

Суржик Д.И., Васильев Г.С., Курилов И.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: arzerum@mail.ru

### Анализ возможности применения синтезаторов частот с автокомпенсаторами фазовых искажений в устройствах измерительной техники

Во многих устройствах и системах измерительной техники используются специальные узлы, предназначенные для формирования множества когерентных стабильных сигналов в определенном диапазоне частотного спектра, заданной формы и обладающие высоким быстродействием. Примерами таких устройств и систем [1,2] являются системы геотехнического мониторинга, предназначенные для поиска резонансов, системы сканирования и анализа сигналов с разверткой по частоте в заданном частотном диапазоне, микромеханические системы, преобразующие электрическую энергию в управляемое движение, гидроакустические буи. Последние представляют собой устройства, предназначенные для анализа звуков окружающей среды: обнаружения, локализации, идентификации и отслеживания сейсмической активности подводных объектов.

В зависимости от назначения таких устройств и систем требуемый частотный диапазон формируемых колебания может составлять от десятков Герц до нескольких сотен МГц [1]. Например, для выделения собственных частот различных сооружений при геотехническом мониторинге такой диапазон максимально составляет несколько сотен Гц, в устройствах сканирования по частоте - до 200 кГц, а в гидроакустических буях - до 200 МГц. В случае низкочастотных диапазонов колебаний эффективным решением устройства формирования сигналов являются цифровые вычислительные синтезаторы (ЦВС), в случае высокочастотных - также ЦВС либо гибридные синтезаторы, сочетающие в себе ЦВС и синтезаторы на основе петли фазовой автоподстройки частоты. Они удовлетворяют всем требованиям, предъявляемым к формирователям сигналов устройств и систем измерительной техники, за исключением спектральной чистоты синтезируемых сигналов. У устройств на основе ЦВС она является недостаточной, поскольку синтезатор содержит в своем составе блоки цифровой и аналоговой обработки сигналов, функционирование которых сопровождается фазовыми и амплитудными искажениями выходного сигнала устройства. В частотной области эти искажения соответствуют образованию шумовой компоненты и множества паразитных спектральных составляющих [3].

Установлено, что в полосе частот до нескольких сотен МГц наиболее нежелательными являются дискретные паразитные спектральные составляющие, вызванные фазовыми искажениями. Эффективным методом их снижения является использование метода автоматической компенсации фазовых искажений [3,4], основанного на выделении фазовых искажений и противофазной модуляции входного сигнала ЦВС, выходного сигнала ЦВС или управляющего сигнала генератора управляемого напряжением петли фазовой автоподстройки частоты.

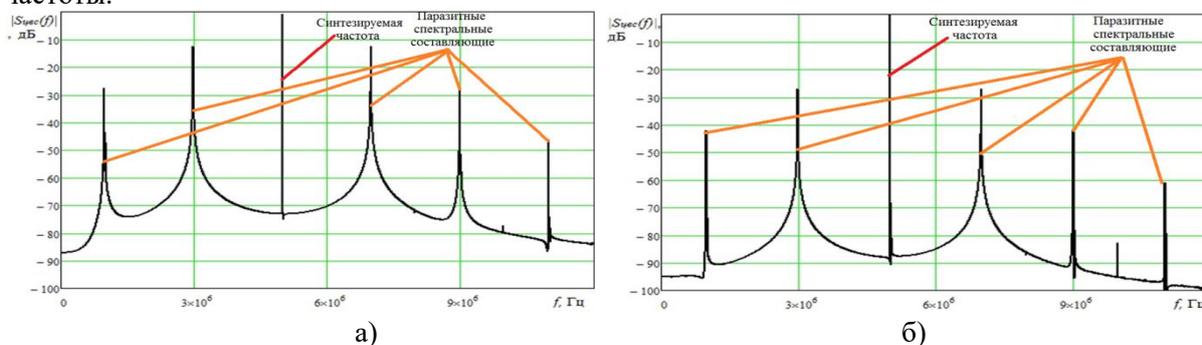


Рис. 1. Спектры выходного сигнала ЦВС при отсутствии (а) и наличии (б) автокомпенсации

На рис. 1 в качестве примера приведены результаты моделирования спектров выходного сигнала ЦВС с паразитной фазовой модуляцией, имитирующей реальные фазовые искажения, при отсутствии и наличии автокомпенсации фазовых искажений. Для моделирования использовались следующие параметры устройства: тактовая частота ЦВС 100 МГц, выходная частота 4,993 МГц, разрядность аккумулятора фазы 12 бит, разрядность ПЗУ 10 бит, разрядность ЦАП 14 бит, девиация фазы паразитной модуляции 0,1 рад, частота паразитной фазовой модуляции 2 МГц.

Из представленных спектрограмм видно, что при наличии в составе устройства автокомпенсатора фазовых искажений наблюдается значительное снижение уровня дискретных паразитных спектральных составляющих (порядка 15 дБ), что подтверждает эффективность предлагаемого метода улучшения спектральных характеристик и возможность использования формирователей сигналов на основе ЦВС в различных устройствах и системах измерительной техники.

#### Литература

1. Мёрфи Е., Слэттери К. Прямой цифровой синтез (DDS) в тестовом, измерительном и коммуникационном оборудовании. / Пер.: А. Власенко // Компоненты и технологии. – 2006. - №8.
2. Vankka J., Halonen K. Direct Digital Synthesizers: Theory, Design and Applications / - Helsinki University of Technology, 2000. - 208 p.
3. Суржик Д. И., Курилов И. А., Васильев Г. С. Компенсация искажений ЦВС в гибридных синтезаторах частот // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. - 2015. – № 4(20). - С. 13-19.
4. Суржик Д.И. Моделирование спектральных характеристик звеньев автокомпенсатора фазовых искажений цифровых вычислительных синтезаторов // Методы и устройства передачи и обработки информации. - 2016. - № 18. - С. 17-21.