

МО ВВС ИВМ и МГ СО РАН

# Фрагментированное программирование

*Чаюк Ксения*

# Структура лекции

- **Что такое фрагментированное программирование**
- **Введение**
  - Необходимые свойства параллельной программы
- **Качественная картина исполнения фрагментированной программы**
- **Пример фрагментированного алгоритма**

# Что такое фрагментированное программирование

**Фрагментированное программирование** – это технология программирования, при которой программа собирается из фрагментов вычислений.

**Фрагмент кода** - это некоторая операция (вычисление функции), которая в программе может реализоваться процедурой, подпрограммой и т.п. Для фрагмента кода определены входные и выходные переменные, которые являются его формальными параметрами.

**Фрагмент данных** – это часть общей структуры данных (расчетной области) для обработки в некотором фрагменте.

Пара <фрагмент кода, фрагмент данных> называется **фрагментом вычислений (фрагментом)**.

# Введение

- Математическое моделирование
- Распространенные средства параллельного программирования
- Основные сложности параллельного программирования

# Необходимые свойства параллельной программы

1. Параллельная программа представляется как множество параллельно протекающих и взаимодействующих последовательных процессов
2. Недетерминизм исполнения
3. Гибкая настройка на все доступные ресурсы мультимпьютера
4. Динамическая балансировка загрузки
5. Переносимость в классе мультимпьютеров
6. Динамизм поведения

# Качественная картина исполнения фрагментированной программы



# Умножение матриц

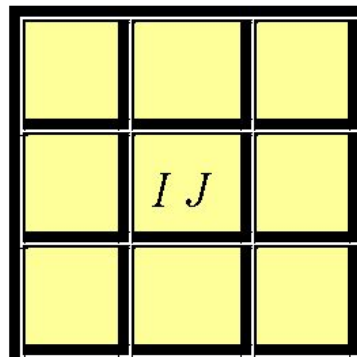
## Последовательный алгоритм

Алгоритм умножения квадратных матриц размера  $N \times N$  имеет вид:

$$c_{i,j} = \sum_{k=1}^N a_{i,k} \times b_{k,j}, \quad i, j = 1, 2, \dots, N. \quad (1)$$

## Фрагментированный алгоритм

Матрицы  $A$ ,  $B$  и  $C$  разбивается на фрагменты данных одинакового размера. Под фрагментами данных понимаются блоки матрицы, содержащие  $M$  строк и  $M$  столбцов.

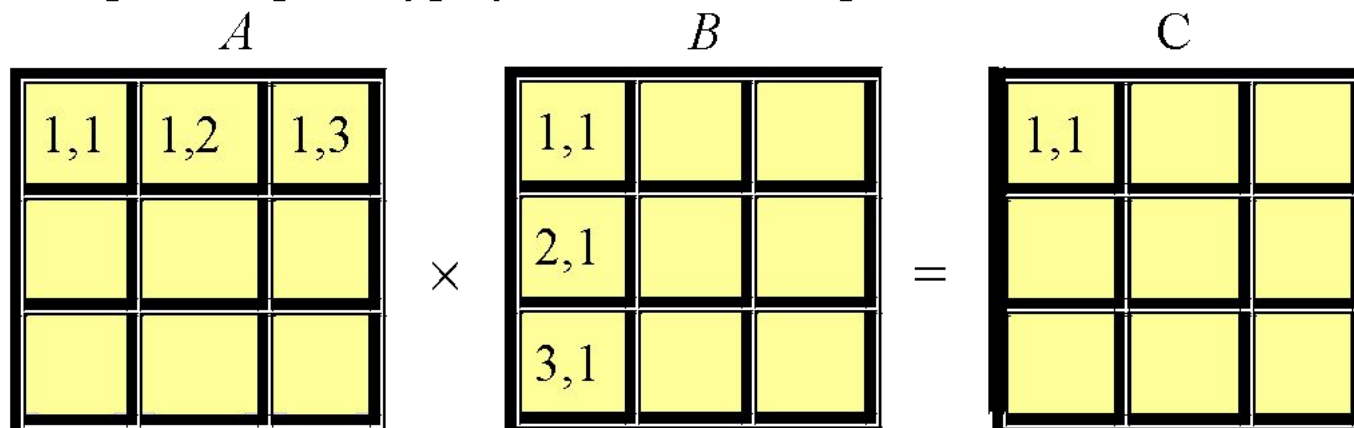


# Умножение матриц

Для получения фрагмента данных  $C_{I,J}$  используется формула

$$C_{I,J} = \sum_{L=1}^K A_{I,L} \times B_{L,J} \quad (2)$$

где  $C_{I,J}, A_{I,L}, B_{L,J}, I, J, L = 1, 2, \dots, K$ . Под умножением в ней понимается стандартная процедура умножения матриц.



$$C_{1,1} = A_{1,1} \times B_{1,1} + A_{1,2} \times B_{2,1} + A_{1,3} \times B_{3,1}$$



# Реализация фрагментированного алгоритма умножение матриц

В реализованной фрагментированной версии размер фрагмента данных задается пользователем.

В качестве фрагмента кода используется последовательная процедура

умножения матриц вида  $c_{i,j} = \sum_{k=1}^N a_{i,k} \times b_{k,j}$ ,  $i, j = 1, 2, \dots, N$  к которой

добавлена процедура суммирования матриц. Суммирование производится сразу после вычисления очередного произведения  $A_{i,L} \times B_{L,j}$  в

$$C_{i,j} = \sum_{L=1}^K A_{i,L} \times B_{L,j} .$$

Фрагмент кода применяется к фрагментам данных в соответствии с

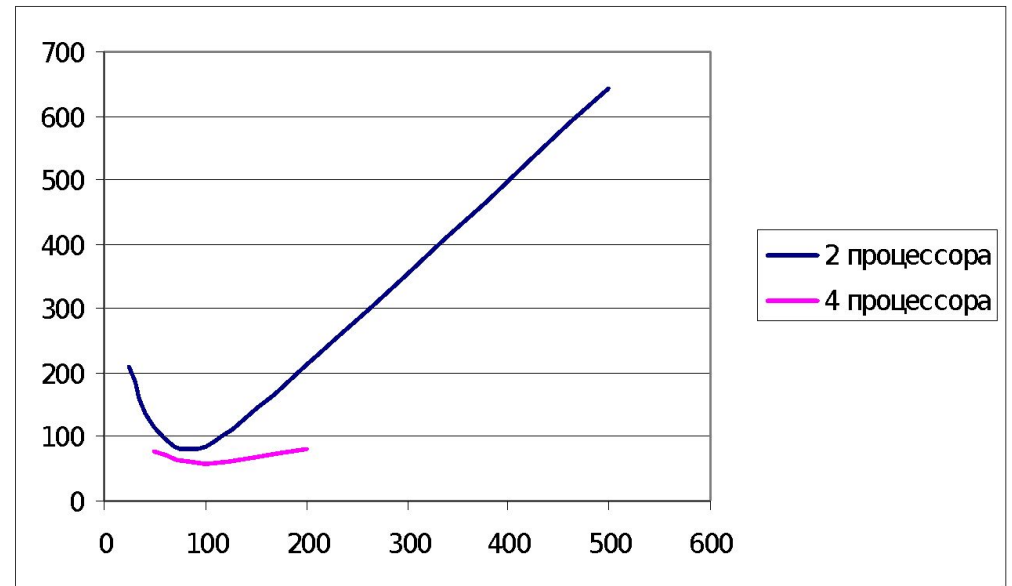
формулой  $C_{i,j} = \sum_{L=1}^K A_{i,L} \times B_{L,j}$ . Необходимые фрагменты выполняются в

произвольном порядке. Управление отвечает только за то, чтобы они все исполнились. Запуск организован таким образом, чтобы одновременно не исполнялись фрагменты, суммирующие результат в один и тот же блок матрицы  $C$ .

После исполнения всех фрагментов кода в матрице  $C$  будет получен результат умножения исходных матриц  $A$  и  $B$ .

# Результаты тестирования

Матрица 5000x5000		
Количество потоков	Размер фрагмента	Время
последовательная	5000	658,06
1	100	161,94
2	25	208,09
	50	115,87
	100	<b>85,70</b>
	200	214,25
	500	642,76
4	50	77,99
	100	<b>56,61</b>
	200	81,65



# Выводы

- Достигается высокое качество динамического распределения ресурсов и гибкая настройка параллельной программы на все доступные ресурсы, а значит и ее переносимость в классе мультимониторов.
- Фрагментация программы позволяет единообразно решить проблему организации межпроцессных обменов данными на фоне вычислений.
- Фрагментирование позволяет решить и другие проблемы, такие как накопление библиотек стандартных подпрограмм в платформонезависимой форме, масштабируемость программ, использование накопленных библиотек последовательных подпрограмм, оптимизация использования памяти ПЭ, и т.д.

Вопросы

**Спасибо за внимание!**