

ПСЕВДОЛИНЕЙНЫЙ НЕЧЕТКИЙ РЕГУЛЯТОР

Булавко Е.С.

Научный руководитель: Скороспешкин В.Н., к.т.н., доцент
Томский политехнический университет, Институт кибернетики
elena-bulavko@rambler.ru

Введение

В теории автоматического управления для поддержания регулируемого параметра на заданном уровне в большинстве случаев используют ПИД-регуляторы. Для оптимальной подстройки таких регуляторов необходимо знать параметры объекта управления, что вынуждает использовать сложные системы автоматического регулирования с идентификацией объекта управления или адаптивные САР.

Использование нечеткой логики в системах управления позволяет уменьшить объем информации, который используется в процессе управления объектами с нестационарными параметрами и, следовательно, позволяет разработать новые алгоритмы управления, более адаптированные к промышленной среде [1].

Псевдолинейный нечеткий регулятор

Одним из способов улучшения качества регулирования является использование псевдолинейных корректирующих устройств (ПКУ). Псевдолинейными называют устройства, амплитудно-фазовые характеристики которых не зависят от амплитуды входного сигнала [2].

Наиболее распространёнными среди таких корректирующих устройств (КУ) являются: КУ с амплитудным подавлением, с фазовым опережением и с отдельными каналами для амплитуды и фазы [2].

В данной работе приведено исследование свойств системы автоматического регулирования с нечетким регулятором, который включает в себя нечеткое псевдолинейное корректирующее устройство с амплитудным подавлением и ПИД-регулятор.

В нечетком регуляторе на основе сформулированных правил типа ЕСЛИ-ТО осуществляется формирование логического решения – получение нечеткого множества в форме результирующей функции принадлежности. Перевод текущих значений входных переменных нечеткого регулятора в лингвистические величины называют процедурой фаззификации. Определение по функции принадлежности количественного значения выходной лингвистической переменной – управляющего воздействия на объект управления – называют дефаззификацией [3].

Структурная схема ПКУ с амплитудным подавлением приведена на рисунке 1, а структурная схема системы с нечетким регулятором приведена на рисунке 2.

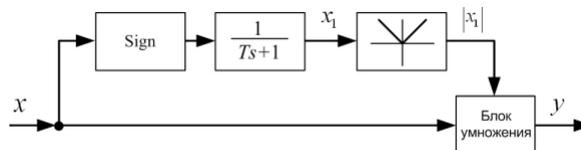


Рис.1 Структурная схема ПКУ с амплитудным подавлением

Устройство состоит из последовательно соединенных блоков низкочастотного фильтра, модуля, взятие функции $sign x$ и арифметического блока умножения.

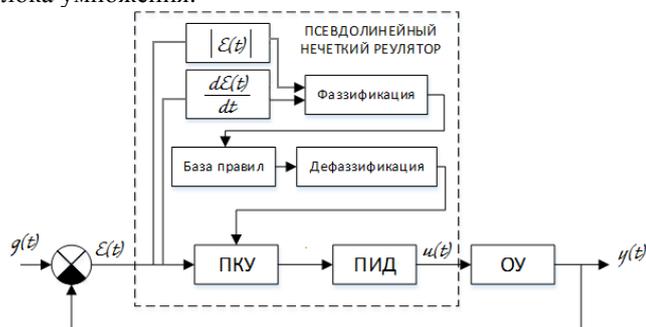


Рис.2 Структурная схема системы с псевдолинейным нечетким регулятором

Псевдолинейный нечеткий регулятор включает в свой состав нечеткое ПКУ, последовательно соединенное с классическим ПИД-регулятором. Подстройка параметров корректирующего устройства осуществляется по модулю ошибки и скорости изменения ошибки.

В блоке фаззификации используются функции принадлежности следующих входных переменных: модуль ошибки регулирования «E» и скорости изменения ошибки регулирования «V». Терм-множество лингвистической переменной «E»: Z – ошибка нулевая, S – ошибка маленькая, M – ошибка средняя, L – ошибка большая. Терм-множество лингвистической переменной «V»: N – отрицательная, Z – нулевая, P – положительная.

Выходной переменной блока дефаззификации является постоянная времени T. Терм-множество выходной переменной «T»: TS – малая, TM – средняя, TL – большая, TXL – очень большая. Функции принадлежности входных и выходных переменных представлены на рисунке 3.

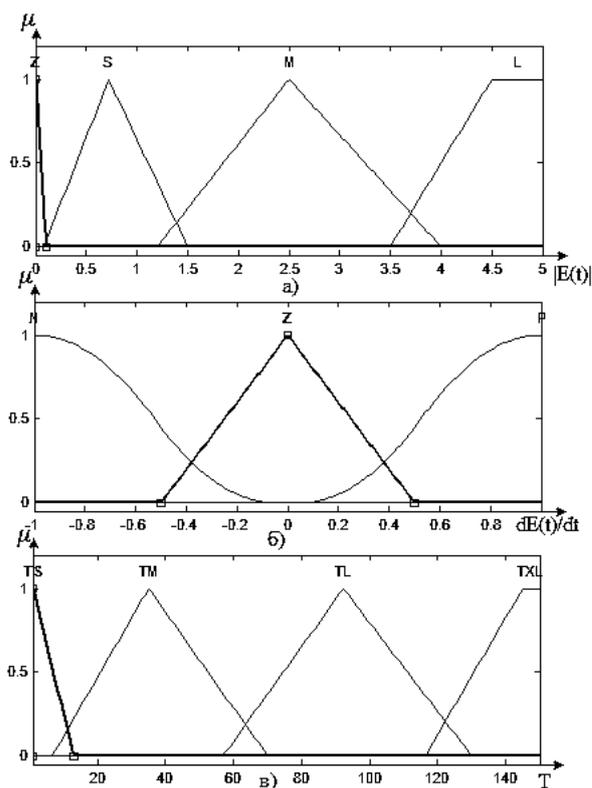


Рис.3 Функции принадлежности входных переменных модуля ошибки регулирования (а), и скорости изменения ошибки регулирования (б), и выходной переменной постоянной времени (в)

Формирование выходной лингвистической переменной осуществляется на основе базы правил по входным лингвистическим переменным. База правил, используемая в данной работе, приведена в таблице 1.

Таблица 1 – База правил

		Скорость изменения «V»		
		N	Z	P
Модуль ошибки	Z	TM	TS	TL
	S	TM	TM	TL
	M	TM	TL	TXL
	L	TXL	TXL	TXL

Проверка работоспособности

Проверка работоспособности псевдолинейного нечеткого регулятора проводилась в пакете Simulink среды MatLab на примере САР с объектом второго порядка. Коэффициенты передаточной функции равны:

$$K = 5, T_1 = 10, T_2 = 7.$$

При моделировании для автоматической подстройки постоянной времени T псевдолинейного корректирующего устройства, используется S-Function, которая работает по написанному специальным образом М-файлу.

В процессе моделирования статический коэффициент передачи объекта управления в момент времени $t_1 = 40$ с увеличивался со значения 5 до значения, равного 15.

На рисунке 4 показано семейство кривых переходного процесса в САР с классическим ПИД-регулятором и псевдолинейным нечетким регулятором. Кривая 1 характеризует поведение САР с классическим ПИД-регулятором, кривая 2 характеризует поведение САР с классическим ПИД-регулятором, дополненным КУ с амплитудным подавлением, кривая 3 характеризует поведение САР с псевдолинейным нечетким регулятором.

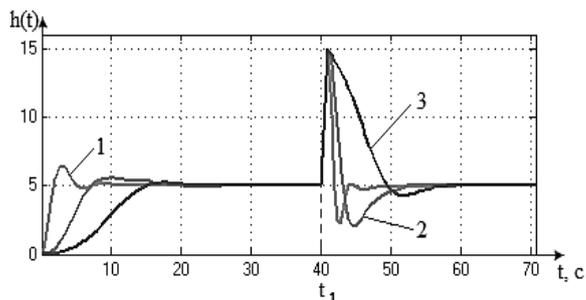


Рис.4 Семейство кривых переходного процесса в САР

Таким образом, из графиков следует, что наилучший результат регулирования достигается при использовании псевдолинейного нечеткого регулятора.

Заключение

Исследования показали, что входящее в состав псевдолинейного нечеткого регулятора псевдолинейное корректирующее устройство позволяет обеспечить хорошее качество регулирования при изменении параметров объекта управления, что достигается путем определения его параметров на основе аппарата нечеткой логики.

Недостатком использования такого корректирующего устройства является уменьшение быстродействия в системе, но при этом уменьшается колебательность в системе и переходный процесс стремится к аperiодическому.

Список использованных источников:

1. Куленко М.С, Исследование применения нечетких регуляторов в системах управления технологическими процессами // Вестник ИГЭУ. – 2010. - №2.
2. Топчеев Ю.И., Нелинейные системы автоматического управления. – М.:Машиностроение, 1971. – 470с.
3. Гостев В.И., Нечеткие регуляторы в системах автоматического управления. –К.: Радиомотор, 2008. – 972с