**Чупрін Андрій Євгенович. Синтез цифрових нечітких регуляторів систем автоматичного керування нестаціонарними об'єктами й об'єктами з чистим запізнюванням: дисертація канд. техн. наук: 05.13.07 / Науково-виробнича корпорація "Київський ін-т автоматики". - К., 2003.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Чупрін А.Є. Синтез цифрових нечітких регуляторів систем автоматичного керування нестаціонарними об’єктами й об’єктами з чистим запізнюванням. – Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.07 – автоматизація технологічних процесів. – Науково-виробнича корпорація “Київський інститут автоматики”, Київ, 2002.  Дисертація присвячена розробці методики синтеза цифрових нечітких регуляторів систем автоматичного керування. В роботі проаналізовано відомі підходи до формування систем автоматичного керування на базі теорії нечітких множин. Розглянуто методику формалізації лінгвістичних правил керування системою нечітких логічних рівнянь. Розроблено методику параметричного синтезу цифрового нечіткого регулятора шляхом оптимізації параметрів функцій належності нечітких термів, за допомогою яких оцінюються входи та вихід нечіткого регулятора. Методом математичного моделювання досліджені приклади систем автоматичного керування нестаціонарними об’єктами та об’єктами з чистим запізнюванням. На прикладі розглянутих у дисертації об’єктів дано порівняльну оцінку керування із застосуванням нечітких регуляторів порівняно з традиційними методами керування . Зроблено висновок про доцільність застосування нечітких регуляторів для керування нестаціонарними об’єктами та об’єктами з чистим запізнюванням. | |
| |  | | --- | | В дисертації отримано нове рішення актуальної задачі, яка полягає у розробці методики параметричного синтезу цифрових нечітких регуляторів шляхом оптимізації параметрів функцій належності якісних термів, якими оцінюються входи та вихід нечіткого регулятора. За результатами виконання роботи можна сформулювати наступні висновки.  1. У системі керування на базі теорії нечітких множин стан складної системи і керуючі впливи в САК розглядаються як лінгвістичні змінні, оцінювані якісними термами (засобами природної мови). Кожен терм розглядається як нечітка множина і формалізується за допомогою функції належності. Формування керуючого впливу здійснюється на підставі визначеного набору правил (лінгвістичні правила керування), що встановлюють засобами природної мови зв'язок між станом динамічної системи і керуючим впливом у САК.  2. Пристроєм, що реалізує керування на базі теорії нечітких множин, є нечіткий регулятор, що формує керуючий вплив на об'єкт керування.  У силу своєї природи алгоритми керування на базі теорії нечітких множин можуть бути реалізовані тільки з використанням ЕОМ. Таким чином, САК з НР являє собою у загальному випадку цифрову систему автоматичного керування. Отже нечіткий регулятор – це цифровий регулятор, що формує керуючий вплив відповідно до визначеного формалізованого алгоритму.  НР працює в дискретному режимі, тому на кожнім кроці квантування він повинний виконати всі необхідні обчислення. Система з НР стійка у відношенні змін параметрів об'єкта керування, що пов'язано з нечіткою природою правил функціонування. Традиційні методи опису регуляторів, наприклад, за допомогою передавальних функцій, для НР не підходять і не вимагаються. Нечіткі регулятори реалізуються на практиці у формі програмного забезпечення.  3. Експертні знання про керування доцільно представляти у виді набору лінгвістичних правил керування виду «ЯКЩО (вихідна ситуація), ТО (рішення)», які пропонується формалізовувати системою логічних рівнянь.  4. В якості методу дефаззифікації доцільно використовувати метод центра площі.  5. В якості вхідних параметрів нечіткого регулятора запропоновано використовувати помилку в САК і її першу , а при необхідності, і другу похідну. Вихідним параметром нечіткого регулятора є керуючий вплив на об'єкт керування.  6.Параметричний синтез нечіткого регулятора пропонується здійснювати шляхом оптимізації діапазонів зміни вхідних параметрів НР, а також параметрів функцій належності нечітких термів, за допомогою яких оцінюються входи і вихід НР.  Шляхом математичного моделювання замкнутої системи автоматичного керування з цифровим нечітким регулятором при заданих вхідних впливах визначаються такі значення настроюваних параметрів, що або є оптимальними з точки зору обраного критерію якості (при реалізації методів параметричної оптимізації), або забезпечують задовольняючу розроблювача якість перехідного процесу (при настроюванні «вручну»).  7. Порівняльна оцінка адаптивного керування і керування на базі нечіткої логіки розглянутих у дисертації нестаціонарних об'єктів дозволяє зробити висновок про доцільність застосування нечітких регуляторів для керування нестаціонарними об'єктами, оскільки поточна помилка в системі з нечітким регулятором не перевищує поточну помилку в адаптивній системі.  8. Порівняльна оцінка керування з застосуванням оптимальних по швидкодії цифрових регуляторів і керування на базі нечіткої логіки розглянутих об'єктів з чистим запізнюванням дозволяє зробити висновок про доцільність застосування нечітких регуляторів для керування об'єктами з чистим запізнюванням, оскільки нечіткий регулятор забезпечує помилку, що має плавний характер і не перевищує поточну помилку в системі з оптимальним по швидкодії цифровим регулятором .  9. Відмінною рисою системи керування з нечітким регулятором є відсутність необхідності в апроксимації довільного вхідного діяння на інтервалах регулювання. Адаптивна САК із традиційними цифровими регуляторами проектується для спостереження за кусочно-лінійним діянням, яким апроксимується довільне вхідне діяння. Таким чином, поточна помилка в адаптивній системі керування залежить, у тому числі, і від точності апроксимації довільного вхідного діяння. Система автоматичного керування з нечітким регулятором подібного недоліку не містить.  10. Запропонований у дисертаційній роботі підхід може бути застосовано не тільки до класу нестаціонарних об'єктів і об'єктів з чистим запізнюванням. Методи формування керуючого впливу на основі експертних знань про керування, формалізованих з використанням теорії нечітких множин, можуть бути дуже успішно застосовані і для керування об'єктами, що містять нелінійності [9, 10, 11]. | |