

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМОВ РАЗМЕЩЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ СВЯЗИ НА МОНТАЖНОЙ ПЛОСКОСТИ

¹Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь, преподаватель

²Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь, доцент, кандидат технических наук, доцент

В данной работе разработаны графовые модели (ГМ) и программное обеспечение (ПО) для проведения автоматизированного анализа эффективности размещения элементов электронных средств связи (ЭСС) на монтажной плоскости (МП) (печатной плате). Эффективность алгоритмов размещения модулей определяется путем сравнительного анализа результатов их функционирования для получения важных показателей качества конструкции проектируемого ЭСС: высокой надеж-

ности, компактности, экономичности, минимизации материальных ресурсов, долговечности.

Общая постановка задачи размещения элементов ЭСС формулируется следующим образом:

требуется определить отображение графа ЭСС на граф МП, поставив в соответствие множество вершин (элементов) графа ЭСС $E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$, $|E| = n$ множеству вершин (позиций) МП

$P = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}$, $|P| = m \geq n$ таким образом, чтобы оптимизировать критерий качества.

В настоящее время для решения задач оптимального размещения модулей ЭСС на МП используются следующие два класса алгоритмов: 1) конструктивные эвристические алгоритмы (последовательные, параллельные (алгоритмы обратного размещения и «разбиения»), итерационные (алгоритмы парных и групповых перестановок)); 2) численные алгоритмы решения задачи о назначении (венгерский и алгоритм на основе метода ветвей и границ) [1,2]. В работе проведен анализ эффективности результатов работы всех приведенных выше алгоритмов размещения различного количества элементов ЭСС по универсальному критерию минимизации суммарной длины связей между всеми элементами ЭСС:

$$L(P) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n r_{ij} \times dp(i)p(j) \rightarrow \min$$

Исходя из поставленной цели по разработке и практическому применению ГМ и ПО для размещения элементов ЭСС на МП необходимо иметь исходные данные: 1) спроектированная принципиальная электрическая схема ЭСС со всем перечнем элементов; 2) данные о МП с множеством свободных позиций, на которые необходимо разместить элементы ЭСС; 3) данные о наличии конструктивно-технологических ограничений. В силу требуемого ограниченного объема описания данной работы, рассмотрим работу итерационного алгоритма размещения элементов ЭСС на МП. В качестве исходной информации для размещения является спроектированная электрическая принципиальная схема ЭСС (рисунок 1). ЭСС (рисунок 1) содержит 16 элементов 2И-НЕ и 16 элементов 3И-НЕ. Для реализации данного устройства будем использовать следующие микросхемы (выбираются по справочной литературе): 1) K561ЛА7 – содержит 4 элемента 2И-НЕ в одном корпусе; 2) K561ЛА9 – содержит 3 элемента 3И-НЕ в одном корпусе.

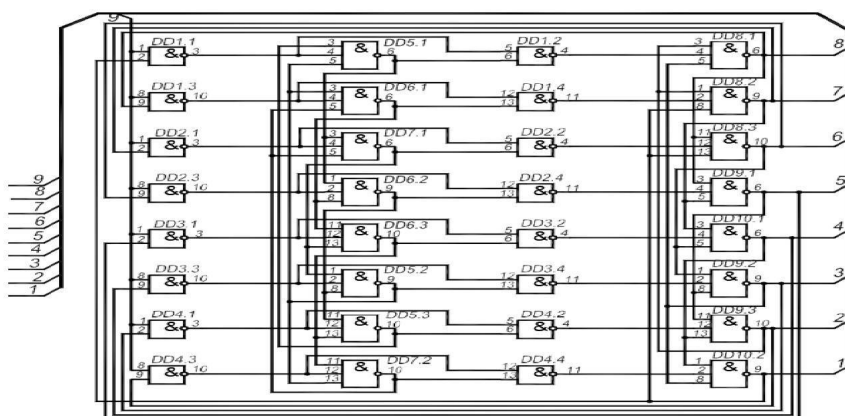


Рисунок 1 – Схема электрическая принципиальная ЭСС

Для построения конструкции ЭСС используется итерационный алгоритм размещения элементов на МП с использованием графовой модели связности, в качестве вершин которой являются корпуса микросхем, а в качестве ребер – электрические связи между ними. На рисунке 2 представлена часть графовой модели, описывающей схему ЭСС.

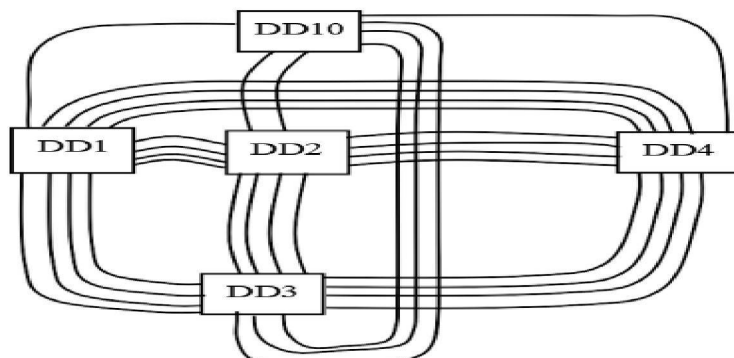


Рисунок 2 – Часть графа смежности ЭСС

Определяем суммарную величину связей каждого элемента конструкции с остальными, для чего в матрице связности R произведем построчное сложение ее элементов a_{ij} и вычислим соответственно суммы Σa_{ij} . Составляем модель МП в виде печатной платы с 13 ячейками для размещения элементов ЭСС на МП.

10	11	12	13
6	7	8	9
2	3	4	5
1			

Рисунок 3 – Модель МП ЭСС

В заключение следует отметить, что рассмотренные в работе алгоритмы обладают разными возможностями оптимального размещения элементов ЭСС на МП по критерию минимальной суммарной связности между элементами средства связи: 1) последовательный алгоритм дает оптимальное размещение только для каждого размещаемого элемента; 2) алгоритм обратного разме-

щения прост в реализации, однако, не приводит к оптимальному решению; 3) итерационные алгоритмы дают стабильные результаты размещения в диапазоне от 10 до 60 элементов; 4) алгоритм ветвей и границ дает хороший результат размещения $n \approx 15 \div 20$; 5) использование венгерского алгоритма позволяет оптимально разместить элементы ЭСС на МП в диапазоне от 10 до 100. Использование ПО, разработанного на языке С# [3], позволяет оценить эффективность рассмотренных в работе алгоритмов оптимального размещения количества элементов ЭСС на МП от 10 до 150.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Морозов, К.К. Автоматизированное проектирование конструкций радиоэлектронной аппаратуры: учеб. пособие для вузов / К.К. Морозов, В.Г. Одинокоев, В.М. Курейчик. – М.: Радио и связь, 1983. – 280 с.
2. Зыков, А.Г. Алгоритмы конструкторского проектирования ЭВМ / А.Г. Зыков, В.И. Поляков. – СПб: Университет ИТМО, 2014. – 136 с.