

УДК 681.3.06

С.Л. Емельянов

Национальный университет «Одесская юридическая академия», Одесса

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ АКУСТИКИ ПОМЕЩЕНИЙ

Предложена наиболее полная классификация существующих методов и средств защиты акустики выделенных помещений.

Ключевые слова: акустическая и виброакустическая маскировка, шумовые помехи, речеподобные помехи.

Введение

Постановка проблемы. Системы акустической и виброакустической маскировки (САВАМ) играют важную роль в обеспечении защиты выделенных помещений от утечки речевой информации по акустическому и структурному (виброакустическому) каналам [1 – 6].

Сегодня на рынке средств защиты акустики присутствует их разнообразный и широкий арсенал, насчитывающий более 30 видов САВАМ [2,4], что и обуславливает актуальность проблемы их исследования и систематизации.

Анализ последних исследований и публикаций. Д.Б. Халяпин приводит достаточно общую классификацию методов и средств защиты акустической информации, разделяя их на организационные, архитектурно-планировочные и технические (пассивные и активные) [2, с.112]. При этом автором достаточно хорошо, на наш взгляд, систематизированы и описаны в рамках приведенной классификации только пассивные методы защиты.

В работе В.А. Хорошко и др. [3, с.25] в качестве одного из классифицирующих признаков для всех технических средств пространственного и линейного зашумления рассматривается принцип их действия, в соответствии с которым авторы выделили три большие группы: средства создания акусти-

ческих маскирующих помех; средства создания электромагнитных маскирующих помех; многофункциональные средства защиты.

Аналогичный подход к классификации активных средств защиты приведен также в [4, с.414].

Г.А. Бузов и др. [5, с.160] также разделяют методы защиты речевой информации на активные и пассивные, хотя и не приводят их дальнейшую детализацию.

Таким образом, общим, на наш взгляд, недостатком существующих схем классификации методов и средств защиты акустики является малое количество классифицирующих признаков, особенно для методов и средств активной защиты.

Формулировка цели статьи.Целью статьи является разработка наиболее полной классификации существующих методов и средств защиты акустики выделенных помещений, охватывающей все известные виды САВАМ.

Изложение основного материала

Автор предлагает схему классификации методов и средств защиты акустики помещений (рис. 1), в основе которой лежат:

- физический принцип ослабления сигналов (для пассивных методов и средств);
- виды и типы создаваемых помех (для активных методов и средств защиты).

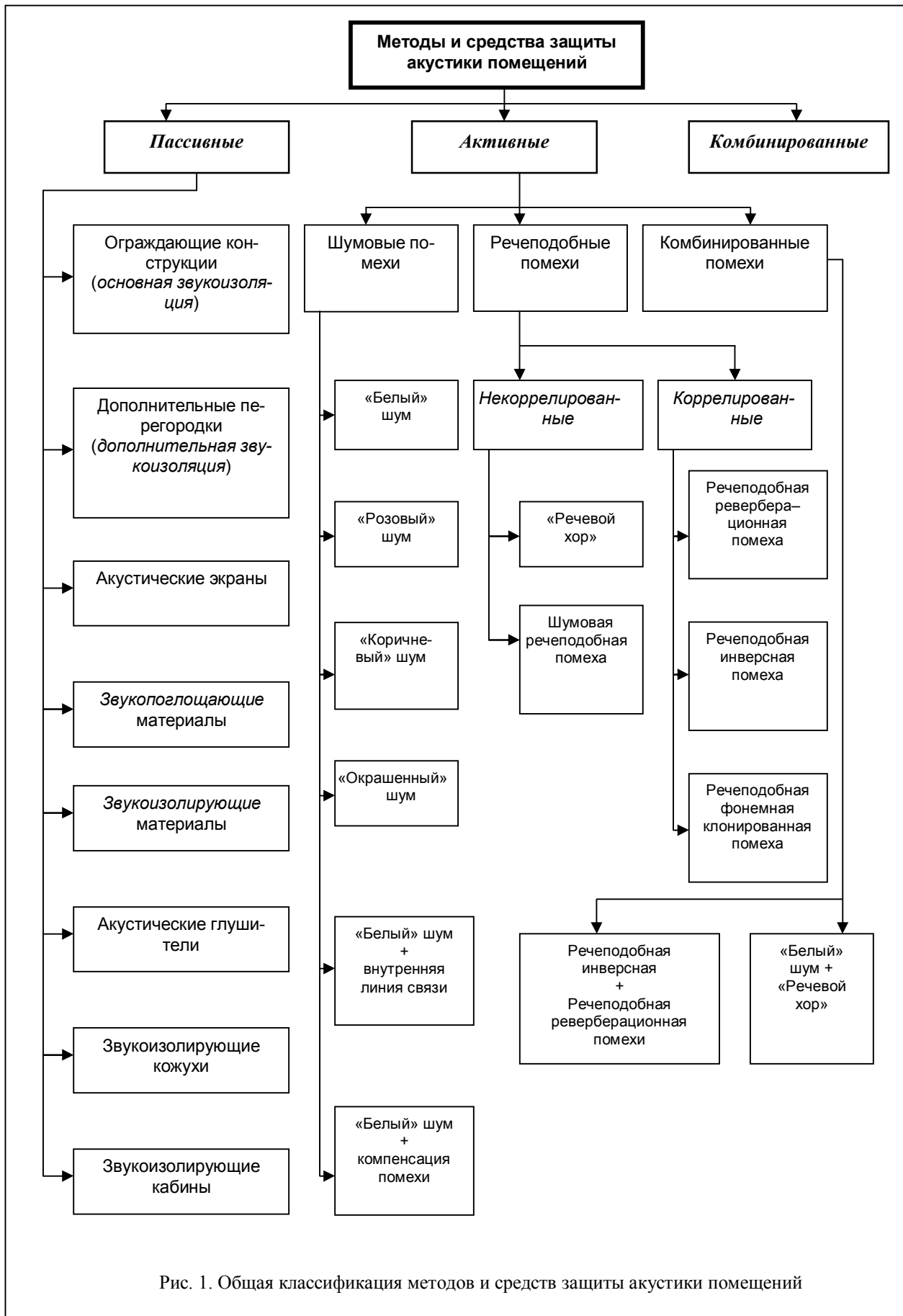


Рис. 1. Общая классификация методов и средств защиты акустики помещений

Пассивные методы основаны на ослаблении акустических (речевых) сигналов путем звукоизоляции помещений. Звукоизоляция помещений направлена на локализацию источников акустических сигналов внутри них и проводится в целях исключения перехвата акустической (речевой) информации по прямому акустическому (через щели, окна, двери, технологические проемы, вентиляционные каналы и т.д.) и вибрационному (через ограждающие конструкции, трубы водо-, тепло- и газоснабжения, канализации и т.д.) каналам.

К элементам пассивной защиты акустики выделенного помещения можно отнести (рис. 1):

- несущие конструкции помещения (стены, перекрытия, пол, потолок), обеспечивающие основную звукоизоляцию;
- дополнительные строительные перегородки, обеспечивающие дополнительную звукоизоляцию;
- применение звукопоглощающих и звукоизолирующих материалов на основных и дополнительных ограждающих поверхностях;
- акустические глушители для защиты технологических коммуникаций (трубы тепло-, газо, водоснабжения и канализации, кабельная сеть энергоснабжения, вентиляционные короба и т.д.);
- звукопоглощающие кожухи для локальной защиты источников опасного (информативного) акустического сигнала;
- звукоизолирующие кабины для полной защиты акустики выделенного помещения и др.

Применение подобных методов и средств должно быть предусмотрено уже на стадии проектирования строящихся помещений, а их реализация является достаточно трудоемкой и требует значительных капитальных затрат.

Активные методы и средства защиты акустики выделенных помещений лишены указанных выше недостатков. Активная защита направлена на скрытие речевой информации только методом аддитивного зашумления речевых сигналов специально со-

здаваемыми маскирующими или имитирующими (речеподобными) помехами.

Акустическая маскировка эффективно используется для защиты речевой информации от утечки по прямому акустическому каналу путем подавления акустическими шумами микрофонов средств разведки, установленных в таких элементах конструкций защищаемых помещений как: дверной тамбур, вентиляционный канал, за подвесным потолком и т.п.

Виброакустическая маскировка используется для защиты речевой информации от утечки по виброакустическому и акустооптическому (оптико-электронному) каналам и заключается в создании вибрационных шумов в элементах строительных конструкций и в инженерных коммуникациях. Виброакустическая маскировка эффективно используется для подавления таких средств перехвата информации, как электронных и радиостетоскопов, а также лазерных акустических систем разведки.

Наибольшее распространение в современных САВАМ получили шумовые, речеподобные и комбинированные помехи (рис. 1).

В качестве шумовых могут применяться помехи типа “белый” шум (БШ), “розовый” шум (РШ), “коричневый” шум (КШ) и “окрашенный” шум (ОШ). Помеха типа БШ имеет постоянную спектральную плотность мощности в речевом диапазоне частот. Помеха типа РШ ($1/f$ -шум) – акустический шум со спадом спектральной плотности 3 дБ на октаву в сторону высоких частот.

Она может быть создана путем прохождения белого шума через фильтр, имеющий скорость спада АЧХ 3 дБ/октаву.

Помеха типа КШ ($1/f^2$ -шум) – акустический шум со спадом спектральной плотности 6 дБ на октаву в сторону высоких частот.

Подобные шумовые помехи (ШП) используют многие САВАМ. В качестве примера на рис.2 приведены спектральные профили ШП, формируемые новой САВАМ «Соната-АВ» [6, 7].

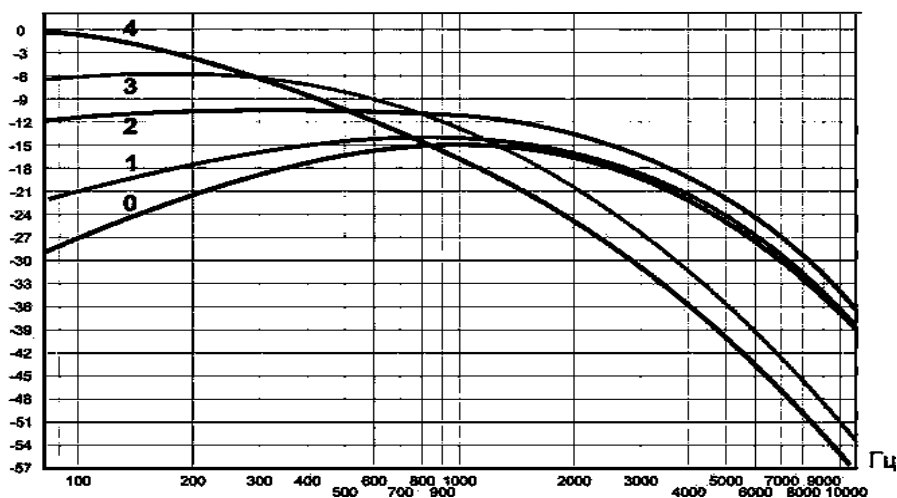


Рис. 2. Огибающие интегрального спектра шумовых помех в 5-ти режимах работы САВАМ

Помеха типа ОШ – акустический шум с огибающей спектра, подобной усредненному речевому сигналу.

Для формирования ОШ в основных октавных полосах речевого диапазона частот производится оценка параметров речевого сигнала и осуществляется корректировка уровня шума в тех же полосах с помощью, например, встроенных эквалайзеров.

Так, САВАМ «Шорох-1» позволяет регулировать не только выходную мощность, но и форму генерируемой помехи пятиполосным октавным эквалайзером, а в САВАМ «Барон» встроен низкочастотный четырехканальный пятиполосный анализатор спектра [7, 8].

Из всех видов ШП наибольшую эффективность (достигаемый уровень словесной разборчивости защищаемой речи при минимальной требуемой мощности помехи) имеют помехи типа РШ и ОШ (рис. 3), что и обуславливает их широкое применение во многих САВАМ [8].

Главный недостаток применения источников шума в акустическом диапазоне – дискомфорт при ведении переговоров, поскольку акустические помехи хорошо слышны, мешают разговору и демаскируют работу аппаратуры защиты. Поэтому подобные методы применяются, в основном, для дополнительной защиты дверных проемов, межрамного пространства окон, систем вентиляции и т.д.

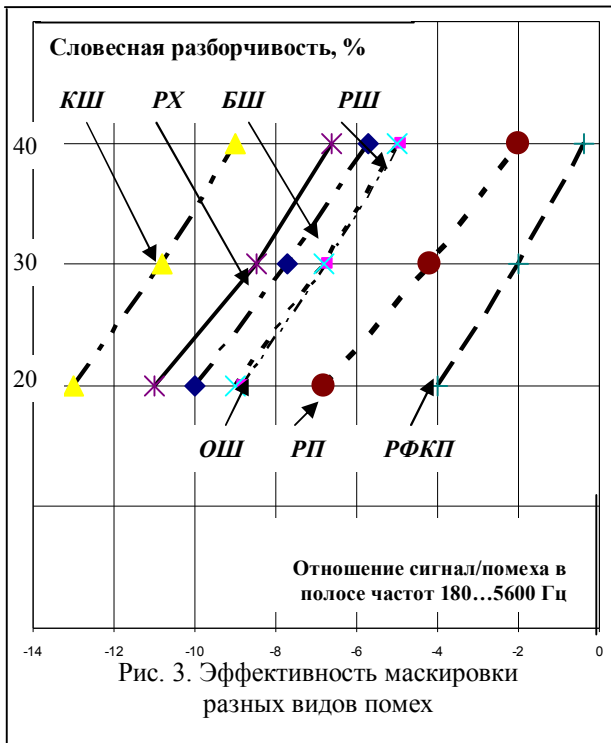


Рис. 3. Эффективность маскировки разных видов помех

В определенной степени указанные недостатки можно избежать путем применения в САВАМ вместе с БШ внутренней линии связи (БШ+ВЛС), а также за счет компенсации собственных шумовых

помех (БШ+КП) для участников конфиденциальных переговоров (рис. 1).

К этому виду можно отнести аппаратуру ТГ-011D, использующую телефонно-микрофонные гарнитуры и ОКП-6 с телефонно-ларингофонными гарнитурами [9]. При использовании этих приборов слух участников переговоров защищается от акустического шума амбушюрами головных телефонов, через которые участникам переговоров предъявляется речь их партнеров. Подобный принцип защиты был реализован в отечественных изделиях ПМ-2А (рис. 4) и "MANGUST-2000" (рис. 5).

Блок формирования помехи 1 формирует ШП, которая через регуляторы уровня 5 подводится к акустическим колонкам 4 и всенаправлено излучается в защищаемом помещении.

Для достижения приемлемой комфортности переговоров в этом режиме используются микрофонные гарнитуры 3, которые через удлинители 6 соединяются со специальным проводным переговорным устройством 2.

Принцип создания ШП в защищаемом помещении с одновременной их компенсацией для участников переговоров (БШ+КП) был реализован в российском изделии CNDS (Confidential Negotiations Digital System), внешний вид которого [9] показан на рис. 6. Основой аппаратуры CNDS является блок специализированного цифрового процессора 1, реализующий функции генератора БШ, цифрового двухканального адаптивного фильтра и устройства управления.

Поскольку ШП по своей структуре имеют существенные отличия от защищаемых речевых сигналов и не учитывают психофизиологические особенности слуха человека, в последние годы в новых САВАМ стали широко использоваться различные речеподобные помехи (РП), синтезированные из речевых сигналов, что еще больше позволило снизить энергетические требования к помехам при сохранении заданной словесной разборчивости.

РП формируются путем смешения (микширования) определенного числа речевых сигналов, которые могут быть получены как от независимых источников (некоррелированные РП), так и формироваться из определенных отрезков скрываемого акустического сигнала (коррелированные РП).

Характерным представителем помех, формируемых из речевых фрагментов, некоррелированных со скрываемым сигналом, является помеха типа "речевой хор" (РХ). Она формируется путем смешения речи нескольких человек (дикторов) или нескольких сигналов от приемников радиовещательных станций. Например, в составе САВАМ «Барон» кроме обычного генератора шума имеются три радиоприемника, независимо настраиваемые на различные радиовещательные станции FM (УКВ-2) диапазона.

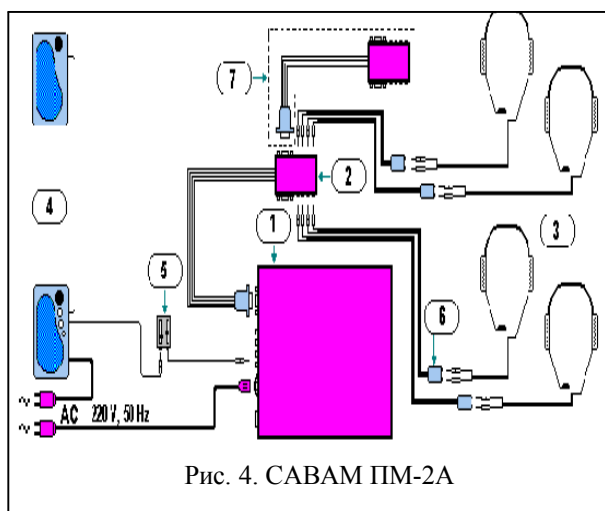


Рис. 4. САВАМ ПМ-2А



Рис. 5. САВАМ "MANGUST-2000"

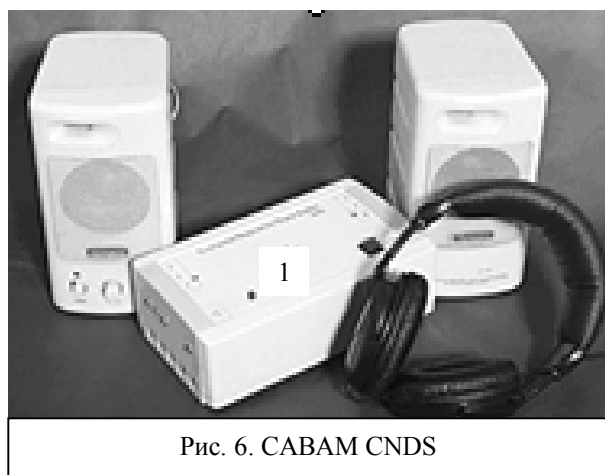


Рис. 6. САВАМ CNDS

По эффективности применения помеха типа РХ близка к БШ (рис. 3) [8, 10].

Шумовые речеподобные помехи (ШРП) формируются как из скрываемого сигнала, так и из некоррелированных с ним различных речевых фрагментов.

Среди помех, формируемых из скрываемого сигнала, можно выделить два типа: речеподобную реверберационную (РРП) и речеподобную инверсную (РИП) помехи. РРП формируется из фрагментов скрываемого речевого сигнала путем много-

кратного их наложения с различными уровнями. РИП формируется из скрываемого речевого сигнала путем сложной инверсии его спектра.

Также РП могут быть сформированы на основе записи основных фонемных составляющих речи защищаемых лиц – речеподобные фонемные клонированные помехи (РФКП). РФКП реализованы с помощью специального синтезатора РП – фонемного клонера в новейших российских САВАМ «Барон-2» и «Обертон» и имеют наибольший маскирующий эффект (рис. 3) [12].

Комбинированные помехи формируются путем смешения различного типа рассмотренных видов помех, например: РХ+БШ, РРП+РИП и т.д.

Речеподобная комбинированная (РРП+РИП) помеха используется в САВАМ "Эхо" (рис. 7).

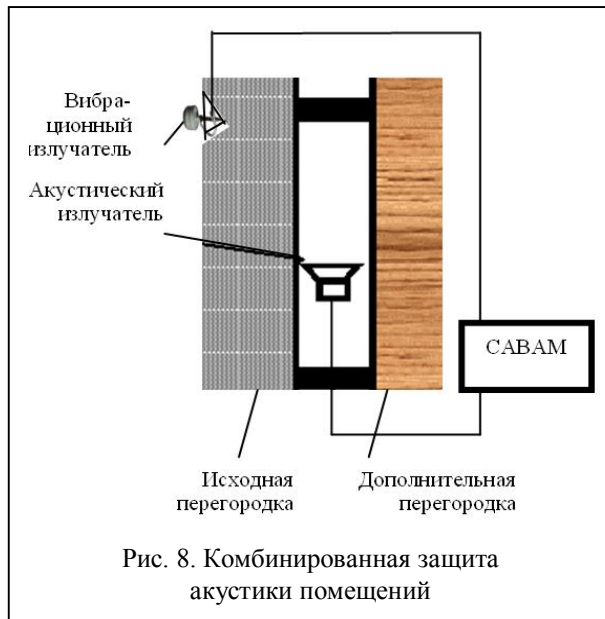
Помеха формируется путем многократного наложения смещенных на различное время задержек разноуровневых сигналов, получаемых путем умножения и деления частотных составляющих скрываемого речевого сигнала) и имеет высокую эффективность (рис. 3).



Рис. 7. САВАМ "Эхо"

Комплексное применение активных и пассивных методов и средств может обеспечить защиту акустики выделенных помещений оптимальным образом, выполняя требования по защите информации и одновременно обеспечивая минимальный уровень мешающих акустических шумов в помещениях.

Сущность комбинированных методов защиты акустики иллюстрирует рис. 8, где приведен вариант комбинированной защиты вентиляционных воздуховодов, являющихся наиболее эффективными акустическими каналами утечки речевой информации. При такой конструкции акустической защиты с помощью достаточно тонких дополнительных перегородок с величиной звукоизолирующей способности 14...16 дБ можно обеспечить выполнение нормативов по защите при одновременном соблюдении требований на уровни остаточных акустических шумов в обоих смежных помещениях [13].



Выводы

1. Защита акустики выделенных помещений является одной из актуальных задач защиты информации на объекте информатизации, где циркулирует информация с ограниченным доступом.
2. Предложенная классификация включает все существующие способы защиты речевой информации на основе пассивных, активных и комбинированных методов и средств защиты.
3. Кратко проанализированы все виды активных помех, используемые в современных САВАМ.
4. Дальнейшие исследования целесообразно направить на выявление основных тенденций развития современных САВАМ.

Список литературы

1. Хорев А. А. Способы и средства защиты информации. – М.: МО РФ, 1998. – 316 с.
2. Халятин Д. Б. Защита информации. Вас подслушивают? Защищайтесь! – М.: НОУ ШО "Баярд", 2004. – 432 с.
3. Ленков С. В. Методы и средства защиты информации. В 2-х томах / С. В. Ленков, Д. А. Перегудов, В. А. Хорошко. – Под ред. В. А. Хорошко. – К.: Арий, 2008. – Том 1. Несанкционированное получение информации. – 464 с.

4. Энциклопедия промышленного шпионажа / Под общ. ред. Е. В. Куренкова. – С.-Петербург: ООО «Изд-во Полигон», 1999. – 512 с.

5. Бузов Г. А. Защита от утечки по техническим каналам: [учебное пособие] / Г. А. Бузов, С. В. Калинин, А. В. Кондратьев. – М.: Горячая линия–Телеком, 2005. – 416 с.

6. Емельянов С. Л. Контроль качества помех в современных системах акустической и виброакустической маскировки / С. Л. Емельянов // Системы обработки информации. – 2009. – Вып. 7(79). Безпека та захист інформації в інформаційних системах: Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба. – С. 25–28.

7. Системы активного шумления. Средства защиты информации от утечки по естественным каналам. – [Электронный ресурс БНТИ]. – Режим доступа: <http://www.bnti.ru/index.asp>.

8. Хорев А. А., Макаров Ю. К. К оценке эффективности защиты акустической (речевой) информации // Специальная техника, 2000. – № 2. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа к журн.: http://www.st.ess.ru/publications/2_2000/horev/index.htm.

9. Золотарев В. В. Новое решение защиты конфиденциальных переговоров. – [Электронный ресурс] / В. В. Золотарев // Специальная техника. – 1999. – № 5. Режим доступа к журн.: <http://st.ess.ru/publications/articles/zolotarev/zolotarev.htm>.

10. Куницын И. В. Применение методов математического моделирования для оценки эффективности активной защиты акустической (речевой) информации / И. В. Куницын, А. К. Лобашев. – [Электронный ресурс БНТИ]. – Режим доступа: <http://www.bnti.ru/showart.asp?aid=867&lvl=03.02.02>.

11. Калинин С. В. О некоторых новых тенденциях в развитии систем виброакустического шумления / С. В. Калинин // Защита информации. Конфидент. – 1999. – № 4-5. – С. 74–79.

12. Болдырев А. А., Бондаренко В. В. Ступени эффективности: речеподобная помеха и непрерывный контроль // Защита информации. INSIDE, 2005. – № 2. – С. 40–44.

13. Кондратьев А. Компромисс активных и пассивных методов виброакустической защиты информации. – [Электронный ресурс] / А. Кондратьев, О. Клянчин. – Режим доступа: <http://daily.sec.ru/dailypblshow>.

Поступила в редколлегию 22.03.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С. А. Положаенко, Одесский национальный политехнический университет, Одесса.

СИСТЕМАТИЗАЦІЯ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ АКУСТИКИ ПРИМІЩЕНЬ

С. Л. Ємельянов

Запропонована найбільш повна класифікація існуючих методів та засобів захисту акустики виділених приміщень.

Ключові слова: акустичне і виброакустичне маскування, шумові перешкоди, мовоподібні перешкоди.

SYSTEMATIZATION OF METHODS AND FACILITIES OF APARTMENTS ACOUSTICS DEFENCE

S. L. Emelyanov

The most complete classification of existent methods and facilities of selected apartments acoustics defence is offered.

Keywords: acoustic and vibroacoustic disguise, noise hindrances, hindrances.