

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАСЧЁТА ЛИНИЙ ТОКА НА ОСНОВЕ  
ВЕКТОРИЗОВАННОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ И ЕГО ВНЕДРЕНИЕ В ПРОГРАММНЫЙ СЕРВИС**

**Трубников А. П.<sup>1</sup>**

**Научный руководитель – Мигулаева Т. А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Университет ИТМО

andrey2002sony@gmail.com

**Введение.**

В задачах анализа и визуализации векторных данных широко применяются алгоритмы построения траекторий и линий тока. Они используются в прикладных системах для изучения движения частиц, визуализации численных расчётов и анализа динамических систем. Классические методы демонстрируют низкую производительность при работе с крупными массивами данных и плотными сетками, что особенно заметно при массовом построении линий и интерактивном анализе. Актуальной является задача разработки алгоритма, ориентированного на высокую вычислительную эффективность, масштабируемость и удобство интеграции в программные сервисы. В работе рассматривается практическая реализация ускоренного алгоритма с использованием векторизации вычислений и численного интегрирования.

**Основная часть.**

Ранее для построения линий тока использовался алгоритм Поллока [1], основанный на ячеечной трассировке и последовательном переходе между элементами сетки. Он детерминирован, но плохо масштабируется при больших объемах данных. В работе реализован альтернативный алгоритм численного интегрирования траекторий в двумерном векторном поле с адаптивным шагом, который снижает число вычислений в областях с плавным изменением поля и повышает точность там, где вектор меняется резко. Особенность решения — ориентация на встраивание в сервис. Векторизация на базе NumPy [2] позволяет параллельно обрабатывать массивы траекторий и ускоряет вычисления. Архитектура модульная: загрузка данных, вычисление траекторий, контроль завершения и визуализация результатов. Сравнение с алгоритмом Поллока [1] и стандартными инструментами показало ускорение на 40% по времени и лучшую пригодность для интеграции в сервисы и аналитические системы.

**Выводы.**

Разработан практический алгоритм построения линий тока с численным интегрированием, адаптивным шагом и векторизацией вычислений. Решение сокращает вычислительные затраты, повышает масштабируемость и может быть интегрировано в прикладные системы для наглядного и быстрого анализа траекторий. Результаты подтверждают целесообразность перехода от последовательных методов к современным программным подходам с ориентацией на эффективность и практическое применение.

**Литература**

1. Pollock D. W. Semianalytical computation of path lines for finite-difference models // *Ground Water*. – 1988.
2. Harris C. R., Millman K. J., van der Walt S. J. et al. Array programming with NumPy // *Nature*. 2020. Vol. 585. P. 357–362.