

Кропотов Ю.А., Белов А.А.

Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
e-mail: kaf-eivt@yandex.ru

### Алгоритм обработки акустических сигналов для компенсации отражений эха и подавления акустических шумовых помех

В свободном пространстве эхо-сигналы образуются в результате отражений, обусловленных особенностями рельефа местности, расположения строений и крупногабаритных объектов. Значительные размеры территории приводят к большим задержкам распространения эхо-сигналов и снижению разборчивости речи. Кроме того, в акустическом поле с множеством различных каналов эха часто возникают зоны молчания, что, в частности, необходимо учитывать при проектировании систем оповещения [2-4]. Импульсные функции в каналах распространения эха можно при этом принять за некоторые постоянные коэффициенты передачи.

С учетом этого модель множественных отражений, принимает вид

$$y(t) = \sum_{k=1}^r a_k u(t - \tau_k) = \sum_{k=1}^r a_k u(t - D_k T). \quad (1)$$

Задача при этом заключается в определении параметров затухания  $a_k$  и запаздывания  $\tau_k = D_k T$  для  $r$  каналов эхо-сигналов.

По условию, сигнал  $u(t)$ , отражения которого формируют эхо-сигналы  $y(t)$ , является известным и нестационарным. Это позволяет применить при оценивании параметров  $a_k$  и  $D_k$  технику корреляционного анализа.

Таким образом, алгоритм обработки сигнала для компенсации отражений эхо-сигналов  $y(t-D)$  и для подавления акустических шумовых помех  $\gamma(t)$  может быть описан в следующем виде:

- на вход микрофона поступает сигнал  $x(t) = u_0(t) + y(t-D) + \gamma(t)$ ;

- в блоке вычисления долговременных параметров вычисляются  $D_k$  and  $a_k$ , методом

корреляционно-экстремального оценивания [1], в виде  $R_{u_0,x} = \frac{1}{N+1} \sum_{n=0}^N x(n-D)u_0(n)$ ,

$$\hat{a}_k = \frac{R_{u_0,x} \hat{D}_k T}{R_{u_0,u_0}(0)}, \text{ при } \hat{a}_k \geq \beta, D = \hat{D}_k;$$

- вычисляется опорный сигнал для адаптивного фильтра  $L$ -го порядка  $\hat{y}_k(n) = \hat{a}_k u_0(n - \hat{D}_k + L/2)$ .

- выходной сигнал сумматора  $x(n) = u_0(n) + e(n) + \gamma(n)$ , где  $e(n) = y(n-D) - \hat{y}_k(n-D)$ ;

- на выходе шумоподавляющего устройства  $x(n) = u_0(n) + e(n) + B\gamma(n)$ ,  $B < 0,01$ ,  $e(n) < 0,01$ , тогда  $x(n) \approx u_0(n)$ .

### Литература

1. Кропотов Ю.А., Парамонов А.А. Методы проектирования алгоритмов обработки информации телекоммуникационных систем аудиообмена: моногр.-М.-Берлин: Директ-Медиа,

2015.- 226с.

2. Кропотов Ю.А., Быков А.А. Алгоритм подавления акустических шумов и сосредоточенных помех с формантным распределением полос режекции // Вопросы радиоэлектроники. 2010. Т. 1. № 1. С. 60-65.

3. Кропотов Ю.А. Алгоритм определения параметров экспоненциальной аппроксимации закона распределения вероятности амплитуд речевого сигнала // Радиотехника. 2007. № 6. С. 44-47.

4. Быков А.А., Кропотов Ю.А. Модель закона распределения вероятности амплитуд сигналов в базисе экспоненциальных функций системы // Проектирование и технология электронных средств. 2007. № 2. С. 30-34.