**Лозинський Андрій Орестович. Електромеханічні системи автоматизації технологічних об'єктів з інтелектуальним керуванням: дис... д-ра техн. наук: 05.09.03 / Національний ун-т "Львівська політехніка". - Л., 2004**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Лозинський А.О. Електромеханічні системи автоматизації технологічних об’єктів з інтелектуальним керуванням. – Рукопис.**  Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.09.03 – електротехнічні комплекси та системи. – Національний університет “Львівська політехніка”, Львів, 2004.  Дисертацію присвячено створенню нових та розвитку існуючих методів синтезу інтелектуальних регуляторів електромеханічних систем автоматизації технологічних об’єктів, які забезпечують формування необхідних динамічних та статичних характеристик в умовах дії як детермінованих, так і випадкових збурень в різних режимах роботи за наявності значних нелінійностей та зміни параметрів, сформульовано умови стійкості систем із нечіткими регуляторами, побудованими на принципах підпорядкованого регулювання та керування за повним вектором стану.  Ефективність застосування розроблених в дисертації на основі теорії нечітких множин, теорії штучних нейронних мереж та генетичного алгоритму методів та підходів до синтезу регуляторів перевірено на вибраних характерних об’єктах, зокрема таких, як система стабілізації електричного режиму дугової сталеплавильної печі, система керування пресового дефібрера та електропривод змінного струму з прямим керуванням за моментом. Наведено результати, виконаних за допомогою розроблених математичних моделей та підтверджених при проведенні промислових випробувань, досліджень, що демонструють істотне покращення техніко-економічних показників функціонування таких об’єктів. | |
| |  | | --- | | У дисертації наведене теоретичне узагальнення та нове вирішення науково-прикладної проблеми синтезу та аналізу інтелектуальних регуляторів електромеханічних систем автоматизації технологічних об’єктів, які перебувають під дією детермінованих та випадкових збурень, що дає змогу формувати динамічні характеристики координат регульованих систем а також розвиває методи проектування інтелектуальних регуляторів і методи аналізу стійкості систем з такими регуляторами.  Виконані в дисертаційній роботі дослідження дали змогу зробити такі висновки:  1. Застосування методів теорії нечітких множин, теорії штучних нейронних мереж та генетичного алгоритму для формування керуючих впливів, ставить нові задачі аналізу та синтезу в області електромеханічних систем, зокрема задачі ідентифікації координат для побудови інтелектуальних регуляторів; оптимізації їх параметрів та структури; забезпечення стійкості.  2. Метод параметричного синтезу систем керування на основі генетичного алгоритму не вимагає аналітично вираженого зв’язку між сформованим функціоналом якості та параметрами регулятора, а забезпечує розв’язання поставленої задачі за допомогою математичної моделі, представленої у вигляді алгоритму. Розроблений на основі зазначеного метод синтезу взаємозв’язаних систем для вибраних об’єктів дав такі результати:  зменшення дисперсії струмів дуг в середньому на 10% у порівнянні з традиційним підходом до синтезу електромеханічного контура регулювання електричного режиму ДСП ;  покращення динамічної точності компенсації реактивної потужності, що виражається у зменшенні дисперсії напруги мережі в середньому на 8.5% та дисперсії реактивної потужності в середньому на 10.5%.  3. Розроблений на основі методу генетичного алгоритму метод параметричного синтезу оптимальних систем керування об'єктами, що перебувають під дією випадкових збурень, забезпечує одночасне розв’язання оптимізаційної задачі і задачі забезпечення стійкості системи. Застосування цього методу до синтезу системи керування переміщення електродів дугової сталеплавильної печі забезпечує зменшення дисперсії вихідної координати до 29%, при зменшенні в середньому в 1.4 раза значення інтегрального критерію виду ISE у порівнянні з системою налагодженою згідно зі стандартною біноміальною формою.  4. Синтез корегуючого сигналу на основі теорії розривного керування забезпечує в паралельній нейроструктурі системи керування інваріантність системи щодо дії збурень та варіації параметрів об’єкта керування, а також спрощує як структуру застосованої нейронної мережі, так і процедуру синтезу системи, порівняно з використанням традиційних ПІ-регуляторів.  5. Застосування нейропредиктора на базі нейрона ADALINE в корегуючому контурі систем керування технологічним процесом дефібрування деревини забезпечує зменшення дисперсії регульованої координати (активної потужності) в кілька десятків разів.  6. Запропонований підхід формування частини правила *якщо* нечіткого регулятора Такагі-Сугено на основі похибки відпрацювання вихідної координати при синтезі електромеханічних систем забезпечує істотне спрощення структури регулятора та можливість гармонійного поєднання відомих в класичній теорії керування принципів синтезу регуляторів за повним вектором стану з набутками теорії нечітких множин. Синтезований таким чином регулятор, формує керуючий вплив, що оптимізує комбінований функціонал якості зі змінними ваговими коефіцієнтами. Застосування такого підходу до синтезу систем керування дозволило на 15-20% покращити традиційно вживані оцінки якості (IAE, ITAE) навіть при накладанні додаткових умов, зокрема недопустимості перерегулювання вихідної координати.  7. Застосування запропонованого способу ідентифікації режиму роботи такого електротехнологічного об’єкта, як дугова сталеплавильна піч, дало змогу синтезувати нечіткий регулятор на основі спрощеної бази правил, що адекватно реагує на зміну ситуації в керованому об’єкті, забезпечує реалізацію автономного керування і тим самим зменшує час перебування печі в неоптимальному режимі та покращує її техніко-економічні показники.  8. Запропонований підхід до синтезу нечіткого регулятора, згідно з яким для кожної з координат визначені області «допустимих відхилень» та «відхилень за допустимі межі" і для кожної з цих областей сформовані окремі функціонали якості з використанням функцій кари за недотримання накладених умов, дозволяє ефективно обмежувати проміжні координати в системах керування за повним вектором стану і забезпечує покращення динамічних характеристик у порівнянні з системами, побудованими на основі традиційних підходів. Так, при обмеженні проміжних координат на рівні, що відповідає налагодженню системи згідно зі стандартною біноміальною формою, забезпечується зменшення значення критерію якості IAE на 19.5%.  9. Запропонований підхід до синтезу нейро-фаззи регулятора, в якому застосовано поєднання кластерного аналізу даних, паралельного гібридного генетичного алгоритму та введення універсальної активаційної функції нейронів, дає змогу оптимально формувати кількість лінгвістичних змінних для кожного входу регулятора, продовжувати структурний синтез нечіткого регулятора і на етапі оптимізації його параметрів, і підвищує ефективність роботи пошукового алгоритму. Синтезований на основі запропонованого підходу регулятор у більшості випадків має простішу структуру у порівнянні з нечіткими регуляторами, синтезованими при використанні інших підходів, що особливо важливо при реалізації систем керування.  10. Застосування в системах керування переміщення електродів дугових сталеплавильних печей фаззи та нейро-фаззи регуляторів забезпечує підвищення точності відпрацювання заданого режиму (відносна похибка регулювання режимної координати у 2-3 рази менша), зменшення перерегулювань (у 3-7 раз) та зниження коливності проміжних координат системи у порівнянні з традиційною системою керування, за умови дотримання однакової швидкодії порівнюваних систем.  11. Розроблений метод фаззи-розривного керування в системах керованого електроприводу змінного струму, побудованих на принципах прямого керування моментом, забезпечує підвищення точності відпрацювання заданого значення моменту, зменшення пульсацій електромагнітного момента асинхронного двигуна у порівнянні з класичною схемою DTC.  12. Сформульовані умови стійкості систем з нечіткими регуляторами, побудованими на принципах керування за повним вектором стану та підпорядкованого керування, разом з відомими умовами стійкості систем з фаззи – розривним керування та *max* методом дефазифікації забезпечують можливість аналізу стійкості в подібних електромеханічних системах.  13. Запропонований нечіткий регулятор в структурі двоконтурної систем керування електричним режимом дугових сталеплавильних печей за рахунок врахуванням взаємовпливів паралельних різнотемпових контурів регулювання дає змогу покращити динамічну та статичну точність стабілізації координат електричного режиму та зменшити на 5-12% їх дисперсію.  14. Розроблені в дисертації методи, способи та підходи до синтезу та аналізу інтелектуальних регуляторів електромеханічних систем перевірені на вибраних, характерних об’єктах, що є практичним свідченням їх універсальності в сенсі застосування для широкого класу таких об’єктів.  Таким чином, виконані в дисертаційній роботі дослідження є подальшим розвитком теорії інтелектуального керування, зокрема в електромеханічних системах автоматизації технологічних об’єктів з детермінованими та випадковими характерами процесів, що дають змогу забезпечити суттєве покращення техніко-економічних показників функціонування таких об’єктів. | |