

ПСЕВДОЛИНЕЙНЫЙ НЕЧЕТКИЙ РЕГУЛЯТОР

Булавко Е.С.

Научный руководитель: Скороспешкин В.Н., к.т.н., доцент
 Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
 Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
 E-mail: elena-bulavko@rambler.ru

PSEUDO-LINEAR FUZZY CONTROLLER

Bulavko Elena Sergeevna

Scientific Supervisor: Docent, Cand.Sc., Skorospeshkin V.N.
 National Research Tomsk Polytechnic University, 30 Lenin avenue, Tomsk, 634050, Russia
 E-mail: elena-bulavko@rambler.ru

В теории автоматического управления наиболее распространенным является ПИД-регулирование. Однако ПИД-регулятор обладает рядом недостатков, основными из которых являются наличие фазового запаздывания и высокая чувствительность к помехам в измерительном канале, поэтому он не всегда может дать хорошее качество регулирования [1].

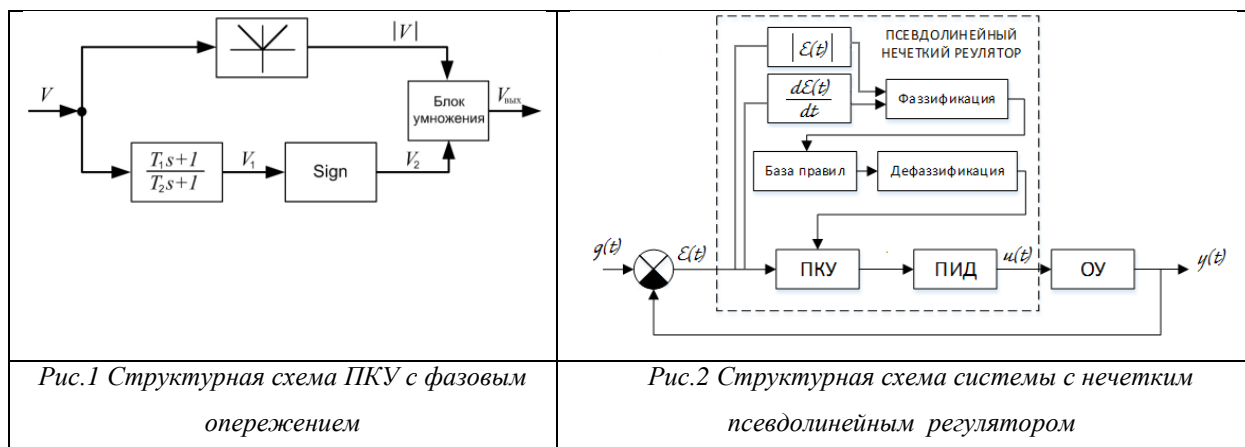
Одним из способов улучшения качества регулирования является использование псевдолинейных корректирующих устройств (ПКУ). Устройства, амплитудно-фазовые характеристики которых не зависят от амплитуды входного сигнала, называют псевдолинейными [2].

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 фазовым опережением 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 фазовым опережением приведена на рисунке 1, а структурная схема системы с нечетким регулятором приведена на рисунке 2.



Устройство состоит из блока определения модуля, интегро-дифференцирующего звена, знакового оператора Sign и устройства перемножения.

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

В блоке фаззификации используются следующие 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_1 . Терм-множество выходной переменной «T»: TS – малая, TM – средняя, TL – большая, TXL – очень большая. Функции принадлежности входных и выходных переменных представлены на рисунке 3.

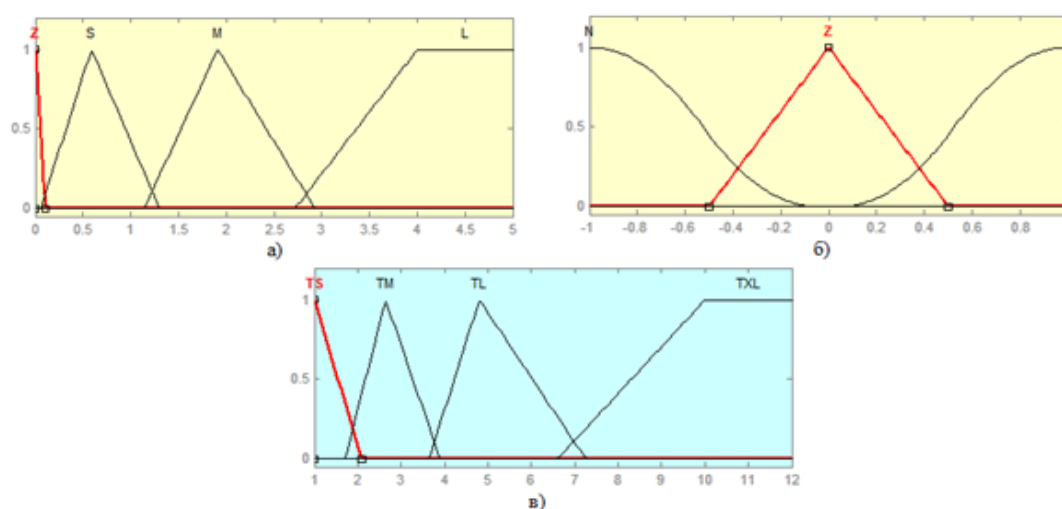


Рис.3 Функции принадлежности входных переменных модуля ошибки регулирования (а), и скорости изменения ошибки регулирования (б), и выходной переменной постоянной времени (в)

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 «E»	Z	TM	TS	TM
	S	TL	TL	TL
	M	TL	TL	TXL
	L	TXL	TXL	TXL

Проверка работоспособности нечеткого регулятора проводилась в пакете Simulink среды MatLab на примере САР с объектом второго порядка. Схема моделирования работы САР с псевдолинейным нечетким регулятором представлена на рисунке 4. В данной схеме для автоматической подстройки постоянной времени T_1 псевдолинейного корректирующего устройства, используется S-Function, которая работает по написанному специальным образом М-файлу. В процессе моделирования статический коэффициент передачи объекта в момент времени $t_1 = 70c$ увеличивался со значения 15 до значения, равного 30.

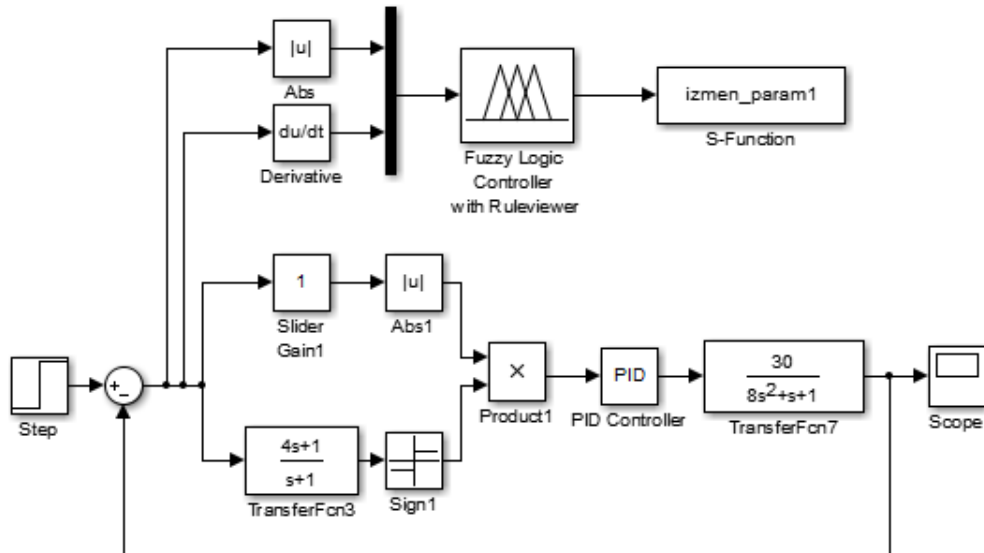


Рис.4 Схема моделирования САУ в пакете Simulink

На рисунке 5 показано семейство кривых переходного процесса в САУ с классическим ПИД-регулятором и нечетким псевдолинейным регулятором. Кривая «а» характеризует поведение САУ с классическим ПИД-регулятором, кривая «б» характеризует поведение САУ с классическим ПИД-регулятором дополненным КУ с фазовым опережением, кривая «в» характеризует поведение САУ с нечетким псевдолинейным регулятором.

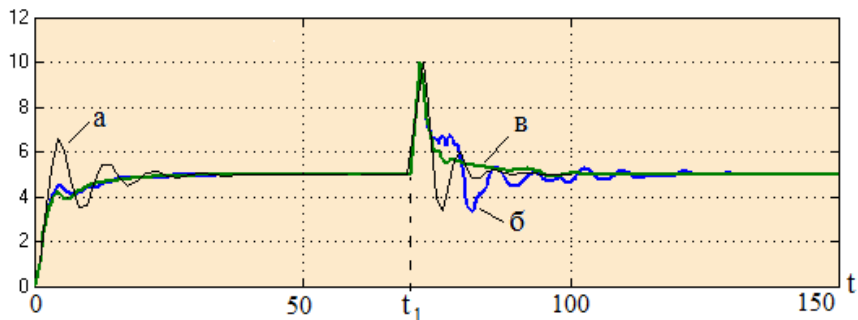


Рис.5 Семейство кривых переходного процесса в САУ

Таким образом, из графиков следует, что наилучший результат регулирования достигается при использовании нечеткого псевдолинейного регулятора. Входящее в его состав псевдолинейное корректирующее устройство позволяет обеспечить хорошее качество регулирования при изменении параметров объекта управления, что достигается путем определения его параметров на основе аппарата нечеткой логики.

Список литературы:

1. Скороспешкин М.В., Псевдолинейный регулятор // Автоматика и программная инженерия. – 2013. – №3(5). – с.27-29
2. Топчев Ю.И., Нелинейные системы автоматического управления. – М.:Машиностроение, 1971. – 470с.
3. Гостев В.И., Нечеткие регуляторы в системах автоматического управления. –К.: Радиоматор, 2008. – 972с.