

200 Ом. Для каждого из этих номиналов изменялись толщина $h=0,2; 0,3; 0,4; 0,8$ мкм и проводимости слоев $j_{n1}=0,00447; 0,063$ и $j_{n2}=00447; 0,063$ Сим/кв, что соответствует сплаву РС-3001 и нихрому Х20Н80. Относительная диэлектрическая проницаемость принималась равной $\epsilon'=1,0; 5,2; 8,0; 10,0$. Частота сигнала — 500 кГц, 1; 5; 10 МГц.

Анализ основных результатов расчета показывает, что существует максимально достижимая эквивалентная емкость C_{\max} . Превысить ее за счет увеличения размеров структуры (см. рисунок) не удастся. Это явление, по-видимому, можно объяснить слабым влиянием той части распределенной емкости, которая «отделена» от входа структуры значительным сопротивлением резистивного слоя. В пользу такого предположения говорит тот факт, что C_{\max} существенно зависит от R .

Увеличение C_{\max} возможно за счет увеличения ϵ' .

1. Колесов Л. Н. Введение в инженерную микроэлектронику. М.: Сов. радио, 1974. 300 с.

Поступила в редколлегию 05.08.86

УДК 621.3.019

К. Б. КРУКОВСКИЙ-СИНЕВИЧ, *д-р техн. наук,*

Р. М. ТЕРЕЩУК, *канд. техн. наук,* А. Б. ПИВОВАРОВ, *студент*

ОБ АППРОКСИМАЦИИ ПОТОКА ОТКАЗОВ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ НА ЭТАПЕ ПРИРАБОТКИ

В работах [1, 2] при решении задач об оптимизации времени приработки радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) используется аппроксимация зависимости на начальном участке интенсивности потока отказов от времени

$$\lambda(t) = \lambda_0 - \frac{2\sigma_1^2}{\alpha} [1 - \exp(-\alpha t)], \quad (1)$$

где λ_0 — установившееся значение интенсивности потока отказов; α — параметр, характеризующий скорость установления этого потока. Применение выражения (1) в указанных работах обосновывается хорошим совпадением с результатами испытаний РЭА на надежность. Каких-либо теоретических соображений в пользу (1) не приводится. Покажем в связи с этим аналитически один из возможных источников образования именно такой статистики отказов РЭА.

Как известно, при заданной интенсивности отказов $\lambda_0(t)$ вероятность безотказной работы на интервале $0 \dots t$ равна

$$p_0(t) = \exp[-I(t)], \quad (2)$$

где $I(t) = \int_0^t \lambda_0(x) dx$. В реальных условиях известна только оценка интенсивности потока отказов $\lambda_1(t)$. Если известна так-

же и плотность вероятностей $w[\lambda_1(t)]$, то вероятность безотказной работы на указанном выше интервале определяется как

$$p(t) = \int_{-\infty}^{\infty} w[\lambda_1(x)] \exp\left[-\int_0^t \lambda_1(x) dx\right] d[\lambda_1(x)]. \quad (3)$$

Для многоэлементной РЭА с независимыми отказами элементов $\lambda_1(t) = \sum_{i=1}^N \lambda_{1i}(t)$, где $\lambda_{1i}(t)$ — оценка интенсивности отказов i -го элемента; N — число элементов. Если N велико и среди отказов нет доминирующих, то в силу центральной предельной теоремы плотность вероятностей $\lambda_1(t)$ близка к гауссовой. Следовательно, близка к гауссовой также и плотность вероятностей $I(t)$. При этом

$$M[I(t)] = I_0(t) = \int_0^t \lambda(x) dx; \quad (4)$$

$$\lambda(x) = M[\lambda_1(t)]; \quad (5)$$

$$M[I(t) - I_0(t)]^2 = \sigma_0^2 = \int_0^t \int_0^t R_0(x, y) dx dy, \quad (6)$$

где $M[\]$ — символ математического ожидания;

$$R_0(x, y) = M[\Delta\lambda(x) \Delta\lambda(y)], \quad \Delta\lambda(x) = \lambda_1(x) - \lambda_0(x).$$

Подставляя в (3) выражение для гауссовой плотности вероятностей и учитывая (4) — (6) для

$$R_0(x, y) = R_0 \exp[-b|x - y|], \quad \bar{\lambda}(x) = \bar{\lambda}, \quad (7)$$

получаем

$$p(t) = \exp\left\{-\left[\bar{\lambda}t - \frac{2R_0}{b} + \frac{2R_0}{b^2}(1 - \exp(-\alpha t))\right]\right\}. \quad (8)$$

Из (8) следует, что

$$\lambda(t) = \bar{\lambda} - \frac{2R_0}{b}[1 - \exp(-bt)]. \quad (9)$$

Выражение (9) совпадает с (1), если $\bar{\lambda} = \lambda_0$, $R_0 = \sigma_1^2$, $b = \alpha$.

1. Васильев А. Н., Круковский-Синевиц К. Б. Оптимизация времени технологической тренировки РЭА при заданном уровне надежности // Вестн. Киев. политехн. ин-та. Радиотехника. 1984. Вып. 21. С. 79—80.
2. Шор Я. Б., Кузьмин Ф. И. Оптимизация длительности тренировки и гарантийной наработки // Стандарты и качество. 1968. Т. 18, № 8. С. 8—12.

Поступила в редколлегию 04.09.86