

шумомера-анализатора и ПЭВМ (Note Book). Программное обеспечение позволяет получить результаты измерения и обработки сигналов в виде разборчивости речи и отношения сигнал/шум в двадцати третьоктавных полосах. Комплекс предназначен для применения в качестве специализированного измерительного прибора в силовых ведомствах Республики Беларусь, Банках, таможенных службах и т.д.

Комплекс «ФИЛИН-А» является локальной измерительной схемой. Это позволяет обеспечить его производительность примерно в 200 раз выше по сравнению с неавтоматизированными системами.



Рис. 1 – Комплекс измерительный программно-аппаратный «ФИЛИН-А»

В.К.ЖЕЛЕЗНЯК, К.Я.РАХАНОВ, Д.С.РЯБЕНКО

АНАЛИЗ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИГНАЛОВ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОЦЕНКИ ЗАЩИЩЕННОСТИ АНАЛОГОВОЙ И ЦИФРОВОЙ РЕЧИ

Актуальным является защита информации (ЗИ) и контроль её защищенности с высокой точностью в реальном масштабе времени. Системы оценки защищенности должны быть автоматизированными, устойчивыми, оптимальными по заданному критерию (рациональными).

Задача заключается в том, чтобы многокритериальную оценку представить однокритериальной. Таким критерием целесообразно выбрать величину разборчивости речи для каналов утечки информации (КУИ) речевых сигналов. Преимущества однокритериального показателя:

- сравнение 1...n КУИ по величине разборчивости речи;
- выбор наилучшей альтернативы для достижения максимального качества ЗИ;

- установление весового коэффициента $1 \dots n$ КУИ путем сопоставления величины разборчивости речевого сигнала в КУИ;
- оценка эффективности принятых мер ЗИ;
- определение параметров сигналов, искаженных помехами или средой распространения.

По достигнутым значениям нормируемого показателя (разборчивость речи) оценивают альтернативы и выбирают, наилучшую для достижения должного качества ЗИ и максимальной эффективности мер ЗИ.

Обоснование выбора измерительного сигнала для выявления КУИ, присущих речевому сигналу, с учетом факторов, влияющих на точность оценки величины разборчивости речи и принятых мер ЗИ зависит от:

- диапазона частот речевого сигнала;
- количества полос разбиения и ширины полосы сигнала;
- диапазона частот измерительного сигнала;
- наличия согласованного фильтра для речевого сигнала и оптимального приемника для сигнала при воздействии влияющих факторов и в первую очередь шумов и помех;
- возможности оценки слабых сигналов в шумах высокого уровня в КУИ, присущих речевому сигналу;
- уровня измерительного сигнала;
- алгоритма оценки разборчивости с учетом отличий русской речи;
- оптимальности по быстродействию обработки и представления результатов оценки защищенности либо принятых мер ЗИ.

Шумовой сигнал в качестве измерительного не адекватен речевому, не обладает оптимальностью обнаружения в условиях воздействующих факторов (например, шумы высокого уровня, искусственные помехи).

Метрологические характеристики для шумового сигнала не установлены, несмотря на то, что некоторые его характеристики возможно измерить шумомером. Основные параметры речевого и шумового сигналов значительно различаются.

Гармонический сигнал научно обоснован в качестве измерительного на базе корреляционной теории разборчивости речи [1] и апробирован в СИА «К6-6», «ФИЛИН-А». Высокая селективность средств измерений и измерительного сигнала решает задачу достоверного выявления всех видов КУИ (акустического, виброакустического, ПЭМИН, электроакустического, ВЧ- при подключении СИА к выходу НЧ-приемника).

Учитывая факторы, что спектральная характеристика речевого сигнала зависит от частоты, кривая чувствительности уха неравномерна, спектральная плотность фонового шума экспоненциально спадает от нижних частот, распространение речевого сигнала зависит от затухания среды распространения. Среда распространения включает прохождение речевого сигнала через элементы конструкции помещения (окна, двери), инженерные элементы (воздуховоды, системы отопления, газоснабжение и др.).

Эти факторы обуславливают погрешность оценки защищенности без учета АЧХ КУИ [1]. При этом использование гармонического измерительного сигнала на средних частотах полос равной разборчивости либо на средних частотах $1/3$ -октавных полос, и хуже того, на средних частотах октавных полос, допускает увеличение погрешности в КУИ с явно выраженными неравномерностями АЧХ в измеряемом диапазоне частот. Это в полной мере относится к электроакустическому каналу.

Среди множества сложных сигналов преимуществами обладает ЛЧМ-сигнал, который позволяет расширить возможность оценки защищенности речи. Использование ЛЧМ-сигнала позволяет контролировать всю полосу частот октавы ($1/3$ -октавы, полосы равной разборчивости), а не только отдельная точка на оси частот, в отличие от гармонического.

Для решения задачи оценивания параметров сигналов сложной частотно-временной структурой предлагается использовать технику совместных частотно-временных описаний

сигналов [2]. Среди множества форм частотно-временных описаний предпочтение отдается функции плотности распределения сигнальной энергии Вигнера:

$$P_w(f, t) = \int_{-\infty}^{\infty} Z_a^*(t - \tau/2) Z_a(t + \tau/2) \exp(-j2\pi f\tau) d\tau$$

где $Z_a(t) = Z(t) + j\tilde{Z}(t)$ - есть аналитический сигнал, $\tilde{Z}(t)$ - преобразование Гильберта действительного сигнала $Z(t)$, * - знак комплексного сопряжения.

Главное достоинство распределения Вигнера состоит в том, что она обладает свойством максимальной локализации сигнальной энергии, что позволяет измерять параметры сигнала на интервале частот [3]. Оценки параметров сигнала, полученные с помощью плотности распределения Вигнера являются устойчивыми даже при высоком уровне помех.

Для определения информационных показателей, гарантирующих защищенность цифровой речи, выбрана модель двоичного симметричного канала (ДСК).

Основной характеристикой ДСК является вероятность ошибки P [4]:

$$P = Q\left(-\sqrt{2 \cdot E_s / N_0}\right),$$

где E_s - энергия сигнала, N_0 - спектральная плотность шума, $Q(x)$ - функция, определяемая по формуле интеграла вероятности

$$Q(x) = 1/2\pi \cdot \int_x^{\infty} e^{-t^2/2} dt$$

Для симметричного дискретного канала пропускная способность канала C_N в битах на один отсчет вычисляется [5]:

$$C_N = \frac{W}{N} \left[\log_2 M + P_0 \log_2 \frac{P_0}{M-1} + (1-P_0) \log_2 (1-P_0) \right],$$

где P - вероятность ошибочного приема N - мерного сигнала в M - позиционной системе, W - ширина полосы частот.

Пропускная способность ДСК C определяется по формуле [5]:

$$R_{\max} = C = W \left[1 + P \log_2 P + (1-P) \log_2 (1-P) \right], \tag{1}$$

Для многократной ФМ с m_c позициями вероятность ошибочной регистрации $P_{0\text{ФМ}}$ определяется выражением

$$P_{0\text{ФМ}} = \left(1 / \log_2 m_c \right) \left[1 - \Phi \left(\sqrt{2} q \sin \frac{\pi}{m_c} \right) \right]$$

Заключение

Многокритериальную задачу выделения измерительных сигналов в каналах утечки информации и представления результатов оценки предложено представлять однокритериальной. Критерием оценки защищенности предложена нормативная величина разборчивости речи.

В качестве измерительного для оценки разборчивости речи с высокой точностью в реальном масштабе времени предложен сигнал линейной частотной модуляции (ЛЧМ). Анализ шумового, гармонического сигналов показал преимущества ЛЧМ-сигнала.

Для оценки информационных показателей, определяющих защищенность цифровых и аналоговых речевых сигналов по единому критерию, получены выражения, которые позволяют реализовать СИА.

Литература

1. Железняк, В.К. Защита информации от утечки по техническим каналам: учебное пособие. – СПб.: ГУАП, 2006. –188 с.
2. Алексеев, А.А., Кириллов, А.Б. Технический анализ сигналов и распознавание радиоизлучений. – СПб.: ВАС, 1998.–368 с.
3. Дворников, С.В. Теоретические основы синтеза билинейных распределений. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007. 268 с.
4. Зюко, А.Г., Финк, Л.М., Кловский Д.Д. Теория передачи сигналов. // Под ред. М.В., Назарова. – М.: Связь. 1980.
5. Зюко, А.Г. и др. Помехоустойчивость и эффективность систем передачи информации. – М.: Радио и связь. – 1985.

*В.К.ЖЕЛЕЗНЯК, К.Я.РАХАНОВ, Д.С.РЯБЕНКО
В.В.БУСЛЮК, С.И.ВОРОНЧУК, И.В.ЛЕШКЕВИЧ
С.С.ДЕРЕЧЕННИК*

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЯ ИСТОЧНИКОВ ШУМОВОГО СИГНАЛА

Эффективность любой информационной системы оценивают интегральным и частными показателями, одним из которых является степень защиты информации (ЗИ) информационной системы.

Степень защиты информации определяют её мерой, которая устанавливает полноту выделения и оценки существенных факторов, формирующих технические требования к параметрам ЗИ. Мера ЗИ зависит от рационального использования ресурсов, выделенных на ЗИ. Требования к ЗИ определяются функциональным назначением, структурой и параметрами информационной системы. Методы и средства ЗИ формируют с учетом особенностей эксплуатации объекта информатизации, ценности информации, выделяемых сигналов (видео-, речевой, передача данных, простые, сложные), обрабатываемых на объекте.

Разрушение каналов утечки информации (КУИ) со скрытым функционированием информационной системы обеспечивают схемно-конструктивными решениями и средствами ЗИ. Схемно-конструктивные решения реализуют взаимную компенсацию информационных полей рассеивания, срыв паразитных генераций, ослабление информационных мультипликативных ВЧ-излучений, их локализацией и рассогласованием среды распространения.

Важным является разрушение КУИ активными способами – путем маскирования информационных и демаскирующих параметров сигналов маскирующими помехами. Активные методы ЗИ основаны на формировании преднамеренных шумов, обладающих необходимой эффективностью по заданному критерию эффективности, выбор которого обоснован в [1].

Маскирующие помехи, сформированные непосредственно из сигнала (видео-, речевой), наиболее адаптированы к его параметрам [2]. В качестве источников генерации преднамеренных маскирующих шумов широко распространены шумовые диоды.