

## ПОСТРОЕНИЕ АЛГОРИТМА ТРЕХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОЙ НЕСТАЦИОНАРНОСТИ В СИСТЕМЕ ТОКОВЕДУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ СИЛОВЫХ МИКРОСХЕМ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ КОНТАКТНОГО РАЗРЯДА СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь

В современных средствах связи широко используются силовые интегральные микросхемы, на которые при производстве и эксплуатации могут воздействовать электростатические разряды (ЭСР). Несмотря на множество теоретических и практических работ, направленных на исследования воздействия ЭСР на электронные средства, и повышения их надежности, актуальным остается рассмотрение вопроса моделирования тепловой нестационарности в системе токоведущих элементов силовых микросхем при воздействии контактного разряда статического электричества [1–5].

Производим построение последовательности действий алгоритма трехмерного моделирования тепловой нестационарности в системе токоведущих элементов силовых микросхем при воздействии контактного разряда статического электричества рисунок 1.



Рисунок 1 – Схема алгоритма 3D моделирования тепловой нестационарности

Рассмотрим описание отдельных блоков алгоритма более подробно:

**Постановка задачи** – произвести трехмерное моделирование тепловой нестационарности в системе токоведущих элементов силовых микросхем при воздействии контактного разряда статического электричества.

**Определение условий** – описать граничные условия и учесть внешние и внутренние воздействующие факторы.

**Построение математической модели** – производим учет всех формул и других математических составляющих для организации математической модели.

Выбор вычислительной системы – производим выбор вычислительной системы для трехмерного моделирования тепловой нестационарности в системе токоведущих элементов силовых микросхем при воздействии контактного разряда статического электричества с учетом всех преимуществ и недостатков, а также, – доступности.

Ввод габаритных размеров – производим построение 3D визуального физического тела в вычислительной моделирующей системе (ВМС), ввод габаритных размеров.

Контроль тела: соответствует – тело подошло: если «да» – далее, если «нет» – «Ввод габаритных размеров».

Выбор составляющих процесса – производим выбор физических составляющих протекающего процесса в вычислительную математическую систему (ВМС).

Ввод начальных и граничных условий – осуществляем ввод (изменение) начальных и граничных условий в ВМС.

Ввод математической модели – осуществляем ввод математической модели в ВМС.

Запуск 3D: произошел – производим запуск 3D модели тепловой нестационарности в системе токоведущих элементов силовых микросхем при воздействии контактного разряда статического электричества в ВМС, если запуск произошел, то далее, если нет – «Выбор составляющих процесса».

Вывод результатов – вывод результатов в графическом виде в ВМС в виде графиков, изменений цвета 3D модели, таблиц.

Анализ результатов: устраивают – производим анализ полученных результатов ВМС, если результаты устраивают, то далее, если нет, то возвращаемся к пункту «Ввод начальных условий»).

Вывод полученных данных – осуществляем запись полученных данных на какой-либо носитель информации.

Таким образом, мы получили рабочий алгоритм трехмерного моделирования тепловой нестационарности в системе токоведущих элементов силовых микросхем при воздействии контактного разряда статического электричества.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. The Impact of ESD on Microcontrollers / G. A. Piskun, V. F. Alexeev, S. M. Avakov, V. E. Matyushkov, D. S. Titko ; edited by PhD, Associate professor V. F. Alexeev. – Minsk : Kolorgrad, 2018. – 154 p.
2. Алексеев, В. Ф. Испытание электронных средств по моделям воздействия электростатического разряда / В. Ф. Алексеев, Г. А. Пискун, Н. А. Панасюк // Сучасні виклики і актуальні проблеми науки, освіти та виробництва: міжгалузеві диспути : матеріали XV міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, Київ, 29 квітня 2021 р. / Наукова платформа Open Science Laboratory. – Київ, 2021. – С.284–293.
3. Алексеев, В. Ф. Моделирование тепловых полей электронных систем в среде ANSYS / В. Ф. Алексеев, Д. В. Лихачевский, Г. А. Пискун // BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня: сб. материалов VI Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 20–21 мая 2020 года: в 3 ч. Ч. 3 / редкол.: В. А. Богуш [и др.]. – Минск: Бестпринт, 2020. – С. 282 – 286.
4. Моделирование джоулевого нагрева в среде COMSOL Multiphysics / В. Ф. Алексеев и др. // Доклады БГУИР. – 2018. – № 7 (117). – С. 90–91.
5. Программное обеспечение инженерного моделирования физических процессов. Лабораторный практикум. В 2 ч. Ч. 1 : Тепловые режимы работы и защиты конструкций РЭС от механических воздействий : пособие / В. Ф. Алексеев, И. П. Богатко, Г. А. Пискун. – Минск : БГУИР, 2017. – 124 с.