

ОПОРНЫЙ ГЕНЕРАТОР СВЧ ДИАПАЗОНА

Кийко В.В., Кийко В.Н., Дыдо А.А.

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

Научный руководитель: Ланин В.Л. – д-р техн. наук, профессор кафедры ЭТТ

Аннотация. Основным условием достижения стабильных характеристик узлов радиоэлектронной аппаратуры является стабильность частоты задающего генератора. В работе представлены результаты исследования спектрального анализа и фазовых шумов опорного генератора.

Ключевые слова: опорный генератор, СВЧ диапазон, фазовый шум, сигнал.

Введение. На борту космического аппарата любого назначения необходим источник опорных колебаний от низких до сверхвысоких частот (СВЧ) с низким уровнем фазового шума. Основным условием достижения стабильных характеристик узлов радиоэлектронной аппаратуры является стабильность частоты опорного генератора [1].

К модулям, используемым в системах космической связи, предъявляются дополнительные технические требования, обусловленные размещением модулей в составе бортовой аппаратуры космического аппарата:

- высокий уровень электрических параметров с учётом конструктивно технологических запасов;
- прочность и (или) устойчивость к внешним воздействующим факторам;
- надёжность и длительная сохраняемость;
- минимальные габариты, установочные и присоединительные размеры и масса;
- определённые типы вводов и выводов энергии, напряжения питания и сигналов управления.

Основная часть. Структурная схема опорного генератора приведена на рисунке 1. Данный опорный генератор (ОГ) предназначен для:

- формирования сигнала с частотой 100 МГц с низким уровнем фазовых шумов;
- трансляции внешнего сигнала опорного генератора;
- привязки частоты внутреннего генератора к внешнему, работающему на частоте 10 МГц или 100 МГц;
- автоматической калибровки внутреннего генератора с помощью внешнего, диагностики собственных напряжений питания и рабочих частот.

Первый режим работы опорного генератора — это подстройка частоты от внешнего управляющего устройства с помощью внешнего частотомера. Производится вручную без участия микросхемы синтезатора частоты и фильтра ФАПЧ путем подачи управляющих команд через внешний вход управления на микропроцессор. На ЦАП микропроцессора формируется напряжение, необходимое для подстройки частоты, и поступает на управляемый вход внутреннего ОГ. Ключ замкнут между микропроцессором и внутренним ОГ.

Второй режим включает трансляцию внешнего сигнала. Сигнал от внешнего ОГ идет напрямую на выходы модуля. Остальная часть схемы при этом не используется.

Третий режим осуществляет привязку частоты внутреннего ОГ к внешнему. Сигналы внешнего и внутреннего опорных генераторов поступают на входы микросхемы синтезатора частоты, где происходит их деление до частоты сравнения. Затем происходит их сравнение на встроенном фаза-частотном детекторе, на выходе которого формируется напряжение рассогласования и поступает на фильтр ФАПЧ.

Четвертый режим связан с автоматической калибровкой внутреннего ОГ с помощью внешнего. Напряжение рассогласования с фильтра ФАПЧ поступает на микропроцессор, где сравнивается с напряжением на выходе собственного ЦАП. После сравнения напряжений микропроцессор формирует уравнивающее напряжение, которое поступает на ЦАП микропроцессора. Ключ замкнут между ЦАП микропроцессора и внутренним ОГ.

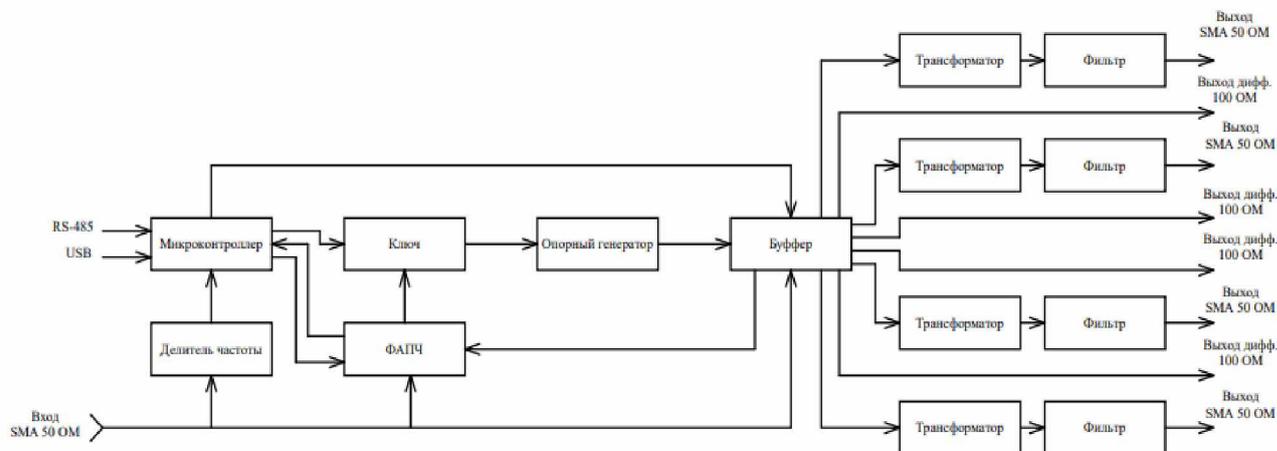


Рисунок 1 – Структурная схема опорного генератора

На рисунках 2 и 3 представлены графики результатов измерения спектра и фазового шума опорного генератора. Измерения проводились с помощью анализатора спектра и сигналов Anritsu MS2830A. Спектр опорного генератора, представленный на рисунке 2, показывает, что третья боковая гармоника имеет слишком большой уровень мощности – ее уровень всего лишь на 10дБ меньше уровня основной гармоники. На рисунке 3 фазовые шумы опорного генератора составили менее -60 дБн/Гц.

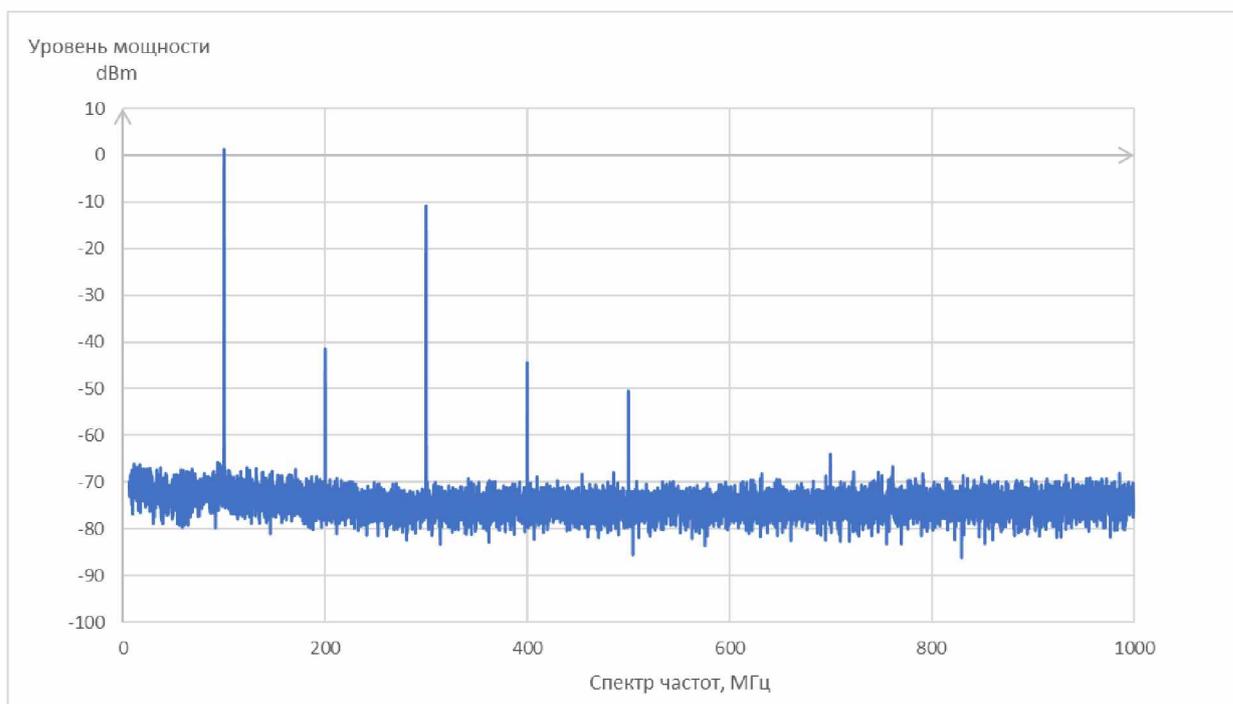


Рисунок 2 – Спектр опорного генератора

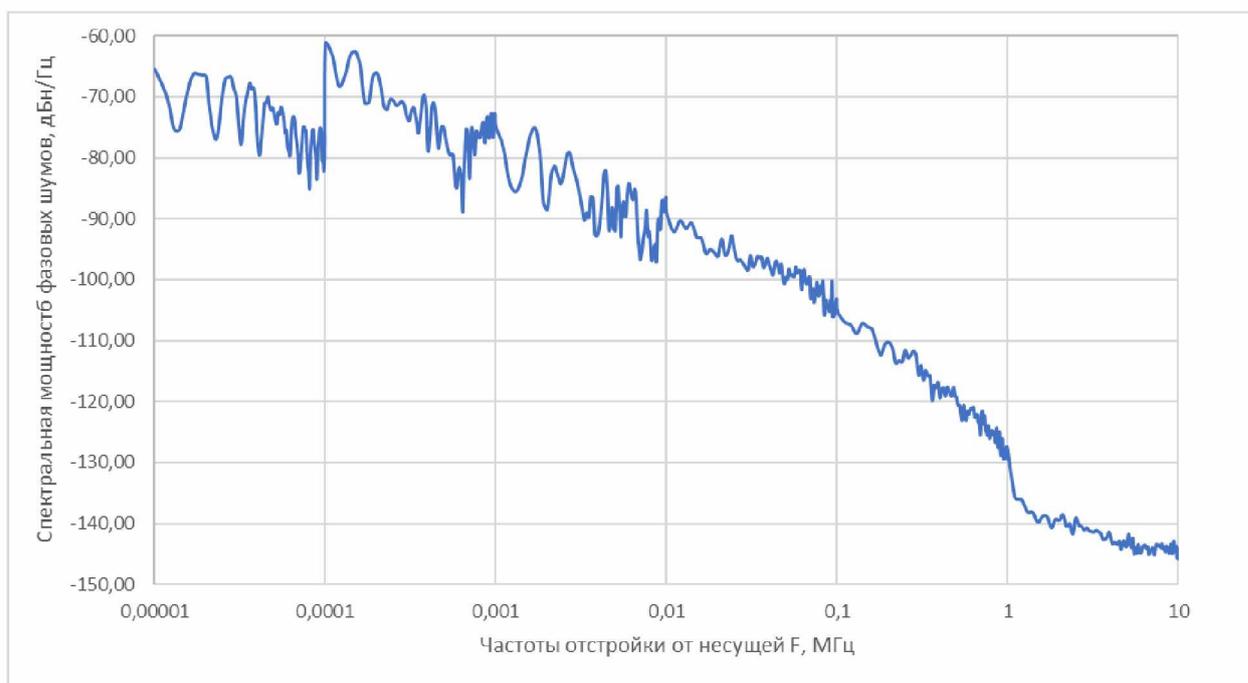


Рисунок 3 – Фазовые шумы опорного генератора

Таким образом, опорный генератор СВЧ с частотой генерации 100 МГц обеспечивает низкий фазовый шум - менее -60 дБн/Гц на частоте отстройки до 10 кГц от СВЧ несущей.

Заключение. В результате проведенных исследований установлено, что для повышения стабильности ОГ необходимо уменьшение мощности третьей боковой гармоники. Одним из вариантов решения данной проблемы является установка фильтра с большим коэффициентом затухания на данной частоте.

Список литературы

1. Vig, J.. Military applications of high accuracy frequency standards and clock// *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control*, 1993.–Vol. 40, № 5. –P.522–527.

UDC 621.373.52

REFERENCE GENERATOR FOR MICROWAVE RANGE

Kiyko V.V., Kiyko V.N., Dydo A.A.

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus
Scientific adviser: Lanin V.L. - Dr. Tech. Sciences, Professor of the Department of ETT*

Annotation. The main condition for achieving stable characteristics of electronic equipment components is the stability of the frequency of the master oscillator. The paper presents the results of a study of spectral analysis and phase noise of a reference oscillator.

Keywords. reference oscillator, microwave range, phase noise, signal