МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)
Кафедра МОЭВМ

ОТЧЕТ

по лабораторной работе №3
по дисциплине «Параллельные алгоритмы»
ТЕМА: Коллективные операции.

Студент Степаненко Д. В.
Преподаватель Татаринов Ю. С.

Санкт-Петербург
2023 г.

Цель

Ознакомиться с коллективными операциями в библиотеке MPI. Написать программу с их использованием функции MPI_Allgather.

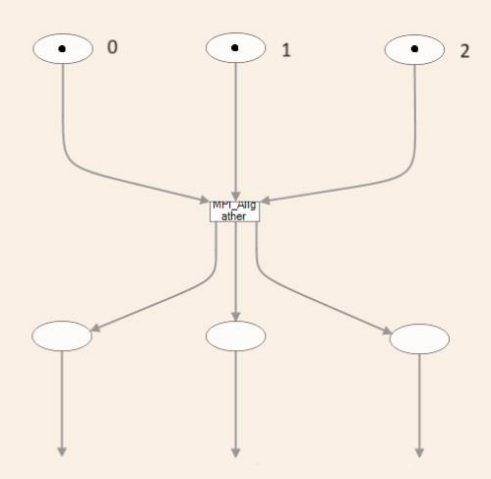
Постановка задачи (вариант 4)

В каждом процессе даны четыре целых числа. Используя функцию MPI_Allgather, переслать эти числа во все процессы и вывести их в каждом процессе в порядке возрастания рангов переславших их процессов (включая числа, полученные из этого же процесса).

Выполнение работы

Программа создает несколько процессов, считывает ранг каждого и общее количество процессов. Далее в каждом процессе генерируются 4 целых числа. Они записываются в буфер отправки, пятым числом записывается ранг процесса. Стоит отметить, что генерируемые числа не будут совпадать с рангами процессов (это делается для удобного вывода). Далее происходит отправка и получение чисел со всех процессов с помощью функции MPI_Allgather(). Таким образом, после выполнения функции у каждого процесса будет доступ ко всем числам, сгенерированным каждым процессом. Функция блокирует все процессы до момента получения и отправки данных каждому. Следующий шаг – вывод полученных чисел во всех процессах в порядке возрастания рангов. После завершается параллельная часть программы и освобождаются ресурсы.

Сеть Петри основной части алгоритма для трех процессов:



Листинг программы:

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <mpi.h>
#include <time.h>

void generate_numbers(int* info, int ProcRank, int procNum){
	for (int i = 0; i< 4; i++){
		int new_num = rand() %100 + 100 + ProcRank;
		info[i] = new_num;
	}
	info[4] = ProcRank;
}

int main(int argc, char* argv[]) {
	int procNum, ProcRank;
	int send_buf[5];
	MPI_Init(&argc, &argv);
	MPI_Comm_size(MPI_COMM_WORLD, &procNum);
	MPI_Comm_rank(MPI_COMM_WORLD, &ProcRank);

	generate_numbers(send_buf,ProcRank,procNum);
	int recv_buf[5 * procNum];

	MPI_Allgather(send_buf, 5, MPI_INT, recv_buf, 5, MPI_INT,
MPI_COMM_WORLD);
	//MPI_Barrier(MPI_COMM_WORLD);

	printf("Process %d recive:\n", ProcRank);
	for (int i = 0; i < procNum; i++){
		for(int j = 0; j < sizeof(recv_buf)/sizeof(int); j++){
			if(recv_buf[j]==i){
				printf("from process %d: %d, %d, %d, %d\n", i,
recv_buf[j-4], recv_buf[j-3], recv_buf[j-2], recv_buf[j-1]);
			}
		}
	}

	MPI_Finalize();
```

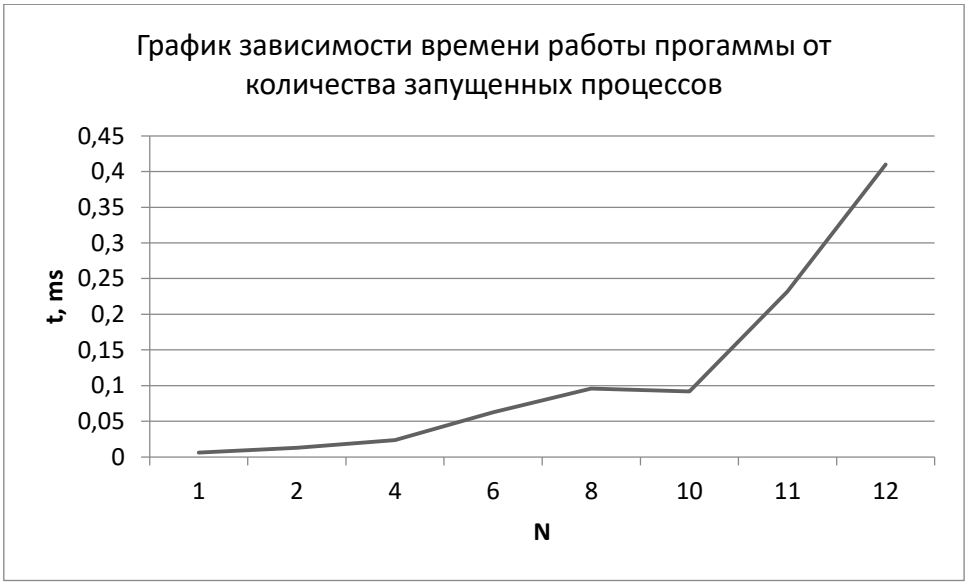
```
    return 0;
}
```

Полученный вывод при запуске на четырех процессах:

```
Process 0 recive:
from process 0: 183, 186, 177, 115
from process 1: 184, 187, 178, 116
from process 2: 185, 188, 179, 117
from process 3: 186, 189, 180, 118
Process 1 recive:
from process 0: 183, 186, 177, 115
from process 1: 184, 187, 178, 116
from process 2: 185, 188, 179, 117
from process 3: 186, 189, 180, 118
Process 2 recive:
from process 0: 183, 186, 177, 115
from process 1: 184, 187, 178, 116
from process 2: 185, 188, 179, 117
from process 3: 186, 189, 180, 118
Process 3 recive:
from process 0: 183, 186, 177, 115
from process 1: 184, 187, 178, 116
from process 2: 185, 188, 179, 117
from process 3: 186, 189, 180, 118
```

Количество процессов (шт)	Среднее затрачиваемое время (мс)
1	0,0062
2	0,0128
4	0,0234
6	0,0626
8	0,0958
10	0,0918
11	0,2319
12	0,41

Табл. 1 – Результаты работы программы на разном количестве процессов.

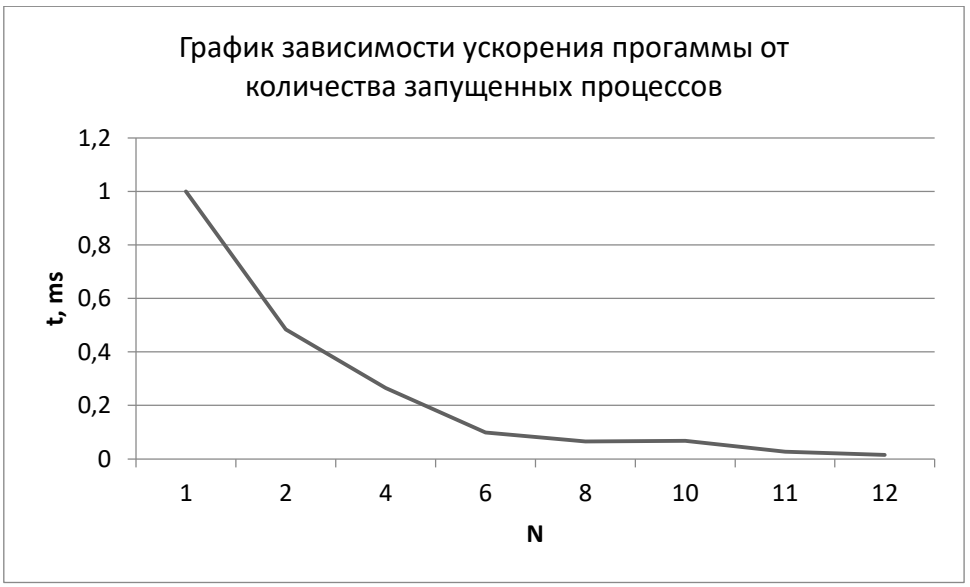


Расчеты ускорения программы выполним по формуле:

$$S_p(n) = T_1(n)/T_p(n)$$

Количество процессов P (шт)	Ускорение S_p
1	1
2	0,484
4	0,265
6	0,099
8	0,065
10	0,067
11	0,026
12	0,015

Табл. 2 – Результаты расчетов ускорения программы.



Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы были изучены коллективные операции в библиотеке MPI, использована на практике функция *MPI_Allgather()*. Она пересылает данные другим процессам и агрегирует от остальных. С ее использованием была написана программа, удовлетворяющая ТЗ.

Время выполнения программы засекалось на двух функции: *MPI_Allgather()*. Количество процессов изменялось от 1 до 12, т.к. дальнейшее увеличение будет малоинформативно. Благодаря параллельной отправке и сбору данных на каждом процессе, мы видим картину, что время выполнения программы увеличивается плавно. Увеличение происходит из-за коммуникационной задержки: при увеличении числа процессов, растет количество передаваемых данных (+5 за +1 процесс) и соединений, что приводит к возрастанию времени передачи данных.

Исходя из времени выполнения программы, можно сделать вывод, что и ускорение будет уменьшаться с увеличением процессов.