

УДК 004.9

## ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ, СОДЕРЖАЩИХ ВЛОЖЕННЫЕ ЦИКЛЫ С РАСЧЕТОМ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

Груздева А.С. (Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Юрьев Р.Н. (Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

**Научный руководитель – д.т.н., проф. Бессмертный И.А.**

(Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Доклад посвящен исследованиям возможностей оптимизации алгоритмов, предназначенных для обработки больших массивов данных, в которых не удается избежать таких нагруженных элементов, как вложенные циклы и расчет тригонометрических функций.

**Введение.** Прогресс в области информационных технологий обуславливает постоянный рост мощностей вычислительной техники. Тем не менее, задачи оптимизации вычислений остаются по-прежнему актуальными: растет сложность вычислений, увеличиваются объемы обрабатываемых данных. Так авторы столкнулись с проблемой оптимизации в двух независимых друг от друга исследованиях. Речь идет о разработке квантово-подобной модели представления и обработки текстовой информации с одной стороны [1,2], и об анализе матриц порядковой близости с другой [3]. В решении обеих задач объективно используются вложенные циклы, в теле которых рассчитываются тригонометрические функции, что приводит к высоким временным затратам и требует творческого подхода к вопросам оптимизации.

**Основная часть.** Использование в алгоритмах вложенных циклов приводит к оценке временных затрат  $O(n^2)$ , где под  $n$  понимается размерность данных, что позиционируется как «отвратительно» в диаграмме сложности (Big-O Complexity Chart, url: <https://www.bigocheatsheet.com/>, дата обращения 08.02.2023). Расчет тригонометрических функций в теле циклов также является достаточно ресурсоемким и по оценкам авторов может занимать до 30% времени вычислений в решении рассматриваемых задач. Для снижения временных затрат на использование вложенных циклов применена параллелизация вычислений [4,5]. Поскольку параллельные вычисления на Python сопряжены с проблемами монопольного доступа к ресурсам через систему GIL (Global Interpreter Lock), распараллеливание происходило через систему многопроцессорности, а не многопоточности, для чего использован компьютер с 10-ядерным процессором. Для оптимизации расчета тригонометрических функций, в данном случае косинуса, предложено использование двух методик – фильтрации шума и разложения функции в ряд Тейлора. В основе фильтрации шума лежит тот факт, что при значениях аргумента, близких к  $\pi/2 \pm N\pi$ , где  $N$  – любое целое число, косинус принимает значения близкие к нулю и оказывает малое влияние на общий результат расчетов. Следовательно, если аргумент попадает в область около  $\pi/2 \pm N\pi$ , косинус может не рассчитываться и приниматься равным нулю. При этом размер указанной области задается значением коэффициента фильтрации. Второй метод оптимизации основан на разложении тригонометрической функции в ряд Тейлора и использовании в вычислениях первых  $M$  членов полученного ряда. Также необходимо учитывать, что как фильтрация шума, так и разложение в ряд Тейлора может оказывать влияние не только на временные характеристики работы алгоритма, но и на точность итоговых расчетов. При этом влияние на точность может быть как позитивным, так и негативным. В работе исследуется комплексное влияние применения параллельных вычислений и методов оптимизации расчета тригонометрических функций на итоговые характеристики работы исследуемых алгоритмов.

**Выводы.** Использование параллельных вычислений ожидаемо приводит к значительному улучшению временных характеристик работы алгоритмов, однако проблемы, связанные с особенностями языка Python, не позволяют достичь максимума в оптимизации параллельных вычислений. Результативность применения методов фильтрации шума и разложения тригонометрических функций в ряд Тейлора является спорной и может сильно зависеть от специфики предметной области и особенностей обрабатываемых данных. Тем не менее при определенных условиях и тот и другой метод может оказывать положительное влияние на временные затраты и точность работы алгоритмов.

#### **Список использованных источников:**

1. Груздева А.С., Бессмертный И.А. «Классификация коротких текстов с использованием волновой модели». Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2022. Т. 22, № 2 С. 287–293.
2. Груздева А.С., Юрьев Р.Н, Бессмертный И.А. «Применение волновой модели текста к задаче сентимент-анализа». Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики - 2022. - Т. 22. - № 6(142). - С. 1159–1165.
3. García-Lapresta J. L., Pérez-Román D. Ordinal proximity measures in the context of unbalanced qualitative scales and some applications to consensus and clustering //Applied Soft Computing. – 2015. – Т. 35. – С. 864-872.
4. Роби Р., Замора Дж. Параллельные и высокопроизводительные вычисления / пер. с англ. А. В. Логунова. – М.: ДМК Пресс, 2021. – 800 с.: ил.
5. Maurice Herlihy, Nir Shavit, Victor Luchangco, Michael Spear. The Art of Multiprocessor Programming 2nd Edition // Morgan Kaufmann. 2020