

Сочнева Н.А.

Научный руководитель д.т.н., профессор 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: sochnewa.natalya@yandex.ru

### Повышение выходной частоты синтезаторов прямого цифрового синтеза на основе быстродействующих ЦАП

Развитие технологии цифроаналогового преобразования привело к созданию нескольких новых режимов работы цифроаналоговых преобразователей [1-3], предназначенных для использования образов основной частоты [4-6]. 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 формирователей сигналов [7-9].

Ранее были рассмотрены режимы работы быстродействующих ЦАП: нормальный режим работы, или non-return-to-zero (NRZ) – нормальный режим работы цифроаналогового преобразователя; return-to-zero (RZ) mode режим работы ЦАП, в котором применяется уменьшение длительности  $\tau$  тактовых импульсов; radio frequency (RF), при его реализации каждый тактовый импульс режима NRZ представляется двумя разнополярными импульсами длительностью  $\tau = T/2$ ; RFZ (radio frequency return-to-zero mode), режим работы цифроаналогового преобразователя с уменьшением длительности разнополярных импульсов режима RF; RFZ2, режим работы цифроаналогового преобразователя, в котором изменение длительности тактовых импульсов осуществляется относительно  $t = 0$  и  $t = T/2$  [1-3].

Распределение амплитуд образов основного сигнала для цифроаналогового преобразователя в режиме NRZ приведено на рисунке 1. На рисунке 2 приведены огибающие спектра сигнала быстродействующих ЦАП в других специальных режимах работы, отличных от NRZ/

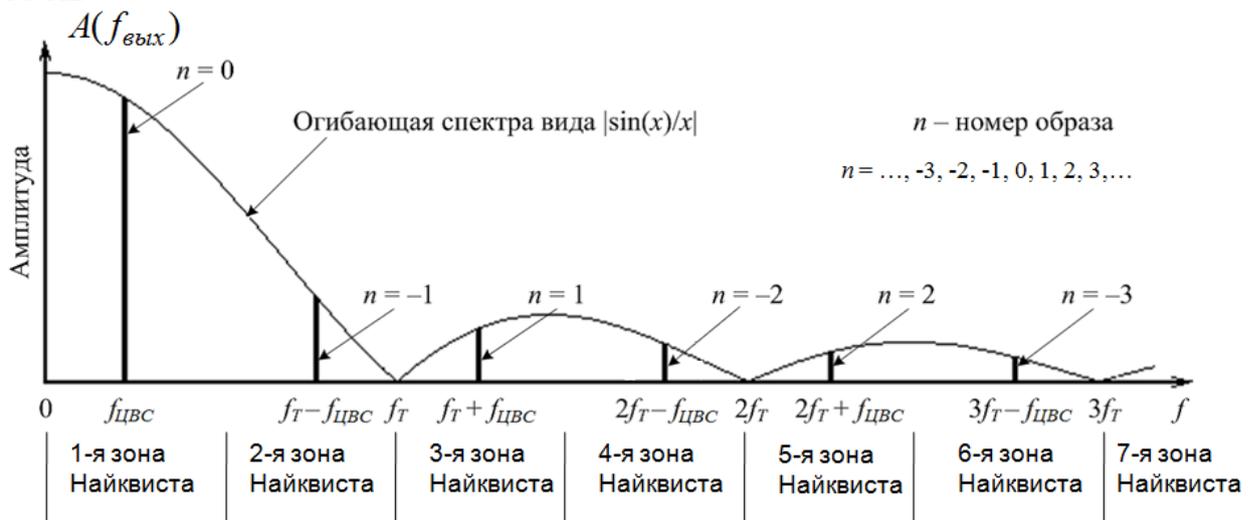


Рис. 1 – Идеальный спектр выходного сигнала ЦВС с ЦАП в обычном режиме NRZ

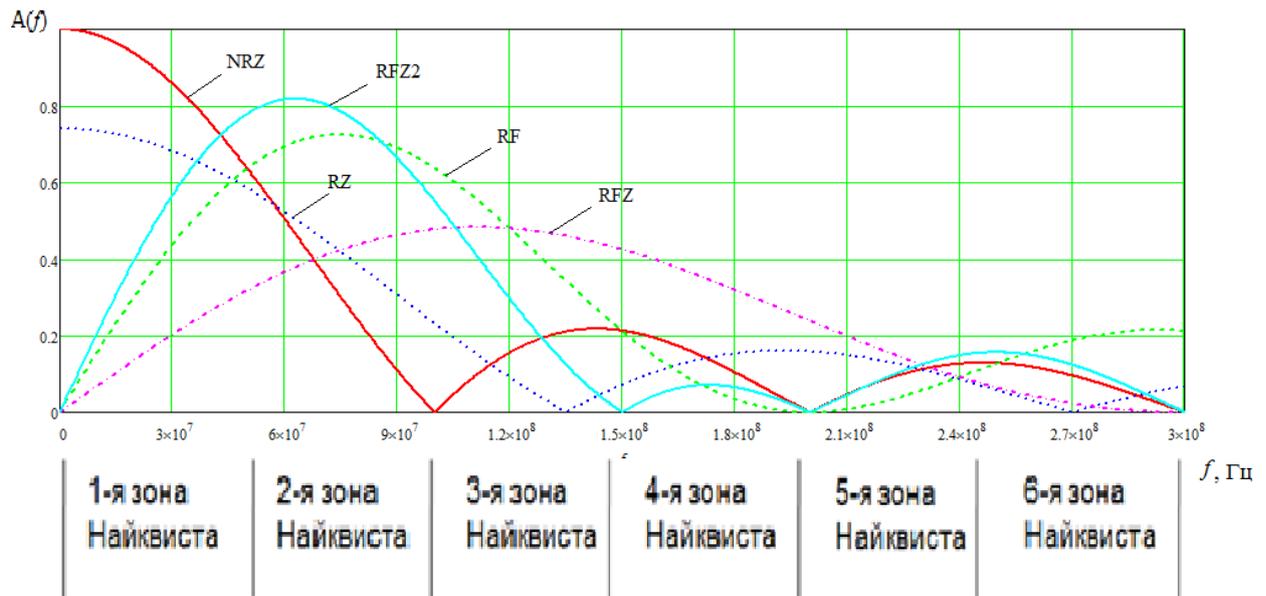


Рис. 2 – Идеальный спектр выходного сигнала ЦВС с ЦАП в режимах NRZ, RF, RZ, RFZ, RFZ2 в линейном масштабе

Из анализа рисунков 1 и 2 следует, что использование специализированных режимов работы ЦАП позволяет увеличить амплитуд гармоник образов, расположенных в высших зонах Найквиста. Для улучшения характеристик разрабатываемых формирователей сигналов требуется использовать наиболее высокочастотные образы. RFZ режим наиболее оптимален для 2 и -2 образов при малых  $K_{\text{ЦВС}}$ . Режим RFZ2 наиболее оптимален для 3 и -3 образов.

### Литература

1. High-Speed DACs [Электронный ресурс]: сайт компании Maxim Integrated, 2017. URL: <https://para.maximintegrated.com/en/results.mvp?fam=hsdacs&tree=master>
2. 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>
3. Kuckreja Ajay, Ostrem Geir, “High-Speed DACs ease transmitter designs,” Microwave & RF, August 2010.
4. 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.
5. 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.
6. Ромашов В.В., Храмов К.К. Формирователи сетки опорных частот возбуждителя передатчика с использованием образов основной частоты // Методы и устройства передачи и обработки информации. 2011, № 13. С. 44-47.
7. 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.
8. Ромашов В.В., Храмов К.К. Формирование сигналов в СВЧ и УВЧ диапазонах при использовании метода прямого цифрового синтеза частот // Радиотехника. 2007, №6. С.39-41.
9. 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.
10. Khramov K.K., Romashov V.V. Mathematical modeling of operational modes of high-speed DACs. В сборнике: Информационные технологии и нанотехнологии. Сборник трудов ИТНТ-2018. Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва. 2018. С. 1403-1411.