

УДК 004.896: 62-551.454

НАСТРОЙКА НЕЧІТКОГО РЕГУЛЯТОРА

Кабанов П.В., студент; Бабіч В.Ф., доцент, к.т.н.

(Одеський національний політехнічний університет, м. Одеса, Україна)

Теорія автоматичного керування надає можливість побудови та оптимальної настройки класичних автоматичних регуляторів технологічних процесів, але при цьому необхідні знання адекватної математичної моделі об’єкта керування.

Суттєвим кроком у розвитку автоматизованих систем управління стало винайдення Лотфі Заде так званої нечіткої логіки, яка дала теоретичне обґрунтування нечіткого регулятора. Розроблені різноманітні алгоритми роботи нечітких регуляторів, найбільш розповсюдженими з них являються алгоритми Мамдани та Сугено [1].

В загальному випадку настройка нечіткого регулятора зводиться до конфігурації входів і виходів нечіткого регулятора шляхом введення відповідних функцій приналежності та формулювання правил відповідності між входами і виходами.

За результатами моделювання в пакеті Simulink можна запропонувати наступні рекомендації з настройки нечітких регуляторів:

1. Якщо моделлю об’єкта керування є інтегральна ланка, то для такого астатичного об’єкта є характерним змінювання його вихідної змінної із сталою швидкістю при виникненні вхідного збурення. В разі, коли система автоматичного керування є системою стабілізації вихідної змінної, то для настройки нечіткого регулятора в цьому випадку можна користуватись наступним основним правилом: «Якщо вихідна змінна астатичного об’єкту починає відхилятися від заданого значення, то переміщення регулюючого органу має бути таким, щоб повністю компенсувати відхилення вихідної змінної».

В цьому випадку можна користуватись загальними простими правилами вигляду: «Якщо регульований параметр збільшився, то регулюючий орган необхідно закривати; Якщо регульований параметр зменшився, то регулюючий орган необхідно відкривати». Якість роботи нечіткого регулятора залежить як від кількості термів, на які розподілені вхідні та вихідні сигнали, так і від формульованих правил.

Наприклад, правильною настройкою нечіткого регулятора для об’єкта, модель якого має передаточну функцію $W(S) = \frac{0.58}{24.2S}$ є наступна, коли

регулятор вхідний сигнал розподілений на три трикутні функції приналежності: low (-30 -15 0), normal (-1 0 1), high (0 15 30); вихідний сигнал також розподілений на три функції приналежності: close (-70 -35 0), zero (-1 0 1), open (0 15 30). У регуляторі використовуємо наступні правила: «Якщо вхід є low,

тоді вихід є open; Якщо вхід є normal, тоді вихід є zero; Якщо вхід є high, тоді вихід є close». Перехідні процеси регулювання подані на рисунку 1.

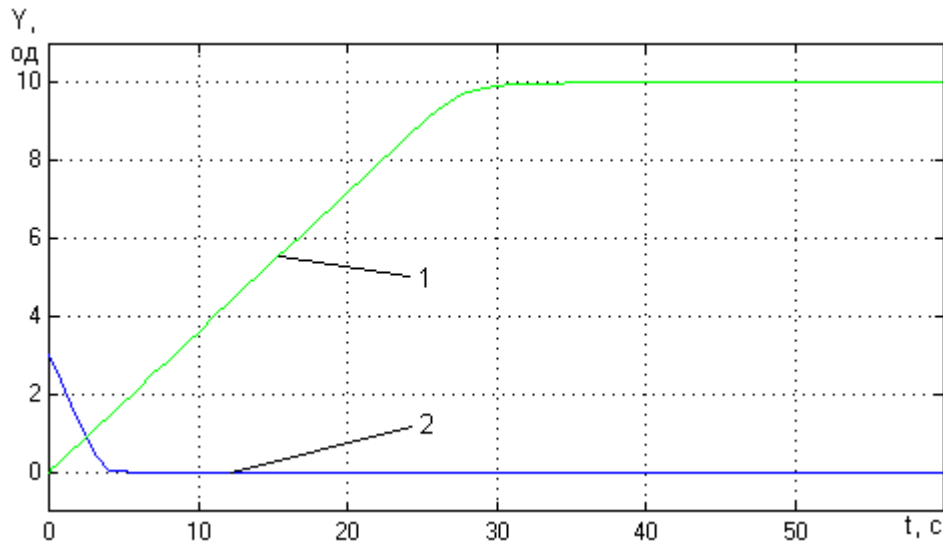


Рисунок 1 – Перехідні процеси регулювання в системі з нечітким регулятором і астатичним об’єктом
1 – при зміні завдання; 2 – при збуренні

2. Якщо моделлю об’єкта керування є інерційна ланка, то для такого статичного об’єкта є характерним «самовирівнювання» вихідної змінної, тому нечіткий регулятор для підтримання регульованого параметру на заданому рівні має перемістити регулюючий орган таким чином, щоб подолати вплив збурення у об’єкті регулювання, або перевести його на новий режим функціонування. Для настройки нечіткого регулятора в даному випадку можна скористуватись наступним загальним правилом: «Якщо вихідна змінна збільшилась (зменшилась), то необхідно перемістити регулюючий орган на величину, що компенсує відхилення вихідної змінної».

Необхідно також відмітити, що існують загальновідомі міркування щодо настройки таких регуляторів: кількість правил має бути непарною, щоб була наявна середина, або так званий нуль; використані функції приналежності мають відповідати структурі, величині та виду вхідних і вихідних сигналів; правила, що створюють основу нечіткого виводу регулятора не повинні взаємно виключати одне одного.

Як показало моделювання, правильна настройка нечіткого регулятора для інерційного об’єкта, модель якого має передаточну функцію $W(S) = \frac{0.58}{24.2S + 1} \cdot \frac{2.3}{21S + 1}$, аналогічна за значеннями настройкам нечіткого регулятора для астатичного об’єкта, описаного в п.1. У регуляторі використовуємо такі ж правила, як і в п.1: «Якщо вхід є low, тоді вихід є open; Якщо вхід є normal, тоді вихід є zero; Якщо вхід є high, тоді вихід є close».

Як видно з характеру перехідних процесів регулювання, поданих на рисунку 2, методика настройки нечіткого регулятора для астатичного об’єкта

регулювання може використовуватися також і для настройки нечіткого регулятора статичного об’єкта.

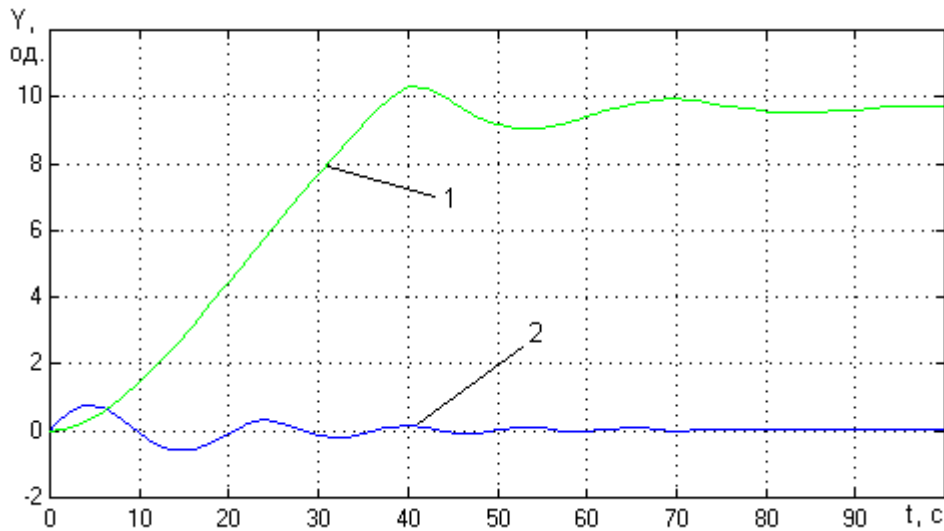


Рисунок 2 – Перехідні процеси регулювання в системі з нечітким регулятором і статичним об’єктом
1 – при зміні завдання; 2 – при збуренні

3. Наведену методику можна використовувати і для настройки нечіткого регулятора-коректора, призначеного для коректування настройок звичайного лінійного ПД-регулятора з метою покращення якості регулювання об’єктів, параметри яких можуть суттєво змінюватись під час експлуатації [2]. Однак при настройці такого коректора необхідно чітко уявляти, в який бік і наскільки необхідно змінити параметри настройки ПД-регулятора, щоб покращити процес регулювання. У загальному випадку рекомендується на вхід нечіткого регулятора-коректора подавати два сигнали – сигнал неузгодження і «швидкісний» сигнал з відхилення регульованої змінної. Тоді правила настройки такого коректора мають загальний вигляд: «Якщо сигнал неузгодження і швидкість відхилення змінної виходять за допустимі межі, то змінюємо параметри настройки регулятора K_p , T_i , T_d на величини, конкретні значення яких визначаються експериментально або на основі досвіду».

Перелік посилань:

1. Дьяконов В., Круглов В. Математические пакеты расширения MATLAB. Специальный справочник. – СПб.: Питер, 2001. – 480 с.: ил.
2. Кабанов П.В., Бабіч В.Ф. Розробка комбінованого регулятора. Збірник наукових праць III Міжнародної науково-технічної конференції «Автоматизація технологічних процесів. Пошук молодих». – Донецьк, ДонНТУ, 2003 - с.130-132