



## Общая схема разработки параллельного метода

- Разделение процесса вычислений на части (*процессы*), которые могут быть выполнены одновременно
- Определение необходимых информационных взаимодействий для выделенных параллельных процессов обработки данных
- Распределение сформированного набора процессов обработки данных по процессорам (отображение параллельной схемы решения задачи на архитектуру компьютерной вычислительной системы)

## Общая схема разработки параллельного метода

### Разделение процесса вычислений на части...

#### **Два основных подхода**

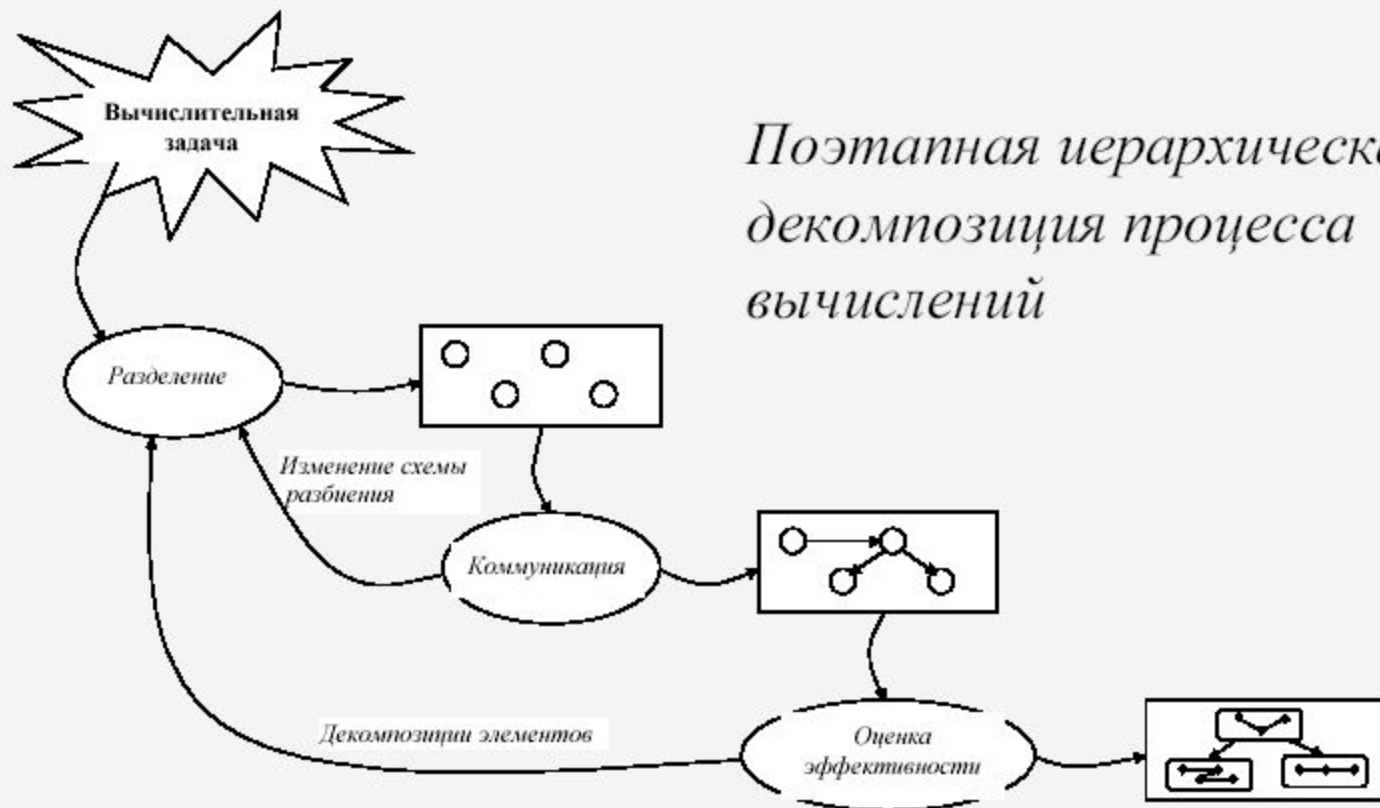
- Декомпозиционный ("сверху-вниз")
- Агрегационный ("снизу-вверх")
- ! Предпочтение декомпозиционному подходу

#### **Этапы декомпозиции**

- Выделение независимых вычислительных действий
- Определение информационных зависимостей
- Оценка возможности эффективного применения получаемой вычислительной схемы для целевых компьютерных систем
- ! Взаимозависимость и итеративность этапов
- ! Детальность декомпозиции определяется необходимым уровнем масштабируемости вычислений

Общая схема разработки параллельного метода

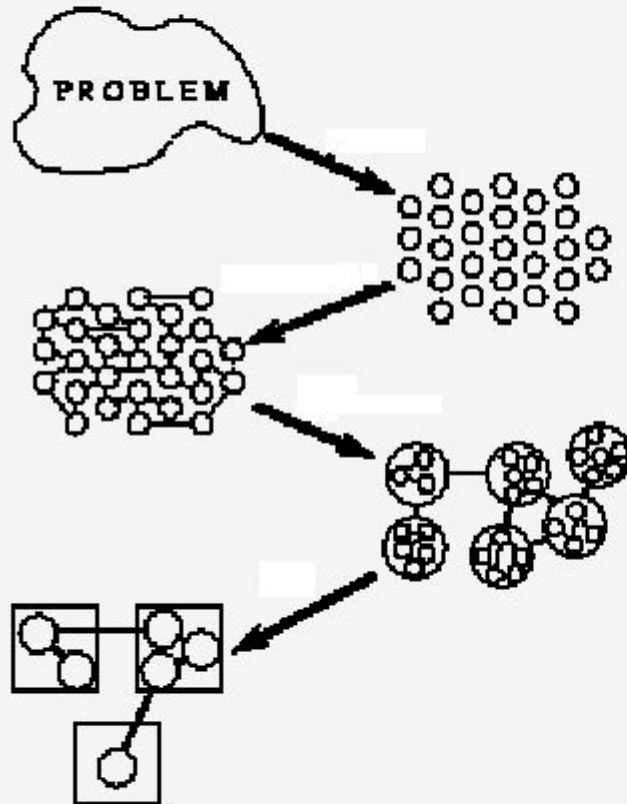
Разделение процесса вычислений на части...



*Поэтапная иерархическая  
декомпозиция процесса  
вычислений*

Общая схема разработки параллельного метода

Разделение процесса вычислений на части...



Подход, основанный на агрегации

- Максимальное возможное разбиение
- Выделение информационных потоков
- Агрегация
- Распределение заданий по процессорам

Общая схема разработки параллельного метода

Разделение процесса вычислений на части...

**Два основных способа**

**Разбиение данных**

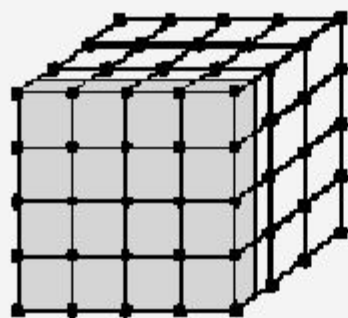
- Разделение обрабатываемых данных на равные блоки небольшого размера (часто на основе разбиения области решения задачи);
- Разбиение процедур обработки в зависимости от способа разделения данных;
- Определение необходимых информационных потоков

**Функциональное разбиение**

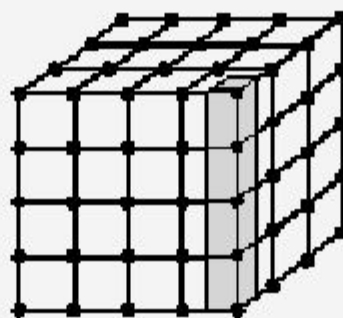
- Разделение процесса вычислений на отдельные процедуры;
- Разбиение данных в зависимости выделенных процедур обработки;
- Определение необходимых информационных потоков

Общая схема разработки параллельного метода

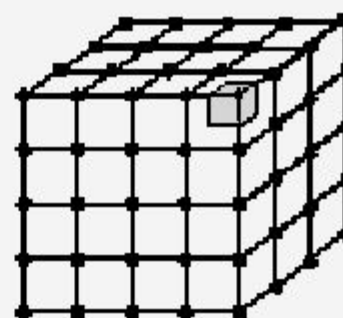
Разделение процесса вычислений на части...



1-D



2-D



3-D

Возможные приемы разделения вычислений по данным

Общая схема разработки параллельного метода

Разделение процесса вычислений на части

**Контрольные вопросы этапа декомпозиции:**

- Достаточно ли выделенных частей процесса вычислений для эффективной загрузки имеющихся процессоров (с учетом возможности увеличения их количества) ?
- Выполненная декомпозиция не увеличивает объем вычислений и необходимый объем памяти ?
- Возможна ли при выбранном способе декомпозиции равномерная загрузка всех имеющихся процессоров ?



## Общая схема разработки параллельного метода

### Определение информационных потоков...

Различают следующие типы информационного взаимодействия параллельно выполняемых процессов...

- По количеству взаимодействующих процессов:
  - *Локальное взаимодействие* – передачи данных в каждый момент времени выполняются только между небольшим числом процессов (располагаемых, как правило, на соседних процессорах)
  - *Глобальное взаимодействие* – в процессе коммуникации принимают участие все процессы
- По схемам коммуникации (топологиям)
  - *Структурное взаимодействие* – организация взаимодействия процесса приводит к формированию вполне определенных схем коммуникации (например, в виде кольца, прямоугольной решетки и т.д.)
  - *Неструктурное взаимодействие* – схема выполняемых операций передачи данных имеет вид графа "нетипового" вида

## Общая схема разработки параллельного метода

### Определение информационных потоков...

#### Типы информационного взаимодействия процессов

- По способу определения моментов взаимодействия:
  - *Статическая схема взаимодействия* – моменты и участники информационного взаимодействия фиксируются на этапах проектирования и разработки параллельных программ
  - *Динамическая схема взаимодействия* – моменты и участники информационного взаимодействия определяются в ходе выполняемых вычислений
- По способу реализации операций передачи данных
  - *Синхронное взаимодействие* – операции передачи данных выполняются только при готовности всех участников взаимодействия и завершаются только после полного окончания всех коммуникационных действий
  - *Асинхронное взаимодействие* – при выполнении операций передачи участники взаимодействия могут не дожидаться полного завершения коммуникационных действий

Общая схема разработки параллельного метода

Определение информационных потоков

**Контрольные вопросы этапа определения информационных потоков:**

- Соответствует ли вычислительная нагрузка процесса интенсивности его информационных потоков ?
- Является ли одинаковой интенсивность информационных потоков для разных процессов ?
- Является ли схема информационного взаимодействия локальной ?
- Не препятствует ли выявленная информационная зависимость параллельному выполнению процессов ?

Общая схема разработки параллельного метода

## Распределение вычислительной нагрузки...

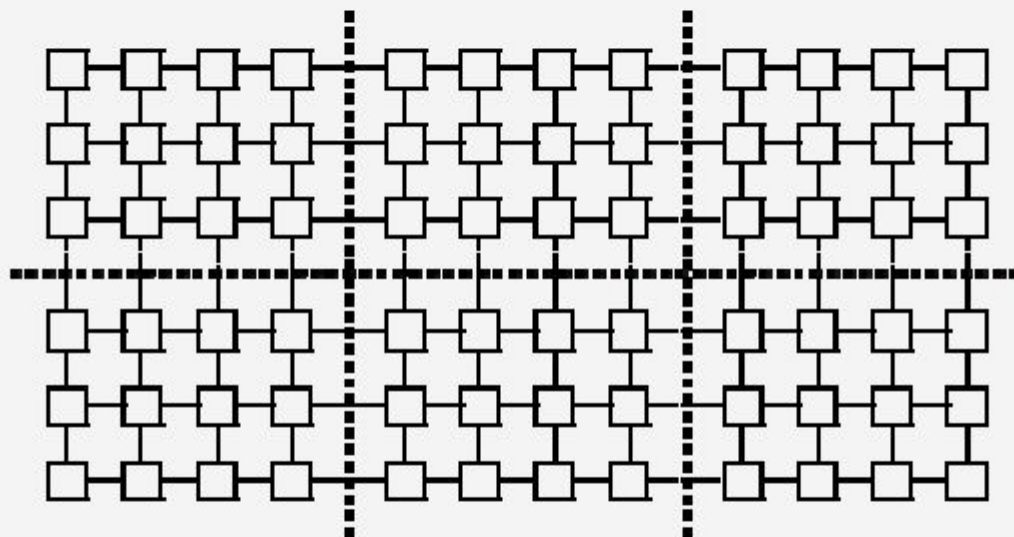
Распределение набора процессов, сформированного в результате декомпозиции используемого метода параллельных вычислений, по процессорам вычислительной компьютерной системы:

- Процессы, которые могут выполняться параллельно, следует разместить на разных процессорах,
- Процессы, между которыми имеется высокая информационная зависимость, целесообразно размещать на одних и тех процессорах.

*Задача распределения вычислительной нагрузки является NP-полной проблемой !!!*

Общая схема разработки параллельного метода

Распределение вычислительной нагрузки...



Пример распределения вычислительной нагрузки

## Общая схема разработки параллельного метода

### Распределение вычислительной нагрузки...

#### **Балансировка вычислительной нагрузки**

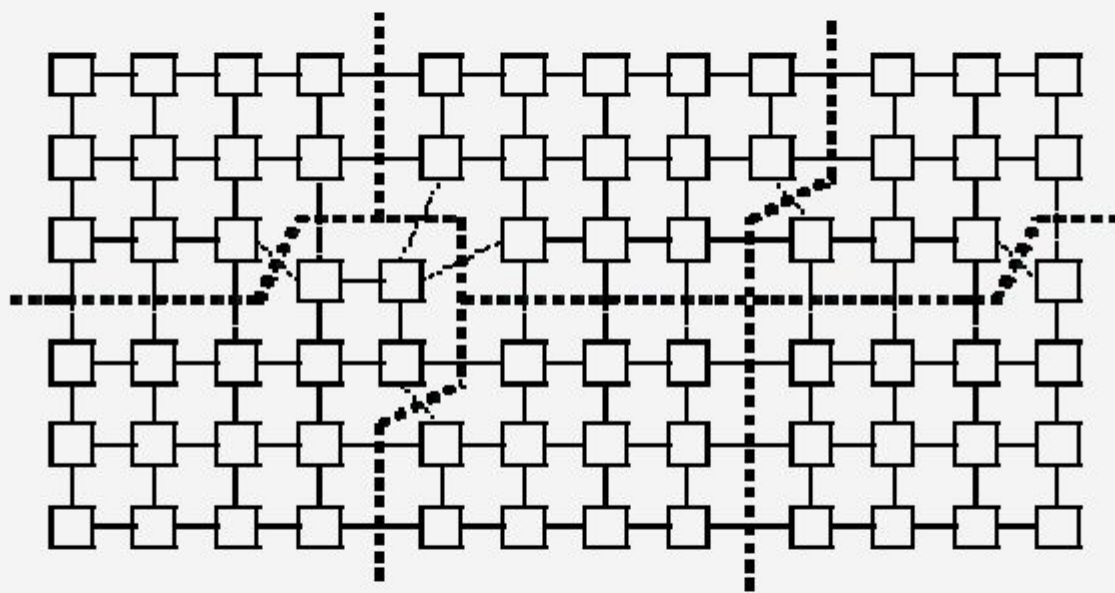
- Статическая/динамическая – до начала или в процессе вычислений
- Затраты на динамическую балансировку должны согласовываться с получаемым эффектом по ускорению параллельных вычислений
- Различают следующие варианты алгоритмов динамической балансировки
  - Локальная/глобальная балансировка
  - Детерминированные/вероятностные модели

Глобальная балансировка обычно приводит к высоким накладным расходам; локальная балансировка часто обеспечивает приемлемый уровень равномерности распределения вычислительной нагрузки



Общая схема разработки параллельного метода

Распределение вычислительной нагрузки...



Пример результата применения локальной схемы  
балансировки вычислительной нагрузки

## Общая схема разработки параллельного метода

### Распределение вычислительной нагрузки...

При использовании функционального способа декомпозиции процесса вычислений, необходима та или иная схема распределения выделенных функциональных операций по процессорам (*task scheduling*).

#### **Возможные подходы:**

- Централизованная схема (*Manager-Worker Scheme*);
- Иерархическая схема;
- Децентрализованная схема (централизованная или распределенная очередь заданий).