Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»

Кафедра интеллектуальных информационных технологий

Отчет по лабораторной работе №2
по курсу «МРЗвИС»
на тему: «Реализация модели решения задачи на ОКМД архитектуре»

Выполнили студенты:	Плявго Д. А.
группа 821701	Макарчук Е. В.
Проверил:	Крачковский Д. Я.

МИНСК
2020

Цель:

Реализовать и исследовать модель решения на ОКМД архитектуре задачи вычисления матрицы значений.

Постановка задачи:

Дано: сгенерированные матрицы **A, B, E, G** заданных размерностей **pxm, mxq, 1xm, pxq** соответственно со значениями в диапазоне **[-1;1].**

$$c_{ij} = \tilde{\bigwedge_k} f_{ijk} * \left(3 * g_{ij} - 2\right) * g_{ij} + \left(\tilde{\bigvee_k} d_{ijk} + \left(4 * \left(\tilde{\bigwedge_k} f_{ijk} \,\tilde{\square}\, \tilde{\bigvee_k} d_{ijk}\right) - 3 * \tilde{\bigvee_k} d_{ijk}\right) * g_{ij}\right) * \left(1 - g_{ij}\right)$$

$$f_{ijk} = \left(a_{ik} \overset{\sim}{\to} b_{kj}\right) * \left(2 * e_k - 1\right) * e_k + \left(b_{kj} \overset{\sim}{\to} a_{ik}\right) * \left(1 + \left(4 * \left(a_{ik} \overset{\sim}{\to} b_{kj}\right) - 2\right) * e_k\right) * \left(1 - e_k\right)$$

$$d_{ijk} = a_{ik} \overset{\sim}{\wedge} b_{kj}$$

Вариант 11:

$$\tilde{\bigwedge_k} f_{ijk} = \prod_k f_{ijk}$$

$$\tilde{\bigvee_k} d_{ijk} = 1 - \prod_k \left(1 - d_{ijk}\right)$$

$$\tilde{\bigwedge_k} f_{ijk} \,\tilde{\square}\, \tilde{\bigvee_k} d_{ijk} = \max\left(\left\{\tilde{\bigwedge_k} f_{ijk} + \tilde{\bigvee_k} d_{ijk} - 1\right\} \cup \left\{0\right\}\right)$$

$$a_{ik} \overset{\sim}{\to} b_{kj} = \max\left(\left\{1 - a_{ik}\right\} \cup \left\{b_{kj}\right\}\right)$$

$$b_{kj} \overset{\sim}{\to} a_{ik} = \max\left(\left\{1 - b_{kj}\right\} \cup \left\{a_{ik}\right\}\right)$$

$$a_{ik} \overset{\sim}{\wedge} b_{kj} = \min\left(\left\{a_{ik}\right\} \cup \left\{b_{kj}\right\}\right)$$

Получить: **C –** матрицу значений соответствующей размерности **pxq.**

Описание модели:

Была реализована модель решения на ОКМД архитектуре задачи вычисления матрицы значений. Возможность самостоятельно устанавливать все параметры, необходимые для работы модели, позволяет детально исследовать разработанную модель, установить зависимости между вышеуказанными параметрами.

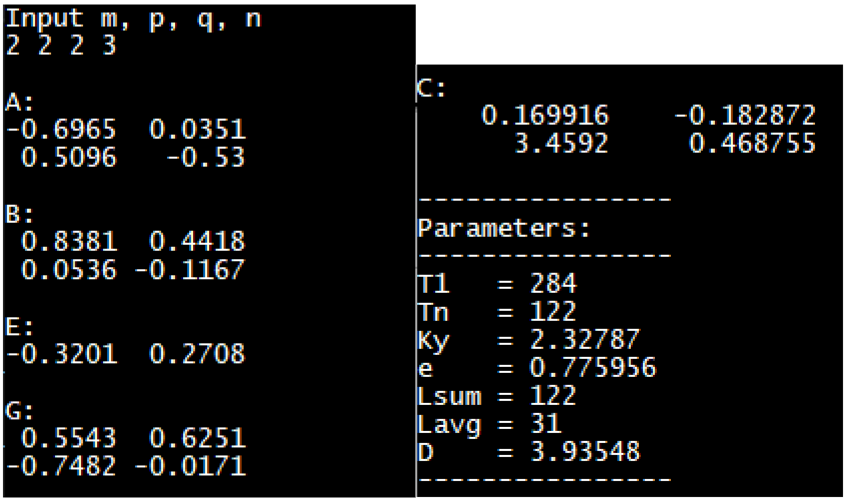
- **T_1 –** время выполнения программы на одном процессорном элементе. Данный параметр вычисляется следующим образом: подсчитывается количество вызовов той или иной операции, а затем полученное значение умножается на время данной операции. Данное действие повторяется для всех операций, в итоге все значения суммируются.
- **T_n –** время выполнения программы на n-количестве процессорных элементов. Параметр вычисляется схожим путём, что и T_1: осуществляется поиск операций, которые можно считать на различных процессорах. Для подсчета времени на выполнение такой операции находится количество вызовов данной операции и делится на количество процессорных элементов.
- **K_y –** коэффициент ускорения равен T_1/T_n.

- **e –** эффективность равна $K_y/_n$.
- **D -** коэффициент расхождения программы, $\mathrm{D} = {L_\Sigma}/{L_{cp}}$. Где, $L_\Sigma -$ суммарная длина программы и равна T_n. L_{cp} - средняя длина программы. Вычисляется путем подсчета количества вызовов операций на различных ветвях выполнения программы. Имея, количества вызовов операций, выполняющихся на ветвях программы, и их время выполнения, считаем данную величину.

Исходные данные:

- **p, m, q** – размерность матриц;
- **n** – количество процессорных элементов в системе;
- t_i– время выполнения i операции над элементами матриц;
- матрицы **A, B, E, G,** заполненные случайными вещественными числами в диапазоне [-1;1].

Выполнение задания:



```
Input m, p, q, n
2 2 2 3

A:
-0.6965  0.0351
 0.5096   -0.53

B:
 0.8381  0.4418
 0.0536 -0.1167

E:
-0.3201  0.2708

G:
 0.5543  0.6251
-0.7482 -0.0171
```

```
C:
    0.169916    -0.182872
      3.4592     0.468755

----------------
Parameters:
----------------
T1   = 284
Tn   = 122
Ky   = 2.32787
e    = 0.775956
Lsum = 122
Lavg = 31
D    = 3.93548
----------------
```

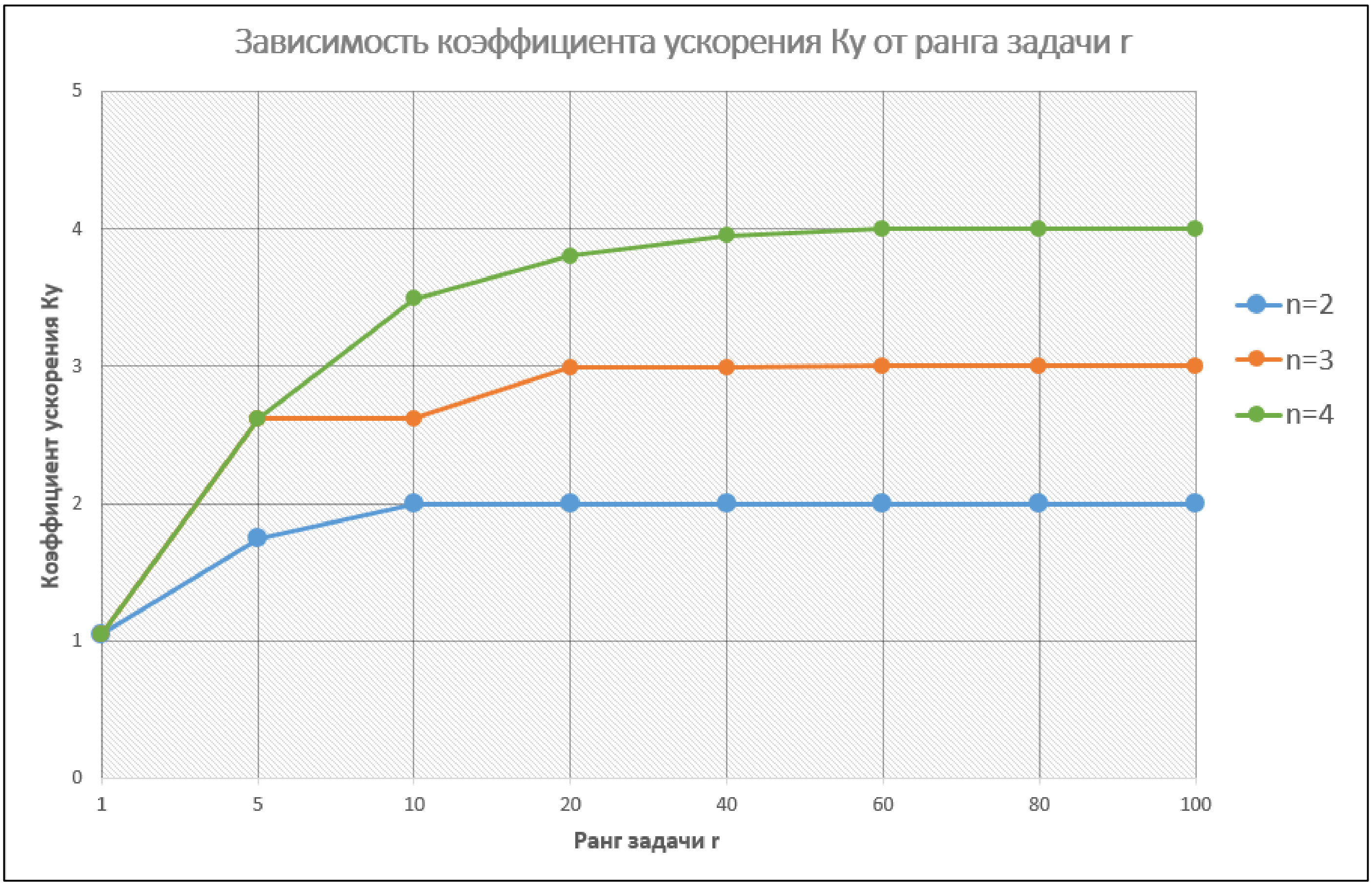
Рисунок 1. Результат работы программы

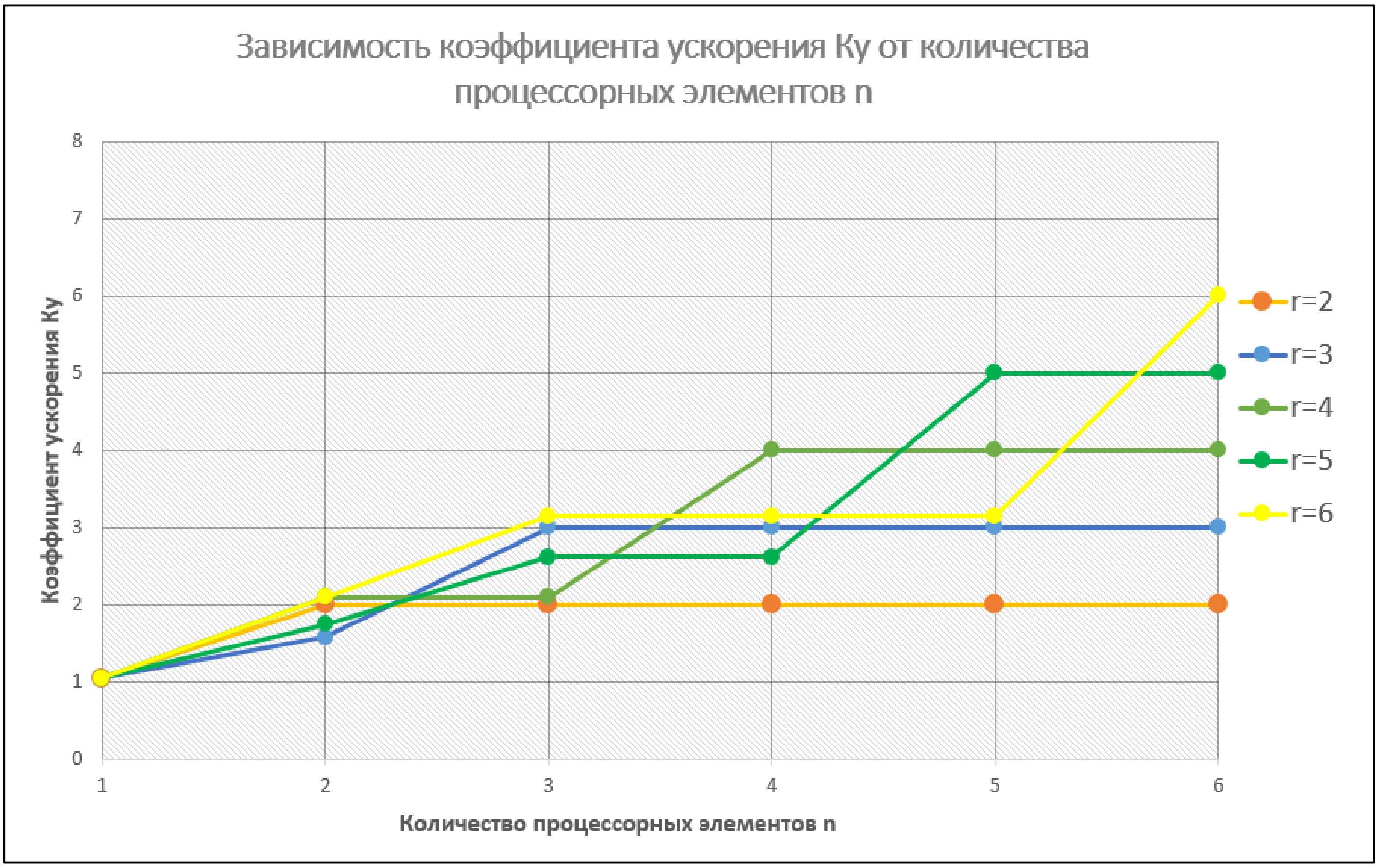
Построение графиков:

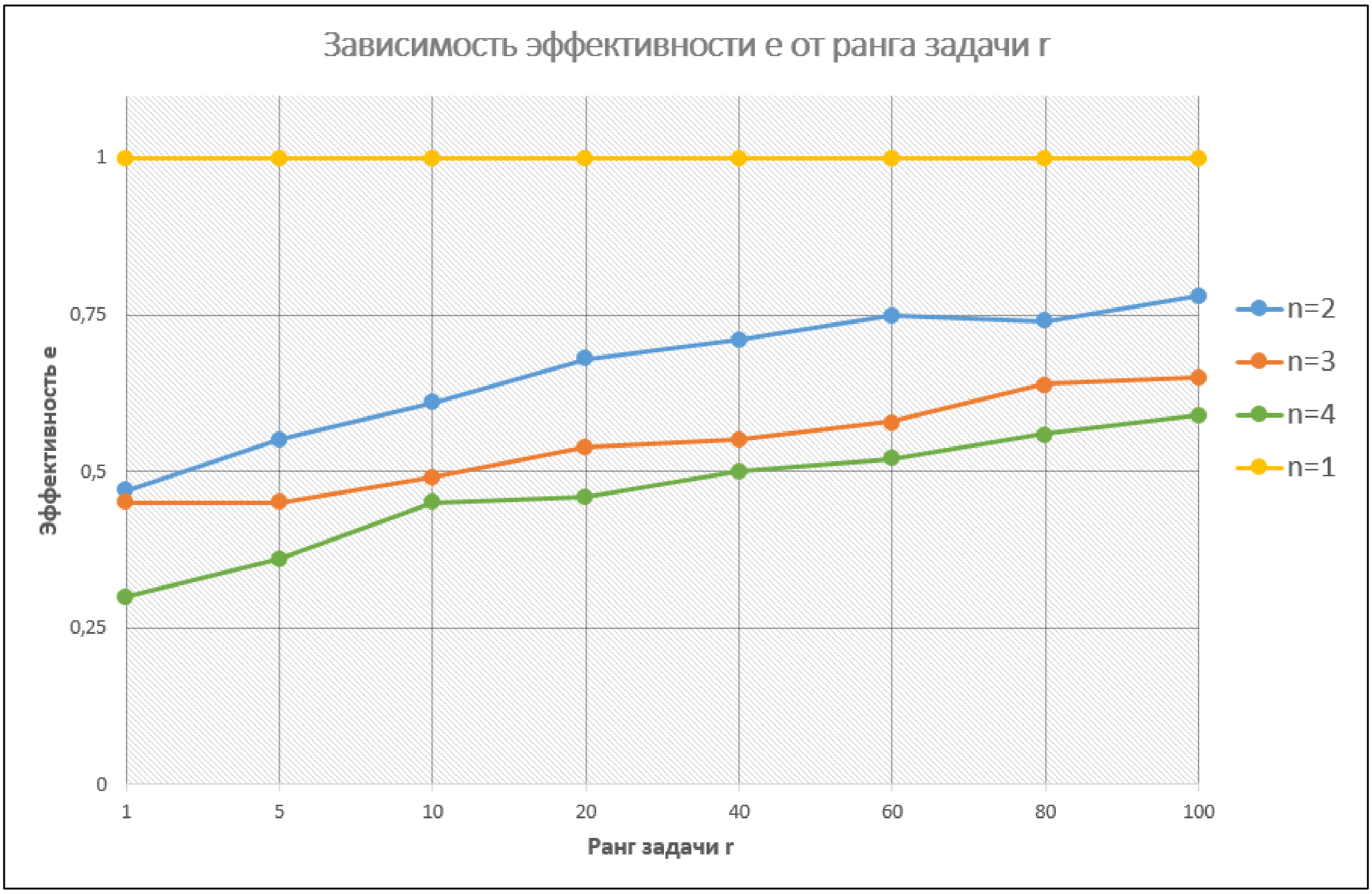
Обозначения:

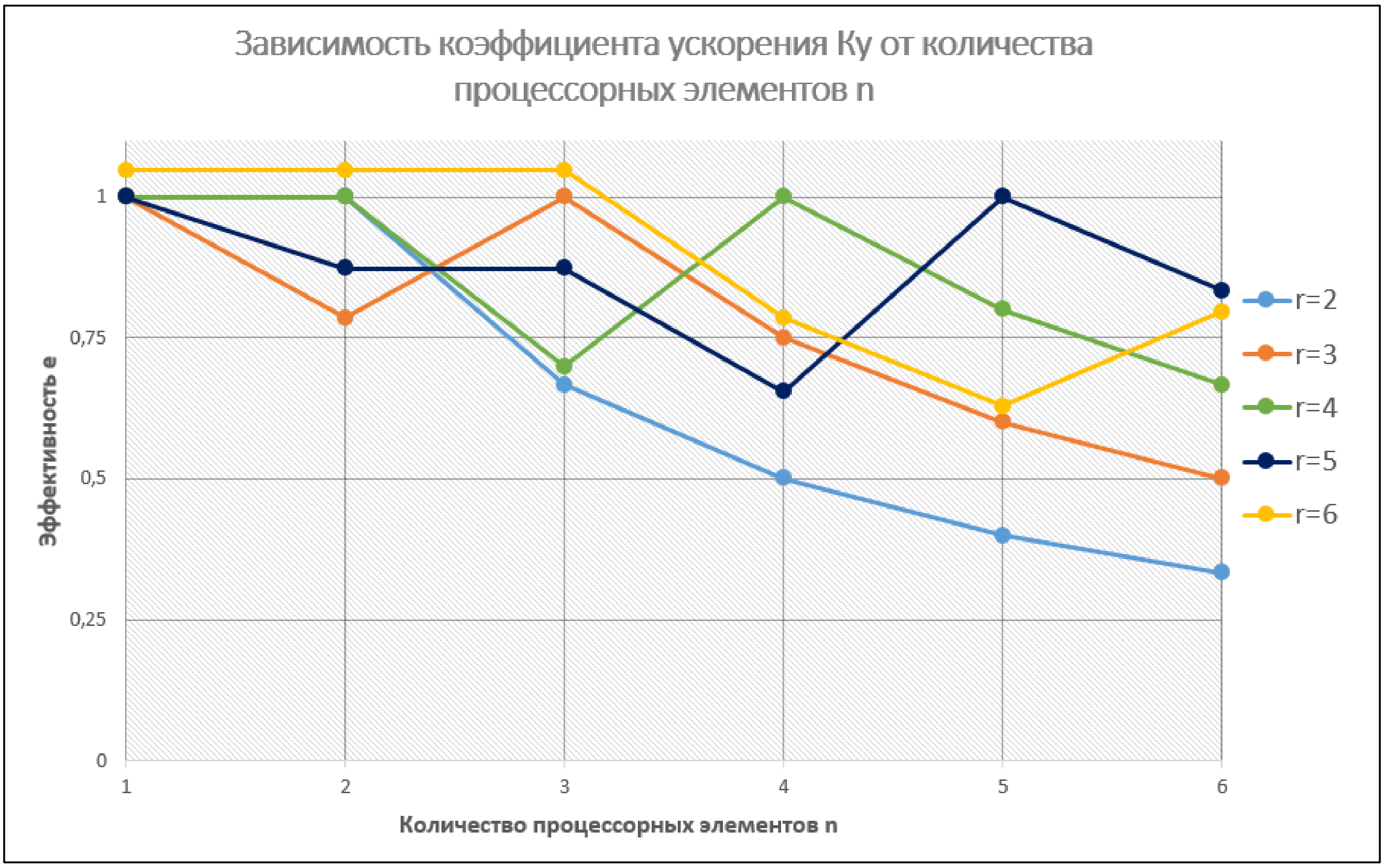
- $\boldsymbol{K_y}(\mathbf{n}, \mathbf{r})$ – коэффициент ускорения;
- $\boldsymbol{e}(\mathbf{n}, \mathbf{r})$ – эффективность;
- $\boldsymbol{D}(\mathbf{n}, \mathbf{r})$ – коэффициент расхождения программы;
- $\mathbf{n}$ – количество процессорных элементов в системе (совпадает с количеством этапов конвейера);
- $\mathbf{r}$ – ранг задачи (количество объектов, которые в процессе решения задачи могли бы обрабатываться параллельно);

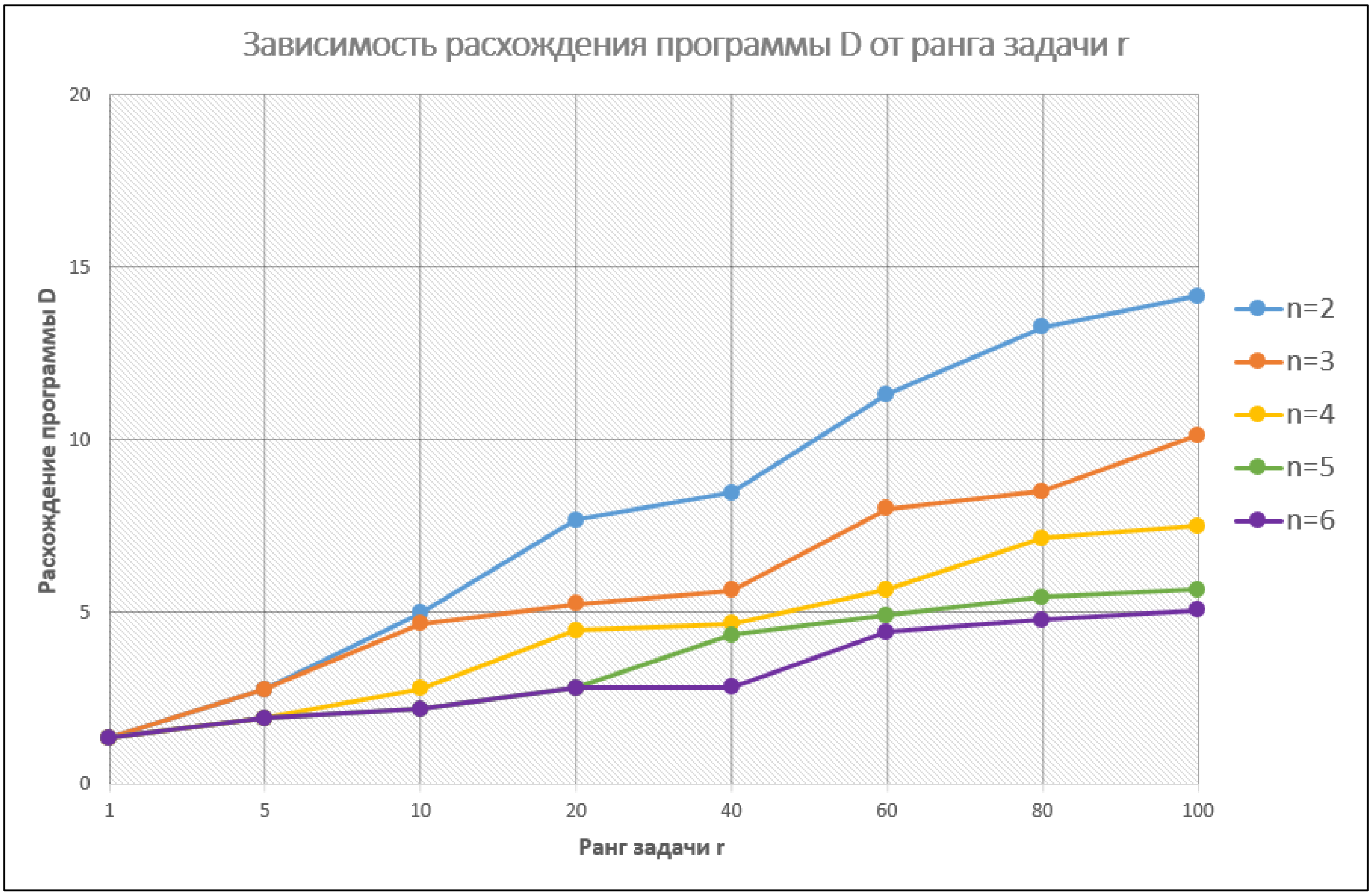
Графики построены на практических значениях, полученных после последовательных выполнений программы с разными входными данными.

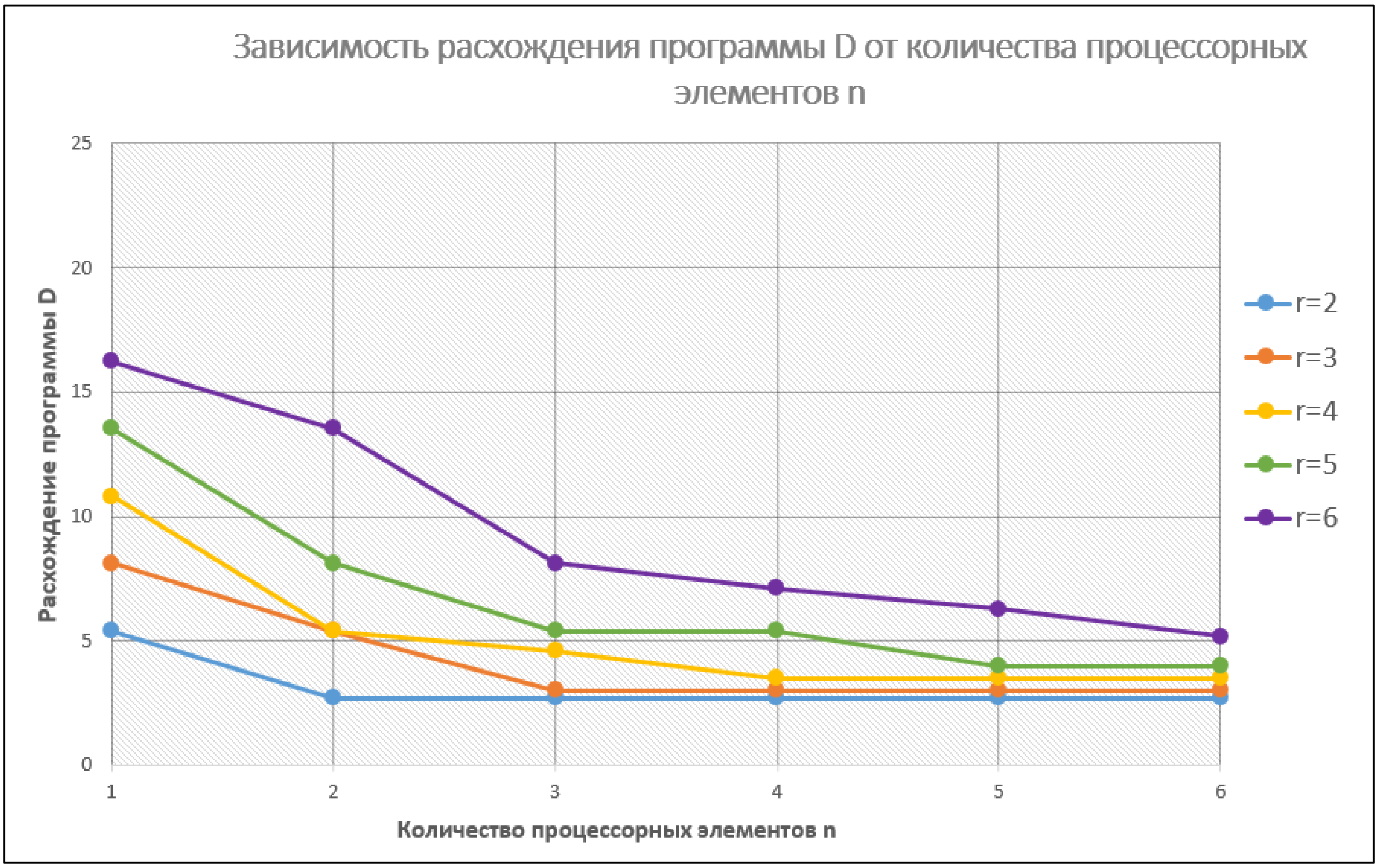



Зависимость коэффициента ускорения Ку от количества процессорных элементов n
Коэффициент ускорения Ку
Количество процессорных элементов n
0
1
2
3
4
5
6
7
8
1
2
3
4
5
6
r=2
r=3
r=4
r=5
r=6


Зависимость эффективности e от ранга задачи r
Эффективность е
Ранг задачи r
0
0,25
0,5
0,75
1
1
5
10
20
40
60
80
100
n=2
n=3
n=4
n=1


Зависимость коэффициента ускорения Ку от количества процессорных элементов n
Эффективность e
Количество процессорных элементов n
r=2
r=3
r=4
r=5
r=6


Зависимость расхождения программы D от ранга задачи r
Расхождение программы D
Ранг задачи r
n=2
n=3
n=4
n=5
n=6



Ответы на вопросы:

<u>1 Вопрос:</u>

Проверить, что модель создана верно: программа работает правильно.

Ответ:

Проверка правильности работы программы:

Исходные данные			
<u>Время операций</u>		***<u>Значения переменных</u>***	
Сумма	*1*	*m*	*2*
Разность	*1*	*p*	*2*
Произведение	*1*	*q*	*2*
Сравнение	*1*	*Кол-во процессорных элементов (n)*	*3*
Деление	*1*		

A (p x m)		***B (m x q)***	
-0.6965	*0.0351*	*0.8381*	*0.4418*
0.5096	*-0.53*	*0.0536*	*-0.1167*
E (1 x m)		***G (p x q)***	
-0.3201	*0.2708*	*0.5543*	*0.6251*
		-0.7482	*-0.0171*

Полученная матрица	
C (p x q)	
0,169916	*-0,182872*
3,4592	*0,468755*

Вывод:

Программа работает верно.

2 Вопрос:

Объяснить на графиках точки перегиба и асимптоты.

Ответ:

Для графика зависимости коэффициента ускорения (K_y) от ранга задачи (r):

Асимптотой является прямая $\mathrm{K_y} = \mathrm{n}$, такого значения она достигает в точках, где ширина векторного параллелизма становится кратной числу процессорных элементов. При фиксированном значении процессорных элементов и при устремлении ранга задачи к бесконечности, ОКМД архитектура будет работать быстрее не более, чем в n раз, по сравнению с последовательной системой.

Для графика зависимости коэффициента ускорения (K_y) от количества элементов (n):

Асимптотой графика, исходя из значений графика, является прямая, параллельная оси абсцисс, то есть прямая, заданная при $\mathrm{K_y} = \mathrm{r}$. Точки перегиба появляются тогда, когда ширина векторного параллелизма становится кратной числу процессорных элементов, при достижении этого значения коэффициент ускорения перестает расти.

Для графика зависимости эффективности (е) от ранга задачи (r):

Прямая $e = 1$ будет являться асимптотой, так как эффективность не может быть больше 1 в данном случае, а при увеличении ранга задачи эффективность возрастает.

Для графика зависимости эффективности (е) от количества элементов (n):

Прямая $e = 0$ будет являться асимптотой. Так как задача с фиксированным рангом содержит фиксированное количество операций, которые необходимо выполнить, а эффективность показывает долю работы одного процессорного элемента, то при большом количестве процессорных элементов эффективность стремится к нулю.

Для графика зависимости коэффициента расхождения программы (D) от ранга задачи (r):

При увеличении ранга задачи, значение расхождения программы увеличивается.

Для графика зависимости коэффициента расхождения программы (D) от количества элементов (n):

При увеличении количества элементов, значение расхождения программы стремится к 1.

3 Вопрос:

Спрогнозировать, как изменится вид графиков при изменении параметров модели; если модель позволяет, то проверить на ней правильность ответа.

Ответ:

Если увеличивается ранг задачи r, то:

- *Коэффициент ускорения* увеличивается до определенного момента, пока не дорастет до своей асимптоты. Затем коэффициент остается постоянным.
- *Эффективность* возрастает.
- *Коэффициент расхождения программы* возрастает.

Если увеличивается количество процессорных элементов n, то:

- *Коэффициент ускорения* увеличивается до своей асимптоты, а именно $\mathrm{K_у} = \mathrm{r}$. Затем коэффициент остается постоянным.
- *Эффективность* убывает до асимптоты e = 0 .
- *Коэффициент расхождения программы* убывает до асимптоты D = 1.

Вывод:

В результате выполнения лабораторной работы была реализована и исследована ОКМД модель для решения задач вычисления матрицы значений. Реализованная модель была проверена на работоспособность и правильность получаемых результатов. Данная модель позволяет ускорить процесс вычисления результата для числовых векторов, по сравнению с последовательной системой. Были исследованы характеристики конвейерной архитектуры: коэффициент ускорения, коэффициент расхождения программы и эффективность.