

$$\begin{cases} \hat{\lambda}(0) = \Lambda_0, \\ P(0) = \sigma_0^2. \end{cases} \quad (13)$$

Совокупность уравнений (12) и (13) определяет решение поставленной задачи фильтрации интенсивности пуассоновского потока (1), (5). Соответствующий алгоритм может быть реализован с помощью доступных технических средств.

### НОВЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ИЗБЫТОЧНОСТИ СКРЕМБЛИРОВАНИЯ

Котенко В.В., Евсеев А.С.

*Южный Федеральный Университет*

*Ростов-на-Дону, Россия*

Основу подхода составляет представление ансамбля криптограмм  $Y$ , как результата искажения ансамбля сообщений  $X$  виртуальным шумом скремблирования. Тогда коэффициент избыточности может быть представлен как

$$\mu_Y = \frac{B[Y]}{H_{\max}[Y]} = 1 - \frac{I[X;Y]}{H_{\max}[Y]} - \frac{H[Y/X]}{H_{\max}[Y]}. \quad (1)$$

Учитывая, что элементы ансамбля  $Y$  можно рассматривать как искаженные по закону ключа результаты цифрового представления ансамбля  $X$ , нижняя граница  $H_{\max}[Y]$  может быть определена как:

$$H_{\max}[Y] > \log_2 M_x = \log_2 2^{kC_e} = kC_e, \quad (2)$$

где  $C_e$  – эпсилон-энтропия цифрового представления речевого процесса.

Учитывая физическую интерпретацию  $C_e$ , как минимальное число двоичных в единицу времени необходимое для восстановления рече-

вой информации с заданной точностью, коэффициент  $k$  определяется как  $k = T_d$ , где  $T_d$  – средняя длительность логических элементов речи. С учетом (2) выражение (1) может быть приведено к виду

$$\mu_Y \geq 1 - \overset{\circ}{I} - \frac{1}{kC_e} H[X/Y], \quad (3)$$

где  $\overset{\circ}{I} = I[X;Y]/(kC_e)$  нормированное значение среднего количества информации.

На основании [1] условная энтропия  $H[X/Y]$  представляется как

$$H[X/Y] \leq (1-W)\log_2(2^{kC_e} - 1) - (1-W)\log_2(1-W) - W\log_2 W, \quad (4)$$

где  $W$  – разборчивость. Значение коэффициента  $\alpha$  для речевого процесса согласно [1] определяется как  $\alpha \approx 1000$ .

Согласно (4) выражение (3) окончательно может быть приведено к виду

$$\mu_Y \geq 1 - \overset{\circ}{I} - (1-W)\log_2(2^{kC_e} - 1)/(kC_e) - ((1-W)\log_2(1-W) + W\log_2 W)/(kC_e). \quad (11)$$

Зависимость словесной и слоговой избыточности скремблирования от уровня виртуального шума скремблирования приведена в таблице 1.

**Таблица 1.** Зависимость словесной и слоговой избыточности скремблирования от уровня виртуального шума скремблирования

Сигнал/шум	0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,8	1	3
Словесная избыточность	0,104	0,085	0,089	0,196	0,288	0,4	0,47	0,5	0,54	0,84
Слоговая избыточность	0,156	0,12	0,131	0,23	0,31	0,41	0,48	0,51	0,57	0,831

Предложенный подход впервые открывает возможность оценки избыточности скремблирования относительно различных логических форм речи. Его дальнейшее развитие позволит выйти на принципиально новый уровень оценки эффек-

тивности скремблирования на основе комплексного анализа разборчивости и избыточности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Величкин А.И. Передача аналоговых сообщений по цифровым каналам. М.: Радио и связь, 1983. 240с.

**МОДЕЛЬ РАСЧЕТА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ СИСТЕМЫ ПОДВИЖНОЙ РАДИОСВЯЗИ 3G В РЕЖИМЕ РЕЧЬ-ДААННЫЕ**

Шорин О.А., Бабин А.И., Иванов А.М.

*Национальный институт радио и инфокоммуникационных технологий (НИРИТ) Москва, Россия*

В настоящее время сети подвижной радиосвязи (СПРС) бурно развиваются. Быстро растет спрос мобильных абонентов в мультимедийных услугах, таких как мобильный доступ в Internet, передача видеоизображений, асимметричные и интерактивные услуги широкополосной связи и так далее. Ожидается значительное повышение объема интегрального трафика в СПРС третьего поколения. Поэтому особую актуальность приобретает проблема разработки метода анализа пропускной способности системы подвижной радиосвязи (СПРС) в совмещенном режиме передачи речи и данных. Теория телетрафика использует при построении моделей аппарат и методы, развитые в теории массового обслуживания. К сожалению, большинство этих моделей и методов применимы только для весьма узкого класса ситуаций с простейшими предположениями о характере входного потока, дисциплине и распределении времени обслуживания. Проблемы, возникающие в современных системах связи, не могут анализироваться этими методами в точной обстановке. По этой причине единственным реальным средством получения численных значений характеристик качества функционирования систем связи является использование метода декомпозиции, когда построенная модель с помощью упрощающих преобразований разбивается на отдельные модули, каждый из которых анализируется независимо с использованием стандартных средств теории телетрафика.

Предполагается, что в систему поступают два потока: речь и данные с соответствующими интенсивностями,  $\lambda_1$  - интенсивность поступления пуассоновского потока речевой нагрузки;  $\lambda_2$  -

интенсивность поступления пуассоновского потока пакетов данных;  $\mu$  - параметр экспоненциального распределения времени передачи речевого сообщения. Речевое сообщение имеет абсолютный приоритет в получении каналов связи перед пакетом данных и так же, как пакет, использует для своей передачи единственный канал связи.

Для примера рассмотрим подсистему базовых станций сотовой связи стандарта GSM/GPRS(BSS). В состав BSS входит контроллер базовых станций BSC, который обслуживает потоки речи и данных, т.е. одной из его основных функций является управление распределением канального ресурса для поступающей нагрузки. В системе предполагается режим равного доступа любого из  $M$  абонентов к любому из  $L$  предоставляемых каналов. Каждый абонент системы имеет возможность передавать пакеты данных или речевые вызовы. Пакеты данных могут предназначаться для передачи только по освободившимся в данный момент каналам из общего числа  $L$  каналов. Из теории телетрафика известно, что среднее время обслуживания Пуассоновского потока требований  $T_{cp} = 1/\mu$ , поэтому будем считать, что все пакеты имеют одинаковую длину, равную  $\beta = 1/\mu$ . Соответственно нагрузка пакетной передачи данных определяется  $\rho_2 = \lambda_2 \beta$ , а

речевая нагрузка  $\rho_1 = \frac{\lambda_1}{\mu}$ . В данном случае

передача пакетов осуществляется по  $l$  освободившимся каналам, то есть каждый абонент получает «случайный доступ» в один из  $l$  освободившихся каналов.

В силу независимости процесса передачи речевых сообщений от процесса поступления и обслуживания пакетов данных оценку значений  $N_1$  и  $L_{cp}$  можно вести в рамках стандартной модели теории телетрафика с потерями заблокированных вызовов, имеющей  $L$  полнодоступных каналов, Пуассоновский входной поток нагрузки интенсивности  $\lambda_1$ , экспоненциально распределенное время обслуживания со средним  $1/\mu$ . Доля сообщений речевой нагрузки, потерянных из-за отсутствия свободных для передачи каналов  $N_1$  определяется вследствие пуассоновского характера поступления речевых сообщений формулой Эрланга В.

$$N_1 = P_{отк1} = \frac{\left(\frac{\rho_1^L}{L!}\right)}{\sum_{k=0}^L \left(\frac{\rho_1^k}{k!}\right)} \quad (1)$$

Из теории телетрафика известно, что среднее число каналов, свободных от обслужива-

ния речевых вызовов, т.е. каналов, пригодных для передачи пакетов  $\bar{N} = L - \rho_1(1 - P_{отк1})$ .