

теста, содержащего около 1000 наборов составляет 2-3 мин.

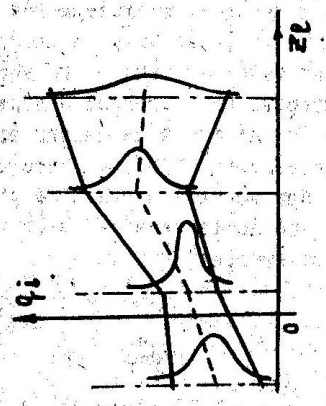
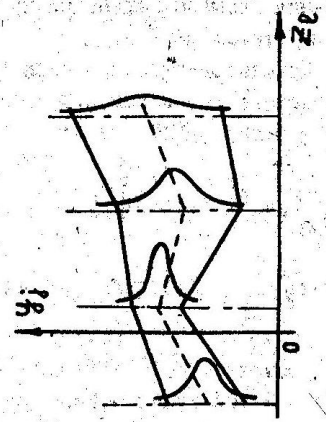
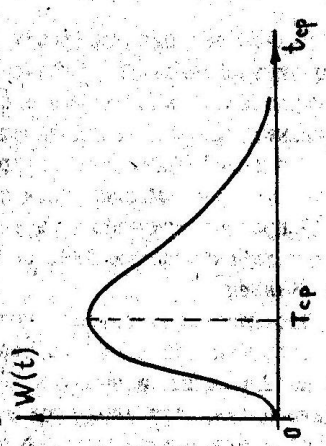
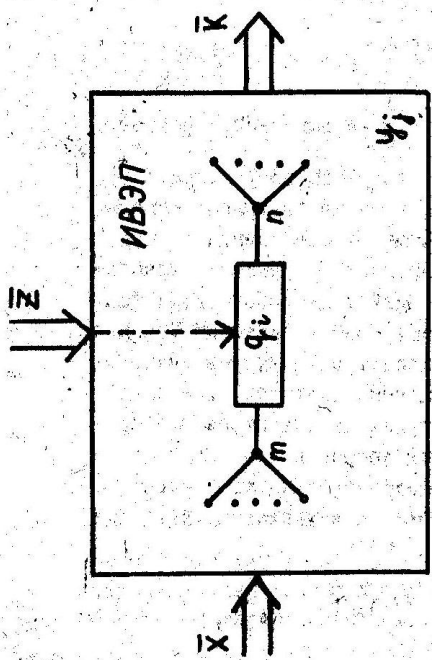
Последней в рассматриваемой подсистеме работает программа проектирования документации для контроля и поиска неисправностей. Документация представляет собой таблицу, в которой указываются позиционное обозначение элемента, тип, слой установки элемента и координаты установки элемента на плате, имена контактов элемента и их функциональное обозначение, значение сигнатур в цепях, связанных с контактами элемента, и другая информация, необходимая для поиска неисправностей. Время работы этой программы пропорционально количеству элементов в схеме и для схемы объемом 80 - 100 микросхем составляет около 1 мин. Выпуск документации осуществляется общестроительными средствами САПР ПРАМ-6.

В.В.КАДНОВ, В.В.САВОСИН,
Г.Л.КОВАЛЕНКО

АНАЛИЗ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОТКАЗНОСТИ ИВЭП ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Одним из эффективных средств автоматизации проектирования источников вторичного электропитания (ИВЭП) в интегральном исполнении является созданная в Московском институте электронного машиностроения "Автоматизированная система обеспечения надежности и качества аппаратуры" (АСОНИКА). Система позволяет провести расчеты выходных характеристик (выходного напряжения, длительности переходных процессов при сбросе и подключении нагрузки и др.), режимов работы и коэффициентов электрической нагрузки элементов, температур перегревов элементов конструкции и электрорадиоэлементов, величин ускорений вибрации на них и др. Эта информация имеет самостоятельное важное значение при решении задач анализа и обеспечения электрических, тепловых и механических характеристик интегральных ИВЭА, а также является основой для проведения расчетов количественных оценок показателя безотказности ИВЭП.

Непосредственно расчеты показателей безотказности в рамках системы АСОНИКА проводятся с помощью одной из проблемных подсистем, а именно подсистемы анализа и обеспечения надежности и качества. В подсистеме реализован метод вероятностного анализа, основанный на вероятностном моделировании случайных процессов возникновения отказов ИВЭП. С позиций системного подхода, вероятностная модель ИВЭП может быть представлена в виде, приведенном на рисунке.



Вероятностная модель ИВЭП

Показатели безотказности ИВЭП являются некоторыми количественными оценками случайных процессов изменения выходных характеристик. В соответствии с принятыми в настоящее время методиками анализа безотказности следует выделить два процесса:

- процесс изменения внутренних параметров, приводящий к внезапным отказам элементов и ИВЭП в целом;
- процесс изменения внутренних параметров, приводящий к выходу характеристик ИВЭП за допустимые пределы и постепенным отказам.

Что касается вопросов моделирования процессов возникновения внезапных отказов, то анализ отказовых механизмов и отказов интегральных элементов ИВЭП показывает, что они могут рассматриваться как марковские процессы диффузионного типа, для которых наиболее адекватной моделью является диффузионный закон распределения времени наработки на отказ (ДЗР), что подробно рассмотрено в литературе /1/.

Моделирование процессов возникновения постепенных отказов основано на применении кусочно-линейных квазидетерминированных функций (КЛКФ) вида:

$$\Delta y_j^t = \Delta y_j^{k-1} + \frac{z_c^k - z_c^{k-1}}{z_c^k - z_c^{k-1}} \cdot (z_c^t - z_c^{k-1}), \text{ для } z_c^{k-1} \leq z_c^t \leq z_c^k, \quad (1)$$

где Δy_j^t - абсолютное отклонение j -й выходной характеристики; z_c^t - t -е значение ℓ -го возмущающего фактора.

Достоинством КЛКФ является то, что они позволяют описывать реально существующие, нелинейные, немонотонные и коррелированные между собой процессы изменения параметров элементов и выходных характеристик от воздействия возмущающих факторов. Так, например, в интегральных ИВЭП нелинейный характер носят температурные зависимости параметров полупроводниковых приборов, немонотонный - параметры конденсаторов, коррелированы между собой параметры тонкопленочных резисторов и полупроводниковых приборов интегральных оборков и др.

При использовании КЛКФ расчет вероятности безотказной работы по постепенным отказам сводится к вычислению многократного интеграла вида:

$$P_n(t) = \int_{\delta y_1^B}^{\delta y_1^B} \dots \int_{\delta y_j^B}^{\delta y_j^B} w(\bar{x}_1, \dots, \bar{x}_s) d\bar{x}_1 \dots d\bar{x}_s, \quad (2)$$

где δy_j^B , δy_j^B - предельно допустимые нижние и верхние откло-

нения выходных характеристик ИВЭП;

Σ_3 - с учетом значений возмущающих факторов.

Вопросы, связанные с вычислением (2) по моментам параметров КЛК подробно рассмотрены в литературе [2].

Практическое применение алгоритмов для анализа безотказности импульсного ИВЭП в гибридно-модульном исполнении позволяет определить, что его безотказность определяется в основном постепенными отказами, которые проявляются в виде ухода выходного напряжения при воздействии повышенной температуры. Анализ результатов расчетов показал, что это обусловлено температурной неустойчивостью выходного напряжения узла линейного стабилизатора, а именно разбросами температурных коэффициентов сопротивлений резисторов делителя напряжения. Для повышения температурной стабильности линейного стабилизатора, а следовательно, и безотказности ИВЭП в целом, были внесены изменения в конструкцию резистивного делителя, который был выполнен в виде единой резистивной матрицы. Повторные расчеты показали целесообразность внесения указанных изменений, что впоследствии подтвердилось при проведении экспериментальных исследований опытных образцов ИВЭП.

Л и т е р а т у р а

1. Погребинский С.Б., Стрельников В.П. Проектирование и надежность многопроцессорных ЭВМ. - М: Радио и связь, 1988. - 168 с.
2. Хаднов В.В. Подсистема для исследования параметрической надежности РЭА в системе автоматизированного проектирования. - В сб.: Эффективность и надежность сложных технических систем - М.: МДНТИ им.Ф.Э.Дзержинского 1985, с.53-56.

Б.А.МАНДИЙ, Г.Г.АКУЛИЧ,
А.И.ЗАХАРИЯ

ИНТЕГРАЦИЯ ПОДСИСТЕМ САПР ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ РЭА

Взаимосвязь автоматизированных проектных процедур в едином алгоритме является важным требованием автоматизации проектирования РЭА. Выполнение его возможно либо путем разработки новых мощных САПР, охватывающих весь процесс проектирования (метод разработки "сверху-вниз"), либо путем объединения уже разра-