

Матерухин С.Е., Сочнева Н.А.
Научный руководитель д.т.н., профессор, зав. каф. РТ Ромашов В.В.
 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: materukhin.sergey@mail.ru , sochnewa.natalya@yandex.ru

Моделирование выходного сигнала цифрового вычислительного синтезатора с быстродействующим цифроаналоговым преобразователем в режиме работы radio frequency

В современных радиосистемах широко применяются цифровые вычислительные синтезаторы частот [1-3], работа которых основана на методе прямого цифрового синтеза. ЦВС необходимы для точного формирования радиосигналов. Важнейшим элементом таких синтезаторов является цифро-аналоговый преобразователь [4-7]. Совершенствование ЦАП – введение новых режимов работы, повышение тактовой частоты позволяет увеличить частоту выходного сигнала цифровых формирователей без ухудшения шумовых характеристик. В данной работе речь пойдет об исследовании одного из перспективных режимов работы быстродействующих ЦАП.

Применение новых режимов работы ЦАП позволяет увеличить отношение сигнал/шум без использования дополнительных устройств, путем изменения огибающей частотной характеристики. В целом все это приводит к улучшению шумовых характеристик цифровых вычислительных синтезаторов [8].

Рассмотрим режим работы быстродействующего цифроаналогового преобразователя radio frequency (RF) [5-7]. При его реализации за каждый период тактового сигнала режима NRZ происходит два разнополярных импульса длительностью $\tau = T/2$.

С помощью программы математического моделирования MathCAD была реализована математическая модель выходного сигнала цифрового вычислительного синтезатора, содержащего быстродействующий ЦАП в режиме работы RF – рис. 1.

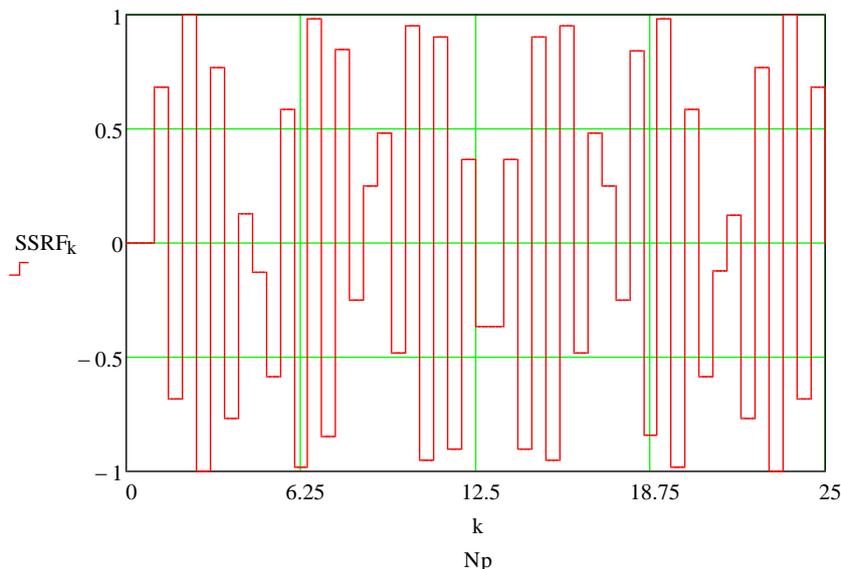


Рис. 1 – Выходной сигнал ЦВС с ЦАП в режиме работы RF

Каждый тактовый импульс сигнала во временной области для режима работы RF представлен двумя разнополярными импульсами длительностью $\tau = T/2$, что подтверждает его теоретическое описание.

Проанализируем спектр выходного сигнала ЦВС с ЦАП в режиме работы RF – рис.2.

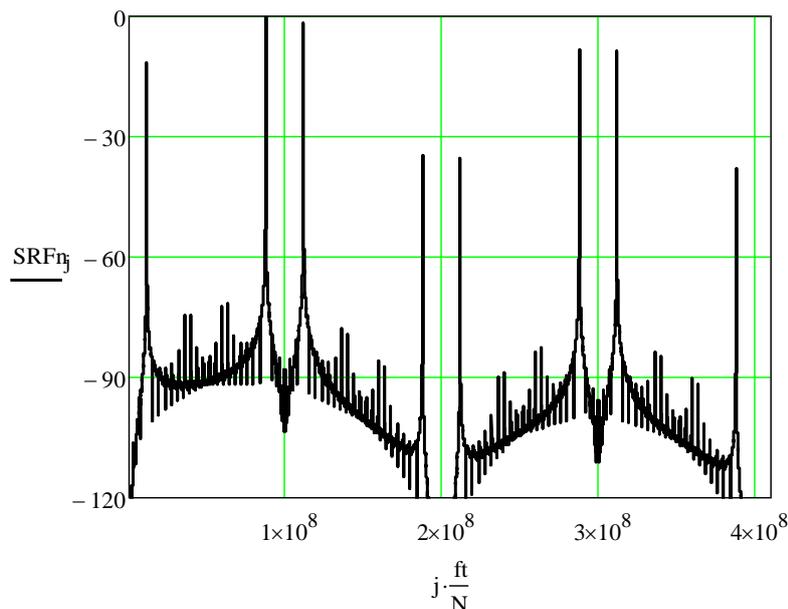


Рис.2 – Спектр выходного сигнала ЦВС с ЦАП в режиме работы RF

Можно увидеть, что уровни первого отрицательного и первого положительного, а также третьего отрицательного и третьего положительного образов возросли относительно несущей до 10 дБ. Это позволяет использовать эти образы для формирования сигнала с такой же амплитудой, но с частотой, большей основной на порядок и более, при этом уровень фазового шума будет меньше на эту же величину.

Таким образом, разработанная математическая модель выходного сигнала ЦВС с ЦАП в режиме работы RF подтвердила теоретические данные, опубликованные в описании микросхемы быстродействующего ЦАП AD9739 [9]. Она позволяет проводить исследования выходного сигнала ЦВС, построенного на основе быстродействующего ЦАП в режиме работы RF, для любых соотношений синтезируемой частоты и тактовой частоты ЦВС.

Литература

1. 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.
2. 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 Microwave and Telecommunication Technology Conference Proceedings. 2014, pp. 302-303.
3. 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.
4. Под ред. Уолта Кестера. Аналого-цифровое преобразование. Москва: Техносфера, 2007. – 1016 с.
5. High-SpeedDACs [Электронный ресурс]: сайт компании MaximIntegrated, 2017. URL: <https://para.maximintegrated.com/en/results.mvp?fam=hsdacs&tree=master>
6. 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>
7. Kuckreja Ajay, OstremGeir, "High-Speed DACs ease transmitter designs," Microwave & RF, August 2010.
8. Ромашов В.В., Ромашова Л.В., Храмов К.К., Докторов А.Н. Модель спектральной плотности мощности фазовых шумов цифровых вычислительных синтезаторов на образах основной частоты // Радиопромышленность. 2012. № 2. С. 38-48.
9. Цифро-аналоговый преобразователь AD9739 – сайт компании Analog Devices <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ad9739.pdf>