

Разработка и исследование формирователя сигналов на основе цифрового вычислительного синтезатора и двухкольцевой системы ИФАПЧ

Важным достоинством синтезаторов частот на основе двухкольцевой системы импульсно-фазовой автоподстройки частоты (ИФАПЧ) является существенное (по сравнению с однокольцевыми схемами) снижение уровня спектральной плотности мощности фазовых шумов (на 20-40 дБ/Гц) и уменьшение шага сетки формируемых частот в 10-ки раз [1]. Применение двухкольцевой системы ИФАПЧ в составе частотно-модулированных цифровых синтезаторов частот (ЧМЦСЧ) позволяет обеспечить, кроме снижения фазового шума вблизи несущей частоты, также увеличение скорости переключения рабочих частот и линеаризацию амплитудно-частотной модуляционной характеристики (АЧМХ) [2].

Также известно, что применение цифровых вычислительных синтезаторов частот (ЦВС) и ИФАПЧ в схемах формирователей сигналов позволяет достичь высоких качественных показателей в плане выходной частоты, разрешения по частоте и скорости перестройки, при этом упростить реализацию устройства и управление выходной частотой. Задачи анализа шумовых и динамических свойств синтезаторов частот на основе ЦВС и простейших однокольцевых систем ИФАПЧ решались в ряде публикаций [3, 4]. Представляется перспективным объединение важнейших преимуществ ЦВС и двухкольцевых ИФАПЧ в одном устройстве. Однако исследование ЦВС в сочетании с многокольцевыми системами ИФАПЧ в литературе освещено недостаточно.

Предлагаемая структурная схема формирователя сигналов на основе ЦВС и двухкольцевой системы ИФАПЧ представлена на рис. 1. Здесь приняты следующие обозначения: ОКГ – опорный кварцевый генератор; ИФМ – импульсно-фазовый модулятор; УПТ – усилитель постоянного тока; ИНВ – инвертор; ДФКД1,2 – делители частоты с фиксированными коэффициентами деления; ДДПКД2 – делитель частоты с дробно-кратным переменным коэффициентом деления; ЧФД1,2 – частотно-фазовые детекторы; ИМС – источник модулирующего сигнала; УА – управляемый аттенюатор; Ус1, Ус2 – усилители; ГУН1,2 – генераторы, управляемые напряжением. Цифрами 1 и 2 обозначена принадлежность блоков к первому и второму кольцам импульсно-фазовой автоподстройки частоты (ИФАПЧ1 и ИФАПЧ2), u_m и U – модулирующий и выходной сигналы формирователя соответственно.

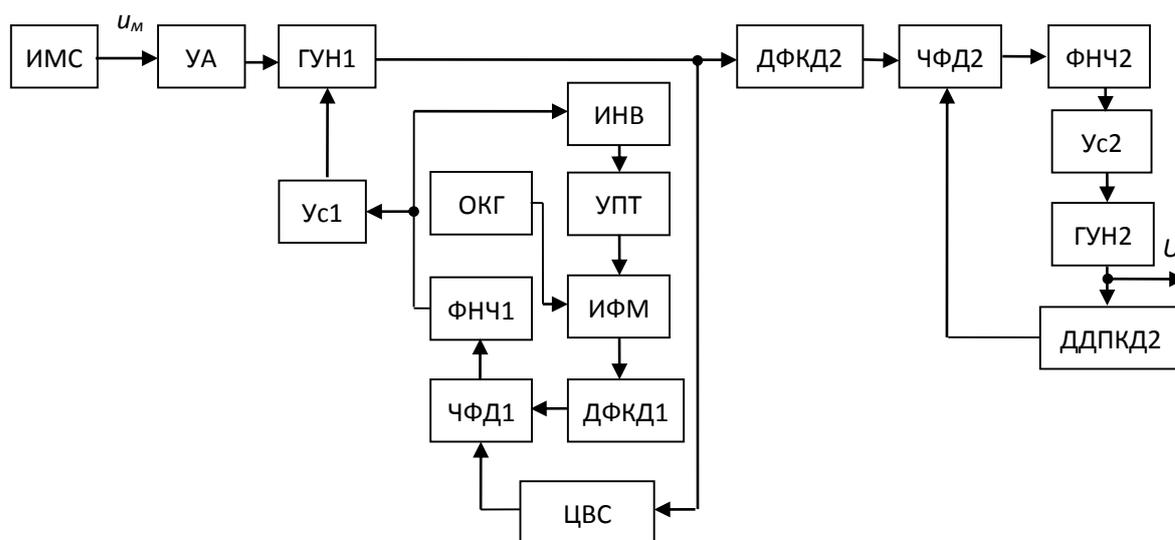


Рис. 1.

Схема рис. 1 получена на основе схемы двухкольцевого ЧМЦСЧ с автоматической компенсацией частотных искажений [2, 5] с помощью подстановки ЦВС в цепь обратной связи 1-

Секция 7. Машиностроение и материаловедение

го кольца ИФАПЧ (вместо делителя с переменным коэффициентом деления ДПКД1).

На основе передаточных функций предложенного формирователя были построены соответствующие графики модуляционных характеристик для четырех значений параметров звеньев синтезатора и компенсационного тракта (образованного блоками ЧФД1, ФНЧ1, ИНВ, УПТ, ИФМ, ДФКД1). Проведенные исследования подтвердили эффективность использования автокомпенсаторов для линеаризации АЧМХ и повышения быстродействия двухкольцевых цифровых синтезаторов частот.

Статья подготовлена при поддержке гранта РФФИ № 15-08-05542

Литература

1. Ромашов В.В., Ромашова Л.В., Коробкова Е.В. Исследование шумовых характеристик двухкольцевой системы ИФАПЧ. – Радиотехнические и телекоммуникационные системы, 2012, №3.
2. Курилов И.А., Анисимов С.Л. Автоматическая компенсация частотных искажений в двухкольцевых частотно-модулированных цифровых синтезаторах частот. – Радиотехника, 2008, № 9.
3. Рыжков А.В., Попов В.Н. Синтезаторы частот в технике радиосвязи. – М.: Радио и связь, 1991. – 264 с.
4. Ромашова Л.В., Ромашов А.В., Фомичев А.Н. Исследование шумовых свойств однокольцевой ФАПЧ со смесителем в цепи обратной связи // Радиотехнические и телекоммуникационные системы, 2011, №2. – С. 20 – 24.
5. Анализ характеристик синтезаторов частот на основе схемы амплитудно-фазового преобразователя сигналов. – М.: Радиопромышленность. – №2, 2012.