

# Параллельные алгоритмы 7 лекций и 6 семинаров 17.05-18.30

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ГОУ ВПО "Московский физико-технический институт"  
(государственный университет)

## ПРОГРАММА

По «Параллельные алгоритмы» \_\_\_\_\_  
(полное название дисциплины в соответствии с учебным планом)

для специальности \_\_\_\_\_

факультет \_\_\_\_\_  
(полное название факультета)

кафедра \_\_\_\_\_  
(полное название кафедры)

курс \_\_\_\_\_ экзамен \_\_\_\_\_  
(семестр)

семестр \_\_\_\_\_ зачет (с оценкой) \_\_\_\_\_  
(семестр)

Самостоятельная работа \_\_\_\_\_  
(часов в неделю)

Лекции \_\_\_\_\_ часов

Практические (семинарские) занятия \_\_\_\_\_ часов

Лабораторные занятия \_\_\_\_\_ часов

Всего \_\_\_\_\_ часов

Программу составил(и) \_\_\_\_\_ проф., д.ф.-м.н.  
(часов в неделю)  
Якобовский М.В.  
(фамилия, инициалы)

Программа обсуждена на заседании кафедры

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Четверушкин Б.Н.  
(подпись) (фамилия, инициалы)

## **Лекции**

### **Л7 Введение**

Области применения многопроцессорных систем, решаемые на МВС задачи.

Примеры многопроцессорных и распределенных систем. Транспьютеры.

Внутренний параллелизм.

Ускорение и эффективность параллельных алгоритмов.

### **Л7 Архитектуры ЭВМ**

Машина Фон Неймана.

Общая память (UMA), проблема доступа к общим переменным, проблема когерентности кэш.

Распределенная память (двусторонние обмены). Топологии систем (линейка, кольцо, решётка, тор, куб, гиперкуб, звезда, клика, колючая проволока).

Смешанные архитектуры. Односторонние обмены. NUMA. ccNUMA.

### **Л7 Базовые алгоритмы (начало)**

Сдваивание, каскадное сдваивание.

Геометрический параллелизм.

Канал передачи данных, его свойства.

Виды обменов. Синхронные, асинхронные небуферизованные и буферизованные.

Диффузная балансировка.

### **Л7 Базовые алгоритмы (продолжение)**

Конвейерный параллелизм.

Коллективное решение.

Семафоры, P и V функции, критические секции, мониторы.

Барьерная синхронизация.

Сумма ряда  $x^i/i!$  – иллюстрация падения эффективности за счет появления новых операций.

### **Л7 Сортировка данных с точки зрения МВС**

Построение эталонного последовательного алгоритма сортировки.

Сети сортировки.

Четно-нечетные перестановки.

Четно-нечетное слияние Бэтчера.

### **Л7 Динамическая балансировка загрузки процессоров.**

Диффузная балансировка.

Серверный параллелизм.

Адаптивное интегрирование

### **Л7 Общие проблемы применения МВС**

Декомпозиция графов. Критерии декомпозиции. Иерархические алгоритмы. Локальное уточнение. Спектральная бисекция. Инкрементный алгоритм.

Визуализация сеточных данных. Клиент-серверная технология. Распределённый ввод-вывод. Огрубление данных с контролируемой точностью.

Параллельная генерация псевдослучайных чисел. Линейно-конгруэнтные генераторы.

M-последовательности

## Практика

Программа практических занятий включает:

- два лекционных раздела по 45 минут каждый.
- четыре обязательные параллельные программы
- три дополнительные параллельные программы, выполнение которых необязательно, но желательно для тех, кто выполнит основные.

### Лекционные разделы:

T1 Технология MPI. Базовые функции MPI. Модель MPI приложения. Компиляция и запуск программ.

T2 Стандарт Posix и программирование на общей памяти. Порождение нитей на общей памяти. Особенности использования нитями локальных переменных и элементов общих массивов.

### Обязательные программы:

П1 Программа суммирования натуральных чисел на распределенной памяти.

П2 Одномерная теплопроводность с фиксированными коэффициентами (на основе геометрического параллелизма).

П3 Программа суммирования натуральных чисел на общей памяти.

П4 Программа определения одномерного определенного интеграла на общей памяти.

### Дополнительные программы:

Д1 Символьное сложение многоразрядных чисел на системе с распределенной памятью. Иллюстрация неэффективного последовательного, но хорошо масштабируемого параллельного алгоритма.

Д2 Численное моделирование на основе явной схемы одномерной теплопроводности с коэффициентами, время расчета которых зависит от температуры. Изучение диффузной балансировки загрузки процессоров.

Д3 Адаптивное интегрирование на общей памяти на основе алгоритма локальных и глобального стека. [[М.В. Якововский, Е.Ю. Кулькова Решение задач на многопроцессорных вычислительных системах с разделяемой памятью. - М.: СТАНКИН, 2004. – 30 с.](#)]

## **Практические занятия**

### **С6 Программирование на MPI (Основы)**

Т1 Технология MPI. Базовые функции MPI. Модель MPI приложения. Компиляция и запуск программ.

П1 Программа суммирования натуральных чисел.

### **С6 Программирование на MPI (ускорение и эффективность)**

П1 Программа суммирования натуральных чисел на MPI.

Д1 (Символьное сложение многозначных чисел.)

Иллюстрация неэффективного последовательного, но хорошо масштабируемого параллельного алгоритма.

### **С6 Программирование на MPI (статическая балансировка)**

П2 Одномерная теплопроводность с фиксированными коэффициентами (на основе геометрического параллелизма).

### **С6 Программирование на MPI (динамическая балансировка)**

П2 Одномерная теплопроводность с фиксированными коэффициентами.

Д2 (Одномерная теплопроводность с коэффициентами, время расчета которых зависит от температуры (Диффузная балансировка.))

### **С6 Программирование на общей памяти (основы, Posix)**

Т2 Стандарт Posix и программирование на общей памяти. Порождение нитей на общей памяти. Особенности использования нитями локальных переменных и элементов общих массивов.

П3 Суммирование чисел на общей памяти.

П4 Одномерное интегрирование.

### **С6 Программирование на общей памяти (динамическая балансировка)**

П4 Одномерное интегрирование.

Д3 (Адаптивное интегрирование)

## Содержание лекционных разделов T1 и T2

### T1 Технология MPI. Базовые функции MPI. Модель MPI приложения. Компиляция и запуск программ.

#### Общие понятия MPI. Коммуникаторы

<http://rsusu1.rnd.runnet.ru/tutor/method/m2/page02.html>

#### Базовые функции MPI

<http://rsusu1.rnd.runnet.ru/tutor/method/m2/page03.html>

```
#include <mpi.h>
MPI_Init
MPI_Finalize
MPI_Comm_size
MPI_Comm_rank
MPI_Send
MPI_Recv
MPI_Status
MPI_Wtime
MPI_Wtick
```

Команды компиляции и запуска, правила принудительной остановки программы.

```
mpicc
mpirun
<ctrl-C>, killall, ...
```

### T2 Стандарт Posix и программирование на общей памяти. Порождение нитей на общей памяти. Особенности использования нитями локальных переменных и элементов общих массивов.

Все необходимые сведения есть в работе (стр 28-30).

[М.В. Якововский, Е.Ю. Кулькова Решение задач на многопроцессорных вычислительных системах с разделяемой памятью. - М.: СТАНКИН, 2004. – 30 с.  
http://www.imamod.ru/~serge/arc/stud/Jacob\\_2.pdf](http://www.imamod.ru/~serge/arc/stud/Jacob_2.pdf)

#### Семафоры

```
#include <semaphore.h>
int sem_init(sem_t *sem, int pshared, unsigned int value);
int sem_wait(sem_t * sem);
sem_post(&sem);
```

#### Процессы

```
#include <pthread.h>
int pthread_create(pthread_t * tid, pthread_attr_t * attr, void * (*start_routine)(void *), void *
arg);
int pthread_join(pthread_t tid, void **thread_return);
int thr_setconcurrency(int p);
```

#### Компиляция и сборка

```
gcc prog.c -lpthread -lrt -o prog.x
```

#### Измерение времени

```
double vmtime(void)
{double z;
struct timeval tst;
struct timezone tz;
gettimeofday(&tst,&tz);
z = (double)tst.tv_sec+1e-6*tst.tv_usec;
```

```
return z;}
```

### Список литературы

2. Якововский М.В. Распределенные системы и сети. Учебное пособие. - М.: МГТУ "Станкин", 2000, 118 с, ил
2. [М.В. Якововский, Е.Ю. Кулькова Решение задач на многопроцессорных вычислительных системах с разделяемой памятью. - М.: СТАНКИН, 2004. - 30 с.](#)
20. Грегори Р. Эндрюс - Основы многопоточного, параллельного и распределенного программирования. "Вильямс ", 2003
20. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. - СПб.: БХВ-Петербург, 2002.
20. Э. Дейкстра. Взаимодействие последовательных процессов.  
<http://khpi-iip.mipk.kharkiv.edu/library/extent/dijkstra/ewd123/index.html>
20. Языки программирования. Редактор Ф.Женюи. Перевод с англ В.П.Кузнецова. Под ред. В.М.Курочкина. М.: "Мир", 1972
20. Коновалов А.Н. Введение в вычислительные методы линейной алгебры. Новосибирск: ВО "Наука". Сибирская издательская фирма, 1993, 159 с.
20. Дональд Э. Кнут Искусство программирования. Том 3. Сортировка и поиск
20. Роберт Седжвик - Фундаментальные алгоритмы на С. Части 1 - 5. Анализ. Структуры данных. Сортировка. Поиск. Алгоритмы на графах
20. Высокоскоростные вычисления. Архитектура, производительность, прикладные алгоритмы и программы суперЭВМ: Пер. с англ./ Под ред. Я.Ковалика. - Москва, Радио и связь, 1988, 432 с.
20. Дж. Ортега. Введение в параллельные и векторные методы решения линейных систем: Пер.с англ.-М.:Мир, 1991, с.24, с.34.
20. Транспьютеры. Архитектура и программное обеспечение. Пер. с

- англ. / Под ред. Г. Харпа. - М.: Радио и связь, 1993, 304 с., ил.
20. Программирование на параллельных вычислительных системах:  
Пер. с англ. /Р.Бэбб, Дж.-Мак-Гроу, Т.Акселрод и др.; под ред.  
Р.Бэбба II. - М.:Мир, 1991, -376 с., ил.
20. Архитектура ЭВМ и численные методы. Сб. науч. трудов / Под  
ред. В.В.Воеводина. М.: ОВМ АН СССР, 1983г. - 142 с.
20. Гудман С., Хидетниemi С. Введение в разработку и анализ  
алгоритмов. М.: Пер. с англ. - Мир, 1981, 368 с.
20. Оре О. Теория графов. Москва, наука, 1980, 336 с., перевод с  
англ.
20. Hoare C.A.R. Communication sequential process // Communs ACM, N 8,  
1978, pp. 666-667
20. <http://parallel.ru>
20. <http://top500.org>
20. <http://supercomputers.ru>