

Батыргареева Е.Р.

Научный руководитель к.т.н., Докторов А.Н.

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: romashovmurom@mail.ru, doctorov_a_n@mail.ru

Разработка высокочастотного малошумящего генератора опорной частоты для цифрового вычислительного синтезатора

Цифровые вычислительные синтезаторы (ЦВС) широко используются во многих радиотехнических системах, измерительных приборах, а также системах передачи данных. Работа таких синтезаторов основана на методе прямого цифрового синтеза. Данный метод обладает целым рядом достоинств, которые и привели его к широкому распространению в современной технике синтеза частот.

В данной работе разрабатывается высокочастотный генератор опорной частоты на основе резонатора на поверхностных акустических волнах, позволяющий формировать стабильные высокочастотные колебания с низким уровнем фазовых шумов.

ПАВ резонаторы являются ключевыми компонентами для построения малошумящих генераторов для наземной и бортовой радиолокационной аппаратуры. Они непосредственно определяют такие важнейшие характеристики как дальность и чувствительность. Конструктивно резонаторы на ПАВ представляют собой подложку из пьезокристаллического материала, на поверхности которой располагаются гребенчатые токопроводящие электроды. Они называются встречно-штыревыми преобразователями (ВШП) и предназначены для преобразования электрической энергии в акустическую и наоборот.

Принципиальная схема данного генератора приведена на рис. 1.

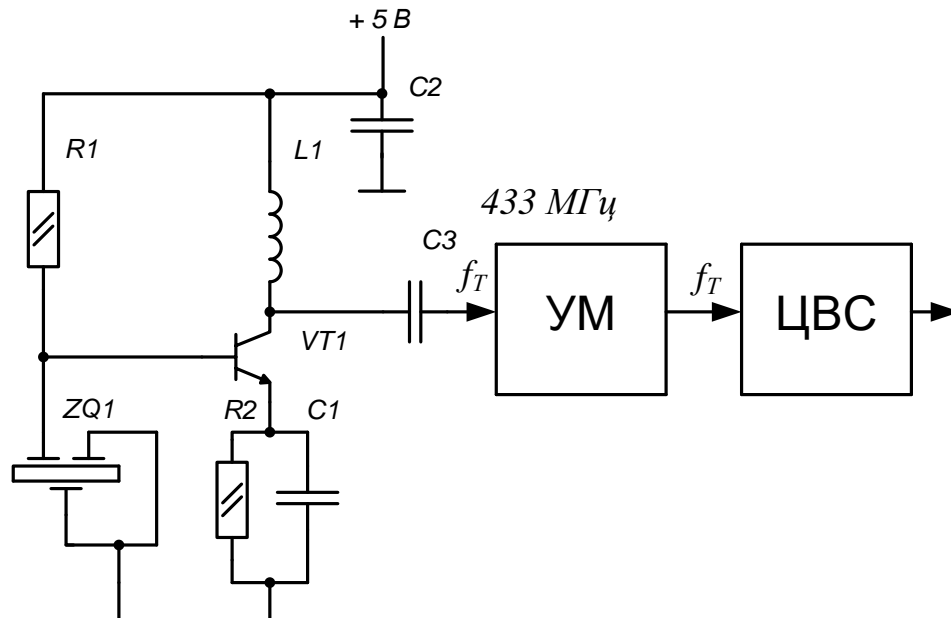


Рис. 1. Принципиальная схема генератора опорной частоты ЦВС на ПАВ-резонаторе

На рисунке 1 резонатор на ПАВ (ZQ1) используется в качестве элемента стабилизации частоты задающего генератора, а так же для обеспечения баланса фаз в схеме.

Для более эффективного проектирования формирователей сигналов, построенных на основе ЦВС, требуется оперативно оценить уровень фазовых шумов таких синтезаторов. Это возможно с помощью методов математического моделирования спектральной плотности мощности (СПМ) фазовых шумов. Подробно метод математического моделирования, и

использование его для расчета уровня фазовых шумов ЦВС рассмотрено в [1, 2]. Важным параметром является шумовая характеристика генератора опорной частоты. Математическая модель СПМ фазовых шумов генератора на ПАВ рассматривалась в [3, 4] и имеет вид

$$S_{\text{ГОЧ ПАВ}}(F) = \frac{10^{-4.205}}{F^3} + \frac{10^{-7.986}}{F^2} + \frac{10^{-13.447}}{F} + 10^{-17.225}.$$

Теоретическая зависимость, определяющая СПМ фазовых шумов разрабатываемого генератора, выполненного на основе ПАВ-резонатора, приведена на рис. 2

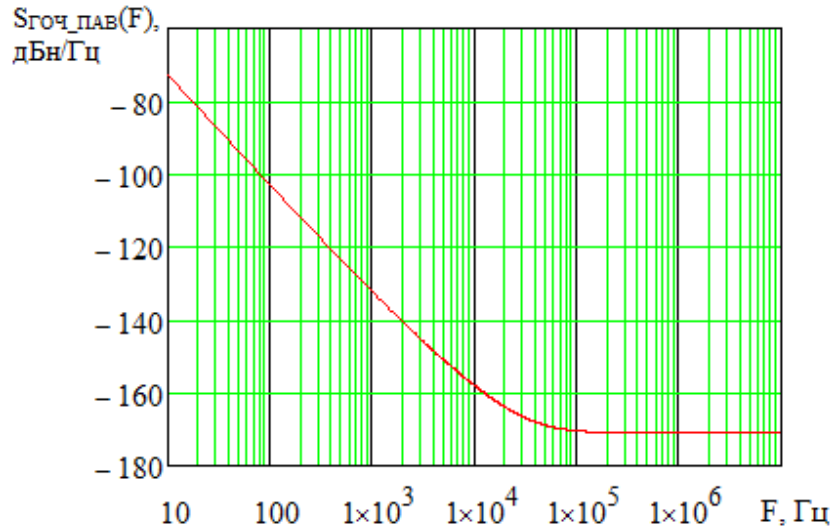


Рис. 2 Теоретическая зависимость СПМ фазовых шумов генератора опорной частоты на ПАВ для выходной частоты 1000 МГц

Из представленной зависимости видно, что теоретический уровень фазовых шумов непереключаемого генератора на ПАВ в дальней области отстройки частоты может достигать -170 дБн/Гц. Однако при малой отстройке уровень фазовых шумов выше. В дальнейшем предполагается изготовить генератор на основе ПАВ-резонатора по приведенной выше схеме, измерить его шумовую характеристику и использовать данный генератор для получения тактового сигнала ЦВС AD9910.

Литература

1. Romashov V.V., Romashova L.V., Khramov K.K., Doktorov A.N. Simulation of Noise Curves of the New Integrated DDS from Analog Devices // Proc. of the 2013 Int. Siberian Conf. on Control and Communications (SIBCON). – Krasnoyarsk: Siberian Federal University, Russia, Krasnoyarsk, September 12–13, 2013. IEEE Catalog Number: CFP13794-CDR. ISBN: 978-1-4799-1060-1.
2. Romashov V.V., Romashova L.V., Doktorov A.N. The mathematical model of noise characteristics of a direct digital synthesizer with the built-in multiplier of clock frequency on PLL // Proc. of the 2015 Int. Siberian Conf. on Control and Communications (SIBCON). – Omsk State Technical University, Russia, Omsk, Mai 20–22, 2015. ISBN: 978-147997102-2. DOI: 10.1109/SIBCON.2015.7147197
3. Якименко К.А. Моделирование шумовых характеристик генераторов с резонаторами на поверхностных акустических волнах / Наука и образование в развитии промышленной, социальной и экономической сфер регионов России [Электронный ресурс]: VII Всероссийские научные Зворыкинские чтения. Сб. тез. докладов VII Всероссийской межвузовской научной конференции. - Муром: Изд.-полиграфический центр МИ ВлГУ, 2015.
4. Якименко, К.А. Исследование шумовых характеристик гибридных синтезаторов частот на основе прямого аналогового и прямого цифрового методов синтеза / К.А. Якименко // Методы и устройства передачи и обработки информации, 2017, Т.19. С. 9-15.