

Исследования количественных характеристик влияния сосредоточенных помех на отношение сигнал/помеха в системе передачи акустических сигналов

Ю.А. Кропотов

Федеральное агентство по образованию МУРОМСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования
 «ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 602264, г. Муром Владимирской обл., ул. Орловская, 23, тел.: (49234) 77273
 E-mail: kaf-eivt@yandex.ru

Исследования количественных характеристик влияния сосредоточенных помех на процесс передачи полезной информации является актуальными, так как фактором понижения отношение сигнал/помеха в системах передачи/приема акустических сигналов является наличие сосредоточенных акустических помех, представляющих узкополосные колебательные процессы медленно меняющимися параметрами.

Рассмотрим систему передачи информации (рис. 1), на входе которой действует сигнал, несущей информацию в виде случайного процесса $x(t)$ с дисперсией σ^2 [1].

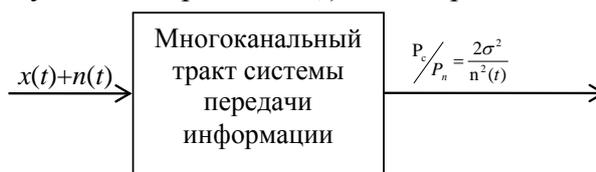


Рис. 1. Система передачи информации

На вход системы также воздействует сосредоточенная помеха в виде гармонического колебания на частоте f_0 с амплитудой $n(t)$. Мощность процесса – сосредоточенной помехи определяется как $P_n = n(f_0) = \frac{n^2(t)}{2}$. Отношение P_c/P_n на выходе системы существенно не изменяется относительно входного, при условии, что идеализированная АЧХ тракта системы имеет прямоугольную форму с коэффициентом передачи равным единице в полосе пропускания, спектральная функция процесса $x(t)$ не искажается, частота сосредоточенной помехи f_0 находится в пределах $F_n \div F_e$ (F_n – нижняя частота среза АЧХ, F_e – верхняя частота среза АЧХ тракта). Отношение сигнал/помеха на выходе системы имеет вид $\frac{P_c}{P_n} = \frac{\sigma^2}{n(f_0)} = \frac{2\sigma^2}{n^2(t)}$.

Рассмотрим узкополосный канал, являющийся элементом гребенки фильтров суммарного канала – общего тракта системы передачи информации.

Определим АЧХ узкополосного канала как $k(f) = \begin{cases} 1, & f_1 \leq f \leq f_2, \\ 0, & \text{при других } f, \end{cases}$ где $f_2 - f_1 = \Delta f$ – ширина

полосы пропускания АЧХ узкополосного канала.

Мощность процесса $x(t)$ на выходе узкополосного канала определяется как

$$P_{\Delta} = \int_{f_1}^{f_2} k^2(f)G(f)df \approx \Delta f \cdot G'(f) \quad (1)$$

где $G(f)$ – преобразование Фурье от АКФ процесса $x(t)$;

$G'(f) = \text{const}$, спектральная плотность мощности процесса $x(t)$ в пределах от f_1 до f_2 , величина постоянная при условии, что $\Delta f \ll \Delta F$, $\Delta F = F_\sigma - F_n$;

ΔF – ширина полосы пропускания АЧХ суммарного канала – общего тракта системы передачи информации, согласованная с эффективной полосой спектра $\Delta F_{\text{сигн.}}$ как $\Delta F \geq \Delta F_{\text{сигн.}}$.

Таким образом, алгоритм вычисления отношения сигнал/помеха на выходе узкополосного канала получает структуру как на рис.2 [2].

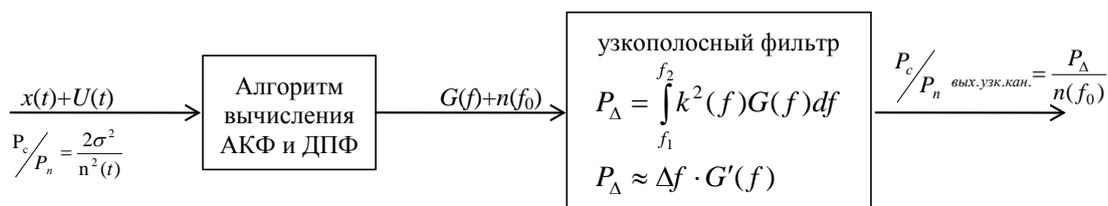


Рис. 2. Алгоритм вычисления отношения сигнал/помеха

Если принять с некоторой допустимой погрешностью для принятия технических решений, что $G(f)$ в пределах от F_n до F_σ величина не меняющаяся, то её значение определим выражением

$$G(f) = \frac{\sigma^2}{\Delta F}, \quad (2)$$

тогда

$$P_\Delta = \Delta f \cdot G(f) = \frac{\Delta f \sigma^2}{\Delta F}.$$

В этом случае отношение $\frac{P_c}{P_n}$ вых. узк. кан. на выходе узкополосного канала уменьшается в $\frac{\Delta F}{\Delta f}$

раз по отношению к входному отношению $\frac{P_c}{P_n}$, то есть $\frac{P_c}{P_n}$ вых. узк. кан. = $\frac{\Delta f}{\Delta F} \cdot \frac{2\sigma^2}{n^2(t)}$.

Коэффициент передачи для сосредоточенной помехи других узкополосных каналов гребенки фильтров, в полосу прозрачности АЧХ которых не попадает средняя частота колебаний f_0 вышеуказанной помехи, в отличие от идеального случая, когда $k(f_0)=0$ при $f_0 < f_1$ и $f_0 > f_2$, принимает реальное значение $k_{\text{подавл.}} \ll 1$. Количественное значение его представляется как коэффициент подавления сигналов, частоты которых не попадают в полосу прозрачности АЧХ узкополосных фильтров. Коэффициент подавления сигналов в свою очередь определяется технической реализацией узкополосного фильтра в канале и находится в пределах $k_{\text{подавл.}} = -30 \div -60$ дБ.

Полученные в ходе исследования результаты показывают, что наличие сосредоточенных помех при функционировании систем передачи информации приводит к ухудшению отношения сигнал/помеха до существенных значений (до -6 дБ), что практически выключает передачу информации.

Представленная проблема решается путем реализации тракта в виде многоканальной гребенки фильтров. Выключением пораженного канала формируется область режекции подавления сосредоточенной помехи. Степень подавления сосредоточенной помехи определяется технической реализацией узкополосных полосовых фильтров в каналах.

Появление области режекции также влияет на потерю полезной мощности сигнала, несущего информацию, однако, при выполнении условия $\Delta f \ll \Delta F$, такие потери незначительны ($K_{\text{ИТ}} = -0,5$ дБ

при $\Delta f = 0,1 \cdot \Delta F$) и они оправданы за счет выигрыша отношения P_c/P_n при эффективном подавлении сосредоточенных помех.

Литература

1 Кропотов, Ю.А. Экспериментальные исследования закона распределения вероятности амплитуд сигналов системы передачи речевой информации // Проектирование и технология электронных средств.–2006.- №4. - С. 37-42.

2 Кропотов, Ю.А. Метод интерполяционной фильтрации в задачах обработки речевых сигналов во временной области / В.А. Ермолаев, О.Е. Карасев, Ю.А. Кропотов // Вестник компьютерных и информационных технологий . – 2008 . - №7. - С. 12-17.