

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Южно-Уральский государственный университет»  
(национальный исследовательский университет)  
Факультет Вычислительной математики и информатики  
Кафедра системного программирования

# **Разработка параллельного алгоритма поиска похожих подпоследовательностей временного ряда для сопроцессора Intel Xeon Phi**

## **Научный руководитель**

кандидат физ.-мат. наук, доцент  
М.Л. Цымблер

## **Автор работы**

студент группы ВМИ-456  
А.В. Мовчан

## **Рецензент**

кандидат физ.-мат. наук, профессор  
В.И. Заляпин

Челябинск, 2014

# Актуальность

- Широкое применение поиска похожих подпоследовательностей в различных областях науки (медицина, финансы, анализ видео и др.).
- Отсутствие эффективных параллельных алгоритмов поиска похожих подпоследовательностей для многоядерных ускорителей.

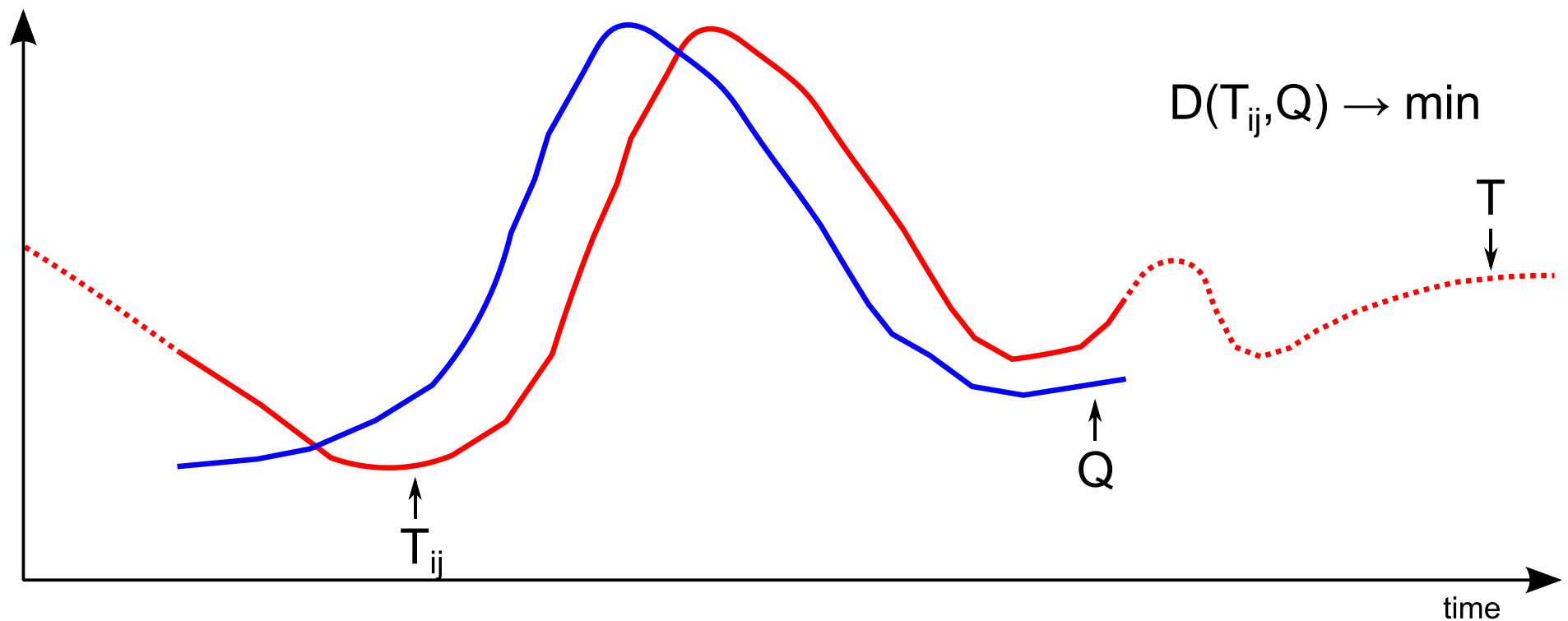
# Цель и задачи исследования

**Цель:** разработать параллельный алгоритм поиска похожих подпоследовательностей временного ряда для сопроцессора Intel Xeon Phi.

## **Задачи:**

1. Выбрать последовательный алгоритм поиска похожих подпоследовательностей временного ряда.
2. Спроектировать и реализовать параллельный алгоритм на основе технологии OpenMP.
3. Адаптировать параллельный алгоритм для сопроцессора Intel Xeon Phi.
4. Провести анализ эффективности разработанного алгоритма.

# Поиск похожих подпоследовательностей



$T$  – временной ряд, по которому осуществляется поиск

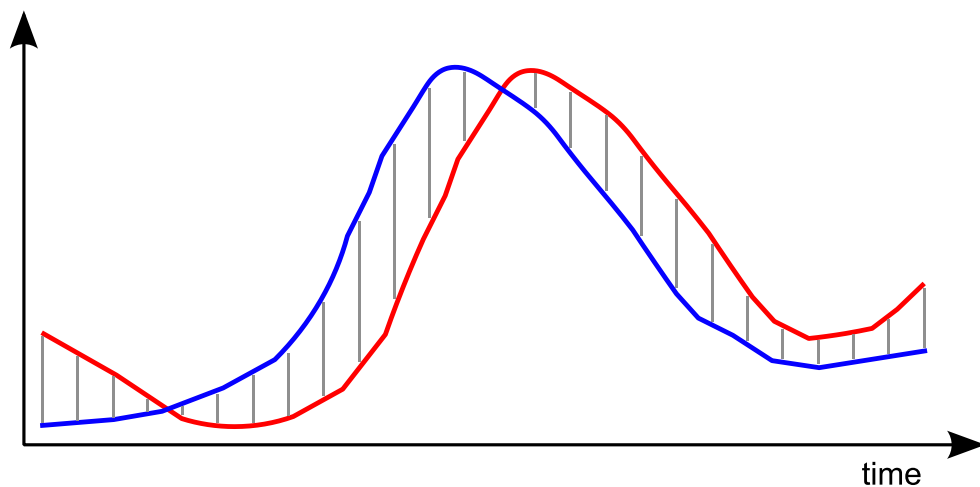
$T_{ij}$  – подпоследовательность

$Q$  – запрос

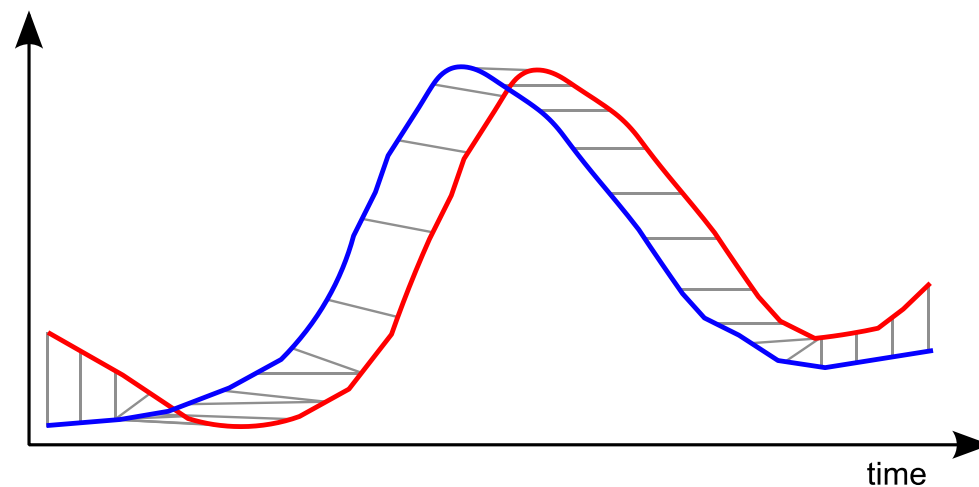
$D$  – функция схожести

# Методы измерения схожести временных рядов

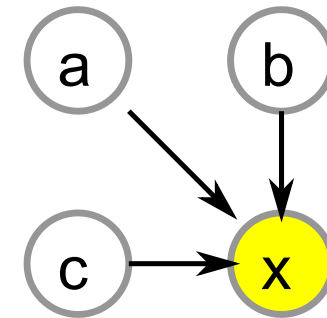
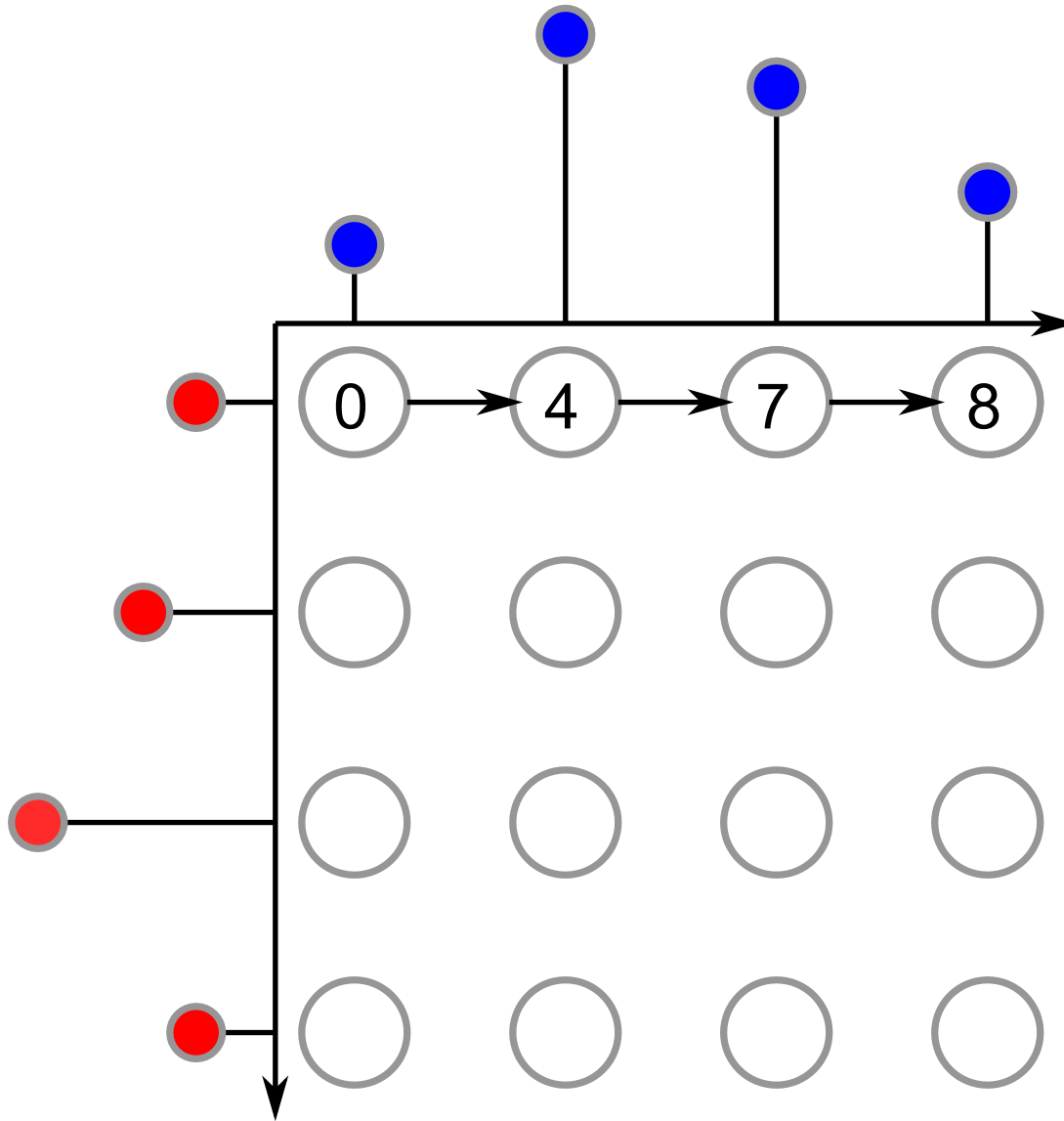
Евклидова метрика



Динамическая трансформация шкалы времени  
(dynamic time warping, DTW)

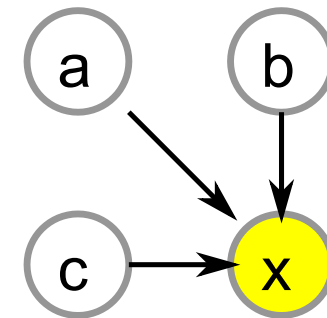
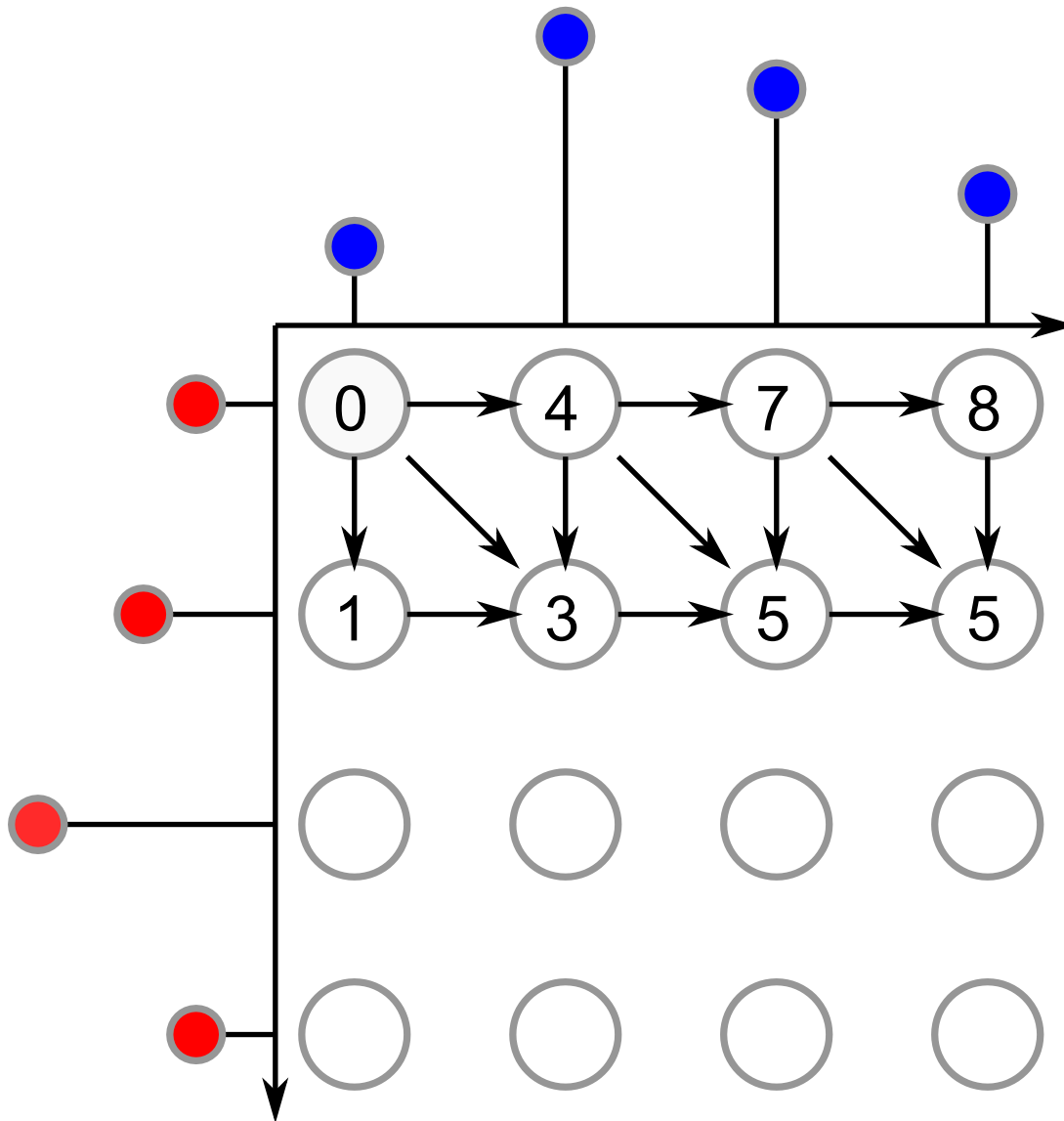


# Динамическая трансформация шкалы времени



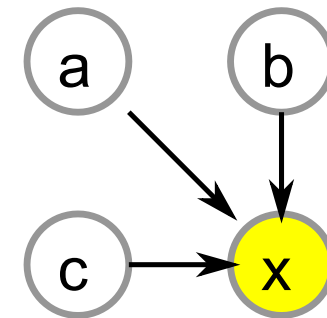
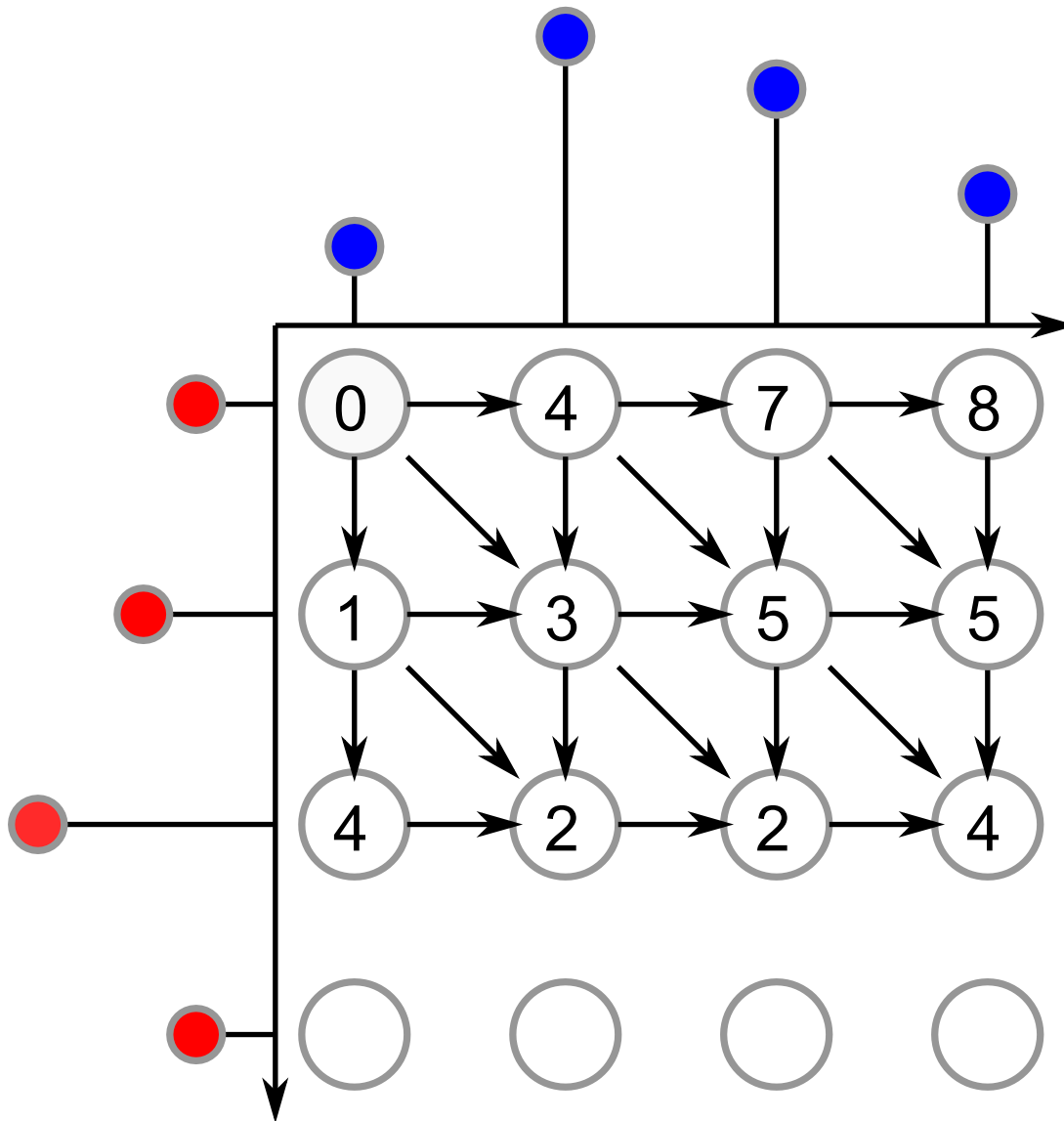
$$x = \text{cost} + \min(a, b, c)$$

# Динамическая трансформация шкалы времени



$$x = \text{cost} + \min(a, b, c)$$

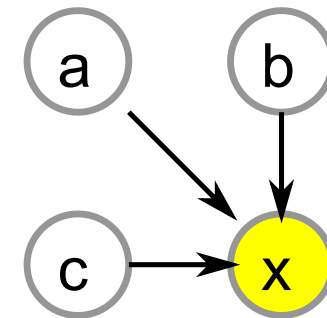
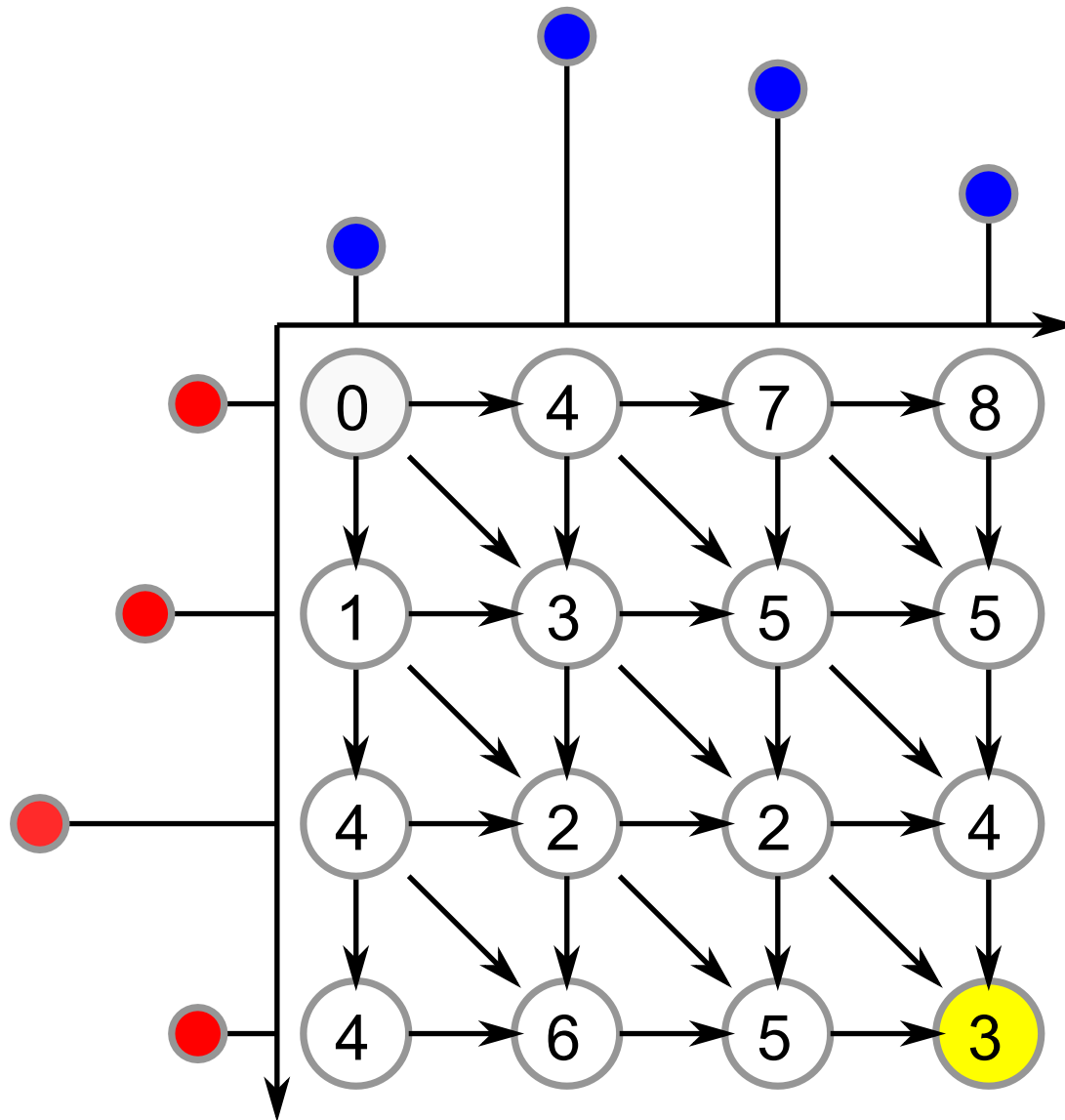
# Динамическая трансформация шкалы времени



$$x = \text{cost} + \min(a, b, c)$$

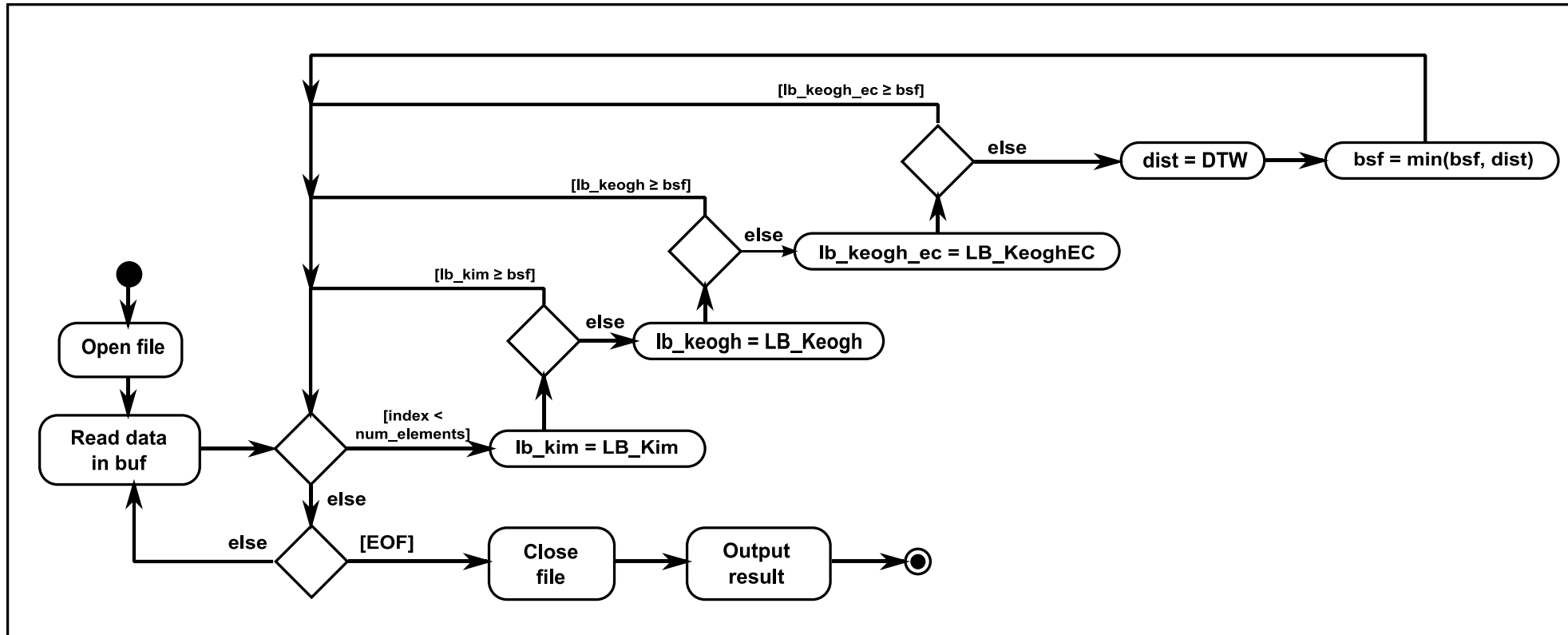


# Динамическая трансформация шкалы времени



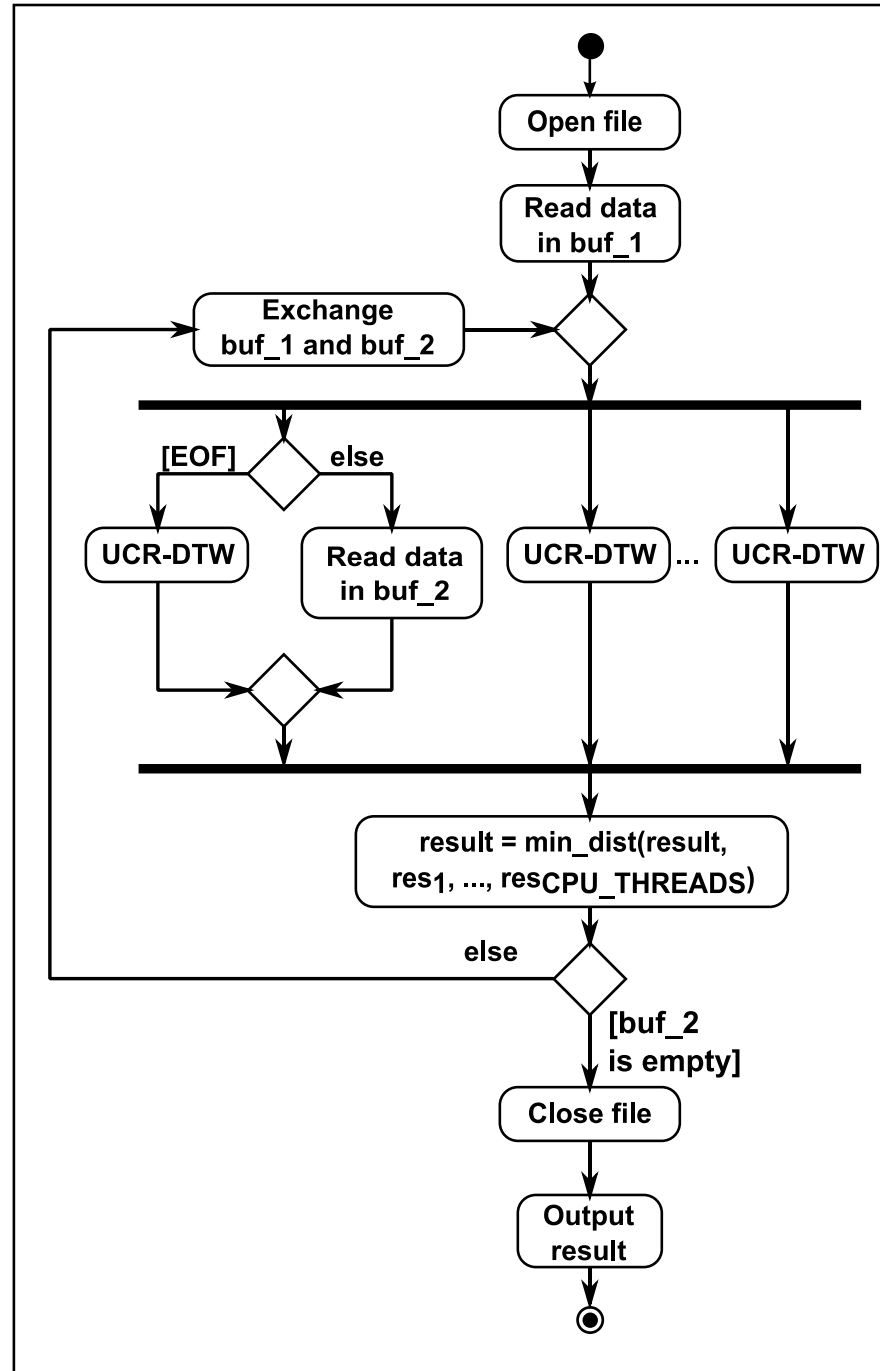
$$x = \text{cost} + \min(a, b, c)$$

# Последовательный алгоритм UCR-DTW

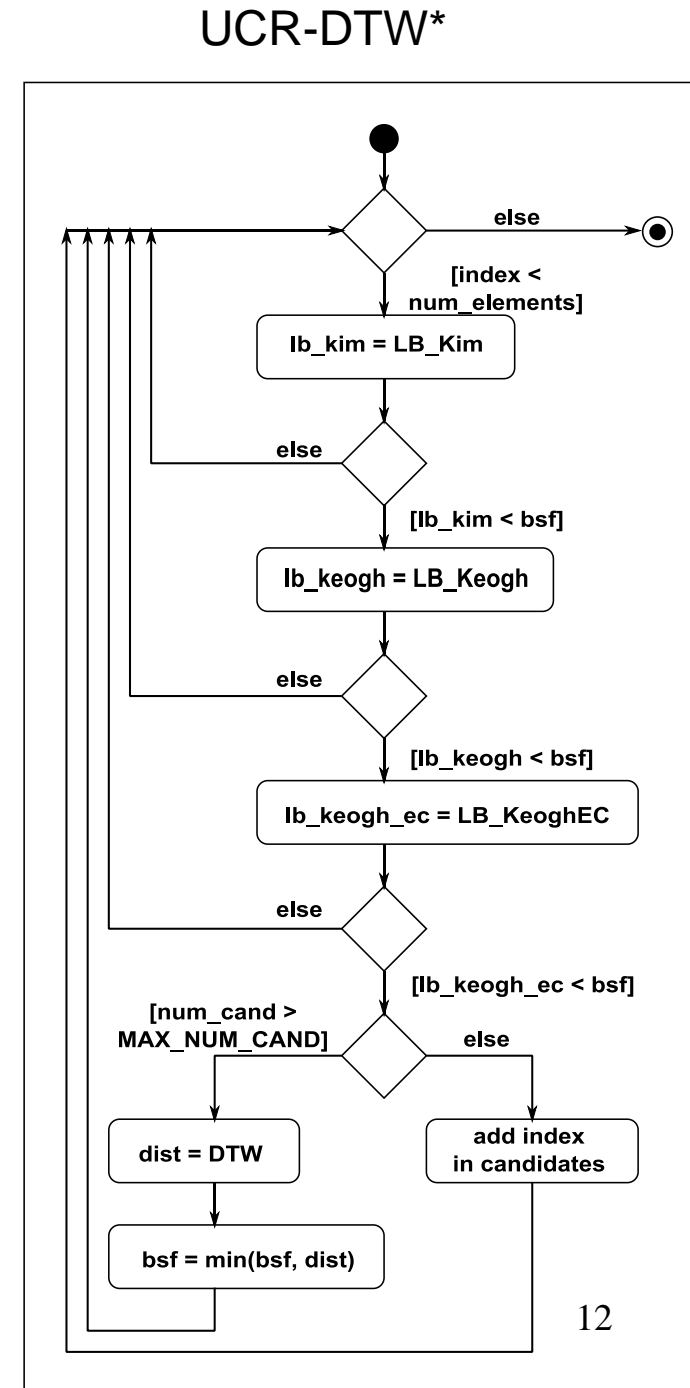
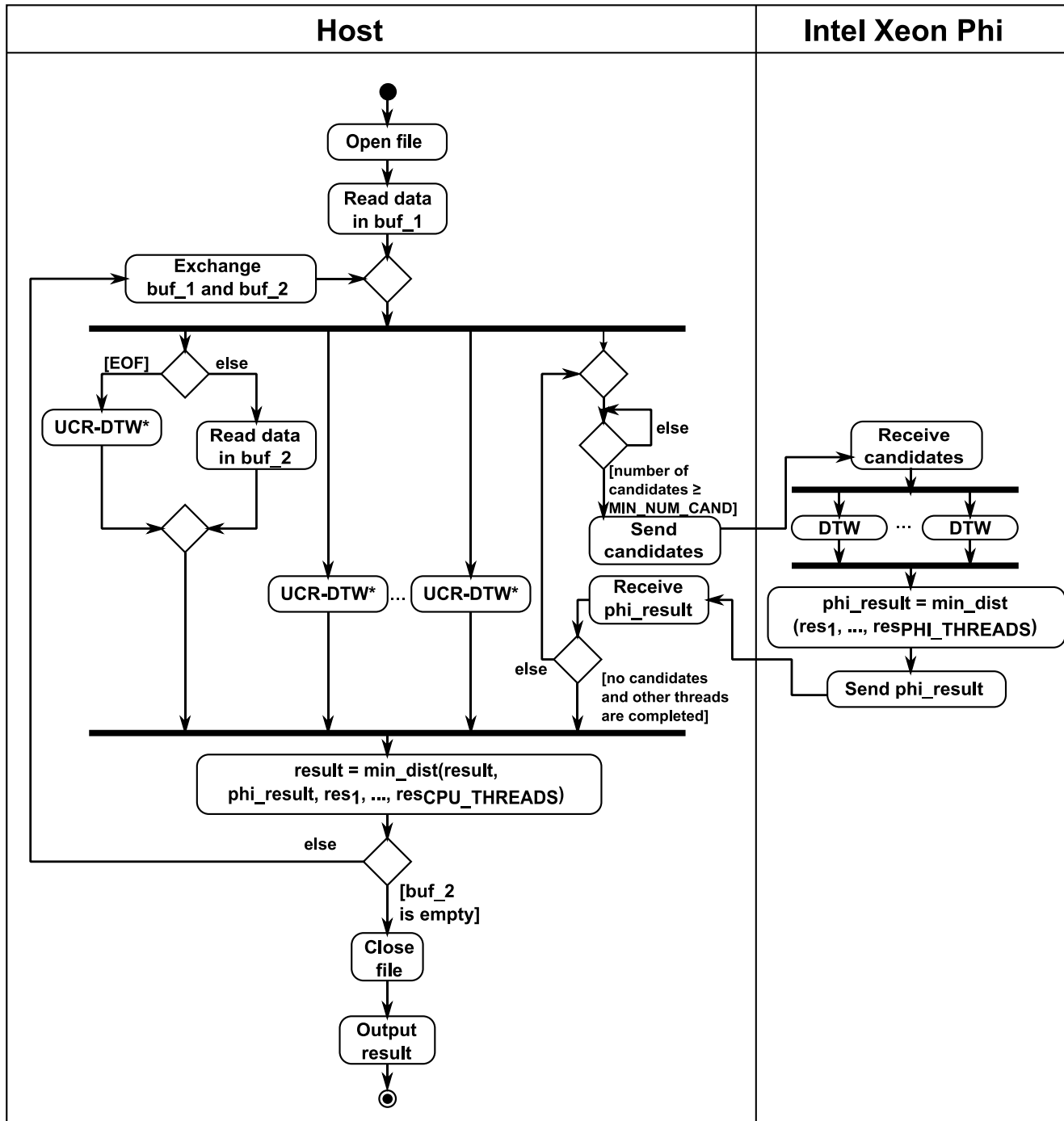


Rakthanmanon T. Searching and Mining Trillions of Time Series Subsequences under Dynamic Time Warping / T. Rakthanmanon, B. Campana, A. Mueen, G. Batista, B. Westover, et al. // The 18th ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, Beijing, China, 12-16 August, 2012. – ACM, 2012. – P. 262–270.

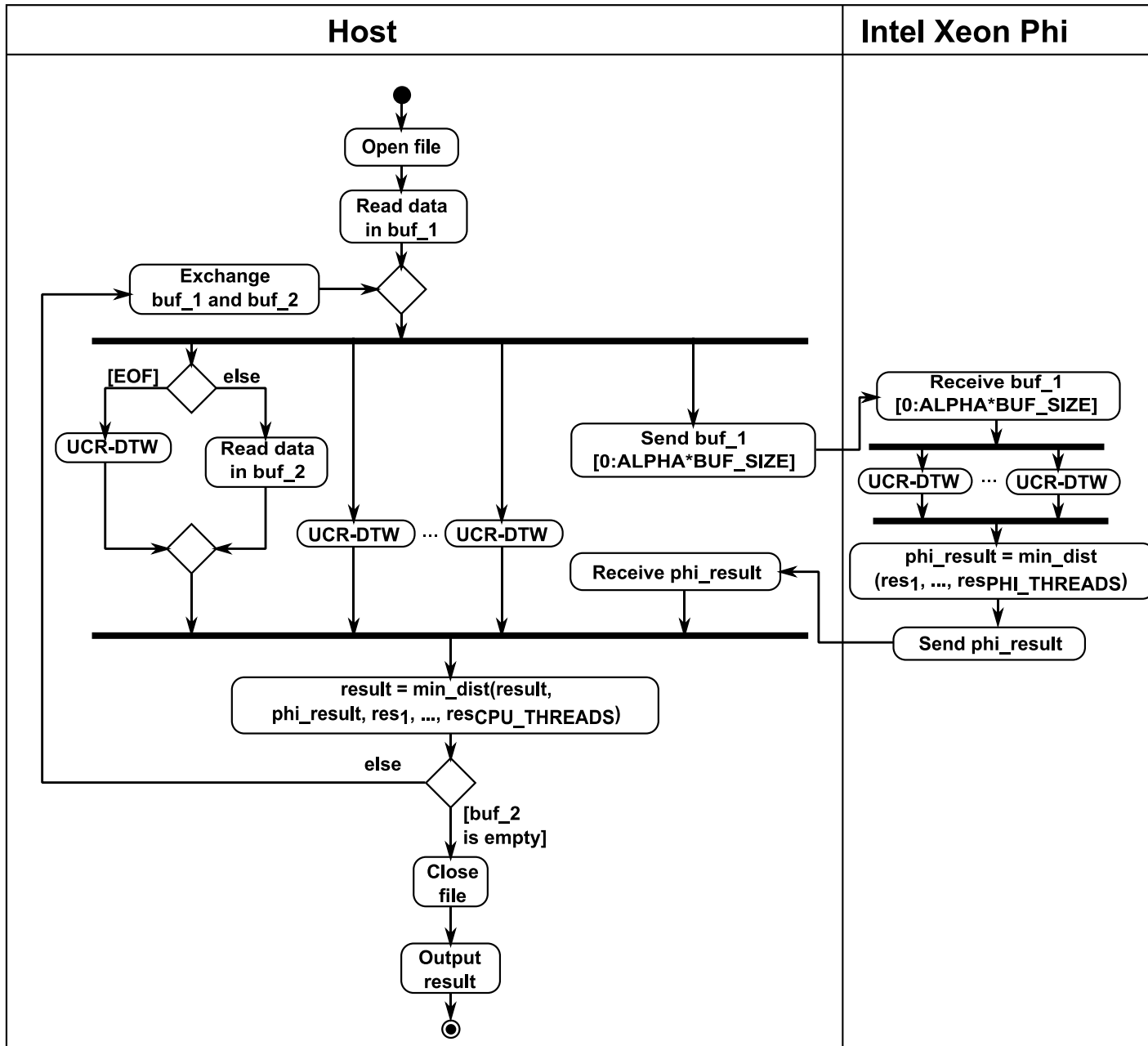
# Параллельный алгоритм



# Параллельный алгоритм



# Эксперименты

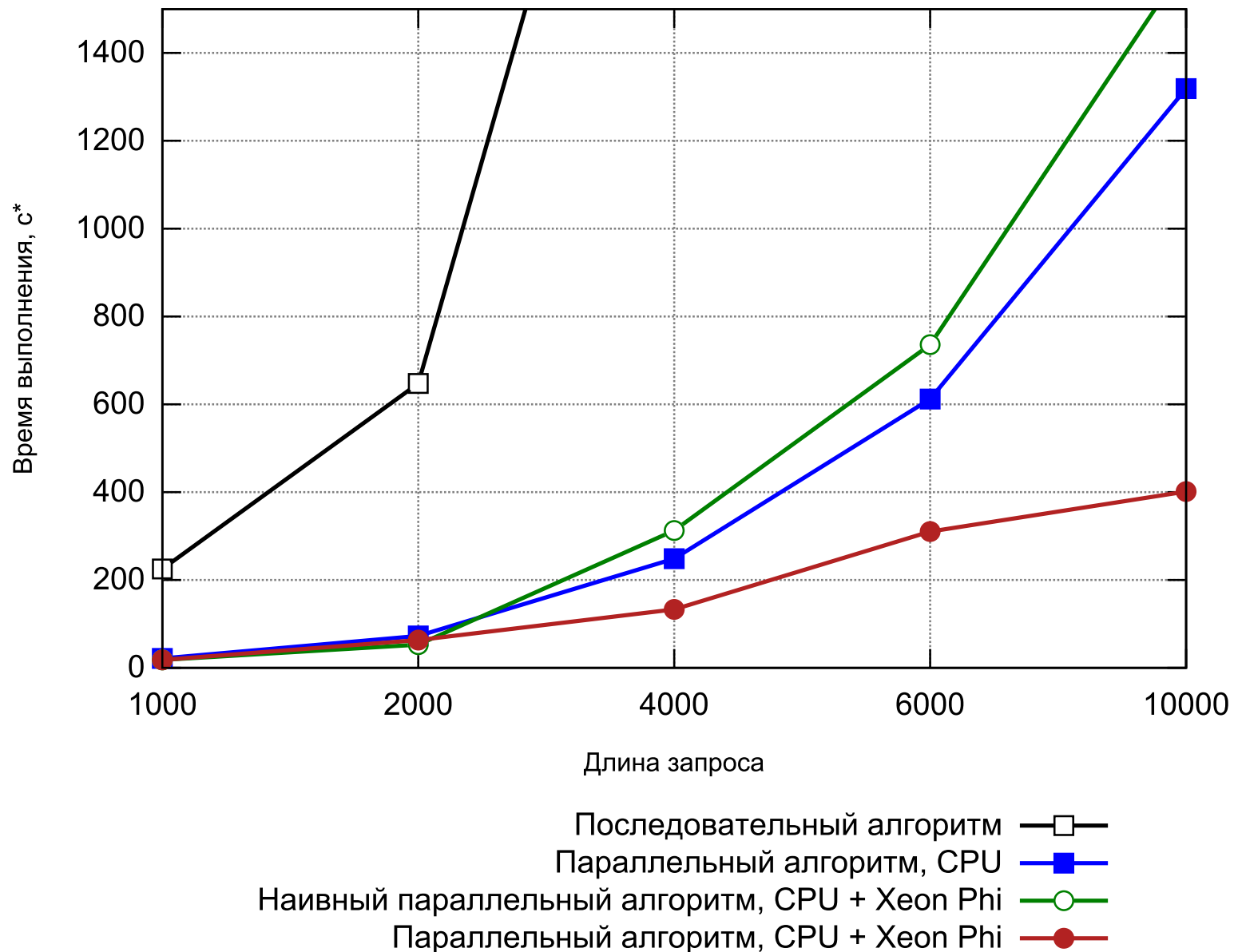


Процессор:  
Intel Xeon X5680  
6 ядер по 3.33 GHz,  
0.371 Тфлопс

Сопроцессор:  
Intel Xeon Phi SE10X  
61 ядро по 1.1 GHz,  
1.076 Тфлопс

# Эксперименты

Данные: синтетические данные  
на основе модели случайных блужданий (random walk)  
Длина: 100 000 000 точек данных



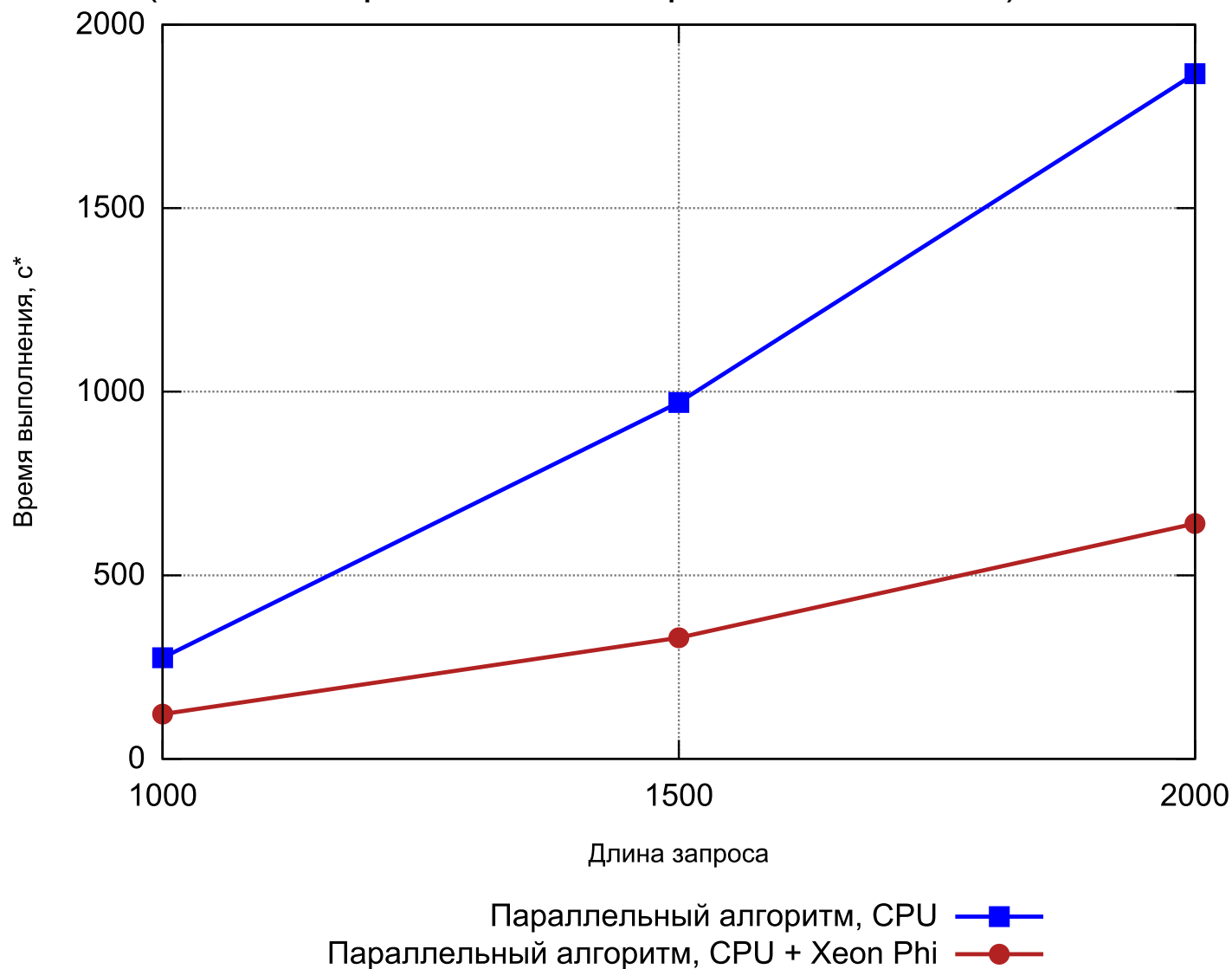
\* без учета времени загрузки данных в память

# Эксперименты

Данные: электрокардиограмма (ЭКГ)

Длина: 20 040 000 точек данных

(~22 часа при частоте дискретизации 250 Гц)



\* без учета времени загрузки данных в память

# Публикации

Мовчан А.В., Цымблер М.Л. Разработка параллельного алгоритма поиска похожих подпоследовательностей временного ряда для сопроцессора Intel Xeon Phi // Параллельные вычислительные технологии (ПаВТ'2014): труды международной научной конференции (1–3 апреля 2014 г., г. Ростов-на-Дону). Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. С. 372.



# Апробации

1. Мовчан А.В., Цымблер М.Л. Разработка параллельного алгоритма поиска похожих подпоследовательностей временного ряда для сопроцессора Intel Xeon Phi. Международная научная конференция "Параллельные вычислительные технологии 2014" (1-3 апреля 2014 г., Ростов-на-Дону).
2. Мовчан А.В. Разработка параллельного алгоритма поиска похожих подпоследовательностей временного ряда для сопроцессора Intel Xeon Phi. 67 студенческая научная конференция ЮУрГУ (Челябинск, 23 апреля 2014 г.).

# Основные результаты

1. Разработан параллельный алгоритм поиска похожих подпоследовательностей на основе технологии OpenMP.
2. Разработан параллельный алгоритм поиска похожих подпоследовательностей для сопроцессора Intel Xeon Phi.
3. Проведены эксперименты, подтвердившие эффективность разработанного алгоритма.