

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ

Бригарчук Артем Вікторович

УДК 004.02

**СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПОШУКУ
ОПТИМАЛЬНОГО АЛГОРИТМУ КОМПОНУВАННЯ ДРУКОВАНИХ ПЛАТ**

124 – Системний аналіз

Автореферат
магістерської наукової роботи на здобуття освітньої кваліфікації
«Магістр системного аналізу»

Миколаїв – 2019

Магістерська наукова робота є рукопис.

Робота виконана в Чорноморському національному університеті імені Петра Могили Міністерства освіти і науки України на кафедрі інтелектуальних інформаційних систем

Науковий керівник:

д.т.н., професор,
Коваленко Ігор Іванович
ЧНУ імені Петра Могили,
завідувача кафедри ІС

Рецензент:

к.ф.-м.н., доцент,
Дворник Ольга Василівна,
ЧНУ імені Петра Могили,
в.о. завідувача кафедри КІ

Захист відбудеться «26» лютого 2019 р. о 9⁰⁰ год. на засіданні екзаменаційної комісії (ауд. 2-403) у Чорноморському національному університеті імені Петра Могили за адресою: 54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми Десантників, 10.

З магістерською науковою роботою можна ознайомитися в бібліотеці Чорноморського національного університету імені Петра Могили за адресою: 54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми Десантників, 10.

Автореферат представлений «24» лютого 2019 р.

Секретар

екзаменаційної комісії,

к.пед.н., доцент

Н. М. Болюбаш

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність. Одним з найбільш складних і важливих етапів розробки сучасних радіоелектронних засобів (РЕЗ) є етап топологічного проектування, що обумовлено підвищенням вимог до кількості та ефективності реалізації електричних з'єднань на всіх конструктивних рівнях, так як саме топологія, в значній мірі, визначає багато параметрів електронних пристроїв, такі як габарити, швидкодія, надійність і т.д. До завдань, багато в чому визначає якість результатів топологічного проектування відносяться компоновка і розміщення, які є завданнями оптимізації, що характеризуються комплексом різних критеріїв і обмежень. Їх рішення вельми складно, і при реальних розмірностях схем практично неможливо отримати глобальний оптимум за сукупністю критеріїв з використанням точних алгоритмів.

Таким чином, вдосконалення існуючих і розробка нових методів і засобів топологічного проектування, створення більш ефективних алгоритмів оптимальної компоновки і розміщення елементів РЕЗ, які враховують в комплексі різні критерії, що відображають призначення, особливості конструкції і функціонування конкретних пристроїв є актуальним в сучасних умовах.

Метою магістерської наукової роботи є

Мета і завдання дослідження. є дослідження алгоритмів компоновання друкованих плат та створення системи підтримки прийняття рішень пошуку оптимального алгоритму компоновання друкованих плат.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішувалися наступні завдання: аналіз процесу топологічного проектування сучасних РЕЗ, використовуваних критеріїв, алгоритмів оптимізації компоновання і розміщення; вибір критеріїв і формування оптимізаційних моделей для задач компоновки і розміщення з використанням різних цільових функцій; аналіз алгоритмів формування початкових варіантів компоновання і розміщення за різними критеріями; статистичне дослідження залежності оптимальності результатів, одержуваних за допомогою алгоритмів парних перестановок при компонованні і розміщення елементів РЕЗ, від початкових розподілів і вироблення способів підвищення ефективності; розробка

моделей і алгоритмів оптимального розміщення тепловиділяючих елементів РЕМ зі спільним застосуванням теплових і комутаційних критеріїв.

Методи дослідження ґрунтуються на теорії системного аналізу, автоматизованого проектування, , теорії теплопровідності, математичного моделювання та оптимізації.

Наукова новизна результатів досліджень. Основні результати, які мають наукову новизну, полягають у наступному:

1. Оптимізаційні моделі задач компоновки і розміщення елементів РЕМ, що відрізняються використанням в єдиному комплексі критеріїв різної природи (довжини з'єднань, числа перетинів, середніх і локальних перегрівів, рівномірності температурного поля) і можливістю побудови уніфікованих ітераційних алгоритмів оптимізації топології.

2. Процедури, засновані на статистичному дослідженні ефективності ітераційних алгоритмів компоновки й розміщення, що відрізняються можливістю отримання з високою ймовірністю результатів, що наближаються до заданого допуском до глобального мінімуму використовуваних цільових функцій, і забезпечують підвищення якості топології РЕЗ за сукупністю критеріїв.

3. Алгоритми оптимальної компоновки схем великої розмірності, що відрізняються комплексним використанням комутаційних і теплових критеріїв на основі формування груп сильносвязаних тепловиділяючих елементів з рівномірними середніми температурами і подальшої перестановкою груп, прийнятих за мікроелементи.

4. Алгоритми і процедури оптимізації розміщення елементів РЕЗ, що використовують метод парних перестановок і відрізняються застосуванням статистичного методу отримання початкових варіантів, а також можливістю спільної мінімізації сумарної довжини з'єднань, числа перетинів, нерівномірності температурного поля і локальних перегрівів.

Об'єкт досліджень – системи та процеси компоновки друкованих плат.

Предмет досліджень – методи підтримки прийняття рішень, щодо вибіру оптимального алгоритму компоновки друкованих плат.

Структура магістерської наукової роботи. Магістерська наукова робота складається із вступу, ____ розділів, висновків, додатків. Загальний обсяг роботи складає ____ сторінки, ____ рисунків, ____ таблиць та ____ посилань на літературні джерела.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність теми, визначена мета.

У першому розділі було сформульовано науково новизну та практичне значимість отриманих результатів.

Основні результати, які мають наукову новизну, полягають у наступному:

1. Оптимізаційні моделі задач компоновки і розміщення елементів РЕМ, що відрізняються використанням в єдиному комплексі критеріїв різної природи (довжини з'єднань, числа перетинів, середніх і локальних перегрівів, рівномірності температурного поля) і можливістю побудови уніфікованих ітераційних алгоритмів оптимізації топології.

2. Процедури, засновані на статистичному дослідженні ефективності ітераційних алгоритмів компоновання й розміщення, що відрізняються можливістю отримання з високою ймовірністю результатів, що наближаються до заданого допуском до глобального мінімуму використовуваних цільових функцій, і забезпечують підвищення якості топології РЕЗ за сукупністю критеріїв.

3. Алгоритми оптимальної компоновки схем великої розмірності, що відрізняються комплексним використанням комутаційних і теплових критеріїв на основі формування груп сильносвязаних тепловиділяючих елементів з рівномірними середніми температурами і подальшої перестановкою груп, прийнятих за мікроелементи.

4. Алгоритми і процедури оптимізації розміщення елементів РЕЗ, що використовують метод парних перестановок і відрізняються застосуванням статистичного методу отримання початкових варіантів, а також можливістю

спільної мінімізації сумарної довжини з'єднань, числа перетинів, нерівномірності температурного поля і локальних перегрівів.

Проведено аналіз алгоритмів компоновання друкованих плат. Визначено недоліки та переваги по кожному з них.

Сформовані критерії оцінки які в подальшому включені в систему підтримки прийняття рішень.

У другому розділі розглянуто та охарактеризовано методи підтримки рішень.

У третьому розділі розглянуто завдання системи підтримки прийняття рішень. Розглянута характеристика систем підтримки прийняття рішень, наведено переваги та недоліки методів що використовуються в них. Розглянуто існуючі СППР та їх застосування в різних сферах.

У четвертому розділі розроблено структуру майбутньої СППР.

Опис методу, який використаний при реалізації даної задачі. Зроблено відповідні розрахунки що до пошуку оптимального алгоритму компоновання.

1 етап. Встановлюємо пріоритети критеріїв і оцінюємо кожен з альтернатив за критеріями, визначивши найбільш важливу з них.

Будуємо матрицю попарних порівнянь за визначеними критеріями (рівень 2 в декомпозиції задачі) (табл. 4).

Таблиця 4

Матриця попарних порівнянь для елементів рівня 2

№	Назва елементів, що порівнюються на другому рівні ієрархічної моделі	Номера елементів			Локальні пріоритети, u_i
		1	2	3	
1	Характеристика виробничого процесу	1	1/6	5	0,32
2	Якість виготовлення ДП	6	1	1/3	0,41

3	Параметри друкованої плати	1/5	3	1	0,27
$\lambda_{\max} = 5,705; IU = 1,35; BU = 2,33$					

Компоненти вектора локальних пріоритетів, обчислюються за формулами:

$$\bar{u}_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}; \quad i = \overline{1, n};$$

де a_{ij} – i -й елемент j -го стовпця матриці попарних порівнянь критеріїв; n – кількість критеріїв,

Відповідні обчислення:

$$u_i = \frac{\bar{u}_i}{\sum_{i=1}^n \bar{u}_i}; \quad i = \overline{1, n};$$

Відповідні обчислення до даної таблиці.

$$\bar{u}_1 = \sqrt[3]{1 * \frac{1}{6} * 5} = 0.97;$$

$$\bar{u}_2 = \sqrt[3]{6 * 1 * \frac{1}{3}} = 1.259;$$

$$\bar{u}_3 = \sqrt[3]{\frac{1}{5} * 3 * 1} = 0.84;$$

$$\sum_{i=1}^3 0.97 + 1.259 + 0.84 = 3.069;$$

$$u_1 = \frac{0,97}{3,069} = 0,32 ;$$

$$u_2 = \frac{1,259}{3,069} = 0,41 ;$$

$$u_3 = \frac{0,84}{3,069} = 0,273 ;$$

Значення локальних пріоритетів відображені в табл. 4.

Максимальне значення обернено-симетричної матриці попарних порівнянь визначається за наступною формулою:

$$\lambda_{\max} \approx \sum_{j=1}^n u_j \left(\sum_{i=1}^n a_{ij} \right),$$

Відповідні обчислення:

$$\sum_{i=1}^3 a_{i1} = 1 + 6 + \frac{1}{5} = 7,2 ;$$

$$\sum_{i=1}^3 a_{i2} = \frac{1}{6} + 1 + 3 = 4,16 ;$$

$$\sum_{i=1}^3 a_{i3} = 5 + \frac{1}{3} + 1 = 6,33 ;$$

$$\lambda_{\max} = 0,32 * 7,2 + 0,41 * 4,16 + 0,273 * 6,33 = 5,705 ;$$

Оцінки відносної важливості елементів, що порівнюються, повинні бути узгоджені, тому визначимо індекс (іу) та відношення (ву) узгодженості:

$$УІ = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = \frac{5,705 - 3}{3 - 1} = 1,35 ;$$

$$ВУ = \frac{УІ}{ІУВ} = \frac{1,35}{0,58} = 2,33 ;$$

Значення λ_{max} , ІУ, ВУ заносимо у останній рядок табл. 4.

2 етап. проводимо аналіз усіх субкритеріїв рівня 3 відносно кожного елемента–критерію рівня 2 (табл. 4–6).

Таблиця 4

Матриця попарних порівнянь для елементів рівня 3 за критерієм «Характеристика виробничого процесу»

№	Назва елементів, що порівнюються на другому рівні ієрархічної моделі	Номера елементів					Локальні пріоритети, u_i
		1	2	3	4	5	
1	Можливість повної автоматизації процесу	1	3	1/5	5	7	0,22
2	Продуктивність	5	1	3	1/5	5	0,20
3	Витрати на виготовлення	5	1/3	1	1/7	3	0,26
4	Шкідливість виробництва	1/5	5	7	1	1/3	0,23
5	Простота реалізації	1/7	1/5	1/3	3	1	0,09
$\lambda_{max} = 9,8$; ІУ = 1,2; ВУ = 1,07							

Таблиця 5

Матриця попарних порівнянь для елементів рівня 3 за критерієм «Якість виготовлення ДП»

№	Назва елементів, що порівнюються на другому рівні ієрархічної моделі	Номера елементів				Локальні пріоритети, u_i
		1	2	3	4	
1	Степінь браку	1	1	2	3	0,381
2	Надійність друкованої плати	1	1	1/3	2	0,402
3	Міцність зчеплення елементів	1/2	3	1	5	0,09
4	Недостатня щільність друкованої плати	1/3	1/2	1/5	1	0,127
$\lambda_{max} = 4,319; IU = 0,107; BU = 0,118$						

Таблиця 6

Матриця попарних порівнянь для елементів рівня 3 за критерієм «Параметр друкованої плати»

№	Назва елементів, що порівнюються на другому рівні ієрархічної моделі	Номера елементів			Локальні пріоритети, u_i
		1	2	3	
1	Клас точності виготовлення ДП	1	1/7	1/5	0,067
2	Ремонто-спроможність	7	1	5	0,715

3	Якість виготовлення	5	1/5	1	0,218
$\lambda_{max} = 3,183; IU = 0,58; BU = 0,158$					

3 етап. Визначення глобальних пріоритетів елементів рівня 3:

$$Z_i = V_{ij}U_i$$

де V_{ij} – локальний пріоритет (ваговий коефіцієнт) і-го елемента рівня 3 по відношенню до j-го елементу-критерія рівня 2.

$$Z_1 = 0,22 * 0,32 = 0,070; Z_2 = 0,2 * 0,32 = 0,064;$$

$$Z_3 = 0,26 * 0,32 = 0,083 ; Z_4 = 0,23 * 0,32 = 0,082;$$

$$Z_5 = 0,09 * 0,32 = 0,02 ; Z_6 = 0,381 * 0,41 = 0,16 ;$$

$$Z_7 = 0,402 * 0,41 = 0,164 ; Z_8 = 0,09 * 0,41 = 0,036 ;$$

$$Z_9 = 0,127 * 0,41 = 0,052 ; Z_{10} = 0,067 * 0,27 = 0,018 ;$$

$$Z_{11} = 0,715 * 0,27 = 0,193; Z_{12} = 0,218 * 0,27 = 0,058 ;$$

За даними розрахунками було налаштовано та проведено тестування програмами за результатами якої було визначено оптимальний алгоритм компоування друкованої плати.

У п'ятому розділі розглянуто питання з безпечних умов праці для працівників в сфері ІТ та їх захист в разі надзвичайних ситуацій.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Стикаючись з проблемою вибору алгоритмів компоування друкованих плат людина змушена оцінювати альтернативи по багатьох, часто суперечливих, критеріях. Дана процедура, за результатами психологічних досліджень, є складною для людини. Альтернативним підходом є використання методів і систем підтримки прийняття рішень.

У даній роботі був проведений аналіз методів підтримки прийняття рішень і розкриті їх основні поняття. В якості методу розрахунку ваг критеріїв обраний метод аналізу ієрархій. А для ранжирування альтернатив був обраний метод

перестановок, тому що, він є найбільш раціональним методом при наявності невеликої кількості альтернатив і підтримує роботу з чисельними і лінгвістичними значеннями критеріїв.

На основі проведеної роботи була розроблена система підтримки прийняття рішень, що дозволяє робити вибір алгоритму компонування ДП з урахуванням переваг ОПР. Для розробки системи була програма СППР Вибір.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Всеукраїнська науково-методична конференція “Могилянські читання”. Тема публікації: “Система підтримки прийняття рішень пошуку оптимального алгоритму компонування друкованих плат”.

АНОТАЦІЯ

Бригарчука Артема Вікторовича. Система підтримки прийняття рішень пошуку оптимального алгоритму компоювання друкованих плат. – На правах рукопису.

Магістерська наукова робота на здобуття освітньої кваліфікації «Магістр системного аналізу». – Чорноморський національний університет імені Петра Могили, Миколаїв, 2019.

Алгоритми компоювання, система.

Актуальність дослідження полягає в необхідності вибору оптимального алгоритму компоювання друкованих плат в залежності від критеріїв замовника.

Метою роботи є вибір оптимального алгоритму компоювання ДП шляхом створення системи підтримки прийняття рішень, що веде до зменшення ризиків при компоюванні друкованих плат та подальшому їх виготовленні.

Об'єкт дослідження – алгоритми компоювання друкованих плат.

Пояснювальна записка магісторської наукової роботи складається з вступу, 4 розділів.

У вступі визначається актуальність теми, що приймається за, предмет дослідження та об'єкт дослідження.

У першому розділі описується теоретичний огляд алгоритмів, постановка задачі.

У другому розділі описується методи прийняття рішень.

У третьому розділі проблеми вибору та системи підтримки прийняття рішень.

У четвертому розділі реалізація та отримані результати.

Останнім розділом є розділ під назвою Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях, у якому створено безпечні та здорові умови праці на робочих місцях у виробничих приміщеннях.

У висновках проводиться аналіз роботи та отриманих результатів.

Ключові слова: Алгоритми компоювання, система.

ABSTRACT

to the master's scientific work on the topic

" The decision support system for optimal PCB layout algorithm search "

Student: Bryharchuk Artem Viktorovich

Leader: Doctor of Technical Sciences, Professor.

Kovalenko Igor Ivanovich

Layout algorithms, system.

The urgency of the study is to select an optimal algorithm for the layout of printed circuit boards, depending on the customer's criteria.

The purpose of the work is to select an optimal algorithm for the layout of the PCB through a system of support for the adoption of solutions, which, in turn, changes the risks of non-invasive inputs.

The object of research - algorithms for the layout of printed circuit boards.

Explanatory note of master's scientific work consists of the introduction, 3 chapters.

The introduction determines the relevance of the topic that is adopted for the purpose and a brief overview of the task, the subject of the study and the object of the study.

The first section describes the theoretical review,

The second section describes the methods how to make decisions.

In the third section, the problem of choice and decision support systems.

In the fourth section, the implementation and the results obtained.

The final section called Occupational Safety and Emergency Safety, which creates safe and healthy working conditions in workplaces in production facilities.

The conclusions obtaine the analysis of the work and received results.