

# Понятие параллельных вычислений

# Содержание

- Понятие параллельных вычислений
- Необходимость параллельных вычислений
- Сдерживающие факторы
- Характеристика необходимых знаний и умений
- Структура учебного плана
- Содержание курса
- Литература

# Понятие параллельных вычислений...

Под *параллельными вычислениями* (*parallel or concurrent computations*) можно понимать процессы решения задач, в которых в один и тот же момент времени могут выполняться одновременно несколько вычислительных операций

# Понятие параллельных вычислений

- Параллельные вычисления не сводятся к использованию только многопроцессорных вычислительных систем (существуют ли последовательные компьютеры !?)
- Одновременные выполняемые операции должны быть направлены на решение общей задачи
- Параллельные вычисления следует отличать от многозадачных (многопрограммных) режимов работы последовательных ЭВМ

# Необходимость параллельных вычислений...

- Опережение потребности вычислений быстрогодействия существующих компьютерных систем  
(ex., Problems of Grand Challenge)
  - моделирование климата,
  - геновая инженерия,
  - проектирование интегральных схем,
  - анализ загрязнения окружающей среды,
  - создание лекарственных препаратов и др.

Оценка необходимой производительности –  
 $10^{12}$  операций (1 Tflops)

# Необходимость параллельных вычислений

- Теоретическая ограниченность роста производительности последовательных компьютеров
- Резкое снижение стоимости многопроцессорных (*параллельных*) вычислительных систем
  - 1 Cray T90 processor – 1.8 GFlops (\$2 500 000),
  - 8 Node IBM SP2 using R6000 - 2.1 GFlops (\$500 000)
- Смена парадигмы построения высокопроизводительных процессоров - *многоядерность*

## Сдерживающие факторы...

- **высокая стоимость параллельных систем** –  
в соответствии с *законом Гроша (Grosch)*,  
производительность компьютера  
возрастает пропорционально квадрату его  
стоимости  
**?!**

Сдерживающие факторы...

- **потери производительности для организации параллелизма** – согласно *гипотезе Минского (Minsky)*, ускорение, достигаемое при использовании параллельной системы, пропорционально двоичному логарифму от числа процессоров  
**?!**



## Сдерживающие факторы...

- **постоянное совершенствование последовательных компьютеров** – в соответствии с *законом Мура (Moore)* мощность последовательных процессоров возрастает практически в два раза каждые 18 месяцев  
**?!**

## Сдерживающие факторы...

- **существование последовательных вычислений** – в соответствии с *законом Амдаля (Amdahl)* ускорение процесса вычислений при использовании  $p$  процессоров ограничивается величиной

$$S \leq 1/(f+(1-f)/p) \leq 1/f,$$

где  $f$  есть доля последовательных вычислений в применяемом алгоритме обработки данных  
?!

## Сдерживающие факторы...

- зависимость эффективности параллелизма от учета характерных свойств параллельных систем (**отсутствие мобильности для параллельных программ**)  
**?!**

## Сдерживающие факторы

- существующее программное обеспечение ориентировано в основном на последовательные ЭВМ  
?!

# Характеристика необходимых знаний и умений

- Архитектура параллельных вычислительных систем
- Модели вычислений и методы анализа сложности
- Параллельные методы вычислений
- Параллельное программирование (языки, среды разработки, библиотеки)

*Необходим интегрированный курс по  
параллельному программированию*

# Содержание курса

- Принципы построения параллельных вычислительных систем
- Моделирование и анализ параллельных вычислений
- Оценка коммуникационной трудоемкости параллельных алгоритмов
- Параллельное программирование на основе MPI
- Принципы разработки параллельных методов
- Параллельные методы вычислений
- Программная система ПараЛаб для изучения и исследования методов параллельных вычислений

## Литература...

- **Гергель В.П.** Теория и практика параллельных вычислений. - М.: Интернет-Университет, БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007.
- **Богачев К.Ю.** Основы параллельного программирования. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003.
- **Воеводин В.В., Воеводин Вл.В.** Параллельные вычисления. - СПб.: БХВ-Петербург, 2002.
- **Немнюгин С., Стесик О.** Параллельное программирование для многопроцессорных вычислительных систем — СПб.: БХВ-Петербург, 2002.

# Литература...

## Дополнительная литература:

- **Kumar V., Grama A., Gupta A., Karypis G.** Introduction to Parallel Computing. - The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. 1994. (2nd edn., 2003)
- **Quinn, M. J.** Parallel Programming in C with MPI and OpenMP. – New York: McGraw-Hill, 2004.
- **Wilkinson B., Allen M.** Parallel Programming. – Prentice-Hall, Inc. 1999.
- **Group W., Lusk E., Skjellum A.** Using MPI. Portable Parallel Programming with the Message-Passing Interface. - MIT Press, 1994.



# Заключение

- За время существования вычислительной техники
  - Скорость срабатывания элементов возросла в  $10^6$  раз
  - Быстродействие вычислений увеличилось в  $10^9$  раз

***Развитие вычислительной техники –  
это история*** совершенствования архитектуры  
и практического использования параллелизма

## Вопросы для обсуждения

- Параллельные вычисления необходимы только для задач с высокой вычислительной трудоемкостью ?
- Какие можно привести примеры вычислительно-трудоемких задач ?

Следующая тема

- **Принципы построения параллельных  
вычислительных систем**