

Гладышев М.А.

*Научный руководитель: к.т.н., 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: kia\_s@istl.ru*

### **Устойчивость синтезатора с автокомпенсацией и фазовым управлением в тракте эталонного сигнала**

Широкое распространение в настоящее время получили формирователи сигналов и схемы частотного синтеза на основе прямого цифрового синтеза сигнала –цифровых вычислительных синтезаторов. Цифровые вычислительные синтезаторы (ЦВС) обладают рядом достоинств, таких как простота, устойчивость, малый шаг перестройки, высокая скорость перестройки [1] и др.

В то же время собственные характерные фазовые помехи ЦВС [2,3] в значительной степени определяет качество его выходного сигнала. К появлению фазовых помех в частности приводят внешние и внутренние дестабилизирующие факторы блоков синтезатора, джиттер интерфейсов между блоками и переходные процессы цифро-аналогового преобразователя ЦВС

Использование систем автоматической компенсации фазовых помех позволяет существенно уменьшить уровень фазовых помех ЦВС и синтезатора в целом.

Принцип автоматической компенсации основан на выделении закона фазовой помехи в тракте эталонного сигнала и дальнейшем противофазным управлении фазой сигнала эталонного тракта синтезатора таким образом, что первоначальное паразитное отклонение фазы компенсируется. Применение дополнительного фазового управления в тракте эталонного сигнала позволяет дополнительно уменьшить в частности, шумовую полосу исследуемого синтезатора в целом и улучшить качественные показатели его выходного сигнала.

Для формирования информационного и опорного сигналов фазового детектора автокомпенсатора применены дифференцирующие каскады, выпрямители и Т-триггеры. После детектирования сигнал выделенной помехи фильтруется и усиливается в управляющем тракте автокомпенсатора, расположенного в тракте эталонного сигнала.

Применение дополнительного управляющего тракта, включающего в себя дополнительный фильтр и дополнительный УПТ позволило более гибко и независимо управлять параметрами автокомпенсации и в частности избирательными характеристиками синтезатора в целом.

Для анализа устойчивости синтезатора с автокомпенсацией и фазовым управлением в тракте эталонного сигнала при малых значениях фазовых флуктуаций проведена линейная аппроксимация [3,4] характеристик основных блоков устройства: фазового детектора автокомпенсатора, фазовращателя, генератора управляемого напряжением, фазового детектора системы фазовой автоматической подстройки частоты в составе синтезатора.

На основе линеаризованной модели синтезатора были получены выражения всех передаточных функций устройства.

По полученным передаточным характеристикам устройства, на основе частотного критерия Найквиста проведено исследование устойчивости синтезатора с автокомпенсацией и фазовым управлением в тракте эталонного сигнала для следующих типов фильтров в компенсационных трактах: а) безынерционные тракты; б) тракты с фильтрами нижних частот первого порядка; в) тракты с фильтрами нижних частот второго порядка;

Проведено моделирование синтезатора в среде Matchkad. В докладе приводятся рассчитанные и построенные графики годографов для рассматриваемых технических параметров и определены условия устойчивости, а так же запасы устойчивости синтезатора с автокомпенсацией и фазовым управлением в тракте эталонного сигнала.

### 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.
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