**Воропай Олексій Юрійович. Математичне забезпечення автоматизованих процедур призначення допусків при проектуванні радіоелектронних пристроїв частотної селекції : Дис... канд. наук: 05.13.12 - 2008.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Воропай О.Ю. Математичне забезпечення автоматизованих процедур призначення допусків при проектуванні радіоелектронних пристроїв частотної селекції. —**Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.12 — "системи автоматизації проектувальних робіт". — Національний університет "Львівська політехніка", Львів, 2008.  Дисертацію присвячено створенню математичного і програмного забезпечення призначення допусків з урахуванням таких особливостей радіоелектронних пристроїв частотної селекції як обмеженість допусків їх елементної бази симетричними значеннями або рядом перевагових чисел, нормальний закон розподілу параметрів елементів пристроїв, немонотонний характер залежностей між ними.  Запропоновано і обґрунтовано метод синтезу гарантованих симетричних допусків. Запропоновано і обґрунтовано метод аналізу і синтезу імовірнісних допусків при нормальному законі розподілу параметрів, в яких область допусків апроксимована еліпсоїдом. Запропоновано і обґрунтовано методи аналізу допусків для немонотонних вихідних функцій на основі градієнтних методів оптимізації. Запропонована форма та методика побудови спрощеної полігональної моделі, яка апроксимує вихідну функцію у точках дотику областей працездатності та допусків. Запропоновано і обґрунтовано метод синтезу допусків для немонотонних вихідних функцій з використанням такої моделі. Запропоновано і обґрунтовано метод синтезу допусків, обмежених дискретною множиною, в якому неперервні симетричні допуски поступово приводяться до дискретних значень. Створено програмну систему призначення допусків INTOL, яка має засоби інтеграції з сучасними САПР електронних пристроїв. Основні результати роботи впроваджені на промислових підприємствах при проектуванні електронних пристроїв. | |
| |  | | --- | | В дисертаційній роботі вирішено важливу науково-технічну задачу – уточнено існуючі і створено нові методи призначення допусків при проектуванні радіоелектронних пристроїв частотної селекції. Методи враховують такі особливості елементної бази пристроїв частотної селекції як симетричний характер допусків, обмеженість номенклатури допусків рядом перевагових чисел і нормальний закон розподілу параметрів елементів. Також враховано таку особливість пристроїв частотної селекції як немонотонність їх вихідних функцій. Розроблено програмну систему призначення допусків, яка реалізує процедури призначення допусків, недоступні раніше в інших САПР РЕА.  В ході проведених досліджень отримано наступні результати:  1. Проведено аналіз існуючих методів призначення допусків і спрощених моделей, які при цьому використовуються. У якості найбільш вдалої форми спрощеної моделі обрано лінійну інтервальну модель. Показано, що обчислення її коефіцієнтів як дотичних до вихідної функції у межових точках забезпечує максимальну точність при призначенні допусків.  2. Розроблено метод синтезу симетричних гарантованих допусків. Метод дозволяє оптимізувати абсолютні і відносні відхилення як для заданих межових відхилень вихідної функції, так і для заданої загальної ширини її відхилень. Можлива як максимізація об’єму допускової області, так і призначення допусків, співвідношення між якими задані коефіцієнтами пропорційності. На відміну від існуючих методів враховано нелінійність вихідних функцій, що дозволило отримати точні значення допусків на елементи пристроїв частотної селекції.  3. Розроблено метод призначення допусків, обмежених рядом перевагових чисел, який базується на ранжуванні і дискретизації симетричних допусків. Метод дозволяє призначати допуски, наближені до оптимальних, його особливістю є незначна кількість обчислень у порівнянні з існуючими методами дискретної оптимізації. Можливо призначення як гарантованих, так і нормально розподілених допусків.  4. Виведено залежності між відхиленнями вхідних і вихідних параметрів для еліпсоїдної області допусків. Розроблено методи аналізу і синтезу допусків для нормального закону розподілу параметрів при заданій імовірності виходу придатних. Методи враховують нелінійність вихідної функції, їх особливістю є висока точність у порівнянні з методом моментів і невелика кількість обчислень у порівнянні з методом Монте-Карло. Метод може бути використаний як при взаємонезалежних відхиленнях параметрів елементів, так і при кореляційних зв’язках між ними.  5. Розроблено методи аналізу допусків для немонотонних вихідних функцій шляхом пошуку екстремумів вихідних функцій у межах області допусків. Методи призначені для роботи з областю допусків у вигляді брусу, яка відповідає гарантованим допускам, або у вигляді еліпсоїда, яка відповідає допускам при нормальному законі розподілу параметрів.  6. Виділено особливості взаємного розташування областей працездатності і допусків у випадку немонотонної вихідної функції. Показано, що при призначенні допусків така вихідна функція може бути апроксимована набором дотичних гіперплощин у точках дотику цих областей – спрощеною полігональною моделлю. Розроблено форму і метод побудови спрощеної полігональної моделі.  7. Розроблено метод призначення допусків для немонотонних вихідних функцій, який використовує спрощену полігональну модель. Метод застосовано для синтезу як гарантованих допусків, обмежених брусом, так і допусків при нормальному законі розподілу, обмежених еліпсоїдом. Оскільки прямокутні і еліпсоїдні області допусків мають свої особливості, для синтезу гарантованих і імовірнісних допусків розроблено окремі ітеративні алгоритми пошуку оптимального рішення і уточнення спрощеної полігональної моделі.  8. Розроблено програмну систему INTOL, яка дозволяє проводити аналіз і оптимізацію допусків з урахуванням особливостей електронних пристроїв при їх проектуванні. Розроблена гнучка і відкрита архітектура програмного забезпечення. Система INTOL може використовуватись у складі САПР наскрізного проектування електронних засобів.  9. Теоретичні та практичні результати впроваджено на підприємствах та в навчальний процес підготовки спеціалістів та магістрів за спеціальностями "Виробництво електронних апаратів" та "Програмне забезпечення обчислювальної техніки і автоматизованих систем".  Ефективність і вірогідність запропонованих методів підтверджується результатами обчислень для тестових прикладів проведених з використанням запропонованих методів і відомих із публікацій, а також результатами обчислень при проектування радіоелектронних пристроїв частотної селекції. Врахування немонотонності вихідних функцій, симетричного характеру допусків, обмеження номенклатури допусків рядом перевагових чисел, особливостей нормального закону розподілу параметрів обумовлює більшу універсальність і ширшу область застосування розробленого математичного і програмного забезпечення у порівнянні з існуючим. | |