

НЕЧЕТКИЙ РЕГУЛЯТОР ДЛЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТОМ ВТОРОГО ПОРЯДКА

Чжэньбэй Л.¹, Скороспешкин М.В.²

¹Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, 8ТМ21 e-mail: chzhenbey1@tpu.ru

²Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, доцент, e-mail: smax@tpu.ru

Введение

В настоящее время в большинстве автоматических систем управления используют ПИД-регуляторы. Однако существуют системы, где параметры меняются со временем, и для них можно использовать ПИД-регуляторы, которые могут подстраивать свои параметры в процессе работы. Использование такого подхода требует значительного времени на подстройку, что может затруднить реализацию таких систем.

Другой подход – это использование корректирующих устройств (КУ), которые позволяют улучшить качество систем управления нестационарными объектами, обеспечивать необходимые запасы устойчивости в соответствии с требованиями системы. В этой работе описывается применение устройства, которое использует нечеткую логику для реализации псевдолинейного корректирующего устройства с фазовым опережением.

Псевдолинейное корректирующее устройство с фазовым опережением

Данное устройство позволяет получить фазовое опережение без изменения амплитуды. На рисунке 1 показана структура данного корректирующего устройства [1].

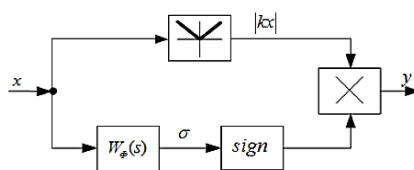


Рис. 1. Псевдолинейное корректирующее устройство с фазовым опережением

Сигнал на входе проходит через два канала. В первом канале расположен блок выделения модуля, а во втором канале находятся фильтр низких частот и блок сигнатуры. Сигнал на выходе устройства формируется путем перемножения выходных сигналов обеих ветвей.

Коэффициенты гармонической линеаризации КУ a и b определяются по формулам:

$$a = \frac{k}{\pi}(\pi - 2\alpha - \sin 2\alpha) \quad b = \frac{k}{\pi}(1 - \cos 2\alpha) \quad (1)$$

где $\alpha = \arctg \frac{\omega T(1 - \nu)}{1 + \omega^2 T^2 \nu}$, $\nu = \frac{T}{T_{пкч}}$.

$$W_{\phi} = \frac{T_*}{T} \cdot \frac{T_{пкч} s + 1}{T s + 1} \quad (2)$$

На рисунке 2 приведены графики АЧХ и ФЧХ псевдолинейного КУ с фазовым опережением при различных значениях параметра T передаточной функции линейного фильтра.

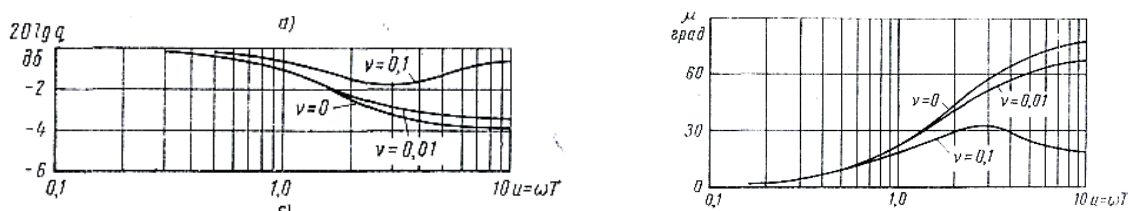


Рис. 2. АЧХ и ФЧХ корректирующего устройства с фазовым опережением [1]

Моделирование САУ в ППП MATLAB

В Matlab Simulink была создана модель САУ объектом управления второго порядка. Для исследования был выбран типовой объект управления. Модель состоит из двух частей: САУ с классическим ПИД-регулятором и САУ с классическим ПИД-регулятором и последовательным КУ, реализованным на базе аппарата нечеткой логики. Модель представлена на рисунке 3.

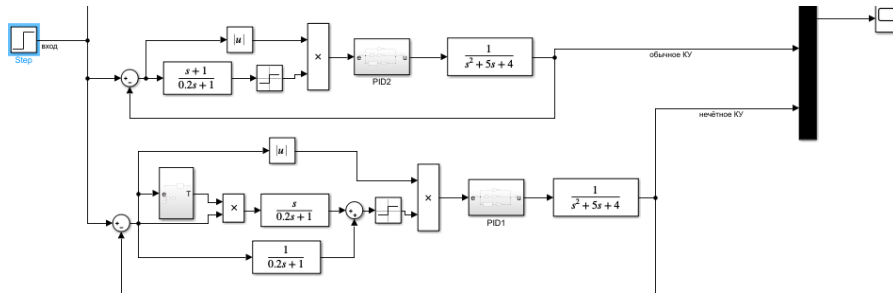


Рис. 3. Модель САУ в Matlab Simulink

Модель нечеткого КУ представлена на рисунке 4.



Рис. 4. Модель нечеткого КУ в Matlab Simulink

Структура нечеткого регулятора разрабатывалась в пакете Matlab Fuzzy Logic Toolbox. С ее помощью были разработаны наборы функций принадлежности по входным и выходным переменным, представленные на рисунках 5 и 6, а также база правил.

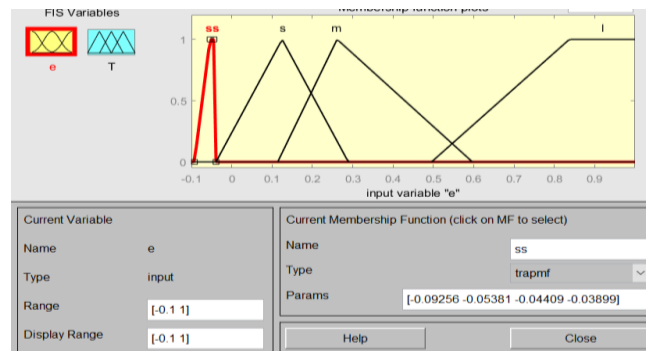


Рис. 5. Функция принадлежности ошибки

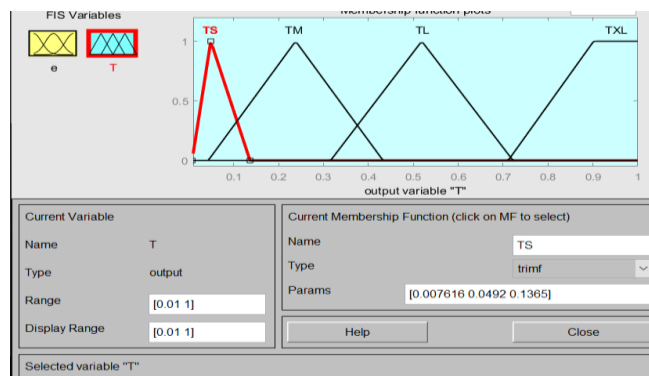


Рис. 6. Функция принадлежности коэффициента настройки T корректирующего устройства

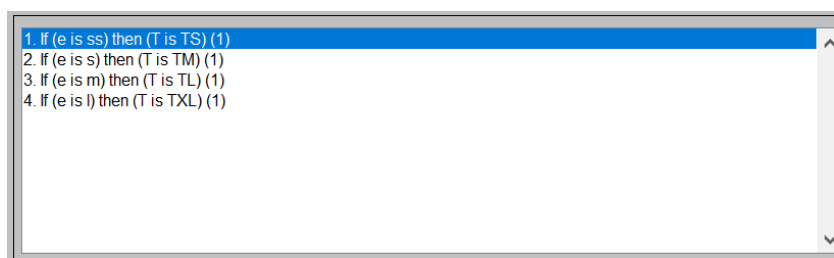


Рис. 7. База правил для нечёткой логики

На рисунке 8 представлены кривые переходных процессов для различных регуляторов на одном объекте управления, представленным в модели на рис. 3.

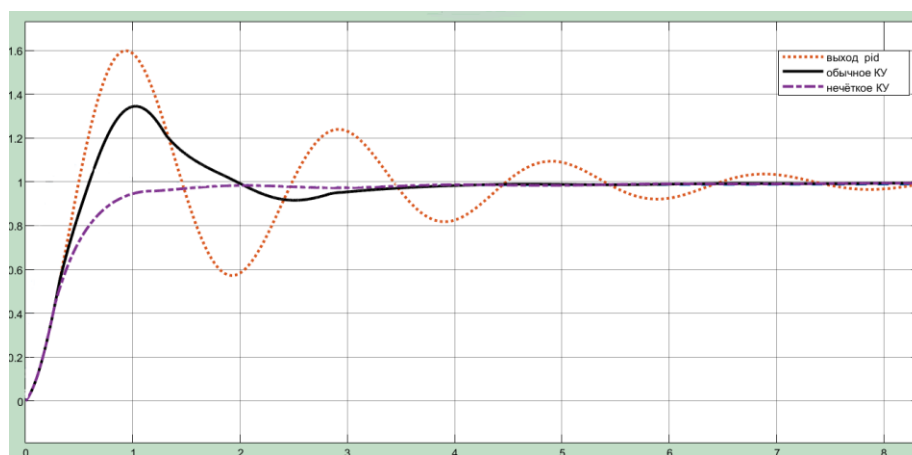


Рис. 8. Кривые переходных процессов

Из рисунка можно сделать вывод, что разработанное нечеткое корректирующее устройство показывает наилучший результат, как по времени регулирования, так и по отсутствию перерегулирования.

Заключение

В результате проведенных исследований, был сделан вывод о работоспособности псевдолинейного регулятора, который был реализован с использованием аппарата нечеткой логики.

Список использованных источников

1. Топчиев Ю.И. Нелинейные корректирующие устройства в системах автоматического управления –М.: Машиностроение, 1971. – 466 с.