

Использование специальных режимов работы быстродействующих цифроаналоговых преобразователей для улучшения шумовых характеристик формирователей сигналов

А.Н. Докторов, С.Е. Матерухин, Н.А. Сочнева

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

В современных радиотехнических системах и устройствах широко применяются синтезаторы частоты и формирователи сигналов на их основе. Среди современных синтезаторов частоты выделяются цифровые вычислительные синтезаторы, обладающие рядом преимуществ. Такие синтезаторы позволяют контролировать практически все параметры выходного колебания, посредством цифрового управления, и допускают мгновенное переключение частоты в пределах сетки частот с очень низким шагом перестройки и широким диапазоном частот. Однако, у ЦВС имеется недостаток: основная частота формируемого колебания не превышает 45% тактовой частоты и составляет в настоящее время 1400-1600 МГц [1]. Для решения данной проблемы применяются копии спектра выходного сигнала – образы основной частоты [2, 3]. Но при использовании образов необходимо учитывать уменьшение уровня гармоник.

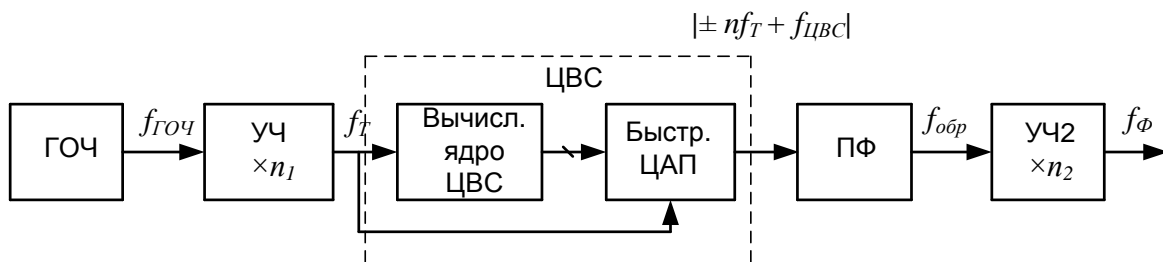


Рис. 1 – Структурная схема формирователя сигналов

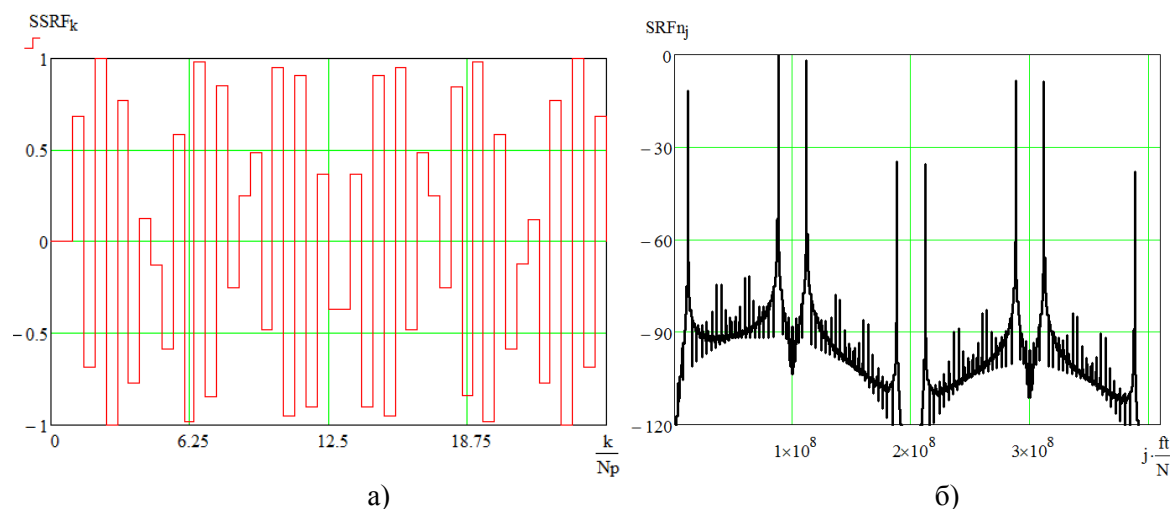
Частично эту проблему решает использование не интегральных ЦВС, а ЦВС, построенных на основе быстродействующих специализированных ЦАП и ПЛИС в качестве вычислительного блока. Структурная схема формирователя сигналов, построенного на базе данной архитектуры, приведена на рис.1 [4].

Быстродействующие ЦАП, кроме обычного режима работы – NRZ, могут работать в специальных режимах – RZ, RZ2, и RF, изменяя огибающую спектра выходного сигнала так, что максимум огибающей находится не в первой зоне Найквиста вблизи основной частоты, а вблизи гармоник образов [5].

С помощью программы математического моделирования MathCAD рассмотрим режим работы *radio frequency* (RF), рис. 2 [6, 7]. При его реализации за каждый период тактового сигнала режима NRZ происходит два разнополярных импульса длительностью $\tau = T/2$. Каждый тактовый импульс сигнала во временной области для режима работы RF представлен двумя разнополярными импульсами длительностью $\tau = T/2$, что подтверждает его теоретическое описание.

Спектр синтезируемого колебания показан на рис 2 б). Видно, что огибающая спектра данного сигнала изменилась по сравнению с огибающей спектра обычного выходного сигнала ЦАП в обычном режиме NRZ. Можно увидеть, что уровни первого

отрицательного и первого положительного, а также третьего отрицательного и третьего положительного образов возросли относительно несущей до 10 дБ.



**Рис.2 – а) выходной сигнал ЦВС с ЦАП в режиме работы RF;
б) спектр выходного сигнала ЦВС с ЦАП в режиме работы RF**

Разработанная математическая модель выходного сигнала ЦВС с ЦАП в режиме работы RF подтвердила теоретические данные, опубликованные в описании микросхемы быстродействующего ЦАП AD9739 [8].

Использование специальных режимов работы ЦАП позволяет перераспределить энергию в спектре выходного сигнала так, чтобы увеличить отношение сигнал/шум выбранных гармоник образов, и, следовательно, уменьшить уровень фазовых шумов всего формирователя в целом. Однако, использование специальных режимов работы ЦАП с изменением огибающей требует коррекции алгоритма частотного планирования данных формирователей сигналов.

Литература

1. Ромашов В.В., Храмов К.К., Докторов А.Н. Методы повышения частоты выходного сигнала формирователей на основе цифровых вычислительных синтезаторов // Проектирование и технологии РЭС. – 2014. - №1 – С. 2-7
2. Romashov V.V., Khramov K.K., Doktorov A.N. “The Use of Images of DDS Fundamental Frequency for High-Frequency Signals Formation,” 2014 24th International Crimean Conference Microwave and Telecommunication Technology Conference Proceedings. 2014, pp. 310-311.
3. Romashov V.V., Romashova L.V., Khramov K.K., Yakimenko K.A. “The Use of Images of DDS in the Hybrid Frequency Synthesizers,” 2014 24th International Crimean Conference Micro-wave and Telecommunication Technology Conference Proceedings. 2014, pp. 302-303.
4. Ромашов В.В., Храмов К.К., Докторов А.Н. Частотное планирование формирователей сигналов радиосистем на основе цифровых вычислительных синтезаторов // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2012, № 4. С. 10-15.
5. Под ред. Уолта Кестера. Аналого-цифровое преобразование. Москва: Техносфера, 2007. – 1016 с.
6. High-SpeedDACs [Электронный ресурс]: сайт компании MaximIntegrated, 2017. URL: <https://para.maximintegrated.com/en/results.mvp?fam=hsdacs&tree=master>
7. High Speed DAC [Электронный ресурс]: сайт компании Analog Devices, Inc., 2017. URL: <http://www.analog.com/en/products/digital-to-analog-converters/high-speed-da-converters.html>
8. Цифро-аналоговый преобразователь AD9739 – сайт компании Analog Devices <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ad9739.pdf>