

Анализ динамических режимов формирователя сигналов на основе ЦВС

Формирователи сигналов на основе цифровых вычислительных синтезаторов (ЦВС), работающих по принципу прямого частотного синтеза, получили широкое распространение в технике радиосвязи благодаря удобству цифрового интерфейса, высокому разрешению по частоте и фазе, быстрой перестройке по частоте. Однако фазовые помехи снижают качество выходного сигнала формирователя. Влияние амплитудных помех менее существенно и может быть уменьшено применением ограничителей сигналов.

Наиболее распространенными методами подавления помех на выходе прямого цифрового синтезатора частот является фильтрация выходного сигнала синтезатора, а также компенсация данных помех. Действенным методом подавления помех, как показывают исследования, является метод автоматической компенсации помех. Он сочетает достоинства предыдущих, такие как простота схемы и возможность компенсации помех с частотой, близкой к основной частоте сигнала, и может эффективно дополнять фильтрацию [1]. Анализ динамических режимов различных вариантов построения Формирователей сигналов с автокомпенсацией является актуальной задачей.

Анализ формирователя проводится на основе структурной аппроксимации схемы Формирователя сигналов соответствующей схемой амплитудно-фазового преобразователя

При таком подходе отсутствуют ограничения на порядок фильтров преобразователя. Передаточная функция блока автоматической компенсации фазовых помех

$$H(p) = \frac{1}{1 + N_p M(p)},$$

где N_p – коэффициент регулирования, $M(p)$ – передаточная функция фильтра управляющего тракта блока автокомпенсации.

Применение спектрального метода и аппроксимации выходного спектра устройства $S_y(\omega)$ непрерывными кусочно-линейными функциями [2] позволяет получить общее выражение динамической характеристики

$$y(t) = H_{cy}(0) + \frac{2}{\pi} \sum_{i=0}^{N-1} \frac{a_{0i}}{\Delta_i} \cdot [Si(\omega_{i+1}t) - Si(\omega_i t)],$$

где N – общее число аппроксимирующих функций, i – текущий номер аппроксимирующей функции, $H_{cy}(0)$ – коэффициент передачи преобразователя при $\omega=0$, a_{0i} – высота аппроксимирующей функции, ω_i – значение частоты в текущем узле аппроксимации, Δ_i – шаг аппроксимирующей функции.

Выражение динамической характеристики для исследования конкретного формирователя сигналов может быть получено подстановкой параметров схемы и воздействия в полученные соотношения. В работе исследуются переходные характеристики формирователя с полосовым фильтром и с фильтрами нижних частот первого и второго порядков.

Получены переходные характеристики формирователя с исследуемыми типами фильтров. Проведенные исследования позволяют выполнять расчет переходных режимов формирователей сигналов на основе ЦВС, по выражениям динамических характеристик.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-08-05542

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.

Секция 18. Радиотехника

2. Курилов И.А., Васильев Г.С., Харчук С.М. Анализ динамических характеристик преобразователей сигналов на основе непрерывных кусочно-линейных функций / Научно-технический вестник Поволжья, 2010. №1. – С. 100-104.