

VII Висновки

Більшість розроблених технологій безпеки БМ направлено на запобігання порушенням безпеки на базі криптографічних механізмів в *традиційних* БМ. Однак лише ці механізми не завжди можуть ефективно перекрити специфічні вразливості *Ad-Нос мереж* і не захищають від всіх можливих загроз.

Однак, ті частини завдання, що стосуються власне архітектури та механізмів реактивних технологій безпеки Ad-Нос мереж, особливо механізмів та заходів з реагування на інциденти та Візантійські атаки в площині форвардингу даних багатокрокової маршрутизації, на сьогодні залишаються майже не вирішеними, або ці рішення не є придатними для практичного застосування.

Тому найбільш перспективним напрямком є створення другого рубежу захисту, направлено на виявлення, реагування та обробку вторгнень (інцидентів).

Література: 1. Гладий С. Проблеми та перспективи безпеки Ad-Нос мереж // Зб. наук. праць НАУ «Захист інформації». Спец. вип. – 2008. – с. 143 - 148. 2. Кононович В., Тардаскін М. Парадигма інформаційної безпеки телебіометрики та сенсорних телекомунікаційних мереж // Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні. - №12. – 2006. – с. 56 - 66. 3. Тардаскіна І. В. Перколяційні моделі протидії функціонуванню несанкціонованої наносенсорної мережі // Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні. - №16. – 2008. – с. 40 -48. 4. Гладий С. В. Реактивні технології безпеки бездротових мереж // Зб. пр. XI Міжн. наук.-практ. конф. "Безпека інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах". - 2008. - Пуца Озерна - с 102 - 103. 5. S. Gladyshev. Reactive security technologies for wireless networks // Зб. тез. конф. «Захист в інформаційно-комунікаційних системах» – 2008. – НАУ, Київ. – с. 52 – 53. 6. L. Buttyan, J.-P. Hubaux. Security and Cooperation in Wireless Networks. -Cambridge University Press, 2007. – 496 p. 7. L. Buttyan, V. Gligor, D. Westhoff. Security and Privacy in Ad Hoc and Sensor Networks. Lecture Notes in Computer Science No. 4357. – Springer, 2007. - 193 p. 8. Gladyshev S. V. Strategical attacking on data forwarding plane of routing protocols with Byzantine failure robustness // Radio-Electronic and Computer Systems. – №5. - 2009. – p. 96 – 101. 9. Гордейчик С. В., Дубровин В. В. Безопасность беспроводных сетей. – М.: Горячая Линия – Телеком, 2008. – 288 с. 10. Интернет ресурс. Офіційний веб-сайт DARPA: <http://www.darpa.mil> 11. ITU-T X.1121 Recommendation. Framework of security technologies for mobile end-to-end data communications. – Geneva, 2004. – 27 pp. 12. ITU-T X.800 Recommendation. Security architecture for Open Systems Interconnection for CCITT applications. – Geneva, 1991. – 48 pp. 13. SNAC NSA Guidelines for the Development and Evaluation of IEEE 802.11 Intrusion Detection Systems (IDS). – USA, 2005. – 24 pp. 14. Кононович В. Г., Гладий С. В. Виявлення та реагування на інциденти безпеки маршрутизації в бездротових Ad-Нос мережах // Зб. пр. XII Міжн. наук.-практ. конф. "Безпека інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах". - 2009. - Пуца Озерна, 19 - 22 травня 2009 р. - с. 102 - 103.

УДК 534.21:004.56.5(045)

АКУСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ АДАПТИВНОГО ПОДАВЛЕНИЯ СИГНАЛОВ РЕЧЕВОГО ДИАПАЗОНА

Борис Журиленко, Владимир Недашковский, Надежда Николаева, Ольга Сачук
Национальный авиационный университет

Анотація: Проведені теоретичні дослідження можливості застосування адаптивних методів компенсації акустичних сигналів для захисту інформації.

Summary: The conducted theoretical researches of possibility of application of adaptive methods of compensation of acoustic signals for defence of information.

Ключевые слова: Акустические каналы утечки информации, адаптивные системы, защита информации, компенсация волн, плоские волны, сферические волны.

I Введение

За последние годы в результате исследований по «адаптивным системам» появились различные адаптивные автоматы, свойства которых в некотором смысле напоминают определенные свойства живых систем и биологических адаптивных процессов.

Задачи адаптивных систем достаточно разнообразны, однако их объединяет общая идея. По определению Я. З. Цыпкина [1] – это системы, уменьшающие первоначальную неопределенность на основе информации, получаемой в процессе управления. Для них характерна априорная неопределенность самой структуры

системы, часто работающей в условиях статистически неопределенных внешних воздействий. Лишь в процессе адаптации и обучения эта первоначальная неопределенность уменьшается.

Есть и другое определение, данное Дж. Харди [2]. В некотором отношении оно противоположно высказанному выше и основано не на математическом, а скорее на интуитивном понимании адаптации, как приспособлении в широком смысле этого слова.

Существующие адаптивные системы очищают сигналы в оптике [3] от шумов и искажений, вносимых атмосферой, в астрономии корректируют изображения и распознают образы [4], используются для адаптивного моделирования многолучевого канала связи и применяются при адаптивном синтезе цифровых фильтров, при адаптивном подавлении помех и фильтрации сигналов, в адаптивных антенных решетках и при адаптивном формировании лучей [5]. Используются адаптивные системы в акустике и гидроакустике, когда принимаемые сигналы очищаются от искажений и шумов. В некоторых из этих случаев применяются системы с очисткой и компенсацией шумов и помех, а сами системы было бы более правильно называть системами автоматического регулирования.

Можно попытаться применить адаптивные системы для защиты акустической информации в помещении. Идея заключается в том, чтобы в пределах охранной зоны с помощью компенсирующих акустических систем создать область, за пределами которой уровень звука либо отсутствует, либо значительно ослабляется, либо искажается до неразборчивого состояния.

При работе акустической адаптивной системы можно выделить три момента, в значительной мере влияющих на их устройство и эффективность.

Первый момент – выбор алгоритма управления или метода компенсации волнового фронта акустического сигнала. Этот выбор зависит как от способа компенсации, так и от свойств компенсирующего объекта.

Второй момент – пространственные и временные корреляционные функции компенсации волнового фронта, которые во многом определяются основными характеристиками компенсаторной системы – необходимым количеством акустических систем. В значительной степени компенсация определяется выбором датчика волнового фронта акустической волны, его фазовыми искажениями, а также выбором системы управления.

Третий момент – выбор системы датчиков и той информации, на основании которой строится процесс управления. Так, например, датчики, способные зафиксировать полный профиль волнового фронта, сложны. Датчики, регистрирующие только интенсивность, просты, однако их применение потребует дополнительных измерений для того, чтобы можно было выделить необходимые сигналы управления. В этом случае необходима разработка алгоритмов обработки сигналов.

Исследование возможности компенсации волнового поля звуковой волны зависит от измеряемых параметров поля и применяемого алгоритма управления и в целом составляет единую задачу. Естественно, однако, попытаться разделить эту сложную проблему на части и на первом этапе исследовать их отдельно. Для акустической компенсации звукового поля вне области охранной зоны на первом этапе необходимо исследовать возможности пространственной и временной компенсации волнового фронта звуковой волны и разработать компенсирующую акустическую систему. На втором этапе исследовать и определиться с акустическими датчиками. И на третьем этапе разработать алгоритм управления.

Блок-схема одного из предлагаемых в литературе вариантов адаптивной системы защиты от утечки акустической информации представлена на рис. 1.

Обычно при ведении конфиденциальных переговоров есть как минимум один источник (человек) акустической информации, который в настоящее время излучает (говорит). Чтобы компенсировать звуковую волну, необходим как минимум один излучатель в акустической системе, который бы создавал противофазный сигнал.

Представленная на рис. 1 система может компенсировать сигнал только в одном направлении – в направлении распространения акустической волны 2 и не компенсировать в других направлениях, если волна от источника излучения будет сферической, т. е. не компенсировать в объеме помещения.

Таким образом, чтобы создать представленную на рис. 1 систему защиты от утечки акустической информации, необходимо сначала исследовать распределение поля звуковой волны от двух источников: одного – информационного и другого – от компенсирующей акустической системы.

Целью данной работы было исследование пространственного распределения поля звуковой волны от источника информации и акустической системы компенсации поля волны.

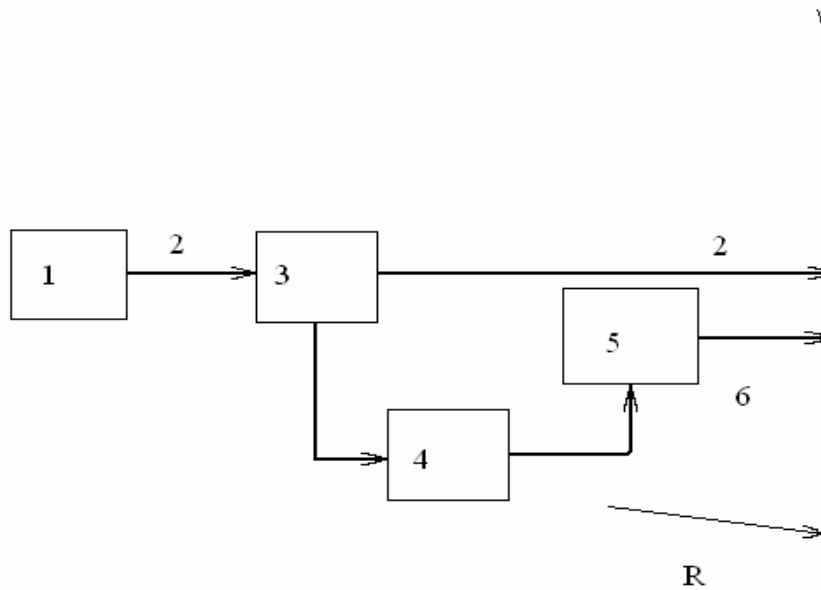


Рисунок 1 - Блок-схема адаптивной системы для защиты от утечки акустической информации:
 1 – источник конфиденциальной акустической информации; 2 – акустическая волна от источника информации; 3 – акустический датчик для измерения параметров фронта звуковой волны; 4 – устройство управления для обработки параметров волны, формирования, усиления и передачи в акустическую систему компенсирующих сигналов; 5 – акустическая система; 6 – компенсирующая акустическая волна, которая находится в противофазе с основной волной 2; R – радиус охранной зоны, внутри которой информационный сигнал существует, а вне его нет, либо значительно ослаблен

II Теоретические исследования адаптивного подавления акустических информационных волн

Для упрощения теоретических исследований рассмотрим компенсацию звукового поля от двух источников, излучающих плоские незатухающие волны, плоские затухающие и сферические затухающие волны. Чтобы приблизить возможные экспериментальные исследования к теоретическим расчетам будем рассматривать акустическую систему, состоящую из двух динамиков. Один из них играет роль источника информационного сигнала, а второй (в простейшем случае) – подавляющую акустическую систему. Динамики находятся на расстоянии (d) друг от друга. Теоретически задачу компенсации сигналов можно рассматривать в плоскости (x, y), т.к. их компенсация в объеме для сферических волн будет результатом вращения распределения результирующего поля компенсации в плоскости вокруг оси, проходящей через оба динамика. Теоретические исследования и расчеты проводились для тональных звуковых сигналов, чтобы экспериментально можно было более просто и достоверно изучить распределение звукового поля в зависимости от расстояния между динамиками, частотой и фазовыми соотношениями сигналов.

На рис. 2 представлена схема исследования звукового подавления тоновой акустической волны. Тут А – место расположения источника информационного сигнала, В – место расположения акустической подавляющей системы, d – расстояние между излучателями звука, l_1, l_2 – расстояние от излучателей А и В до точки расчета распределения акустического поля.

В общем случае любой тип волны в плоскости можно получить из выражения

$$S(x, y, t) = \frac{A_0}{r(x, y)} e^{-\omega l} e^{j(\omega t - kr)}. \quad (1)$$

Преобразуя (1), учитывая, что $r(x, y) = 1 + l(x, y)$, где $l(x, y)$ – прирост расстояния; $\omega l = \alpha k l(x, y)$ – затухание на длине l , α – коэффициент затухания волны; $k = 2\pi/\lambda$, λ – длина волны, получим:

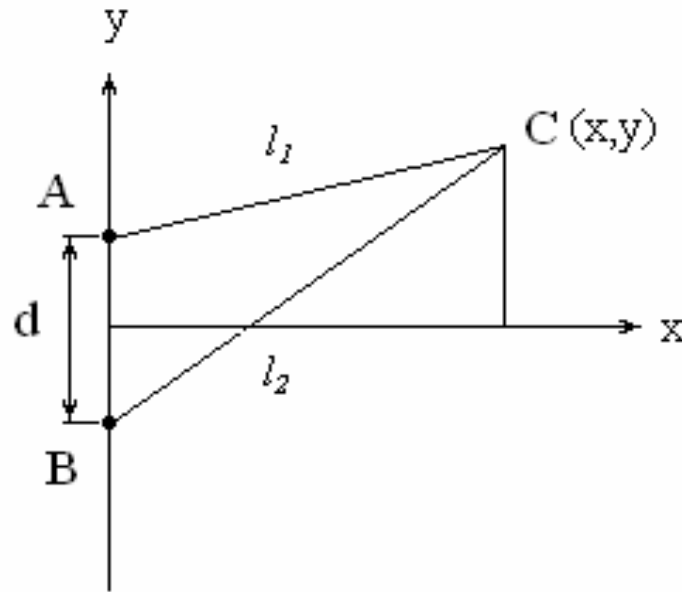


Рисунок 2 – Схема звукового подавления тоновой акустической волны

$$S(x, y, t) = \frac{A_0}{1 + l(x, y)} e^{-ak \cdot l(x, y)} e^{j(\omega t - k \cdot l(x, y))}. \quad (2)$$

Если в этом уравнении положить $\alpha=0$, то получим сферическую волну без затухания, распространяющуюся в направлении $r(x, y)$. Если в уравнении (1) $r(x, y)$ положить равным единице, то получим выражение плоской волны, при $\omega l=0$ – плоской незатухающей волны. В вычислениях из выражений (1) и (2) берем только реальную часть.

Для всех случаев расчета можем положить $A_0=1$. При сложении двух гармонических колебаний одного периода [6] $S_1=a_1 \sin(\omega t + \psi_1)$ и $S_2=a_2 \sin(\omega t + \psi_2)$, и распространяющихся по одному направлению, получается вновь гармоническое колебание того же периода $S=S_1+S_2=A \sin(\omega t + \theta)$, амплитуда и фаза которого определяются из следующих соотношений

$$A^2 = a_1^2 + a_2^2 + 2a_1 a_2 \cos(\psi_1 - \psi_2), \quad (3)$$

$$\tan \theta = [a_1 \sin(\omega t + \psi_1) + a_2 \sin(\omega t + \psi_2)] / [a_1 \cos(\omega t + \psi_1) + a_2 \cos(\omega t + \psi_2)],$$

где A^2 – результирующая мощность акустических волн; a_1, a_2 – амплитуды складываемых волн акустического и компенсирующего сигнала соответственно.

Рассмотрим распределение подавления поля волны для трех случаев.

Случай первый. Имеем плоскую незатухающую волну от источника излучения и инвертированную от системы акустического подавления. В этом случае считаем, что плоская незатухающая волна направлена в каждую точку, в которой выполняется расчет компенсации волны.

Второй случай. Имеем плоские затухающие волны от источника звуковой информации и компенсирующей акустической системы. Этот случай соответствует реальным условиям распространения и компенсации волн, и может использоваться для достаточно больших помещений.

Третий случай. Соответствует условиям, когда волны от источника звука и компенсирующая акустическая система излучают сферические волны, либо их излучения приобретают свойства сферической волны. Звуковая волна, излучаемая человеком, в общем случае не является сферической, но чтобы получить представление о распределении поля при подавлении такого вида акустической волны рассмотрим и этот случай.

Для расчета всех случаев сложения амплитуд волн акустического сигнала используем выражения (2) и (3). Если сигналы не затухают и их амплитуды равны, то $a_1=1, a_2=-1$. В случае затухания плоской волны $a_1 = e^{-ak \cdot l_1(x, y)}$ и $a_2 = -e^{-ak \cdot l_2(x, y)}$. Для сферической затухающей волны $a_1 = e^{-ak \cdot l_1(x, y)} / [1 + l_1(x, y)]$; $a_2 = -e^{-ak \cdot l_2(x, y)} / [1 + l_2(x, y)]$. Знак минус у амплитуды компенсирующей волны берется из условия, что компенсирующий сигнал излучается в противофазе. Параметры $l_1(x, y)$ и $l_2(x, y)$ определяются из геометрии расположения излучателей (рис. 2) и точки определения результирующего поля волн (точка C(x, y) на рис. 2) и будут иметь вид

$$I_1(x,y)=x/\{\cos[\arctg(\frac{y-d/2}{x})]\}, I_2(x,y)=x/\{\cos[\arctg(\frac{y+d/2}{x})]\}.$$

Учитывая только амплитудную часть распределения поля компенсации волн, получим распределение амплитуд A или мощности A^2 . Для проведения расчетов и построения поверхностей распределения поля использовался МАТКАД.

На рис. 3 – 10 представлены распределения мощности поля взаимно компенсированных тональных звуковых волн информационного и подавляющего сигналов в виде поверхности (рис. 3 – 10 а,в,д) и поверхностей эквипотенциального распределения (рис. 3 – 10 б,г,е). Распределение результирующих мощностей полей на рисунках представлены для разных частот f , различных расстояний d между источниками звука и компенсирующей акустической системой. Коэффициент затухания акустических волн $\alpha=0,02$.

На рис. 3 а,б видны области компенсации D, области максимальной мощности сигнала C для незатухающих плоских волн, и точки A и B, где находятся излучатели информационного и компенсационного сигнала соответственно. Незатухающие плоские волны представлены и на других рисунках (а,б).

На рисунках (в,г) приведены расчеты для затухающих плоских волн, и на рисунках (д,е) – расчеты для сферических затухающих волн.

Из этих рисунков видно, что количество интерференционных максимумов уменьшается с уменьшением частоты для плоских и сферических волн вне зависимости от затухания сигнала. Наличие затухания приводит к появлению областей с полной компенсацией как плоских, так и сферических волн. Для сферических затухающих волн область некомпенсированного сигнала меньше, чем для плоских волн.

На всех рисунках видно, что полная компенсация наблюдается во всех случаях и на любом расстоянии только по оси, находящейся симметрично относительно обоих излучателей.

Анализ полученных результатов расчета позволяет утверждать, что защиту речевой информации от утечки по акустическому каналу с помощью плоских незатухающих волн нельзя реализовать, используя только одну подавляющую акустическую систему. Возможно, в этом случае для защиты необходимо будет использовать несколько акустических систем компенсации с сигналами, имеющими определенную амплитуду и фазу.

С другой стороны наличие затухания акустических волн может позволить построить адаптивную систему защиты информации по акустическому каналу для определенных конкретных условий. На всех представленных рисунках масштаб эквипотенциальных поверхностей соответствует (5х5) метров. Из рисунков (в,г,д,е) видно, что при наличии затухания ($\alpha=0,02$) мощности информационного и компенсирующих сигналов концентрируются около излучателей, причем чем выше частота и ближе расположение излучателей, тем ближе к излучателям происходит компенсация волн.

Источник акустической информации и компенсирующая система должны находиться на определенном расстоянии, иначе собеседники либо плохо будут слышать друг друга, либо слышимая речь будет неразборчивой.

Наилучшие результаты по защите акустической информации, согласно расчетам, получаются для сферических волн с затуханием в речевом диапазоне от (340 – 3400) Гц. В этом диапазоне частот акустический сигнал концентрируется вокруг излучателей на расстоянии не более 3 метров. Такая система может оказаться наиболее эффективной и простой в технической реализации по защите информации при условии создания сферической волны как от источника информации (человека), так и от компенсирующей акустической системы.

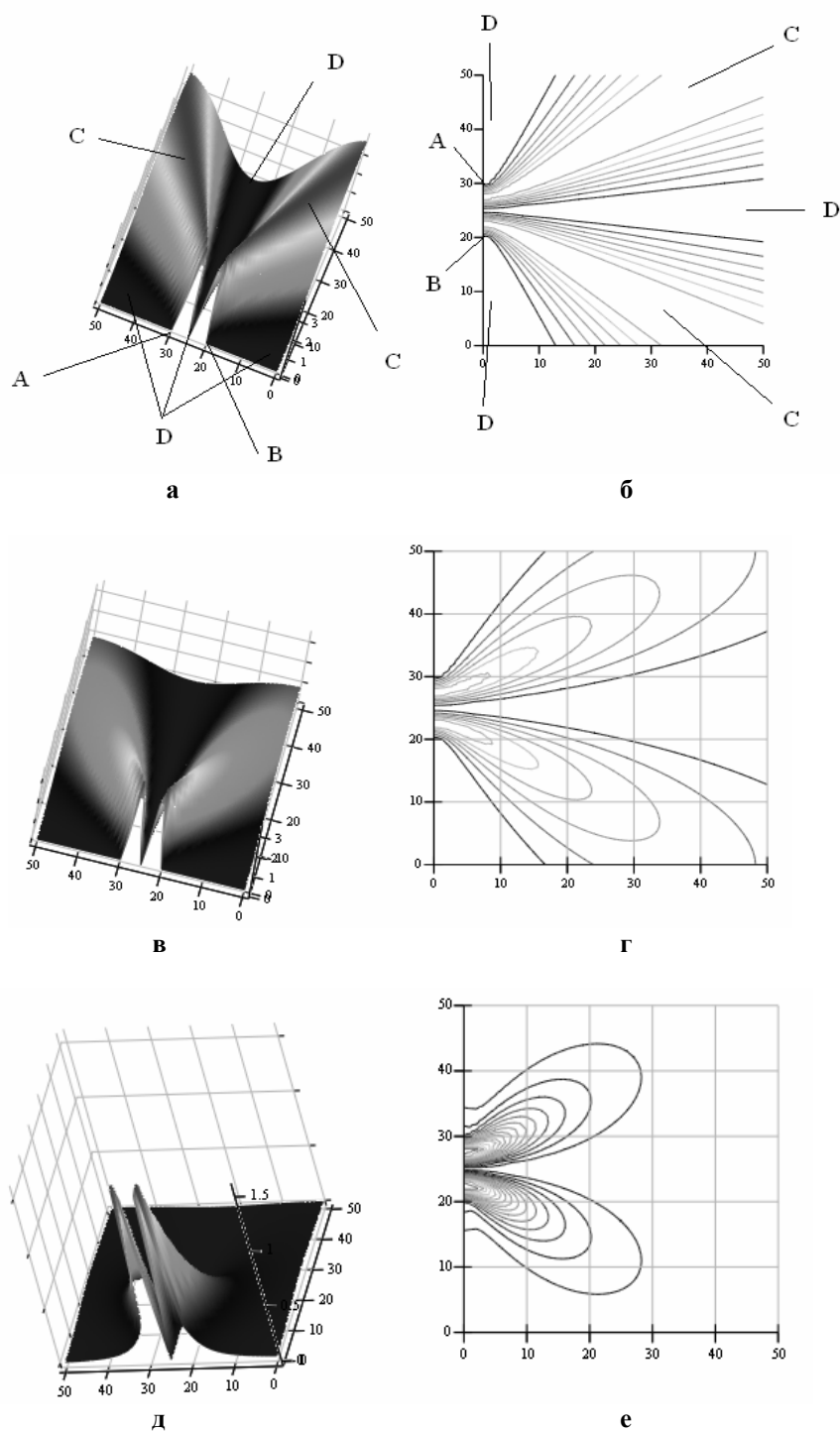
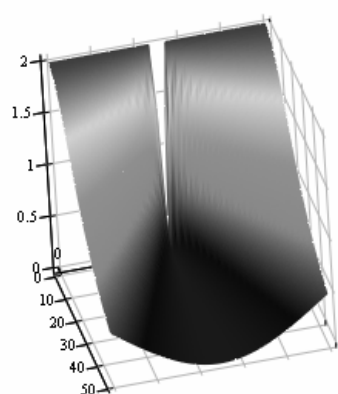
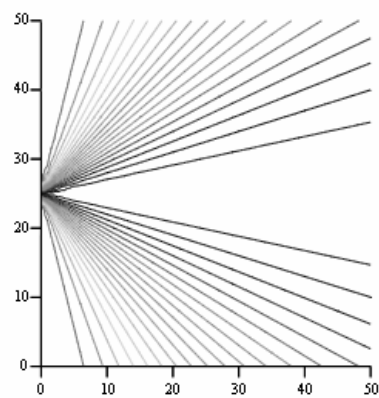


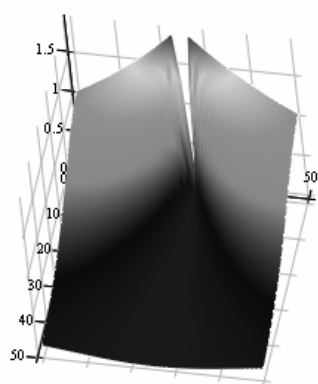
Рисунок 3 – Компенсация звуковых волн от источника информации А и акустического компенсатора В. С – область максимума суммарного сигнала от источников звука, D – область минимума. Расстояние между излучателями $d = 1$ метр, частота $f = 340$ Гц, $\alpha = 0,02$. а,б – незатухающие плоские волны. в,г – затухающие плоские волны, д,е – расчеты для сферических затухающих волн



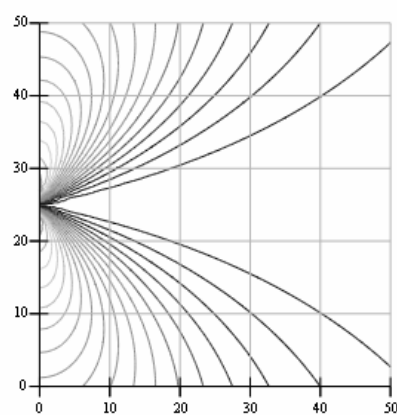
а



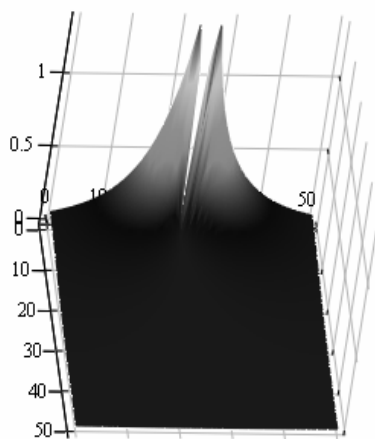
б



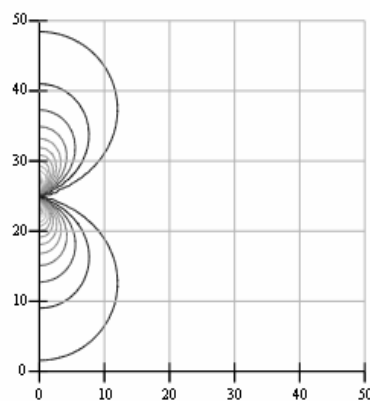
в



г



д



е

Рисунок 4 – Компенсация звуковых волн от источника информации и акустического компенсатора. Расстояние между излучателями $d = 0,5$ метра, частота $f = 340$ Гц, $\alpha = 0,02$. а,б – незатухающие плоские волны. в,г – затухающие плоские волны, д,е – расчеты для сферических затухающих волн

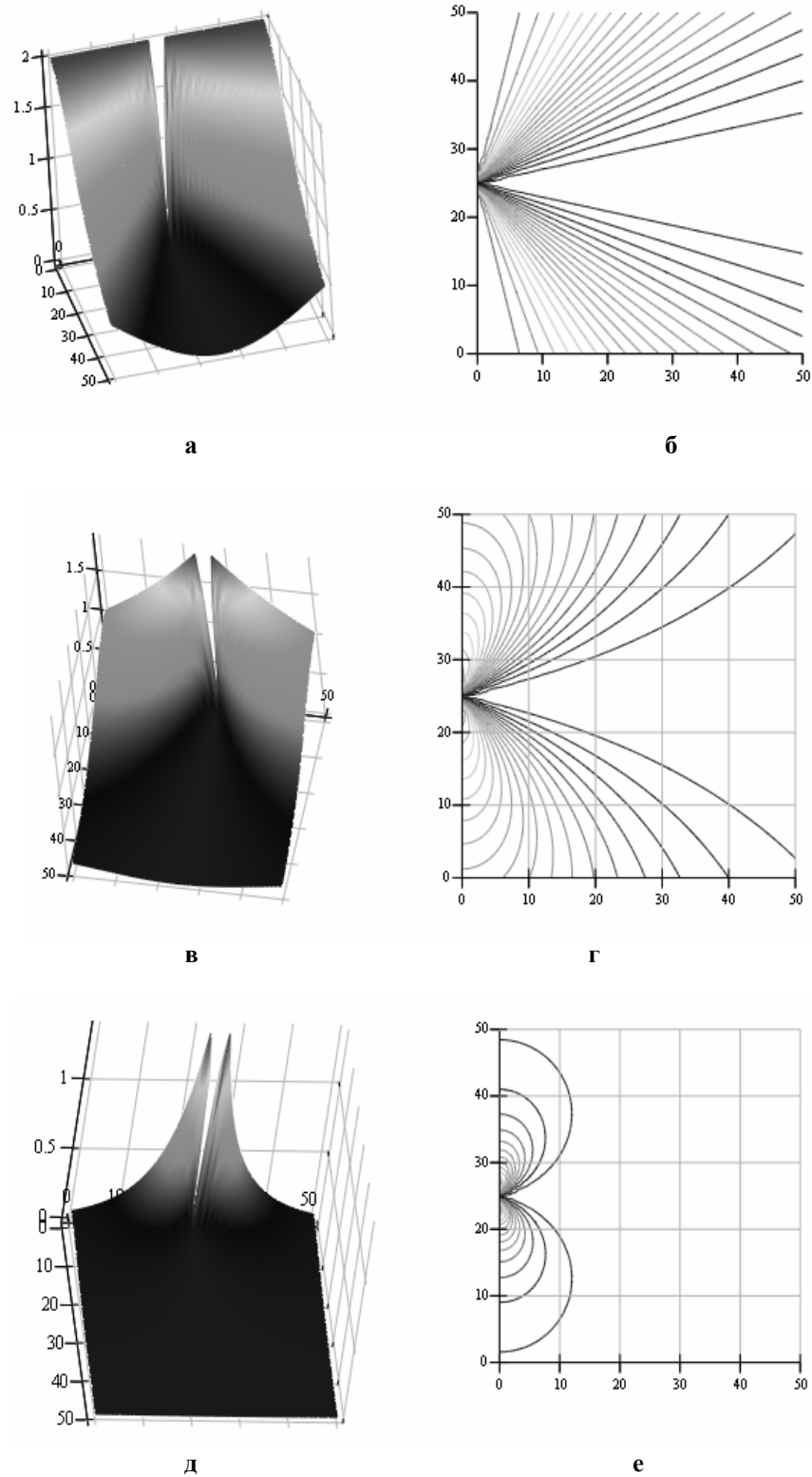


Рисунок 5 – Компенсация звуковых волн от источника информации и акустического компенсатора. Расстояние между излучателями $d = 0,25$ метра, частота $f = 340$ Гц, $\alpha = 0,02$. а,б – незатухающие плоские волны. в,г – затухающие плоские волны, д,е – расчеты для сферических затухающих волн

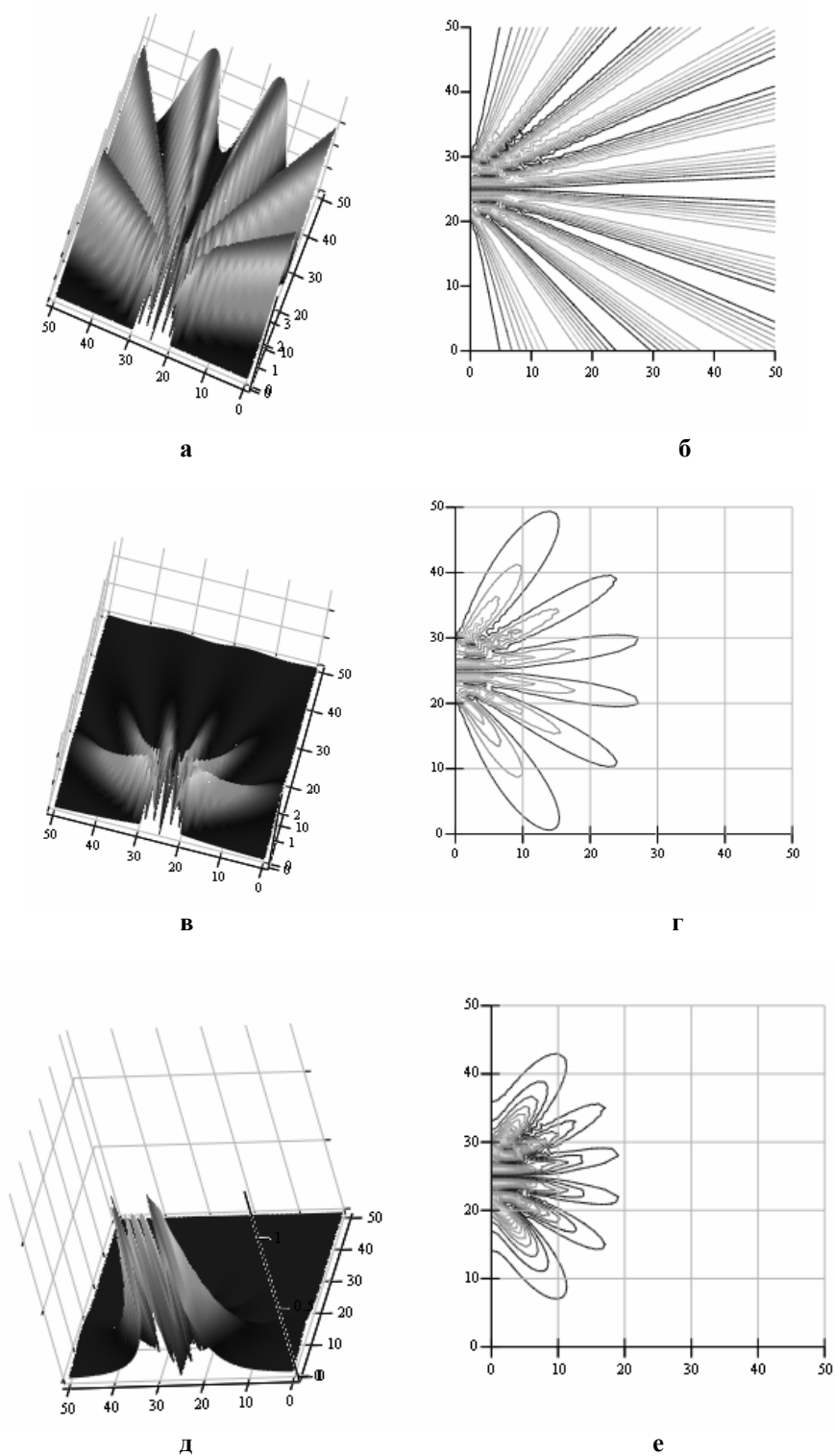


Рисунок 6 – Компенсация звуковых волн от источника информации и акустического компенсатора. Расстояние между излучателями $d = 1$ метр, частота $f = 1000$ Гц, $\alpha = 0,02$. а,б – незатухающие плоские волны. в,г – затухающие плоские волны, д,е – расчеты для сферических затухающих волн

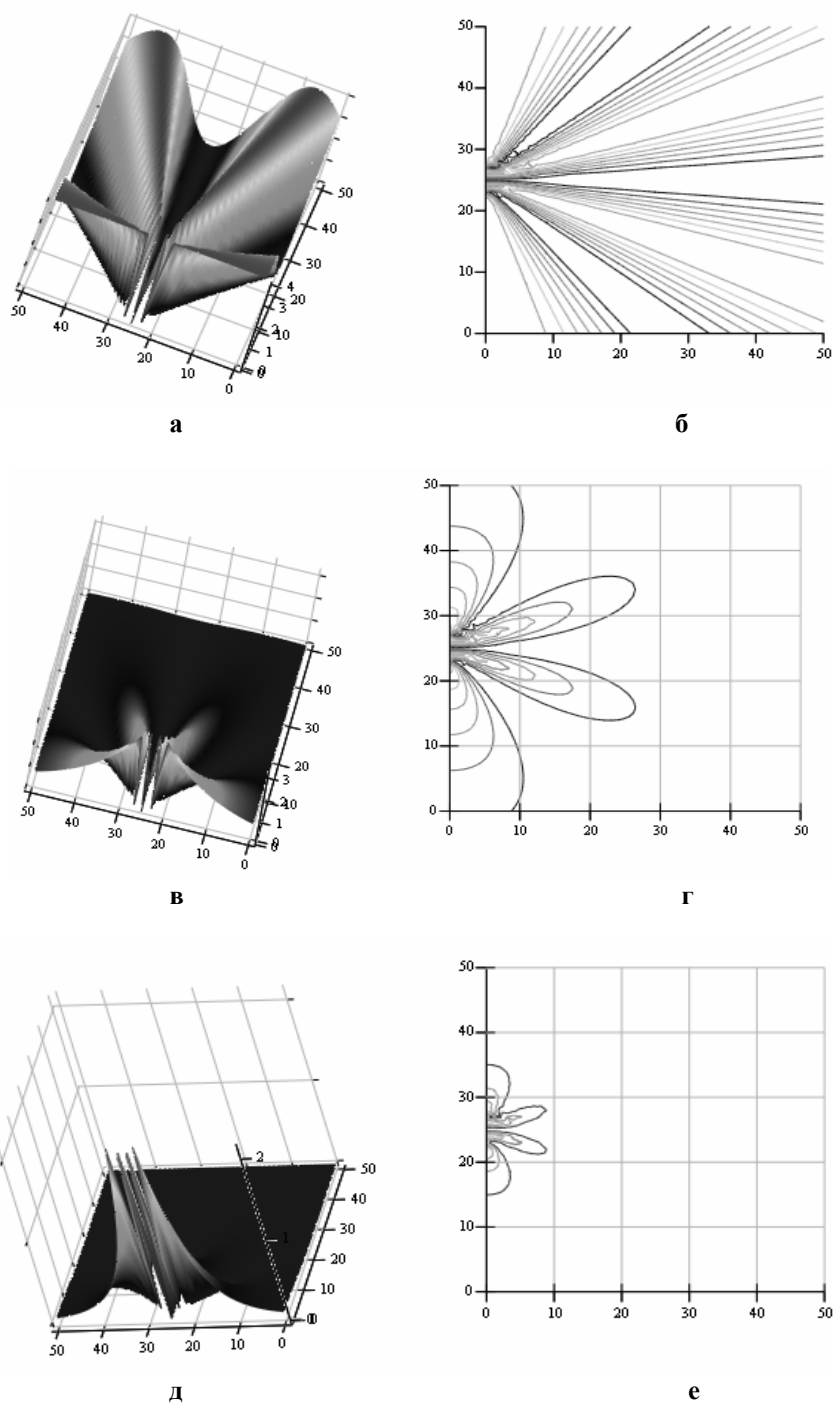


Рисунок 7 – Компенсация звуковых волн от источника информации и акустического компенсатора. Расстояние между излучателями $d = 0,5$ метра, частота $f = 1000$ Гц, $\alpha = 0,02$. а,б – незатухающие плоские волны. в,г – затухающие плоские волны, д,е – расчеты для сферических затухающих волн

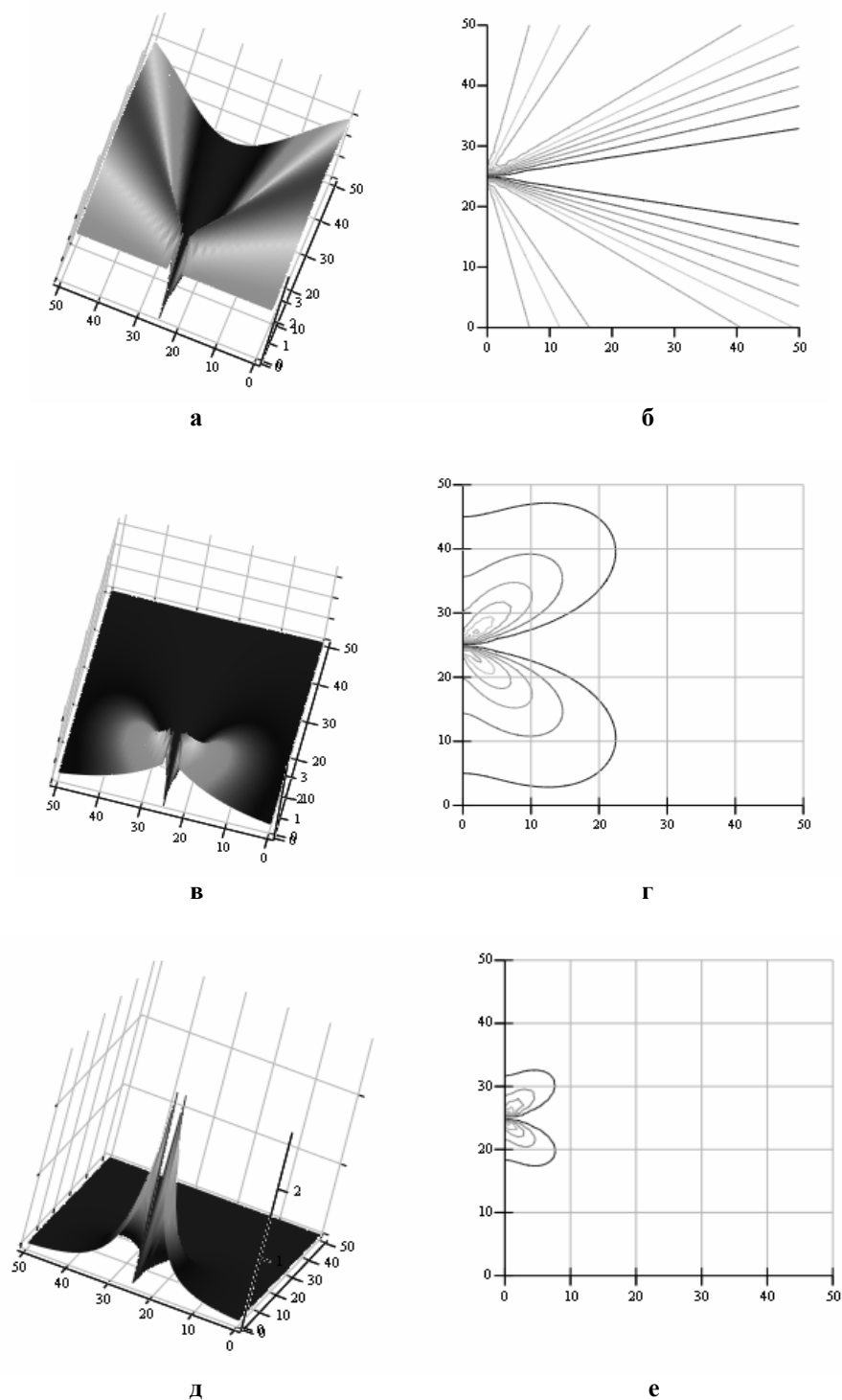
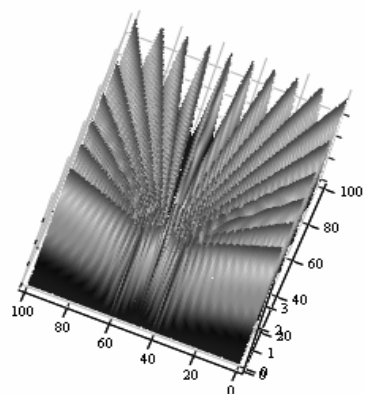
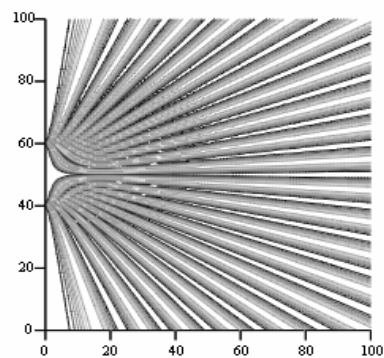


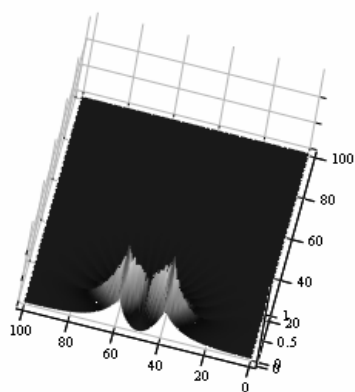
Рисунок 8 – Компенсация звуковых волн от источника информации и акустического компенсатора. Расстояние между излучателями $d = 0,25$ метра, частота $f = 1000$ Гц, $\alpha = 0,02$. а,б – незатухающие плоские волны. в,г – затухающие плоские волны, д,е – расчеты для сферических затухающих волн



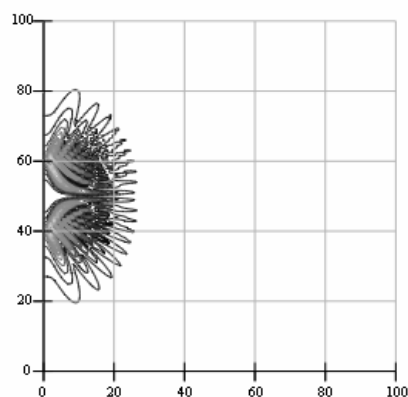
а



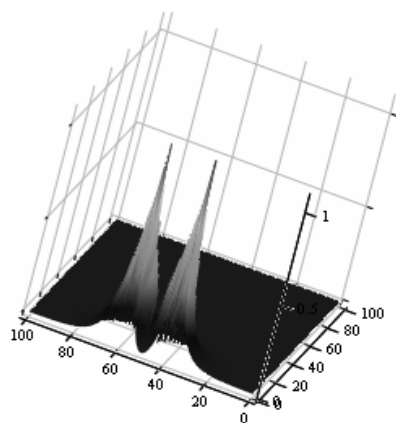
б



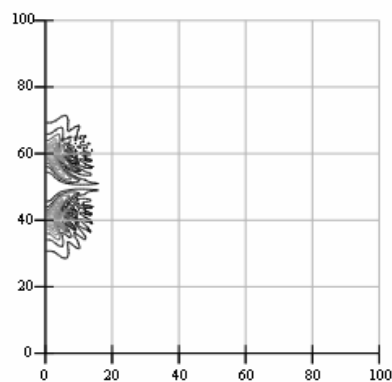
в



г



д



е

Рисунок 9 – Компенсация звуковых волн от источника информации и акустического компенсатора. Расстояние между излучателями $d = 1$ метр, частота $f = 3400$ Гц, $\alpha = 0,02$. а,б – незатухающие плоские волны. в,г – затухающие плоские волны, д,е – расчеты для сферических затухающих волн

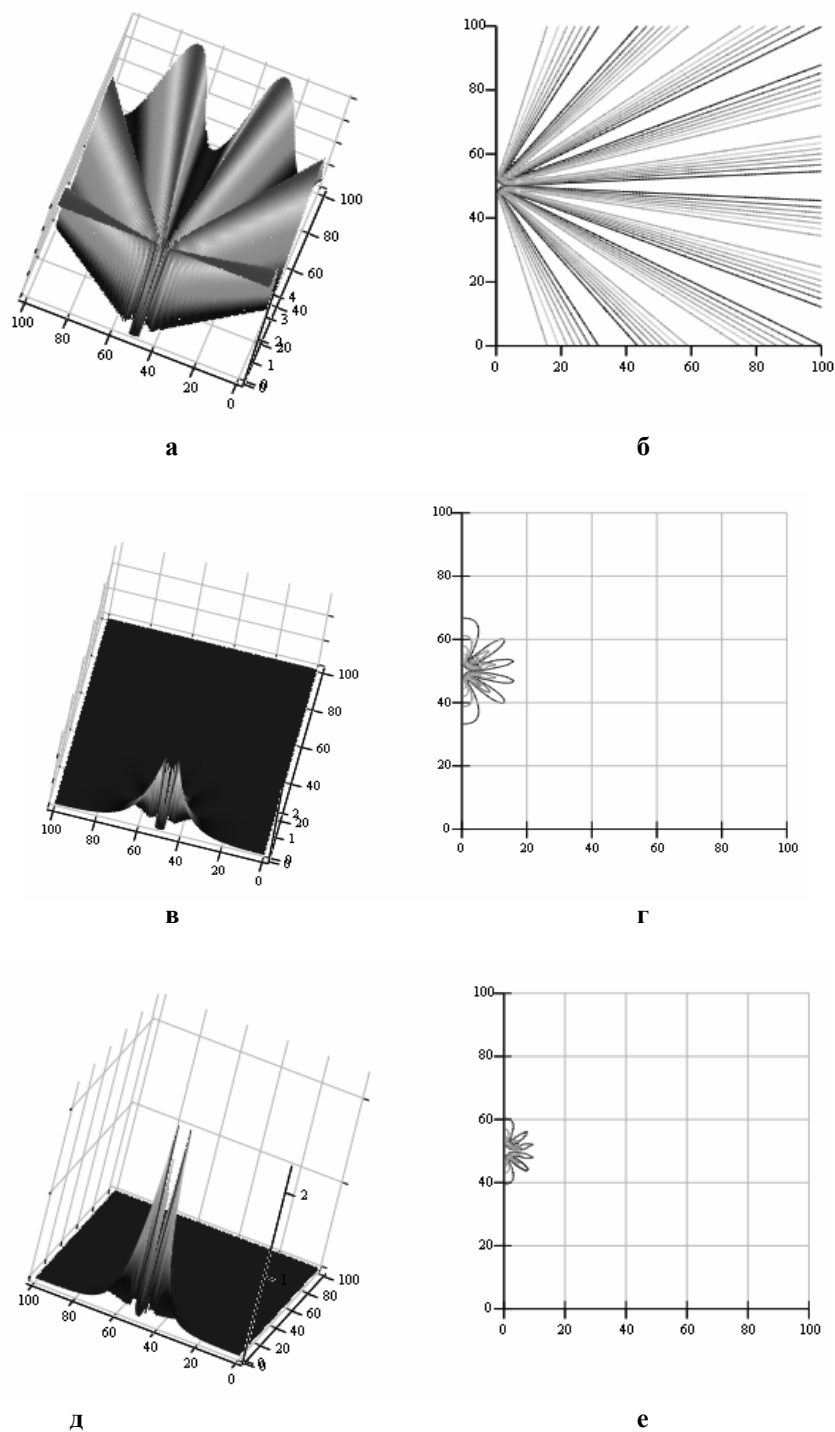


Рисунок 10 – Компенсация звуковых волн от источника информации и акустического компенсатора.
 Расстояние между излучателями $d = 0,25$ метра, частота $f = 3400$ Гц, $\alpha = 0,02$. а,б – незатухающие плоские волны. в,г – затухающие плоские волны, д,е – расчеты для сферических затухающих волн

III Выводы

В результате проделанной работы можно сделать следующие выводы.

При создании адаптивной акустической системы защиты необходимо учитывать тип волны, создаваемой источником информации. Если затуханием волны можно пренебречь, то для подавления с помощью плоской волны ее можно ориентировать в направлении максимумов с фазой, соответствующей компенсации этих максимумов. Для такой системы подавления можно использовать установку, блок-схема которой представлена на рис. 1. В этом случае сигнал принимается микрофоном, обрабатывается компьютером, а затем в противофазе с основным сигналом подается в направлении максимума. В данной системе необходимо иметь несколько акустических систем, излучающих компенсирующие сигналы в направлении всех максимумов.

Аналогичная адаптивная система подавления может использоваться и при наличии затухания акустических волн, как плоских, так и сферических. Однако, в зависимости от величины затухания волн и необходимого радиуса защитной зоны, возможно использование только одной акустической системы. В этом случае необходимо, чтобы источник звука и подавляющая адаптивная система создавали только сферические волны. Для такой системы адаптивного подавления возможно использование незатухающих сферических волн. Такая система более перспективна с точки зрения технической реализации, чем система с подавлением с помощью плоских волн.

Литература: 1. Цыпкин Я. З. *Адаптация и обучение в автоматических системах*. – М.: Наука, 1982. 1968. 2. Харди Дж. *Роль активной оптики в крупных телескопах*. – В кн. *Оптические телескопы будущего*. – М.: Мир, 1981, с. 341. 3. Воронцов М. А., Шмальгаузен В. И. *Принципы адаптивной оптики*. – М.: Наука. Гл.ред. физ.-мат. лит., 1985. – 336 с. 4. Симанков В. С., Луценко Е. В. *Адаптивное управление сложными системами на основе теории распознавания образов: Монография (научное издание)* \Техн.ун-т Кубан. гос. технол. ун-та.- Краснодар, 1999. – 318 с. 5. Уидроу Б., Стириз С. *Адаптивная обработка сигналов: Пер. с англ.* – М.: Радио и связь, 1989. – 440 с. 6. Г. С. Лансберг *«Оптика. Издание пятое, переработанное и дополненное, Общий курс физики. Изд-во «Наука», главн. Ред. Физико-матем. Литературы. М.: 1976, с. 928.*

УДК.621.791

ФОРМИРОВАНИЕ ЗАЩИТНОЙ РЕЧЕПОДОБНОЙ ПОМЕХИ ПУТЁМ ГЕНЕРАЦИИ ФОНЕМНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ

Пётр Гордиевич, Виталий Середяк, Ярослав Омельчук, Игорь Порошин
НИЦ "ТЕЗИС" НТУУ "КПИ"

Аннотация: Рассматриваются алгоритмы формирования защитной речеподобной помехи. Проводится их сравнение по эффективности маскирования речи.

Summary: Algorithms of creation protective voice hindrance are observed. Their matching on efficiency of masking of speech is led.

Ключевые слова: Активная виброакустическая защита, защитная фонемная помеха, алгоритмы формирования, эффективность маскирования речи.

В системах активной виброакустической защиты (АВЗ) речевой информации используются главным образом шумовые защитные виброакустические помехи (ЗВП), представляющие собой «белый» шум или его модификации /1-3/. Однако в последнее время всё более пристальное внимание разработчиков и потребителей систем АВЗ привлекают речеподобные ЗВП. Как показывает практика, применение речеподобных ЗВП, и прежде всего, синтезированных с использованием фонемной структуры речи, позволяет в ряде случаев не только снизить требуемые уровни защитного сигнала, но и уменьшить эффективность средств шумоочистки, содержащих устройства корреляционной обработки /2/.

Известные сообщения по фонемным ЗВП носят фрагментарный характер и, как правило, не затрагивают вопросов, касающихся подробностей алгоритмов их формирования /2,4/. Поэтому представленные их авторами результаты только подтверждают отмеченные выше преимущества речеподобных ЗВП, оставляя без должного освещения проблему выбора такого оптимального алгоритма формирования фонемных последовательностей, который бы позволил обеспечить максимально возможную эффективность ЗВП.

В настоящей работе для проведения сравнительного исследования эффективности маскирования речи выбраны три алгоритма формирования фонемной помехи:

- алгоритм №1 (формирование по случайному закону одиночной последовательности фонем речи одного человека) – простая фонемная помеха;