

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Отчет  
по дисциплине “Модели решения задач в интеллектуальных системах”  
по теме ”Реализация модели решения задачи на конвейерной архитектуре”

Выполнили студенты группы 821701:

Шадрин Е. Д.

Хмелинко П. С.

Проверил:

Крачковский Д.Я.

Минск 2020

**Цель:**

Реализовать и исследовать модель решения на конвейерной архитектуре задачи вычисления попарного произведения (деления) компонентов двух векторов чисел.

**Вариант задания: 8.**

Алгоритм вычисления произведения пары 6-разрядных чисел умножением с младших разрядов со сдвигом частичной суммы вправо.

**Выполнение задания:**

1. Схема работы конвейера для числа входных элементов, равного трем:

Такт 1	1 разряд $a_1 * b_1$					
Такт 2	1 разряд $a_2 * b_2$	2 разряд $a_1 * b_1$				
Такт 3	1 разряд $a_3 * b_3$	2 разряд $a_2 * b_2$	3 разряд $a_1 * b_1$			
Такт 4		2 разряд $a_3 * b_3$	3 разряд $a_2 * b_2$	4 разряд $a_1 * b_1$		
Такт 5			3 разряд $a_3 * b_3$	4 разряд $a_2 * b_2$	5 разряд $a_1 * b_1$	
Такт 6				4 разряд $a_3 * b_3$	5 разряд $a_2 * b_2$	6 разряд $a_1 * b_1$
Такт 7					5 разряд $a_3 * b_3$	6 разряд $a_2 * b_2$
Такт 8						6 разряд $a_3 * b_3$
	Первый Этап	Второй Этап	Третий Этап	Четвертый Этап	Пятый Этап	Шестой Этап

Таблица 1. Схема работы конвейера

**(Такт 1)**

- (a) Вычисление произведения первых разрядов первой пары чисел.

**(Такт 2)**

- (a) Вычисление произведения первых разрядов второй пары чисел.
- (b) Вычисление произведения вторых разрядов первой пары чисел.

**(Такт 3)**

- (a) Вычисление произведения первых разрядов третьей пары чисел.
- (b) Вычисление произведения вторых разрядов второй пары чисел.
- (c) Вычисление произведения третьих разрядов первой пары чисел.

**(Такт 4)**

- (a) Вычисление произведения вторых разрядов третьей пары чисел.
- (b) Вычисление произведения третьих разрядов второй пары чисел.
- (c) Вычисление произведения четвертых разрядов четвертой пары чисел.

**(Такт 5)**

- (a) Вычисление произведения третьих разрядов третьей пары чисел.
- (b) Вычисление произведения четвертых разрядов второй пары чисел.
- (c) Вычисление произведения пятых разрядов первой пары чисел.

**(Такт 6)**

- (a) Вычисление произведения четвертых разрядов третьей пары чисел.
- (b) Вычисление произведения пятых разрядов второй пары чисел.
- (c) Вычисление произведения шестых разрядов первой пары чисел.

**(Такт 7)**

- (a) Вычисление произведения пятых разрядов третьей пары чисел.
- (b) Вычисление произведения шестых разрядов второй пары чисел.
- (c) Вычисление произведения седьмых разрядов первой пары чисел.

**(Такт 8)**

- (a) Вычисление произведения шестых разрядов третьей пары чисел.
- (b) Вычисление произведения седьмых разрядов второй пары чисел.
- (c) Вычисление произведения восьмых разрядов первой пары чисел.

Примечание: перевод чисел из десятичной системы счисления в десятичную и обратно вычисляется автоматически.

## 2. Исходные данные:

- a.  $m$  - количество пар чисел (не является фиксированной величиной, в данном случае равно 3).
- b.  $p = 6$  – разрядность попарно умножаемых чисел.
- c.  $n = 8$  – количество процессорных элементов в системе.
- d.  $r = 3$  – ранг задачи (количество объектов, которые в процессе решения задачи могли бы обрабатываться параллельно).
- e.  $t = 1$  – время счёта на этапах сбалансированного конвейера.//
- f. 3 пары чисел:  $\langle 2, 8 \rangle$ ,  $\langle 7, 4 \rangle$ ,  $\langle 5, 3 \rangle$

## 3. Построение графиков:

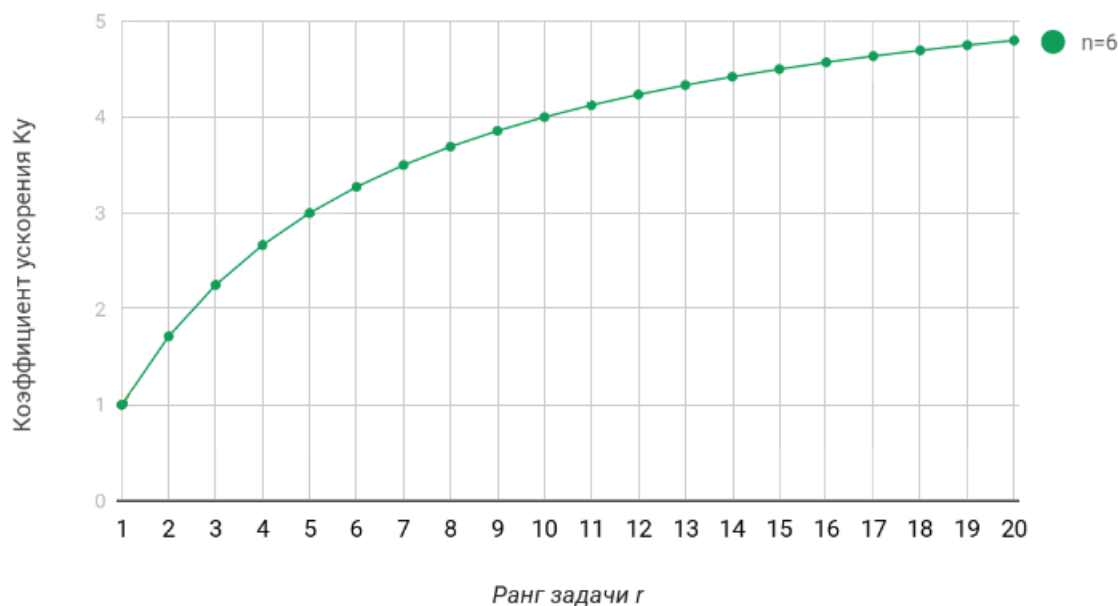


График 1. График зависимости коэффициента ускорения  $K_u$  от ранга задачи  $r$ .

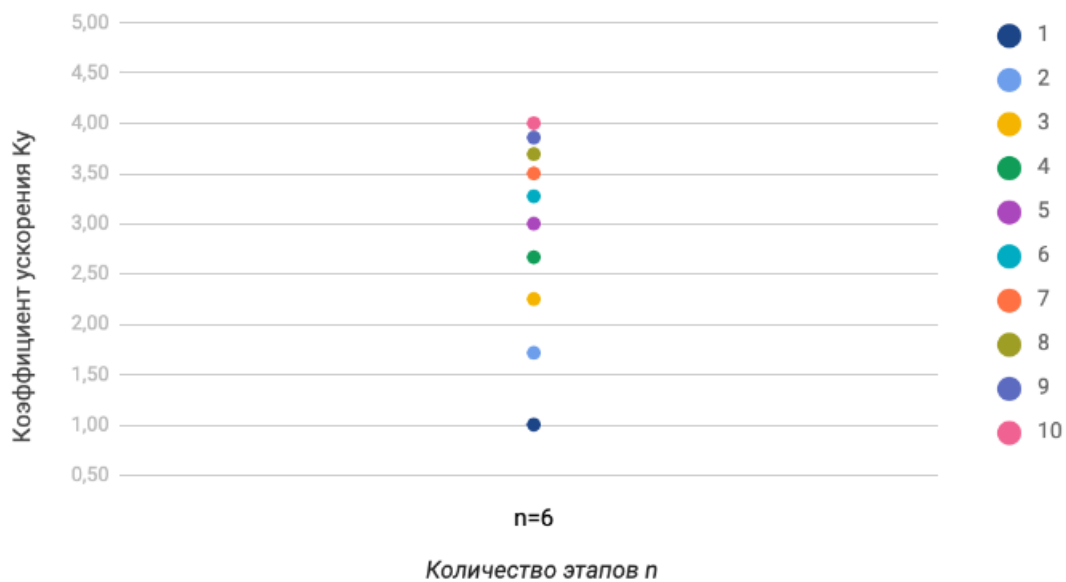


График 2. График зависимости коэффициента ускорения  $K_u$  от количества этапов  $n$ .

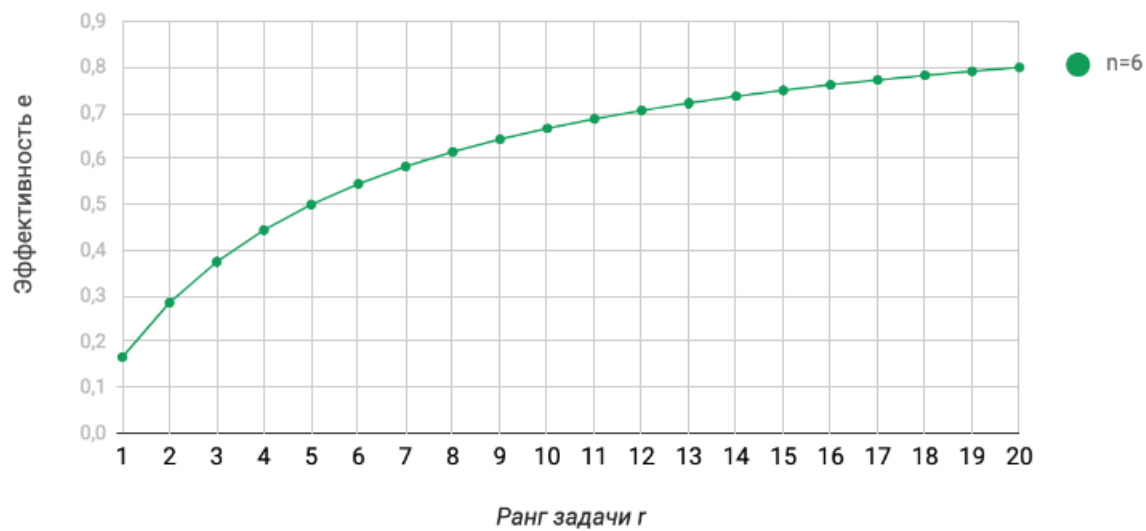


График 3. График зависимости эффективности  $e$  от ранга задачи  $r$ .

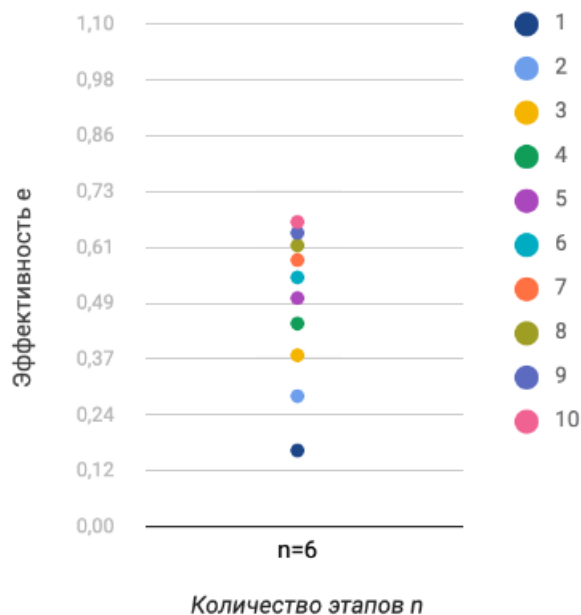


График 4. График зависимости эффективности  $e$  от количества этапов  $n$

### Ответы на вопросы:

1. Вопрос:

Проверить, что модель создана верно: программа работает правильно.

Ответ:

Проверка правильности работы программы:

- a.  $2 * 8 = 16$
- b.  $7 * 4 = 28$
- c.  $5 * 3 = 15$

Вывод:

Программа работает верно.

2. Вопрос:

Объяснить на графиках точки перегиба и асимптоты.

Ответ:

Асимптоты означают, что рост производительности конвейера ограничен и зависит от количества процессорных элементов и объектов.

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 и эффективность увеличиваются, что видно из вышеприведенных графиков.

4. Вопрос:

Каково соотношение между параметрами  $n$ ,  $r$ ,  $m$ ,  $p$  модели сбалансированного конвейера?

Ответ:

- a.  $m$  - задаётся пользователем.
- b.  $p = 6$ .
- c.  $n = r = 3$ .

5. Дано:

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.  $n_1 > n_2$ .

Вопрос:

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

Ответ:

$$r_1 < r_2.$$

6. Дано:

- a. несбалансированный конвейер (заданы конкретные значения:  $n$ ,  $t_i$  – времена выполнения обработки на этапах конвейера);
- b.  $e_0$  – некоторое фиксированное значение эффективности.

Определить:

Значение  $r_0$ , при котором выполняется  $e(n; r_0) > e_0$ .

Ответ:

Так как в результате построения графика получилась гипербола, большему значению  $x$  соответствует меньшее значение  $y$ . Значит, чтобы значение  $e$  было больше  $e_0$ , величина  $r$  должна находиться в интервале  $r \in (0; r_0)$ .

7. Вопрос:

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

Ответ:

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

8. Дано:

Несбалансированный конвейер (использовать исходные данные предыдущего вопроса).

Вопрос:

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

Ответ:

Изменить структуру конвейера так, 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).

Вопрос:

Каким образом нужно перестроить данный конвейер, чтобы получить максимально быстрый конвейер?

Ответ:

Необходимо разделить его на столько этапов, чтобы время каждого этапа было равно.

**Вывод:**

В результате выполнения лабораторной работы была реализована модель сбалансированного конвейера для вычисления произведения пары 6-разрядных чисел умножением со старших разрядов со сдвигом частичной суммы влево. Реализованная модель была проверена на работоспособность и правильность получаемых результатов. Данная модель позволяет ускорить процесс вычисления результата. Были исследованы числовые характеристики конвейерной архитектуры, а именно коэффициент ускорения и эффективность при решении поставленной задачи.