

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 №1 по курсу «МРЗвИС» на тему:  
«Реализация модели решения задачи на конвейерной архитектуре»**

Выполнил студент группы 821704:

Юнах У.В.

Проверила:

Орлова А.С.

Минск 2020

**Постановка задачи:** Реализовать и исследовать модель решения задачи вычисления попарного произведения компонентов двух векторов чисел на конвейерной архитектуре.

**Описание модели:** Для реализации поставленной задачи был использован алгоритм вычисления произведения пары 8-разрядных чисел умножением с младших разрядов со сдвигом частичной суммы вправо.

#### Алгоритм вычисления:

1. Нахождение частичного произведения 1-го разряда числа В на число А;
2. Полученное частичное произведение прибавляется к частичной сумме (значение частичной суммы в начале работы алгоритма равно нулю);
3. Сдвиг частичной суммы вправо на 1 разряд;
4. Пункты 1-3 последовательно повторяются для всех разрядов множителя.

#### Исходные данные:

- $m = 3$  — кол-во пар чисел;
- $p = 8$  — разрядность чисел;
- $n = 24$  — кол-во процессорных элементов в системе;
- $r = m$  — ранг задачи;

#### Графики:

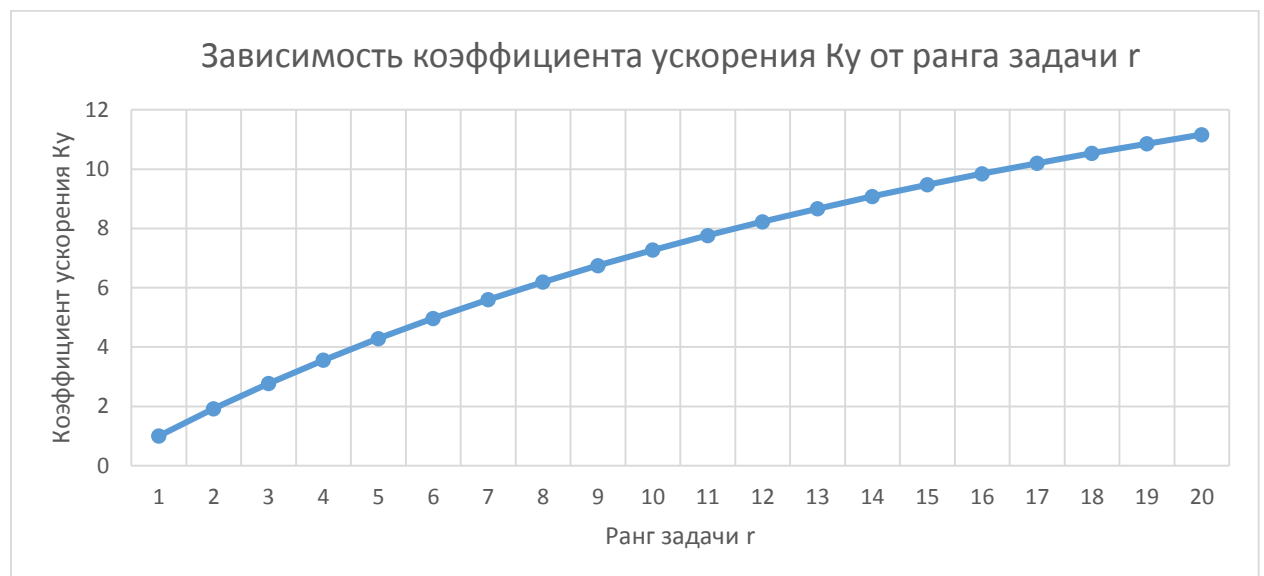


Рисунок 1. Зависимость коэффициента ускорения  $K_u$  от ранга задачи  $r$

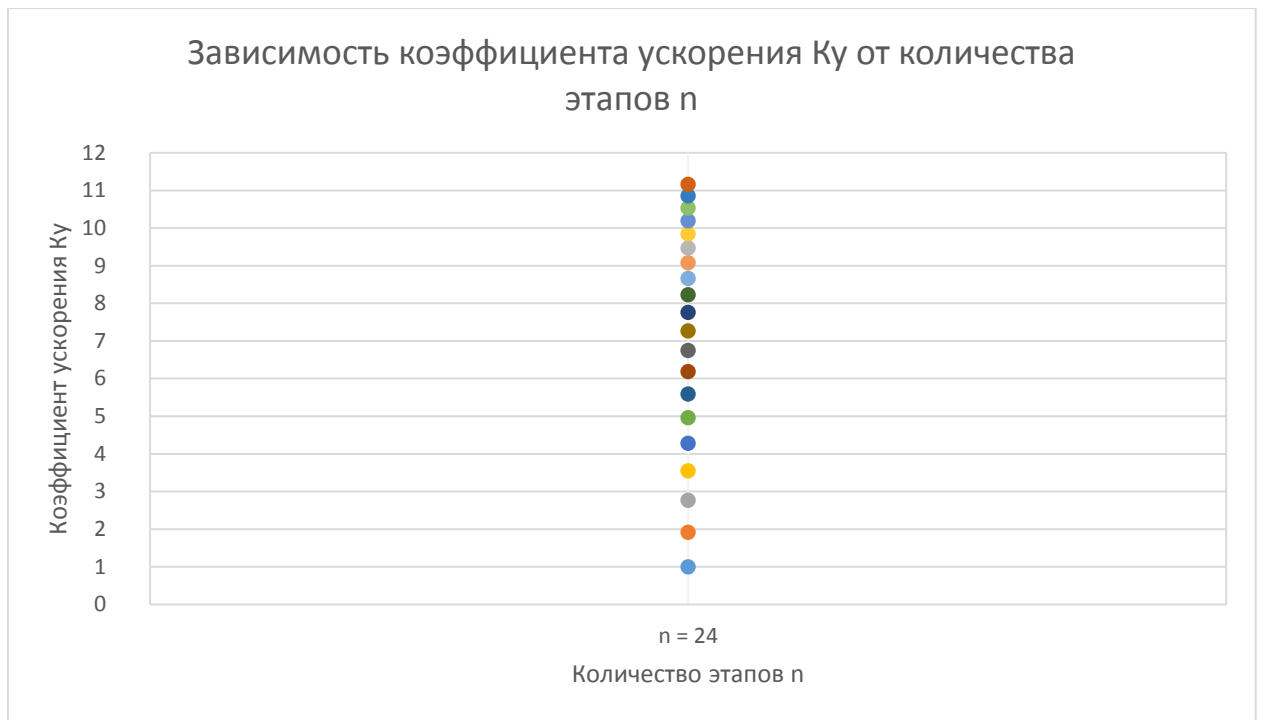


Рисунок 2. Зависимость коэффициента ускорения  $K_u$  от количества этапов  $n$

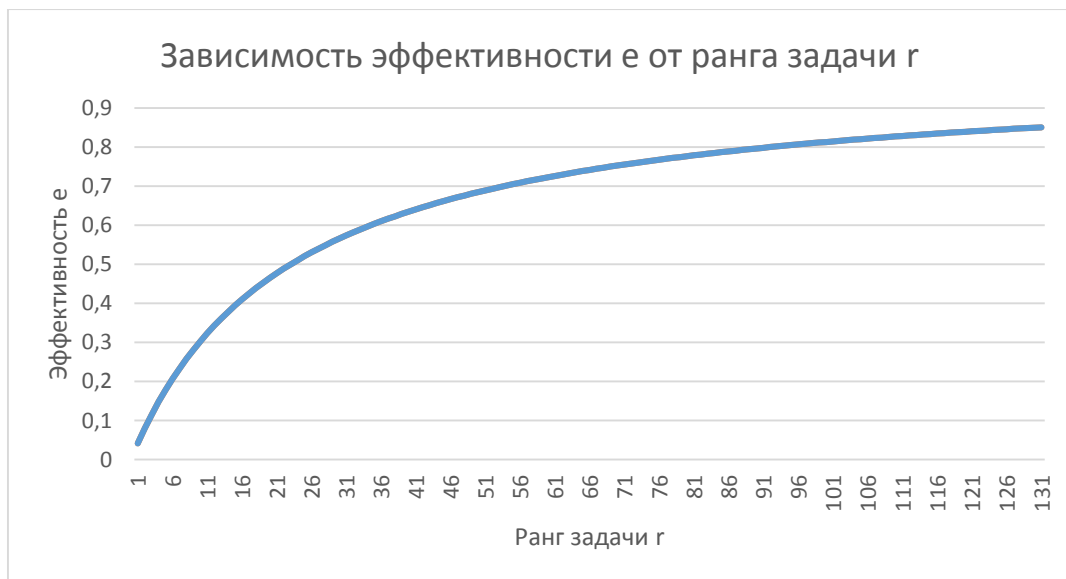


Рисунок 3. Зависимость коэффициента ускорения  $K_u$  от количества этапов  $n$

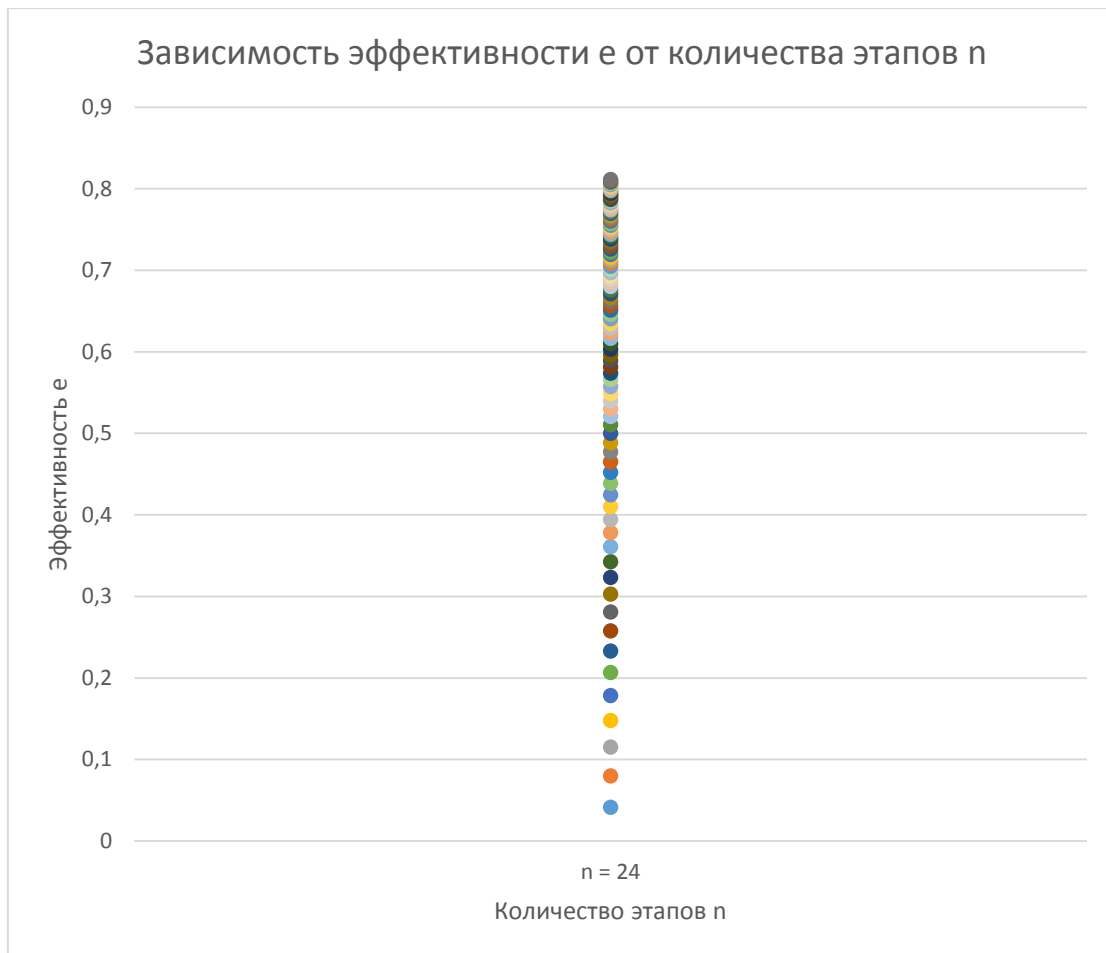


Рисунок 4. Зависимость эффективности  $e$  от количества этапов  $n$

## Вопросы:

### 1. Проверить, что модель создана верно:

Результат выполнения программы:

```

A1 = 10001101
B1 = 10001001
A1*B1 = 100101101110101

A2 = 10001100
B2 = 11101101
A2*B2 = 1000000110011100

A3 = 10101100
B3 = 11000101
A3*B3 = 1000010001011100

Конвейер:
*Примечание: один столбец таблицы - 1 такт; 1 значит процесс на данном такте был вызван, 0 - не был
вызван.

Процесс 1: умножение      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0
Процесс 2: частичная сумма 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0
Процесс 3: сдвиг          0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

```

Проверка:

$10001101 * 10001001 = 100101101110101$

$10001100 * 11101101 = 1000000110011100$

$10101100 * 11000101 = 1000010001011100$

Результаты верны.

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

Асимптоты означают, что рост производительности конвейера ограничен и зависит от количества процессорных элементов и объектов, которые в процессе решения задачи могли бы обрабатываться параллельно.

## **3. Спрогнозировать, как изменится вид графиков при изменении параметров модели:**

Если увеличивается ранг задачи  $r$ , то коэффициент ускорения и эффективность уменьшаются. Если увеличивается количество этапов конвейера  $n$ , то коэффициент ускорения увеличивается, а эффективность уменьшается точно также, как и при изменении ранга задачи.

## **4. Каково соотношение между параметрами $n, r, m, p$ модели сбалансированного конвейера?**

$m = 3$  — кол-во пар чисел;

$p = 8$  — разрядность чисел;

$n = 24$  — кол-во процессорных элементов в системе;

$r = m$  — ранг задачи;

## **5. Вопрос: пусть имеется некоторая характеристика $h$ (эффективность $e$ или ускорение $K_y$ ) и для неё выполняется:**

**a.  $h(n_1, r_1) = h(n_2, r_2)$**

**b.  $n_1 > n_2$**

**Каким будет соотношение между  $r_1$  и  $r_2$ ?**

$$e(n_1, r_1) = e(n_2, r_2);$$

$$e = \frac{K_y}{n} = \frac{T_1}{T_n * n}; n \in N$$

$$\frac{r_1 * n_1}{(n_1 + r_1 - 1) * n_1} = \frac{r_2 * n_2}{(n_2 + r_2 - 1) * n_2};$$

$$r_1 n_2 + r_1 r_2 - r_1 = r_2 n_1 + r_1 r_2 - r_2;$$

$$r_1 (n_2 - 1) = r_2 (n_1 - 1);$$

$$\frac{r_2}{r_1} = \frac{n_2 - 1}{n_1 - 1} \Rightarrow r_1 > r_2$$

Ответ:  $r_1 > r_2$ .

6. Дано:

1. несбалансированный конвейер (заданы конкретные значения:  $n$ ,  $t_i$  – времена выполнения обработки на этапах конвейера);

2.  $e_0$  – некоторое фиксированное значение эффективности.

Определить значение  $r_0$ , при котором выполняется  $e(n, r_0) > e_0$ ?

(Получить формулу, затем подставить в неё значения параметров.)

Так как в результате построения графика получилась гипербола, большему значению  $x$  соответствует меньшее значение  $y$ . Следовательно, для того, чтобы значение  $e$  было больше  $e_0$ , величина  $n$  должна находиться в интервале  $n \in (0, n_0)$ .

7. Для несбалансированного конвейера (использовать исходные данные предыдущего вопроса) определить:  $\lim_{r \rightarrow \infty} e(n, r)$ .

Предел эффективности при  $r \rightarrow \infty$  равен 0.

8. Дано: несбалансированный конвейер (использовать исходные данные предыдущего вопроса).

Каким образом можно перестроить данный конвейер, чтобы для заданного  $r_0$  выполнялось  $e(n, r_0) > e_0$ ?

Изменить структуру конвейера таким образом, чтобы число  $r$  принадлежало интервалу  $r \in (0, r_0)$ .

9. Дано: несбалансированный конвейер (использовать исходные данные предыдущего вопроса) и значение минимального кванта времени  $t_0$  (условной временной единицы).

Каким образом нужно перестроить данный конвейер, чтобы получить максимально быстрый конвейер? Получить для него формулы  $Ky(n, r)$ ,  $e(n, r)$ ?

Для того, чтобы получить максимально быстрый конвейер, необходимо разделить его на столько этапов, чтобы время каждого этапа было равно  $t_0$ .

$N$  - количество этапов.

$$N = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{t_0}$$

$$K_y(N, r) = \frac{T_1}{T_N} = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n t_i}{t_0} r t_0}{(\frac{\sum_{i=1}^n t_i}{t_0} + (r - 1)) t_0} = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n t_i}{t_0} r}{\frac{\sum_{i=1}^n t_i}{t_0} + (r - 1)}$$

$$e(N, r) = \frac{K_y}{N} = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n t_i}{t_0} * r}{(\frac{\sum_{i=1}^n t_i}{t_0} + (r - 1)) \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{t_0}} = \frac{r}{\frac{\sum_{i=1}^n t_i}{t_0} + (r - 1)}$$

### **Выводы:**

В результате выполнения лабораторной работы была реализована модель сбалансированного конвейера для вычисления произведения пары 8-разрядных чисел умножением с младших разрядов со сдвигом частичной суммы вправо. Реализованная модель была проверена на работоспособность и правильность получаемых результатов. Данная модель позволяет ускорить процесс вычисления результата для векторов значений. Были исследованы числовые характеристики конвейерной архитектуры, а именно коэффициент ускорения и эффективность при решении поставленной задачи.