

# ПОДСИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЕЧАТНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УЗЛОВ БОРТОВОЙ АППАРАТУРЫ

М.Н. Пиганов

Самарский государственный аэрокосмический университет  
имени академика С.П. Королёва  
(национальный исследовательский университет),  
г. Самара

Высокая надёжность электронных узлов бортовой аппаратуры может быть обеспечена путём проведения комплексных натурных и лётных испытаний. По результатам анализа данных испытаний проводится оценка правильности принятых схемотехнических, конструкторских и технологических решений. Однако, условия, выдвигаемые заказчиками, предполагают длительный срок активного существования изделия, что резко увеличивает время испытаний и их стоимость.

Кроме того, ряд систем бортовой аппаратуры реализуется на основе импортной элементной базы общепромышленного исполнения, что в ряде случаев вносит неопределённость в процессы проектирования, производства и испытания. Поэтому, неизбежным становится моделирование этих процессов.

Построение формальной математической модели системы, устанавливающей связь между входными и выходными переменными, является одной из целей проектирования производства и испытаний аппаратуры. только на базе исследования такой модели может быть принято объективное решение о дальнейшем использовании системы (доработка, серийное производство и т.д.). Любую систему можно рассматривать как динамическую систему, осуществляющую преобразование входных сигналов в выходные. В общем случае входные и выходные сигналы системы являются функциями некоторых аргументов, и любая динамическая система ставит в соответствие каждой заданной входной функции другую, но единственную выходную функцию. Закон, в

соответствии с которым по одной функции определяется другая, называется оператором. Следовательно, математическое описание динамических систем в общем случае ищется в классе операторов.

Таким образом, под математической моделью динамической системы понимается оператор, которым она описывается. Например, для одномерной системы управления, на входе которой действует функция  $x(t)$ , а на выходе -  $y(t)$ , моделью считается оператор  $A$  [1]

$$y(t) = A \cdot x(t). \quad (1)$$

Этот оператор указывает совокупность математических действий, которые необходимо осуществить, чтобы по заданной входной функции  $x(t)$  найти выходную функцию  $y(t)$ .

Любая модель лишь приближенно отражает реальную систему. Требуемая степень приближения модели к системе определяется в каждом конкретном случае целями проектирования, производства, ее назначением и т.д. Во многих практических случаях построение «всеобъемлющей» модели системы не требуется.

Модель системы формулируется вначале в терминах технических требований и заданиях на проектирование в виде набора каких-то заданных или «эталонных» показателей качества  $q_1, q_2, \dots, q_k, \dots, q_n$ .

В процессе испытаний определяются измеренные значения этих показателей, называемые оценками:  $q_1', q_2', \dots, q_n'$ . В силу ошибок измерения и ограниченности факторов, учитываемых при проведении испытаний,  $q_1', q_2', \dots, q_n'$  являются случайными. Качество системы обычно оценивается по разности между эталонными и измеренными показателями [1]

$$\Delta q_k' = |q_k - q_k'|, \quad k = l(l)n. \quad (2)$$

На этапе проектирования КТВ печатных электронных узлов, выполняемых по технологии поверхностного монтажа, целесообразно использовать следующие виды моделей: электрические, топологические, технологические, стоимостные, надёжностные.

В электрических моделях исходными являются электрические параметры; в физико-топологических – геометрические параметры и электрофизические характеристики материалов; в технологических – параметры технологических операций; в стоимостных – параметры качества и сложности конструкции, а также стабильность технологического процесса; в надёжных – эксплуатационные факторы.

В данном докладе рассмотрены математические модели проектирования электронных узлов на основе многослойных печатных плат и элементной базы импортного производства с бессвинцовыми выводами.

На основе математических моделей разработаны алгоритмы работы подсистемы САПР, обеспечивающей процесс автоматизированного проектирования электронных узлов с учётом внешних воздействующих факторов на всех этапах. Алгоритмы позволяют проводить анализ печатных плат. Приведены примеры проектирования узлов. Предложенная подсистема позволила сократить время и повысить качество проектирования.

#### **Список использованных источников**

1. Татуев А.И. Испытания и моделирование //Надёжность и качество: Труды Международного симпозиума: в 2-х томах/под редакцией Н.К. Юркова – Пенза: ПГУ, 2007. – 1 т. – С. 259-261.

### **РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИИ И ВЕРОЯТНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОЛЕБАНИЙ ПРИ ИСПЫТАНИИ НАВЕСНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ**

Краснощекова Г.Ф., Наседкин А.В., Тюлевин С.В.  
Самарский государственный аэрокосмический университет  
имени академика С.П.Королева  
(национальный исследовательский университет),  
г. Самара

В статье даются некоторые понятия вибрационной прочности навесных элементов электронных средств. Проведен расчет основных