Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

Навчально-науковий інститут фізики, математики та  
комп’ютерно-інформаційних систем

Кафедра прикладної математики та інформатики

КУРСОВА РОБОТА

**МЕТОДИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ**

**БІОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ**

Виконав:  
студент 3 курсу, групи ПМ-3  
напряму підготовки  
6.040301 Прикладна математика  
Петров П. П.

Керівник: Богатирьов О. О.

Черкаси – 2014

**ЗМІСТ**

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ** 4

**ВСТУП** 5

**РОЗДІЛ 1.** ПОСТАНОВКА ТА ТРАДИЦІЙНЕ РОЗВ’ЯЗУВАННЯ   
ЗАДАЧІ *N*-ТІЛ 6

1.1 Математична постановка задачі 6

1.2 Задача двох тіл 7

1.3 Задача трьох тіл 7

1.4 Чисельний метод розв’язування задачі *N*-тіл 8

**РОЗДІЛ 2.** АЛГОРИТМ БАРНСА-ХАТА 12

2.1 Призначення та загальна ідея алгоритму 12

2.2 Опис основних етапи алгоритму Барнса-Хата 13

2.2.1 Побудова дерева з тіл 14

2.2.2 Розрахунок результуючої сили 16

2.3 Розпаралелювання алгоритму Барнса-Хата 19

2.3.1 Паралельне обчислення сил і переміщення 21

2.3.2 Паралельна побудова дерева та синхронізація потоків 22

**РОЗДІЛ 3.** ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ ЕКСПЕРИМЕНТИ 23

3.1 Визначення похибки 23

3.2 Графічна візуалізація 25

3.3 Результати комп’ютерного моделювання 27

**ВИСНОВКИ** 40

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ** 41

**ДОДАТОК А** 42

**ДОДАТОК Б** 43

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ**

 – прискорення -го тіла, м·с–2

 – гравітаційна стала (), м3·кг–1·с–2

**ВСТУП**

***Актуальність теми*.** Коротко обґрунтовується актуальність та доцільність обраної теми

...

***Метою*** курсової роботи є … формулюється мета роботи

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні ***завдання***:

1)  розглянути … ;

2) реалізувати … ;

3) розробити … ;

4) дослідити … ;

…

**РОЗДІЛ 1**

**ПОСТАНОВКА ТА ТРАДИЦІЙНЕ РОЗВ’ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧІ *N*-ТІЛ**

**1.1 Математична постановка задачі**

Гравітаційна задача *N*-тіл (англ. *N*-body problem) була вперше сформульована Ньютоном в його монументальній праці «Математичні початки натуральної філософії», яка вперше була видана друком у 1687 році.

**…**

Зразок малюнка у тексті курсової роботи наведено на рис. 1.6.

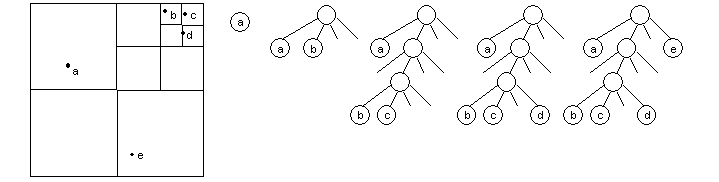


Рис. 1.6 Робота функції вставки на площині (зліва)

та за допомогою дерева (справа)

Зразок формули у тексті курсової роботи виглядає наступним чином:

,  (1.3)

де  – координата -ого тіла,  – швидкість -ого тіла (м·с–1),  – час (с),  – маса -ого тіла (кг),  – гравітаційна стала (м3·кг–1·с–2).

**…**

Зразок таблиці у тексті курсової роботи виглядає наступним чином:

*Таблиця 2.1*

Порівняльний аналіз часу розв’язування задачі *N-*тіл

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Кількість тіл | Базовий варіант, с | Варіант із застосуванням РК4, с |
| 100 | 0,533 | 2,804 |
| 1000 | 12,82 | 71,92 |
| 2000 | 27,96 | 151,45 |
| 5000 | 78,32 | 391,5 |

Посилання у тексті роботи

… у роботах [1-7] наведено …

… як зазначено у [4] …

… у розділі 4 …

… на рис. 1.3 …

… у табл. 3.2 … або (див. табл. 3.2)

… за формулою (3.1) …

… у рівняннях (1.7) – (1.9) …

… у додатку Б …

**ВИСНОВКИ**

У курсовій роботі … описати, що зроблено.

Основні результати проведеної роботи полягають у наступному.

1. Наведено … .

2. Розглянуто … .

3. Реалізовано … .

4. Розроблено та реалізовано … .

**Список використаних джерел**

1. Мэтьюз Д. Численные методы. Использование MATLAB / Д. Г. Мэтьюз, К. Д. Финк ; пер. с англ. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2001. – 720 с.

2. Пантелеев А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах : [учеб. пособие] / Пантелеев А.В., Летова Т.А. – [2-изд.]. – М.: Высш. шк., 2005. – 544 с.

3. Barnes-Hut Galaxy Simulator [Електронний ресурс] // Курс 126 Комп’ютерних наук Прінстонського університету. – Режим доступу: http://introcs.cs.princeton.edu/java/assignments/barnes-hut. – Назва з екрану.

**ДОДАТОК Б**

**Реалізація паралельного алгоритму Барнса-Хата**

void add\_body(node\_t \*node, const body\_t body, const point\_t min, const point\_t max){

omp\_set\_lock(&node->lock);

if ( node->mass < EPS ){

memcpy ( node, &body, sizeof(body\_t) );

node->is\_body = true;

omp\_unset\_lock(&node->lock);

return;

}

if ( node->is\_body ){

node->is\_body = false;

push\_to\_children( node, \*node, min, max );

}

node->x \*= node->mass;

node->y \*= node->mass;

node->x += body.x \* body.mass;

node->y += body.y \* body.mass;

node->mass += body.mass;

node->x /= node->mass;

node->y /= node->mass;

push\_to\_children(node, body, min, max );

omp\_unset\_lock(&node->lock);

}