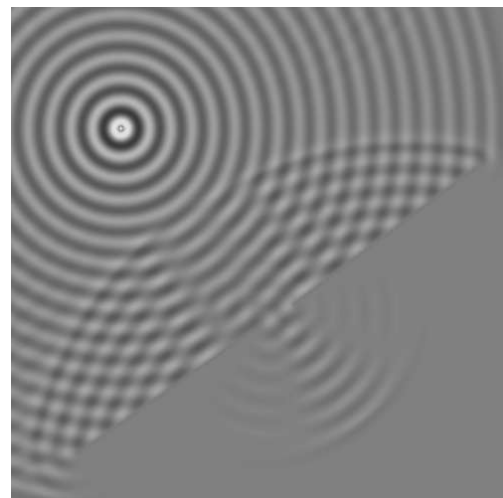


Рисунок 2 – Явления отражения, дифракции и интерференции звуковых волн

Литература

1. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – Искусство и наука. – М.: Мир, 1978. – 418 с.
2. Роджерс Э. Физика для любознательных 1 Том. – М.: Мир, 1972. – 470 с.