

2. Егоров Ф.Н., Орленко В.С., Хорошко В.А. Вычислительные модули для системы защиты информации / Збірник наук. праць. Військового інституту КНУ ім. Т. Шевченка. 2008, Вып. №11. – с. 117-124.
3. Капустян М.В., Орленко Т.И., Хорошко В.А. Модели передачи информации с учетом обнаружения, недопущения с учетом обнаружения, недопущения и устранения тупиковых ситуаций / Вісник ДУІКТ, т. 4, №3, 2006. – с. 156-162.

*Поступила 14.03.2008г.*

УДК 621.3

О.В.Рыбальский

## МЕТОД ПРОВЕРКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАЩИТЫ АКУСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

### Вступление

Известно, что основным применяемым методом проверки эффективности активной помехи, используемой для зашумления защищаемого помещения, является метод субъективной оценки разборчивости речи, производимой группой слушателей [1].

Вместе с тем данный метод имеет ряд существенных недостатков. Во-первых, он весьма длителен и трудоемок, а также требует привлечения большого количества людей. Во-вторых, качество оценки зависит от уровня подготовки слушателей, что не может обеспечить уверенность в достоверности такой оценки.

Исходя из этого было бы, по нашему мнению, целесообразно разработать метод экспресс-анализа, позволяющий получить объективную и достоверную оценку эффективности уровня зашумления.

### Основная часть

Известно, что еще в 70-х годах XX века профессором Пироговым А.А. был предложен метод объективного экспресс-анализа качества трактов передачи речевых сообщений, основанный на использовании критериев, адекватных принципам оценки качества слуховым анализатором человека [2]. Этот метод был развит до реальных методик и средств [3].

Метод основан на сопоставлении фонетической функции речевого сигнала на входе и выходе исследуемого тракта передачи.

Вместе с тем, фонетическая функция речи (ФФР) достаточно широко используется в фоноскопической экспертизе [4], а мы считаем, что все исследования эффективности блокирования технических каналов утечки акустической информации должны строиться с учетом возможностей очистки речевых сигналов, используемых в такой экспертизе.

Более того, в процессе разработки методов и средств проведения такой экспертизы было установлено, что ФФР имеет максимумы при произнесении артикулированных звуков и минимумы в моменты, когда артикуляция отсутствует [4]. Рассмотрим особенности ФФР в плане построения систем фоноскопической экспертизы и попытаемся проанализировать ее пригодность для оценки эффективности защищенности акустической информации.

ФФР можно записать как

$$P(\omega, t) = C \int_0^{\infty} e^{-\frac{\tau}{T}} \lg \frac{S(\omega, t)}{S[\omega, (t - \tau)]} d\tau, \quad (1)$$

где

$P(\omega, t)$  – двумерная фонетическая функция речи;  
 $\Omega$  – частота;

$t$  – время;

$S(\omega, t)$  – двумерная спектрально-временная функция речи;

$\tau$  – интервал времени между спектральными сечениями спектрально-временной функции речи;

$T$  – постоянная времени затухания слуховых ощущений;

$C$  – постоянная интегрирования [4].

Из (1) следует, что, во-первых, ФФР инвариантна относительно частотной характеристики тракта. Во-вторых, ее построение адекватно физиологическому закону Вебера–Фехнера, определяющего силу звуковых ощущений как логарифмическую меру спектральных интенсивностей в разные моменты времени [5]. И, в-третьих, экспоненциальная функция с постоянной времени слухового анализатора соответствует известной гипотезе, что слуховые ощущения затухают по экспоненте [4].

Для фоноскопической экспертизы были разработаны специальные методы, построенные на выведенной для этого из ФФР артикуляционной функции речи (АФР)

$$M(t) = \frac{1}{\omega_2 - \omega_1} \int_{\omega_1}^{\omega_2} C \int_0^{\infty} e^{-\frac{\tau}{T}} \lg \frac{S(\omega, t)}{S[\omega, (t - \tau)]} d\tau d\omega, \quad (2)$$

где

$\omega_1, \omega_2$  – нижняя и верхняя частота спектра речевого сигнала.

Далее было показано однозначное соответствие между реальными речевыми сигналами и АФР, а затем разработаны необходимые алгоритмы, в том числе и алгоритмы автоматической сегментации непрерывного речевого потока на фонемы, поскольку ФФР обладает сегментирующим свойством. Сегментация производится по максимуму сигнала [4].

Учитывая эти особенности ФФР и АФР можно предположить, что мерой эффективности зашумления звуковых сигналов может служить возможность восстановления этих функций после воздействия средств защиты по отношению к этим функциям, полученным при выключенных средствах зашумления.

Поскольку такого рода измерения не требуют значительных временных затрат и не предполагают применения метода субъективной оценки разборчивости речи группой слушателей, то предложенный метод вполне может быть использован для экспресс-анализа уровня защищенности акустической информации.

Следует отметить, что в [3] приведен алгоритм вычисления сопоставимости сигналов на входе и выходе тракта передачи акустической информации, который, по нашему мнению, вполне отвечает требованиям экспресс-анализа эффективности зашумления, основанный на вычислении усредненного по времени и частоте среднеквадратичного отклонения. В соответствии с ним предлагается вычислять модуль мгновенного спектра сигнала как

$$S(\omega, t) = \left| \int_0^t e^{-\frac{\tau-t}{T}} f(\tau) e^{-j\omega\tau} d\tau \right|, \quad (3)$$

где

$f(\tau)$  – исследуемый сигнал,

а затем вычислять ФФР по формуле (1). При этом вычисления проводятся как для сигнала, не прошедшего тракт передачи, так и для сигнала на выходе этого тракта.

Далее вычисляется усредненное по времени и частоте среднеквадратичное отклонение  $\delta$  ФФР входного и выходного сигналов. Оно вычисляется по формуле

$$\delta = \int_0^{\Omega} W(\omega) \sqrt{\int_{-\infty}^{\infty} [P_1(\omega, t) - P_2(\omega, t)]^2 dt} d\omega, \quad (4)$$

где

$P_1(\omega, t)$  – ФФР входного сигнала,

$P_2(\omega, t)$  – ФФР выходного сигнала,

$W(\omega)$  – весовая функция, выбираемая в соответствии со шкалой равных артикуляций.

По нашему мнению, этот метод целиком применим к случаю анализа надежности зашумления. При этом методика проведения таких измерений должна содержать следующие шаги:

1. Делается запись речевой информации, содержащая все звуки, имеющиеся в русской и украинской речи.

2. Запись делается разными дикторами, желательно, чтобы запись представлялась в виде диалога нескольких дикторов.

3. Данная запись воспроизводится в не зашумленном помещении при выключенной аппаратуре защиты.

4. Производятся необходимые записи на различных временных участках воспроизведенной информации.

5. Повторяется воспроизведение этой же информации и ее запись при включенной аппаратуре защиты.

6. Производятся необходимые вычисления.

7. Определяется степень защищенности помещения.

Отметим, что величину постоянной времени затухания слуховых ощущений  $T$  следует принять равной примерно 300 мс, что соответствует физиологии слуха человека [5,6], а величину интервала времени между спектральными сечениями спектрально-временной функции речи  $\tau = 200$  мс [4]. Но видимо значения этих параметров подлежат экспериментальному уточнению, поскольку они приняты для фоноскопических исследований и являются эмпирическими.

Разумеется, что для внедрения такого метода необходимо провести предварительные исследования. Они могут быть построены на сравнении существующих методов с предложенным. Однако при этом следует учесть объективность полученных оценок, для чего воспользоваться услугами профессиональных экспертов-фоноскопистов и теми способами и аппаратурой очистки, которые применяются при экспертизе.

### Выводы

Мы полагаем, что свойства фонетической функции речи и артикуляционной функции речи позволяют применить их для создания методик и аппаратуры экспресс-анализа эффективности защиты акустической информации.

### Список литературы

1. *Хорошко В.А., Чекотков А.А.* Методы и средства защиты информации. – К.: ЮНИОР, 2003. – 501 с.
2. *Пирогов А.А.* К вопросу о фонетическом кодировании речи // *Электросвязь*, № 10, 1967. – С. 24 – 31.
3. *Соболев В.Н., Титова Г.В.* Исследование объективного метода экспресс-анализа качества каналов передачи речевых сообщений / *Автоматическое распознавание слуховых образов: Тезисы докладов VIII Всесоюзного семинара, ч. 1.* – Львов, 1974. – С. 87 – 89.

4. Тимошенко П.Ю., Салтевский М.В., Жариков Ю.Ф. Теория и практика использования следов памяти (идеальных отображений) в расследовании преступлений / Отв. ред. проф. Р.С. Белкин. – К.: УАВД, 1991. – 88 с.

5. Соловьев А.И. Основы психологии слуха. – Л.: Изд. Ленингр. ун-та, 1972. – 187 с.

6. Калинин Ю.К. Разборчивость речи в цифровых вокодерах. – М.: Радио и связь, 1991. – 220 с.

Поступила 28.03.2008г.

УДК 004.056.5 (043.2)

Г.Ф. Конахович, А.В. Єремєєва

### ОЦІНКА ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ МОВИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ СМУГОВОГО ВОКОДЕРА В ЗАХИЩЕНИХ КАНАЛАХ ЗВ'ЯЗКУ

**Вступ.** На сьогодні при стрімкому розвитку сучасних засобів передачі інформації актуальною стала тема захисту інформації, що передається, від несанкціонованого доступу або витоку. При проектуванні систем захисту інформації найбільша увага приділяється вибору засобів захисту. Найбільша погроза для безпеки інформації надходить від ліній телефонного зв'язку, тому найбезпечніший спосіб запобігання підслуховуванню телефонних розмов є застосування скремблерів, в складі яких використовується смуговий вокодер або вокодер із лінійним пророкуванням мови.

**Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Якість передавання мови – одна з найважливіших експлуатаційних характеристик будь-якої телефонної апаратури. Тому для виробництва і експлуатації цієї апаратури потрібно мати методи кількісної оцінки її якості. Один з можливих підходів до вирішення цього завдання – оцінювання якості переговорної апаратури аналізуванням вимірювальних електроакустичних і електричних характеристик. Але така оцінка не задовольняє запити виробництва та експлуатації, оскільки суб'єктивна оцінка значною мірою залежить від думки особи, яка виконує випробування; не дозволяє отримати безперечну цифру, яка могла б бути відтворена другим випробувачем. Тому бажано було б мати показники якості передавання мови, які були б числовими і носили об'єктивний характер не залежно від думки та стану випробувача [2].

Існує чотири основних критерії, по яких оцінюються характеристики пристроїв закриття мовних сигналів, а саме: розбірливість мови, ідентифікація того, що говорить, ступінь закриття й основні технічні характеристики системи.

Прийнятною комерційною якістю відновленої на прийомному кінці мови вважається таке, коли слухач може без зусилля визначити голос того, що говорить й зміст повідомлення. Крім цього, під гарною якістю переданого мовного сигналу мається на увазі й можливість відтворення емоційних відтінків й інших специфічних ефектів розмови [3].

**Постановка завдання.** Параметри вузькосмугових закритих систем передачі мови, що впливають на якість відновленого вузькосмугового мовного сигналу, визначаються способами кодування, методами модуляції, впливом шуму, інструментальними помилками й умовами передавання. Шуми й завади впливають на характеристики кожного компонента системи порізно, а зниження якості, що відчуває користувач, походить від сумарного ефекту зниження характеристик окремих компонентів.

Існуючі об'єктивні методи оцінки якості мови й систем не придатні для порівняння характеристик вузькосмугових дискретних систем зв'язку, у яких мовний сигнал спочатку перетворюється в систему параметрів на передавальній стороні, потім передається по каналу зв'язку, а потім синтезується в мовний сигнал у приймачі.

Аналіз якості переривчастої передачі мови звичайно здійснюється методами імітаційного моделювання або експертних оцінок. Розглянемо аналітичний метод.