

# Моделирование электрического пробоя

Проектная работа. Этап №2

---

Евдокимов И.А., НФИбд-01-20    Евдокимов М.М., НФИбд-01-20    Манаева В.Е., НФИбд-01-20    Покрас  
И.М., НФИбд-02-20    Сулицкий Б.Р., НФИбд-02-20    Новосельцев Д.С., НФИбд-02-20

25 февраля 2023

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Разобрать алгоритмы электрического пробоя для дальнейшего написания.

Задачи второго этапа проекта:

- Выделить алгоритм, который будет использоваться для построения модели;
- Разобрать формулы, использующиеся в нём;
- Посмотреть, какие алгоритмы будут наиболее эффективными для вычисления формул;

## Алгоритм

---

Модель: формирование молнии в неоднородном воздушном пространстве



Рис. 1: Молния “облако-облако”

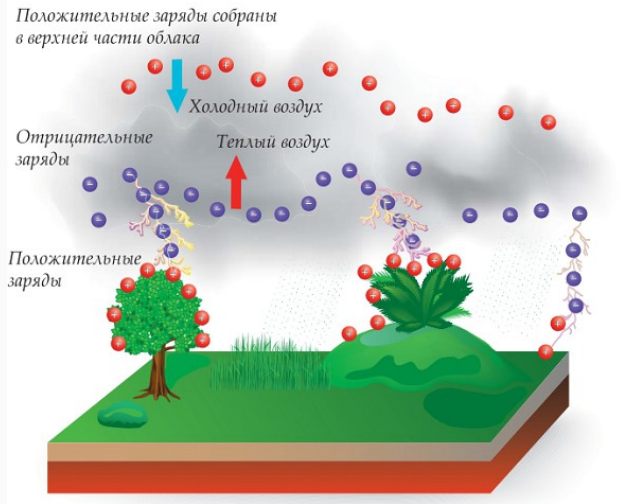


Рис. 2: Появление молнии в природе

1. Статические заряды в воздухе;
2. Поверхность земли, куда бьёт молния, ровная;
3. Молния начинается в детерминированном местоположении;
4. Не учитываются электрохимические реакции.

Очерёдность действий в алгоритме:

1. Создание поля;
2. Рабочий цикл:
  - 2.1 Выбор решения из очереди;
  - 2.2 Оценка напряжённости пространства;
  - 2.3 Выбор направления развития молнии;
  - 2.4 Добавление полученного решения и его веса в очередь для обработки;
3. Завершение.

## Формулы

---



Алгоритм генерации молний основан на нескольких следующих формулах:

---

$$\vec{F}_i = k \frac{q_i q_0}{\epsilon r_i^2}$$

Сила, оказываемая зарядом  
электрического поля ( $q_i$ ) на  
движущийся заряд ( $q_0$ )

$$\vec{E}_i = \frac{\vec{F}_i}{q_0}$$

Напряжённость,  
создающаяся  $i$ -тым зарядом  
в поле

$$\vec{E} = \sum_0^n \vec{E}_i$$

Общая напряжённость  
электрического поля

$$\vec{E}_i = k \frac{q_i}{\epsilon r_i^2}$$

## Алгоритмы выбора решения в очереди

---

Для поиска минимального решения по графу существуют (в числе прочих) следующие алгоритмы:

- BFS (поиск в ширину);
- DFS (поиск в глубину);
- A\* (A-star);

Сконцентрируемся на A\* как на наиболее оптимальном алгоритме.

$A^*$  - алгоритм поиска по первому наилучшему совпадению на графе, который находит маршрут с наименьшей стоимостью от начальной вершины к конечной.

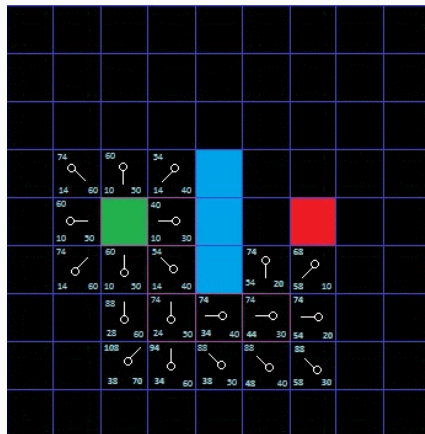


Рис. 3:  $A^*$

## Прочие оптимизации

---

Для формул

$$\vec{E}_i = \frac{\vec{F}_i}{q_0}$$

и

$$\vec{F}_i = k \frac{q_i q_0}{\epsilon r_i^2}$$

Молнии не бьют в одно место дважды...



Рис. 4: Штормовая молния