

**УДК 004.021**

**ТРАЕКТОРИИ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ**

**Давыдов И.А.. (ИТМО)**

**Научный руководитель – директор ООО "Тор", к.т.н. Дубицкий С. Д.**

**Введение.**

Моделирование движения заряженных частиц в электромагнитном поле является актуальной задачей для многих областей физики и техники, таких как ускорители частиц, спектрометры, электровакуумные приборы и пр. Анализ траектории заряженных частиц выполняется на стадии анализа готового решения задачи. Используется та же сетка конечных элементов, которая применялась для расчета электрического или магнитного поля.

Источником частиц является точечный или протяженный эмиттер. Для точечного эмиттера пользователь задает его положение, заряд и массу частицы, ее начальную скорость или энергию и диапазон углов вылета. На каждом шаге алгоритма рассматривается движение частицы в пределах одного конечного элемента. Путем интегрирования уравнения движения частицы в элементе определяется положение точки вылета частицы из элемента и кинематические параметры движения (скорость, ускорение) в каждой точке траектории. Расчет повторяется в следующем элементе до тех пор, пока частица не вылетит из области расчета или не достигнет твердой границы.

Задача состоит в реализации алгоритма, который будет рассчитывать и визуализировать движение заряженной частицы.

**Основная часть.**

Для решения данной задачи предлагается для интегрирования уравнения движения заряженной частицы использовать метод Рунге-Кутты с автоматическим выбором шага. Алгоритм работы состоит из следующих этапов:

1. Поиск начального конечного элемента траектории по координатам эмиттера.
2. Численное интегрирование уравнений движения частицы внутри каждого конечного элемента с учетом ранее найденного распределения электрического поля.
3. Определение следующего конечного элемента на траектории частицы и повторение расчета.

Третий пункт предполагает решение топологической задачи: при пересечении грани элемента легко понять, в каком элементе окажется частица, но при пересечении вершины, определение следующего элемента оказывается более сложной задачей. Также на этом этапе проверяется выполнение условия конца траектории.

В дальнейшем предполагается расширить технику интегрирования на случай безмассовой частицы, траектория которой представляет собой силовую линию электрического поля.

Топология сетки конечных элементов и соответствующие алгоритмы обхода элементов, их вершин и граней основываются на библиотеке CGAL Triangulation Classes.

### **Выводы.**

Были рассмотрены методы моделирования траекторий заряженных частиц в электромагнитном поле на плоскости с использованием триангуляции. Предложенный подход обеспечивает высокую точность и эффективность вычислений, что делает его перспективным для практического применения в различных областях физики и техники.

### **Список используемых источников:**

1. Triangulation Classes // doc.cgal.org URL: [https://doc.cgal.org/latest/Triangulation/group\\_\\_PkgTriangulationsTriangulationClasses.html](https://doc.cgal.org/latest/Triangulation/group__PkgTriangulationsTriangulationClasses.html)
2. VTK's documentation // docs.vtk.org URL: <https://docs.vtk.org/en/latest/>

Автор \_\_\_\_\_ Давыдов И.А.

Научный руководитель \_\_\_\_\_ Дубицкий С.Д.