

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»

Кафедра интеллектуальных информационных технологий

**Отчет по лабораторной работе №1
по курсу «МРЗВИС»
на тему: «Реализация модели решения задач на
конвейерной архитектуре»**

Выполнили студенты:
группа 821701

Плявго Д. А.
Макарчук Е. В.

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:

Вариант 4: Алгоритм вычисления произведения пары 4-разрядных чисел умножением со старших разрядов со сдвигом частичной суммы влево;

Выполнение задания:

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

Такт	Этапы			
	1	2	3	4
1	1 разряд $a_1 \cdot b_1$			
2	1 разряд $a_2 \cdot b_2$	2 разряд $a_1 \cdot b_1$		
3	1 разряд $a_3 \cdot b_3$	2 разряд $a_2 \cdot b_2$	3 разряд $a_1 \cdot b_1$	
4	1 разряд $a_4 \cdot b_4$	2 разряд $a_3 \cdot b_3$	3 разряд $a_2 \cdot b_2$	4 разряд $a_1 \cdot b_1$
5		2 разряд $a_4 \cdot b_4$	3 разряд $a_3 \cdot b_3$	4 разряд $a_2 \cdot b_2$
6			3 разряд $a_4 \cdot b_4$	4 разряд $a_3 \cdot b_3$
7				4 разряд $a_4 \cdot b_4$

Таблица 1. Схема работы конвейера

Такт 1:

(I) Вычисляется умножение первых разрядов первой пары чисел

Такт 2:

(I) Вычисляется умножение первых разрядов второй пары чисел

(II) Вычисляется умножение вторых разрядов первой пары чисел

Такт 3:

(I) Вычисляется умножение первых разрядов третьей пары чисел

(II) Вычисляется умножение вторых разрядов второй пары чисел

(III) Вычисляется умножение третьих разрядов первой пары чисел

Такт 4:

- (I) Вычисляется умножение первых разрядов четвертой пары чисел
- (II) Вычисляется умножение вторых разрядов третьей пары чисел
- (III) Вычисляется умножение третьих разрядов второй пары чисел
- (IV) Вычисляется умножение четвертых разрядов первой пары чисел

Такт 5:

- (I) Вычисляется умножение вторых разрядов четвертой пары чисел
- (II) Вычисляется умножение третьих разрядов третьей пары чисел
- (III) Вычисляется умножение четвертых разрядов второй пары чисел

Такт 6:

- (I) Вычисляется умножение третьих разрядов четвертой пары чисел
- (II) Вычисляется умножение четвертых разрядов третьей пары чисел

Такт 7:

- (I) Вычисляется умножение четвертых разрядов четвертой пары чисел

Примечание:

Перевод чисел из десятичной системы счисления в десятичную и обратно вычисляется автоматически.

2. Исходные данные:

- **m** – количество чисел в векторе, количество умножаемых пар (не является фиксированной величиной, в данном случае равно 4);
- **p = 4** – разрядность чисел;
- **n = 4** – количество этапов конвейера;
- **r = m** – ранг задачи (количество объектов, которые в процессе решения задачи могли бы обрабатываться параллельно);
- **t_i = 1** – количество тактов для одного этапа конвейера;
- **4 пары чисел:** <8, 9>, <9, 14>, <10, 11>, <11, 13>.

```
Консоль отладки Microsoft Visual Studio
Vectors
[0] 8 9
[1] 9 14
[2] 10 11
[3] 11 13

Tact - 1
-----
Calculations at digit <3> at index [0]
0000-1001-
0001-0010-
-----

Tact - 2
-----
Calculations at digit <3> at index [1]
0000-1110-
0001-1100-
-----
Calculations at digit <2> at index [0]
0000-0000-
0010-0100-
-----

Tact - 3
-----
Calculations at digit <3> at index [2]
0000-1011-
0001-0110-
-----
Calculations at digit <1> at index [0]
0000-0000-
0100-1000-
-----
Calculations at digit <2> at index [1]
0000-0000-
0011-1000-
-----

Tact - 4
-----
Calculations at digit <3> at index [3]
0000-1101-
0001-1010-
-----
Calculations at digit <1> at index [1]
0000-0000-
0111-0000-
-----
Calculations at digit <0> at index [0]
0000-0000-
0100-1000-
-----
Calculations at digit <2> at index [2]
0000-0000-
0010-1100-
-----

Tact - 5
-----
Calculations at digit <2> at index [3]
0000-0000-
0011-0100-
-----
Calculations at digit <1> at index [2]
0000-1011-
0110-1110-
-----
Calculations at digit <0> at index [1]
0000-1110-
0111-1110-
-----

Tact - 6
-----
Calculations at digit <0> at index [2]
0000-0000-
0110-1110-
-----
Calculations at digit <1> at index [3]
0000-1101-
1000-0010-
-----

Tact - 7
-----
Calculations at digit <0> at index [3]
0000-1101-
1000-1111-
-----

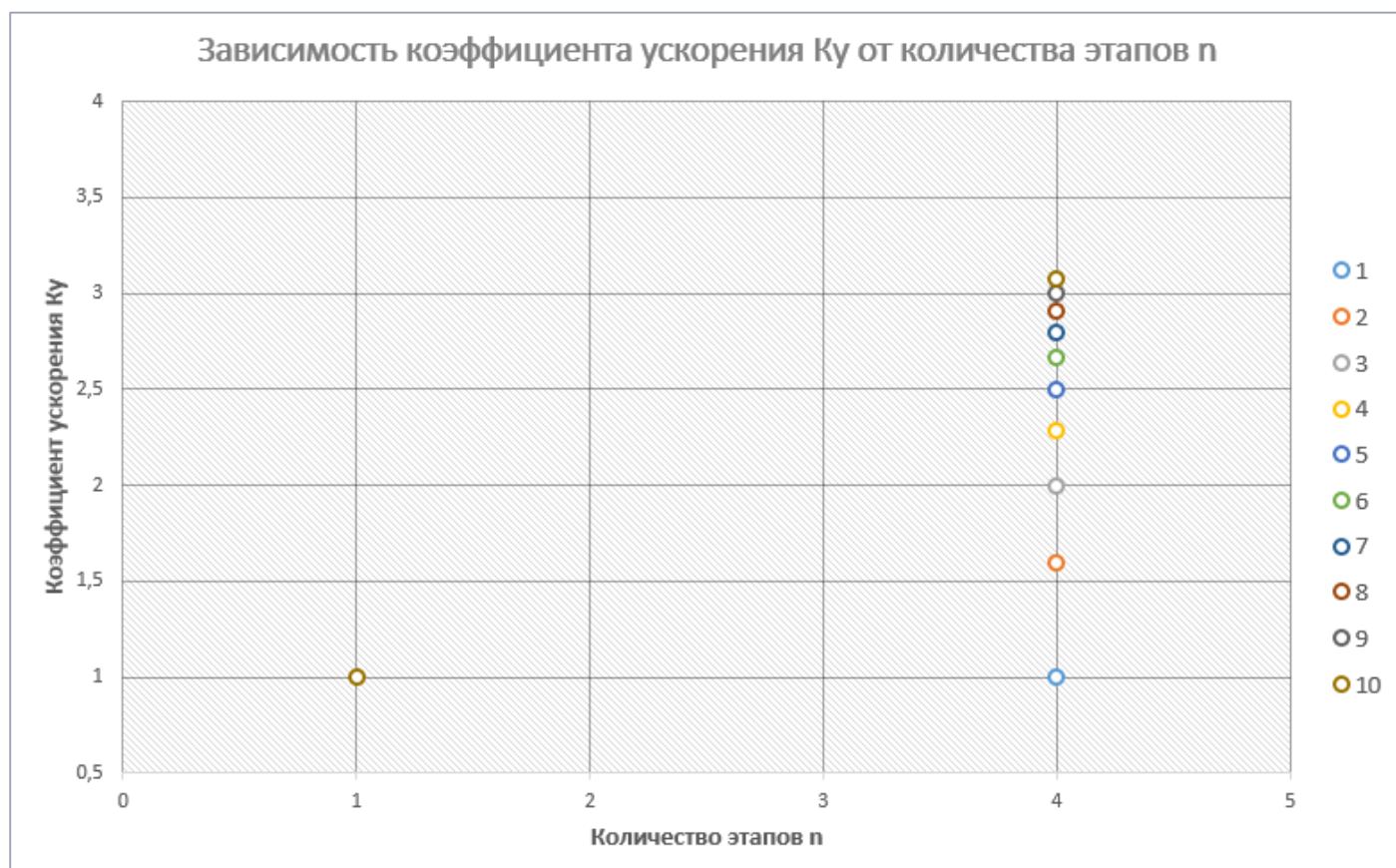
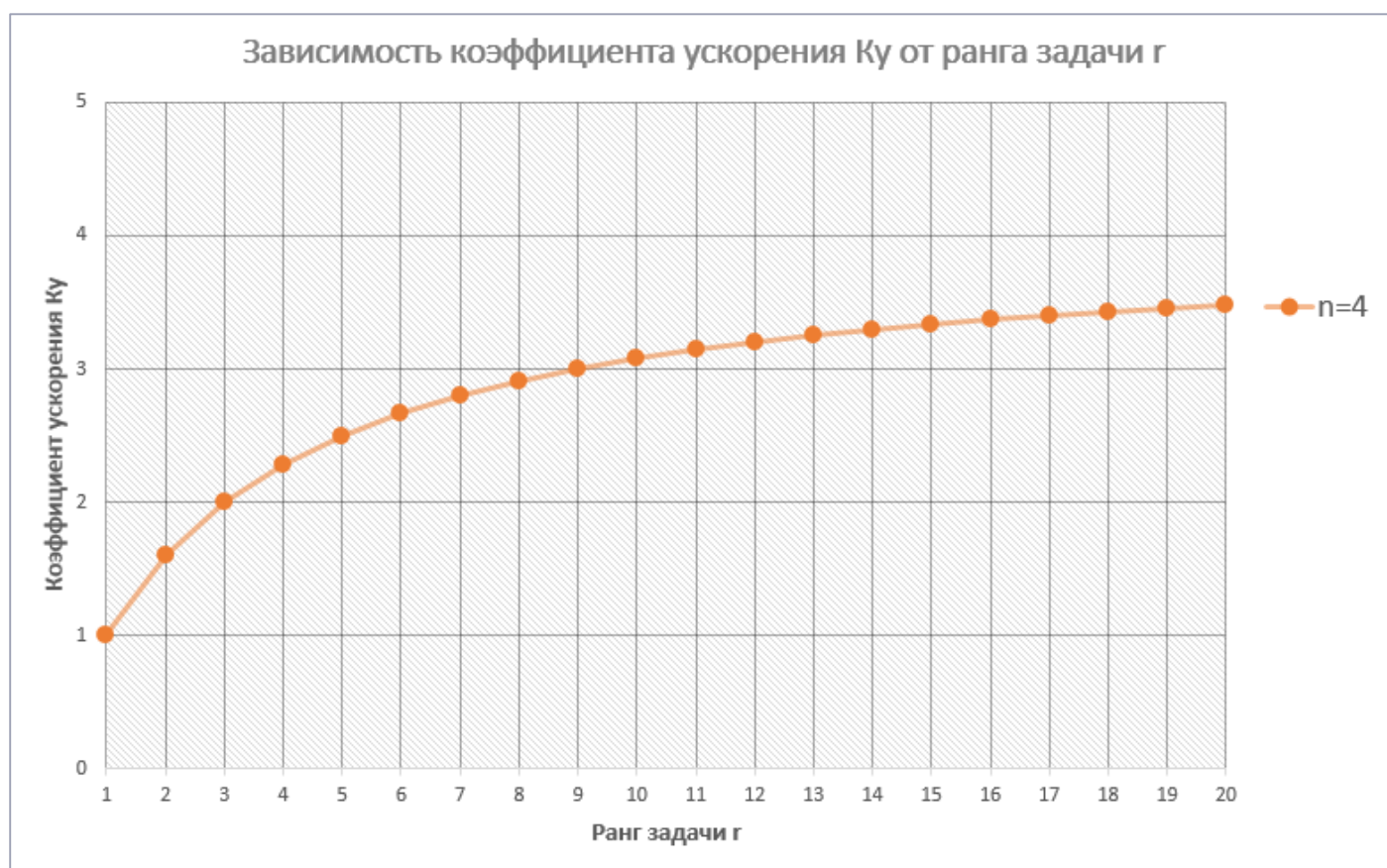
Tact - 8
-----
Output result
[0] Result - 72; Tacts - 4;
[1] Result - 126; Tacts - 5;
[2] Result - 110; Tacts - 6;
[3] Result - 143; Tacts - 7;
```

Рисунок 1. Результат работы программы

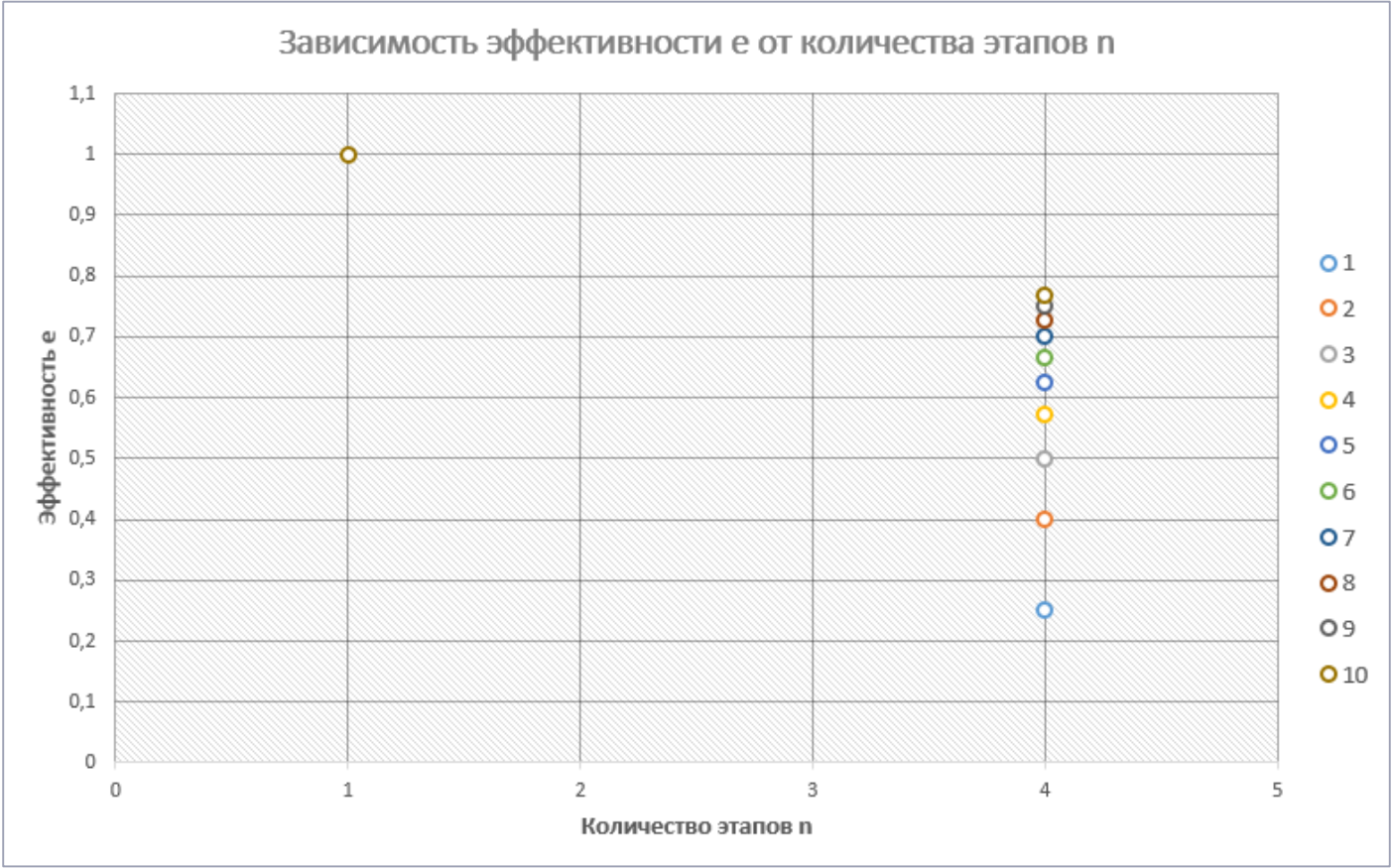
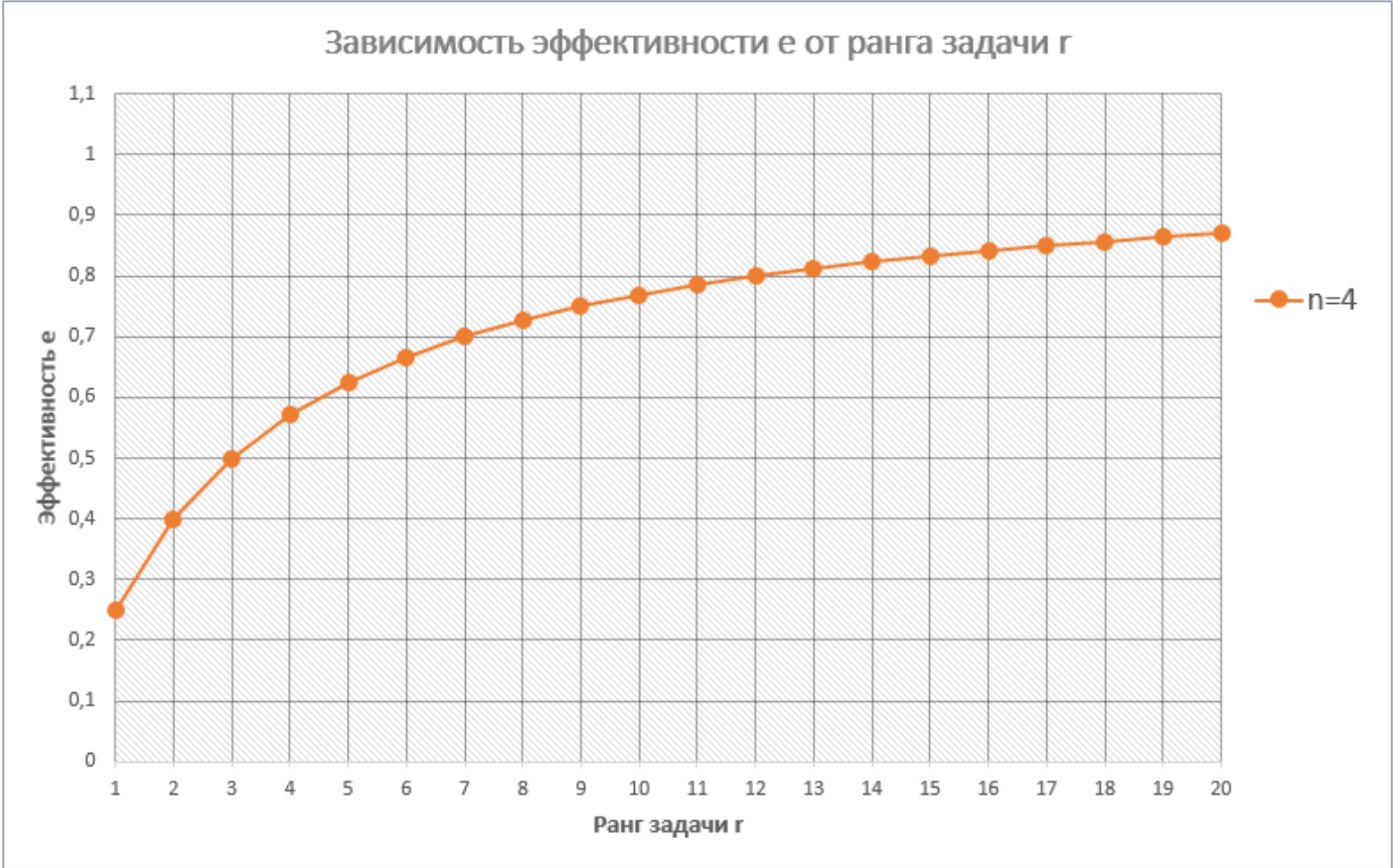
3. Построение графиков:

Асимптота - прямая, к которой график заданной функции приближается сколько угодно близко, но не пересекает ее.

На следующем графике асимптота $K_u = 4$, можно увидеть, как график растет к этому значению, но сможет достичь этого значения только при $r \rightarrow \infty$.



На следующем графике асимптота $e = 1$, можно увидеть, как график растет к этому значению, но сможет достичь этого значения только при $r \rightarrow \infty$.



4. Ответы на вопросы:

1 Вопрос:

Проверить, что модель создана верно: программа работает правильно.

Ответ:

Проверка правильности работы программы:

- a. $8 * 9 = 72$
- b. $9 * 14 = 126$
- c. $10 * 11 = 110$
- d. $11 * 13 = 143$

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. Если увеличивается количество этапов конвейера n , то коэффициент ускорения увеличивается, а эффективность уменьшается.

4 Вопрос:

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

Ответ:

- m – количество чисел в векторе, количество умножаемых пар (не является фиксированной величиной, в данном случае равно 4);
- $p = 4$ – разрядность чисел;
- $n = 4$ – количество этапов конвейера;

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

5 Дано:

Пусть имеется некоторая характеристика h (эффективность e или ускорение K_y) и для неё выполняется:

- $h(n_1; r_1) = h(n_2; r_2)$;
- $n_1 > n_2$.

Каким будет соотношение между r_1 и r_2 ?

Ответ:

$$e(n_1; r_1) = e(n_2; r_2); e = \frac{K_y}{n} = \frac{T_1}{T_n * n}; n \in N$$

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

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

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

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

Из равенства выше следует: $r_1 > r_2$.

6 Дано:

- несбалансированный конвейер (заданы конкретные значения: n , t_i – времена выполнения обработки на этапах конвейера);
- 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 4-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.