

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ СИСТЕМ ФАЗОВОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ

Пучинец В.В.

Кафедра вычислительных методов и программирования  
 Научный руководитель: Шилин Л.Ю., ассистент кафедры ВМиП  
 e-mail: puchinets.viktor@yandex.by

**Аннотация** – В данной работе рассматривается процесс анализа шумовых характеристик систем фазовой синхронизации

**Ключевые слова:** импульсные системы фазовой синхронизации; z-преобразование

В настоящее время системы фазовой синхронизации (СФС) нашли широкое применение в радиотехнике, телекоммуникациях и компьютерной технике, что обусловлено их высокой точностью, скоростью, простотой технической реализации, работой в широком диапазоне частот.

В зависимости от используемых в СФС элементов, они делятся на:

- аналоговые, при использовании аналоговых схем фазового детектора;
- импульсные, при использовании в качестве фазового детектора логических цепей;
- цифровые, при реализации структурных элементов в цифровом виде.

Ранее предложен метод проектирования аналоговых СФС основанный на построении областей устойчивости и качества [1].

Для использования данного метода при разработке ИСФС необходимо применение z-преобразования для определения характеристик устройства. Отобразим это на примере нахождения условий устойчивости системы.

На рисунке 1 изображена обобщенная схема импульсной системы фазовой синхронизации (ИСФС), где ИФД – импульсный фазовый детектор, ЗФК – звенья фильтрации и коррекции, УГ – управляемый генератор, ОС – цепь обратной связи, НЛЧ – непрерывная линейная часть,  $y$  – задающее воздействие,  $\varepsilon$  – ошибка регулирования,  $\omega$  – сигнал на выходе ИСФС.

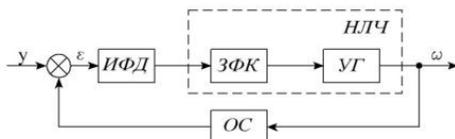


Рис. 1. Обобщенная схема ИСФС

$$W_1(p) = \frac{k_1}{T_1 p + 1} - \text{передаточная функция ЗФК}$$

$$W_2(p) = \frac{k_2}{p} - \text{передаточная функция УГ}$$

Для определения передаточной функции ИФД, представим его соединением простейшего импульсного элемента и формирующего элемента (рис. 2).

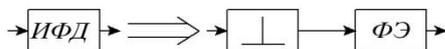


Рис. 2. Представление ИФД в виде соединения простейшего импульсного элемента и формирующего элемента

Так как с выхода ИФД поступают импульсы прямоугольной формы, то передаточную функцию формирующего элемента можно представить следующим образом:

$$W_{\PhiЭ} = K_p \cdot D \cdot T$$

где:  $D = \frac{\tau}{T}$  – коэффициент заполнения

$\tau$  – длительность импульса

Тогда передаточная функция приведенной линейной части имеет вид:

$$W(p) = \frac{K_p D \cdot T \cdot k_1 \cdot k_2}{p(T_1 p + 1)}$$

Введем обозначение:

$$K = K_p \cdot D \cdot T \cdot k_1 \cdot k_2$$

Тогда:

$$W(p) = \frac{K}{p(T_1 p + 1)}$$

Применив z-преобразование, получим передаточную функцию разомкнутой системы:

$$K_p(z, \varepsilon) = K \cdot \left( \frac{1}{z-1} - \frac{e^{-\frac{\varepsilon \cdot T}{T_1}}}{z - e^{-\frac{T}{T_1}}} \right)$$

Находим передаточную функцию замкнутой системы:

$$K_3(z, \varepsilon) = \frac{K_p(z, \varepsilon)}{1 + z^{-1} \cdot K_p(z, 1)}$$

Тогда характеристическое уравнение имеет вид:

$$1 + z^{-1} \cdot K_p(z, 1) = 0$$

Для выполнения условий устойчивости, необходимо чтобы все корни характеристического уравнения  $z_i$  лежали внутри окружности единичного радиуса.

После определения корней получаем неравенства, на основании которых производится выбор параметров системы. Для упрощения выбора строятся n-мерные области устойчивости.

Таким образом авторами расширена ранее предложенная методика проектирования аналоговых СФС для использования ее при разработке дискретных устройств

- [1] Шилин Д. Л., Пучинец В. В., Шилин Л. Ю. Проектирование систем фазовой синхронизации. Информационные технологии и системы 2011 (ИТС 2011): материалы международной научной конференции. — БГУИР, Минск, Беларусь, 26 октября 2011 г. С. 21—22.
- [2] Романов С.К., Тихомиров Н.М., Леньшин А.В. Системы импульсно-фазовой автоподстройки в устройствах синтеза и стабилизации частот. — М.: Радио и связь, 2010. — 328 с