

УДК 621.3.013.79

## РАЗМЕЩЕНИЕ МОДУЛЕЙ НА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЕ С УЧЕТОМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ

Д.Т. Гумаров

Научный руководитель – доцент В.В. Воронова  
Казанский государственный технический университет  
имени академика А.Н. Туполева

Предметом данной работы является решение задачи размещения модулей на печатной плате (ПП) с учетом электромагнитной совместимости (ЭМС). Возникновение и воздействие непреднамеренных помех в основном вызваны наличием электромагнитных связей между различными электронными компонентами (ЭК) устройства. В большинстве практических ситуаций воздействие помех можно ослабить до приемлемого уровня, применяя рациональное конструирование, соответствующие технологические приёмы, а также схемотехнические меры. В данной работе предлагается на этапе конструкторского проектирования разместить элементы на ПП таким образом, чтобы максимально снизить количество помех на уровне ЭК. Для решения задачи размещения был выбран метод, основанный на использовании польской записи. При этом каждый ЭК покрывается прямоугольником, размеры которого выбираются с учетом площади под каналы для трассировки межсоединений. Тогда оказывается возможным применить подход, использующий задачу раскроя-упаковки. Польская запись представляет собой структуру разрезаемой упаковки. Каждая упаковка кодируется последовательностью, включая название модуля и два относительных оператора: «+» - расположение блоков вертикально и «\*» - расположение блоков горизонтально. Данное представление решения учитывает только взаимное расположение модулей, но не учитывает их совместимость по ЭМС и другим параметрам. Для того чтобы учесть возможность расположения двух ЭК рядом друг с другом, предлагается каждый модуль заключить в скобки, где наряду с его именем будут перечисляться дополнительные параметры, например, тип элемента, энергопотребление, тепловыделение и другие. Для каждого типа параметров создается таблица их совместимости. Для создания такой таблицы элементы необходимо разделить на группы (например, для ЭМС: помехоустойчивые, источник помех, слабоустойчивые к помехам) и задать в таблице совместимость всех групп между собой, где 1 кодируется – группа совместима, 0 кодируется – группа несовместима.

Если исходный вид польской записи был:  $\{df+ce^*+h+ig+*ba+*\}$ , то модифицированное представление польской записи будет иметь следующий вид:  $\{(d,e1)(f,e2)+(c)(e,e1)^*+(h,e3)+(i,e4)(g,e4)+*(b)(a)+*\}$ , где первый символ в скобках – это имя модуля, а  $e_n$  – это указание заданного параметра и номер группы соответственно. Таким образом, последовательно просматривая данное выражение, можно определить совместимость соседних элементов по заданному критерию. Для каждого элемента количество параметров может быть от 0 до  $n$ , так как их можно не задавать вообще (они не являются обязательными) или перечислить через запятую, например:  $(a,e1,t3,i5)$ ,  $(b,t1,i2,l3)$ , что позволяет учесть несколько критериев одновременно. Плюсом данного подхода является рациональное размещение модулей на плате с точки зрения их совместимости, а также возможность задания любого количества параметров ЭК.