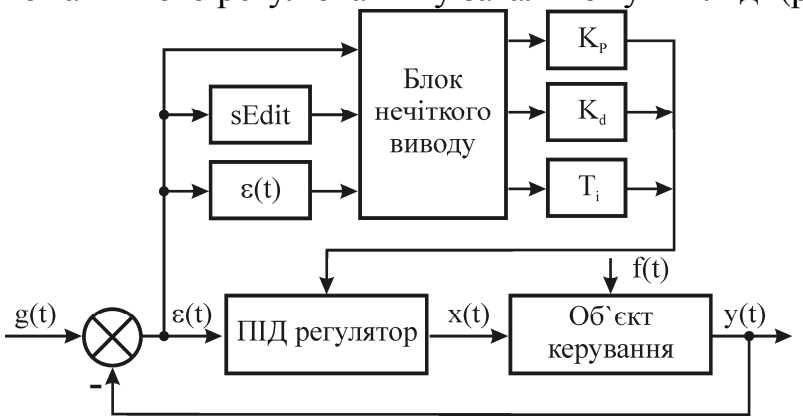
УДК 621.311

НЕЧІТКІ АДАПТИВНІ ПІД-РЕГУЛЯТОРИ ТА МЕТОДИКА ЇХ НАСТРОЮВАННЯ

Лобода О.І., к.т.н. **e-mail: aleks_loboda@mail.ru**
Таврійський державний агротехнологічний університет

Постановка проблеми. При керуванні складними об'єктами, що функціонують в умовах не стаціонарних процесах, широке застосування знайшли адаптивні регулятори, які дозволяють розраховувати коефіцієнти настроювання і реалізувати складні закони регулювання. Адаптивні контролери зарубіжних і вітчизняних виробників: Кобра, МІКСТ, Реміконт, Протар, Овен, Сіменс, Мікрол та інші, як правило, реалізують метод Зиглера-Ніколса [1]. Слід зазначити, що даний метод основан на виводі діючої системи з П – регулятором на межу стійкості і розрахунку по критичним періодам коливань і коефіцієнту передачі регулятора оптимальних параметрів настройки ПІД регулятору з використовуванням для цього простих емпіричних формул. Але, ряд технологічних процесів за умовами експлуатації не допускають автоколивального режиму. Таким чином, задача знаходження оптимального методу адаптації залишається відкритою.

Основні матеріали дослідження. Вирішення поставленої задачі розглянемо поетапно. Спочатку визначимо структуру адаптивної системи автоматичного регулювання у загальному вигляді (рис.1).



ε(t) – помилка;g(t) – завдання;y(t) – вихідна значення; f(t) – обурення; Кр, Ті, Кd – настроювання ПІД-регулятору.

Рисунок 1. Структура адаптивного нечіткого керування

В програмі Matlab (FLT) проведемо створення блоку нечіткого виводу або адаптеру.

На третьому етапі проведемо фазифікацію вхідних та вихідних

© Лобода О.І.

лінгвістичних змінних. Фазифікація вхідних значень (помилки регулювання (ε(t), її інтеграла і похідною) проводиться відповідно до рекомендацій [4]. Функцію приналежності g(t), що представляє терм – "негативна помилка ", можна представити у вигляді: f_z (x, -0.6, -0.1) = [1, x < - 0.6; -0.1 – x / 0.5; 0, -0.1 < x].

Функції приналежності лінгвістичних змінних "Ti" і "Kd" також відображаються Z і S – образними графічними видами. Слід зазначити, що Ti лежить в межах [0-5], а Kd = [0-15].

Четвертий етап полягає у створенні бази правил виду "ЯКЩО ...ТО". Виходячи з рекомендацій зі спеціалізованої літератури [6], проведених експериментів в редакторі FLT, а також досвіду експертів-наладчиків систем автоматизації, пропонуються наступні правила: "ЯКЩО помилка негативна" І "інтеграл помилки не великий" І "похідна помилки негативна" ТО "Kp великий", "Ti великий", "Kd великий" та інше.

На наступному етапі проводиться комп'ютерне тестування нечіткої моделі. У первинному експерименті використовувалась АСР з ПІ-регулятором, функціонуючому по каналу завдання Z=1, при впливі на об'єкт каналу збурення при цьому: $W_{ЗВ}(s) = 2,5/(5s^2+3s+1)$; $W_f(s) = 0,5/(5s+1)$. Настроювання регулятора проводилася методом Зиглера-Ніколса. Значення параметрів дорівнюють Kp=1,3; Ti=0,15; Kd=10,3, а перехідний процес задовольняє основним показникам якості. Припустимо, що у зв'язку з невизначеністю умов експлуатації об'єкта, відбулася зміна значень ключових параметрів такого. Наприклад, $W_{ЗВ}(s) = 2,5/(15s^2+2s+1)$; $W_f(s) = 3,5/(15s+1)$. При відомих параметрах регулятора, перехідний процес з новими значеннями передатних функцій має перерегулювання σ=80%, що неприпустимо (рис. 3).

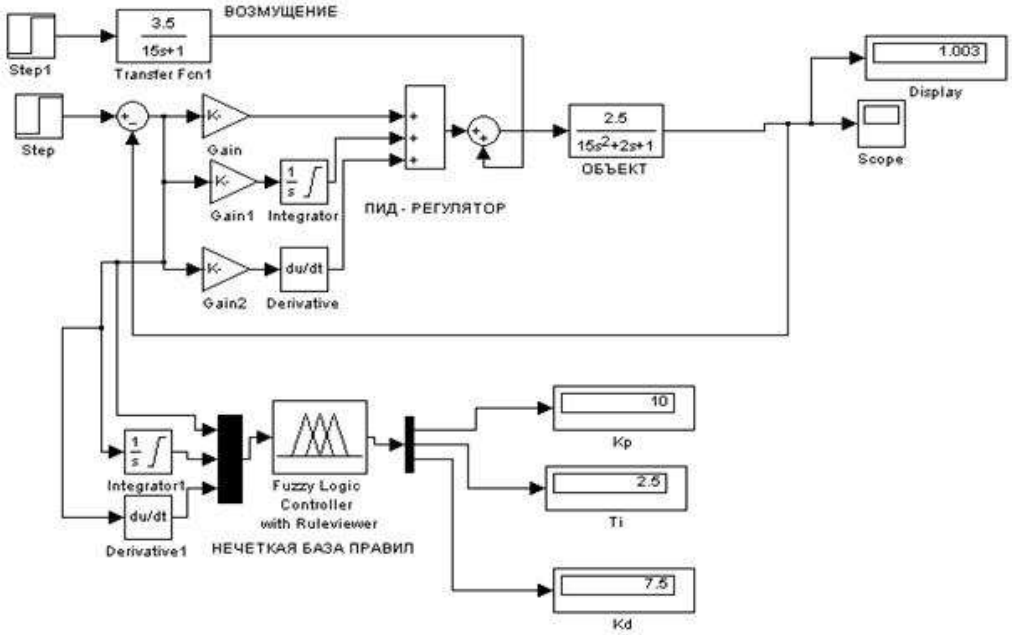


Рисунок 2. Експериментальна схема, виконана в програмі (Simulink)

Таким чином, необхідна тимчасова зупинка складного технологічного процесу і перенастроювання значень параметрів ПІД-регулятора. Зробимо перевірку нечіткого адаптера при відомих умовах (рис. 2). Нечітка система видала наступні результати: Кр=10; Ти=2.5; Kd=7.5, а перехідний процес регулювання при даних параметрах ПІД-регулятора показаний на рис. 4.

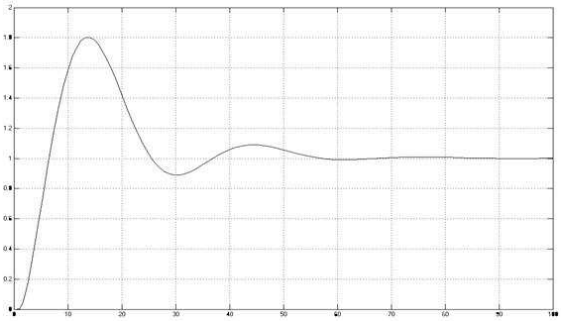


Рисунок 3. Перехідний процес по каналу завдання

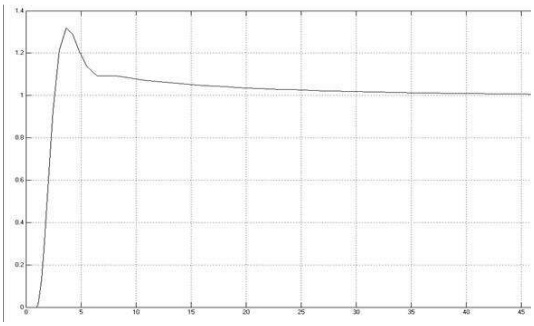


Рисунок 4. Перехідний процес при адаптивних налаштуваннях

Як видно з рис.4, перерегулювання G не перевищує 30%, що допустимо, а час регулювання Тр зменшився порівняно з попереднім на 30 секунд.

Висновки.

Використання лінгвістичних баз правил для нечітких адаптивних ПІД-регуляторів дозволить ефективно керувати складними технологічними процесами без їх зупинок, а подальше введення нейрокомп'ютера може привести до розумної адаптації по визначенню оптимальних налаштувань без коригування бази правил.

Список використаних джерел

1. *Антонов В. Н.* Адаптивное управление в технических системах: Учебное пособие / *В. Н. Антонов, В. А. Терехов,И. Ю. Тюкин*. – СПб.: Издательство С. – Петербургского универстета, 2001. 244 с.
2. Специальные разделы теории управления. Оптимальное управление динамическими системами: учеб. пособие/ *Ю.Ю. Громов, Н.А. Земской, А.В. Лагутин, О.Г. Иванова, В.М. Тютюнник*. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2007. – 108 с.
3. *Зайцев Г. Ф.* Теория автоматического управления и регулирования/ *Г. Ф. Зайцев*. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Выщашк. Головное изд-во, 1989. – 431 с.
4. *Иващенко Н. Н.* Автоматическое регулирование. Теория и элементы систем. Учебник для вузов. / *Н. Н. Иващенко* - М.: Машиностроение, 1978. - 736 с.
5. *Калитин Б. С.* Качественная теория устойчивости движения динамических систем / *Б.С. Калитин*. - Мн.: БГУ, 2002. - 198 с.
6. *Дьяконов В.П.* Simulink 5/6/7: Самоучитель. / *В.П. Дьяконов*. - ДМК - Пресс, 2008. - 784 с.