

3. Дзюб И. П., Лубченко А. Ф., Иннь Юнь-вень, Укр. физ. ж., 7, 457 (1962).
4. Казарновский М. В., Степанов А. В., Acta Phys. Acad. Sci. Hung., 14, 45 (1962).
5. Казарновский М. В., Степанов А. В., Тр. Физического ин-та им. П. Н. Лебедева, 33, М., 1964.
6. Хаас М. А., Препринт FAI-21, 1973.
7. Hizhnyakov V., Tehver I., Phys. Stat. Sol., 21, 755 (1967).

Институт физики  
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию  
16/VI 1966

EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA TOIMETISED. 26. KÕIDE  
FÜSIKA \* МАТЕМАТИКА. 1977, NR. 2

ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК ЭСТОНСКОЙ ССР. ТОМ 26  
ФИЗИКА \* МАТЕМАТИКА. 1977, № 2

<https://doi.org/10.3176/phys.math.1977.2.19>

УДК 534.26

А. СТУЛОВ

## О ДИФРАКЦИИ АКУСТИЧЕСКОГО ИМПУЛЬСА НА ЖЕСТКОМ ЭЛЛИПТИЧЕСКОМ ЦИЛИНДРЕ

A. STULOV. AKUSTILISE IMPULSI DIFRAKTSIOON JÄIGAL ELLIPTILISEL SILINDRIL

A. STULOV. DIFFRACTION OF ACOUSTIC PULSE BY RIGID ELLIPTICAL CYLINDER

Использование интегральных уравнений в задачах дифракции позволяет вычислять эхо-сигнал практически от любых объектов. Численные результаты были впервые получены в [1]. Р. Шоу [2, 3], применяя интеграл Кирхгофа, решил задачу дифракции импульса на цилиндрах прямоугольного и кругового поперечного сечения. В настоящей работе с помощью этого же интеграла вычислена дифракция плоского акустического импульса на цилиндрическом препятствии эллиптического поперечного сечения.

Согласно [1], интеграл Кирхгофа имеет вид

$$\begin{aligned} \varepsilon\varphi(r, t) = & \varphi_i(r, t) + (4\pi)^{-1} \oint_S \left[ R^{-1} \frac{\partial\varphi(r_0, t_0)}{\partial n_0} + \right. \\ & \left. + \left( R^{-2}\varphi(r_0, t_0) + c^{-1}R^{-1} \frac{\partial\varphi(r_0, t_0)}{\partial t_0} \right) \frac{\partial R}{\partial n_0} \right]_{t_0=t-c^{-1}R} dS_0. \end{aligned} \quad (1)$$

Функцией  $\varphi(r, t)$  может быть потенциал скорости или давление эхо-сигнала, вызванного дифракцией непрерывного зондирующего импульса  $\varphi_i(r, t)$ , заданного потенциалом скорости или давлением в точке  $(r, t)$ . Если точка наблюдения  $(r, t)$  находится внутри цилиндра, на его поверхности или в окружающей его жидкости, то  $\varepsilon = 0, 1/2, 1$  соответственно.  $R = |r - r_0|$  — расстояние между точками наблюдения и интегрирования,  $t_0$  — время, необходимое для прохождения расстояния  $R$



со скоростью  $c$ ,  $S_0$  — трехмерная поверхность цилиндра с внешней нормалью  $n$ .

Рассмотрим «абсолютно жесткий» цилиндр с нулевыми начальными условиями перед фронтом зондирующего импульса

$$\frac{\partial \varphi}{\partial n} = 0 \quad (\text{на } S_0), \quad (2)$$

$$\varphi = \varphi_i, \quad t < 0. \quad (3)$$

Устремляя точку наблюдения к поверхности цилиндра и учитывая сингулярность при  $R = 0$ , из выражения (1) получим

$$\varphi(s, t) = 2\varphi_i(s, t) + \pi^{-1} \iint \left[ R^{-2} \varphi(s_0, t_0) + c^{-1} R^{-1} \frac{\partial \varphi(s_0, t_0)}{\partial t_0} \right]_{t_0=t-c^{-1}R} \times \\ \times \frac{\partial R}{\partial n_0} dz_0 ds_0. \quad (4)$$

Область интегрирования в уравнении (4) определяется положением фронта зондирующего импульса на поверхности цилиндра и легко поддается вычислению,  $s$  и  $s_0$  — дуговые координаты контура цилиндра,  $z_0$  — координата вдоль оси цилиндра.

Использование поверхностного интеграла (4) позволяет уменьшить размерность задачи и искать  $\varphi(s, t)$ -функцию только двух переменных. Вычисляется она следующим образом. Разбивая контур цилиндра  $s$  некоторым числом точек на отрезки и предполагая неизменность подинтегральной функции на каждом из них, можно аппроксимировать уравнение (4) двойной суммой запаздывающих по времени значений  $\varphi$ , при этом  $\partial \varphi / \partial t_0$  заменяется отношением левых разностей.

Разностные уравнения принимают вид

$$\varphi(s_m, t_k) = \varphi_i(s_m, t_k) + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq m}}^N \sum_{l=1}^T A_{mjl} \varphi(s_j, t_{k-l+1}) + B_{mjl} \varphi(s_j, t_{k-l}). \quad (5)$$

В формуле (5) суммирование ведется по всем отрезкам разбиения контура и с шагом по времени  $\Delta t$ . Коэффициенты  $A_{mjl}$  и  $B_{mjl}$  являются интегралами от  $R^{-1} \frac{\partial R}{\partial n_0}$  и  $R^{-2} \frac{\partial R}{\partial n_0}$  и вычисляются точно.

Начав суммирование с первого шага, можно продолжать процесс вычисления до любого момента времени. При условии, что  $\Delta t < \Delta s$ , полученные значения  $\varphi(s, t)$  относительно нечувствительны к величине фиксированных отрезков разбиения контура. Определив поле на поверхности цилиндра, можно легко по формуле (1) найти значение  $\varphi(r, t)$  в произвольной точке пространства.

На рис. 1 показаны нормированные эхо-сигналы от эллиптического цилиндра с отношением полуосей  $a = 1,5$ , определенные по формулам (5) и (1). Зондирующий импульс давления (кривая 1) падает на цилиндр под углом  $\theta = 60^\circ$ . Эхо-сигналы (кривые 2—6), нормированные множителем  $(2r)^{1/2}$ , вычислены для соответствующих точек наблюдения ( $r = 5$ ).

На рис. 2 изображены эхо-сигналы от эллиптического цилиндра с отношением полуосей  $a = 10$ . Эхо-сигналы 2, 3 вызваны зондирующим импульсом (кривая 1), падающим вдоль большой оси эллипса, а 4, 5 — вдоль малой. Эхо-сигналы 2, 4 вычислены для точки наблюдения, находящейся на расстоянии  $L = 3$  от поверхности цилиндра, а 3, 5 — для точки наблюдения с  $L = 20$ . Кривые 2—5 нормированы геометри-

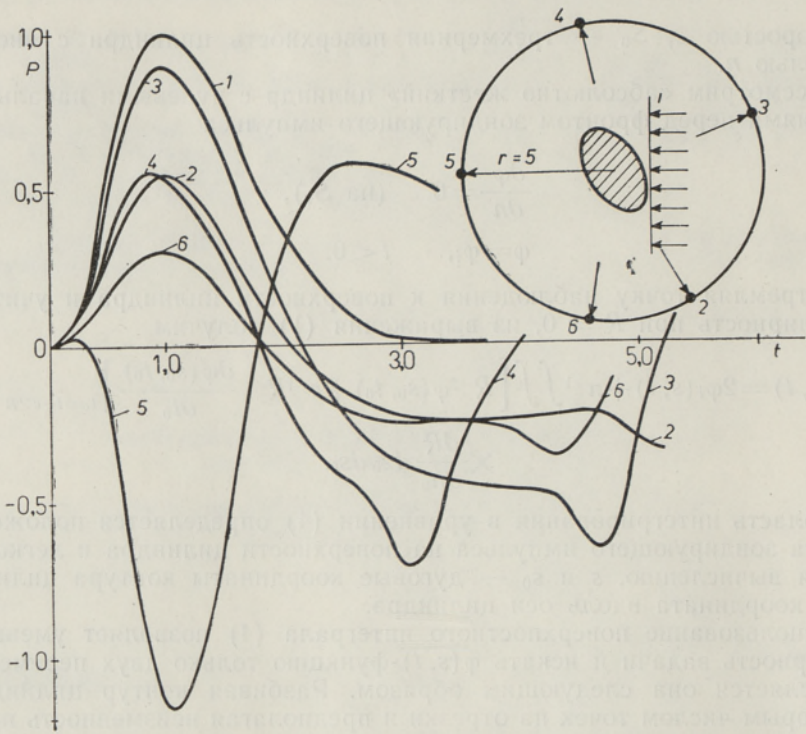


Рис. 1.

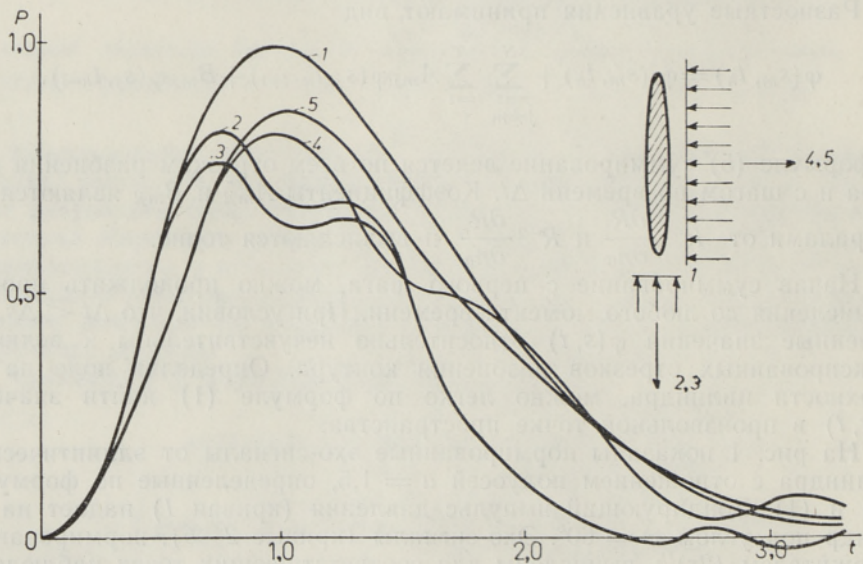


Рис. 2.

ческим множителем  $(2rK + 1)^{1/2}$ , где  $r$  — расстояние от точки наблюдения до оси эллипса,  $K$  — кривизна цилиндра в точке отражения. Как и следовало ожидать, уменьшение амплитуды эхо-сигнала с расстоянием согласуется с законами геометрической акустики.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Фридман М. Б., Шоу Р. П., Прикл. мех., Сер. Е, № 1, 47 (1962).
2. Shaw, R. P., J. Acoust. Soc. America, 44, 1062 (1968).
3. Shaw, R. P., J. Sound and Vibration, 42, 295 (1975).

Институт кибернетики  
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию  
18/V 1976

EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA TOIMETISED. 26. KOIDE  
FÜSIKA \* MATEMAATIKA. 1977, NR. 2

ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК ЭСТОНСКОЙ ССР. ТОМ 26  
ФИЗИКА \* МАТЕМАТИКА. 1977, № 2

УДК 007 : 621.391 : 681.327.8

Ю. ЛИЙВАК

## ОРГАНИЗАЦИЯ СЕТИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ В ЭССР

J. LIIVAK. ARVUTITEVÕRGU ORGANISEERIMINE ENSV-s

J. LIIVAK. A NOTE ON ORGANIZATION OF COMPUTER COMMUNICATION NETWORKS IN THE  
ESSR

Основной задачей республиканской автоматизированной системы управления (РАСУ) является совершенствование планирования и управления экономикой народного хозяйства и социальной жизнью республики на базе широкого применения экономико-математических методов, средств электронно-вычислительной техники и связи. Для успешного решения этой задачи необходимо прежде всего обеспечить качество циркулирующей в РАСУ информации программно-техническими средствами. Если за критерий функциональной эффективности принять обеспечение качества данных при минимальных затратах [1], то наибольшего эффекта при построении технического обеспечения РАСУ ЭССР следует ожидать от республиканской сети вычислительных центров (РСВЦ).

В данном сообщении определяются требования к РСВЦ, рассматриваются ее структура и топология.

### Требования к РСВЦ

Сеть ЭВМ есть совокупность вычислительных центров и абонентских пунктов, соединенных с помощью подсети передачи данных, для предоставления потребителям возможности передачи, обработки и хранения данных в режиме разделения ресурсов.

Эффективно функционирующая РСВЦ должна удовлетворять следующим требованиям:

1. Обеспечивать необходимое качество данных (достоверность, время получения ответа, секретность).

2. Иметь соответствующие ресурсы для обработки заданных объемов данных и удовлетворения разнообразных запросов потребителей.