

Алгоритмически функциональная модель рисунка 1 реализуется в виде схемы рисунка 2.

Предложенный алгоритм позволяет моделировать работу однобитного сигма-дельта АЦП и представлять произвольные сигналы в *PDM*-формате. Результаты вычислений *PDM*-последовательностей применяются авторами в моделировании, макетировании и отладке схмотехнических цепей и систем.

Библиографический список

1. Сигма-дельта АЦП [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/doc/adc/adc_5_2.htm.
2. Park, S. Principles of Sigma-Delta Modulation for Analog-to-Digital Converters. – Motorola, 1993. – 70 p.

МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ОТКАЗОВ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

И.А. Ивлиев, Д.В. Калиновский

Научные руководители – В.Ф. Алексеев – к.т.н., доц.,

Г.А. Пискун – к.т.н., доц.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

В докладе рассмотрены возможная модель прогнозирования интенсивности отказов интегральных схем [1-3].

Математическая модель расчета эксплуатационной интенсивности отказов интегральных схем иностранного производства имеет вид (1) [1-3].

$$\lambda_{\Sigma} = (\lambda_{\text{кр}} \cdot K_t + \lambda_{\text{корп}} \cdot K_E) \cdot K_Q \cdot K_L, \quad (1)$$

где $\lambda_{\text{кр}}$ – значение интенсивности отказов, обусловленное отказом кристалла;

K_t – коэффициент температурного режима (таблица А.2 приложения А);

$\lambda_{\text{корп}}$ – значение интенсивности отказов, зависящее от количества выводов;

K_E – коэффициент эксплуатации;

K_Q – коэффициент качества;

K_L – коэффициент, зависящий от продолжительности промышленного производства ИС.

Выражение (1) позволяет осуществлять прогнозирование интенсивности отказов таких групп ИС как: цифровые и аналоговые ИС биполярной технологии; программируемые логические ИС (матрицы) биполярной технологии; цифровые ИС МОП технологии; аналоговые ИС МОП технологии; программируемые логические ИС МОП технологии; микропроцессоры биполярной технологии; микропроцессоры МОП технологии. К сожалению, (1) не включает в себя значение интенсивности отказов $\lambda_{\text{ЭСР}}$, позволяющее учитывать чувствительность к ЭСР

Сделав предположение, что вероятность отказа ИС из-за воздействия ЭСР соизмерима с вероятностью отказа из-за иных факторов, добавится еще одно слагаемое, а итоговое выражение примет вид (2):

$$\lambda_{\Sigma} = (\lambda_{\text{кр}} \cdot K_t + \lambda_{\text{корп}} \cdot K_E) \cdot K_Q \cdot K_L + \lambda_{\text{ЭСР}}. \quad (2)$$

Авторами выполнено сравнение значений интенсивности отказов в зависимости от величины напряжения разряда статического электричества и от типа воздействия импульса разрядного тока, полученных по моделям (1) и (2).

Величину интенсивности отказов $\lambda_{\text{корп}}$ выбирали для наиболее надежных герметизированных *DIP*, *PGA*, *SMT* корпусов с количеством выводов равным 40. Значение интенсивности отказов в зависимости от числа выводов для выбранного корпуса $\lambda_{\text{корп}} = 2,8 \cdot 10^{-10} \cdot 40^{1,08} = 1,21 \cdot 10^{-8}$ 1/ч.

Определив значения всех интенсивностей и коэффициентов, авторами в качестве примера построены графические зависимости интенсивности отказов λ_3 от напряжения разряда $U_{\text{ЭСР}}$ для биполярных цифровых ИС, полученные по сравниваемым моделям (1) и (2). На рисунке 1 представлены значения для контактного разряда, на рисунке 2 – для воздушного.



Рис. 1 – График сравнения эксплуатационной интенсивности отказов биполярных цифровых ИС, полученной по моделям (1) и (2) для контактного разряда

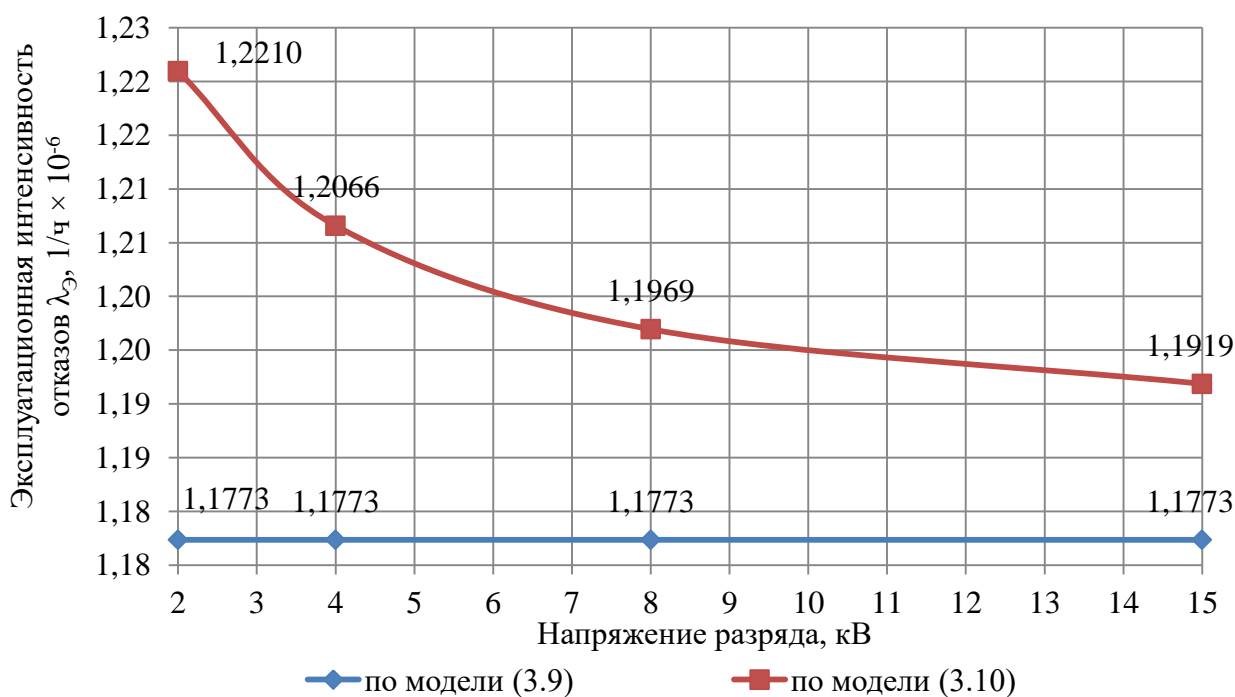


Рис. 2 – График сравнения эксплуатационной интенсивности отказов биполярных цифровых ИС, полученной по моделям (1) и (2) для воздушного разряда

Как видно на изображениях 1 и 2 ввод слагаемого $\lambda_{ЭСР}$ в принятую на практике модель расчета $\lambda_{э}$ (2) позволяет выявить зависимость эксплуатационной интенсивности отказов от приложенного напряжения разряда статического электричества $U_{ЭСР}$ и увеличить точность вычислений. Это утверждение справедливо как при контактном, так и при воздушном типе ЭСР для биполярных цифровых ИС.

Библиографический список

1. The Impact of ESD on Microcontrollers / G.A. Piskun, V.F. Alexeev and others; edited by PhD, Associate professor V.F. Alexeev. - Minsk : Kolograd, 2018. - 184 p.
2. Alexseev, V. Approaches to the optimization of the electronic module using the research of transformation of energy of mechanical exposure / Viktor F. Alexseev, Gennady F. Piskun, Dmitriy V. Likhachevsky // Slovak international scientific journal. - 2018. - Vol. 1, N 14. - Pp. 9-27.
3. 55. Боровиков, С.М. Расчет показателей надежности радиоэлектронных средств: учеб.-метод. пособие / С.М. Боровиков, И.Н. Цырельчук, Ф.Д. Троян: под ред. С.М. Боровикова. - Минск: БГУИР, 2010. - 68 с.