

Кропотов Ю.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

Методы адаптивной фильтрации для подавления внешних акустических помех в системах телекоммуникаций аудиообмена

Согласно исследованиям в [1, 2] для корректного приема передаваемого речевого сообщения по зашумленному каналу, требуется обеспечить отношение $P_c/P_{ак. пом.}$ не менее 20 дБ. Поэтому при проектировании систем телекоммуникаций, в частности систем громкоговорящей связи (ГГС), работающих в условиях воздействия внешних акустических шумовых помех, ставится задача создания алгоритмов эффективного подавления вышеуказанных помех для обеспечения необходимого отношения $P_c/P_{ак. пом.} \geq 20$ дБ.

Исследования спектральных функций речевых сигналов и внешних шумовых помех в [1] показали, что спектр наиболее распространенных помех – внешних акустических шумов смещен относительно спектра речевых сигналов в низкочастотную область, что позволяет предполагать, что для повышения отношения $P_c/P_{ак. пом.}$ можно применить методы линейной фильтрации.

Другой фактор, позволяющий применить линейную фильтрацию для подавления акустических шумов, это возможность увеличения области режекции в диапазоне от $F = 0$ Гц, до $F_n = 300-1000$ Гц, в соответствии с исследованиями в [1, 2]. Из этих исследований видно, что при увеличении нижней границы воспроизводимых частот до $F = 1000$ Гц величина S практически не изменяется, принимает значение не менее 94%, что является допустимым.

Таким образом, вышеперечисленные факторы позволяют рассмотреть возможность проектирования адаптивных алгоритмов обработки речевых сигналов и подавления акустических помех за счет управляемого изменения области режекции в интервале от 0 Гц до (300÷1000) Гц, в зависимости от помеховой обстановки.

Процесс фильтрации спектральных функций речевого сигнала $G(f)$ и помехи $G_{II}(f)$ и, соответственно, изменения отношения P_c/P_{II} в зависимости от изменения F_n в пределах $300 \text{ Гц} \leq F_n \leq 1000 \text{ Гц}$ проиллюстрирован на рис. 1. На рис. 1 хорошо видно, что площадь подынтегральной функции $G_{II}(f)$ соответствующая $P_{ак. пом.}$ уменьшается быстрее при изменении F_n от 300 Гц до 1000 Гц, чем площадь подынтегральной функции $G(f)$. Рис. 1 показывает, что основная энергия спектральной функции $G(f)$ остается в пределах от 0 Гц до F_n , то есть вне полосы пропускания фильтра прямоугольной формы.

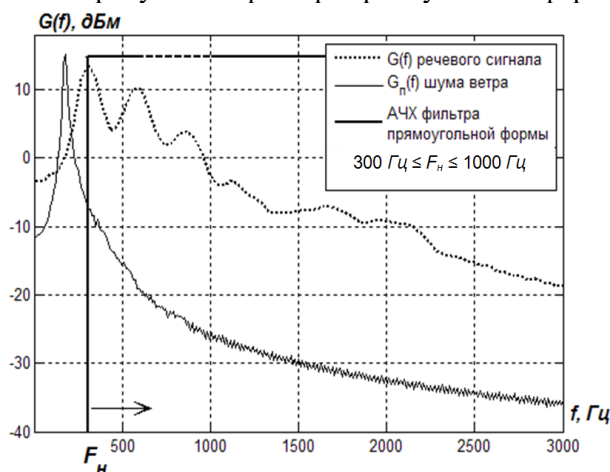


Рис. 1. Иллюстрация модели фильтрации спектральных функций речевого сигнала $G(f)$ и помехи $G_{II}(f)$ в зависимости от изменения значения F_n

Таким образом, отношение значений P_c и $P_{ак.пом.}$ на выходе фильтра прямоугольной формы показывает зависимость степени подавления акустических шумов относительно речевых сигналов от величины области режекции от 0 Гц до F_H в АЧХ тракта. В дискретном случае представления спектральных функций получим отношение $P_c / P_{ак.пом.}$ в виде

$$\frac{P_c}{P_{ак.пом.}} = \frac{\sum_{\ell_n}^{\ell_n} G(\ell \cdot \Delta f)}{\sum_{\ell_n}^{\ell_n} G_{II}(\ell \cdot \Delta f)},$$

где при длительности интервала анализа $\tau_{сегм}$, число отсчетов в интервале анализа $N = \frac{\tau_{сегм}}{T}$,

$\Delta f = \frac{F_0}{N}$ интервал дискретизации спектральной функции по частоте, $\ell_n = \frac{F_H}{\Delta f}$ - номер

частотного интервала, для низкочастотного среза АЧХ F_H .

Таким образом, изменяя ℓ_n в выражении отношения $P_c / P_{ак.пом.}$ будет получена функция изменения этого отношения на выходе фильтра прямоугольной формы в зависимости от ширины области подавления, которая находится в пределах от 0 до $F_H = \ell_n \cdot \Delta f$.

Литература

1. Кропотов Ю.А., Парамонов А.А. Методы проектирования алгоритмов обработки информации телекоммуникационных систем аудиообмена: моногр.-М.-Берлин: Директ-Медиа, 2015.- 226 с.
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.