

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ DRFM ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ СИГНАЛОПОДОБНЫХ ПОМЕХ

А.А. Ростов, Д.А. Рахоцкий
Учебный научно-исследовательский инновационный центр авиационного факультета
Военная академия Республики Беларусь
Минск, Республика Беларусь
E-mail: rda88@list.ru

Выполнено имитационное моделирование процессов формирования имитирующих помех по технологии DRFM. Принцип создания имитирующих помех по технологии DRFM включает цифровое запоминание сигнала, его воспроизведение и формирование из него помехи, имитирующей цель, движущуюся по правдоподобной траектории. Применение технологии DRFM при формировании имитирующих помех обеспечивает высокоэффективное подавление РЭС.

ВВЕДЕНИЕ

Современные вооруженные конфликты характеризуются интенсивным применением противоборствующими сторонами средств радиоэлектронной борьбы, способных существенно нарушить работоспособность и функционирование систем управления войсками и высокоточным оружием. Вместе с тем в настоящее время наблюдается тенденция морального устаревания систем радиоэлектронного подавления, проявляющаяся в отставании их технического уровня от бурно развивающихся радиоэлектронных средств (РЭС) управления (радиолокационных станций различного назначения, головок самонаведения авиационных и зенитных управляемых ракет, радиовзрывателей и т.п.). Адекватный ответ систем РЭБ на качественный скачок в развитии радиолокационной техники может быть основан на использовании цифровых технологий для создания высокоподобных имитирующих помех, способных обеспечить эффективное подавление РЭС. Наиболее перспективной в этом отношении является технология DRFM (Digital Radio Frequency Memory), интенсивно развиваемая ведущими мировыми производителями авиационных средств РЭБ.

I. ТЕХНОЛОГИЯ DRFM

Принцип создания имитирующих помех по технологии DRFM включает цифровое запоминание сигнала, его воспроизведение и формирование из него помехи, имитирующей цель, движущуюся по правдоподобной траектории. Типовая схема цифровой обработки сигналов (ЦОС) для создания имитирующих помех по технологии DRFM представлена на рис. 3. Она использует квадратурную обработку и реализует следующие процедуры ЦОС: полосовую дискретизацию на этапе аналого-цифрового преобразования сигнала; комплексное понижающее преобразование сигнала на видеочастоту; децимацию квадратурных составляющих сигнала; цифровую линию задержки; доплеровскую трансформацию

частотного сдвига; амплитудную модуляцию; интерполяцию выходного сигнала и повышающее преобразование на промежуточную частоту.

Комплексное понижающее преобразование используется для понижения центральной частоты сигнала с целью минимизации вычислительных затрат и экономии аппаратных ресурсов при реализации схемы цифровой обработки. В результате умножения смесителями входного сигнала с сигналами опорных гетеродинов формируются суммарная и разностная спектральные составляющие, из которых фильтры нижних частот (ФНЧ) выделяют квадратурные составляющие сигнала на видеочастоте.

Децимация используется для прореживания сигнала в целое число раз с целью исключения его избыточности.

Задержка сигнала позволяет имитировать цель в заданном элементе разрешения по дальности. Она формируется при помощи цифровой линии задержки, которая представляет собой буфер памяти для запоминания отсчетов сигнала подавляемой РЛС.

Частотный сдвиг сигнала имитирует радиальную скорость цели и осуществляется за счет однополосной частотной модуляции, в результате которой спектр сигнала смещается вправо (влево) на частоту доплеровского сдвига f_d .

Условием достоверности движения цели по правдоподобной траектории является согласование задержки, имитирующей дальность цели, и частотного сдвига сигнала, имитирующего ее радиальную скорость.

Интерполяция сигнала является обратным процессом децимации и используется для восстановления сигнала при повышении его тактовой частоты в целое число раз.

Алгоритм интерполяции совместно с децимацией позволяет перейти к многоскоростной цифровой обработке сигналов, что приводит к минимизации вычислительных затрат и экономии аппаратных ресурсов при реализации схемы цифровой обработки.

Повышающее преобразование является обратной процедурой комплексного понижающего преобразования и используется для переноса сигнала с видеочастоты на промежуточную. Перенос сигнала на промежуточную частоту осуществляется при помощи суммирования квадратурных составляющих, умноженных на сигналы опорных гетеродинов.

II. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Практический опыт разработки и применения устройств цифровой обработки сигналов показывает, что наиболее рациональным способом оценки различных характеристик этого вида вооружения является разработка его имитационной модели.

В докладе рассматривается математическая модель процессов цифрового формирования имитирующих помех на основе технологии DRFM, разработанная в среде программирования Matlab.

Разработанная математическая модель позволяет оценивать степень спектральной и временной согласованности формируемых помех с зондирующими сигналами, определять структуру, алгоритмы и тактико-технические требования модуля цифровой обработки сигнала перспективного постановщика помех.

Представлены результаты моделирования (рис.1,2), которые подтверждают ее работоспособность и возможность использования для решения указанных выше задач.

1. Лапука, О. Г. Анализ и синтез в классе дискретных конечномерных систем: моногр. / О. Г. Лапука, К. К. Пашенко. – Минск: ВА РБ, 2010. – 372 с.
2. Ричард Лайонс. Цифровая обработка сигналов: Второе издание. Пер. с англ. – М.: ООО «Бином-Пресс», 2006. – 656 с.
3. Цифровая обработка сигналов / А. Б. Сергиенко – СПб.: Питер, 2003. – 604 с.

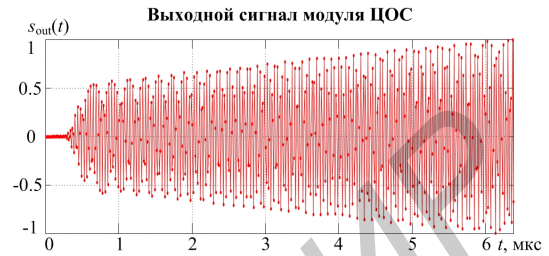
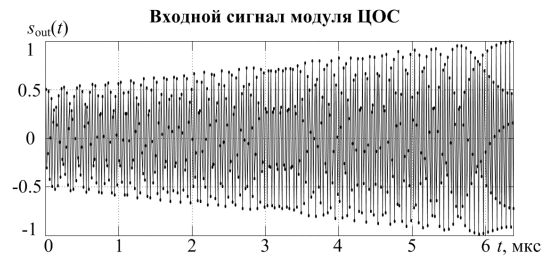


Рис. 1 – Временная согласованность формируемой помехи с зондирующим сигналом имитируемой цели

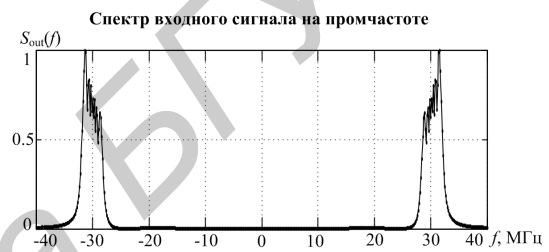
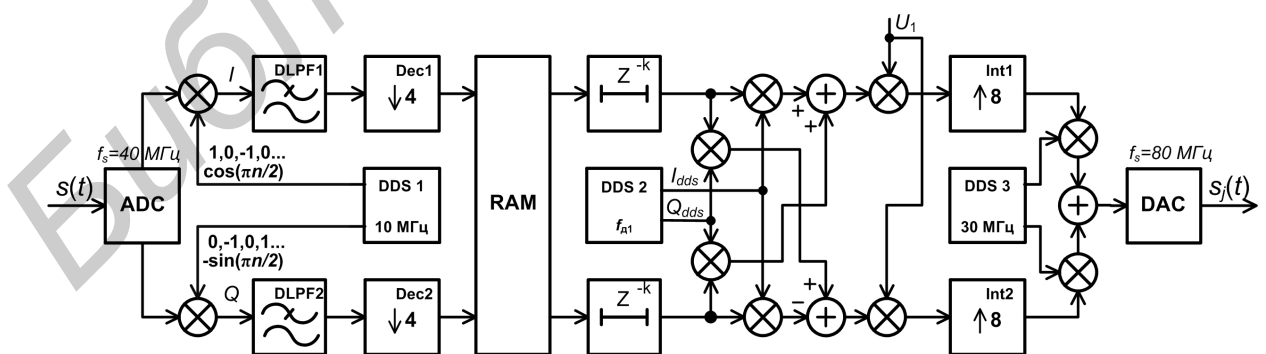


Рис. 2 – Спектральная согласованность формируемой помехи с зондирующим сигналом имитируемой цели



ADC – аналого-цифровой преобразователь; DLPF – цифровой ФНЧ; Dec – дециматор; RAM – оперативное запоминающее устройство; z^{-k} – многоотводная линия задержки; Int – интерполятор; DDS – цифровой опорный генератор; DAC – цифро-аналоговый преобразователь

Рис. 3 – Схема ЦОС для создания имитирующих помех по технологии DRFM