

Заключения, отражающие любые изменения посылок, можно получить при помощи импликации Goguen при композициях Max-Min и Max-Prod.

Все импликации дают вывод «неизвестно», если оказываются не в состоянии определить правильный вывод (иными словами, если наблюдение является отрицанием или дополнением посылки нечёткого правила).

Импликация Goguen обладает свойством настройки оттенка заключения в зависимости от изменения оттенка посылки.

Результаты эксперимента по исследованию нечётких импликаций показывают, что импликация Goguen может быть использована для решения задач классификации рисков и выработки наилучших рекомендаций по рискам.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Klir G.* Fuzzy sets and fuzzy logic. Theory and applications / George J. Klir, Bo Yuan. – Upper Saddle River: Prentice Hall Inc., 1995. – 592 p.
2. *Jager R.* Fuzzy logic in control: Proefschrift ter verkrijging van de graad van doctor: verdedigd op 26.06.1995 / René Jager. – Delft, 1995. – 322 p. – Режим доступа: <http://users.pandora.be/jati/tenej/phd/rjphd.pdf>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. англ.

Статью рекомендовал к опубликованию к.т.н. А.С. Басан.

Пескова Ольга Юрьевна – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»; e-mail: poy@tsure.ru; 347921, г. Таганрог, ул. Чехова, 2; тел.: +78634371905; кафедра безопасности информационных технологий; к.т.н.; доцент.

Тенетко Михаил Иванович – e-mail: tenetko@gmail.com; независимый специалист.

Peskova Olga Yur'evna – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail: poy@tsure.ru; 2, Chekhova street, Taganrog, 347921, Russia; phone: +78634371905; the department of security in data processing technologies; cand. of eng. sc.; associate.

Tenetko Mikhail Ivanovich – e-mail: tenetko@gmail.com; independent specialist.

УДК 519.87; 534.2

К.М. Сагдеев, В.И. Петренко

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЗАЩИЩЕННОСТИ РЕЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ В ВЫДЕЛЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Для обеспечения защиты речевой информации существует задача по оценке состояния ее защищенности расчетным методом в потенциальных акустических каналах утечки речевой информации. В работе представлена методика оценки технической защищенности речевой информации. В качестве критерия защищенности выбрана словесная разборчивость речи. Данная методика базируется на основе разработанной структурно-пространственной модели канала утечки, учитывающей всевозможные пространственные и энергетические условия разведывательного контакта в канале, а также математической модели, устанавливающей функциональную зависимость разборчивости речи от характеристик сигнально-помеховой обстановки в канале. Достоинство методики заключается в универсальности, высокой достоверности и многофункциональной применимости. Методика может быть использована для оценки эффективности принимаемых мер защиты.

Речевая информация; акустический канал утечки речевой информации; математическая модель канала; разборчивость речи; акустический сигнал; среда распространения; акустические помехи и шумы; акустический приемник; оценка технической защищенности; пространственные и энергетические условия разведывательного контакта.

K.M. Sagdeev, V.I. Petrenko

METHODOLOGY OF EVALUATION OF THE TECHNICAL PROTECTION OF SPEECH INFORMATION IN THE ALLOCATED PREMISES

To ensure the protection of speech information there is the task of assessing the status of its protection calculation method of the potential acoustic channels of the leakage of speech information. The paper presents a methodology of evaluation of the technical protection of speech information. As a criterion of protection chosen verbal speech intelligibility. This methodology is based on the basis of the structural-spatial model of the channels of leakage, takes into account all sorts of spatial and energy conditions intelligence contact in the channel, as well as mathematical model, which establishes a functional dependence of the intelligibility of the characteristics of the signal-noise situations in the channel. The dignity of the technique consists in universality, high reliability and versatile applicability. The methodology can be used to evaluate the effectiveness of the protection measures.

Speech information; acoustic channel of the leakage of speech information; a mathematical model of the channel; the legibility of speech; an acoustic signal, distribution environment; acoustic noise and noise; acoustic receiver; assessment of technical protection; spatial and energy conditions intelligence contact.

Введение. Защита акустической (речевой) информации является одной из важнейших задач в общем комплексе мероприятий по обеспечению информационной безопасности. Это обусловлено тем, что акустические сигналы (АС) несут семантическую информацию секретного или конфиденциального характера, легко воспринимаемую слуховым аппаратом человека, а при наличии технических средств акустической разведки (ТСАР) она может быть подслушана на расстояниях, превышающих границы контролируемых зон (КЗ).

Типовая система защиты речевой (акустической) информации, как правило, представляет собой выделенное помещение, оборудованное пассивными средствами звукоизоляции и звукопоглощения, а также оснащенное активными средствами виброакустического шумления. Для обеспечения эффективности защиты речи в выделенных помещениях (ВП) необходимо еще на стадии его проектирования иметь возможность оценить состояние потенциальных акустических и виброакустических каналов (АВАК) утечки расчетным методом, а также оценить эффективность предлагаемых мер защиты. Реализация данной задачи возможна на основе математической модели, позволяющей расчетным методом априорно оценить состояния этих каналов для конкретного ВП.

В данной работе представлена методика, предназначенная для оценки эффективности защиты речевой информации, обсуждаемой в ВП от утечки по АВАК. Данная методика также применима на стадиях предварительного специального обследования ВП. В основу методики положены структурно-пространственная модель акустического канала утечки речевой информации (АКУРИ) и реализующая ее математическая модель.

Структурно-пространственная модель акустического канала утечки речевой информации (АКУРИ). С учетом специфики распространения акустических колебаний, существует 2 простых (несоставных) АКУРИ: воздушный и виброакустический каналы. В обоих каналах основным оцениваемым информационным параметром, влияющим на защищенность информации, является разборчивость речи, которая основана на оценке биологического сигнала, генерируемого человеком и воспринимаемого органами слуха [2, 4]. Разборчивость речи в АКУРИ непосредственно зависит от структурно-пространственных условий, т.е. от составных элементов канала, влияющих на распространение речевого сигнала и его разборчивость за пределами КЗ, а также от взаимного пространственного расположения источника и приемника АС и других влияющих элементов.

Обобщенная структурно-пространственная модель АКУРИ приведена на рис. 1. Из которой следует, что создаваемые источниками акустические поля, ослабленные средой распространения, замаскированные естественными шумами и преднамеренными помехами, распространяются за пределы КЗ, и могут быть перехвачены ТСАР, располагаемыми в ВП, или за его пределами в соседнем помещении (СП) или даже на открытом пространстве.

В зависимости от энергетических условий разведывательного контакта речевая информация может быть распознана с определенным качеством или не распознана. Следовательно, математическая модель АКУРИ должна представлять собой совокупность взаимосвязанных математических выражений, адекватно и достаточно точно описывающих состояние разборчивости речи на выходе ТСАР при различных пространственных и энергетических условиях разведывательного контакта.

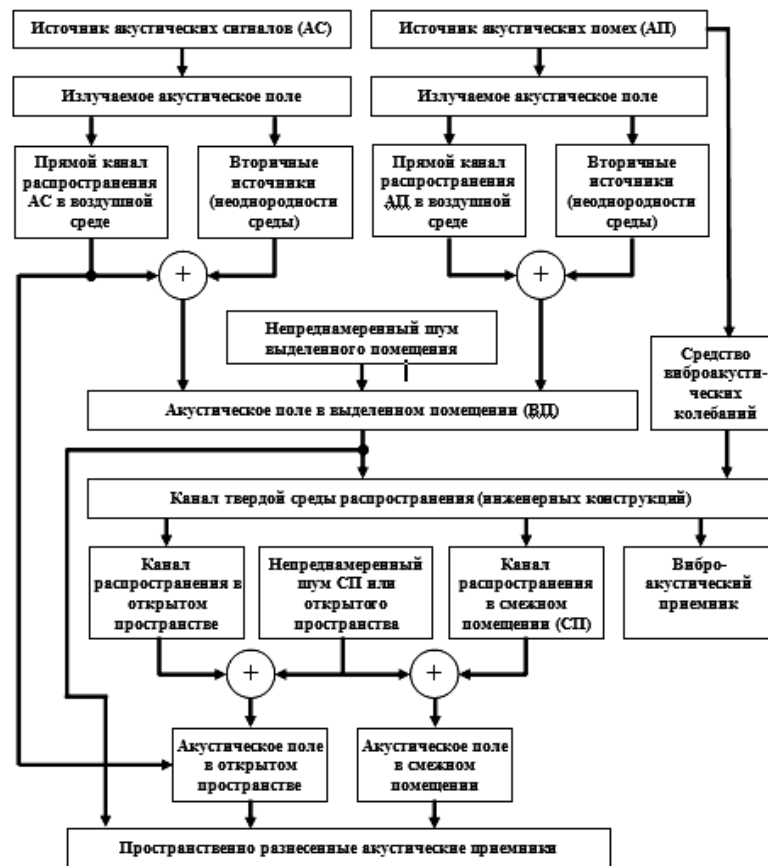


Рис. 1. Структурно-пространственная модель АКУРИ

Общие положения математического моделирования. Адекватность и точность модели АКУРИ зависит от выбора метода оценки словесной разборчивости речи. В настоящее время на практике используются три группы объективных методов оценки: формантные, модуляционные и эмпирические. В [1, 3] установлено, что наиболее адекватным методом оценки является формантный метод, в котором анализ речи осуществляется в 20-и частотных полосах с равноартикуляционным распределением разборчивости либо в 21-й третьоктавных полосах (в упрощенном варианте в 7-и октавных полосах). В пределах октавных полос (ОП) спектры речи и

шума, а также плотность распределения вероятностей формант, принято считать практически неизменными [3]. В связи с тем, что получение октавных полос проще и удобнее, то математическая модель АКУРИ должна представлять собой математическое выражение словесной разборчивости речи, описываемое в виде массива спектральных уровней речевого сигнала в 21-й третьоктавной полосе (1/3 ОП).

С учетом специфики структурно-пространственной модели АКУРИ математическая модель декомпозирована на 4 взаимосогласованные частные модели: источника акустического сигнала (ИАС); акустических помех и шумов (АПШ); среды распространения (СР) АС и акустического приемника (АПРм).

Модель источника акустического (речевого) сигнала. Значение спектрального уровня акустического сигнала $L_{s_i}(f_{cp_i})$ в 1/3 ОП определяется выражением

$$L_{s_i}(f_{cp_i}) = L_s + 10 \cdot \lg \left(\frac{\int_{f_{ni}}^{f_{ai}} g_s \partial f}{G_s(f)} \right) = L_s + V_i, \text{ [дБ]}, \quad (1)$$

где L_s – интегральный уровень АС, измеряемый на расстоянии 1 м; $G_s(f)$ – усредненный энергетический спектр АС; $g_s(f)$ – усредненная спектральная плотность мощности АС; V_i – весовой энергетический коэффициент i -й полосы, показывающий ее вклад полосы в интегральную мощность АС, при оценке в дБ он имеет отрицательный знак; f_{cp_i} – среднегеометрическая частота i -й полосы; f_{ni} и f_{ai} – соответственно нижняя и верхняя граничные частота i -й полосы. Расчет значений данных частот производится по формулам, приведенным в Гост 1716-82:

$$f_{cp_i} = 10^{\frac{X+i-t}{10}}, \quad f_{ni} = \frac{f_{cp_i}}{2^{\frac{t}{2}}}, \quad f_{ai} = f_{cp_i} \cdot 2^{\frac{t}{2}}, \quad i = \overline{1, N}, \quad (2)$$

где i – номер полосы; N – число полос, равное 7 для ОП и 21 для 1/3 ОП; X – число, равное 18 для ОП и 19 для 1/3 ОП; t – число, равное 1 для ОП и 3 для 1/3 ОП.

Итак, математическая модель ИАС описывается выражением (1), осуществляющим преобразование интегрального уровня речевого сигнала L_s , в его спектральные уровни $L_{s_i}(f_{cp_i})$ в 1/3 ОП. Результат преобразования представляет собой 21-мерный массив данных.

Модель среды распространения АС. Данная модель, учитывая пространственные и энергетические условия разведывательного контакта, описывает неравномерное зависимое от частоты ослабление речевого сигнала в процессе его распространения с учетом особенностей акустики конкретных ВП, их звукоизолирующих и звукопоглощающих возможностей. Из структурно-пространственной модели АКУРИ следует, что возможны 4 варианта пространственных условий разведывательного контакта, задаваемых формализованными параметрами $p1, p2$: подслушивание в открытом пространстве ($p1=p2=0$); подслушивание в ВП ($p1=0, p2=1$); подслушивание за пределами ВП в открытом пространстве ($p1=1, p2=0$); подслушивание в СП ($p1=p2=1$). Исходя из таких условий, спектральный уровень L_c АС в точке размещения АПРм определяется системой:

$$L_c = \begin{cases} L_i - 20 \lg(r_0) - \beta_i r_0 / 1000, & \text{if } p1 = p2 = 0; \\ 10 \lg(10^{0,1L_{n_i}} + 10^{0,1L_{d_i}}) = L_{n_i}, & \text{if } p1 = 0, p2 = 1; \\ L_{n_i} - Z_i - 20 \lg(r_2), & \text{if } p1 = 1, p2 = 0; \\ 10 \lg(10^{0,1(L_{n_i} - Z_i)} + 10^{\lg(S_n / \alpha 2_i S_2)}), & \text{if } p1 = p2 = 1; \end{cases} \quad (3)$$

где L_i – спектральный уровень АС на выходе источника, дБ; r_o – расстояние от ИАС до АПрм в открытом пространстве, м; β – величина коэффициента затухания звука в воздухе; $L_{n\beta i}$ – спектральный уровень АС в точке приема в ВП, создаваемый прямой волной, дБ; $L_{\beta i}$ – спектральный уровень АС в точке приема в ВП, создаваемый диффузной составляющей поля, дБ; L_{n_i} – спектральный уровень АС на границе сред воздух – ограждающая конструкция (ОК) в ВП, дБ; Z_i – коэффициент потерь (затухания) АС в твердой среде распространения (звукоизолирующей ОК), дБ; r_2 – расстояние от наружной поверхности ОК до точки приема АС в открытом пространстве, м; S_n – площадь ОК между ВП и СП, м²; S_2 – площадь внутренних поверхностей СП, в котором размещается ТСАР, м²; α_{2i} – средний спектральный коэффициент звукопоглощения звука в СП.

Значения спектральных уровней АС, создаваемых прямой волной и диффузионной составляющей поля, в точке приема определяются согласно формулам

$$L_{n\beta i} = L_i - 20 \cdot \lg(r_1), \quad L_{\beta i} = 10 \cdot \lg \left[\frac{10^{0,1 \cdot L_i} \cdot 4 \cdot (1 - \alpha_1)}{\alpha_1 \cdot S_1} \right], \quad [\text{дБ}], \quad (4)$$

где S_1 – площадь внутренних поверхностей ВП, м²; α_{1i} – средний спектральный коэффициент звукопоглощения звука в ВП; r_1 – расстояние от источника АС до контрольной точки приема на внутренней поверхности ВП, м.

Итак, с помощью модели среды распространения АС, описываемой выражениями (3) и (4), рассчитываются спектральные уровни L_{c_i} речевого сигнала на входе АПрм ТСАР для различных вариантов разведывательного контакта. При этом величина L_{c_i} существенным образом зависит от величины коэффициента потерь Z_i , который имеет различные значения для различных ОК (стен, потолка, пола, окон, дверей). Типовые значения коэффициентов Z_i берутся из справочников.

Модель акустических помех и шумов. Важнейшими факторами, влияющими на разборчивость речи, являются акустические естественные шумы и преднамеренные помехи, т.к. процесс восприятия речи в шуме сопровождается потерями составных элементов (формант и фонем) речевого сообщения. При этом разборчивость речи будет зависеть от уровня и вида помех (шума) в месте размещения приемника ТСАР.

Спектральный уровень суммарного шума L_{u_i} , наводимый на входе АПрм, определяется выражением

$$L_{u_i} = L_{e_i} + \rho \cdot [L_{n_i} - Z_i + 10 \lg(S_n)], \quad [\text{дБ}], \quad (5)$$

где L_{e_i} , L_{n_i} – соответственно спектральные уровни естественного шума и преднамеренных помех в АКУРИ, измеряемые на входе АПрм. Усредненные (среднестатистические) спектральные уровни L_{e_i} акустических шумов в ОП для типовых помещений и территорий приведены в СНиП 23-03-2003 «Защита от шума». Формализованный параметр ρ характеризует применение активных помех (при $\rho = 1$). Следует отметить, что среда распространения также влияет на величину спектрального уровня преднамеренных помех L_{n_i} , поэтому в выражение (5) введен коэффициент потерь Z_i в ОК, а также коэффициент, учитывающий размеры площади ограждающей конструкции S_n между ВП и СП, как вторичного источника помехового поля.

Спектральный уровень преднамеренного шума L_{n_i} в контрольной точке приема определяется выражением

$$L_{n_i} = L_{no_i} + a \cdot 10 \lg \left(\frac{\chi \cdot \phi}{\Omega \cdot r_1^2} + \frac{4}{Kd_i \cdot B_i} \right) + v \cdot 10 \lg(Kv), \quad [\text{дБ}], \quad (6)$$

где L_{no_i} – спектральный уровень преднамеренного шума на выходе источника помех, a – формализованный параметр, учитывающий наличие источника акустических помех; ν – формализованный параметр, учитывающий наличие источника виброакустических помех; χ – коэффициент, учитывающий влияние внешнего поля и зависящий от отношения расстояния от источника помех до контрольной точки приема и максимальными габаритами источника, χ лежит в пределах от 1 до 3; ϕ – фактор, зависящий от направленности источника помех; Ω – пространственный угол излучения источника помех; Kd – коэффициент нарушения диффузности в ВП, принимающий значения 1,25; 1,6; 2 и 2,5 в зависимости от величины среднего коэффициента звукопоглощения в ВП; $K\nu$ – количество вибродатчиков; B_i – акустическая постоянная ВП в 1/3 ОП, которая определяется следующим образом:

$$B_i = \frac{\alpha_{1i} S_{nov} - \alpha_{1i} S_n + n_z S_z \alpha_{zi}}{1 - \alpha_{1i}}, \quad (7)$$

где α_{1i} – средний спектральный коэффициент звукопоглощения ОК в ВП; S_{nov} – площадь внутренней поверхности ВП; S_n – площадь ОК между ВП и СП; α_{zi} – спектральный коэффициент звукопоглощения дополнительного звукопоглотителя; n_z – количество звукопоглотителей в защищаемой ОК; S_z – площадь звукопоглотителя.

Для защиты речи от подслушивания с помощью ТСАР активно применяются генераторы преднамеренных АП, которые создают шумовые помехи типа белый, розовый или окрашенный шум, а также речеподобные помехи. Математически преднамеренная АП описывается спектральной плотностью мощности шума g_w и средними спектральными уровнями шума L_w в 1/3 ОП. Рассмотрим математическое описание приведенных помех, подробно изложенное в [5]. Так средний спектральный уровень белого шума в 1/3 ОП определяется выражением (6), а розового шума – выражением (7), т.е.

$$L_{\delta w_i} = 10 \cdot \log \left[g_{\delta w} \cdot (f_{\epsilon_i} - f_{n_i}) \right], \text{ [дБ]}, \text{ где } g_{\delta w} = \frac{10^{0,1 \cdot L_{\Pi}}}{f_{\epsilon_N} - f_{n_1}}. \quad (8)$$

$$L_{p w_i} = 10 \cdot \log \left[g_{p w} \cdot (\ln(f_{\epsilon_i}) - \ln(f_{n_i})) \right], \text{ [дБ]}, \text{ где } g_{p w} = \frac{10^{0,1 \cdot L_{\Pi}}}{\ln\left(\frac{1}{f_{n_1}}\right) - \ln\left(\frac{1}{f_{\epsilon_N}}\right)}, \quad (9)$$

где L_{Π} – интегральный уровень преднамеренной помехи, создаваемый источником помех.

Для речи близкой к оптимальной помехе считается окрашенный шум, спектр которого близок к усредненному спектру речи. Средний спектральный уровень окрашенного шума в 1/3 ОП равен

$$L_{ow_i} = 10 \cdot \log \left(k_i \cdot 10^{0,1 \cdot L_{\Pi}} \right), \text{ [дБ]}, \quad (10)$$

где k_i – весовой коэффициент, характеризующий вероятность наличия формант речевого сигнала в i -й полосе частот.

Наиболее эффективной помехой для речевой информации является речеподобная помеха (речевой хор) [7] со спектральным уровнем в 1/3 ОП, равным

$$L_{px_i} = 10 \cdot \log \left(k_i \cdot \frac{10^{0,1 \cdot L_{\Pi}}}{S + 1} + \sum_{s=1}^S \left(1 - \exp\left(-\frac{225}{L_{s_i}}\right) \cdot Rsn_{i,s} \right) \right), \text{ [дБ]}, \quad (11)$$

где S – количество помеховых речеподобных сигналов (фонограмм); L_{s_i} – спектральный уровень исходного (передаваемого) речевого сигнала в 1/3 ОП; $Rsn_{i,s}$ – коэффициент корреляции между спектрами переданного и сгенерированных речевых сигналов в 1/3 ОП.

Итак, выражения (5)–(11) представляют собой математическую модель, описывающую спектральный уровень суммарного шума на входе АПрм, создаваемый за счет наличия естественных шумов и действия системы подавления, генерирующей одну из типовых помех. При этом величина спектрального уровня преднамеренной помехи Lno_i на выходе источника помех в выражении (6) определяется с помощью выражений (8)–(11) в зависимости от типа генерируемого шума.

Модель акустического приемника. Особенность АКУРИ состоит в том, что семантический анализ речи, перехваченной с помощью ТСАР, производит человек. С учетом этой особенности, а также выбранного формантного метода оценки математическая модель АПрм должна описывать функциональную зависимость интегральной величины, характеризующей разборчивость (артикуляцию) речи, от отношения уровней сигнал/шума на входе приемника, т.е. от энергетических условий разведывательного контакта.

Для удобства вычисления данный интегральный функционал следует заменить взвешенной суммой, позволяющей производить расчет формантной разборчивости речи R :

$$R = \sum_{i=1}^n k_i \cdot r_i(Q_i), \quad (12)$$

где i – номер 1/3 ОП, n – их число, k_i – весовые коэффициенты, характеризующие вероятность наличия формант в 1/3 ОП, т.е. их весовой вклад в разборчивость, $r_i(Q_i)$ – коэффициент восприятия формант, зависящий от относительного уровня Q_i сигнал/шум, т.е.

$$Q_i = q_i - \Delta A_i = Lc_i - Lm_i - \Delta A_i + \Theta \cdot Knd_i + m \cdot Kow_i, \text{ дБ}, \quad (13)$$

где q_i – энергетическое соотношение уровней АС и АП; ΔA_i – формантный параметр, характеризующий энергетическую избыточность дискретной составляющей АС; Θ и m – формализованные параметры, уточняющие энергетические условия разведывательного контакта, если $\Theta=1$, то прослушивание речи осуществляется с использованием ТСАР (остронаправленных микрофонов), если $m=1$, то прослушивание речи осуществляется с использованием технических средств шумовой очистки речи; Knd_i – коэффициент направленного действия (КНД) микрофона в 1/3 ОП, характеризующий энергетический выигрыш за счет его применения, дБ; Kow_i – коэффициент улучшения отношения сигнал/шум в 1/3 ОП за счет применения средств шумовой очистки, дБ.

Значения коэффициентов $r_i(Q_i)$ и k_i определяется с помощью аналитических соотношений (12) и (13), обеспечивающих ошибку аппроксимации менее 1 %,

$$r_i = \gamma_i \cdot \left(\frac{0.78 + 5.46 \cdot \exp(-4.3 \cdot 10^{-3} \cdot (27.3 - |Q_i|)^2)}{1 + 10^{0.1|Q_i|}} \right), \text{ где } \gamma_i = \begin{cases} 1, & \text{if } Q_i > 0, \\ 0, & \text{if } Q_i \leq 0, \end{cases} \quad (14)$$

$$k_i = \begin{cases} 2.57 \cdot 10^{-8} \cdot [f_{e.i}^{2.4} - f_{n.i}^{2.4}], & \text{if } f \leq 400 \text{ Гц}, \\ 1.074 \cdot [\exp(-10^{-4} \cdot f_{e.i}^{1.18}) - \exp(-10^{-4} \cdot f_{n.i}^{1.18})]. \end{cases} \quad (15)$$

Теперь, расчет словесной разборчивости речи W легко осуществляется с помощью следующего выражения:

$$W = \begin{cases} 1,54 \cdot R^{0,25} \cdot [1 - \exp(-11 \cdot R)], & \text{if } R < 0,15; \\ 1 - \exp\left(-\frac{11 \cdot R}{1 + 0,7 \cdot R}\right), & \text{if } R \geq 0,15. \end{cases} \quad (16)$$

Выражения (12)–(16) представляют собой математическую модель АПрм, при этом выражение (13) определяет энергетические условия разведывательного

контакта, от которого зависит форматная разборчивость речи, а выражение (16) описывает зависимость величины словесной разборчивости речи от форматной разборчивости.

Разработанная математическая модель может быть положена в основу разработки программного обеспечения для автоматизированных систем аудиомониторинга.

Методика оценки технической защищенности речевой информации. Итак, рассчитанный с помощью приведенной модели информационный параметр, представляющий собой словесную разборчивость речи, позволяет сделать вывод о состоянии защищенности речи в канале утечки, оценить эффективность принимаемых мер защиты.

На основе математической модели АКУРИ разработана программа для расчета словесной разборчивости речи [7], позволяющая автоматизировать предлагаемую методику оценки.

Разработанная методика оценки предусматривает следующую последовательность этапов и операций (действий):

1) Построение для конкретного ВП структурно-пространственной модели АКУРИ, которая включает:

- ◆ нанесение на графический план ВП источника АС;
- ◆ выявление всевозможных путей утечки речевой информации, определение потенциальных мест размещения АПрм ТСАР и нанесение их на план;
- ◆ определение геометрических и акустических параметров ВП и СП: $S_1, S_2, S_n, \alpha_{1i}, \alpha_{2i}, Z_i$;
- ◆ определение пространственных условий разведывательного контакта и пространственных параметров АКУРИ: $p1, p2, r_o, r_1, r_2$.

2) Задание энергетических условий разведывательного контакта: $L_s, Le_i, Ln_i, \Theta, m, Knd_i, Кош_i$.

3) Расчет словесной разборчивости речи W для каждого потенциально возможного АКУРИ.

4) Оценка технической защищенности по каждому потенциально возможному АКУРИ согласно критерию эффективности $W_j < W_{дон}$ ($j = 1, N$, где N – число статистически независимых АКУРИ), который определяется из следующего выражения:

$$W_{дон} = 1 - \sqrt[N]{1 - P_W}, \quad (17)$$

где P_W – общая словесная разборчивость речи, полученная техническими средствами обработки по совокупности N статистически независимых АКУРИ. Например, для того чтобы скрыть факт ведения переговоров в ВП P_W должно быть не более 0,1; тогда при числе каналов, равное трем, $W_{дон}$ будет равно 0,035.

5) Принятие решения о необходимости использования дополнительных мер защиты для АКУРИ, у которого величина словесной разборчивости речи W_j , превышает нормативное пороговое значение $W_{дон}$.

6) Введение дополнительных параметров, характеризующих применение пассивных или активных мер защиты и обеспечивающих ухудшение энергетических условий разведывательного контакта, таких как: $\alpha_i, n_z; S_z, Z_{дон}, Ln_i$.

После этого этапа повторяется этап 4 и при необходимости 5 и 6. И так далее до тех пор, пока не будет обеспечена требуемая техническая защищенность речевой информации в конкретном заданном ВП.

Выводы. Таким образом, в данной работе на основе структурно-пространственной и математической модели АКУРИ разработана методика оценки технической защищенности речевой информации в ВП. Достоинство данной методики и, следовательно, практическая ценность заключается:

- ◆ в универсальности, т.е. возможность применения для различных условий пространственного и энергетического разведывательных контактов;
- ◆ в высокой достоверности за счет математической точности в отображении физических процессов генерации, распространения и восприятия АС в любых условиях обстановки;
- ◆ в многофункциональной применимости, состоящей в возможности использования ее как для расчетного метода контроля на этапе проектирования ВП, так и для инструментально-расчетного метода контроля защищенности речи в ВП в процессе специальных исследований.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Дворянкин С.В., Макаров Ю.К., Хорев А.А.* Обоснование критериев эффективности защиты речевой информации // Защита информации. Инсайд. – 2007. – № 2. – С. 18-25.
2. *Железняк В.К., Макаров Ю.К., Хорев А.А.* Некоторые методические подходы к оценке эффективности защиты речевой информации // Специальная техника. – 2000. – № 4. – С. 39-45.
3. *Каргаишин В.Л.* Некоторые особенности реализации пассивных мер защиты в виброакустических каналах утечки речевой информации // Специальная техника. – 2002. – № 5. – С. 55-60.
4. *Покровский Н.Б.* Расчет и измерение разборчивости речи. – М.: Изд-во литературы по вопросам связи и радио, 1962. – 392 с.
5. *Сагдеев К.М.* Усовершенствование математической модели для оценки акустических каналов утечки речевой информации // Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы безопасности жизнедеятельности и защиты населения и территорий в чрезвычайных ситуациях». – Ставрополь: Сервисшкола, 2010. – С. 195-203.
6. *Сагдеев К.М., Оленев А.А.* Математическая модель акустического канала утечки речевой информации // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 6. – Ч. 3. – С. 668-673.
7. *Сагдеев К.М., Иванов И.И.* Программа для расчета словесной разборчивости речи. – Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2010617339, зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 3 ноября 2010.
8. *Хорев А.А.* Оценка возможностей средств акустической (речевой) разведки // Специальная техника. – 2009. – № 4. – С. 49-63.

Статью рекомендовал к опубликованию к.т.н. В.С. Тоискин.

Сагдеев Константин Мингалеевич – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет»; e-mail: skm63@narod.ru; 355044, г. Ставрополь, ул. Шеболдаева, 11, кв. 88; тел.: 89283216214; кафедра организации и технологии защиты информации; к.т.н.; доцент.

Петренко Вячеслав Иванович – e-mail: petrenko@stavsuv.ru; 355000, г. Ставрополь, ул. Лермонтова, 103, кв. 114; тел.: 89282620691; кафедра организации и технологии защиты информации; зав. кафедрой; к.т.н.

Sagdeev Konstantin Mingaleevich – Federal public independent educational institution of higher education «North-Caucasian Federal University»; e-mail: skm63@narod.ru; 11, Sheboldaev street, fl. 88, Stavropol, 355044, Russia; phone: +79283216214; the department of the organization and technology of protection of information; cand. of eng. sc.; associate professor.

Petrenko Vyacheslav Ivanovich – e-mail: petrenko@stavsuv.ru; 103, Lermontov street, fl. 114, Stavropol, 355000, Russia; phone: +79282620691; the department of the organization and technology of protection of information; head of department; cand. of eng. sc.