

УДК 681.06

РЕКУРРЕНТНОЕ ВЫЧИСЛЕНИЕ ТЕКУЩЕГО СПЕКТРА СИГНАЛА

В. В. Щуплов, А. И. Никеенков

*Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Дискретное преобразование Фурье в основе спектрального анализа дискретных сигналов. На практике очень часто требуется оценивать одну или несколько гармоник сигнала. Известно, что ДПФ можно трактовать как обработку сигнала фильтром с соответствующей импульсной характеристикой.

Функция передачи отдельного канала ДПФ n -й гармоники соответствует рекурсивному фильтру N -го порядка, который вычисляет отсчет мгновенного спектра сигнала по последним N отсчетам.

Для упрощения расчетов широко используется алгоритм Герцеля [1, 264]. Однако при этом сигнал обрабатывается порциями по N отсчетов, при этом обнуляется состояние фильтра перед каждой порцией.

Для вычисления одного спектрального отсчета по алгоритму Герцеля требуется $N + 4$ вещественных умножений и $2N + 3$ вещественных сложений.

Для упрощения вычислений текущего значения одного спектрального отчета предлагается использовать алгоритм Герцеля для вычисления только по первому пакету из N отсчетов, а для дальнейших вычислений использовать рекурсивный алгоритм.

Дискретное преобразование Фурье для N отсчетов, начинающихся с 0 и сдвинутых на один шаг вправо, определяется соответственно:

$$S_0(n) = \sum_{k=0}^{N-1} s(k) \cdot e^{-j\frac{2\pi}{N}nk}. \quad (1)$$

$$S_1(n) = \left\{ \sum_{k=1}^N s(k) \cdot e^{-j\frac{2\pi}{N}nk} \right\} \cdot e^{j\frac{2\pi}{N}n}. \quad (2)$$

Множитель $e^{j\frac{2\pi}{N}n}$ учитывает сдвиг второй последовательности на один шаг влево для совмещения первых отсчетов.

После несложных преобразований последовательность $S_1(n)$ можно привести к виду:

$$S_1(n) = [S_0(n) + s(N) - s(0)] \cdot e^{j\frac{2\pi}{N}n}. \quad (3)$$

Таким образом, если исходный отсчет $S_0(n)$ вычислен по первым N отсчетам, то дальнейший текущий отсчет для n -й гармоники может быть вычислен по формуле (3), из которой видно, что для вычисления текущего отсчета необходимо знать предыдущий отсчет гармоники и два отсчета входного сигнала $s(0)$ и $s(N)$.

Если в исходном состоянии системы гармоника с номером n отсутствовала, т. е. $S_0(n) = 0$, то появление нестационарной системы приводит к появлению n -й гармоники, которая вычисляется по формуле (3).

Л и т е р а т у р а

1. Сергиенко, А. Б. Цифровая обработка сигналов / А. Б. Сергиенко. – // Санкт-Петербург : Питер, 2005. – 604 с. : ил.