

УДК 621.373:534.322.3

УМЕНЬШЕНИЕ ФАЗОВЫХ ШУМОВ СИНТЕЗАТОРОВ ЧАСТОТ ПРИ НАЛИЧИИ ВИБРАЦИЙ

НАУМОВИЧ Н. М., КОРЕНЕВСКИЙ С. А., БРИЧКАЛЕВИЧ П. И., КИЙКО В. Н.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
(г. Минск, Республика Беларусь)

E-mail: karaneuski@mail.ru

Аннотация. Приведены результаты исследований фазовых шумов при отсутствии и наличии вибраций кварцевого генератора, приведена зависимость спектральной плотности фазовых шумов генератора Wenzel от частоты вибраций кварцевого генератора.

Abstract. The results of studies of phase noise in the absence and presence of vibrations of a quartz generator are presented, and the dependence of the spectral density of phase noise of the Wenzel generator on the frequency of vibrations of the quartz generator is shown.

Уменьшение фазовых шумов синтезаторов частот при воздействии вибраций требует изучения спектральной плотности фазовых шумов вносимых различными устройствами синтезатора. На рис. 1 приведены результаты исследований фазовых шумов вносимых схемой ФАПЧ (ГУН, делители частот, фазовый детектор), при отсутствии вибраций кварцевого генератора.

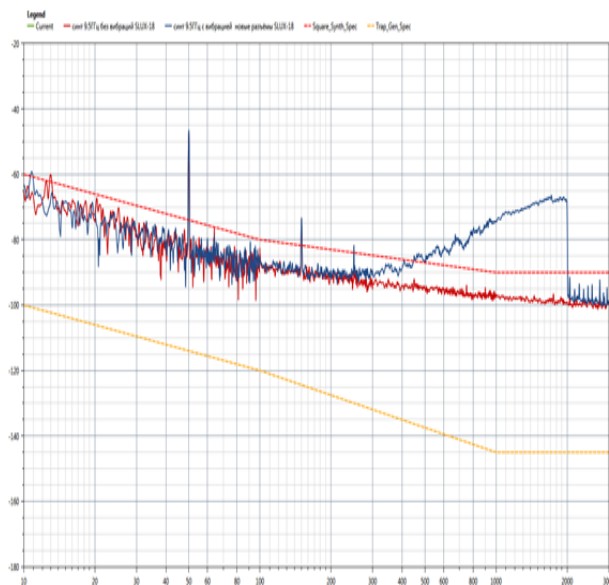


Рис. 1. Спектральная плотность фазовых шумов схемы ФАПЧ при отсутствии вибраций на кварцевом генераторе. Частота выходного сигнала синтезатора 9.5 ГГц

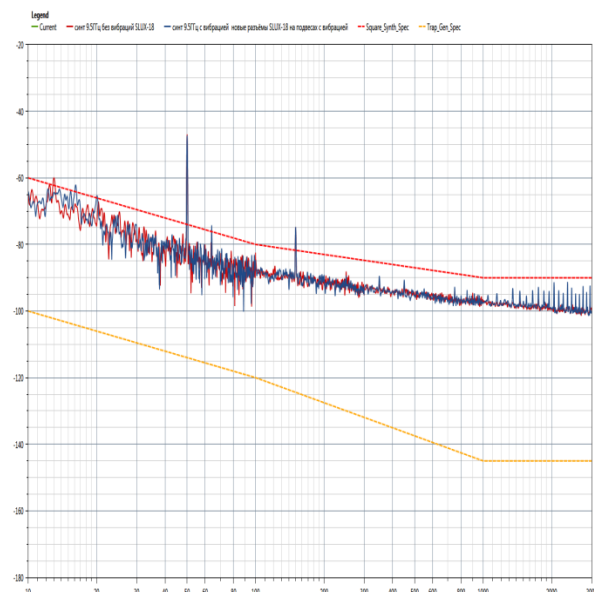


Рис. 2. Спектральная плотность фазовых шумов синтезатора частот с ФАПЧ при воздействии вибраций и использовании виброгасителей. Частота выходного сигнала синтезатора 9.5 ГГц

Видно, что в диапазоне частот широкополосной вибрации менее 300 Гц схема ФАПЧ не вносит фазовых шумов при воздействии вибраций. Наличие вибраций приводит к увеличению мощности фазовых шумов в диапазоне частот вибрации 300 – 2000 Гц. На частоте вибраций 2000 Гц спектральная плотность фазовых шумов, вносимых схемой ФАПЧ, увеличивается на 30 дБ, рис. 1. В настоящее время имеются виброгасители, позволяющие значительно уменьшить уровень вибраций на частотах более 300 Гц, что позволяет практически устранить влияние вибраций на работу схемы ФАПЧ, рис. 2.

На рис. 3 приведена зависимость спектральной плотности фазовых шумов генератора Wenzel от частоты вибраций кварцевого генератора. Из рисунка видно, что применение виброгасителей

позволяет обеспечить относительно небольшое увеличение спектральной плотности мощности фазовых шумов кварцевого генератора на частотах более 300 Гц. Однако на частотах 20 – 40 Гц спектральная плотность мощности кварцевого генератора при наличии вибраций $0.04G^2/Hz$ увеличивается на 40 - 50 дБ. Поэтому для уменьшения мощности фазовых шумов генератора в диапазоне частот 10 – 300 Гц разработана схема электронной компенсации мощности фазовых шумов кварцевого генератора. Схема содержит акселерометр, обеспечивающий формирование временной зависимости вибраций кварцевого генератора по трем осям X,Y,Z. Амплитуды этих сигналов на входах сумматора подбираются пропорционально вибрационной чувствительности кварцевого генератора по каждой оси. Далее они суммируются и поступают на вход электронной коррекции частоты кварцевого генератора, обеспечивая компенсацию изменения выходной частоты кварцевого генератора, обусловленную амплитудой вибраций по каждой оси кварцевого резонатора. На рис. 3 приведена зависимость спектральной плотности фазовых шумов генератора Wenzel от частоты при наличии виброизоляторов и схемы электронной компенсации (средняя кривая). Из рис. видно, что наличие схемы электронной компенсации позволяет уменьшить мощность фазовых шумов генератора на 10 – 30 дБ, в диапазоне частот 10 – 100 Гц.

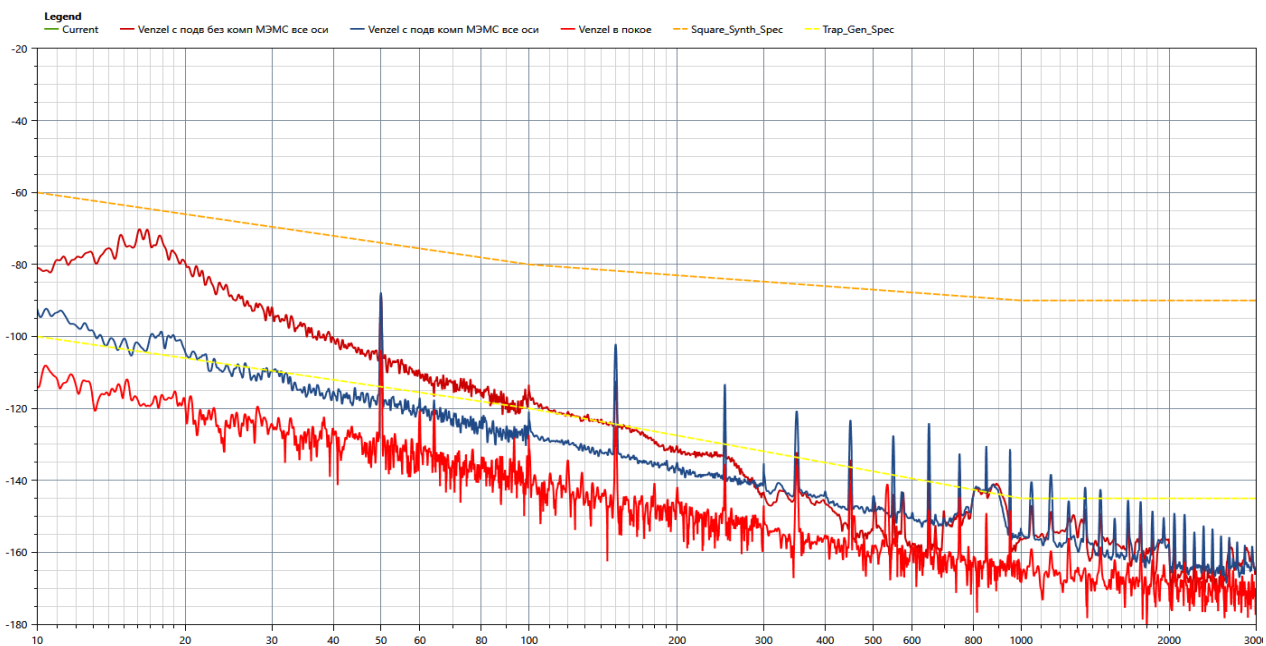


Рис. 3. Зависимость спектральной плотности фазовых шумов генератора Wenzel от частоты

- нижняя кривая – зависимость спектральной плотности шума исследуемого кварцевого генератора при отсутствии вибраций;
- средняя кривая – зависимость спектральной плотности шума исследуемого кварцевого генератора при наличии вибраций, виброгасителей и электронной схемы компенсации;
- верхняя кривая – зависимость спектральной плотности шума исследуемого кварцевого генератора при наличии вибраций и виброгасителей.

Список использованных источников

1. Зайцев А. А. Исследование передаточных функций источников шума в синтезаторах частот на базе ФАПЧ // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения. - 2016. - Т. 16. -№ 4. - С. 134-137.