**Практическая работа 1**

**Разработка линейных алгоритмов**

Цель: подготовить алгоритмы программный код для реализации параллельных алгоритмов

Задача:

разработать и реализовать линейные алгоритмы для последующего программирования параллельных программ

**Задание 1.** (5%)

Написать программу, перемножающую матрицы размером n\*n.

**Задание 2.** (30%)

Написать программу, реализующую ИТЕРАТИВНОЕ и РЕКУРРЕНТНОЕ вычисление определенного интеграла методом ТРАПЕЦИЙ и методом ПРЯМОУГОЛЬНИКОВ.

**Задание 3.** (5%)

Написать программу, копирующую одну матрицу в другую, с использованием буферной переменной

**Задание 4.** (30%)

Написать программу, реализующую быструю сортировку.

**Задание 5.** (30%)

Написать программу, реализующую поразрядную сортировку целых чисел. Программа должна анализировать ДВОИЧНОЕ представление чисел и адаптироваться к длине любого целочисленного типа.

# Литература

1. Искусство программирования = The Art of Computer Programming : пер. с англ. В 3 т. Т. 3. Сортировка и поиск / Д. Э. Кнут. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Вильямс, 2003. - 822 с. : ил. - Прил.: с. 794-803. - Предм.-имен. указ.: с. 804-822. - ISBN 5-8459-0082-4 : 288-44.

# Вопросы для контроля

1. Понятие параллельного программирования. Процессы и потоки.
2. Архитектуры многопроцессорных вычислительных систем.
3. Классы параллельных вычислений.
4. Основные парадигмы параллельных вычислений.
5. Итеративный параллелизм.
6. Рекурсивный параллелизм.
7. Производители и потребители.
8. Клиенты и серверы.
9. Взаимодействующие равные.

**Практическая работа 2**

**Итерационный параллелизм OpenMP: параллельные циклы**

Цель занятия:

* углубить знания в разработке параллельных итерационных алгоритмов;
* приобрести умение разрабатывать параллельные итерационные алгоритмы
* развить навыки программирования алгоритмов на С++.

По рекомендованной литературе изучите:

* + основные понятия OpenMP;
  + структуру директив OpenMP;
  + программирование параллельных циклов на OpenMP.

**Задание 1.** (10%)

Написать программу, проверяющую поддержку OpenMP, определяющую версию OpenMP и количество ядер процессоров [1, с. 8].

***Замечание:***

Программа должна выводить версию OpenMP, а не дату принятия версии. Хронология версий доступна на сайте OpenMP/

**Задание 2.** (50%)

Написать программы, перемножающие матрицы размером n\*n:

* 1. Поэлементное перемножение
  2. Ленточная схема:
     + студенты с четными номерами разрабатывают алгоритм параллельный по столбцам, с нечетными – по строкам матрицы А;
     + контролировать количество потоков, протоколировать очередность работы потока.

**Задание 3.** (40%)

а) Используя материал, расположенный по ссылке <http://www.intuit.ru/studies/courses/1156/190/lecture/4954?page=1>

(или другой источник) рассчитайте сложность алгоритмов перемножения матриц.

б) Проведите теоретический анализ эффективности ленточного алгоритма, рассчитав коэффициенты ускорения и загрузки.

в) Проведите анализ эффективности ленточного алгоритма по сравнению с последовательным в зависимости от *n*, основываясь на замере времени выполнения программ. Постройте график, объясните полученные результаты. График и выводы поместите в отчет по работе.

# Литература

1. Антонов А.С. Параллельное программирование с использованием OpenMP: учебное пособие / А.С. Антонов. – М.: Изд-во МГУ, 2009. - 77 с.
2. OpenMP C and C++ Application Program Interface. Version 2.0 March 2002 // Электрон. дан. - Режим доступа: [http://www.openmp.org](http://www.openmp.org/)
3. OpenMP Application Program Interface. Version 4.0 July 2013 // Электрон. дан. - Режим доступа: [http://www.openmp.org](http://www.openmp.org/)
4. OpenMP 4.0 API C/C++ Syntax Quick Reference Card // Электрон. дан. - Режим доступа: [http://www.openmp.org](http://www.openmp.org/)
5. OpenMP Application Program Interface. Examples. Version 4.0.1 February 2014 // Электрон. дан. - Режим доступа: [http://www.openmp.org](http://www.openmp.org/)

# Вопросы для зачета:

1. Парадигмы параллельного программирования.
2. Итеративный параллелизм, примеры задач, условия распараллеливания.
3. Характеристика технологии OpenMP.
4. Модель OpenMP программы.
5. Модель памяти OpenMP.
6. Поясните структуру директив OpenMP.
7. Виды директив OpenMP.
8. Как узнать версию OpenMP?
9. Как определить средствами OpenMP время выполнения программы, потока? Как определить точность измерения?
10. Как определить количество ядер процессоров?
11. Определите, какое максимальное количество нитей позволяет породить для выполнения параллельных областей программы ваша система?
12. Как определить количество нитей для области и программы в целом? 13.Поясните структуру директивы для параллельных циклов?

14.Как происходит барьерная синхронизация в параллельных циклах, управление синхронизацией.

**Практическая работа 3**

**Итерационный параллелизм OpenMP: редукция**

Цель занятия:

* углубить знания в разработке параллельных итерационных алгоритмов;
* приобрести умение разрабатывать параллельные итерационные алгоритмы
* развить навыки программирования алгоритмов на С++.

**Задание 1.** (40%)

Напишите программу, вычисляющую значение определенного интервала по параллельному итерационному алгоритму методом трапеций и методом Симпсона. На входе программы – число интервалов.

Условия:

* + определите точность решения задачи на тестовых примерах при использовании метода трапеций и метода Симпсона при одинаковом количестве интервалов;
  + проведите анализ эффективности решения параллельной задачи в случае метода трапеции. Постройте график, объясните полученные результаты.

**Задание 2.** (40%)

Используя программу задания 1, вычислите значение числа Pi:

а) по правому верхнему квадранту единичной окружности,

б) как значение ʃ10 4/(1 + x2) dx

Условие: оцените точность вычислений в зависимости от числа интервалов.

**Задание 3.** (20%)

Используя примеры 39.1с и 39.2с из [2, с. 140], напишите параллельную программу для вычисления минимума и максимума в массиве.

**Литература**

1. Антонов А.С. Параллельное программирование с использованием OpenMP: учебное пособие / А.С. Антонов. – М.: Изд-во МГУ, 2009. - 77 с.
2. OpenMP: Application Program Interface Examples. Version 4.0.1 - February 2014 // Электрон. дан. - Режим доступа: <http://openmp.org/mp-> documents/OpenMP\_Examples\_4.0.1.pdf
3. OpenMP C and C++ Application Program Interface. Version 2.0 March 2002 // Электрон. дан. - Режим доступа: [http://www.openmp.org](http://www.openmp.org/)
4. OpenMP Application Program Interface. Version 4.0 July 2013 // Электрон. дан. - Режим доступа: [http://www.openmp.org](http://www.openmp.org/)
5. OpenMP 4.0 API C/C++ Syntax Quick Reference Card // Электрон. дан. - Режим доступа: [http://www.openmp.org](http://www.openmp.org/)
6. OpenMP Application Program Interface. Examples. Version 4.0.1 February 2014 // Электрон. дан. - Режим доступа: [http://www.openmp.org](http://www.openmp.org/)

# Вопросы для зачета:

1. Парадигмы параллельного программирования.
2. Итеративный параллелизм, примеры задач, условия распараллеливания.
3. Характеристика технологии OpenMP.
4. Как узнать версию OpenMP?
5. Как определить средствами OpenMP время выполнения программы, потока? Как определить точность измерения?
6. Поясните структуру директивы OpenMP.
7. Модель OpenMP программы.
8. Как определить количество ядер процессоров?
9. Определите, какое максимальное количество нитей позволяет породить для выполнения параллельных областей программы ваша система
10. Как определить количество нитей для области и программы в целом? 11.Поясните структуру директивы для параллельных циклов?
11. Как происходит барьерная синхронизация в параллельных циклах, управление синхронизацией.
12. Поясните назначение опции reduction в директиве for. 14.Идентификаторы опции reduction.

**Практическая работа 4**

**OpenMP: Рекурсивный параллелизм**

**Задание 1.** (25%)

Написать программу, реализующую рекуррентное вычисление определенного интеграла методом трапеций.

**Задание 2.** (25%)

Написать программу, реализующую быструю сортировку.

**Задание 3.** (25%)

Написать программу, реализующую поразрядную сортировку.

**Задание 4.** (25%)

Написать программу, вычисляющую сумму элементов бинарного дерева.

# Литература

1. Антонов А.С. Параллельное программирование с использованием OpenMP: учебное пособие / А.С. Антонов. – М.: Изд-во МГУ, 2009. - 77 с.
2. OpenMP C and C++ Application Program Interface. Version 2.0 March 2002 // Электрон. дан. - Режим доступа: [http://www.openmp.org](http://www.openmp.org/)
3. OpenMP Application Program Interface. Version 4.0 July 2013 // Электрон. дан. - Режим доступа: [http://www.openmp.org](http://www.openmp.org/)
4. OpenMP 4.0 API C/C++ Syntax Quick Reference Card // Электрон. дан. - Режим доступа: [http://www.openmp.org](http://www.openmp.org/)
5. OpenMP Application Program Interface. Examples. Version 4.0.1 February 2014 // Электрон. дан. - Режим доступа: [http://www.openmp.org](http://www.openmp.org/)
6. Параллельная быстрая сортировка. [C++, OpenMP] // Электрон. дан. - Режим доступа: <http://pro-prof.com/archives/1220>

**Практическая работа 5**

**OpenMP: Производитель-потребитель**

**Задание 1.** (10%)

Написать программу, копирующую одну матрицу в другую, с использованием буферной переменной.

**Задание 2.** (40%)

Один процесс читает строки из файла, содержащего код программы, и кладет их в одиночный буфер, второй обрабатывает их и выводит на экран.

Программа должна выводить лог работы.

**Задание 3.** (50%)

Есть два (достаточно больших) типизированных файла (пусть int) которые могут читать M (не менее трех) процессов производителей. Производители читают блок по К (K>=5) чисел и передают его в кольцевой буфер из N (N>=7) элементов. S процессов-потребителей (S>=5) читают по одному числу из буфера. Период записи производителя примерно в пять раз больше периода чтения потребителя.

Программа должна выводить лог работы.

# Литература

1. Антонов А.С. Параллельное программирование с использованием OpenMP: учебное пособие / А.С. Антонов. – М.: Изд-во МГУ, 2009. - 77 с.
2. OpenMP C and C++ Application Program Interface. Version 2.0 March 2002 // Электрон. дан. - Режим доступа: [http://www.openmp.org](http://www.openmp.org/)
3. OpenMP Application Program Interface. Version 4.0 July 2013 // Электрон. дан. - Режим доступа: [http://www.openmp.org](http://www.openmp.org/)
4. OpenMP 4.0 API C/C++ Syntax Quick Reference Card // Электрон. дан. - Режим доступа: [http://www.openmp.org](http://www.openmp.org/)
5. OpenMP Application Program Interface. Examples. Version 4.0.1 February 2014 // Электрон. дан. - Режим доступа: [http://www.openmp.org](http://www.openmp.org/)
6. Параллельная быстрая сортировка. [C++, OpenMP] // Электрон. дан. - Режим доступа: <http://pro-prof.com/archives/1220>

**Практическая работа 6**

**OpenMP: Классические задачи**

**Задание 1.** (40%)

Реализовать задачу обедающих философов.

**Задание 2.** (60%)

Реализовать задачу читатели-писатели.

**Литература**

1. Антонов А.С. Параллельное программирование с использованием OpenMP: учебное пособие / А.С. Антонов. – М.: Изд-во МГУ, 2009. - 77 с.
2. OpenMP C and C++ Application Program Interface. Version 2.0 March 2002 // Электрон. дан. - Режим доступа: [http://www.openmp.org](http://www.openmp.org/)
3. OpenMP Application Program Interface. Version 4.0 July 2013 // Электрон. дан. - Режим доступа: [http://www.openmp.org](http://www.openmp.org/)
4. OpenMP 4.0 API C/C++ Syntax Quick Reference Card // Электрон. дан. - Режим доступа: [http://www.openmp.org](http://www.openmp.org/)
5. OpenMP Application Program Interface. Examples. Version 4.0.1 February 2014 // Электрон. дан. - Режим доступа: [http://www.openmp.org](http://www.openmp.org/)