

## Динамические характеристики нелинейного преобразователя сигналов с ФВЧ и регулированием по отклонению

Курилов И.А., Е.Н. Мошнина, Д.Н. Романов

Муромский институт Владимирского государственного университета

602264, г Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, 23

E-mail: [rt@mivlgu.ru](mailto:rt@mivlgu.ru)

*Получены выражения динамических характеристик преобразователя, аппроксимированного на основе непрерывных кусочно-линейных функций. Рассмотрены характеристики конкретного преобразователя при воздействии ступенчатого сигнала.*

*Expressions of dynamic characteristics of the converter approximated on the basis of continuous piecewise-linear functions are obtained. Characteristics of the specific converter under influence of the step signal are considered.*

Исследования показали эффективность применения амплитудно-фазовых преобразователей АФП [1] для анализа схем радиотехнических устройств. Это позволяет анализ устройств, проводить по конечным выражениям исследуемых характеристик полученных для АФП. При этом сама схема радиотехнического устройства аппроксимируется конкретным вариантом АФП, получаем коэффициенты устройства и полученные коэффициенты подставляются в выражения исследуемых режимов АФП. Для линеаризации АФП с сохранением общего нелинейного характера реальных устройств удобно использовать непрерывные кусочно-линейные функции НКЛФ [2].

Схема АФП с регулирование по отклонению (РО) (рис. 1), включает в себя АФП пониженного уровня, управляющее устройство (УУ) и последовательно соединенные детектор отклонения (ДО), фильтр (Ф) и весовой распределитель. Второй вход ДО соединен с источником эталонного сигнала ( $U_{ЭГ}$ ). На выходе ДО напряжение – пропорциональное отклонению параметра сигнала на выходе АФП. Помимо аппроксимации амплитудных (фазовых) характеристик, НКЛФ позволяют провести кусочную аппроксимацию и частотных характеристик.

Рассмотрен АФП с линейным УУ и нелинейной характеристикой ДО. Его уравнение

$$y = x - n_p M(p) F(y), \quad (1)$$

где  $x$  и  $y$  – отклонение входного и выходного параметров (амплитуды или фазы) сигналов соответственно,  $n_p$  и  $M(p)$  – коэффициенты передачи ВР и Ф,  $p=d/dt$  – оператор,  $t$  – время,  $M(p)=Tp/(Tp+1)$ , где  $T$  – постоянная времени фильтра,  $F(y)$  – характеристика ДО.

Характеристика ДО, аппроксимированная на основе НКЛФ имеет вид  $F(y) = \sum_{n=0}^{N-1} (K_n y + B_n) Q_n$ , где  $n$  и  $N$  – текущий и максимальный номер узлов аппроксимации,  $K_n$  и  $B_n$  – крутизна и постоянный коэффициент в узле аппроксимации  $n$ ,  $Q_n(y)$  – НКЛФ включения, принимающая значение 1 на интервале  $n \dots n+1$  или 0 - вне этого интервала.

Подставим выражения для  $F(y)$  и  $M(p)$  в (1) и после преобразования получим дифференциальное уравнение АФП с РО для узла  $n$

$$\frac{dy_n}{dt} + \frac{1}{(1+n_p K_n)T} y_n = \frac{X_n}{(1+n_p K_n)T} \quad (2)$$

Корень характеристического уравнения, полученного из (2)  $Z = 1/((1+n_p K_n)T)$ .

Решение уравнения (2) включает две составляющие, соответствующие принужденному ( $A_{np} = X_n$ ) и свободному режиму [ $A_{св} \exp(Zt)$ ].

$A_{св} = Y_n - X_n$ , где  $Y_n$  начальное значение  $y_n$ . График начальных значений  $y_n(X_n)$  для ДО с треугольной характеристикой представлен на рис. 2. Он получен на основе предельных соотношений и аппроксимируется НКЛФ  $y_{n_n} = \frac{X_n - n_p B_n}{1 + n_p K_n} Q_n(X_n)$ .

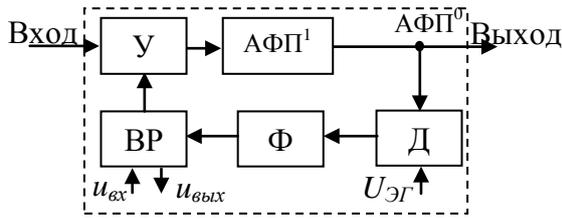


Рис. 1

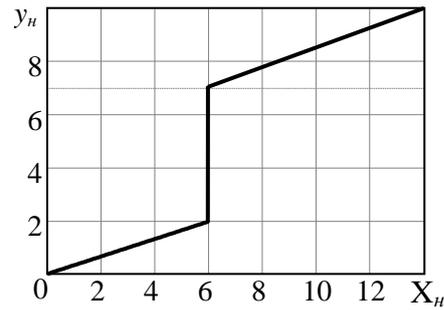


Рис. 2

Особенностью переходного процесса является наличие устойчивых состояний, обусловленных отрицательной крутизной наклона ряда участков характеристики ДО.

Так для узла  $n=0$

$$y_0(t) = \left[ (Y_{n_0} - X_n) \exp\left(-\frac{1}{1+n_p K_0} \frac{t}{T}\right) + X_n \right] q_0(t-t_1) + Y_{n_0} [1 - q_0(t-t_1)],$$

где  $q_0(t-t_1)$  ступенчатые включающие НКЛФ,  $t_1$  – время достижения выходным параметром узла аппроксимации  $n=1$ .

Временная характеристика для узла  $n=0$ ,  $X_n=3$  и  $n_p=2$ ,  $K_0=1$  и графики включающих НКЛФ  $q_0$  и  $(1-q_0)$  представлена на рис. 3

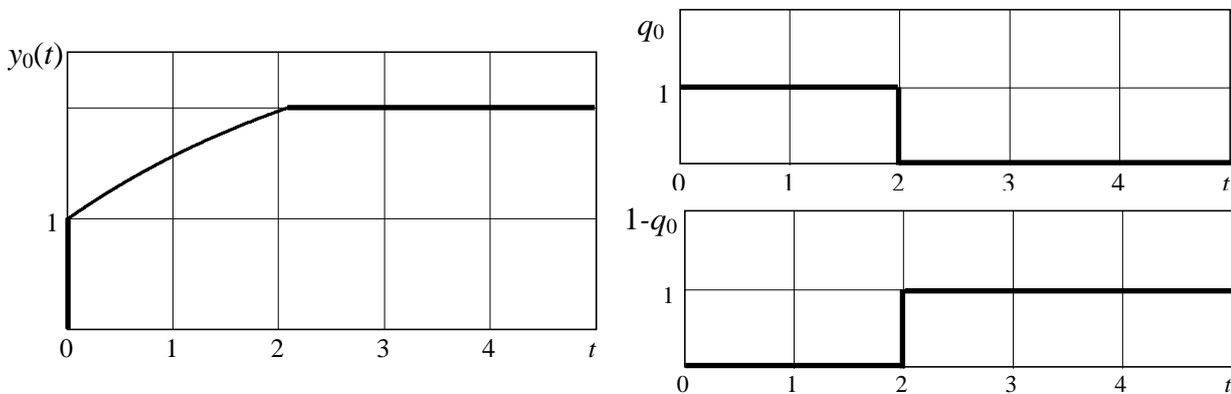


Рис. 3

Получены выражения и построены переходные функции для различных значений параметров АФП и различных отклонениях входного параметра.

**Литература:**

1. Курилов И.А., Ромашов В.В., Переходные режимы амплитудно - фазового преобразователя четвёртого порядка, Радиотехника, 2008, №9.
2. Курилов И.А., Романов Д.Н., Харчук С.М. Аппроксимация характеристик и сигналов на основе включающих непрерывных кусочно-линейных функций /Методы и устройства передачи и обработки информации: Межвуз. сб. науч. тр./ Под. Ред. В.В. Ромашова – М: «Радиотехника», 2007., Вып.8, с 7-11.