

**Бойчук И.П., канд. техн. наук, доц.**  
**Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова**

## МОДЕЛИРОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ КАНАЛОВ УТЕЧКИ ИНФОРМАЦИИ\*

boychuk@modntec.com

*Информация в современном мире играет важнейшую роль. Она представляет важные сведения о событиях, людях, процессах независимо от формы её представления. Тот, кто владеет точной, актуальной и полной информацией, всегда на шаг впереди своего конкурента. Проблема защиты информации сейчас является одной из ключевых в мире, так как после большого научно-технического скачка в развитии информационных технологий незаконных способов добычи и передачи информации стало очень много. Поэтому важнейшей задачей специалиста в области информационной безопасности является владение всеми приемами и методами защиты информации, а также умение моделировать каналы утечки информации.*

**Ключевые слова:** акустический канал утечки информации, математическое моделирование.

**Введение.** С точки зрения злоумышленника наибольшую опасность представляет информация, передаваемая устно. Утечки речевой информации происходят по виброакустическому и акустическому каналам и фиксируются различными техническими средствами перехвата [1–3]. Единственным методом полного исследования возможностей технических каналов утечки информации является моделирование таких каналов [4]. Моделирование дает возможность в последствии разрабатывать способы и средства защиты информации.

Стандартно применяется физическое и математическое моделирование. Физическое моделирование каналов утечки информации часто затруднено или невозможно по причине того, что априори неизвестна комплектация, дислокация и характеристики технических средств добытия информации. Кроме того, канал утечки содержит различные инженерные конструкции и условия распространения носителя, которые или затруднено, или вообще невозможно воссоздать на макетах.

Математическое моделирование лишено таких недостатков, но точность результатов при математическом моделировании зависит от качества и полноты математической модели.

**Методика исследования.** В рамках комплексной модели утечки информации требуется знать место размещения приемника сигнала. Поскольку приемник сигнала принадлежит злоумышленнику, то точное размещение его не известно. При этом отношение сигнал/шум на входе акустического приемника очень сильно зависит от места расположения приемника вследствие отражения, затухания и интерференции звуковых волн.

Рассмотрим малые возмущения идеальной среды. Уравнения, описывающие движение сплошной среды, представляются уравнением неразрывности и уравнением Эйлера [5]:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_i} (\rho v_i) = 0, \quad (1)$$

$$\frac{\partial v_i}{\partial t} + v_j \frac{\partial v_i}{\partial x_j} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_i}, \quad i, j = \overline{1,3}, \quad (2)$$

где  $p$  – давление,  $\rho$  – плотность,  $\vec{v}$  – скорость частицы. Проведя линеаризацию (1)-(2), получим [6, 7]

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x_i^2}, \quad (3)$$

где  $c$  – скорость звука:  $c = \sqrt{(\partial p / \partial \rho)_s}$ ,  $\varphi$  – потенциал скорости:  $v_i = \partial \varphi / \partial x_i$ , или волновое уравнение [8]

$$\frac{\partial^2 p}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 p}{\partial x_i^2}. \quad (4)$$

Аналитическое решение уравнения (3) или (4) возможно в общем случае только для специальных задач либо малой размерности, либо обладающих определенной симметрией.

С появлением высокопроизводительных ЭВМ возникла возможность получения сеточных приближенных решений многомерных нестационарных задач газовой динамики. При этом решение может быть найдено для геометрических областей сложной формы с неодносвязными криволинейными границами.

Рассматривается распространение акустических возмущений в неодносвязной области (рис. 1). Математическое описание движения воздуха основывается на консервативной форме записи системы уравнений пространственного течения в декартовых координатах, состоящей из законов сохранения массы, импульса и энергии:

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial(\rho v_i)}{\partial x_i} = 0, \tag{5}$$

$$\frac{\partial(\rho v_i)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho v_i v_k)}{\partial x_k} + \frac{\partial p}{\partial x_i} = F_i, \tag{6}$$

$$\frac{\partial(\rho S)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho v_i S)}{\partial x_i} = Q_i, \tag{7}$$

где  $Q_i, F_i$  - источники теплоты и силового возмущения.

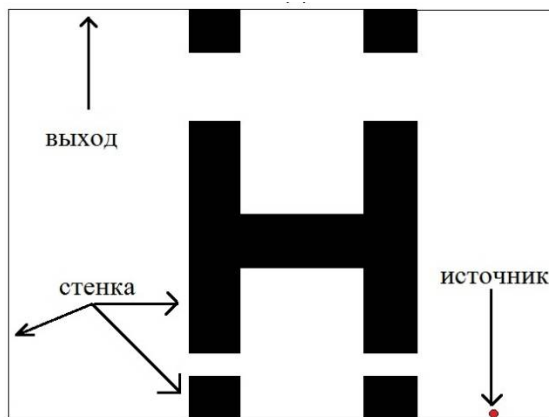
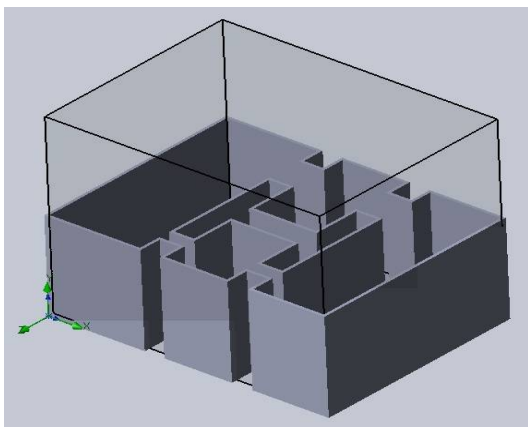


Рис. 1. Геометрическая модель расчетной области

Условиями однозначности решения системы уравнений (5) - (7) являются краевые условия, уравнения состояния и соотношения, определяющие интенсивности особенностей.

В общем виде источник звука можно задать уравнением гармонического колебания:

$$p = \sum_{n=0}^{\infty} A_n \cos(\omega_n t + \varphi_n) \tag{8}$$

где  $A_n$  – амплитуда колебаний,  $\omega_n$  – угловая скорость,  $\varphi_n$  – фаза. Частный случай задания источника звука описывается в статье, посвященной разработке математической модели Сагдеева К.В. [9].

**Результаты моделирования.** Для решения эволюционной задачи используется конечно-разностный метод [10], реализованный на регулярной временной сетке. Расчетная область отображается на равномерную гексаэдральную сетку мощностью 376122 ячейки (рис. 3).

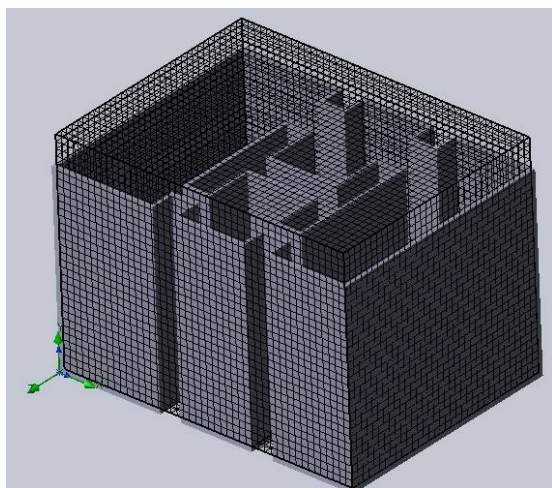


Рис. 3. Сеточная модель расчетной области

На границе расчетной области (стенках) задавалось условие непротекания. На выходной границе задавалось атмосферное давление. Движение воздушной среды в помещении в начальный момент отсутствует. Возмущение воздушной среды задавалось включением в момент времени  $t=0$  источника звуковых колебаний. Имитация звуковых колебаний прово-

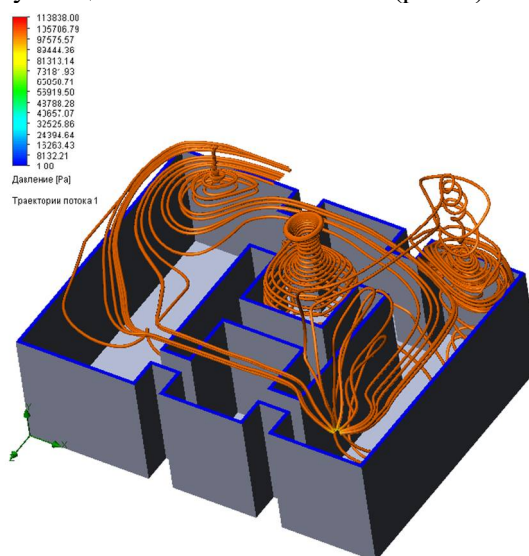


Рис. 4. Характер движения воздушного потока

дилась при помощи задания источника избыточного давления, имеющего синусоидальный вид (8).

В результате моделирования получена картина распространения акустических возмущений. Воздействие источника на поток приводит к возникновению так называемых «акустических течений» [11]. Визуализация

решения представлялась как в виде траекторий движения (рис. 4, 5), так и в виде поля скоростей (рис. 6). Анализ показывает, что в

исследуемой области существуют застойные зоны. В этих зонах полное давление будет меньше, чем в остальной области.

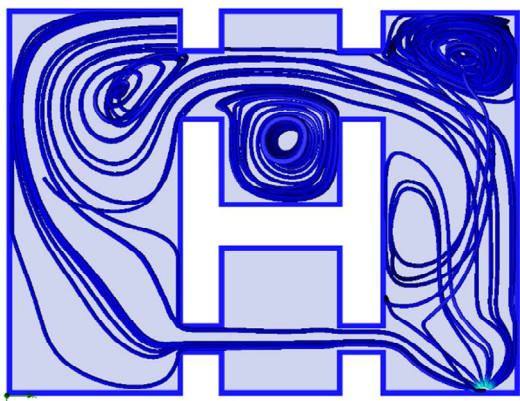


Рис. 5. Траектории движения воздушного потока

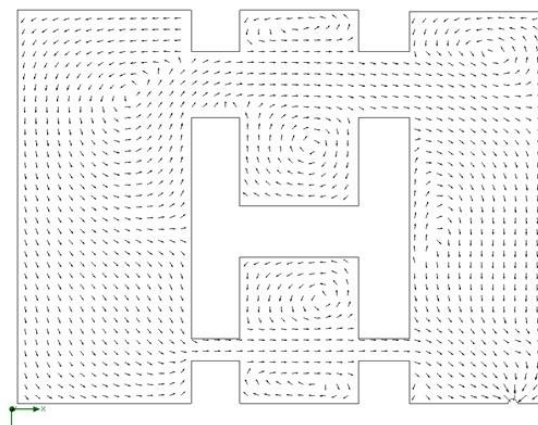


Рис. 6. Поле скоростей в плоскости источника возмущений  
наложение волн друг на друга. Динамика распространения волны давления представлена на рис. 7.

От источника, генерирующего возмущения, распространяется волна давления. Встречая преграду, волна взаимодействует с ней, в результате чего происходит преломление, переотражение и

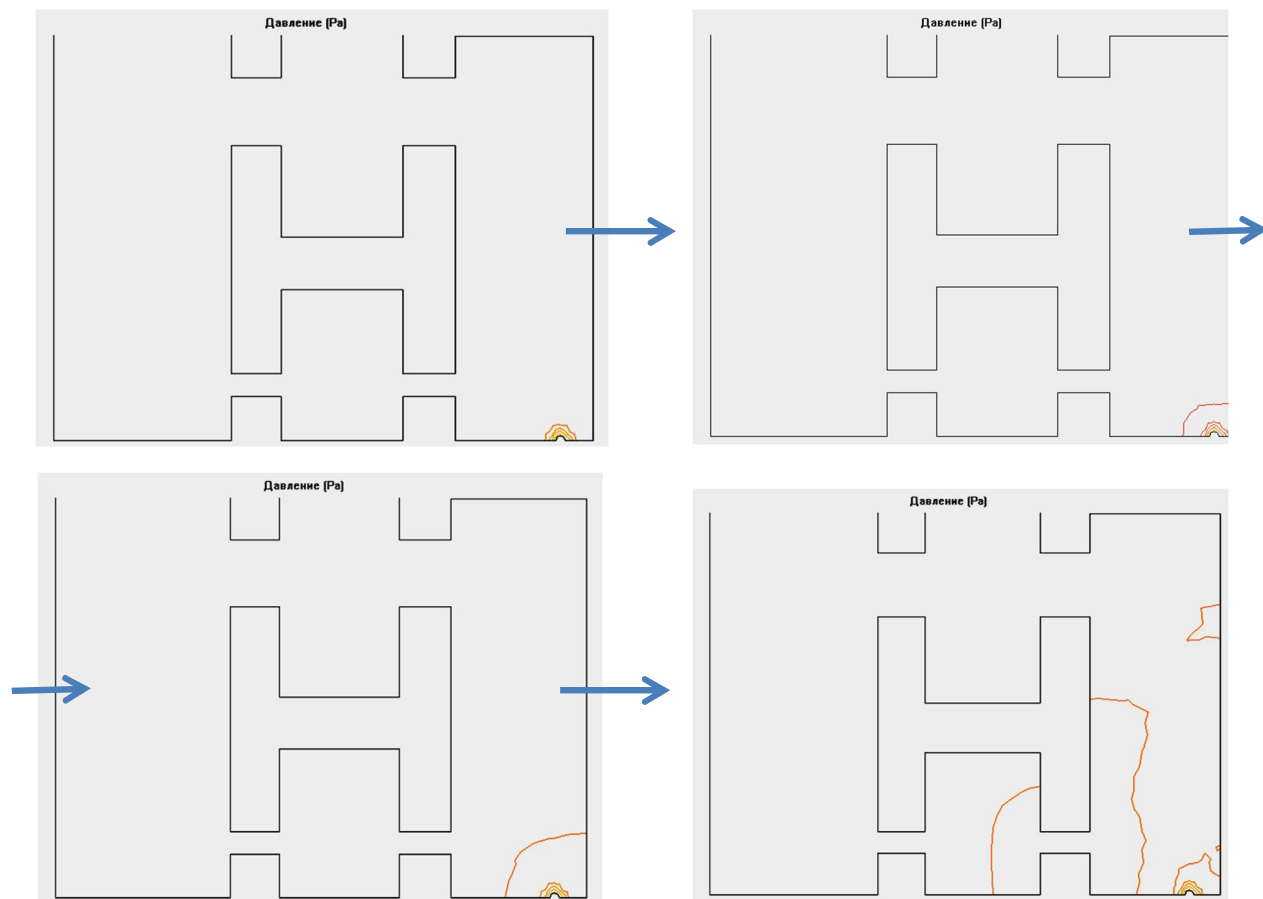


Рис. 7. Распространение волны давления в расчетной области

Таким образом, численное моделирование дало возможность получить поле скоростей и давлений в исследуемой области.

**Выводы.** Математическое моделирование дало возможность исследовать распространение акустических сигналов в исследуемой области.

При этом численное решение пространственной системы уравнений позволило получить поле скоростей, давления и температуры в заданном помещении. На основании этих данных можно сделать выводы о дислокации закладных устройств. Полученная информация может слу-

жить основанием для разработки организационно – технических мер защиты акустических каналов утечки информации.

*\*Работа выполнена в рамках реализации Программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова на 2012–2016 годы.*

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Меньшаков Ю.К. Защита объектов и информации от технических средств разведки. М.: РГГУ, 2002. 399 с.
2. Хорев А.А. Защита информации от утечки по техническим каналам. Часть 1. Технические каналы утечки информации М.: Гостехкомиссия России, 1998. 320 с.
3. Емельянов С.Л. Техническая разведка и технические каналы утечки информации// Системы обработки информации. 2010. № 3 (84). С. 20–23
4. Торокин А.А. Инженерно-техническая защита информации. М.: Гелиос Арв, 2005. 960 с.
5. Красильников В.А. Введение в акустику. М: МГУ, 1992. 152 с.
6. Акустика в задачах. Под. ред. С.Н. Гурбатова, О.В. Руденко - 2-е изд., испр. и доп. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. 336 с.
7. Rudenko O.V., Gurbatov S.N. Hedberg S.M., Nonlinear Acoustics through Problems and Examples. Trafford Publishing. USA, 2010. 184 p.
8. Исакович М.А. Общая акустика. М.: Наука, 1973. 502 с.
9. Гавриленко О.В., Дидковский В.С., Продеус А.Н. Расчет и измерение разборчивости речи при малых отношениях сигнал-шум. Часть 1. Корректное измерение функции распределения речевого сигнала / Электроника и связь. Тематический выпуск «Проблемы электроники», 2007. Ч. 1. С. 137. 141 с.
10. Амброжевич А.В., Бойчук И.П., Ларьков С.Н., Середа В.А. Малоресурсный метод численного моделирования течений в геометрических областях сложной формы// Авиационно- космическая техника и технология, Вып. 6. 2008. С. 5–10.
11. Агранат Б.А. Основы физики и техники ультразвука, Москва: Высшая школа, 1987. 352 с.

**Boychuk I.P.**

### MODELING ACOUSTIC CHANNELS OF INFORMATION LEAKAGE

*Information plays a crucial role in the modern world. It provides important data about the events, people, processes, regardless of the form of its presentation. Anyone who has accurate, current and complete information, always one step ahead of its competitors. The problem of information security is now one of the world's key, because after a lot of scientific and technological leap in the development of information technologies of illegal methods of production and transmission of information has become very much. Therefore, the most important task of the expert in the field of information security is to own all the techniques and methods of protection of information, as well as the ability to model the information leakage channels.*

**Key words:** *acoustic channel of information leakage, mathematical modeling.*

**Бойчук Игорь Петрович**, кандидат технических наук, доцент кафедры программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: igor\_boichuk@mail.ru