

**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  $pxm, mxq, lxm, pxq, mxx$  и  $qxm$  соответственно со значениями в диапазоне  $[-1;1]$ .

$$c_{ij} = \bigwedge_k f_{ijk} * (3 * g_{ij} - 2) * g_{ij} + (\bigvee_k d_{ijk} + (4 * (\bigwedge_k f_{ijk} \circ \bigvee_k d_{ijk}) - 3 * \bigvee_k d_{ijk}) * g_{ij}) * (1 - g_{ij})$$
$$f_{ijk} = (a_{ik} \rightsquigarrow b_{kj}) * (2 * e_k - 1) * e_k + (b_{kj} \rightsquigarrow a_{ik}) * (1 + (4 * (a_{ik} \rightsquigarrow b_{kj}) - 2) * e_k) * (1 - e_k)$$
$$d_{ijk} = a_{ik} \wedge b_{kj}$$

Вариант индивидуального задания:

$$17. \bigwedge_k f_{ijk} = \prod_k f_{ijk}$$
$$\bigvee_k d_{ijk} = 1 - \prod_k (1 - d_{ijk})$$
$$\bigwedge_k f_{ijk} \circ \bigvee_k d_{ijk} = \max \left( \left\{ \bigwedge_k f_{ijk} + \bigvee_k d_{ijk} - 1 \right\} \cup \{0\} \right)$$
$$a_{ik} \rightsquigarrow b_{kj} = \min \left( \left\{ 1 - a_{ik} + b_{kj} \right\} \cup \{0\} \right)$$
$$b_{kj} \rightsquigarrow a_{ik} = \min \left( \left\{ 1 - b_{kj} + a_{ik} \right\} \cup \{0\} \right)$$
$$a_{ik} \wedge b_{kj} = \max \left( \left\{ a_{ik} + b_{kj} - 1 \right\} \cup \{0\} \right)$$

Получить:  $C$  – матрицу значений соответствующей размерности  $pxq$ ; в случае необходимости доопределить всеобщности( $\forall$ ) или существования( $\exists$ ) 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,  $L_\Sigma$  - 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  $[-1;1]$ .

### *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

Parameters:
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.

Зависимость коэффициента ускорения КУ от количества процессорных элементов  $n$

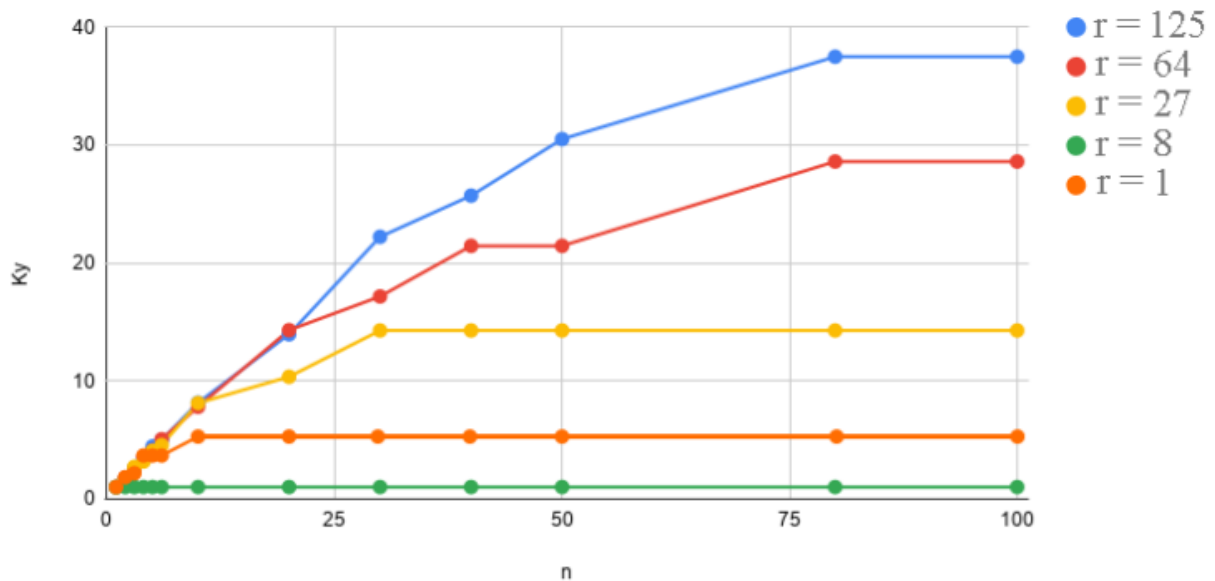


График 1. График зависимости коэффициента ускорения  $K_y$  от количества элементов  $n$

Зависимость коэффициента ускорения  $K_u$  от ранга задачи  $r$

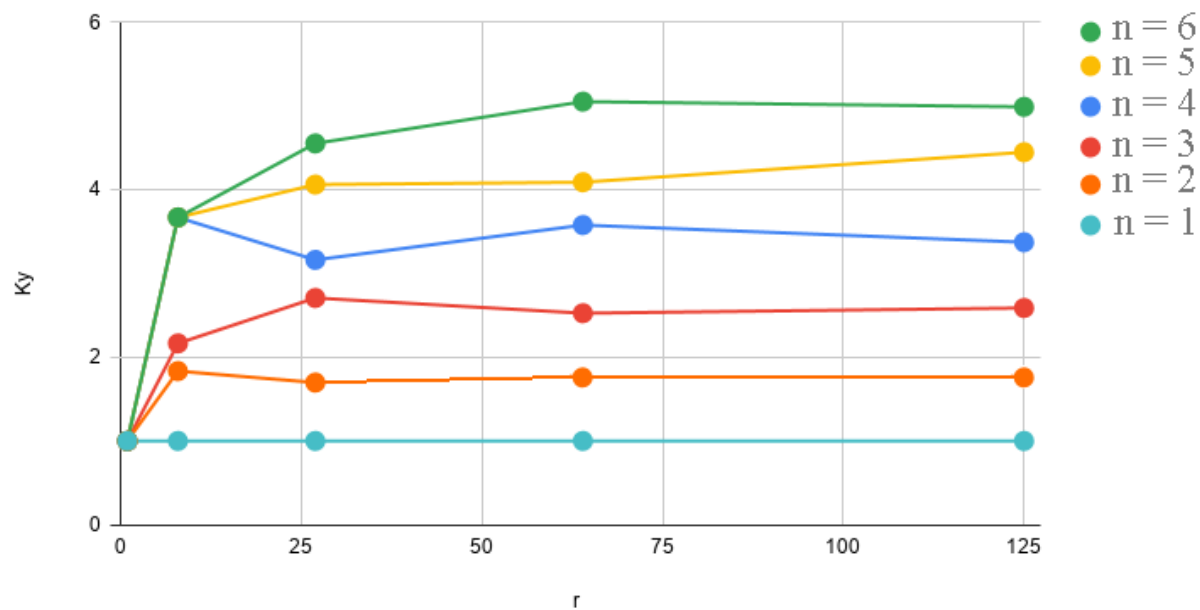


График 2. График зависимости коэффициента ускорения  $K_u$  от ранга задачи  $r$

График зависимости эффективности  $e$  от количества процессорных элементов  $n$

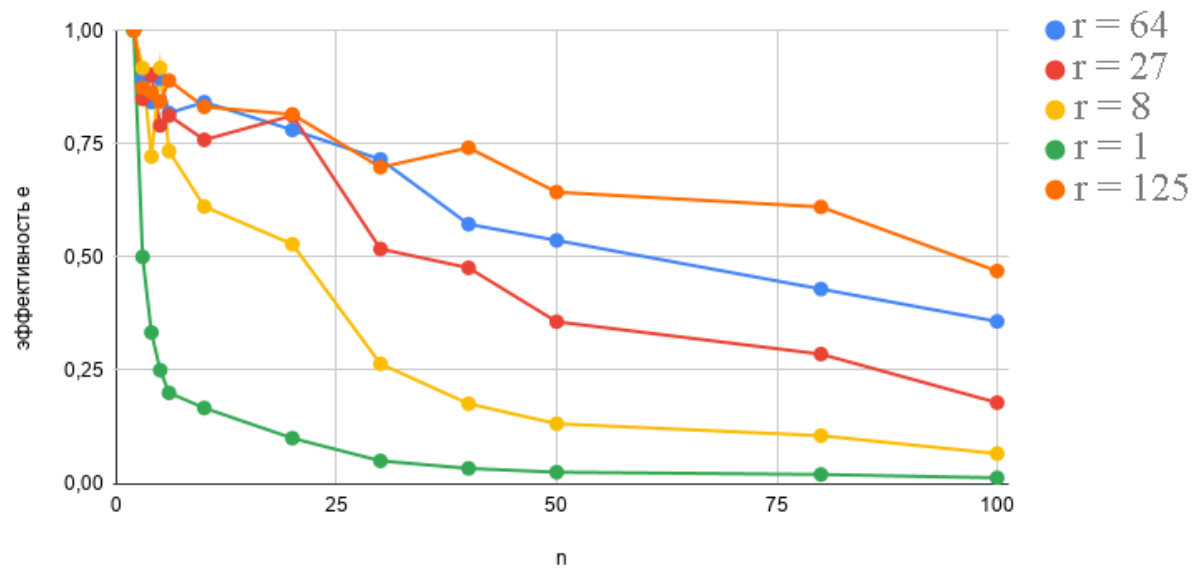


График 3. График зависимости эффективности  $e$  от количества элементов  $n$

Зависимость эффективности  $e$  от ранга задачи  $r$

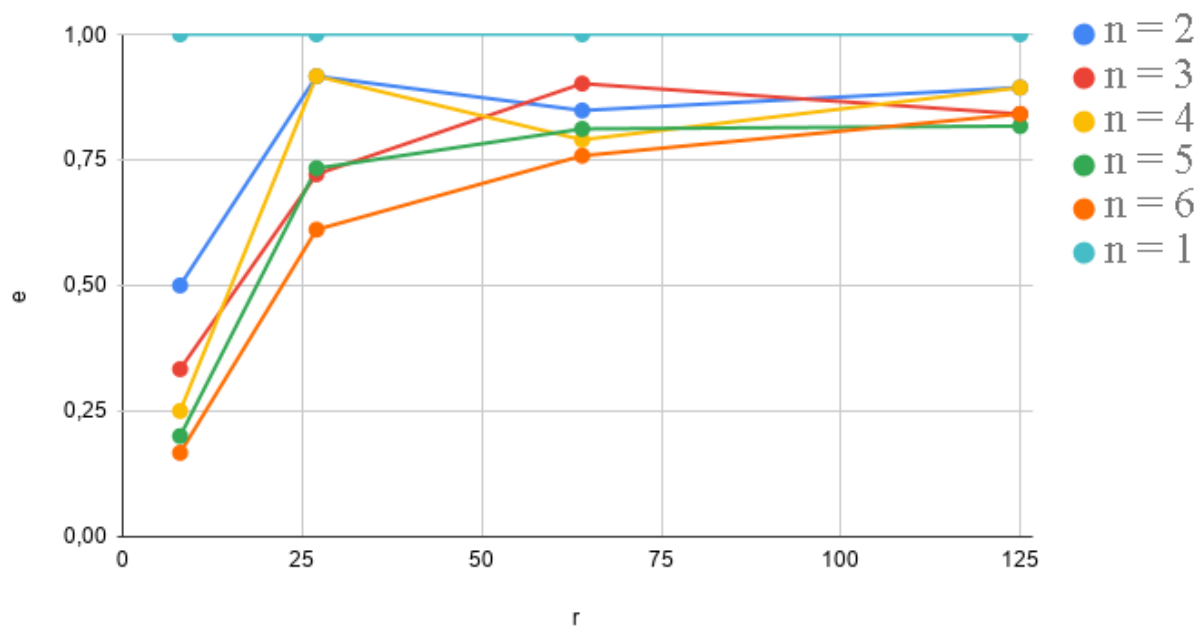


График 4. График зависимости эффективности  $e$  от ранга задачи  $r$

Зависимость коэффициента расхождения  $D$  от количества процессорных элементов  $n$

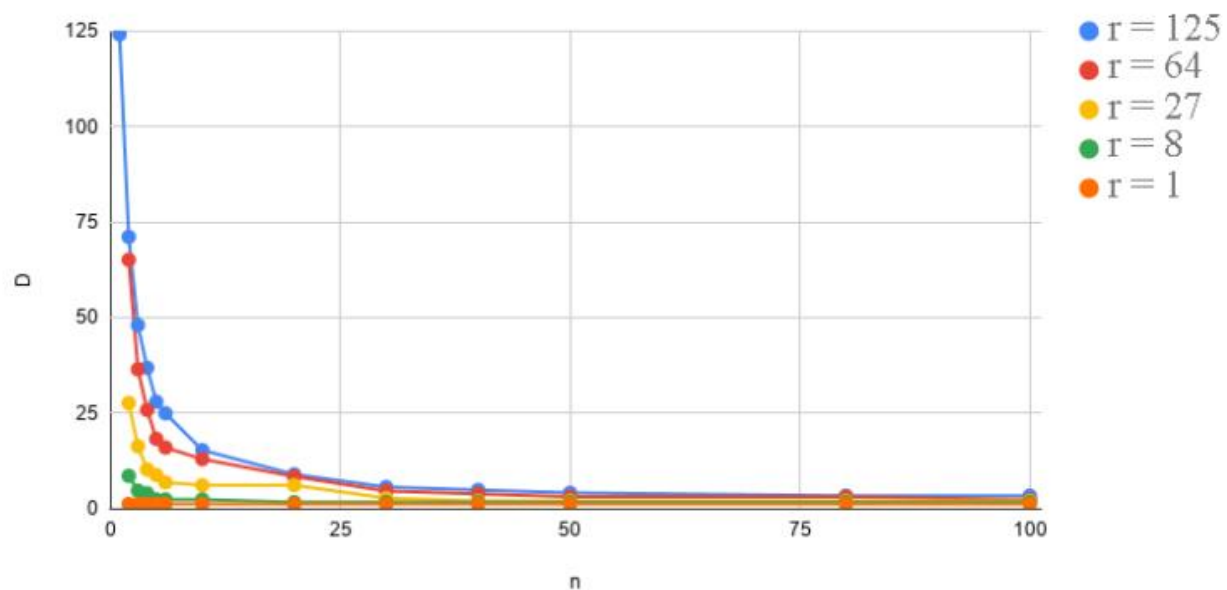


График 5. График зависимости коэффициента расхождения программы  $D$  от количества элементов  $n$

Зависимость коэффициента расхождения  $D$  от ранга задачи  $r$

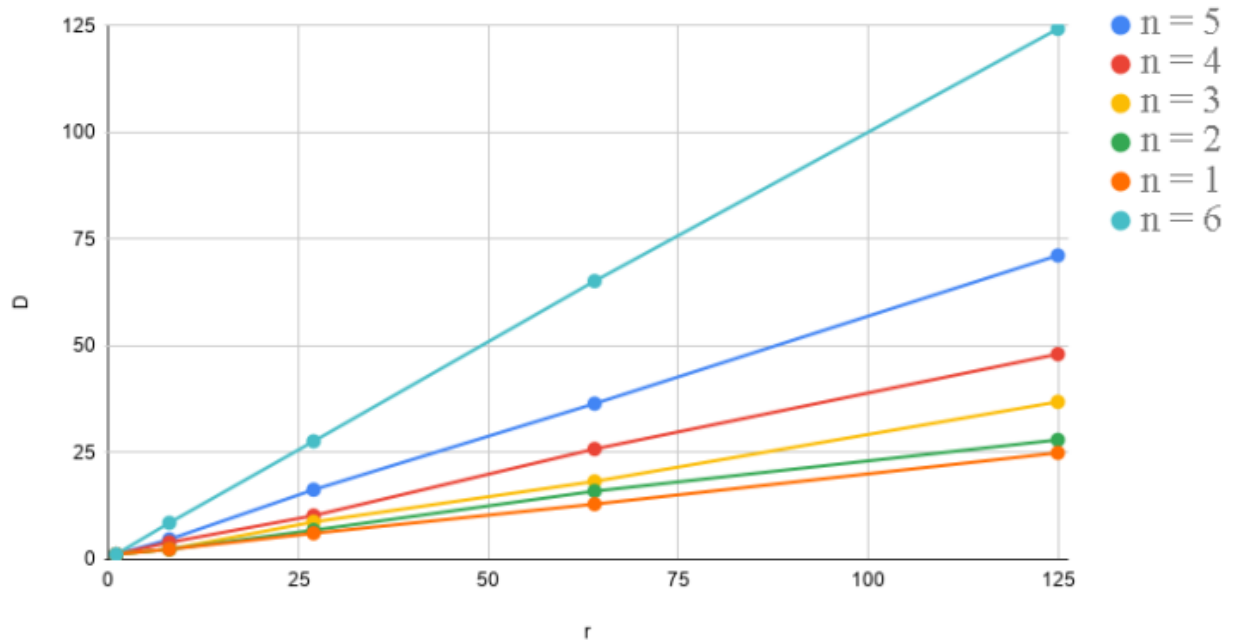


График 6. График зависимости коэффициента расхождения программы  $D$  от ранга задачи  $r$

### 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		

<u><i>A (p x m)</i></u> <table><tr><td>-0,1805</td></tr><tr><td>-0.913</td></tr></table>	-0,1805	-0.913	<u><i>B (m x q)</i></u> <table><tr><td>-0.2829</td><td>0.3291</td><td>0.8415</td></tr></table>	-0.2829	0.3291	0.8415		
-0,1805								
-0.913								
-0.2829	0.3291	0.8415						
<u><i>E (l x m)</i></u> <table><tr><td>-0.0485</td></tr></table>	-0.0485	<u><i>G (p x q)</i></u> <table><tr><td>0.8605</td><td>-0.7203</td><td>-0.0933</td></tr><tr><td>-0.3441</td><td>-0.1441</td><td>-0.9415</td></tr></table>	0.8605	-0.7203	-0.0933	-0.3441	-0.1441	-0.9415
-0.0485								
0.8605	-0.7203	-0.0933						
-0.3441	-0.1441	-0.9415						

<i>Полученные данные:</i>								
<u><math>C (p \times q)</math></u> <table border="1"> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>-0.00538264</td></tr> <tr> <td>0</td><td>-0.0976003</td><td>-0.673667</td></tr> </table>			0	0	-0.00538264	0	-0.0976003	-0.673667
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
<i>Зависимость коэффициента ускорения (<math>K_y</math>) от количества элементов (<math>n</math>)</i>	При увеличении количества пар элементов, возрастает значение коэффициента ускорения, до момента пока ширина векторного параллелизма не становится равной числу процессорных элементов. Далее при увеличении, коэффициент ускорения остается постоянным.

<i>Зависимость коэффициента ускорения (<math>K_y</math>) от ранга задачи (<math>r</math>)</i>	При увеличении количества процессорных элементов, возрастет значение коэффициента ускорения. Пиковые значения зафиксированы в точках, где ширина векторного параллелизма становится равной числу процессорных элементов, в этих точках $K_y = n$ .
<i>Зависимость эффективности (<math>e</math>) от количества элементов (<math>n</math>)</i>	При увеличении количества процессорных элементов, снижается значение эффективности
<i>Зависимость эффективности (<math>e</math>) от ранга задачи (<math>r</math>)</i>	При увеличении ранга, возрастает значение эффективности. Пиковые значения зафиксированы в точках, где ширина векторного параллелизма становится кратной числу процессорных элементов.
<i>Зависимость коэффициента расхождения программы (<math>D</math>) от количества элементов (<math>n</math>)</i>	При увеличении количества процессорных элементов, возрастает коэффициент расхождения программы
<i>Зависимость коэффициента расхождения программы (<math>D</math>) от ранга задачи (<math>r</math>)</i>	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.