

УДК 007:681.516.4

ДОСЛІДЖЕННЯ ДВОМАСОВОЇ СИСТЕМИ, ЩО СКЛАДАЄТЬСЯ З ДВОХ ПІДСИСТЕМ,
ПРИ ДІЇ ЗОВНІШНІХ ЗБУРЕНЬ

Л. І. Демків

Національний університет «Львівська політехніка»

вул. С. Бандери, 12, м. Львів, 79016, Україна. E-mail: demkivl@gmail.com

На прикладі двомасової системи з модальним керуванням швидкістю досліджено, з урахуванням попередніх результатів автора, поведінку системи, що складається з двох підсистем, при дії зовнішніх збурень. Запропоновано модифікований вигляд функції належності, що дозволяє забезпечити бажану поведінку системи при дії навантажень. Проаналізовано траєкторію руху системи залежно від величини зовнішнього навантаження та параметрів пропонованої функції належності.

Ключові слова: нечітка логіка, функція належності, стандартні лінійні форми, оптимальне керування, синтез регуляторів.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУХМАСОВОЙ СИСТЕМЫ, СОСТОЯЩЕЙ ИЗ ДВУХ ПОДСИСТЕМ,
ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВНЕШНИХ ВОЗБУЖДЕНИЙ

Л. И. Дэмкив

Национальный университет «Львовская политехника»

ул. С. Бандеры, 12, г. Львов, Украина. E-mail: demkivl@gmail.com

На примере двухмассовой системы с модальным управлением скоростью исследовано, с учетом предыдущих результатов автора, поведение системы, состоящей из двух подсистем, при воздействии внешних возмущений. Предложен модифицированный вид функции принадлежности, что позволяет обеспечить необходимое поведение системы под действием нагрузок. Проанализирована траектория движения системы в зависимости от величины внешней загрузки и параметров предлагаемой функции принадлежности.

Ключевые слова: нечеткая логика, функция принадлежности, стандартная линейная форма, оптимальное управление, синтез регуляторов.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. На сьогодні залишається актуальною задачею синтезу керуючих впливів, які покращують якісні характеристики системи.

Питання синтезу регуляторів є предметом розгляду теорії оптимального керування, і багато методів дозволяють ефективно знаходити керуючі впливи в лінійних системах [3, 4]. Останнім часом значна кількість робіт присвячена синтезу керуючих впливів для сімейств динамічних систем. Саме з таким наданням систем працюють і нечіткі регулятори, які для кожної з підсистем сімейства формують окремий керуючий вплив.

У роботі пропонується розглядати формування окремих керуючих впливів для певних ділянок траєкторії руху системи з урахуванням обмежень для кожного стану. При цьому модель підсистеми залишається однаковою, а змінюється функціонал якості для кожної з ділянок. У роботі [1] розглянуто перехід одного налаштування до іншого та знайдено параметри функції належності нечіткого регулятора, які забезпечують покращення інтегральних критеріїв якості та дають змогу уникнути перерегулювань у системі, наявність яких у багатьох випадках змушує зменшити швидкість роботи системи.

Проведені дослідження продемонстрували погіршення, з точки зору швидкодії, роботи системи в області малих відхилень. Для усунення цього недоліку запропоновано змінити структуру нечіткого регулятора.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Розглянемо двомасову систему з модальним регулюванням швидкості. Детальний опис такої системи та характеристики її параметрів наведено в [2].

У даній роботі пропонується дещо модифікувати вид функції належності.

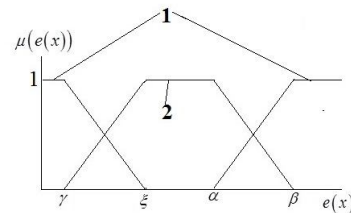


Рисунок 1 – Графік пропонованої функції належності, що відповідає налаштуванню на 1 – біноміальну форму; 2 – стандартну форму Батерворта

На відміну від варіанту, описаного в [1], при наближенні до області робочої точки регулятор з рис. 1 буде знову налаштовано на стандартний фільтр Батерворта. Тут похибка $e(x) = x_{imp} - x(t)$.

Очевидно, що значення γ та ξ слід брати невеликими. Дане дослідження не мало на меті дослідити поведінку системи залежно від цих значень, тому при дослідженні було покладено $\gamma = 0,15$, $\xi = 0,25$, значення інших параметрів – $\alpha = 0,7$ та $\beta = 0,8$.

Пропонований вигляд функції належності можна узагальнити не лише на три області, а й на n областей, для кожної з яких може бути характерним своє налаштування регулятора. Це може бути особливо ефективним, коли, наприклад, на початковому етапі роботи стоїть завдання вибору люфта тощо, а далі потрібно швидко перейти в окіл робочої точки, плавно здійснюючи підхід до неї.

На рис. 2 показано поведінку систем з регулятором з [1] та з регулятором, який запропонований у цій роботі. Через час $t = 2$ с системи з обома регуляторами виходять в окіл робочої точки. Завдяки функції належності з рис. 1, одержуємо хоч і незначний, але вигравш при застосуванні другої системи.

Адже в системі з регулятором з [1] визначальний вплив в околі робочої точки має підсистема, налаштована на біном, а в системі з регулятором,

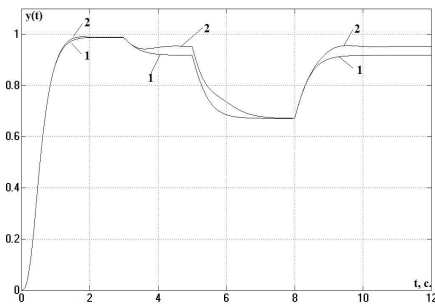


Рисунок 2 – Результати моделювання системи у випадку налаштування регулятора на 1 – форму, пропонувану в [1]; 2 – форму, пропонувану в даній роботі

пропонуваним тут, – підсистема з регулятором, що налаштований на стандартну форму Батерворта.

У час $t=3\text{ c}$ на обидві системи подається однакове зовнішнє навантаження. Перебуваючи в зоні малих відхилень, похибка $e(x)$ є малою і визначальний вплив на обидві системи мають ті ж підсистеми, що й під час перебування в околі робочої точки. Як видно з рис. 2, запропонована система забезпечує меншу похибку регулювання швидкості.

При $t=5\text{ c}$ системи зовнішнє навантаження збільшується і системи переходять у зону великих відхилень. Тут значення похибки збільшується (стає більшим за ξ), і тому в обох системах керування переходить до підсистем з регуляторами, що налаштовані на біноміальну форму. Плавність переходу між підсистемами забезпечує функція належності з рис. 1. Реакцією системи на дію навантаження можна керувати, змінюючи значення параметрів γ та ξ . У час $t=8\text{ c}$ системи виходять на однакове

усталене значення, перехідний процес досягнення усталеного значення відрізняється внаслідок переходу в запропонованій структурі регулятора від однієї до іншої підсистеми.

При зменшенні навантаження похибка, очевидно, зменшується, і визначальний вплив на роботу другої системи знову має підсистема з регулятором, що налаштований на стандартну форму Батерворта та має кращу швидкодію.

ВИСНОВКИ. Запропоновано модифікацію підходу до формування вигляду функції належності, що забезпечує не лише оптимальний вихід на заданий рівень функціонування, але й бажану поведінку при дії зовнішніх збурень. Пропонована система має менше перерегулювання при виході на усталене значення на етапі розгону, порівняно з формою Батерворта, та при роботі в області невеликих навантажень має меншу похибку регулювання швидкості порівняно із системою з [1]. У подальшому буде досліджено поведінку системи при налаштуванні регулятора на інші стандартні форми (Чебишева, Бесселя тощо) та проведено порівняння з результатами, одержаними у даній роботі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лозинський А.О., Демків Л.І. Дослідження впливу вигляду функції належності на динамічні показники системи при багатокритеріальній оптимізації зі змінними ваговими коефіцієнтами // Електротехнічні та комп'ютерні системи. – 2012. – Т. 5. – С. 137–144.
2. Марущак Я.Ю. Синтез електромеханічних систем з послідовним та паралельним коригуванням. – Львів: Видавництво НУ "Львівська політехніка", 2005. – 207 с.
3. Фельдбаум А.А. Основы теории оптимальных автоматических систем. – М.: Наука, 1966. – 624 с.
4. Naidu D.S. Optimal control systems /CRC Press, 2002. – 433 p.

INVESTIGATION OF TWO-MASS SYSTEM, WHICH CONTAINS OF TWO SUBSYSTEMS, UNDER EXTERNAL DISTURBANCES

L. Demkiv

Lviv Polytechnic National University
vul. Bandery, 12, Lviv, 79016, Ukraine. E-mail: demkivl@gmail.com

The case of two-mass system with modal speed control is considered. Taking into account the preliminary results of the author, the behavior of a system consisting of two subsystems, under external perturbations is investigated. A modified form of membership function that provides the desired system behavior under disturbances is proposed. The trajectory of motion of the system depending on the size of the external load and the parameters of the proposed membership function is analyzed.

Key words: fuzzy logic, membership function, standard linear form, optimal control, controller synthesis.

REFERENCES

1. Lozynskyy A., Demkiv L. Investigation of a membership function's shape influence on the dynamic performance of system in multiobjective optimization with variable weight coefficients // *Electrical and computer systems*. – 2012. – Iss. 5. – PP. 137–144. [In Ukrainian]
2. Marushchak J. Synthesis of electromechanical systems with serial and parallel adjustment. – Lviv: Publishing House Lviv Polytechnic National University, 2005. – 207 p. [In Ukrainian]
3. Feldbaum A. *Fundamentals of theory of the optimal automatic systems*. – М.: Nauka, 1966. – 624 p. [In Russian]
4. Naidu D.S. Optimal control systems /CRC Press – 2002. – 433 p.

Стаття надійшла 23.07.2012.
Рекомендовано до друку
д.т.н., проф. Голочко О.І.