Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
“Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники”

Факультет информационных технологий и управления
Кафедра интеллектуальных информационных технологий

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

Выполнили студенты группы 821701 — Залесский А. А., Киселёв Н. 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 ***p***x***m***, ***m***x***q***, ***1***x***m***, ***p***x***q***, ***m***x***p*** и ***q***x***m*** соответственно со значениями в диапазоне [-1;1].

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

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

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

Вариант индивидуального задания:

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

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

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

$$a_{ik} \tilde{\to} b_{kj} = \min\left(\left\{1 - a_{ik} + b_{kj}\right\} \cup \{0\}\right)$$

$$b_{kj} \tilde{\to} a_{ik} = \min\left(\left\{1 - b_{kj} + a_{ik}\right\} \cup \{0\}\right)$$

$$a_{ik} \tilde{\wedge} b_{kj} = \max\left(\left\{a_{ik} + b_{kj} - 1\right\} \cup \{0\}\right)$$

Получить: ***C*** – матрицу значений соответствующей размерности ***p***x***q***; в случае необходимости доопределить всеобщности(∀) или существования(∃) условие исходной задачи кванторами самостоятельно.

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.

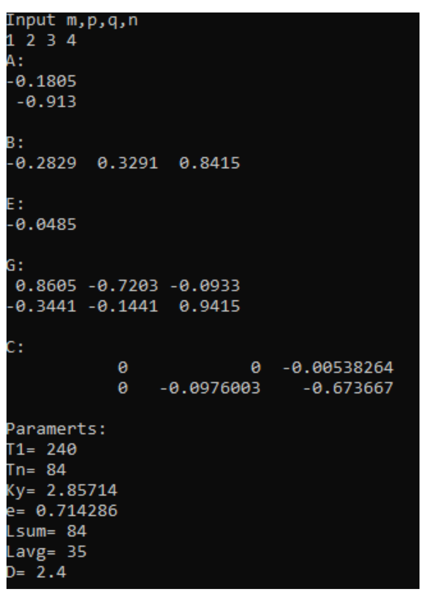
- T_1 – время выполнения программы на одном процессорном элементе. Данный параметр вычисляется следующим образом: подсчитывается количество вызовов той или иной операции, а затем полученное значение умножается на время данной операции. Данное действие повторяется для всех операций, в итоге все значения 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 $\frac{T_1}{T_n}$.
- e - эффективность равна $\frac{K_y}{n}$.
- D - коэффициент расхождения программы, $D = \frac{L_\Sigma}{L_{cp}}$. Где, L_Σ - суммарная длина программы и равна T_n. $L_{ср}$ - 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 $\boldsymbol{A}$, $\boldsymbol{B}$, $\boldsymbol{E}$, $\boldsymbol{G}$, заполненные случайными вещественными числами в диапазоне [-1;1].

Результаты счёта и времена их получения:



```
Input m,p,q,n
1 2 3 4
A:
-0.1805
 -0.913

B:
-0.2829  0.3291  0.8415

E:
-0.0485

G:
 0.8605 -0.7203 -0.0933
-0.3441 -0.1441  0.9415

C:
          0            0  -0.00538264
          0   -0.0976003    -0.673667

Paramerts:
T1= 240
Tn= 84
Ky= 2.85714
e= 0.714286
Lsum= 84
Lavg= 35
D= 2.4
```

Построение графиков:

Обозначения:

$K_y(n,\ r)$ – коэффициент ускорения;

$e(n,\ r)$ – эффективность;

$D(n,\ r)$– коэффициент расхождения программы;

n – количество процессорных элементов в системе (совпадает с количеством этапов конвейера);

r – ранг задачи (количество объектов, которые в процессе решения задачи могли бы обрабатываться параллельно);

Графики строятся на одном наборе сгенерированных данных, постепенно уменьшая размеры матриц, в масштабе, отражающем характерные особенности соответствующих зависимостей.

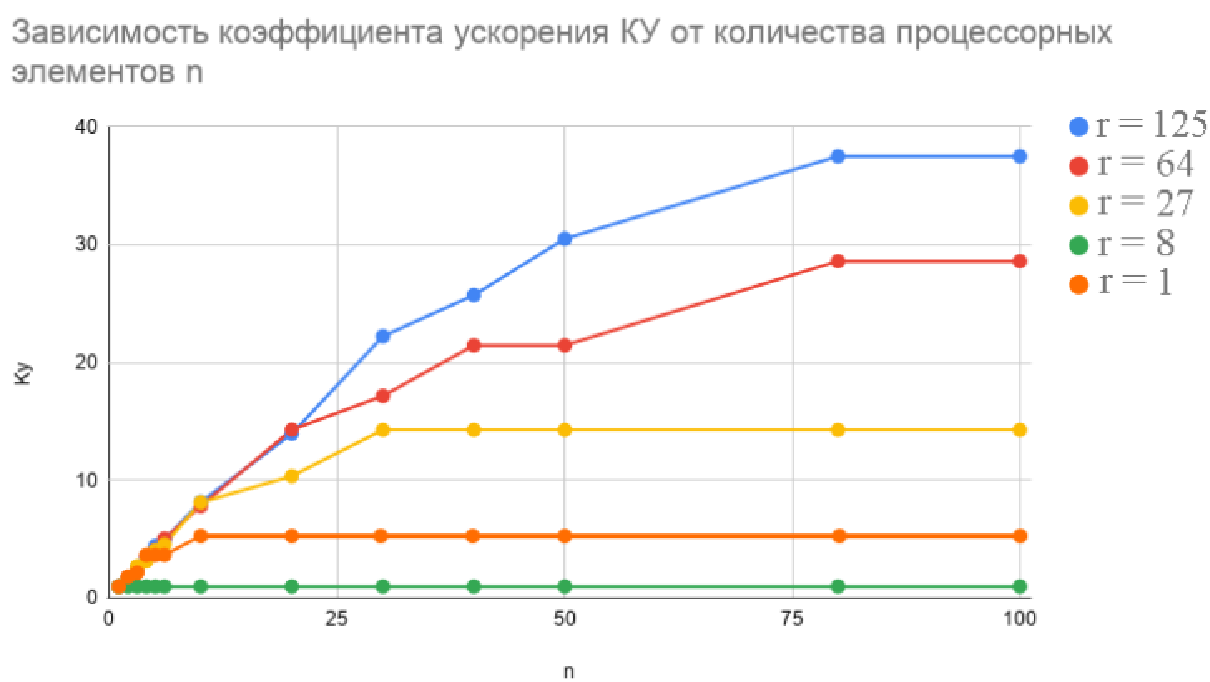


График 1. График зависимости коэффициента ускорения K_y от количества элементов n

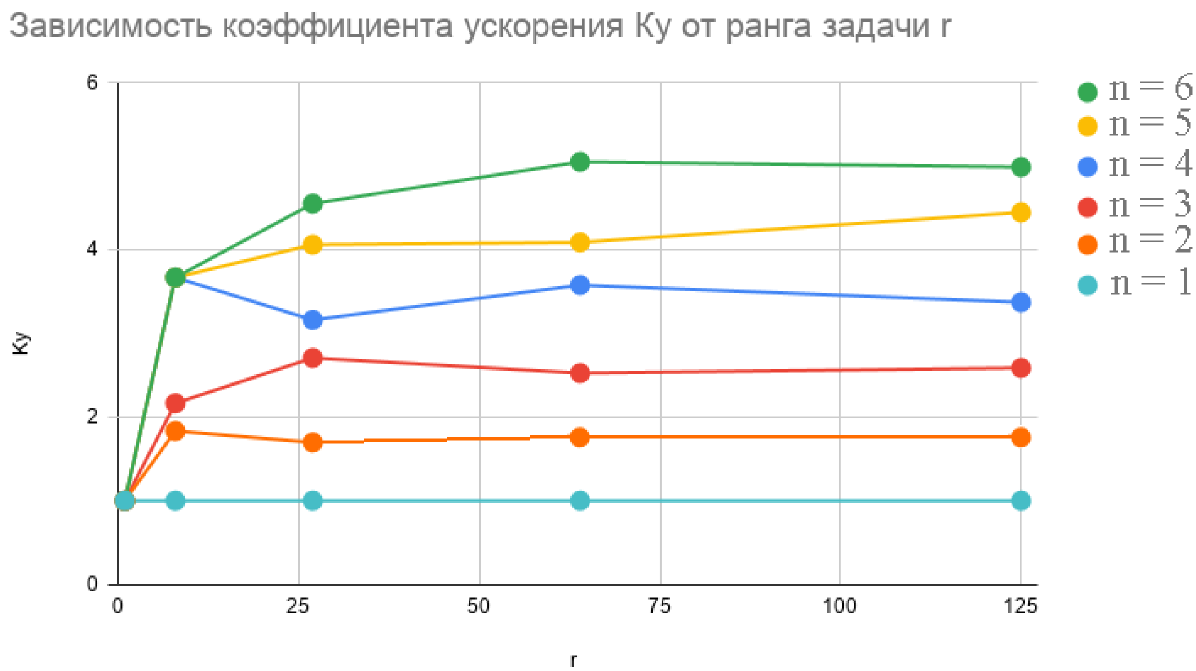


График 2. График зависимости коэффициента ускорения K_y от ранга задачи r

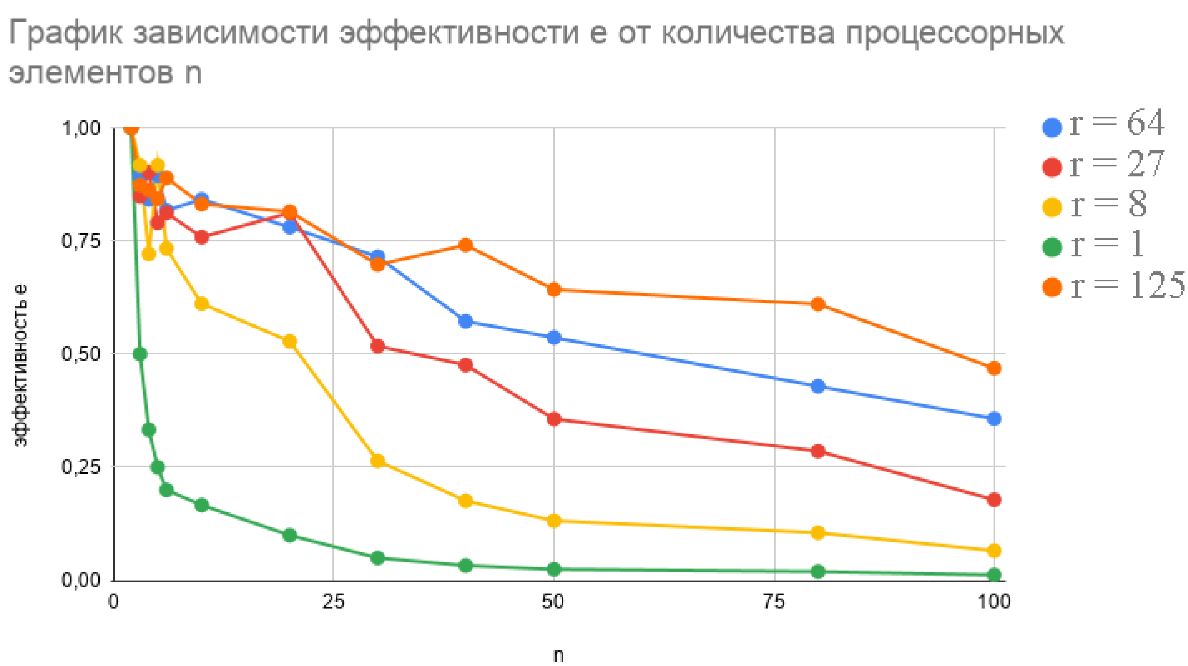


График 3. График зависимости эффективности е от количества элементов n

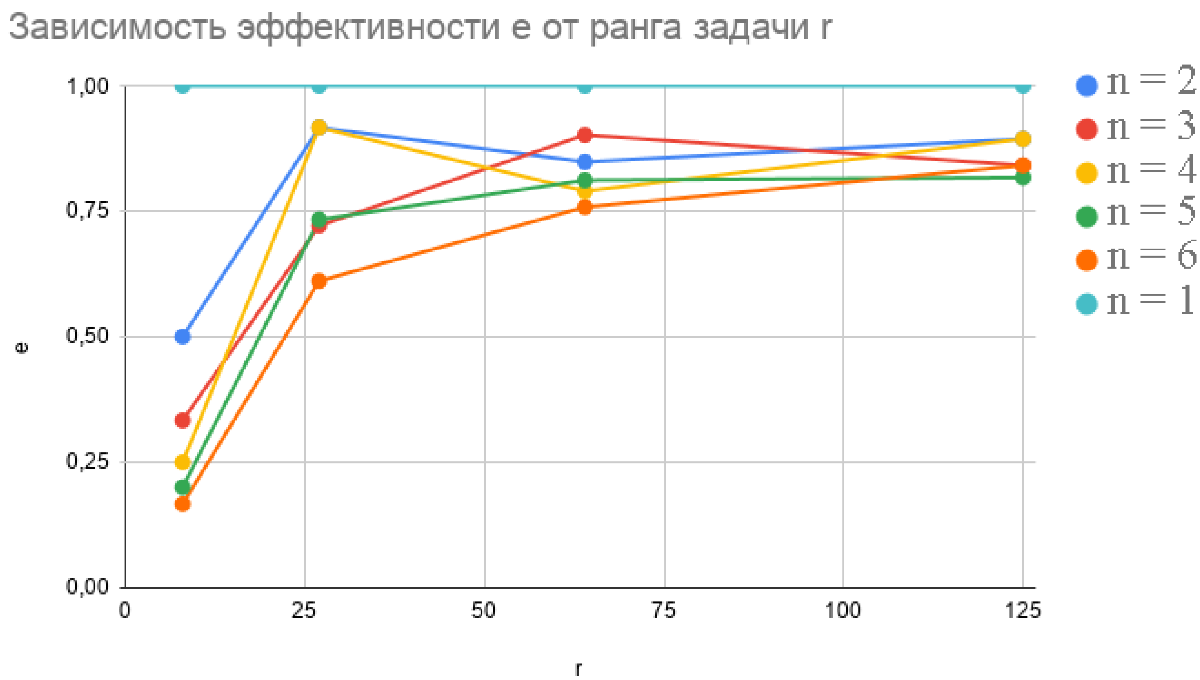


График 4. График зависимости эффективности e от ранга задачи r

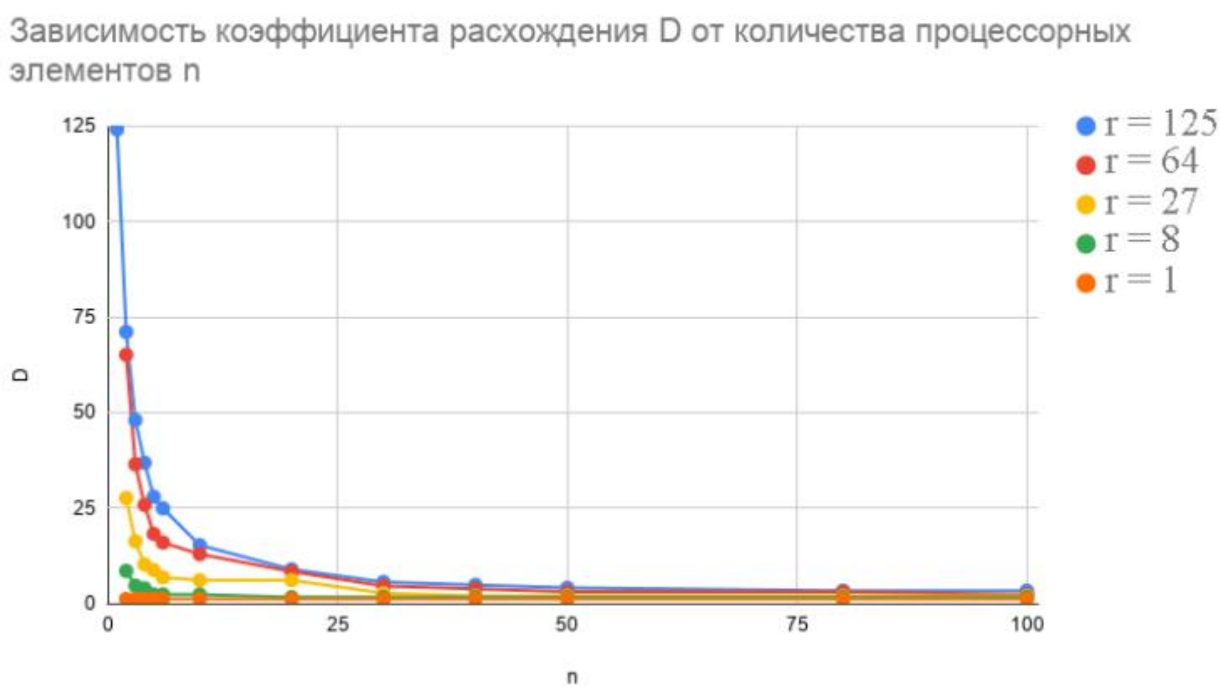


График 5. График зависимости коэффициента расхождения программы D от количества элементов n

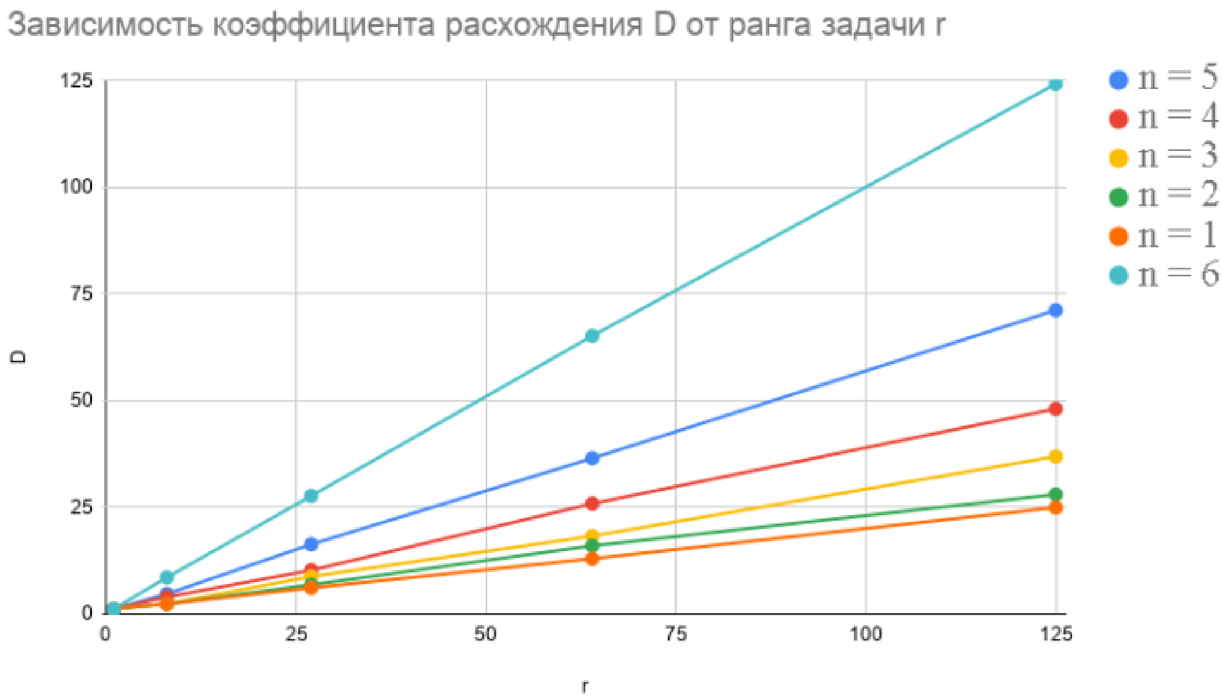


График 6. График зависимости коэффициента расхождения программы D от ранга задачи r

Ответы на вопросы:

1. *Проверить, что модель создана верно: программа работает правильно;*

Проверка правильности работы программы:

Исходные данные			
Время операции		*Другие данные*	
Сумма	1	m	1
Разность	1	p	2
Произведение	1	q	3
Деление	1	количество процессорных элементов	4
Сравнение	1		

A (p x m)	***B (m x q)***
-0,1805 -0.913	-0.2829 | 0.3291 | 0.8415
E (1 x m)	***G (p x q)***
-0.0485	0.8605 | -0.7203 | -0.0933 -0.3441 | -0.1441 | -0.9415

Полученные данные:

C (p x q)

0	0	-0.00538264
0	-0.0976003	-0.673667

Программа работает верно.

2. *Объяснить на графиках точки перегиба и асимптоты:*

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 $n = r$. Точки перегиба появляются тогда, когда ширина векторного параллелизма становится кратной числу процессорных элементов, при достижении этого значения коэффициент ускорения перестает расти.

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

Асимптотой является прямая $K_y = n$, 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 эффективности (e) 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 0

Для графика зависимости эффективности (e) от ранга задачи (r):
Прямая $e = 1$ будет являться асимптотой, а точками перегиба – точки, где ширина векторного параллелизма становится кратной числу процессорных элементов.

Для графика зависимости коэффициента расхождения программы (D) от количества элементов (n):
При увеличении количества элементов, значение расхождения программы стремится к 1.

Для графика зависимости коэффициента расхождения программы (D) от ранга задачи (r):
При увеличении ранга задачи, значение расхождения программы увеличивается.

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

Семейства графиков	Изменения вида графика
Зависимость коэффициента ускорения (K_y) от количества элементов (n)	При увеличении количества процессорных элементов коэффициент ускорения будет увеличиваться, приближаясь к асимптоте.
Зависимость коэффициента ускорения (K_y) от ранга задачи (r)	При увеличении ранга задачи коэффициент ускорения будет становиться больше до того значения, как приблизится к асимптоте.

Зависимость эффективности (e) *от количества элементов* (n)	При увеличении количества процессорных элементов, снижается значение эффективности
Зависимость эффективности (e) *от ранга задачи* (r)	При увеличении ранга задачи меньшее число значений будет приближаться к асимптоте.
Зависимость коэффициента расхождения программы (D) *от количества элементов* (n)	При увеличении количества процессорных элементов, возрастает коэффициент расхождения программы
Зависимость коэффициента расхождения программы (D) *от ранга задачи* (r)	При увеличении ранга задачи, снижается значение коэффициента расхождения программы

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.