**Северин Валерій Петрович. Моделі і методи оптимізації показників якості систем автоматичного управління енергоблоку атомної електростанції : Дис... д-ра наук: 05.13.07 - 2007.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Северин В.П.** Моделі і методи оптимізації показників якості систем автоматичного управління енергоблоку атомної електростанції. – Рукопис.  Дисертація на здобуття вченого ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.07 – Автоматизація технологічних процесів. – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, 2007.  Дисертація присвячена розробці перспективної концепції синтезу систем автоматичного управління енергоблоку атомної електростанції на основі математичних моделей і чисельних методів векторної оптимізації показників якості. Розроблені методи обчислення прямих показників якості й покращених інтегральних квадратичних оцінок, що мають високу точність і швидкодію. Обґрунтований покроковий принцип переходу до області стійкості системи, запропоновані векторні цільові функції, що включають умови стійкості і враховують пріоритети показників якості. Розроблені надійні методи оптимізації векторних цільових функцій. Отримані математичні моделі в просторі станів для систем автоматичного управління ядерним реактором, парогенератором та паровою турбіною. Виконана оптимізація показників якості систем управління енергоблоку, яка дозволила оцінити ефективність різних регуляторів. | |
| |  | | --- | | У дисертаційній роботі дано вирішення науково-практичної проблеми оптимізації показників якості систем автоматичного управління енергоблоку АЕС на основі обґрунтованих методів і алгоритмів обчислення показників якості, векторних цільових функцій, векторних методів оптимізації і вдосконалених математичних моделей систем. Основні отримані наукові і практичні результати дозволяють сформулювати наступні висновки.  1. Проведено аналіз методів синтезу САУ енергоблоку АЕС і виявлено перспективні можливості концепції синтезу систем управління на основі прямих показників якості, покращених інтегральних квадратичних оцінок і чисельних методів оптимізації.  2. На підставі алгоритмів обчислення перехідних процесів запропоновані алгоритми обчислення прямих показників якості — перерегулювання, показників коливальності і часу регулювання. На моделях САУ високого порядку вперше проведено порівняння методів обчислення часу регулювання, що дозволило встановити найбільшу ефективність за точністю і швидкодією матричних методів. Врахована обмеженість області визначення ППЯ розширенням області визначення критеріїв за рахунок їх формування у вигляді штрафних функцій за межами області визначення показників якості. З урахуванням особливостей застосування і обчислення прямих критеріїв сформована багатовимірна векторна цільова функція критеріїв і запропонована операція порівняння її значень.  3. Розглянуто коефіцієнти Рауса-Гурвіця як функції варійованих параметрів системи і показана принципова можливість досягнення області стійкості САУ за допомогою цих функцій. Запропоновано покроковий принцип послідовного задоволення обмежень для переходу до області стійкості й механізм його реалізації у вигляді пріоритетної оптимізації двовимірної векторної штрафної функції з використанням операції порівняння її значень. На підставі визначення коефіцієнтів покращених ІКО якості САУ за бажаним часом регулювання і стандартними передавальними функціями розроблені алгоритми обчислення оцінок методами Каца і Острема. Розроблені алгоритми обчислення двовимірних векторних цільових функцій, визначених у всьому просторі варійованих параметрів, з інтегральними квадратичними оцінками. Запропоновані постановки задач мінімізації інтегральних квадратичних оцінок у вигляді пріоритетної оптимізації векторних цільових функцій з використанням операції порівняння їх значень.  4. Для оптимізації векторних цільових функцій розроблені векторні модифікації прямих методів безумовної мінімізації функцій: для одновимірного пошуку — методу адаптації кроку, для багатовимірної оптимізації — методів Вейля, Хука-Дживса і Нелдера-Міда. Основна відмінність запропонованих векторних методів оптимізації від методів мінімізації скалярних функцій полягає в заміні операції порівняння значень скалярних функцій операцією порівняння значень векторних функцій. Застосування векторних методів оптимізації дозволяє в єдиному обчислювальному процесі перейти з будь-якої початкової точки пошуку до області визначення показників якості, утримати процес оптимізації в цій області і знайти оптимальні значення показників. На тестових прикладах САУ різного порядку від 3 до 112 проведено дослідження ефективності векторних методів оптимізації при рішенні задач переходу до області стійкості й оптимізації показників якості. Обчислювальні експерименти підтвердили високу ефективність застосування векторних методів оптимізації для мінімізації інтегральних квадратичних оцінок і оптимізації прямих показників якості.  5. На підставі диференційних рівнянь нейтронної кінетики ядерного реактора і теплових процесів побудовані математичні моделі реактора ВВЕР-1000 в просторі станів як об'єкту автоматичного управління з однією, двома і шістьма групами запізнілих нейтронів. Розроблені нелінійні й лінійні моделі систем управління нейтронною потужністю реактора в просторі станів з різними регуляторами, призначені для вирішення задач оптимізації параметрів регуляторів. Вирішені задачі мінімізації інтегральних квадратичних оцінок і оптимізації прямих показників для систем управління потужністю реактора ВВЕР-1000 з різними регуляторами. Результати вирішення задач оптимізації показників якості дозволяють зробити висновок, що найефективнішим типом регулятора потужності для ВВЕР-1000 є ПІ регулятор з оптимальними значеннями параметрів, що забезпечує найбільш швидкий перехідний процес без перерегулювання і коливань. Досліджено вплив періоду кампанії реактора і нелінійності моделей на показники якості систем автоматичного управління потужності реактора.  6. Для оптимізації параметрів регуляторів рівня води в парогенераторі ПГВ-1000 на підставі рівнянь теплопередачі, матеріального і теплового балансу, циркуляції, головного парового колектора, приводу клапана парової турбіни і виконавчого механізму регулюючого живильного клапана, розроблені математичні моделі систем управління з різними регуляторами. Векторними методами оптимізації вирішена задача ідентифікації параметрів моделі системи управління рівня парогенератора ПГВ-1000 за експериментальними даними процесів відхилення рівня. Результати розв’язання задач оптимізації показників якості для систем управління ПГВ-1000 з різними регуляторами дозволяють зробити висновок, що найефективнішим типом регулятора рівня для ПГВ-1000 є ПІ регулятор з оптимальними значеннями параметрів, що забезпечує найбільш швидкий перехідний процес без коливань.  7. Розроблена математична модель ЕП, складені моделі в просторі станів для послідовного з'єднання ЕП, ВЗ, СМ з одним, двома і трьома датчиками, розроблені відповідні їм математичні моделі з різним числом датчиків. В результаті оптимізації показників якості першої моделі отримано оптимальне значення коефіцієнта посилення, значно менше 1. Друга модель СП має стійкість при великих значеннях коефіцієнта посилення, їй відповідають аперіодичні процеси з перерегулюванням, але для неї неможливі монотонні процеси. Третя модель забезпечує високу якість монотонного процесу при оптимальному значенні коефіцієнта посилення, більшого 1.  8. Для розв’язання задач оптимізації параметрів регуляторів під час скидання навантаження турбіни розроблені математичні моделі САУЧ парової турбіни К-1000-60/1500 в просторі станів з різними регуляторами частоти. Векторними методами вирішені задачі оптимізації прямих показників якості для систем управління турбіни. Найефективнішим типом регулятора частоти під час скидання навантаження турбіни є ПІД регулятор з оптимальними значеннями параметрів, що забезпечує найбільш швидкий перехідний процес з найменшим відхиленням частоти. | |