**Численная диагностика разрушения решения одной теплоэлектрической модели теории волн в полупроводниках**

***Матвеева Александра Константиновна 1, Шафир Роман Сергеевич2,***

***Корпусов Максим Олегович 1,2***

*Аспирант 2 курса магистратуры*

*1Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,*

*физический факультет, Москва, Россия*

*2Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы*

*E-mail:* [*matveeva2778@yandex.ru*](mailto:matveeva2778@yandex.ru)

Предложена система уравнений с нелинейностью относительно потенциала электрического поля и температуры, описывающая процесс нагрева полупроводниковых элементов электрической платы, причем с течением времени возможно возникновение теплового и электрического «пробоев». Рассмотрена следующая начально-краевая задача :

Функции описывают распределение потенциала внутри полупроводника и его температуры соответственно.

В работе рассматривается метод численной диагностики разрушения решения. Для численного решения дифференциально-алгебраической системы мы используем жесткий метод прямых, известный как SMOL. Он помогает свести исходную систему с уравнением в частных производных к более простой задаче, требующей решения системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Эта упрощенная система может быть эффективно решена с помощью одностадийной схемы Розенброка с комплексными коэффициентами CROS1.

Введем вектор неизвестных Тогда шаг схемы Розенброка будет иметь следующий вид Где матрица Якоби.

Отметим, что схема CROS1 имеет точность А поскольку при аппроксимации пространственных производных были использованы формулы точности , предложенный алгоритм решения системы имеет точность

Для оценки точности численного решения, а также диагностики разрушения решения можно эффективно применить метод сгущающихся сеток. Пусть базовая сетка по переменным имеет следующий вид:

Сгущать сетку мы будем в целое число раз по переменной и в раз по переменной Выберем .

Тогда каждая следующая сетка , ( - номер сетки) будет иметь с базовой сеткой общие узлы.

В узлах базовой сетки можно оценить эффективный порядок точности по формуле:

- численное решение на сетке с номером s.

В точках (x,t), в которых решение исходной задачи является достаточно гладким, имеет место сходимость:

Нарушение же данной сходимости будет соответствовать нарушению гладкости решения, что в нашем случае позволит локализовать по времени и пространству разрушение решения.

.

|  |
| --- |
|  |

### **Литература**

1. Калиткин Н. Н., Корякин П. В. Численные методы: в 2 кн. Кн. 2. Методы математической физики: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования // М.: Издательский центр «Академия», 2013.
2. H. Rosenbrock, Some general implicit processes for the numerical solution of differential equations. Published in Computer/law journal 1963 Mathematics, Computer Science
3. Лукьяненко Д. В., Панин А. А. Разрушение решения уравнения стратификации объемного заряда в полупроводниках: численный анализ при сведении исходного уравнения к дифференциально-алгебраической системе //Выч. мет. программирование. 2016. Т. 17. N 4. P. 437--446.
4. Альшина Е. А., Калиткин Н. Н., Корякин П. В. Диагностика особенностей точного решения при расчетах с контролем точности // Ж. вычисл. матем. и матем. физ. 2005. Т 45. N 10. 1837--1847.
5. Альшин А. Б., Альшина Е. А., Калиткин Н. Н., Корягина А. Б. Схемы Розенброка с комплексными коэффициентами для жестких и дифференциально-алгебраических систем // Ж. вычисл. матем. и матем. физ. 2006. T. 46. N 8. 1392--1414.