

Н.Д. Комиссарова, В.В.Шутова
Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. В.В. Костров
Муромский институт Владимирского государственного университета
602264 г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
e-mail:shutik13@mail.ru,merry55@mail.ru

Исследование алгоритмов представления сигнала ортогональными составляющими

Устройства цифровой обработки сигналов (ЦОС) находят все более широкое применение, так как с их помощью можно создавать устройства с характеристиками, недостижимыми для аналоговых методов обработки сигналов – высокой точностью обработки информации, возможностью реализации сложных алгоритмов обработки, высоким быстродействием. Реализация устройств с ЦОС выгодна с технической и экономической точек зрения из-за их универсальности и возможности работать в различных режимах.

В устройствах с ЦОС широко используются квадратурные составляющие сигналов. Целью работы является исследование алгоритмов представления сигналов ортогональными составляющими.

Для передачи сигналов на большие расстояния используется перенос сигналов по частоте. В результате образуются высокочастотные сигналы, которые являются узкополосными сигналами в широком смысле. Это означает, что в узкополосных сигналах отношение верхней частоты к нижней близко к единице. Разложение узкополосного сигнала на квадратурные компоненты описывается следующей формулой:

$$S(t) = A(t) \cdot e^{j2\pi ft + \phi(t)} = I(t) \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t) + Q(t) \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t),$$

где $I(t) = A(t) \cdot \cos(\phi)t$ и $Q(t) = A(t) \cdot \sin(\phi)t$ – синфазная и квадратурная составляющие сигнала. Квадратурные составляющие узкополосного в радиотехническом смысле сигнала содержат всю информацию, переносимую сигналом – о фазе, амплитуде и частоте. Одной из основных задач ЦРПУ является выделение квадратурных составляющих и на их основе решение различных задач обработки сигнала: демодуляция, обнаружение, фильтрация, измерение параметров и других

Отсчеты квадратурных составляющих можно получить, производя дискретизацию мгновенных значений радиосигнала. Этот принцип можно реализовать с помощью:

1. Двухканального формирователя квадратур на основе отсчетов исходного сигнала $s(t)$ и его преобразования Гильберта $\hat{s}(t)$.
2. Двухканального формирователя квадратур на основе отсчетов сигнала с выходов смесителей, опорные сигналы гетеродина которых сдвинуты на 90° .
3. Двухканального формирователя квадратур с использованием линии задержки.
4. Одноканального формирователя квадратур на основе дискретизации радиосигнала.

Для формирования квадратурных составляющих полосового радиосигнала при его аналого-цифровом преобразовании в цифровом радиоприемном устройстве и их анализа была разработана программа моделирования, которая работает в соответствии со схемой двухканального формирователя квадратур с использованием линии задержки.

Для моделирования рассчитана частота дискретизации по заданным значениям несущей частоты f_0 и полосы сигнала Δf_s из условия равномерного распределения образов спектра в частотной области. Задана минимальная частота спектра f_1 , равная 20 МГц. Шаг изменения частоты равен 0,1 МГц. Сигнал состоит из 70 гармоник.

При моделировании получены реализации сигналов и их квадратурные составляющие при прохождении через схему двухканального формирователя квадратур с использованием линии задержки. Проведено исследование влияния нелинейности аналогового тракта, влияния разрядности АЦП на качество формирования квадратур, исследование зависимостей относительных ошибок формирования квадратур от параметра нелинейности γ и разрядности АЦП N , исследование влияния дискретизации и квантования на спектр сигнала.

В результате проведенных исследований было показано, что формирование квадратур с использованием линии задержки является наиболее предпочтительным методом формирования квадратур узкополосного сигнала, поскольку в меньшей степени сказываются нестабильности опорных генераторов и источников сигнала. Кроме того, в этой схеме достигаются малые погрешности представления, достигающие не более 2% по результатам моделирования.

Секция 05. Алгоритмы и устройства обработки радиотехнической

Литература

1. Гольденберг Л.М., Матюшкин Б.Д., Поляк М.Н. Цифровая обработка сигналов: Учебн. пособие. – М.: Радио и связь, 1990.
2. Солонина А.И., Улахович Д.А., Яковлев Л.А. Алгоритмы и процессоры ЦОС. – СПб.: БХВ-Петербург. 2001.
3. Оппенгейм А., Шафер Р. Цифровая обработка сигналов. Изд. 2-е, испр. – М.: Техносфера, 2007.