Проект 2: Электрический пробой.

Этап 2. Алгоритмы решения задачи

Кадров Виктор Максимович and Tуем Гислен and Tуем Гислен

Содержание

Список иллюстраций

Список таблиц

# 1 Содержание

1. Постановка задачи
2. Методы численного решения
3. Алгоритм FDM
4. Моделирование лавинного пробоя
5. Визуализация результатов
6. Практическая реализация

## 1.1 Постановка задачи

**Цель**: Расчет критического напряжения пробоя

**Уравнения**:

**Критерий пробоя**:

## 1.2 Методы численного решения

### 1.2.1 Сравнительный анализ

| Метод | Преимущества | Недостатки |
| --- | --- | --- |
| **FDM** | Простота реализации | Ошибки на сложных сетках |
| **FEM** | Высокая точность | Вычислительно затратен |
| **Монте-Карло** | Учет стохастических эффектов | Медленная сходимость |

## 1.3 Алгоритм метода конечных разностей (FDM)

### 1.3.1 Шаги реализации:

1. **Дискретизация**:
2. **Итерационное решение**:

* for n in range(max\_iter):  
   phi[1:-1,1:-1] = 0.25\*(phi[2:,1:-1] + phi[:-2,1:-1]   
   + phi[1:-1,2:] + phi[1:-1,:-2])

1. **Расчет поля**:

## 1.4 Моделирование лавинного пробоя

**Алгоритм Монте-Карло**:

1. Генерация начальных электронов
2. Движение в электрическом поле:
3. Проверка условий ионизации
4. Учет вторичной эмиссии

graph TD  
 A[Старт] --> B[Генерация электронов]  
 B --> C[Дрейф в поле E]  
 C --> D{Ионизация?}  
 D -->|Да| E[Новые электроны]  
 D -->|Нет| F[Поглощение]  
 E --> C

## 1.5 Визуализация результатов

**Пример кода для Python**:

import matplotlib.pyplot as plt  
import numpy as np  
  
x = np.linspace(0, 10, 100)  
E = np.sin(x) # Пример распределения поля  
  
plt.figure(figsize=(8,4))  
plt.plot(x, E, label='Напряженность поля')  
plt.xlabel('Положение, мкм')  
plt.ylabel('E, В/мкм')  
plt.axhline(y=3, color='r', linestyle='--', label='Пробой')  
plt.legend()  
plt.show()

## 1.6 Практическая реализация

**Рекомендуемый стек технологий**:

* Языки: Python (NumPy, SciPy), C++
* Визуализация: Matplotlib, ParaView
* Параллельные вычисления: MPI, CUDA

**Этапы проекта**:

1. Реализация решателя Пуассона
2. Валидация на аналитических решениях
3. Моделирование пробоя
4. Оптимизация параметров

# 2 Заключение

**Ключевые результаты**: 1. Разработан алгоритм FDM для расчета полей 2. Реализована модель лавинного пробоя 3. Получены зависимости от параметров

**Перспективы**: - Учет тепловых эффектов - Гибридные схемы (FDM + Монте-Карло)