

## ПРИЛОЖЕНИЕ

В аннотацию, текст и рисунки статьи «Исследование применимости ДПФ-модулированного банка фильтров в системах со значительным усилением спектральных составляющих» авторов Н.С. Санько, М.И. Вашкевич, опубликованной в Т. 19, № 6 журнала «Доклады БГУИР» (с. 14–22), были внесены изменения. В связи с этим указанные фрагменты статьи необходимо читать в следующей редакции.

На сайте журнала в №6, 2021 г. размещена актуальная версия статьи.

**Аннотация.** Целью работы является исследование применимости ДПФ-модулированного банка фильтров в системах, требующих значительного усиления спектральных составляющих, таких как слуховой аппарат. Приведено описание метода анализа/синтеза звукового сигнала на основе кратковременного преобразования Фурье (КВПФ), используемого в большинстве систем обработки речевой информации. Показано, что ДПФ-модулированный банк фильтров является обобщением метода обработки на основе КВПФ. В системе анализ/синтез на основе ДПФ-модулированного банка фильтров входной сигнал разделяется на субполосы, проходя через банк фильтров анализа, далее происходит усиление сигнала в каждой субполосе, конечным этапом является восстановление сигнала с помощью банка фильтров синтеза. Однако в цифровых системах со значительным усилением спектральных составляющих из-за разницы в коэффициентах усиления для каждой субполосы результирующий сигнал после восстановления имеет искажения. В работе приводятся выражения для функции искажений и функции спектрального наложения, позволяющие оценить величину искажений, возникающих в системе анализ/синтез ДПФ-модулированного банка фильтров. Также предложены эффективные алгоритмы расчета функции искажений и функции спектральных наложений. В дальнейшем планируется разработка процедуры оптимизации ДПФ-модулированного банка фильтров, основанной на предложенных эффективных алгоритмах расчета функций искажений и спектральных наложений банка фильтров.

Таким образом, для восстановления всего сигнала  $\hat{x}_l(t)$  каждый фрейм, сгенерированный ОДПФ, взвешивается на синтезирующее окно и добавляется к соседним окнам с перекрытием во времени [5]. В выражении (4)  $x(t)$  может быть вынесен за скобки:

$$\hat{x}_l(t) = x(t) \left( \sum_l g(t - lL)h(t - lL) \right). \quad (5)$$

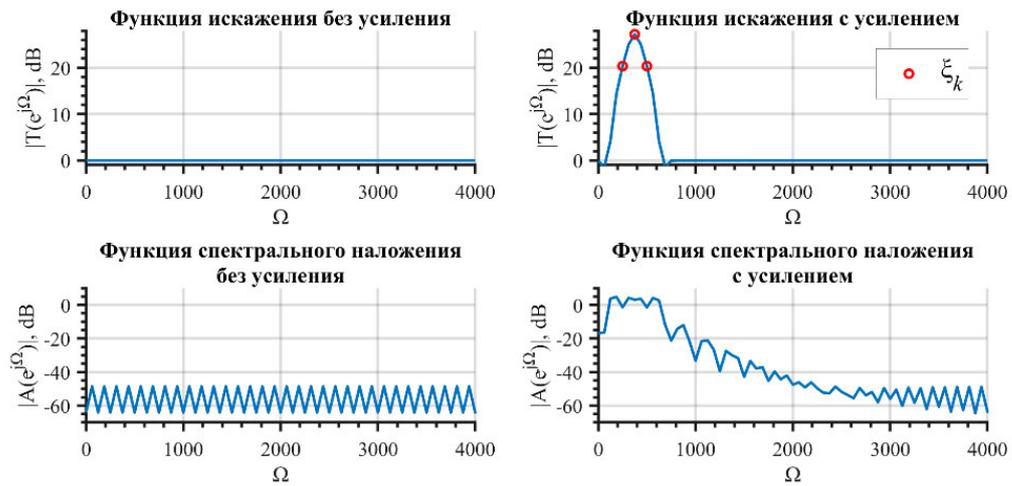
В качестве окна анализа  $h(n)$  возьмем окно Хэмминга

$$h(n) = 0,54 - 0,46 \cos\left(\frac{2\pi n}{N}\right), n = 0, 1, \dots, N - 1. \quad (10)$$

Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) анализирующего окна имеет типичный вид. В свою очередь, синтезирующее окно характеризуется довольно значительным уровнем первого бокового лепестка; при этом наблюдается постоянный наклон спада боковых лепестков.

Для иллюстрации обработки сигнала в системе анализ/синтез на основе КВПФ ( $M = N = 64, L = 32$ ) использовался тестовый синусоидальный сигнал с частотой 500 Гц (длительность 0,25 с, частота дискретизации 8 кГц, см. рис. 3).

В результате КВПФ можно представить в виде структуры ДПФ-модулированного банка фильтров, для которого окно анализа  $h(t)$  играет роль фильтра-прототипа. Если  $H(e^{j\omega})$  Фурье-образ фильтра-прототипа  $h(t)$ , тогда по свойству частотного сдвига выражение (11) в частотной области примет вид...



**Рис. 5.** Функции искажения и спектрального наложения без и с применением коэффициентов усиления  
**Fig. 5.** Distortion and aliasing functions without and with amplification factor