

**НИТУ «МИСиС»**  
**Кафедра Инженерной кибернетики**

**Параллельные вычисления**

Лабораторная работа №2. «Технология распараллеливания OpenMP.  
Алгоритмы параллельных векторных и матричных преобразований»

Сенченко Р.В.

8 мая 2020 г.

**I. Базовая часть.** Реализовать класс  $n$ -мерного вещественного вектора  $x \in \mathbb{R}^n$ , а также вещественных квадратных матриц  $A \in \mathbb{R}^{n \times n}$  размеров  $n \times n$ . Предусмотреть в разработанных классах наличие операторов/методов:

**Векторные операции:** 1) сложения и вычитания векторов  $x \pm y$ , 2) умножения вектора на скаляр  $\lambda x$ , 3) вычисление длины вектора  $\|x\|_2 = \sqrt{\sum_{j=1}^n x_j^2}$  и 4) скалярного произведения векторов  $\langle x, y \rangle$ .

**Матричные операции:** 1) транспонирования  $A^T$ , 2) сложения и вычитания  $A \pm B$ , 3) умножения матрицы на скаляр  $\lambda A$ , 4) умножения матриц  $AB$ , 5) умножение матрицы на вектор  $Ax$  и 6) вычисление нормы Фробениуса  $\|A\|_F = \sqrt{\sum_{i,j=1}^n a_{ij}^2}$ .

Разработанные программные компоненты должны иметь хорошую объектно-ориентированную архитектуру, содержать все необходимые дополнительные методы (индексаторы, get/set-методы и т.д.); программный код должен быть снабжён исчерпывающими и достойными комментариями. Предложенные выше векторные и матричные операции должны быть реализованы с использованием технологии параллельных вычислений OpenMP.

Программный язык разработки: c++.

**II. Дополнительная часть.**

1. **Детерминант матрицы, 2\*.** Реализовать метод, вычисляющий в параллельном (или рекурсивно-параллельном) режиме детерминант матрицы  $\det A$  произвольной размерности, оценить коэффициент ускорения метода по сравнению с последовательным аналогом.

Продemonстрировать корректность работы метода для матрицы размеров  $n = 10$ .

2. **Обращение матрицы, 2★.** Реализовать метод обращения  $A^{-1}$  в параллельном режиме матрицы  $A$  произвольной размерности, оценить коэффициент ускорения метода по сравнению с последовательным аналогом.

Продemonстрировать корректность работы метода для матрицы размеров  $n = 10$ .

3. **Спектральная норма матрицы, 7★.** Реализовать метод вычисления спектральной нормы матрицы  $\|A\|_2 = \sup_{\|x\|_2=1} \|Ax\|_2 = \sqrt{\max_j \lambda(A^T A)}$ . Для вычисления сингулярного разложения матрицы  $A$  можно использовать, например, дополнительный источник *В.В. Стрижов. “Информационное моделирование”. Конспект лекций.*

К заданию приложить псевдокод и/или схему параллельного алгоритма, изложенную в электронном варианте в формате `.pdf`, `.docx` или `.tex`.

4.  **$LU$ -разложение матриц, 5★.** Самостоятельно изучить и реализовать алгоритм параллельного построения  $LU$ -разложения заданной матрицы  $A$ . Подробнее в дополнительной литературе: *Старченко А.В., Берцун В.Н. “Методы параллельных вычислений”. Учебник. 2013г..*