

Овчинников<sup>1</sup> Р.В., Кострова<sup>2</sup> Т.Г.

<sup>1</sup>*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: ovch.rv.9n@yandex.ru*

<sup>2</sup>*Муромский колледж радиоэлектронного приборостроения  
602267 г. Муром, Владимирская обл., ул. Комсомольская, 55*

### **Эффект наложения при дискретизации непрерывных сигналов**

При дискретизации аналоговых сигналов перед разработчиком аппаратуры ЦОС возникают 2 вопроса: какую частоту дискретизации выбрать и какую разрядность должен иметь аналого-цифровой преобразователь (АЦП) [1,2]. Эти проблемы, так или иначе, связаны с потерей информации при дискретизации непрерывного сигнала. Целью данной работы является исследование эффекта наложения при оцифровке непрерывного сигнала с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ) и разработка рекомендаций по выбору частоты дискретизации.

Рассмотрены общие вопросы дискретизации непрерывных сигналов, отмечаются достоинства и ограничения преобразования аналоговых сигналов в дискретное множество по теореме В.А. Котельникова. Отмечается возможность снижения частоты дискретизации при комплексном представлении сигналов. Рассмотрены спектры дискретного сигнала и особенности разложения финитных сигналов по ортогональным базисным функциям. Поскольку спектр дискретного сигнала представляет собой периодическую функцию частоты, то при некорректном выборе частоты дискретизации верхние частоты смежных периодов спектра сигнала могут перекрываться, т.е. происходит эффект наложения. Если это произойдет, то при дальнейшей цифровой обработке сигнала искажения устранить не удастся.

В докладе рассмотрено проявление эффекта наложения спектров во временной области. Показано, что при дискретизации узкополосных сигналов появляются дополнительные артефакты в виде спектральных составляющих, которых не было в спектре исходного сигнала. Для снижения уровня спектральных составляющих вне основной полосы сигнала, т.е. для борьбы с эффектом наложения, осуществляется предварительная фильтрация сигналов. Получены условия для выбора частоты дискретизации, при которых дискретизация сигналов с финитным спектром производится корректно.

С помощью математического моделирования процедур обработки ЛЧМ сигнала в квадратурах проведено исследование влияния частоты дискретизации на параметры сжатого ЛЧМ сигнала (уровень боковых лепестков и чувствительность к эффекту Доплера). Моделирование проводилось при девиации частоты 1,2 МГц и несущей частоты сигнала 72 МГц. Проведен расчет зон возможных частот дискретизации и выбор оптимального значения частоты дискретизации. Показана возможность организации обработки сигналов на промежуточной частоте.

Таким образом, для устранения эффекта наложения выбор частоты дискретизации должен основываться на соответствии условиям теоремы В.А. Котельникова или по результатам расчета с учетом зон дискретизации. В случае обработки сигналов на промежуточной частоте появляется возможность измерения временного положения по фазе сигнала, что обеспечивает повышение точности оценивания. Так же при выборе частоты дискретизации следует учитывать расширение спектра сигнала из-за проявления эффекта Доплера.

### **Литература**

1. Смит С. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников. Пер. с англ. – М.: Додэка-XXI, 2012. – 720 с.
2. Кестер У. Проектирование систем цифровой и смешанной обработки сигналов. – М.: Техносфера, 2010. – 328 с.