

Колпаков А.Д.

Научный руководитель: к.т.н. К.А. Якименко

*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: qqwp7@icloud.com*

Методы снижения уровня фазовых шумов гибридных синтезаторов частот

Известны несколько типов гибридных синтезаторов частот на основе прямого цифрового и косвенного методов синтеза [1–3]: гибридный синтезатор с цифровым вычислительным синтезатором (ЦВС) в качестве опорного генератора системы фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ), гибридный синтезатор с ЦВС в цепи обратной связи ФАПЧ, гибридный синтезатор с ЦВС в качестве генератора подставки ФАПЧ, гибридный синтезатор, использующий образы основной частоты ЦВС. Основная характеристика качественных показателей выходного сигнала синтезаторов частот — уровень фазовых шумов, который оценивается спектральной плотностью мощности (СПМ) фазовых шумов. Целью данной работы является проведение обзора методов снижения уровня фазовых шумов гибридных синтезаторов частот на основе прямого цифрового и косвенного методов синтеза.

В работе был проведен анализ литературы по гибриднему методу синтеза частот. Определено, что наиболее оптимальным способом улучшения шумовых характеристик всех формирователей на основе ФАПЧ является уменьшение коэффициента деления в цепи обратной связи. Такой способ подходит для гибридных синтезаторов с ЦВС в качестве генератора подставки и использующих образы основной частоты. В таком случае, необходимо увеличить частоту генератора подставки. В обоих случаях в качестве генераторов подставки используются цифровые вычислительные синтезаторы. Частоту их выходного сигнала можно увеличить, используя умножители частот. Однако, такие устройства существенно (пропорционально квадрату коэффициента умножения) увеличивают уровень фазовых шумов, а также вносят большое количество нежелательных дискретных побочных спектра. Кроме того, использование умножителей частоты приводит к увеличению шага перестройки по частоте всего гибридного синтезатора. В связи с этим, необходим другой способ увеличения выходной частоты цифровых синтезаторов. Таким способом может являться применение образов основной частоты цифровых синтезаторов (копий спектра сигнала основной частоты) [4]. Образы представляют собой результат цифро-аналогового преобразования цифровых отсчетов, синусоиды. Частота образов определяется по формуле

$$f_{OBR} = |n \cdot f_T + f_{ЦВС}|,$$

где $n = \dots -n_{max}, -2, -1, 1, 2, n_{max} \dots$ — номера образа. Образы можно выделять, используя полосовой фильтр. Применение образов позволяет увеличить выходную частоту ЦВС без существенного увеличения уровня фазовых шумов, сохраняя шаг перестройки по частоте.

Литература

1. Рыжков, А.В. Синтезаторы частот в технике радиосвязи / А.В. Рыжков, В.Н. Попов. — М. : Радио и связь, 1991. — 264 с.
2. Ямпурин, Н.П. Формирование прецизионных частот и сигналов: Учеб. пособие. / Н.П. Ямпурин, Е.В. Сафонова, Е.Б. Жалнин. — Нижегород. гос. техн. ун-т. Нижний Новгород, 2003. — 187 с.
3. Ромашов, В.В. Моделирование шумовых характеристик гибридных синтезаторов частот / В.В. Ромашов, Л.В. Ромашова, К.К. Храмов, А.Н. Докторов, К.А. Якименко // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. — 2014. — №1. — С. 5-20.
4. Romashov, V.V. Modelling and comparing of phase noise curves of hybrid synthesizers / V.V. Romashov, K.A. Yakimenko // 2015 International Siberian Conference on Control and Communications, SIBCON 2015. — Omsk State Technical University. Russia, Omsk. May 21-23, 2015. — DOI: 10.1109/SIBCON.2015.7147198. — Pp. 714–719.