

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЧЕТКИХ РЕГУЛЯТОРОВ В МЕХАТРОНИКЕ

Шифрин Б.М., Елисеев И.В.

*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург*

Ключевые слова: нечеткая логика, нечеткий вывод, тележка мостового крана, MATLAB.

Аннотация. В статье рекомендуется использование методов нечеткого логического вывода при управлении мехатронными системами. Во многих случаях это позволяет увеличить скорость реакции, а также уменьшить продолжительность колебаний параметров устройств управления по сравнению с традиционным ПИД-регулированием. В качестве инструментария предлагается система MATLAB со встроенным пакетом Fuzzy Logic Toolbox.

THE USE OF FUZZY CONTROLLERS IN MECHATRONICS

Eliseev I.V., Shifrin B.M.

*St. Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov,
Saint Petersburg*

Keywords: fuzzy logic, fuzzy inference, trolley, MATLAB.

Abstract. The article recommends the use of fuzzy inference methods when controlling mechatronic systems. In many cases, this allows for faster response times as well as shorter oscillation times in control devices compared to traditional PID control. The MATLAB system and Fuzzy Logic Toolbox package is offered as a toolkit.

В настоящее время у разработчиков контролеров и специалистов в области мехатроники наблюдается повышенный интерес к алгоритмам управления, в основе которых лежит нечеткая логика.

Как отмечено в [1, 2], целесообразность применения методов нечеткой логики при управлении мехатронными системами обусловлена тем, что зачастую применение традиционного ПИД-регулирования для управления элементами подобных систем не позволяет добиться требуемой скорости реакции, а также может приводить к продолжительным колебаниям параметров устройств управления.

Функциональная структура системы нечеткого управления с параметрической адаптацией [3, 4] приведена на рисунке 1.

В экспертной базе знаний хранятся исходная информация о стратегии управления в виде правил условного логического вывода «если ..., то ...» и все используемые функции принадлежности. Входной информацией для нечеткого регулятора является сигнал ошибки ε^* , формируемый как разность выходного сигнала x^* и задающего x_3 : $\varepsilon^* = x^* - x_3$.

Рассмотрим систему управления положением тележки мостового крана. Объектом управления здесь является механическая система, состоящая из тележки с прикрепленным к ней грузом и электропривода (рис. 2). Общая цель управления объектом заключается в быстром и точном позиционировании тележки при минимальных колебательных движениях тележки и груза.

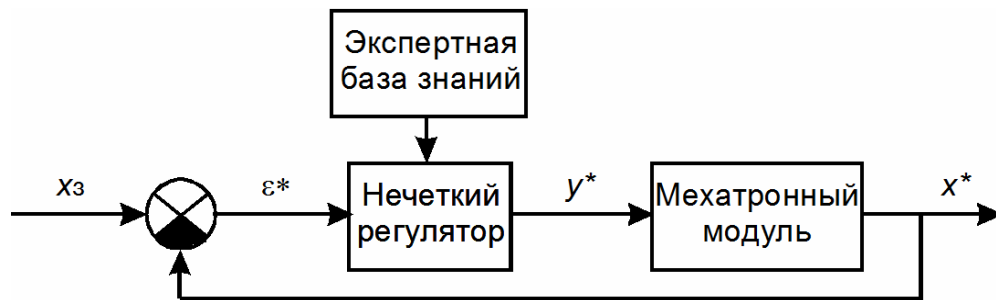


Рис. 1. Функциональная структура системы нечеткого управления

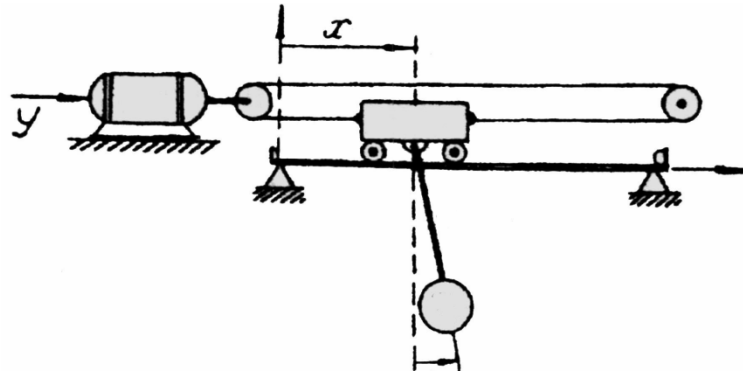


Рис. 2. Тележка как объект управления

В качестве основной входной переменной регулятора рассматривается отклонение положения тележки от заданного $\varepsilon^* = x^* - x_3$, а в качестве управляющего воздействия – изменение напряжения u , подаваемого на привод тележки. Для того чтобы избежать больших колебаний и динамических перегрузок, в качестве выходной переменной регулятора принимается изменение напряжения $\Delta u(k) = \Delta u(k)$, соответствующее интервалу дискретности Δt , а в качестве дополнительной входной переменной регулятора – значение напряжения на предыдущем шаге $u(k-1)$.

Предположим, что эксперт смог представить лингвистическую переменную ε с помощью 5 термов, переменную u с помощью 3 термов, переменную Δu с помощью 5 термов (рис. 3).

Очевидна стратегия управления: напряжение должно изменяться таким образом, чтобы быстрее привести к нулю сигнал ошибки. Так как база правил в данном случае будет целиком состоять из правил вида

ЕСЛИ $\varepsilon(k) = \dots$ И $u(k-1) = \dots$, ТО $\Delta u(k) = \dots$

то ее удобно представить в табличной форме (табл. 1).

Табл. 1. Лингвистические значения изменения напряжения при различных значениях сигнала ошибки и напряжения на предыдущем шаге

Входные переменные регулятора		Напряжение $u(k-1)$, В		
		u_1	u_2	u_3
Отклонение положения $\varepsilon(k)$, м	ε_1	Δu_5	Δu_5	Δu_4
	ε_2	Δu_5	Δu_4	Δu_4
	ε_3	Δu_3	Δu_3	Δu_3
	ε_4	Δu_2	Δu_2	Δu_1
	ε_5	Δu_2	Δu_1	Δu_1

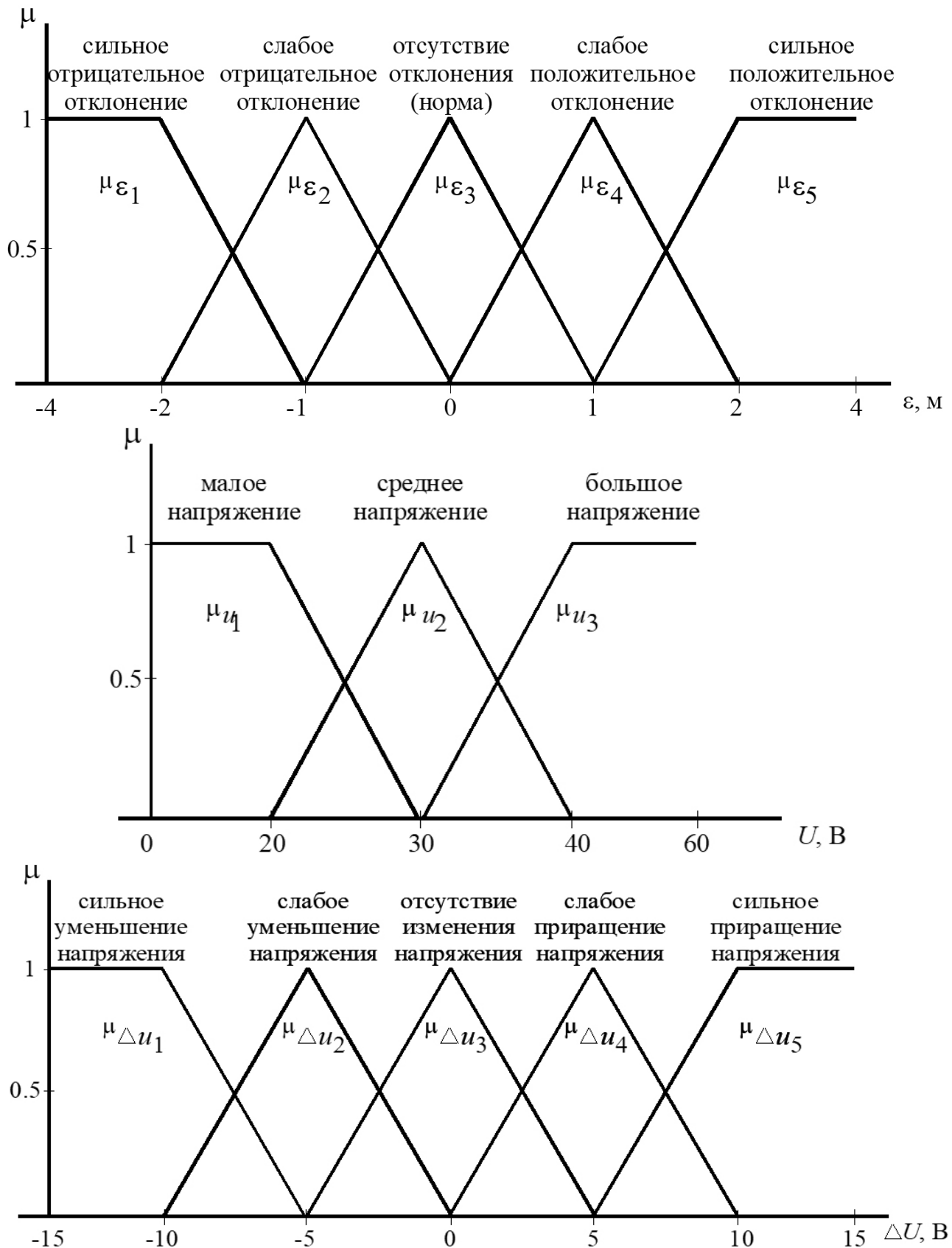


Рис. 3. Функции принадлежности лингвистических переменных

В качестве инструментария используем систему MATLAB со встроенным пакетом Fuzzy Logic Toolbox, базовым понятием которого является FIS-структура – система нечеткого вывода (Fuzzy Inference System), содержащую все необходимые данные для реализации функционального отображения «входы-выходы».

На рисунке 4 приведена построенная средствами FIS Editor поверхность «входы-выход», соответствующая синтезируемой нечеткой системе.

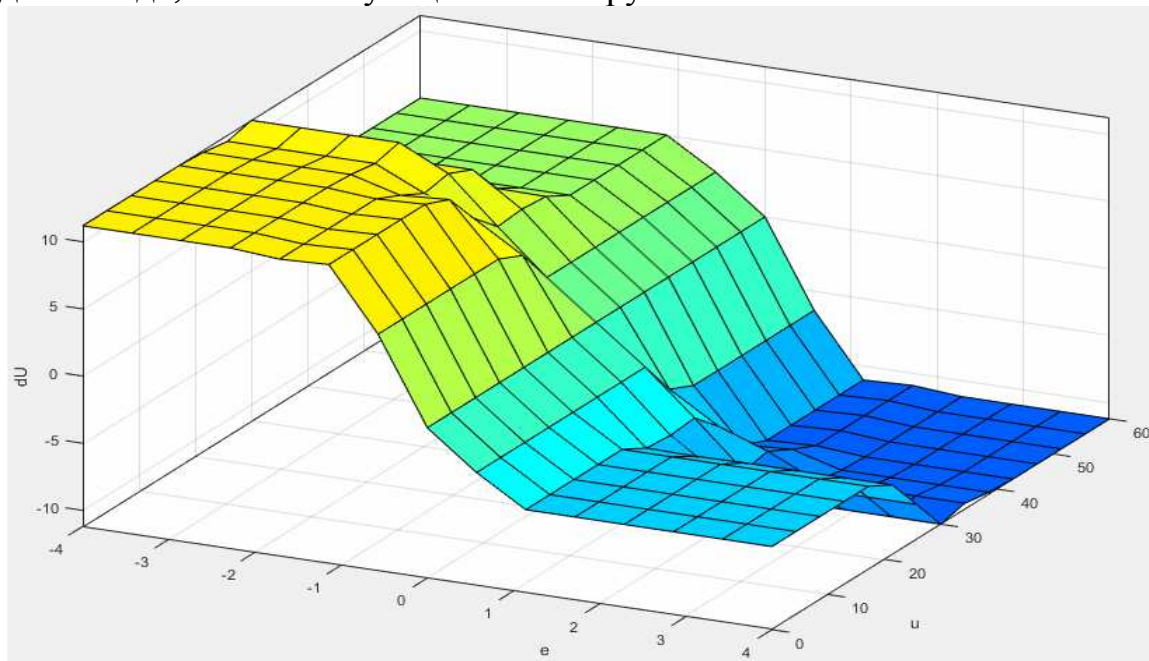


Рис. 4. Зависимость «входы-выход»

Список литературы

1. Шеховцов О.И. Разработка модели управления варочной установкой на основе нечеткой логики / О.И. Шеховцов, Б.М. Шифрин // Известия СПбГЭТУ ЛЭТИ. – 2008. – № 1. – С. 8-14.
2. Петров С.Ю., Шифрин Б.М. Модель управления установкой для получения целлюлозы на основе нечеткой логики // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2002. № 2. С. 7.
3. Шифрин Б.М. Разработка модели процесса контроля качества поверхности древесностружечных плит на основе нечеткой логики // Автоматизированное проектирование в машиностроении. – 2017. – № 5. – С. 39-43.
4. Шифрин Б.М. Оптимизация процесса шлифования на базе нечеткой логики // Машины, агрегаты и процессы. Проектирование, создание и модернизация: материалы I международной научно-практической конференции. – СПб.: СПбФ НИЦ МС, 2018. – С. 8-15.

Сведения об авторах:

Шифрин Борис Маркович – к.т.н., доцент,

Елисеев Игорь Владимирович – старший преподаватель,

СПбГЛТУ им. С.М. Кирова, г.Санкт-Петербург.