

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**

**высшего образования**

**«Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»**

**(ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Институт  информационных технологий** | **Кафедра информационных систем** |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Основная образовательная программа 09.03.02 «Информационные системы и технологии»**  **Отчет по дисциплине «Архитектура ЭВМ и ВС»** | | | |
| **по лабораторной работе №2** | | | |
| **Тема: «Распараллеливание арифметических выражений»** | | |
|  | | |
| **Проверил**  **преподаватель кафедры ИС** |  | **Шевляков К. А.** |
|  | подпись |  |
| **Выполнил**  **студент группы ИДБ-22-06** |  | **Мустафаева П. М.** |
|  | подпись |  |

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

[ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc149080444)

[ГЛАВА 1. ИСХОДНЫЕ И ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ АРИФМЕТИЧЕСКИЕ ВЫРАЖЕНИЯ И АЛГОРИТМ ИХ ВЫЧИСЛЕНИЯ 4](#_Toc149080445)

[1.1. ВИД ИСХОДНОГО И ЭКВИВАЛЕНТНОГО ВЫРАЖЕНИЙ 4](#_Toc149080446)

[1.2. ДЕРЕВО ВЫЧИСЛЕНИЙ ДЛЯ ЭКВИВАЛЕНТНОГО 4](#_Toc149080447)

[ВЫРАЖЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕГО ХАРАКТЕРИСТИК 4](#_Toc149080448)

[ГЛАВА 2. ОПТИМИЗИРОВАННОЕ ВЫРАЖЕНИЕ И АЛГОРИТМ ВЫЧИСЛЕНИЯ 6](#_Toc149080449)

[2.1. ВИД ОПТИМИЗИРОВАННОГО ВЫРАЖЕНИЯ 6](#_Toc149080450)

[2.2. ДЕРЕВО ВЫЧИСЛЕНИЙ ДЛЯ ОПТИМИЗИРОВАННОГО ВЫРАЖЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕГО ХАРАКТЕРИСТИК 6](#_Toc149080451)

[ГЛАВА 3. АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ ХАРАКТЕРИСТИК УСКОРЕНИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТИ 8](#_Toc149080452)

[3.1. ТАБЛИЦА ХАРАКТЕРИСТИК 8](#_Toc149080453)

[3.3. АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ ХАРАКТЕРИСТИК 9](#_Toc149080454)

[ГЛАВА 4. РАБОТА С ПРИЛОЖЕНИЕМ 10](#_Toc149080455)

[4.1. ДЕРЕВО ВЫЧИСЛЕНИЙ, СОЗДАННОЕ ПРИЛОЖЕНИЕМ 10](#_Toc149080456)

[4.2. ЭКВИВАЛЕНТНОЕ ВЫРАЖЕНИЕ ДЕРЕВА 10](#_Toc149080457)

[4.3. АНАЛИЗ РАЗЛИЧИЙ ДВУХ ОПТИМИЗИРОВАННЫХ ДЕРЕВЬЕВ 10](#_Toc149080458)

[ГЛАВА 5. ЛЕММА БРЕНТА 11](#_Toc149080459)

[5.1. ПРОВЕРКА ЛЕММЫ БРЕНТА НА ПРИМЕНИМОСТЬ К ДАННОМУ ВЫРАЖЕНИЮ 11](#_Toc149080460)

[5.2. ГРАФИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВРЕМЕНИ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАЦИИ ОТ КОЛИЧЕСТВА ПРОЦЕССОРОВ 11](#_Toc149080461)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 12](#_Toc149080462)

# **ВВЕДЕНИЕ**

Целью данной лабораторной работы является получение навыков по распараллеливанию простых арифметических выражений в рамках MIMD архитектуры ВС, оценке характеристик параллельности и эффективности решения.

В процессе выполнения работы будет происходить ознакомление с классификацией архитектур и теоретической информацией по заданной теме.

# **ГЛАВА 1. ИСХОДНЫЕ И ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ АРИФМЕТИЧЕСКИЕ ВЫРАЖЕНИЯ И АЛГОРИТМ ИХ ВЫЧИСЛЕНИЯ**

## **1.1. ВИД ИСХОДНОГО И ЭКВИВАЛЕНТНОГО ВЫРАЖЕНИЙ**

Исходное выражение имеет вид (вариант 6):

(c + v + b + n / a) \* (s – d – f + r + t \* y + u \* k + p + z).

Путем расставления приоритетных операций было получено эквивалентное арифметическое выражение, которое имеет вид:

(((c + v) + b) + (n / a)) \* ((((s – d) – f) + r) + (((t \* y) + (u \* k)) + (p + z))).

**1.2. ДЕРЕВО ВЫЧИСЛЕНИЙ ДЛЯ ЭКВИВАЛЕНТНОГО**

**ВЫРАЖЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕГО ХАРАКТЕРИСТИК**

Вид дерева для эквивалентного выражения:

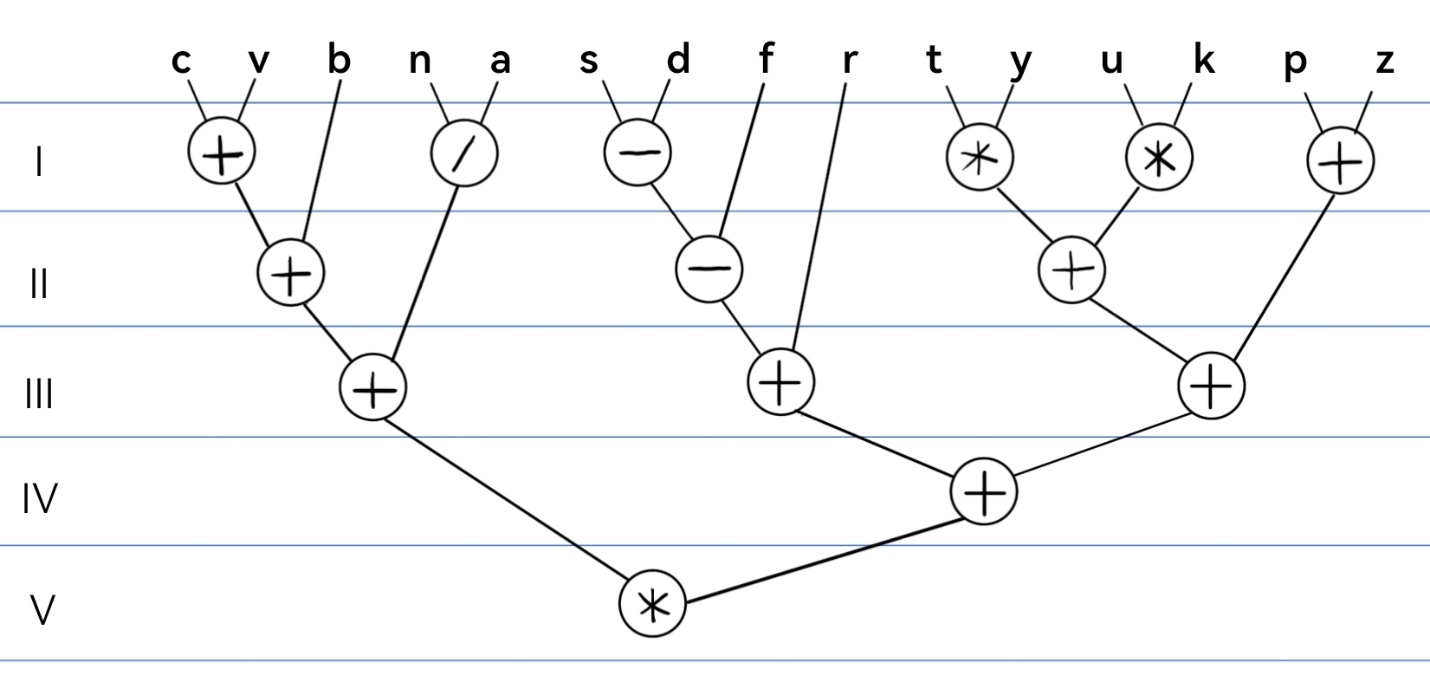


Рис. 1. Дерево вычислений для эквивалентного выражения.

Характеристики дерева:

w = 14 – количество операций

h = 5 – высота дерева

p = 6 – количество вычислителей

t = h = 5 – время, затрачиваемое на вычисление арифметического выражения

T1 = w = 14 – время выполнения «наилучшего» последовательного алгоритма

Tp = t = 5 - время выполнения параллельного алгоритма на многопроцессорной ВС.

Dp = 𝑤/h = 2,8 – степень параллелизма

Sp = T1/Tp = 2, 8 – ускорение параллельного алгоритма

Ep = Sp/p = 0, 46 – эффективность параллельного алгоритм

**ГЛАВА 2. ОПТИМИЗИРОВАННОЕ ВЫРАЖЕНИЕ И АЛГОРИТМ ВЫЧИСЛЕНИЯ**

**2.1. ВИД ОПТИМИЗИРОВАННОГО ВЫРАЖЕНИЯ**

Путем оптимизации порядка вычисления, можно сократить операции на каждом ярусе:

(((c + v) + b) + (n / a)) \* ((((s – d) – f) + (r + (t \* y))) + ((u \* k) + (p + z))).

**2.2. ДЕРЕВО ВЫЧИСЛЕНИЙ ДЛЯ ОПТИМИЗИРОВАННОГО ВЫРАЖЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕГО ХАРАКТЕРИСТИК**

Вид дерева вычислений для оптимизированного выражения:

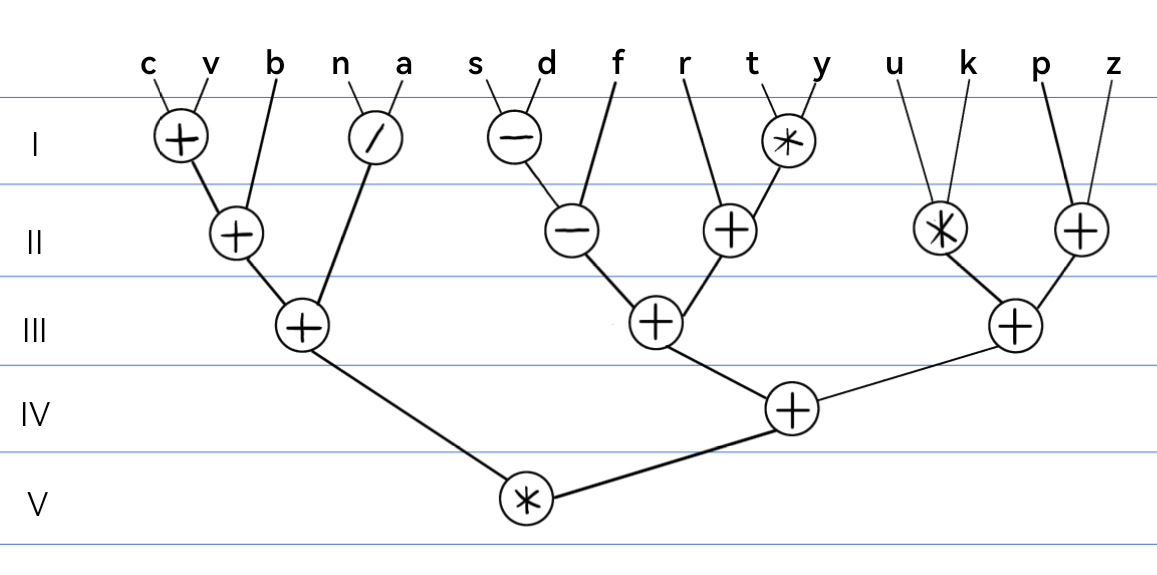
****

Рис. 2. Дерево вычислений для оптимизированного выражения.

Характеристики дерева:

w = 14 – количество операций

h = 5 – высота дерева

p = 4 – количество вычислителей

t = h = 5 – время, затрачиваемое на вычисление арифметического выражения

T1 = w = 14 – время выполнения «наилучшего» последовательного алгоритма

Tp = t = 5 - время выполнения параллельного алгоритма на многопроцессорной ВС.

Dp = 𝑤/h = 2,8 – степень параллелизма

Sp = T1/Tp = 2, 8 – ускорение параллельного алгоритма

Ep = Sp/p = 0, 7 – эффективность параллельного алгоритм

Таким образом, можно сделать вывод, что оптимизированное дерево является более эффективным, чем дерево эквивалентного выражения.

**ГЛАВА 3. АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ ХАРАКТЕРИСТИК УСКОРЕНИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТИ**

**3.1. ТАБЛИЦА ХАРАКТЕРИСТИК**

Таблица зависимости характеристик ускорения и эффективности имеет вид:

Таблица 1.1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| p | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Sₚ | 1 | 1,75 | 2,33 | 2,8 | 2,8 | 2,8 |
| Eₚ | 1 | 0,875 | 0,78 | 0,7 | 0,56 | 0,46 |

Расчеты для заполнения таблицы:

p = 1: h = 14, T₁ = 14, Tₚ = 14, Sₚ = 1, Eₚ = 1;

p = 2: h = 8, T₁ = 14, Tₚ = 8, Sₚ = 1,75, Eₚ = 0,875;

p = 3: h = 6, T₁ = 14, Tₚ = 6, Sₚ = 2,33, Eₚ = 0,78;

p = 4: h = 5, T₁ = 14, Tₚ = 5, Sₚ = 2,8, Eₚ = 0,7;

p = 5: h = 5, T₁ = 14, Tₚ = 5, Sₚ =2,8, Eₚ = 0,56;

p = 6: h = 5, T₁ = 14, Tₚ = 5, Sₚ =2,8, Eₚ = 0,46;

**3.2. ГРАФИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ДАННЫХ ТАБЛИЦЫ**

По данным таблицы 1.1 был построен график зависимости S и E:

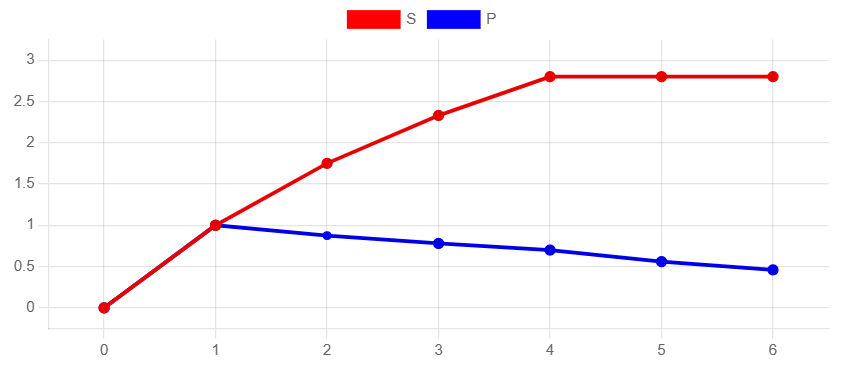
****

Рис. 3. График зависимостей.

**3.3. АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ ХАРАКТЕРИСТИК**

По предоставленному графику, можно сделать вывод, что ускорение параллелизации перестает возрастать при четырех процессорах, а эффективность постоянно уменьшается.

Таким образом, самым рациональным количеством процессоров для вычисления данного выражения является 4.

**ГЛАВА 4. РАБОТА С ПРИЛОЖЕНИЕМ**

**4.1. ДЕРЕВО ВЫЧИСЛЕНИЙ, СОЗДАННОЕ ПРИЛОЖЕНИЕМ**

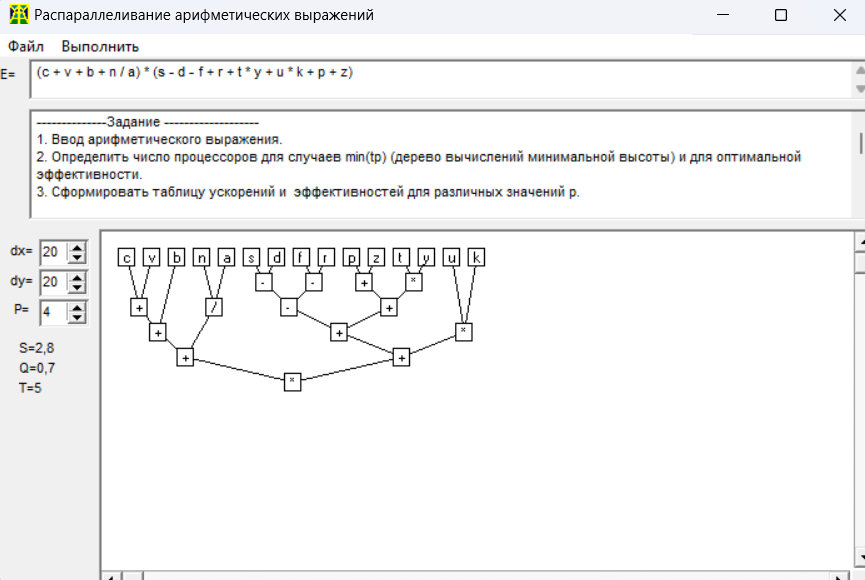
****

Рис. 4. Дерево вычислений для эквивалентного выражения

**4.2. ЭКВИВАЛЕНТНОЕ ВЫРАЖЕНИЕ ДЕРЕВА**

Эквивалентное выражение дерева, созданного программой, имеет вид: (((c + v) + b) + (n / a)) \* ((((s – d) – (f - r)) + ((p + z) + (t \* y))) + (u \* k)).

## **4.3. АНАЛИЗ РАЗЛИЧИЙ ДВУХ ОПТИМИЗИРОВАННЫХ ДЕРЕВЬЕВ**

Оба оптимизированных дерева отличаются структурой, но, при этом, имеют одинаковую эффективность алгоритма, равную 0,7.

Из этого можно сделать вывод, что существуют эквивалентные деревья, которые отличаются структурой, но имеют одинаковую эффективность.

# **ГЛАВА 5. ЛЕММА БРЕНТА**

## **5.1. ПРОВЕРКА ЛЕММЫ БРЕНТА НА ПРИМЕНИМОСТЬ К ДАННОМУ ВЫРАЖЕНИЮ**

Общий вид леммы Брента:

C:\Users\1\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.MSO\DED14714.tmp

Лемма Брента для данного выражения:

t’ = 6 +

Проверка леммы Брента:

p = 1: t’ = 6 + 8 = 14;

p = 2: t’ = 6 + 4 = 10;

p = 4: t’ = 6 + 2 = 8;

p = 6: t’ = 6 + 1,3 = 7,3;

p = 8: t’ = 6 + 1 = 7;

p = 10: t’ = 6 + 0,8 = 6,8;

Таким образом, при увеличении числа процессоров, уменьшается время выполнения операции, в соответствии с леммой Брента.

## **5.2. ГРАФИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВРЕМЕНИ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАЦИИ ОТ КОЛИЧЕСТВА ПРОЦЕССОРОВ**

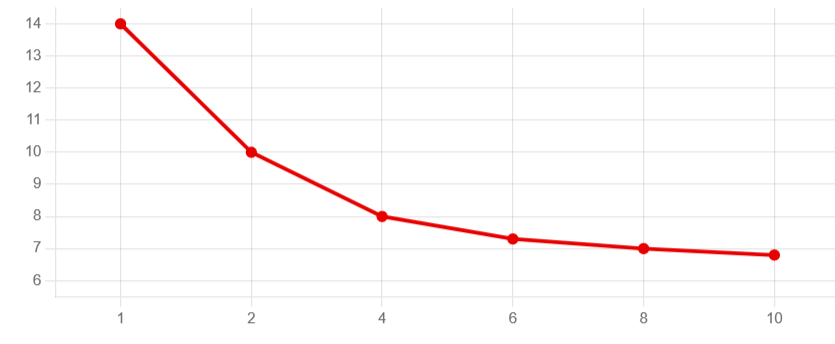
****

Рис. 5. График зависимости t от p.

# **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В данной лабораторной работе был изучен принцип параллелизации арифметических выражений. В результате выполнения работы была проверена лемма Брента, была изучена зависимость ускорения и эффективности вычислений от количества процессоров, были построены оптимизированные деревья вручную и с помощью программы.