

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
821703:
Лихач Р. А.

Проверили:
Орлова А.С.
Крачковский Д.Я.

Минск 2020

Постановка задачи:

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

Описание модели:

Для реализации поставленной задачи был использован алгоритм вычисления произведения пары 6-разрядных чисел умножением со старших разрядов со сдвигом частичной суммы влево.

Такт	Этапы					
	1	2	3	4	5	6
1	1й разряд a_1*b_1					
2	1й разряд a_2*b_2	2й разряд a_1*b_1				
3	1й разряд a_3*b_3	2й разряд a_2*b_2	3й разряд a_1*b_1			
4		2й разряд a_3*b_3	3й разряд a_2*b_2	4й разряд a_1*b_1		
5			3й разряд a_3*b_3	4й разряд a_2*b_2	5й разряд a_1*b_1	
6				4й разряд a_3*b_3	5й разряд a_2*b_2	6й разряд a_1*b_1
7					5й разряд a_3*b_3	6й разряд a_2*b_2
8						6й разряд a_3*b_3

Такт 1:

1) Вычисляется умножение первых разрядов первой пары чисел

Такт 2:

1) Вычисляется умножение первых разрядов второй пары чисел

2) Вычисляется умножение вторых разрядов первой пары чисел

Такт 3:

1) Вычисляется умножение первых разрядов третьей пары чисел

2) Вычисляется умножение вторых разрядов второй пары чисел

3) Вычисляется умножение третьих разрядов первой пары чисел

Такт 4:

1) Вычисляется умножение вторых разрядов третьей пары чисел

2) Вычисляется умножение третьих разрядов второй пары чисел

3) Вычисляется умножение четвёртых разрядов первой пары чисел

Такт 5:

1) Вычисляется умножение третьих разрядов третьей пары чисел

2) Вычисляется умножение четвертых разрядов второй пары чисел

3) Вычисляется умножение пятых разрядов первой пары чисел

Такт 6:

- 1) Вычисляется умножение четвертых разрядов третьей пары чисел
- 2) Вычисляется умножение пятых разрядов второй пары чисел
- 3) Вычисляется умножение шестых разрядов первой пары чисел

Такт 7:

- 1) Вычисляется умножение пятых разрядов третьей пары чисел
- 2) Вычисляется умножение шестых разрядов второй пары чисел

Такт 8:

- 1) Вычисляется умножение шестых разрядов третьей пары чисел

Алгоритм подсчёта сводится к следующим шагам:

1. Исходное значение частичной суммы принимается равным нулю.
2. Первый множитель умножается на очередную цифру второго множителя (умножение начинается со старшей цифры) – в итоге получаем частичное произведение.
3. Полученное частичное произведение прибавляется к значению частичной суммы, и если данное частичное произведение не является последним – к частичной сумме дописывается ноль в младший разряд, в противном случае полученная частичная сумма является результатом произведения.
4. Пункты 2 и 3 последовательно повторяются для всех разрядов второго множителя.

Пример: умножение двух целых чисел:

Двоичная система: $A=001010$ и $B=000111$;

Десятичная система: $A=10$ и $B=7$.

Шаг	Арифметические действия	Пояснение
0	000000	0-я сумма
1	000000	1-е частичное произведение
2	000000	1-я сумма
3	000000	2-е частичное произведение
4	0000000	2-я сумма
5	000000	3-е частичное произведение

6	00000000	3-я сумма
7	001010	4-е частичное произведение
8	000010100	4-я сумма
9	001010	5-е частичное произведение
10	0000111100	5-я сумма
11	001010	6-е частичное произведение
12	0001000110	6-я сумма

Ответ:

Двоичная система: 1000110;

Десятичная система: 70.

Исходные данные:

m – количество пар чисел (не является фиксированной величиной, в данном случае $m=3$);

p – разрядность попарно умножаемых чисел ($p = 6$);

n – количество процессорных элементов в системе ($n = 6$);

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

t – время счёта на этапах сбалансированного конвейера ($t = 3$);

Два числовых вектора: $\langle 6, 12, 4 \rangle$, $\langle 6, 5, 8 \rangle$.

Графики:

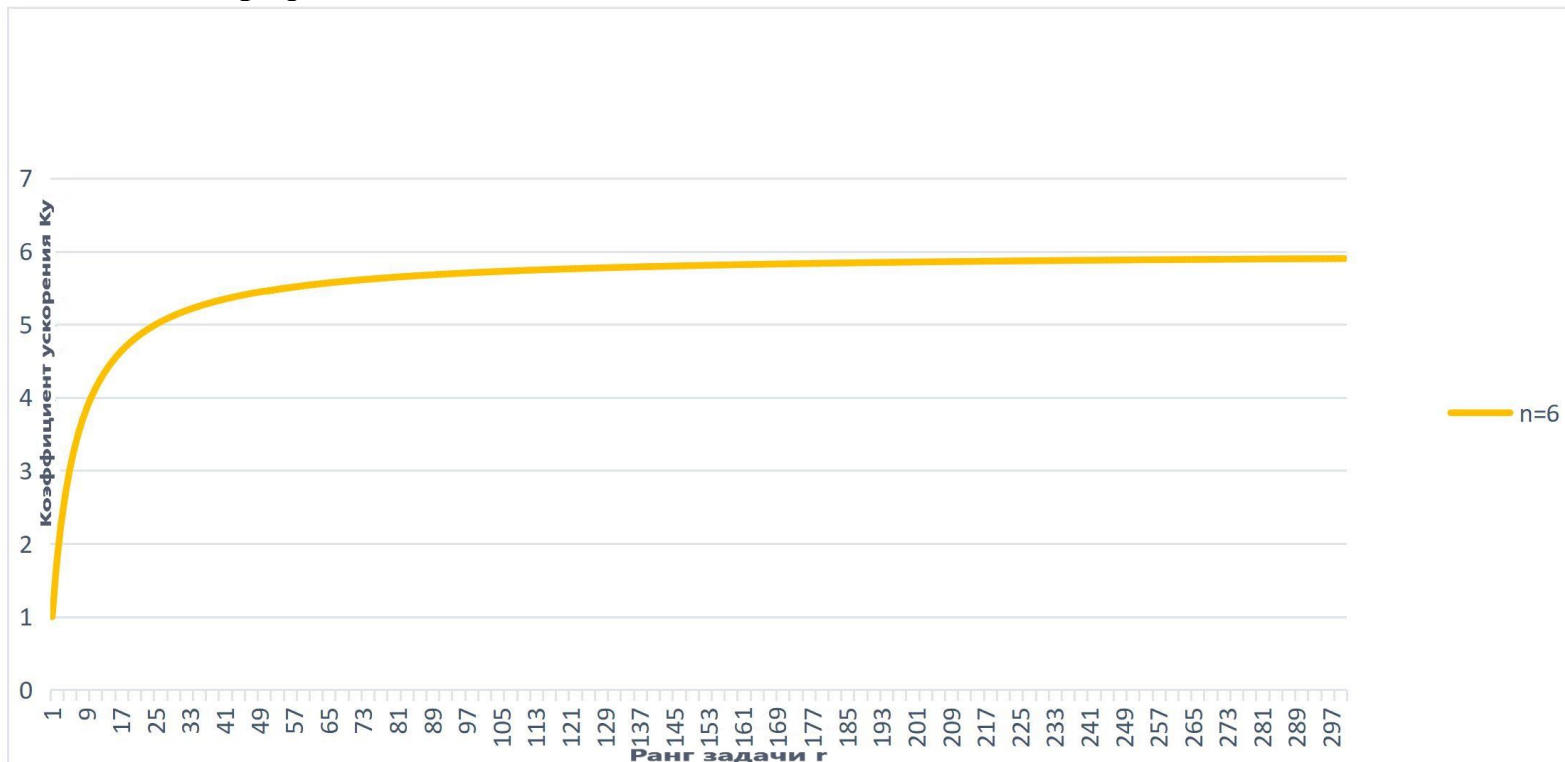


График 1. График зависимости коэффициента ускорения K_u от ранга задачи r

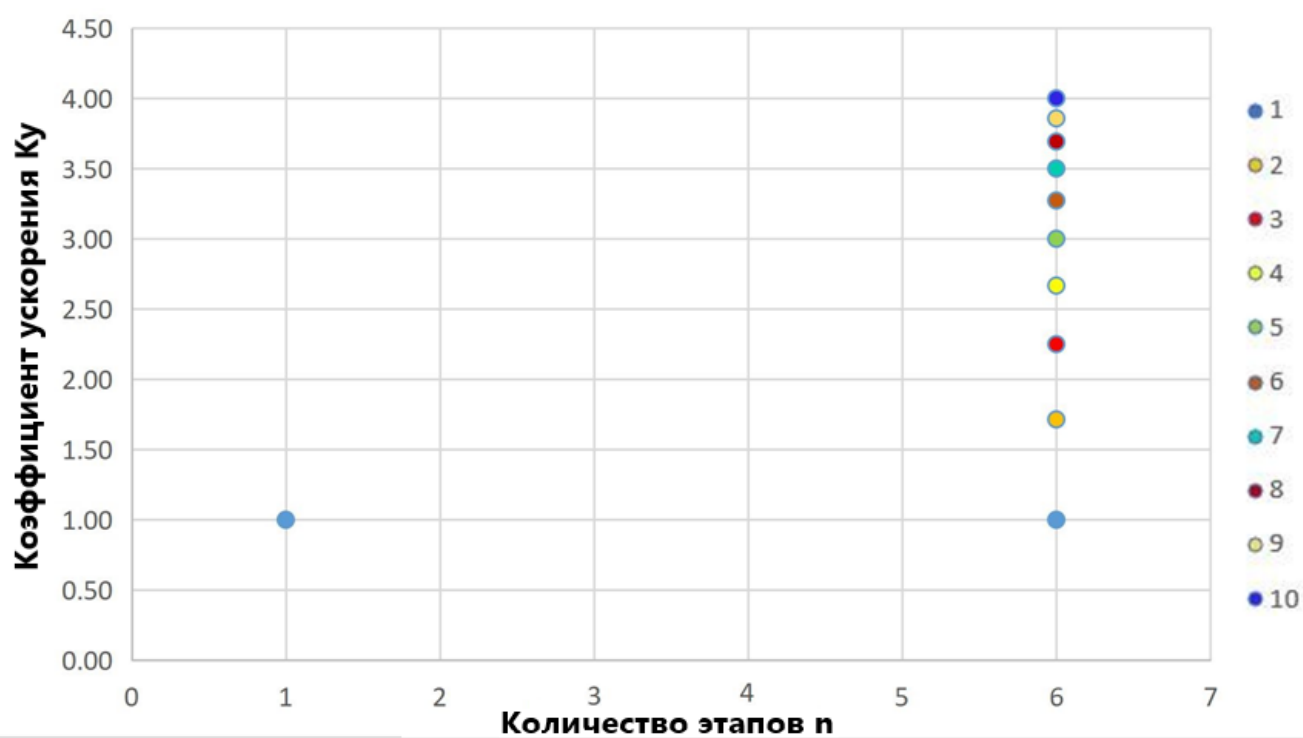


График 2. График зависимости коэффициента ускорения K_u от количества процессорных элементов

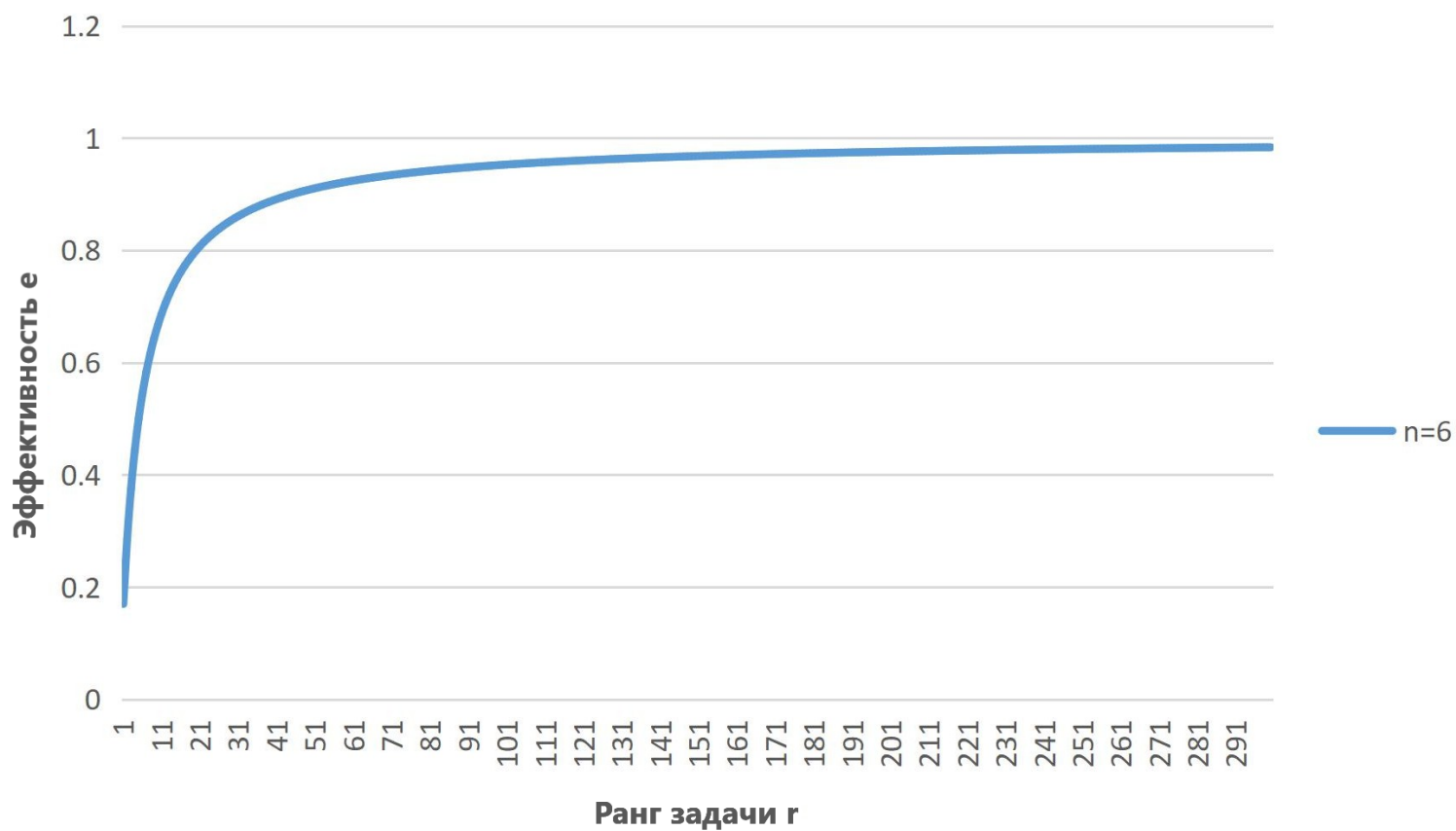


График 3. График зависимости эффективности e от ранга задачи r

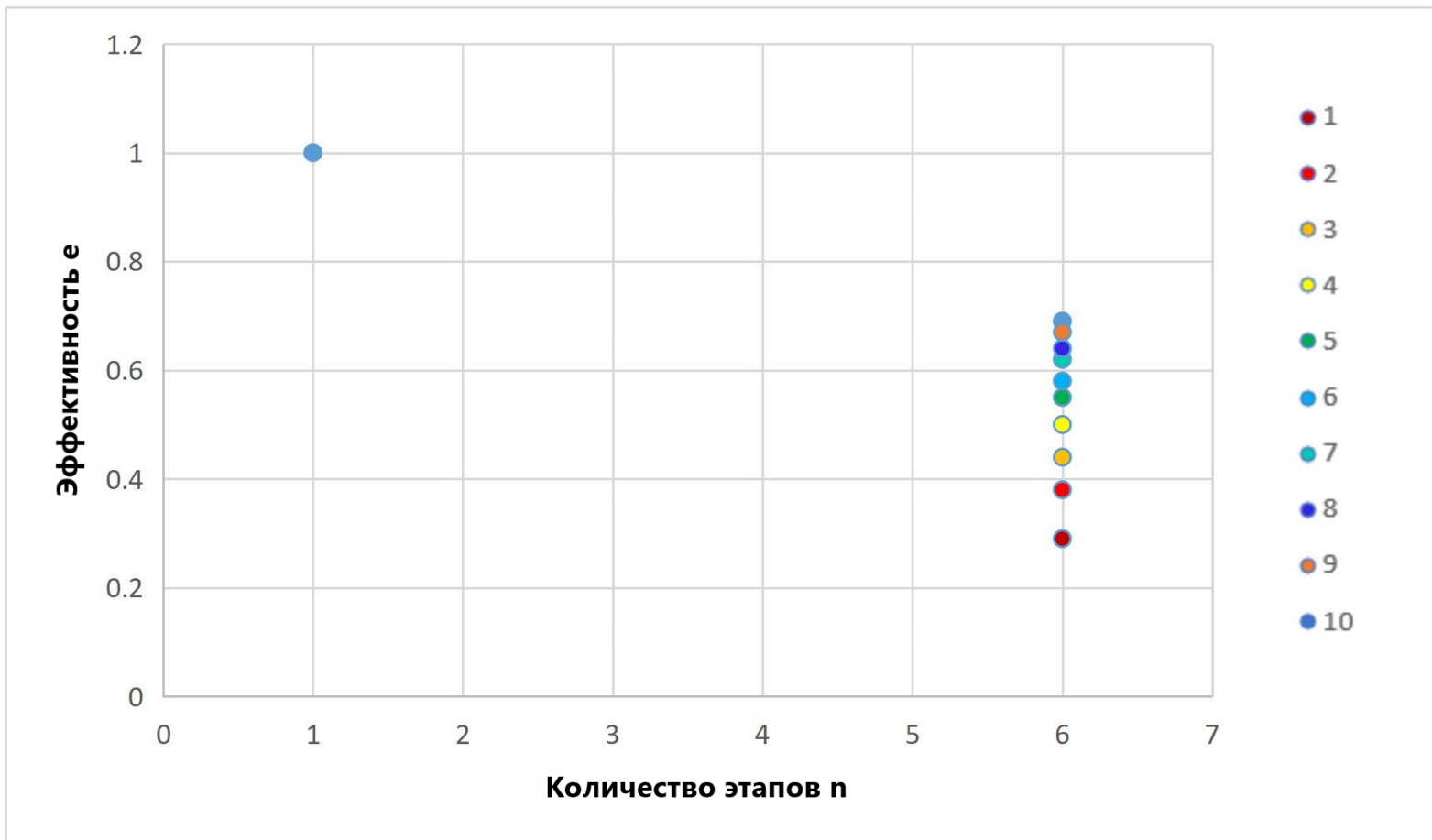


График 4. График зависимости эффективности e от количества процессорных элементов в системе n

Вопросы:

1. Проверить, что модель создана верно: программа работает правильно (на всех этапах конвейера).

Имеются исходные векторы шестизрядных чисел: $\langle 6, 12, 4 \rangle$,
 $V = \langle 6, 5, 8 \rangle$.

Первая умножаемая пара - $\langle 6, 6 \rangle$

Вторая умножаемая пара - $\langle 12, 5 \rangle$

Третья умножаемая пара - $\langle 4, 8 \rangle$

Результат работы программы:

"D:\Program Files\TTPCP 1\lab1.exe"

```
m = 3
6 6
12 5
4 8

Tact #1

Pair 1 from Dec to Bin:
    6 -> 000110
    6 -> 000110
Pair 1, bit position 1: 000000 -> 000000

Tact #2

Pair 1, bit position 2: 000000 -> 0000000
Pair 2 from Dec to Bin:
    12 -> 001100
    5 -> 000101
Pair 2, bit position 1: 000000 -> 000000

Tact #3

Pair 1, bit position 3: 0000000 -> 00000000
Pair 2, bit position 2: 000000 -> 0000000
Pair 3 from Dec to Bin:
    4 -> 000100
    8 -> 001000
Pair 3, bit position 1: 000000 -> 000000

Tact #4

Pair 1, bit position 4: 00000000 -> 000001100
Pair 2, bit position 3: 0000000 -> 00000000
Pair 3, bit position 2: 000000 -> 0000000
```

Tact #5

```
Pair 1, bit position 5: 000001100 -> 0000100100
Pair 2, bit position 4: 00000000 -> 000011000
Pair 3, bit position 3: 0000000 -> 00001000
```

Tact #6

```
Pair 1, bit position 6: 0000100100 -> 0000100100
Pair 1 from Bin to Dec:
    0000100100 -> 36
Pair 2, bit position 5: 000011000 -> 0000110000
Pair 3, bit position 4: 00001000 -> 000010000
```

Tact #7

```
Pair 2, bit position 6: 0000110000 -> 0000111100
Pair 2 from Bin to Dec:
    0000111100 -> 60
Pair 3, bit position 5: 000010000 -> 0000100000
```

Tact #8

```
Pair 3, bit position 6: 0000100000 -> 0000100000
Pair 3 from Bin to Dec:
    0000100000 -> 32
```

ANSWER: 36 60 32

Программа работает правильно.

2. Объяснить на графиках точки перегиба и асимптоты

Асимптоты графиков указывают на то, что рост производительности конвейера ограничен и обусловлен ростом количества вычислителей и количества объектов, которые в процессе решения задачи могли бы обрабатываться параллельно.

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

Увеличение ранга задачи r приводит к увеличению коэффициента ускорения K_y ;
Увеличение количества этапов n приводит к увеличению коэффициента ускорения K_y ;
Увеличение ранга задачи r приводит к увеличению эффективности e ;
Увеличение количества этапов n приводит к уменьшению эффективности e .

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

n – количество процессорных элементов в системе ($n=3$);
 r – ранг задачи (количество объектов, которые в процессе решения задачи могли бы обрабатываться параллельно);
 m – количество умножаемых пар (задается пользователем, $m=r$);
 p – разрядность попарно умножаемых чисел ($p=6$).

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 $e(n, r_0) > e_0$?

Нужно 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 .

Пусть N - количество этапов, тогда:

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

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

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

Выводы:

В результате выполнения лабораторной работы была реализована модель сбалансированного конвейера для вычисления произведения пары 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 для векторов значений. Были исследованы числовые характеристики конвейерной архитектуры, а именно коэффициент ускорения и эффективность при решении поставленной задачи.