

УДК 621.3

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ГИЛЬБЕРТА

Горячко В.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Румянцев В.Ю.

Дискретное преобразование Гильберта представляет собой процедуру, используемую для генерации комплексных сигналов из действительных.

Комплексный сигнал — это двухмерный сигнал, значение которого в некоторый момент времени может быть задано одним комплексным числом, содержащим 2 части, мнимой и действительной.

Преобразование Гильберта для любого произвольного сигнала представляет собой идеальный широкополосный фазовращатель, который осуществляет поворот начальных фаз всех частотных составляющих сигнала на угол, равный 90° . В настоящее время преобразование Гильберта, применяется в следующих областях: квадратурная модуляция и демодуляция, автоматическая регулировка усиления, анализ двухмерных и трёхмерных комплексных сигналов, оценка мгновенной частоты, обработка сигналов в радарх, измерение задержки приёма сигналов, приёмники телевидения высокой частоты, акустические системы, сжатие аудио сигналов и цветных изображений, анализ нелинейный и нестационарных систем.

Он позволяет переходить от двухмерных действительных сигналов к трёхмерным комплексным, показано на рисунке 1.

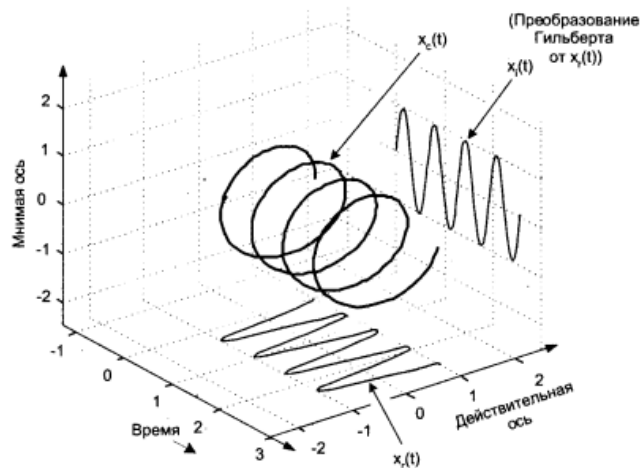


Рисунок 1. Преобразование Гильберта аналитического сигнала $\cos(f_0 \cdot t)$

Прямое преобразование Гильберта определяется выражением:

$$\tilde{x}(t) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{x(\tau)}{t - \tau} d\tau.$$

Обратное преобразование Гильберта определяется выражением:

$$x(t) = -\frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\tilde{x}(\tau)}{t - \tau} d\tau.$$

После преобразования Гильберта, как видно из рисунка 1, аналитический сигнал $\cos(f_0 \cdot t) = \sin(f_0 \cdot t)$.

Докажем данное утверждение:

$$\cos(f_0 \cdot t) \rightarrow (1/2) \cdot (\delta(f - f_0) + \delta(f + f_0)) \cdot (\text{sign}(f)/i) = (1/(2 \cdot i)) \cdot (\delta(f - f_0) - \delta(f + f_0)) \rightarrow \sin(f_0 \cdot t).$$

Проектирование преобразователя Гильберта во временной области, представляет собой проектирование фильтров нижних частот. Идеальный дискретный преобразователь Гильберта не может быть реализован, но может обеспечить полосу пропускания, перекрывающую полосу частот исходного сигнала, который мы сдвигаем по фазе.