

### **Анализ динамических характеристик фильтра со сложной частотной характеристикой на основе НКЛФ**

При построении автоматических компенсаторов фазовых помех с регулированием по возмущению, в ряде случаев требуется обеспечить сложную заданную характеристику избирательности. При широкополосном управляемом фазовращателе автокомпенсатора, динамические характеристики устройства будут определяться динамическими характеристиками фильтра управляющего тракта.

Частотная характеристика исследуемого фильтра должна обеспечить затухание сигнала в области верхних частот и одновременно в области средних частот она имеет режекторный участок. Структурная схема фильтра содержит: параллельно включенные первый фильтр нижних частот и фильтр верхних частот, сигналы которых суммируются; выход сумматора соединен с входом второго фильтра нижних частот, выход которого является выходом устройства.

Анализ исследуемого фильтра удобно проводить на основе непрерывных кусочно-линейных функций (НКЛФ). Данный подход позволяет упростить анализ и получить аналитические выражения характеристик в том числе и для сложных фильтров более высокого порядка.

Для удобства расчетов принята постоянная времени фильтра верхних частот, ходящего в устройство  $T_в = \lambda_в T_n$ , где  $T_n$  - постоянная времени первого фильтра нижних частот,  $\lambda_n T_n$  - постоянная времени второго фильтра нижних частот,  $\lambda_n$  и  $\lambda_в$  – постоянные коэффициенты.

Применение непрерывных кусочно-линейных функций позволило аппроксимировать нелинейную частотную характеристику, как самого фильтра, так и спектра его выходного сигнала с любой заданной степенью точности.

Выражение динамической характеристики фильтра со сложной частотной характеристикой получено спектральным методом. Другие методы имеют ряд недостатков. Так, использование таблицы оригиналов и изображений не всегда дает возможность получить обобщенные решения, а расчет по теореме разложения при больших порядках фильтра требует нахождения корней полиномов высоких порядков. Анализ может быть существенно упрощен, если, для исследования динамических характеристик спектральным методом использовать не полную информацию о комплексном спектре выходного сигнала, а только его действительную или мнимую часть.

В работе проведены исследования динамических характеристик устройства с постоянной времени  $T_n=1$ , и при аппроксимации выходного спектра шестью и двенадцатью прямыми:  $N=6$  и  $N=12$ .

Общее выражение динамической характеристики исследуемого фильтра находится суммированием частных решений. Графики динамических характеристик сравниваются с характеристиками, полученными численным методом, путем решения дифференциальных уравнений в среде Matchkad. Определены зависимости погрешности метода от числа аппроксимирующих прямых в составе НКЛФ

В результате анализа на основе спектрального метода получены выражения и построены графики динамических характеристик фильтра со сложной частотной характеристикой.

При анализе динамических режимов конкретного устройства, его характеристики записываются простой подстановкой соответствующих числовых коэффициентов конкретного устройства в выражения полученных динамических характеристик фильтра.

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