

### Исследование динамических процессов активных режекторных фильтров пятого и шестого порядков на основе интеграла Симпсона

Анализ динамических процессов активных режекторных фильтров пятого и шестого порядков предлагается поводить с применением непрерывных кусочно–линейных функций (НКЛФ). Аппроксимация осуществляется для функций выходных сигналов фильтров. Выражение для выходного сигнала фильтра, аппроксимированное на основе НКЛФ имеет вид:

$$U(t) = \sum_{n=0}^{N-1} [K_n(t-t_r) + B_n] Q_n,$$

где  $n$  и  $N$  – текущий и максимальный номера узлов аппроксимации,  $K_n$ ,  $B_n$  – коэффициенты аппроксимирующих отрезков прямых,  $Q_n = Q_n(t-t_r)$  – функция включения НКЛФ, принимающая значения в интервале от 0 до 1,

$$Q_n = 1/2\Delta \sum_{\lambda=0}^1 \sum_{\gamma=0}^1 (-1)^{\lambda+\gamma} |U-t_r - U_n + T_{r_n} - \gamma\Delta_{U,T} + \Delta(1-\lambda)|,$$

где  $\lambda$  и  $\gamma$  – целые числа  $U_n$  и  $T_{r_n}$  – значения  $U$  и  $t_r$  в узлах  $n$ ,  $\Delta_{U,T}$  – шаг аппроксимации,  $\Delta$  произвольно малая величина ( $\Delta \rightarrow 0$ ).

В качестве входного сигнала фильтров рассматривается ступенчатая функция времени. Временная характеристика входного сигнала так же аппроксимируется на основе НКЛФ. Максимальное значение входного сигнала ограничено линейностью характеристики активного элемента фильтра.

Вывод обобщенного аналитического выражения динамических характеристик активных режекторных фильтров осуществляется с применением интеграла Симпсона.

Для проверки полученного аналитического выражения проводится исследование динамических характеристик режекторных фильтров пятого и шестого порядков. Функция изображения выходного сигнала устройства аппроксимируется на основе НКЛФ, при этом каждый участок описывается отрезком прямой. Функции определены во всей области изменения переменной и не требуют отдельного анализа на каждом интервале аппроксимации. С помощью обратного преобразования Лапласа получены временные характеристики на каждом участке, и полученные результаты суммируются.

Найдены составляющие выражений переходных процессов каждого из аппроксимированных участков режекторных фильтров пятого и шестого порядков и получены общие выражения динамических характеристик.

Проведен сравнительный анализ переходных характеристик, при разных значениях длины аппроксимируемого участка функции выходного сигнала. Для каждого значения проводится анализ погрешностей результирующих динамических характеристик.

Полученные выражения путем подстановки соответствующих коэффициентов и постоянных времени составляющих звеньев, позволяют описывать динамические процессы режекторных фильтров пятого и шестого порядков.

Построены графики переходных процессов исследуемых фильтров для пяти значений параметров аппроксимации динамической характеристики. Приведены графики зависимости величины погрешности рассматриваемого метода от количества аппроксимирующих прямых.

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