

## МЕТОДИКА ОЦЕНИВАНИЯ ШУМА КВАНТОВАНИЯ ЦИФРОВОГО ФИЛЬТРА

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь,

Левчук В.А., Подинако А.В., Арлович С.В.

Печень Т.М. – Старший преподаватель

Предложена методика оценивания шума квантования цифрового фильтра. В данной работе изучены такие характеристики цифрового фильтра, как шум квантования, отклик фильтра на входной шум, ошибка сигнала в любой точке структуры фильтра, дисперсия входного шума, дисперсия шума квантования на выходе фильтра.

Методика оценивания шума квантования цифрового фильтра предусматривает следующие этапы:

– Если на вход цифрового фильтра с импульсной характеристикой  $h(t)$  поступает сигнал  $x(t)$ , то выходной сигнал фильтра определяется выражением:

$$y(n) = \sum_{m=0}^{N-1} h(m)x(n-m)$$

В результате квантования входного сигнала образуется шум квантования  $e_{in}(n)$ , который накладывается на входной сигнал и воздействует на фильтр. В силу линейности фильтра можно вычислить реакцию фильтра  $e_{out}(n)$  на входной шум. При этом подразумевается, что все вычислительные устройства и запоминающие устройства, используемые при конструировании фильтра имеют бесконечную разрядность.

– Для нахождения ошибки сигнала в любой точке структурной схемы фильтра, обусловленную шумом квантования входного сигнала  $e_{in}(n)$  необходимо воспользоваться формулой:

$$e_i(n) = \sum_{m=0}^{N-1} h_i(m)e_{in}(n-m)$$

где  $h_i(n)$  – импульсная характеристика части фильтра от его входа до точки, в которой оценивается ошибка.

Если входной сигнал фильтра квантуется с разрядностью  $b_{in}$ , то ошибка квантования входного сигнала при использовании округления ограничена величиной описанной в следующем выражении:

$$E_{in} = \max(|e_{in}(n)|) = 2^{-b_{in}-1} = \frac{Q_{in}}{2}$$

А ошибка выходного сигнала фильтра, вызванная квантованием входного сигнала может быть оценена как [1]:

$$E_{out} = \max(|e_{out}(n)|) \leq \max(|e_{in}(n)|) \sum_{m=0}^{\infty} |h(m)| \leq \frac{Q_{in}}{2} \sum_{m=0}^{\infty} |h(m)|$$

Таким образом, верхняя граница ошибки, вызванной квантованием входного сигнала, зависит от разрядности квантования и от суммы модулей выборок импульсной характеристики фильтра.

Согласно равенству Парсевала дисперсию можно определить следующим выражением:

$$\sigma_{out}^2 = \sigma_{in}^2 \frac{T}{\pi} \int_0^{\pi/T} |H(e^{j\omega T})|^2 d\omega$$

где  $|H(e^{j\omega T})|$  – АЧХ цифрового фильтра.

Таким образом, по допустимой величине  $s_{out}^2$  и известной АЧХ или ИХ фильтра можно определить допустимую величину дисперсии ошибки входного сигнала  $s_{in}^2$ , которая в свою очередь определяет требуемую разрядность  $b_{in}$  квантования входного сигнала.

Список использованных источников:

1. Витязев, В.В. Многоскоростная адаптивная обработка сигналов // Радиотехника. – 2012. – № 3. – С. 17–29.
2. Витязев, В.В. Многоскоростная обработка сигналов в системах телекоммуникаций // Электросвязь. – 2013. – № 11. – С. 49–56.