

Костров В.В., Пронин А.А.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»*  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: vvk@mit.ru

### **Метод формирования квадратурных составляющих на основе линии задержки**

Современные радиоприемные устройства (РПрУ) используют цифровую обработку сигналов (ЦОС), которая занимает ведущее место в современных радиотехнических устройствах [1,2]. Обработка сигналов с выхода аналоговой части радиоприемного устройства, в частности демодуляция сигналов, производится с помощью блока ЦОС. Высокая стабильность частоты радиопередающих устройств позволяет организовать в цифровом РПрУ когерентную обработку, которая предполагает использование представления сигналов в комплексном виде [3]. Получение комплексной огибающей радиосигнала в виде отсчетов квадратурных составляющих позволяет для узкополосных сигналов существенно снизить тактовую частоту работы цифровых сигнальных процессоров. В данном докладе исследуется формирование квадратурных составляющих полосового радиосигнала с использованием линии задержки при его аналого-цифровом преобразовании (АЦП) в цифровом РПрУ.

Целью данной работы является анализ формирователя квадратурных составляющих узкополосных сигналов для последующей цифровой обработки.

В качестве идеальной схемы формирования квадратур, которая широко используется в схемах цифровых радиоприемных устройств, использована схема разложения сигнала на ортогональные составляющие с одновременным переносом спектра сигнала в область нулевых частот. В докладе показана аналитическая взаимосвязь исходного колебания с квадратурными составляющими. Показано, что если значения отсчетов в каналах задержаны на четверть периода несущей частоты, то значения отсчетов не задержанного и задержанного сигналов численно равны значениям отсчетов синфазной и задержанной квадратурной составляющих. Для получения квадратурных составляющих при таком подходе требуется выбор частоты дискретизации в соответствии с соотношением  $f_{диск} = 4f_0$ , где  $f_0$  – центральная частота сигнала. Как правило, такие преобразования производятся над сигналом с выхода усилителя промежуточной частоты.

С помощью математического моделирования проведены исследования данного метода формирования квадратур, влияния нелинейности аналогового тракта РПрУ и разрядности на точность преобразования. Получены зависимости СКО представления квадратурного сигнала от ширины спектра сигнала, от степени нелинейности, разрядности АЦП.

В результате выполненных исследований разработана методика выбора разрядности АЦП и определения требований к характеристикам линейного тракта РПрУ. Основным недостатком рассмотренного метода является то, что отсчеты квадратур относятся к разным моментам времени, поэтому для совмещения во времени отсчетов обоих квадратурных сигналов используется цифровой интерполирующий фильтр.

### **Литература**

1. Маркович И.И. Цифровая обработка сигналов в системах и устройствах. – Ростов н/Д: Издательство Южного федерального университета, 2012. – 236 с.
2. Галкин В.А. Основы программно-конфигурируемого радио. – М.: Горячая Линия–Телеком, 2013 - 372 с.
3. Смит С. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников. Пер. с англ. – М.: Додэка-XXI, 2012. – 720 с.