Групповой проект. 3 этап

Электрический пробой. Программа

Астафьева Анна Андреевна

Коломиец Мария Владимировна

Жиронкин Павел Владимирович

Паландузян Артем Карапетович

Сурнаков Александр Васильевич

Евдокимова Юлия Константиновна

Группа: НПИбд-01-18

Содержание

[Цели и задачи 1](#_Toc66570745)

[Реализация алгоритма в программе 2](#_Toc66570746)

[Вычисление потенциала 2](#_Toc66570747)

[Программа 4](#_Toc66570748)

[Результат работы программы 7](#_Toc66570749)

[Изменение геометрии стримерной структуры в зависимости от показателя роста 8](#_Toc66570750)

[1. (рис. 8, 9, 9): 9](#_Toc66570751)

[2. (рис. 11): 12](#_Toc66570752)

[3. (рис. 12): 13](#_Toc66570753)

[4. (рис. 13): 14](#_Toc66570754)

[Вывод 14](#_Toc66570755)

[Список литературы 15](#_Toc66570756)

# Цели и задачи

**Цель работы:** реализация программы по алгоритму, сотавленному на прошлом этапе для моделирования роста стримерной структуры при электрическом пробое.

**Задачи:**

1. Реализовать в геометрии «острие – плоскость» однозвенную модель со степенной зависимостью вероятности роста от напряженности поля ~ .
2. Рассмотреть изменение геометрии стримерной структуры для случаев = 0, 1, 2.

# Реализация алгоритма в программе

Реализовывать алгоритм мы решили на языке Python, с использованием графического модуля graphicps для наглядного изображения пробоя.

## Вычисление потенциала

1. Задаем квадратную сетку 50х50 в качесте области моделирования:

*# Размер матрицы и размер каждого узла на UI*  
*n, m, nmSize = 50, 50, 8*

1. Задаем произвольные значения потенциала для внутренних узлов области:

*# Генерация матрицы потенциалов*  
*#matF = [[rd.randint(1, 50) / 100 for j in range(m)] for i in range(n)]*  
*matF = [[0 for j in range(m)] for i in range(n)]*

1. Узлам, примыкающим к границе, задаем значение потенциала, равное значению потенциала границы (0 для верхней границы, 1 для нижней для простоты вычислений):

*# По краям потенциал укажем как 0, а снизу 1*  
*for i in range(0, len(matF)):*  
 *matF[i][0],matF[0][i],matF[-1][i],matF[i][-1] = 0,0,0,1*

1. Вычисляем новые значения потенциала во всех узлах.  
   Для вычисления потенциала мы используем формулу:

И итерационно просчитываем потенциал для каждого узла сетки (рис. 1):

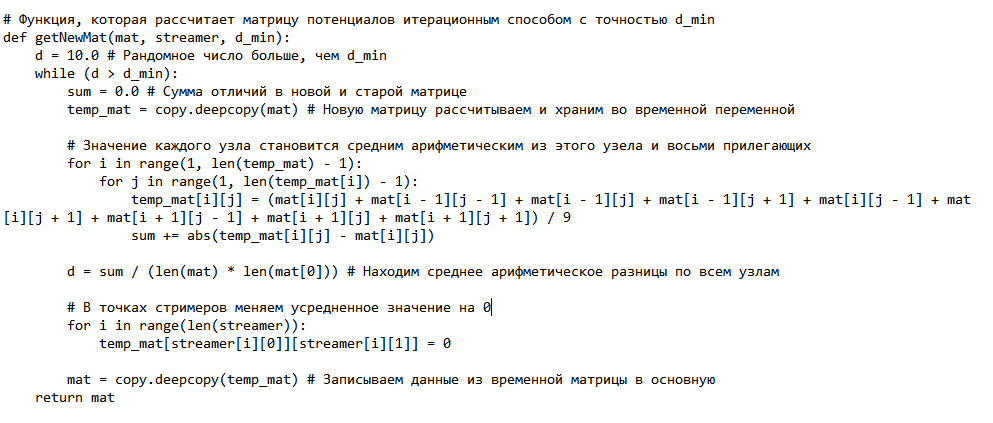


Figure 1: Функция вычисления потенциала

1. Повторяем пункт 4. пока потенциалы не перестанут изменяться.

В результате получаем потенциал (рис. 2):

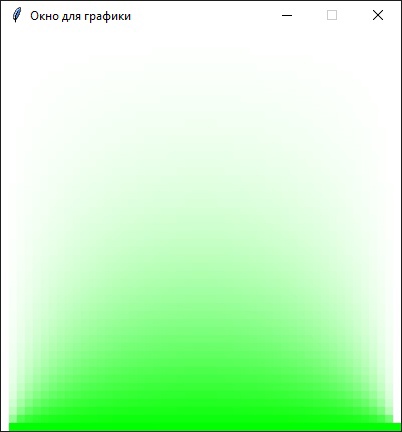


Figure 2: Потенциал поля

Посчитав потенциал поля перейдем к моделированию разряда по модели НПВ.

1. Пробиваем первый узел:

*sX, sY = int(n / 2), 10 # Начальная точка стримера*

1. Пробегаем по всем узлам, в которые возможем рост и считаем сумму вероятностей роста по формуле:

Здесь (для горизонтальных и вертикальных звеньев),  
/√2 (для диагональных).

*# Находим сумму всех вероятностей*  
 *for i in range(0, len(matProb)):*  
 *for j in range(0, len(matProb[i])):*  
 *sum+=matProb[i][j]*

1. Разыгрываем случайное число , равномерно распределенное от 0 до Z:

*# Берем эту сумму за 100% и генерируем случайное число от 0 до этой суммы*  
 *randval = rd.randint(0,100) / 100 sum*

1. Затем повторно шаг за шагом рассчитывается сумма до тех пор, пока текущая сумма не станет больше . Тот узел, для которого сумма стала больше , присоединяется к структуре (рис. 3):

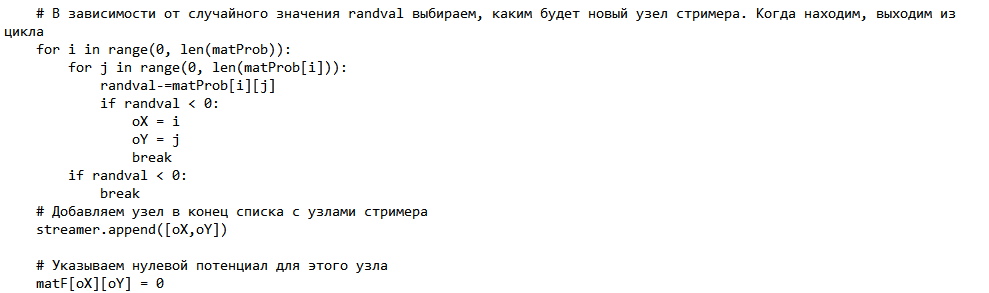


Figure 3: Присоединение нового узла

1. Пересчитываем поле (п. 4-5):

*# Перерассчитываем потенциал после добавления нового узла к стримеру*  
 *matF = copy.deepcopy(getNewMat(matF, streamer,0.005))*

1. Повторяем пункты 2-5, пока узор не достигнет границы.

## Программа

В итоге мы получили программу (рис. 4, 5, 6):

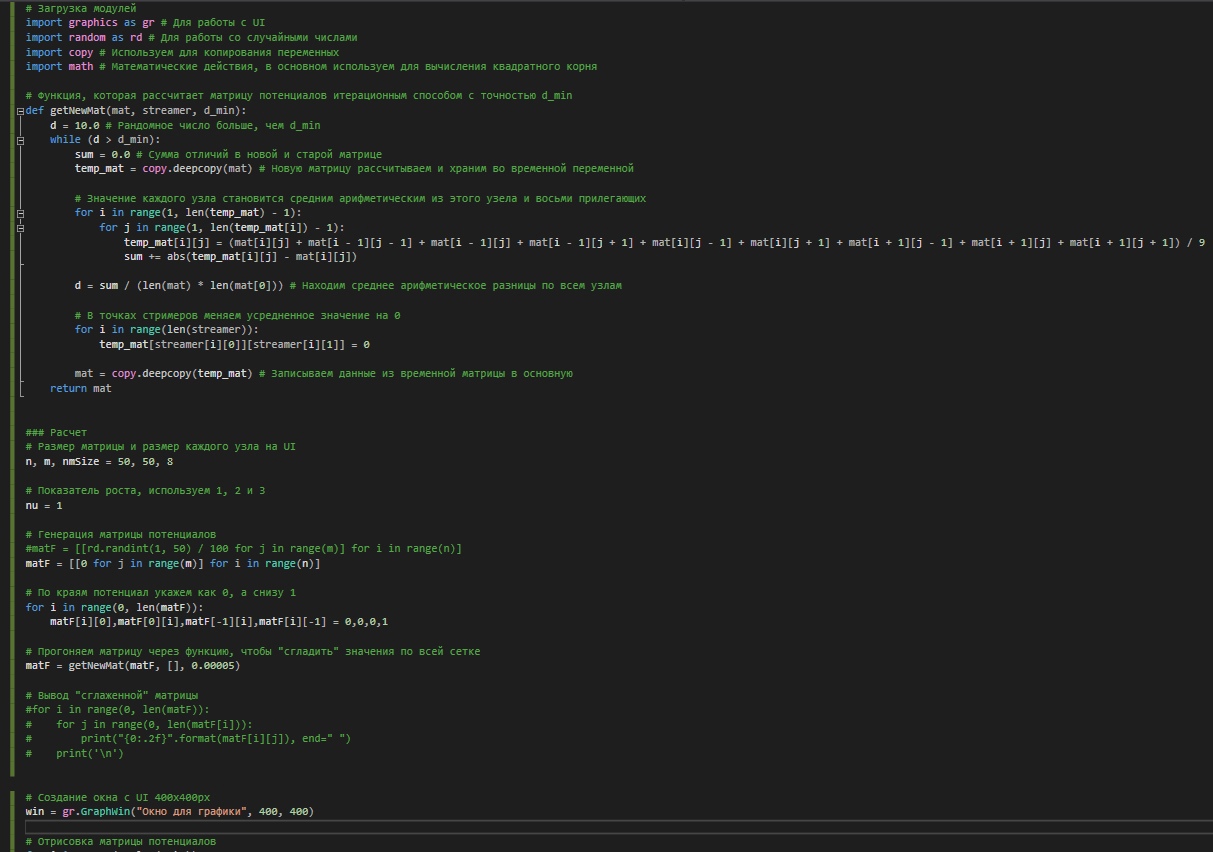


Figure 4: Программа

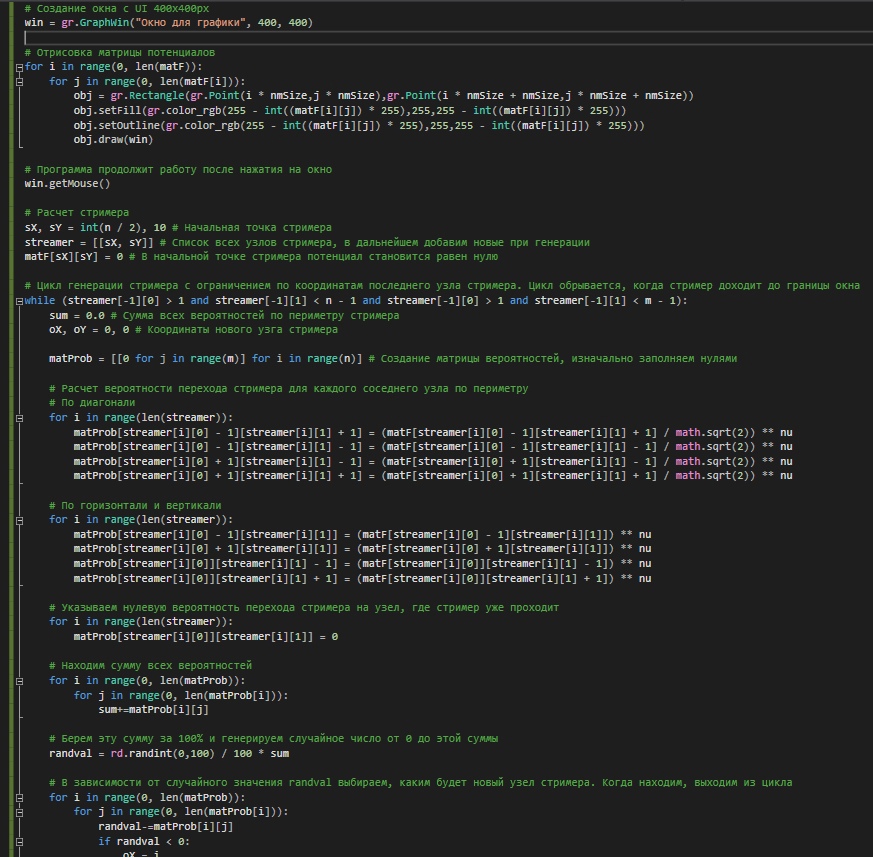


Figure 5: Программа

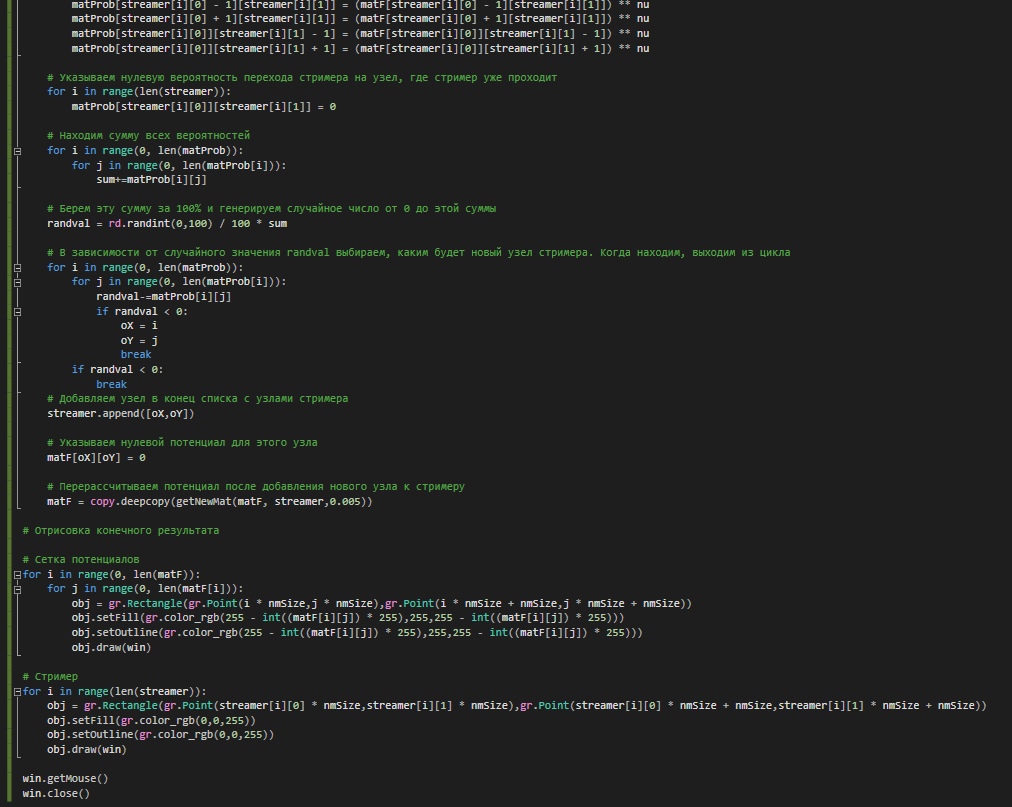


Figure 6: Программа

## Результат работы программы

При вероятности с показателем роста :  
 ~   
Получаем стримерную структуру (рис. 7):

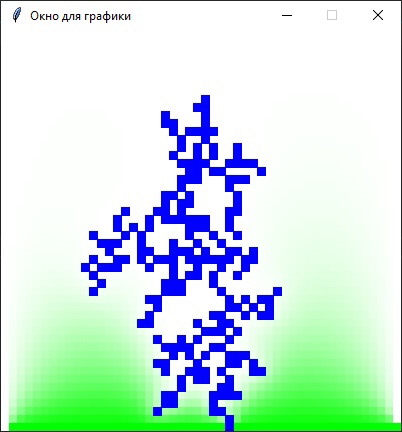


Figure 7: Рост стримерной структуры при электрическом пробое

## Изменение геометрии стримерной структуры в зависимости от показателя роста

Рассмотрим изменения стримерной структуры при увеличении показателя роста .

### 1. (рис. 8, 9, 9):

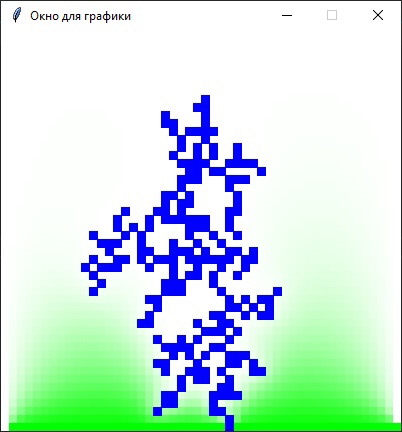


Figure 8: Рост стримерной структуры при

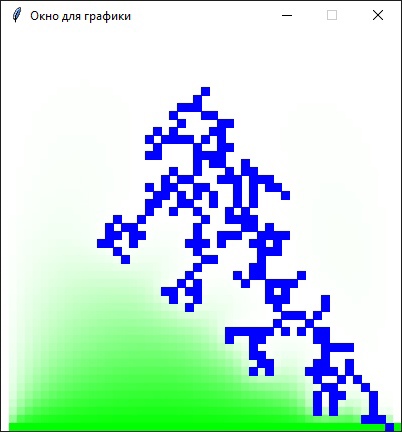


Figure 9: Рост стримерной структуры при

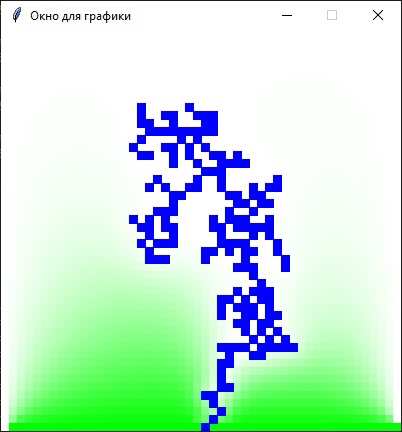


Figure 10: Рост стримерной структуры при

### 2. (рис. 11):

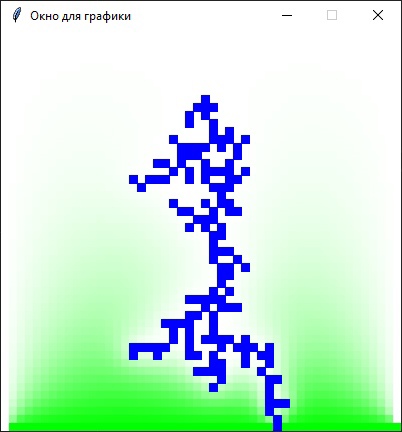


Figure 11: Рост стримерной структуры при

### 3. (рис. 12):

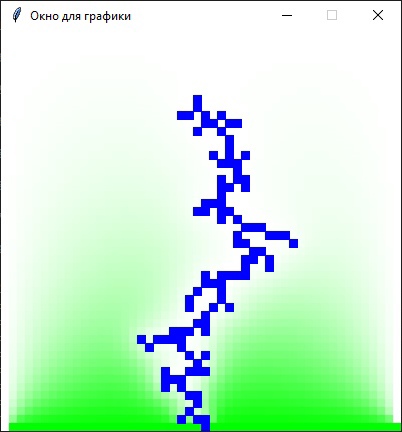


Figure 12: Рост стримерной структуры при

### 4. (рис. 13):

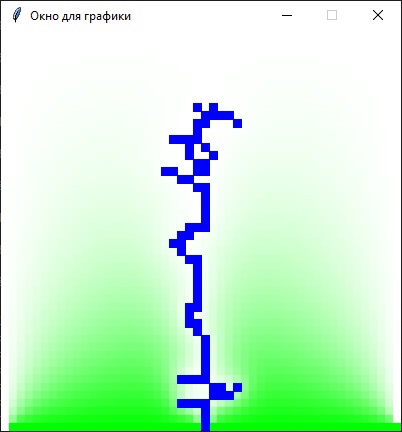


Figure 13: Рост стримерной структуры при

При увеличении уменьшается ветвистость стримерной структуры.

# Вывод

Написана программа реализующая в геометрии «острие – плоскость» однозвенную модель со степенной зависимостью вероятности роста от напряженности поля ~ .

Рассмотренно изменение геометрии стримерной структуры для случаев = 1, 2, 3, 4: при увеличении уменьшается ветвистость стримерной структуры.

# Список литературы

1. Д. А. Медведев, А. Л. Куперштох, Э. Р. Прууэл, Н. П. Сатонкина, Д. И. Карпов - МОДЕЛИ-РОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ЯВЛЕНИЙ НА ПК
2. Niemeyer L., Pietronero L., Wiesmann H. J. Fractal dimension of dielectric breakdown // Physical Review Letters. 1984. V. 52, N 12. P. 1033–1036
3. Biller P. Fractal streamer models with physical time // Proc. 11th Int. Conf. on Conduction and Breakdown in Dielectric Liquids, IEEE N 93CH3204-5. Baden-D¨attwil, Switzerland, 1993. P. 199–203.