

Пономарев С.В.

*Научный руководитель: канд.техн.наук, доцент И.А. Курилов
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: ponomareff.serega2011@yandex.ru*

Исследование синтезатора частот с комбинированным регулированием

Важным показателем качества выходного сигнала синтезаторов частот является уровень его фазовых искажений [1]. В настоящее время широкое распространение в технике связи и при формировании зондирующих сигналов получили методы формирования сигналов с использованием умножителей частоты и цифровых вычислительных синтезаторов частот (ЦВС)

К появлению фазовых искажений приводят переходные процессы цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) ЦВС, джиттер блоков синтезатора и интерфейсов между блоками, внешние и внутренние дестабилизирующие факторы. Применение автоматической компенсации фазовых искажений позволяет существенно уменьшить уровень фазовых помех ЦВС и синтезатора в целом. Дополнительное улучшение параметров синтезатора возможно введением дополнительного тракта подавления собственных фазовых помех умножителя частоты на основе системы фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ).

Метод автоматической компенсации фазовых искажений с комбинированным регулированием основан на выделении закона паразитного отклонения фаз выходного сигнала ЦАП ЦВС и последующем противофазном отклонении тактового сигнала ЦАП в управляемом фазовращателе (УФ) под действием выделенного сигнала [1-3]. Таким образом, отклонение фазы выходного сигнала ЦВС компенсируется противофазным отклонением фазы сигнала при его прохождении через УФ. Метод не требует индивидуальной калибровки отдельных блоков синтезатора, обеспечивает компенсацию помех с частотой, близкой к основной частоте сигнала, и может применяться вместе с фильтрацией.

В данной работе предлагается использовать для построения тракта автокомпенсации принцип комбинированного регулирования и формирования опорного сигнала тракта автокомпенсации с использованием делителя частоты системы ФАПЧ1 первого умножителя частоты (УЧ1) для улучшения компенсационных свойств устройства.

На рис. 1 представлена структурная схема синтезатора частот с комбинированным регулированием. На схеме обозначены блоки: ОГ – опорный генератор, С_п – код выходного сигнала ЦВС, УФ – управляемый фазовращатель, УТ КР-управляющий тракт автокомпенсатора фазовых искажений, С-сумматор, УТУ-управляющий тракт устройства автокомпенсации собственных фазовых искажений ФАПЧ2, УЧ2 – второй умножитель частоты на основе ФАПЧ2.

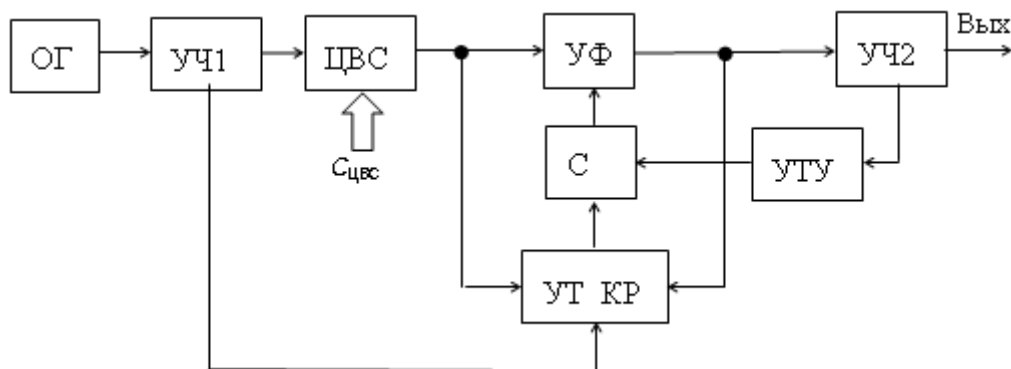


Рис. 1. Структурная схема синтезатора частот с комбинированным регулированием

Для анализа устойчивости и частотных характеристик синтезатора частот с комбинированным регулированием при малых дисперсиях фазовых флуктуаций была выполнена линейная аппроксимация [4] характеристик блоков устройства: фазовых детекторов автокомпенсатора ФДА1 и ФДА2, фазовращателя УФ, а также генератора управляемого напряжением 1 УЧ1, и фазового детектора ФАПЧ1 умножителя частоты УЧ1, генератора управляемого напряжением 2 и фазового детектора ФАПЧ2 умножителя частоты УЧ2.

На основе линеаризованной модели формирователя были получены выражения передаточных функций устройства для всех видов дестабилизирующих факторов. Структура полученных передаточных функций синтезатора частот с комбинированным регулированием показывает эффективность предложенной схемы синтезатора.

Литература

1. Surzhik D.I., Kurilov I.A., Kuzichkin O.R., Vasilyev G.S., Kharchuk S.M. Modeling the noise properties of hybrid frequency synthesizers with automatic compensation of phase noise of DDS. // 2015 International Siberian Conference on Control and Communications, SIBCON 2015 - Proceedings 2015. С. 7147015.
2. Васильев Г.С., Курилов И.А., Харчук С.М. Моделирование нелинейного автокомпенсатора фазовых помех ЦАП прямого цифрового синтезатора частот. //Радиотехнические и телекоммуникационные системы. №2, 2014. – С. 30-38.
3. Васильев Г.С., Суржик Д.И., Харчук С.М., Курилов И.А Шумовые свойства формирователя сигналов с автокомпенсацией фазовых помех. – Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2015. № 4 (20). С. 5-12.
4. Курилов И.А., Ромашов В.В., Жиганова Е.А., Романов Д.Н., Васильев Г.С., Харчук С.М., Суржик Д.И. Методы анализа радиоустройств на основе функциональной аппроксимации. – Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2014. № 1 (13). С. 35-49.