

Туманов М.А.

*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: jerebjec1992@mail.ru*

Исследование синтезатора частот с регулированием по отклонению

В настоящее время широкое распространение в радиотехнике и в частности в технике связи, и при формировании зондирующих сигналов получили методы формирования сигналов с использованием умножителей частоты и цифровых вычислительных синтезаторов частот (ЦВС). Уровень фазовых искажений синтезаторов частот [1] в значительной степени определяет качество его выходного сигнала.

К появлению фазовых искажений приводят переходные процессы цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) ЦВС, джиттер блоков синтезатора и интерфейсов между блоками, внешние и внутренние дестабилизирующие факторы. Существенно уменьшить уровень фазовых помех ЦВС и синтезатора в целом позволяет использование систем автоматической компенсации фазовых искажений и помех. Введение дополнительного тракта подавления собственных фазовых помех умножителя частоты на основе системы фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) расширяет возможности подавления помех и приводит к улучшению качества выходного сигнала.

Метод автоматической компенсации фазовых искажений с регулированием по отклонению основан на выделении закона паразитного отклонения фазы выходного сигнала ЦАП ЦВС и последующем противофазном отклонении тактового сигнала ЦАП в управляемом фазовращателе (УФ) под действием выделенного сигнала [1-2]. Информация о паразитном отклонении фазы снимается с выхода УФ. При этом отклонение фазы выходного сигнала ЦВС компенсируется противофазным отклонением фазы сигнала в УФ. Метод обеспечивает компенсацию помех с частотой, близкой к основной частоте сигнала, и может применяться вместе с пассивной и активной фильтрацией.

В работе так же предлагается использовать для построения тракта автокомпенсации формирование опорного сигнала тракта автокомпенсации на основе делителя частоты системы ФАПЧ1 первого умножителя частоты (УЧ1), что позволит улучшить степень подавления фазовых помех.

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

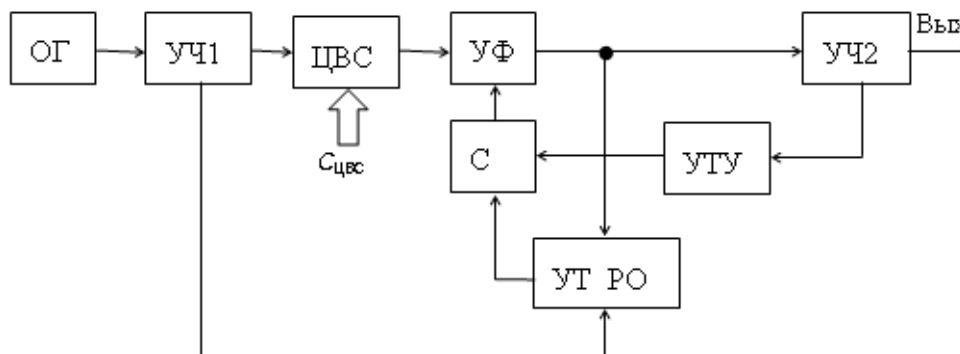


Рис. 1. Структурная схема синтезатора частот с регулированием по отклонению

Для анализа различных характеристик синтезатора частот с регулированием по отклонению (устойчивости, частотных и динамических характеристик, шумовых свойств) при малых дисперсиях фазовых флуктуаций осуществлена линейная аппроксимация [3] характеристик блоков устройства: фазового детектора автокомпенсатора ФДА, фазовращателя УФ, а также генератора управляемого напряжением 1 (ГУН1) УЧ1, и фазового детектора ФАПЧ1 умножителя частоты УЧ1, генератора управляемого напряжением 2 и фазового детектора ФАПЧ2 умножителя частоты УЧ2. На основе линеаризованной модели синтезатора были получены выражения всех передаточных функций устройства.

В том числе получены:

передаточная функция «Дестабилизирующий фактор ОГ - фаза выходного сигнала»;

передаточная функция «Дестабилизирующий фактор ЦАП - фаза выходного сигнала»;

передаточная функция «Дестабилизирующий фактор УФ - фаза выходного сигнала»;

передаточная функция «Дестабилизирующий фактор ГУН1 - фаза выходного сигнала» и

др.

Анализ полученных передаточных функций синтезатора частот с регулированием по отклонению показывает, что применение регулирования по отклонению в тракте автокомпенсации, позволяет увеличить подавление фазовых искажений устройства и медленных фазовых отклонений ЦВС при пропорциональном увеличении значения коэффициента регулирования по отклонению N_2 . Кроме того обеспечивается контроль за собственными паразитными отклонениями фазы УФ и их подавление.

Литература

1. Рудаков А.М., Курилов И.А., Харчук С.М., Романов Д.Н. Математическое моделирование автокомпенсации фазовых помех на выходе ЦАП прямого цифрового синтезатора частот. Радиотехнические и телекоммуникационные системы. №2 (10), 2013. – С. 19-25.
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.