Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»

Кафедра обчислювальної техніки

(повна назва кафедри, циклової комісії)

Члени комісії

(підпис) (вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис) (вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис) (вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Студента 3 курсу групи ІО-01

напряму підготовки 050102

«Комп’ютерна інженерія»

Шийка В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник доцент Корочкін О.В.

Національна оцінка

Кількість балів:

Оцінка: ECTS

**Курсова робота**

з дисципліни «Паралельні та розподілені обчислення»

(назва дисципліни)

на тему: «Розробка програмного забезпечення   
для паралельних комп’ютерних систем»

Київ – 2013 рік

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»

Факультет (інститут) інформатики та обчислювальної техніки

(повна назва)

Кафедра обчислювальної техніки

(повна назва)

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Напрям підготовки 6.050102 «Комп’ютерна інженерія»

(шифр і назва)

**Завдання**

на курсову роботу студенту

Шийка Владислав Володимирович

(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема роботи «Розробка програмного забезпечення для паралельних комп’ютерних систем».
2. Керівник роботи к. т. н., доцент Корочкін Олександр Володимирович.

(вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

1. Строк подання студентом роботи 14 травня 2013 р.
2. Вихідні дані для роботи:

* огляд шестиядерних процесорів компанії AMD;
* математична задача ;
* структури паралельної комп’ютерної системи з спільною пам’яттю (ПКС СП) та паралельної комп’ютерної системи з локальною пам’яттю (ПКС ЛП);
* Мови програмування: Ada

1. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

* огляд шестиядерних процесорів компанії AMD;
* розробка і тестування програми ПРГ1 для ПКС СП;
* розробка і тестування програми ПРГ2 для ПКС ЛП.



Рисунок 0.1 – Структура ПКС СП



Рисунок 1.2 – Структура ПКС ЛП

1. Перелік графічного матеріалу:

* структурна схема ПКС СП;
* структурна схема ПКС ЛП;
* схеми алгоритмів процесів і головної програми для ПРГ1;
* схеми алгоритмів процесів і головної програми для ПРГ2.

1. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № з/п | Назва етапів виконання КР | Строк виконання етапів КР |
|  | Виконання огляду для розділу 1 | 25.03.2013 |
|  | Розробка паралельного алгоритму рішення задачі | 06.04.2013 |
|  | Розробка алгоритмів процесів | 07.04.2013 |
|  | Розробка схем взаємодії процесів | 13.04.2013 |
|  | Розробка програм | 20.04.2013 |
|  | Тестування програм | 23.04.2013 |
|  | Оформлення КР | 08.05.2013 |
|  | Захист КР | 23.05.2013 |

Студент

(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис) (прізвище та ініціали)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА  
ЗАПИСКА**

**Зміст**

[ВСТУП 8](#_Toc356285363)

[РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ШЕСТИТИЯДЕРНИХ ПРОЦЕСОРІВ AMD. 9](#_Toc356285364)

[1.1. Багатоядерність як сучасний спосіб підвищення продуктивності 9](#_Toc356285365)

[1.2. Технологія AMD Turbo Core 10](#_Toc356285366)

[1.3. Огляд шестиядерних процесорів AMD 11](#_Toc356285367)

[1.3.1 Огляд шестиядерного процесора AMD Phenom II X6 1055T 11](#_Toc356285368)

[1.3.2 Огляд шестиядерного процесора AMD Phenom II X6 1075T 13](#_Toc356285369)

[1.3.3 Огляд шестиядерного процесора AMD Phenom II X6 1100T 16](#_Toc356285370)

[1.3.4 Огляд шестиядерного процесора AMD FX-6100 на базі архітектури Bulldozer 19](#_Toc356285371)

[1.4. Висновки до розділу 1 21](#_Toc356285372)

[РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ПРГ1 ДЛЯ ПКС CП 22](#_Toc356285373)

[2.1. Розробка паралельного математичного алгоритму 22](#_Toc356285374)

[2.2. Розробка алгоритмів процесів 23](#_Toc356285375)

[2.3. Розробка схеми взаємодії процесів 26](#_Toc356285376)

[2.4 Розробка програми ПРГ1 27](#_Toc356285377)

[2.5. Тестування програми ПРГ1 28](#_Toc356285378)

[2.5.1 Опис паралельної обчислювальної системи 28](#_Toc356285379)

[2.5.2 Методика проведення тестування 28](#_Toc356285380)

[2.5.3 Результат тестування 29](#_Toc356285381)

[2.6. Висновки до розділу 2 33](#_Toc356285382)

[РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ПРГ2 ДЛЯ ПКС ЛК 34](#_Toc356285383)

[3.1. Розробка паралельного математичного алгоритму 34](#_Toc356285384)

[3.2. Розробка алгоритмів процесів 35](#_Toc356285385)

[3.3. Розробка схеми взаємодії процесів 37](#_Toc356285386)

[3.4. Розробка програми ПРГ2 38](#_Toc356285387)

[3.5. Тестування програми ПРГ2 38](#_Toc356285388)

[3.5.1 Опис паралельної обчислювальної системи 38](#_Toc356285389)

[3.5.2 Методика проведення тестування 39](#_Toc356285390)

[3.5.3 Результат тестування 39](#_Toc356285391)

[3.6. Висновки до розділу 3 44](#_Toc356285392)

[СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 46](#_Toc356285393)

[ДОДАТКИ…………………………………………………...……………………...47](#_Toc355911901)

[Додаток А. Структурна схема ПКС СП……………………………………………………………….............................47](#_Toc355911902)

[Додаток Б. Схема алгоритму головної програми зі вказанням паралельних ділянок для ПРГ1…………………………………………………………………48](#_Toc355911903)

[Додаток В. Схема алгоритму процесів для програми ПРГ1…………………..49](#_Toc355911904)

[Додаток Г. Лістинг програми ПРГ1…………………………………..................](#_Toc355911905)

[Додаток Д. Код скрипта для тестування ПРГ1…………………………………](#_Toc355911906)

[Додаток Е. Структурна схема ПКС ЛП………………………………................62](#_Toc355911907)

[Додаток Ж. Схема алгоритму головної програми зі вказанням паралельних ділянок для ПРГ2………………………………………………………………....63](#_Toc355911908)

[Додаток З. Схема алгоритму процесів для програми ПРГ2…………………...64](#_Toc355911909)

[Додаток К. Лістинг програми ПРГ2…………………………….........................66](#_Toc355911910)

[Додаток Л. Код скрипта для тестування ПРГ2…………………………………](#_Toc355911911)77

# ВСТУП

Курсова робота по дисципліні «Паралельні і розподілені обчислення» складається з трьох розділів.

В першому розділі «Огляд шестиядерних процесорів компанії AMD» описані передумови виникнення багатоядерності, загальна характеристика процесорів AMD.

Другий та третій розділи присвячені розробці програми для обчислення математичної задачі в паралельній комп’ютерній системі зі спільною та локальною пам’яттю відповідно. Програмне забезпечення для комп’ютерної системи зі спільною пам’яттю розроблено на мові Ada з використанням захищеного модуля, а для комп’ютерної системи з локальною пам’яттю – розроблено на мові Ada з використанням механізму організації взаємодії Rendezvous. Проведено тестування отриманих програмних продуктів і зроблено висновки по їх ефективності.

Лістинги та алгоритми розроблених програм наведено у додатках.

# РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ШЕСТИТИЯДЕРНИХ ПРОЦЕСОРІВ AMD.

## 1.1. Багатоядерність як сучасний спосіб підвищення продуктивності

Багатоядерний процесор складається з двох і більше «обчислювальних ядер» на одному кристалі. Він має один корпус і встановляється в один роз'єм на системній платі комп'ютера, але операційна система сприймає кожне його обчислювальне ядро як окремий процесор з повним набором обчислювальних ресурсів.

Така стратегія за принципом «розділяй і володарюй» (паралелізм на рівні процесів і нитей) відчутно збільшує продуктивність багатозадачної роботи на оптимізованому під таку роботу програмному забезпеченні, бо кілька застосунків зможе працювати дійсно паралельно.

У застосунках, оптимізованих під паралельне виконання, спостерігається приріст продуктивності на двоядерних процесорах. Однак, якщо програма не оптимізована, то воно не буде отримувати практично ніякої вигоди від додаткових ядер, а може навіть виконуватися повільніше, ніж на процесорі з меншою кількістю ядер, але більшою тактовою частотою. Це в основному старі програми, або програми, яким багатозадачність не потрібна (наприклад, програвач музики) або неможлива.

**Advanced Micro Devices, Inc.** (**AMD**) — компанія виробник інтегрованої електроніки. Це другий найбільший постачальник x86сумісних процесорів і великий постачальник флеш-пам'яті. Через жорстку цінову конкуренцію з багаторічним суперником Intel фінансові показники не мають стабільності: благополучні періоди чергуються з періодами збитків. При цьому AMD, не економлячи, фінансує свої наукові дослідження (до 20% від обсягу продажу) та розширює свої виробничі потужності. У AMD одні з найсучасніших у галузі виробничі потужності, розташовані в США, Південно-Східній Азії. Що стосується азіатських виробництв AMD, то вони створені в Японії в рамках спільного з Fujitsu підприємства з виробництва модулів флеш-пам'яті на основі 0,35-мікронних технологій. Крім того, AMD має складальні і тестові майданчики у Сінгапурі і Таїланді. Стратегічними партнерами компанії AMD у виробництві персональних комп'ютерів є такі загальновідомі компанії, як Acer, Fujitsu/ICL, Hewlett-Packard і IBM. Їх супроводжують 3Com, Bay Networks, Cabletron і Cisco у мережевих продуктах і Alcatel, AT&T, Ericsson, NEC,Siemens і Sony на ринку телекомунікаційних систем.

Таблиця 1.1 Шестиядерні моделі процесорів **AMD Phenom II X6** на ядрі Thuban

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Модуль | Частота | Max Turbo | L2 кеш | L3 кеш | TDP, ВТ |
|  |  |  |  |  |  |
| **AMD Phenom II X6 1055T** | 2,8 ГГц | 3,3 ГГц | 3MB | 6MB | 125 |
| **AMD Phenom II X6 1075T** | 3 ГГц | 3,5 ГГц | 3MB | 6MB | 125 |
| **AMD Phenom II X6 1100T** | 3,3 ГГц | 3,7 ГГц | 3MB | 6MB | 125 |

## 1.2. Технологія AMD Turbo Core

Спеціально для додатків, не оптимізованих під багатопоточне виконання, у нових процесорах AMD Phenom II X6 була реалізована технологія AMD Turbo Core за аналогією Intel Turbo Boost.Технологія AMD Turbo Core значно відрізняється від технології конкурента Intel Turbo Boost.

**Робота технології AMD Turbo Core**

Особливістю нових процесорів AMD Phenom II X6 і похідних від них чотирьохядерних моделей AMD Phenom II X4 з індексом «Т» наприкінці номера є підтримка нової технології AMD Turbo Core, яка дозволяє мати кращу продуктивність у не оптимізованих завданнях під багатоядерні процесори. Теоретично технологія AMD Turbo Core працює згідно наступному алгоритму:

* Якщо половина або більше ядер процесора не мають завантаження, то частота процесорних ядер, що простоюють, знижується до 800 МГц;
* Збільшується напруга на всіх процесорних ядрах так, щоб енергоспоживання процесора не перевищило заявлений тепловий пакет;
* Частота трьох або двох ядер для процесорів AMD Phenom II X6 10XXT і AMD Phenom II X6 9XXT відповідно збільшується на 500 МГц вище номінальної.

## 1.3. Огляд шестиядерних процесорів AMD

# Огляд шестиядерного процесора AMD Phenom II X6 1055T

Таблиця 1.2 Специфікація AMD Phenom II X6 1055T:

|  |  |
| --- | --- |
| Модель | AMD Phenom II X6 1055T |
| Маркування | HDT55TFBK6DGR |
| Процесорний роз’єм | Socket AM3, AM2+ |
| Тактова частота, МГц | 2800 |
| Множник | 14 |
| Частота шини HT, МГц | 2000 |
| Об'єм кеш-пам'яті L1, КБ | 128 x 6 |
| Об'єм кеш-пам'яті L2, КБ | 512 х 6 |
| Об'єм кеш-пам'яті L3, КБ | 6144 |
| Ядро | Thuban |
| Кількість ядер | 6 |
| Напруга живлення, В | 1,125 – 1,40 |
| Тепловий пакет, Вт | 125 |
| Тактова частота в режимі AMD Turbo Core, МГц | до 3300 |
| Критична температура, °C | 62 |
| Техпроцес, нм | 45 |
| Підтримка технологій | AMD Turbo Core Cool’n’Quiet 3.0  Coolcore Technology  Dual Dynamic Power Management  Enhanced Virus Protection  Virtualization Technology  Core C1 and C1E states  Package S0, S1, S3, S4 and S5 states |
| Вбудований контролер пам'яті | |
| Типи пам'яті | DDR2-800/1066  DDR3-800/1066/1333/1600 |
| Число каналів пам'яті | 2 |
| Максимальний об'єм пам'яті, ГБ | 16 |
| Максимальна пропускна здатність, ГБ/c | 21,3 |
| Підтримка ECC | немає |

AMD Phenom II X6 на ядрі Theban від AMD Phenom II X4 на ядрі Deneb, таких як поява ще двох обчислювальних ядер і реалізація технології Turbo Core, у вбудованого контролера пам'яті новинки офіційно з'явилася підтримка DDR3-1600. Використання більш швидшої оперативної пам'яті повинно трохи зменшити можливі затримки внаслідок збільшення кількості виконавчих блоків без розширення кеш-пам'яті третього рівня.

Маркування HDT55TFBK6DGR, яке можна розшифрувати так:

* HD – процесор AMD архітектури K10,5 для робочих станцій;
* T – процесор з фіксованим множником;
* 55T – модельним номер, що ідентифікує сам процесор та вказує на підтримку технології Turbo Core;
* FB – тепловий пакет процесора до 125 Вт при напрузі живлення до 1,4 В;
* K – впакований процесор у корпус 938 pin OµPGA (Socket AM3);
* 6 – загальна кількість активних ядер і відповідно об'єм кеш-пам'яті L2 6x512 КБ;
* DGR - ядро Thuban степпінгу E0.

Розподіл кеш-пам'яті процесора AMD Phenom II X6 залишився точно таким же, як і для інших двох-, трьох- і чотирьохядерних моделей з повним об'ємом кеш-пам'яті третього рівня. Так,  AMD Phenom II X6 1055T має у своєму розпорядженні 128 КБ кеш-пам'яті першого рівня з дволінійною асоціативністю окремо для даних і інструкцій на кожне ядро, 512 КБ кеш-пам'яті другого рівня з шістнадцятилінійною асоціативністю також на кожне ядро та загальні 6 МБ кеш-пам'яті третього рівня з 48 ліній асоціативності. При такій організації кеш-пам'яті вона буде в найкращому разі забезпечувати ту ж ефективність, що і для попередніх моделей AMD Phenom II, але при виконанні добре розпаралелених завдань кеш-пам'яті третього рівня може виявитися не достатньо, що не дозволить одержати очікувані теоретичні +50% прискорення.

Процесор має 938-контактну упаковку для роз’єму Socket AM3, хоча він зворотно сумісний з роз’ємом Socket AM2+, а вбудований у процесор контролер пам'яті може працювати з пам'яттю типу DDR2 і DDR3.

# Огляд шестиядерного процесора AMD Phenom II X6 1075T

Подібно іншим процесорам модель **AMD Phenom II X6 1075T** підтримує технологію Turbo Core. Для того щоб дізнатися багато інформації про можливості процесора, достатньо лише глянути на його маркування на теплорозподільній кришці. Маркування HDT75TFBK6DGR означає наступне:

* HD – процесор сімейства AMD Phenom архітектури K10,5 для робочих станцій;
* T75T – модельним номер, що ідентифікує сам процесор та вказує на підтримку технології Turbo Core (процесор з заблокованим множником);
* FB – тепловий пакет процесора 125 Вт;
* K – процесор упакований в корпус 938 pin OµPGA (Socket AM3);
* 6 – загальна кількість активних ядер;
* D – об'єм кеш-пам'яті L2 6x512 КБ і L3 6 МБ;
* GR – ядро степпінгу PH-E0.
* Що ж стосується тильної сторони процесора, то перед нами з'являється знайоме 938-контактне пакування для роз’єму Socket AM3, який зворотно сумісний з Socket AM2+.

Таблиця 1.3 Специфікація AMD Phenom II X6 1075T

|  |  |
| --- | --- |
| Модель | **AMD Phenom II X6 1075Т** |
| Маркування | HDT75TFBK6DGR |
| Процесорний роз’єм | Socket AM3 (AM2+) |
| Тактова частота, МГц | 3000 |
| Тактова частота в режимі Turbo Core (спрацьовує для 3-х і менше ядер), МГц | 3500 |
| Множник | 15 |
| Частота шини HT, МГц | 2000 |
| Об'єм кеш-пам'яті L1, КБ | 128 x 6 |
| Об'єм кеш-пам'яті L2, КБ | 512 х 6 |
| Об'єм кеш-пам'яті L3, КБ | 6144 |
| Ядро | Thuban |
| Кількість ядер | 6 |
| Напруга живлення, В | 1,15 – 1,475 (базова частота)  1,25 – 1,475 (Turbo Core mode)  1,00 – 1,225 (простій) |
| Напруга північного мосту, В | 1,05 – 1,175 |
| Тепловий пакет, Вт | 95 |
| Критична температура, °C | 55 – 62 |
| Техпроцес, нм | 45 |
| Підтримка технологій | Cool’n’Quiet 3.0 CoolCore Technology Dual Dynamic Power Management Enhanced Virus Protection Virtualization Technology Core C1 and C1E states Package S0, S1, S3, S4 and S5 states |
| Вбудований контролер пам'ятей | |
| Типи пам'яті | DDR2-667/800/1066  DDR3-800/1066/1333 |
| Число каналів пам'яті | 2 |
| Максимальний об'єм пам'ятей, ГБ | 16 |
| Максимальна пропускна здатність, ГБ/c | 21,3 |
| Підтримка ECC | є |

Принципової відмінності моделі процесора AMD Phenom II X6 1075T від своїх «побратимів» практично ніякої немає, за винятком того, що множник заблокований, на відміну від старших моделей. Сам же множник зафіксований на 15, що, власне, і забезпечує частоту процесора 3,0 ГГц. Найближчою молодшою моделлю є AMD Phenom II X6 1065T з тактовою частотою 2,9 ГГц, однак у зв'язку з тим, що цього дуже рідкого процесора не було в нас на тестуванні, то надалі в якості одного з об'єктів для порівняння будемо використовувати широко доступний AMD Phenom II X6 1055T.

Розподіл кеш-пам'яті процесора AMD Phenom II X6 1075Т виконаний таки чином: 128 КБ кеш-пам'яті першого рівня на кожне ядро розбиваються на два потоки по 64 КБ на інструкції і дані; 512 КБ кеш-пам'яті другого рівня також на кожне ядро; загальні 6 МБ кеш-пам'яті третього рівня.

# Огляд шестиядерного процесора AMD Phenom II X6 1100T

Процесор AMD Phenom II X6 1100T – вершина лінійки шестиядерних процесорів AMD на ядрі Thuban. Даний процесор має три характерні риси: це найвища в лінійці шестиядерних процесорів AMD номінальна тактова частота, та статус самого потужного продукту.

На теплорозподільну кришку процесора нанесене спеціальне маркування – HDE00ZFBK6DGR, яка розшифровується таким чином:

* HD – процесор сімейства AMD Phenom архітектури K10,5 для робочих станцій;
* E00 – модельним номер, що ідентифікує сам процесор та вказує підтримку технології Turbo Core;
* Z – процесор з вільним множником;
* FB – тепловий пакет процесора 125 Вт;
* K –процесор упаковано в корпус 938 pin OµPGA (Socket AM3);
* 6 – загальна кількість активних ядер;
* D – об'єм кеш-пам'яті L2 6x512 КБ і L3 6 МБ;
* GR – ядро Thuban степпінга E0.

Таблиця 1.4 Специфікація AMD Phenom II X6 1100T:

|  |  |
| --- | --- |
| Модель | AMD Phenom II X6 1100T |
| Маркування | HDE00ZFBK6DGR |
| Процесорний роз’єм | Socket AM3, AM2+ |
| Тактова частота, МГц | 3300 |
| Множник | 16,5 |
| Частота шини HT, МГц | 2000 |
| Об'єм кеш-пам'яті L1, КБ | 128 x 6 |
| Об'єм кеш-пам'яті L2, КБ | 512 х 6 |
| Об'єм кеш-пам'яті L3, КБ | 6144 |
| Ядро | Thuban |
| Кількість ядер | 6 |
| Напруга живлення, В | 1,470 |
| Тепловий пакет, Вт | 125 |
| Тактова частота в режимі AMD Turbo Core, МГц | до 3700 |
| Критична температура, °C | 62 |
| Техпроцес, нм | 45 |
| Підтримка технологій | AMD Turbo Core Cool’n’Quiet 3.0 CoolCore Technology Dual Dynamic Power Management Enhanced Virus Protection Virtualization Technology Core C1 and C1E states Package S0, S1, S3, S4 and S5 states |
| Вбудований контролер пам'яті | |
| Типи пам'яті | DDR2-800/1066  DDR3-800/1066/1333/1600 |
| Кількість каналів пам'яті | 2 |
| Максимальний об'єм пам'яті, ГБ | 16 |
| Максимальна пропускна здатність, ГБ/c | 21,3 |
| Підтримка ECC | є |

Шестиядерний процесор AMD відрізняється від моделі на щабель нижче - AMD Phenom II X6 1090T тільки збільшеним на половину одиниці множником, отже, збільшилася на 100 МГц тактова частота в номінальному режимі та режимі AMD Turbo Core.

Розподіл кеш-пам'яті шестиядерних процесорів не відрізняється від інших процесорів серії Phenom II з меншою кількістю ядер: 128 КБ кеш-пам'яті на кожне ядро першого рівня, 512 КБ кешу другого рівня на ядро і загальні 6 МБ кеш-пам'яті третього рівня.

938-контактів для роз’єму Socket AM3. Процесор також зворотно сумісний з роз’ємом Socket AM2+, а вбудований у процесор контролер пам'яті може працювати з пам'яттю типу DDR3 і DDR2.

При встановленні швидких модулів пам'яті DDR3-2000 1024 МБ Kingston Hyperx KHX16000D3T1K3 система автоматично розпізнає їх тільки як DDR3-1333, для використання пам'яті в більш швидшому режимі, ніж DDR3-1333, необхідно проводити її налаштування в BIOS.

**Енергоспоживання**

Щоб оцінити обсяги енергоспоживання ми замірили потреби в енергії для всього тестового стенда, створюючи навантаження на процесор за допомогою програмі EVEREST 5.0. Для порівняння наведені результати аналогічних вимірів на деяких інших процесорах.

Таблиця 1.5 Обсяги енергоспоживання

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Процесор | Режим простою, Вт | EVEREST 5.0, Вт |
| AMD Phenom II X6 1075T | 75 | 232 |
| AMD Phenom II X6 1100T | 74 | 251 |

Згідно наведеній таблиці, процесор з шістьма ядрами споживає найбільшу кількість енергії.

Процесор AMD Phenom II X6 1100T вінчає вершину лінійки шестиядерних процесорів на ядрі Thuban. У плані функціональних можливостей даний процесор не відрізняється від молодших моделей і цікавий своїми характеристиками тільки при порівнянні з молодшими шести ядерними процесорами, що працюють на номінальних частотах.

# Огляд шестиядерного процесора AMD FX-6100 на базі архітектури Bulldozer

Традиційне маркування на процесорній кришки повідомляє власнику досить багато інформації. У цьому випадку вона наступна – FD6100WMW6KGU:

* F – процесор належить до сімейства AMD FX;
* D – сфера застосування даного процесора – робочі станції;
* 6100 – модельним номер;
* WM – тепловий пакет процесора 95 W;
* W – упакований процесор у корпус 938 pin Socket AM3+;
* 6 – загальна кількість активних ядер;
* K – об'єм кеш-пам'яті L2 2 МБ на кожний модуль і 8 МБ кеш-пам'яті L3;
* GU - ядро процесора степпінга OR-B2.

На звороті є знайомі нам 938 контактів, однак у цьому випадку роз’єм для встановлення CPU використовує тільки Socket AM3+, що забезпечує підтримку лише  DDR3.

Кеш-пам'ять новинки розподіляється таким чином. Кеш-пам'ять 1 рівня: по 16 КБ на кожне з 6 ядер виділяється для даних з чотирма каналами асоціативності, при цьому для інструкції є 64 КБна кожний 2-процесорний модуль з 2 каналами асоціативності. Кеш-пам'ять 2 рівня: по 2 МБ на кожний модуль процесора, яких як ви пам'ятаєте 3, з 16 каналами асоціативності. Кеш-пам'ять 3 рівня загальна для всього процесора і становить 8 МБ з 64 каналами асоціативності. Процесори даного сімейства оснащені технологією Turbo Core 2.0, яка дозволяє підвищувати частоту процесора при вирішенні ресурсномістких завдань.

Таблиця 1.6 Специфікація AMD FX-6100

|  |  |
| --- | --- |
| Модель | **AMD FX-6100** |
| Маркування | FD6100WMW6KGU |
| Процесорний роз’єм | Socket AM3+ |
| Тактова частота (номінальна), МГц | 3300 |
| Максимальна тактова частота з TC 2.0), МГц - для 6 ядер - для 3 ядер | 3600 3900 |
| Множник (номінал) | 16,5 |
| Частота шини HT, МГц | 2200 |
| Об'єм кеш-пам'яті L1, КБ | 3 x 64 (інструкції) 6 x 16 (дані) |
| Об'єм кеш-пам'яті L2, МБ | 3 х 2 |
| Об'єм кеш-пам'яті L3, МБ | 8 |
| Ядро | Zambezi |
| Кількість ядер | 6 |
| Напруга живлення, В | --- |
| Тепловий пакет, Вт | 95 |
| Критична температура, °C | 70 |
| Техпроцес, нм | 32 |
| Підтримка технологій | Multiple low-power states Enhanced Virus Protection Advanced Power Management Virtualization Technology Hardware Thermal Control Core C0, C1, C1E, C6, CC6, states Package S0, S1, S3, S4 and S5 states AMD Turbo CORE technology 2.0 |
| Вбудований контролер пам'яті | |
| Типи пам'яті | DDR3-1066/1333/1600/1866 |
| Кількість каналів пам'яті | 2 |
| Максимальний об'єм пам'яті, ГБ | 16 |
| Максимальна пропускна здатність, ГБ/c | 21,3 |
| Підтримка ECC | є |

Таблиця 1.7 Аналіз енергоефективності

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Найменування** | У простої, Вт | EVEREST 5.0, Вт |
| **AMD FX-6100** | **72** | **144** |
| AMD Phenom II X6 1100T | 74 | 251 |
| AMD Phenom II X6 1050T | 74 | 168 |
| AMD Phenom II X6 1075T | 75 | 249 |

## 1.4. Висновки до розділу 1

* Сучасним способом підвищення продуктивності мікропроцесора є збільшення кількості ядер в одному корпусі.
* Компанія AMD випускає шестиядерні процесори для серверів та для настільних комп’ютерів.
* Шестиядерні процесори модельних рядів Phenom II та Bulldozer орієнтовані на використання в системах, що забезпечують швидку і точну обробку великої кількості інформації: аналітичні обчислення для бізнес моделей, робота з великими базами даних, розрахунок масиву астрономічних даних, а також де необхідно обробляти дані в декілька потоків одночасно тощо.
* Процесор FX-6100 забезпечує серед усіх розглянутих модельних рядів найкраще поєднання продуктивності, вбудованих функцій та рентабельності, роблячи обчислювальні центри більш гнучкими та ефективними.

# РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ПРГ1 ДЛЯ ПКС CП

## 2.1. Розробка паралельного математичного алгоритму

У відповідпості до технічного завання, необхідно розробити програму для паралельного виконання в масштабуючій паралельній обчислювальній системі векторно-матричних операцій, використовуючи мову засоби Ada Захищений модуль в якості засобів огранізації взаємодії процесів.

Математичні функції ,де всі матриці розмірності NхN, вектори – N.

Структура масштабованої паралельної обчислювальної системи



Рисунок 2.1. Структура ПКС.

Виконаємо розробку паралельного алгоритму. При розробці паралельного алгоритму робиться припущення, що розмірність задачі (N) більше або рівне кількості процесорів (P) (N >= P). Обчислення функції можна розпаралелилти наступним шляхом:



Спільними ресурсами є матриця MX та вектори C, D відносно яких необхідне вирішення задачі взаємного виключення, вектор D є проміжним результатом операції BH + C × MOH.

При розмірностях веторів і матриць, вказаних раніше, на однопроцесорній обчислювальній системі функція буде обчислюватись за час . Отже, на чотирьох процесорах час обчислення має скласти: , коіфіцієнт прискорення при цьому буде дорівнювати: , коіфіцієнт ефективності: 

## 2.2. Розробка алгоритмів процесів

Опис алгоритму потоку (Tid) для обчислення функції, що створюється засобами Ada Захищений модуль, представлено у таблиці 2.1:

Таблица 2.1 Алгоритм потоку для обчислення функції

|  |  |
| --- | --- |
| Задача T1 |  |
| **Чекати** на завершення вводу в інших процесах |  |
| **Копіювати** | КД |
| **Обчислення** |  |
| **Обчислення** |  |
| **Сигнал** про завершення обчислення |  |
| **Чекати** на завершення обчислення  в інших процесах |  |
| **Обчислення** |  |
| **Сигнал** про завершення обчислення |  |
| **Чекати** на завершення обчислення  в інших процесах |  |
| **Копіювати** . | КД |
| **Обчислення** |  |
| **Сигнал** про завершення обчислення |  |
| Задача T2 |  |
| **Введення** |  |
| **Сигнал** про завершення вводу |  |
| **Чекати** на завершення вводу в інших процесах |  |
| **Копіювати** | КД |
| **Обчислення** |  |
| **Обчислення** |  |
| **Сигнал** про завершення обчислення |  |
| **Чекати** на завершення обчислення  в інших процесах |  |
| **Обчислення** |  |
| **Сигнал** про завершення обчислення |  |
| **Чекати** на завершення обчислення  в інших процесах |  |
| **Копіювати** . | КД |
| **Обчислення** |  |
| **Чекати** на завершення обчислення в інших процесах |  |
| **Вивід** |  |
| Задача T3 |  |
| **Введення** |  |
| **Сигнал** про завершення вводу |  |
| **Чекати** на завершення вводу в інших процесах |  |
| **Копіювати** | КД |
| **Обчислення** |  |
| **Обчислення** |  |
| **Сигнал** про завершення обчислення |  |
| **Чекати** на завершення обчислення  в інших процесах |  |
| **Обчислення** |  |
| **Сигнал** про завершення обчислення |  |
| **Чекати** на завершення обчислення  в інших процесах |  |
| **Копіювати** . | КД |
| **Обчислення** |  |
| **Сигнал** про завершення обчислення |  |
| Задача T4 |  |
| Введення |  |
| **Сигнал** про завершення вводу |  |
| **Чекати** на завершення вводу в інших процесах |  |
| **Копіювати** | КД |
| **Обчислення** |  |
| **Обчислення** |  |
| **Сигнал** про завершення обчислення |  |
| **Чекати** на завершення обчислення  в інших процесах |  |
| **Обчислення** |  |
| **Сигнал** про завершення обчислення |  |
| **Чекати** на завершення обчислення  в інших процесах |  |
| **Копіювати** . | КД |
| **Обчислення** |  |
| **Сигнал** про завершення обчислення |  |

## 2.3. Розробка схеми взаємодії процесів



Рисунок 2.2. Схема взаємодії задач у Ada захищений модуль.

## 2.4 Розробка програми ПРГ1

Програма розробляється на мові Ada з використанням Захищеного модуля, складається з трьох модулів: основного Pro2CW.adb та допоміжних: файлу специфікацій пакету Data.ads, та файлу тіла пакету Data.adb

В Pro2CW.adb описані специфікації та тіла захищених модулів:

* InputSync – синхронізація вводу.
* Sync1 – синхронізація обчислення.
* Sync2 – синхронізація обчислення.
* OutputSync – синхронізація виводу.
* ResC – захищений ресурс С.
* ResD – захищений ресурс D.
* ResMX – захищений ресурс MX.

В Pro2CW.adb описані специфікації та тіла задач:

* T1 – задача 1
* T2 – задача 2
* T3 – задача 3
* T4 – задача 4

В Data.ads описані типи:

* Vector
* Matrix

В Data.ads описані специфікації процедур та функцій:

* Input – процедура для заповнення вектора цілим числом value;
* Output – процедура для виведення матриці і вектора;
* Мul – процедура множення матриці на вектор, матриці на матрицю;
* Add – процедура додавання векторів;

В Data.adb описані тіла процедур та функцій:

* Input – процедура для заповнення вектора цілим числом value;
* Output – процедура для виведення матриці і вектора;
* Мul – процедура множення матриці на вектор, матриці на матрицю;
* Add – процедура додавання векторів;

Лістинг програми ПРГ1 наведено у додатку Г.

## 2.5. Тестування програми ПРГ1

### 2.5.1 Опис паралельної обчислювальної системи

Для тестування використовувалась паралельна обчислювальна система з наступними апаратними характеристиками:

* процесор: AMD Phenom II X6 1055T Processor(6 ядер по 2.8 Ггц, 6 МБ кешу третього рівня);
* оперативна пам'ять: DDR3 1333 МГц, 3327 МБ.

В якості програмного забезпечення виступали:

* операційна система: Microsoft Windows 7 x86 SP1 (Version 6.7.7601);
* середовище розробки і компіляції C++ програми: Microsoft Visual Studio 2010 (Version 10.0.30319.1 RTMRel).

### 2.5.2 Методика проведення тестування

Для вимірювання часу виконання програми використовувався високоточний таймер розроблений на мові програмування Python 2.7.4.

Тестування проводилось в автоматичному режимі за допомогою скрипта, який запускав програму із заданою розмірністю матриці на заданій кількості процесорів. Результати тестування виводились на екран. Код скрипта тестування приведений у додатку Д .

Для оцінки ефективності програми використовуються коефіцієнти прискорення та ефективності.

Коефіцієнт прискорення  показує скорочення часу виконання паралельної програми в паралельній системі з ** процесорами ** в порівнянні з часом виконання послідовної програми в однопроцесорній системі :



Коефіцієнт ефективності  застосування комп’ютерної системи показує ступінь використання ** процесорів системи:



### 2.5.3 Результат тестування

Результати тестування і проведених досліджень ефективності розробленої програми наведено в таблицях 2.2 – 2.4.

Таблиця 2.2. Час роботи ПРГ1, у секундах.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| N | T1 | T2 | T3 | T4 |
| 800 | 4,345 | 2,281 | 1,735 | 1,689 |
| 1200 | 44,051 | 23,645 | 18,067 | 15,601 |
| 2400 | 167,009 | 83,975 | 63,091 | 43,932 |

Визначемо коефіцієнт прискорення за формулою:  
Kпр = T1 / Ti

Таблиця 2.3. Значення Кпр для ПРГ1.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| N | T1 | T2 | T3 | T4 |
| 800 | 1 | 1,904866 | 2,504323 | 2,572528 |
| 1200 | 1 | 1,863015 | 2,438202 | 2,823601 |
| 2400 | 1 | 1,988794 | 2,647113 | 3,801534 |

Визначемо коефіцієнт ефективності за формулою:  
Kеф = Кпр / P \* 100%

Таблиця 2.4. Значення Кеф для ПРГ1, у відсотках.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| N | T1 | T2 | T3 | T4 |
| 800 | 100% | 95,24331 | 83,47743 | 64,3132 |
| 1200 | 100% | 93,15077 | 81,27341 | 70,59003 |
| 2400 | 100% | 99,43971 | 88,2371 | 95,03835 |

Побудуємо графіки залежності коефіцієнтів від кількості ядер.



Рисунок 2.3 – Графік зміни коефіцієнту прискорення програми ПРГ1 в залежності від кількості ядер при N=800



Рисунок 2.4 – Графік зміни коефіцієнту прискорення програми ПРГ1 в залежності від кількості ядер при N=1600



Рисунок 2.5 – Графік зміни коефіцієнту прискорення програми ПРГ1 в залежності від кількості ядер при N=2400



Рисунок 2.6 – Графік зміни коефіцієнту ефективності програми ПРГ1 в залежності від кількості ядер при N=800



Рисунок 2.7 – Графік зміни коефіцієнту ефективності програми ПРГ1 в залежності від кількості ядер при N=1600



Рисунок 2.8 – Графік зміни коефіцієнту ефективності програми ПРГ1 в залежності від кількості ядер при N=2400

## 2.6. Висновки до розділу 2

Виконано розробку програми ПРГ1 для ПКС СП з використанням мови Ada, засобів синхронізації захищеного модуля. Тестування програми показало наступне:

* Використання багатоядерної ПКС та програми ПРГ1 забезпечує скорочення часу обчислення заданої математичної задачі. Значення  лежать в межах від 1,863 до 3,801.
* Максимальне значення  забезпечує ПКС з та 
* Мінімальне значення  виявлено у ПКС з  та .
* З ростом N для та   збільшується.
* Значення  змінюються від 64,313% до 99,439%.
* Найефективніше програма ПРГ1 використовує ПКС з . При цьому .
* Зі зростанням  від 1 до 3  лінійно спадає від 100,0% до 88,237% при , а при  від 3 до 4  лінійно зростає від 88,237% до 95,038%

# РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ПРГ2 ДЛЯ ПКС ЛК

## 3.1. Розробка паралельного математичного алгоритму

У відповідпості до технічного завання, необхідно розробити програму для паралельного виконання в масштабуючій паралельній обчислювальній системі векторно-матричних операцій, використовуючи засоби Рандеву на мові Ада в якості засобів організації взаємодії процесів.

Математичні функції ,де всі матриці розмірності NхN, вектори – N.

Структура масштабованої паралельної обчислювальної системи



Рисунок 3.1. Структура ПКС.

Виконаємо розробку паралельного алгоритму. При розробці паралельного алгоритму робиться припущення, що розмірність задачі (N) більше або рівне кількості процесорів (P) (N >= P). Обчислення функції можна розпаралелилти наступним шляхом:



При розмірностях веторів і матриць, вказаних раніше, на однопроцесорній обчислювальній системі функція буде обчислюватись за час .

Отже, на шістьої процесорах час обчислення має скласти: , коіфіцієнт прискорення при цьому буде дорівнювати: , коіфіцієнт ефективності: 

## 3.2. Розробка алгоритмів процесів

Опис алгоритму задачі (Tid) для обчислення функції, що створюється засобами Ada Rendezvous, представлено у таблиці 3.1:

Таблица 3.1 Алгоритм задачі для обчислення функції

|  |
| --- |
| Задача T1 |
| **Введення** |
| **Прийняти** **від задачі Т2** |
| **Відправити** **задачі Т2** |
| **Відправити** **задачі Т4** |
| 5. **Обчислення** |
| 6. **Обчислення** |
| 7. **Обчислення** |
| 8. **Прийняти**  **від задачі Т2** |
| 9. **Прийняти**  **від задачі Т4** |
| 10. **Відправити**  **задачі Т2** |
| 11. **Відправити**  **задачі Т4** |
| 12. **Обчислення** |
| 13. **Прийняти**  **від задачі Т2** |
| 14. **Прийняти**  **від задачі Т4** |
| 15. **Вивід** . |
| Задача T2 |
| **Введення** |
| **Відправити** **задачі Т1** |
| **Прийняти** **від задачі Т1** |
| **Відправити** **задачі Т3** |
| **Обчислення** |
| **Обчислення** |
| **Обчислення** |
| **Відправити**  **задачі Т1** |
| **Прийняти**  **від задачі Т1** |
| **Обчислення** |
| **Відправити**  **задачі Т1** |
| Задача T3 |
| **Прийняти** **від задачі Т2** |
| **Відправити** **задачі Т4** |
| **Прийняти** **від задачі Т4** |
| **Обчислення** |
| **Обчислення** |
| **Обчислення** |
| **Відправити**  **задачі Т4** |
| **Прийняти**  **від задачі Т4** |
| **Обчислення** |
| **Відправити**  **задачі Т4** |
| Задача T4 |
| **Прийняти** **від задачі Т1** |
| **Прийняти** **від задачі Т3** |
| **Обчислення**  4. **Відправити** **від задачі Т3** |
| 5. **Обчислення** |
| 6. **Обчислення** |
| 7. **Прийняти**  **від задачі Т3** |
| 8. **Відправити**  **задачі Т1** |
| 9. **Прийняти**  **від задачі Т1** |
| 10. **Відправити** **задачі Т3** |
| 11. **Обчислення** |
| 12. **Прийняти**  **від задачі Т3** |
| 13. **Відправити**  **задачі Т1** |

## 3.3. Розробка схеми взаємодії процесів

Схема взаємодії задач приведена на рисунку 3.2 .

Рисунок 3.2 – Структурна схема взаємодії задач для ПРГ2

## 3.4. Розробка програми ПРГ2

Програма написана на мові Ada з використанням механізму організації взаємодії Rendezvous та складається з одного основного модуля: main.adb

Основний модуль main.adb містить тільки функцію main, в якій і зосереджена основна логіка програми: пересилання і отримання повідомлень між задачами.

За допомогою оператора входу entry і прийняття виклику входу accept. В основному модулі main.adb у специфікаціях задач були описані наступні входи:

− Send\_Vectors – вхід для отримання векторів, які були введені в задачі Т1;

− Send\_Matrixes – вхід для отримання матриць і константи , які були введені в задачі T1,Т2;

− Send\_D2– вхід для отримання проміжного результату вектору від задачі Т2;

− Send\_D4– вхід для отримання проміжного результату вектору від задачі Т4;

− Send\_A2– вхід для отримання проміжного результату вектору від задачі Т2;

− Send\_A4– вхід для отримання проміжного результату вектору від задачі Т4;

Лістинг програми ПРГ2 наведено у додатку K.

## 3.5. Тестування програми ПРГ2

### 3.5.1 Опис паралельної обчислювальної системи

Для тестування використовувалась паралельна обчислювальна система з наступними апаратними характеристиками:

* процесор: AMD Phenom II X6 1055T Processor(6 ядер по 2.8 Ггц, 6 МБ кешу третього рівня);
* оперативна пам'ять: DDR3 1333 МГц, 3327 МБ.

В якості програмного забезпечення виступали:

* операційна система: Microsoft Windows 7 x86 SP1 (Version 6.7.7601);
* середовище розробки і компіляції C++ програми: Microsoft Visual Studio 2010 (Version 10.0.30319.1 RTMRel).

### 3.5.2 Методика проведення тестування

Для вимірювання часу виконання програми використовувався високоточний таймер розроблений на мові програмування Python 2.7.4.

Тестування проводилось в автоматичному режимі за допомогою скрипта, який запускав програму із заданою розмірністю матриці на заданій кількості процесорів. Результати тестування виводились на екран. Код скрипта тестування приведений у додатку Л.

Для оцінки ефективності програми використовуються коефіцієнти прискорення та ефективності.

Коефіцієнт прискорення  показує скорочення часу виконання паралельної програми в паралельній системі з ** процесорами ** в порівнянні з часом виконання послідовної програми в однопроцесорній системі :



Коефіцієнт ефективності  застосування комп’ютерної системи показує ступінь використання ** процесорів системи:



### 3.5.3 Результат тестування

Для тестування ПРГ2 використовувалось те ж саме апаратне і програмне забезпечення, що і для програми ПРГ1.

Код скрипта для автоматичного тестування програми ПРГ2 поданий у додатку Л.

Результати тестування і проведених досліджень ефективності розробленої програми наведено в таблицях 3.2‑3.4

Таблиця 3.2 – Час виконання програми ПРГ2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| N |  |  |  |  |
| 800 | 6,08 | 3,073 | 2,256 | 1,829 |
| 1600 | 60,532 | 31,155 | 26,887 | 18,483 |
| 2400 | 219,71 | 114,195 | 80,372 | 73,457 |

На основі даних із таблиці

Таблиця 3**.** виконано розрахунок значень коефіцієнтів прискорення, які наведені в таблиці 3.2 – 3.4.

Таблиця 3.3 – Коефіцієнти прискорення для програми ПРГ2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Кількість процесорів (P) | | | |
| N | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 800 | 1 | 1,978523 | 2,695035 | 3,324221 |
| 1600 | 1 | 1,942931 | 2,251348 | 3,275009 |
| 2400 | 1 | 1,92399 | 2,733663 | 2,991002 |

Коефіцієнти ефективності (таблиця

Таблиця 3.) обчислено за даними таблиці .

Таблиця 3.4 – Коефіцієнти ефективності для програми ПРГ2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Кількість процесорів (P) | | | |
| N | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 800 | 100 % | 98,926% | 89,834% | 83,105% |
| 1600 | 100% | 97,146% | 75,044% | 81,875% |
| 2400 | 100% | 96,199% | 91,122% | 74,775% |

Використовуючи таблиці 3.2 – 3.4 побудовано графіки зміни коефіцієнтів прискорення і ефективності в залежності від *N* і .

Побудуємо графіки залежності коефіцієнтів від кількості ядер.



Рисунок 3.3 – Графік зміни коефіцієнту прискорення програми ПРГ2 в залежності від кількості ядер при N=800



Рисунок 3.4 – Графік зміни коефіцієнту прискорення програми ПРГ2 в залежності від кількості ядер при N=1600



Рисунок 3.5 – Графік зміни коефіцієнту прискорення програми ПРГ2 в залежності від кількості ядер при N=2400



Рисунок 3.6 – Графік зміни коефіцієнту ефективності програми ПРГ2 в залежності від кількості ядер при N=800



Рисунок 3.7 – Графік зміни коефіцієнту ефективності програми ПРГ2 в залежності від кількості ядер при N=1600



Рисунок 3.8 – Графік зміни коефіцієнту ефективності програми ПРГ2 в залежності від кількості ядер при N=2400

## 3.6. Висновки до розділу 3

Виконано розробку програми ПРГ2 для ПКС ЛП з використанням мови Ada і механізму організації взаємодії Rendezvous. Тестування програми показало наступне:

* Використання багатоядерної ПКС та програми ПРГ2 забезпечує скорочення часу обчислення заданої математичної задачі. Значення  лежать в межах від 1,923 до 3,324.
* Максимальне значення  забезпечує ПКС з та 
* Мінімальне значення  виявлено у ПКС з .
* З ростом N  лінійно збільшується.
* Значення  змінюються від 74,77% до 98,92%.
* Найефективніше програма ПРГ2 використовує ПКС з . При цьому .
* Зі зростанням  від 1 до 4  лінійно спадає від 96,199% до 74,775% при .

**ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ І ВИСНОВКИ ДО РОБОТИ**

* Сучасним способом підвищення продуктивності мікропроцесора є збільшення кількості ядер в одному корпусі.
* Процесор FX-6100 найкраще поєднання продуктивності, вбудованих функцій та рентабельності, роблячи обчислювальні центри більш гнучкими та ефективними.
* Використання багатоядерної ПКС забезпечує скорочення часу обчислення заданої математичної задачі.
* Падіння коефіцієнту прискорення у програмах ПРГ1 та ПРГ2 зі збільшенням кількості ядер в основному пов’язано з пропускною здатністю кеш-пам’яті, якої не вистачає.
* При малій розмірності програма для роботи з ПКС ЛП ПРГ2 програє ПРГ1. Складна топологія системи збільшує час на передачу даних між процесорами це і є наслідок, який впливає на загальний час виконання ПРГ2.
* У випадку системи з локальною пам‘яттю, велика кількість повідомлень різного розміру ускладнюють систему з пересилки, що також підвищує вірогідність помилки при реалізації.
* Максимальне значення коефіцієнту прискорення досягається ПКС з та 
* У ПРГ1 із ростом N для коефіцієнту прискорення збільшується.
* ПРГ2 Максимальне значення  забезпечує ПКС з та 
* З ростом N коефіцієнту прискорення лінійно збільшується.

# СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

# Огляд шестиядерного процесора AMD Phenom II X6 1075T Access mode: http://www.easycom.com.ua/cpu/amd\_phenom\_ii\_x6\_1075t/?lang=ukr

# Last access: 27.03.2013. – Title from the screen.

# Офіційна презентація процесорів лінійки AMD FX Access mode: http://www.easycom.com.ua/ittech/ofitsialnaya\_prezentatsiya\_novyh\_vysokoproizvoditelnyh\_protsessorov\_lineyki\_amd\_fx/?lang=ukr

# Last access: 27.03.2013. – Title from the screen.

# Огляд шестиядерного процесора AMD Phenom II X6 1075T Access mode: http://www.easycom.com.ua/cpu/amd\_phenom\_ii\_x6\_1075t/?lang=ukr

# Last access: 27.03.2013. – Title from the screen.

# Огляд шестиядерного процесора AMD Phenom II X6 1055T Access mode: http://www.easycom.com.ua/cpu/amd\_phenom\_ii\_x6\_1055t/?lang=ukr

# Last access: 27.03.2013. – Title from the screen.

# Знайомство з архітектурою шестиядерних процесорів AMD Phenom II X6 на ядрі Thuban Access mode: http://www.easycom.com.ua/data/cpu/1004272158/?lang=ukr

# Last access: 27.03.2013. – Title from the screen.

# Огляд шестиядерного процесора AMD Phenom II X6 1100T Access mode: http://www.easycom.com.ua/cpu/amd\_phenom\_ii\_x6\_1100t/?lang=ukr

# Last access: 27.03.2013. – Title from the screen.

# Огляд шестиядерного процесора AMD FX-6100 на базі архітектури Bulldozer Access mode: http://www.easycom.com.ua/cpu/amd\_fx-6100/?lang=ukr Last access: 27.03.2013. – Title from the screen.

# Процессоры AMD FX Access mode: http://www.amd.com/ru/products/desktop/processors/amdfx/Pages/amdfx.aspx Last access: 27.03.2013. – Title from the screen.

# Процессоры AMD Phenom™ II Access mode: http://www.amd.com/ru/products/desktop/processors/phenom-ii/Pages/phenom-ii.aspx Last access: 27.03.2013. – Title from the screen.