

**ГБОУ ВПО Нижегородский государственный технический  
университет им. Р. Е. Алексеева  
Институт радиоэлектроники и информационных  
технологий, кафедра "Вычислительные системы и  
технологии"**

**СОГЛАСОВАНО**

Доцент каф. ВСТ

\_\_\_\_\_ Гай В. Е.

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_

**ТЕХНОЛОГИИ РАСПРЕДЕЛЁННОЙ ОБРАБОТКИ  
ДАННЫХ**

**Отчет к лабораторной работе №3**

**РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЕ АЛГОРИТМА С ПОМОЩЬЮ  
БИБЛИОТЕКИ CSR**

Инов. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инов. дубл.	Подп. и дата

Студент гр. 13-В-2

\_\_\_\_\_ Разбаков А. А.

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>1</b>	<b>Цель и порядок выполнения работы</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Теоретические сведения</b>	<b>4</b>
2.1	Библиотека Concurrent and Coordination Runtime . . . . .	4
2.2	Создание проекта . . . . .	5
2.3	Оценка времени выполнения . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Выполнение лабораторной работы</b>	<b>6</b>
3.1	Вариант задания . . . . .	6
3.2	Листинг программы . . . . .	6
3.3	Результат работы программы . . . . .	10
<b>4</b>	<b>Вывод</b>	<b>10</b>

[illegible]

# 1 ЦЕЛЬ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Цель работы: получить представления о возможности библиотеки Concurrent and Coordination Runtime для организации параллельных вычислений.

Порядок выполнения работы:

- а) Разработка последовательного алгоритма, решающего одну из приведённых задач в соответствии с выданным вариантом задания;
- б) Разработка параллельного алгоритма, соответствующий варианту последовательного алгоритма;
- в) Выполнение сравнения времени выполнения последовательного и параллельного алгоритмов обработки данных при различных размерностях исходных данных.

Инов. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инов. дубл.	Подп. и дата	<div>Распараллеливание алгоритма с помощью библиотеки CCR</div>					Лист
										3
Изм	Лист	докум.	Подп.	Дата						

Копировал

Формат А4

## 2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

### 2.1 Библиотека Concurrent and Coordination Runtime

Библиотека Concurrent and Coordination Runtime (CCR) предназначена для организации обработки данных с помощью параллельно и асинхронно выполняющихся методов. Взаимодействие между такими методами организуется на основе сообщений. Рассылка сообщений основана на использовании портов. Основные понятия CCR:

- а) Сообщение – экземпляр любого типа данных;
- б) Порт – очередь сообщений типа FIFO (First-In-First-Out), сообщение остаётся в порте пока не будут извлечено из очереди порта получателем.

Определение порта:

```
Port<int> p = new Port<int>();
```

Отправка сообщения в порт:

```
p.Post(1);
```

- в) получатель – структура, которая выполняет обработку сообщений. Данная структура объединяет:

- один или несколько портов, в которые отправляются сообщения;
- метод (или методы), которые используются для обработки сообщений (такой метод называется задачей);
- логическое условие, определяющее ситуации, в которых активизируется тот или иной получатель.

Делегат, входящий в получатель, выполнится, когда в порт `intPort` придёт сообщение. Получатели сообщений бывают двух типов: временные и постоянные (в примере получатель – временный). Временный получатель, обработав сообщение (или несколько сообщений), удаляется из списка получателей сообщений данного порта.

Изм.	Лист	докум.	Подп.	Дата	Распараллеливание алгоритма с помощью библиотеки CCR	Лист
						4
Изм.	Лист	докум.	Подп.	Дата		

г) процессом запуска задач управляет диспетчер. После выполнения условий активации задачи (одним из условий активации может быть получение портом сообщения) диспетчер назначает задаче поток из пула потоков, в котором она будет выполняться. Описание диспетчера с двумя потоками в пуле:

```
Dispatcher d = new Dispatcher(2, "MyPool");
```

Описание очереди диспетчера, в которую задачи ставятся на выполнение:

```
DispatcherQueue dq = new DispatcherQueue("MyQueue d);
```

## 2.2 Создание проекта

Нужно выполнить следующие действия:

- а) Установить библиотеку CCR (CCR входит в состав Microsoft Robotics Developer Studio);
- б) Создать проект консольного приложения и добавьте к проекту библиотеку Microsoft.Ccr.Core.dll.

## 2.3 Оценка времени выполнения

Время выполнения вычислений будем определять с помощью класса

Stopwatch:

```
Stopwatch sWatch = new Stopwatch();
```

```
sWatch.Start();
```

<выполняемый код>

```
sWatch.Stop();
```

```
Console.WriteLine(sWatch.ElapsedMilliseconds.ToString());
```

Инов. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инов. дубл.	Подп. и дата	<div>Распараллеливание алгоритма с помощью библиотеки CCR</div>					Лист
										5
Изм	Лист	докум.	Подп.	Дата						

# 3 ВЫПОЛНЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

## 3.1 Вариант задания

Вариант 10: Разработать алгоритм умножения матрицы a(m x n элементов) на матрицу b (n x l элементов) по следующей формуле на Рис.1

$$c_{ij} = \sum_{k=1}^n a_{ik} \cdot b_{kj}, 1 \leq i \leq m, 0 \leq j \leq l$$

Рисунок 1

## 3.2 Листинг программы

```
using System;
using Microsoft.Ccr.Core;
using System.Threading;

namespace ConsoleApplication3
{
    public class InputData
    {
        public int start; // начало диапазона
        public int stop; // конец диапазона
        //public int i;
    }

    class Program
    {
        static int[,] A; //хранение матрицы
        static int[] B; //хранение вектор—столбца для умножения
        static int[] C; //хранение результата
```

Подп. и дата		Распараллеливание алгоритма с помощью библиотеки CCR				Лист
Инв. дубл.						6
Взам. инв.						
Подп. и дата		Изм	Лист	докум.	Подп.	Дата

```

static int m;    //количество строк матрицы
static int n;    //количество столбцов матрицы
static int nc;   //количество ядер

```

```

static void filling()
{
    Console.WriteLine("Заполнение_матриц");
    nc = 4;

```

```

        m = 10000;
        n = 10000;

```

```

        A = new int[m, n];
        B = new int[n];
        C = new int[m];

```

```

        Random r = new Random();
        for (int i = 0; i < m; i++)
        {
            for (int j = 0; j < n; j++)
            {
                A[i, j] = r.Next(100);
            }
        }
        for (int j = 0; j < n; j++)
            B[j] = r.Next(100);

```

```

    }

```

```

static void SequentialMul()
{
    System.Diagnostics.Stopwatch sWatch = new System.Diagnostics
        .Stopwatch();
    sWatch.Start();

```

Инов. подл.	Подп. и дата				Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Инов. дубл.	Взам. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата
-------------	--------------	--	--	--	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------	--------------

```

        for (int i = 0; i < m; i++)
        {
            C[i] = 0;
            for (int j = 0; j < n; j++)
            {
                C[i] += A[i, j] * B[j];
            }
        }
        sWatch.Stop();
        Console.WriteLine("Последовательный алгоритм={0} мс.",
            sWatch.ElapsedMilliseconds.ToString());
    }
}

```

```

static void ParallelMul()
{

```

```

    InputData[] ClArr = new InputData[nc];
    for (int i = 0; i < nc; i++)
        ClArr[i] = new InputData();

```

```

    int step = (Int32)(m / nc);

```

```

    int c = -1;
    for (int i = 0; i < nc; i++)
    {
        ClArr[i].start = c + 1;
        ClArr[i].stop = c + step;
        c = c + step;
    }

```

```

    Dispatcher d = new Dispatcher(nc, "Test_Pool");
    DispatcherQueue dq = new DispatcherQueue("Test_Queue", d);

```

```

    Port<int> p = new Port<int>();

```

```

    for (int i = 0; i < nc; i++)
        Arbiter.Activate(dq, new Task<InputData, Port<int>>(
            ClArr[i], p, Mul));

```

Инов. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инов. дубл.	Подп. и дата	<div>Распараллеливание алгоритма с помощью библиотеки CSR</div>					Лист
										8
Изм	Лист	докум.	Подп.	Дата						



```

        Arbiter.Activate(dq, Arbiter.MultipleItemReceive(true, p, nc
            , delegate (int[] array)
        {

            Console.WriteLine("Вычисления_завершены");
            Console.ReadKey(true);
            Environment.Exit(0);
        }));
    }
}

```

```

static void Mul(InputData data, Port<int> resp)
{
    System.Diagnostics.Stopwatch sWatch = new System.Diagnostics
        .Stopwatch();
    sWatch.Start();

    for (int i = data.start; i < data.stop; i++)
    {
        C[i] = 0;
        for (int j = 0; j < n; j++)
            C[i] += A[i, j] * B[j];
    }
    sWatch.Stop();
    Console.WriteLine("Поток_      _{0}:_Паралл._алгоритм_=_{1}_мс .
        " ,
        Thread.CurrentThread.ManagedThreadId ,
        sWatch.ElapsedMilliseconds.ToString());
    resp.Post(1);
}

```

```

static void Main(string[] args)
{

    filling();
    Console.WriteLine("Старт_вычислений");
    SequentialMul();
}

```

Инов. подл.	Подп. и дата	Инов. дубл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инов. инв.	Инов. подл.	Подп. и дата	Инов. подл.
Изм	Лист	докум.	Подп.	Дата	Распараллеливание алгоритма с помощью библиотеки CSR			Лист
								9

```

        ParallelMul();
    }
}

```

### 3.3 Результат работы программы

Скриншот работы программы представлен на Рис.2.

```

Заполнение матриц
Старт вычислений
Последовательный алгоритм = 605 мс.
Поток № 6: Паралл. алгоритм = 219 мс.
Поток № 4: Паралл. алгоритм = 221 мс.
Поток № 3: Паралл. алгоритм = 241 мс.
Поток № 5: Паралл. алгоритм = 250 мс.
Вычисления завершены

```

Рисунок 2

## 4 ВЫВОД

В результате выполнения лабораторной работы мы получили представление о возможности библиотеки Concurrent and Coordination Runtime для организации параллельных вычислений. Мы выяснили, что скорость работы параллельного алгоритма превосходит скорость работы последовательного алгоритма. Быстродействие параллельного алгоритма напрямую зависит от числа используемых ядер.

Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата
<h1>4 ВЫВОД</h1> <p>В результате выполнения лабораторной работы мы получили представление о возможности библиотеки Concurrent and Coordination Runtime для организации параллельных вычислений. Мы выяснили, что скорость работы параллельного алгоритма превосходит скорость работы последовательного алгоритма. Быстродействие параллельного алгоритма напрямую зависит от числа используемых ядер.</p>				
Изм	Лист	докум.	Подп.	Дата
Распараллеливание алгоритма с помощью библиотеки CCR				Лист
				10