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

ОТЧЕТ

по лабораторной работе №5
по дисциплине «Параллельные алгоритмы»
Тема: Виртуальные топологии

Студент гр. 9381 _____ Колованов Р.А.

Преподаватель _____ Татаринов Ю.С.

Санкт-Петербург
2021

Цель работы.

Написание программы, использующую виртуальные топологии библиотеки MPI.

Формулировка задания.

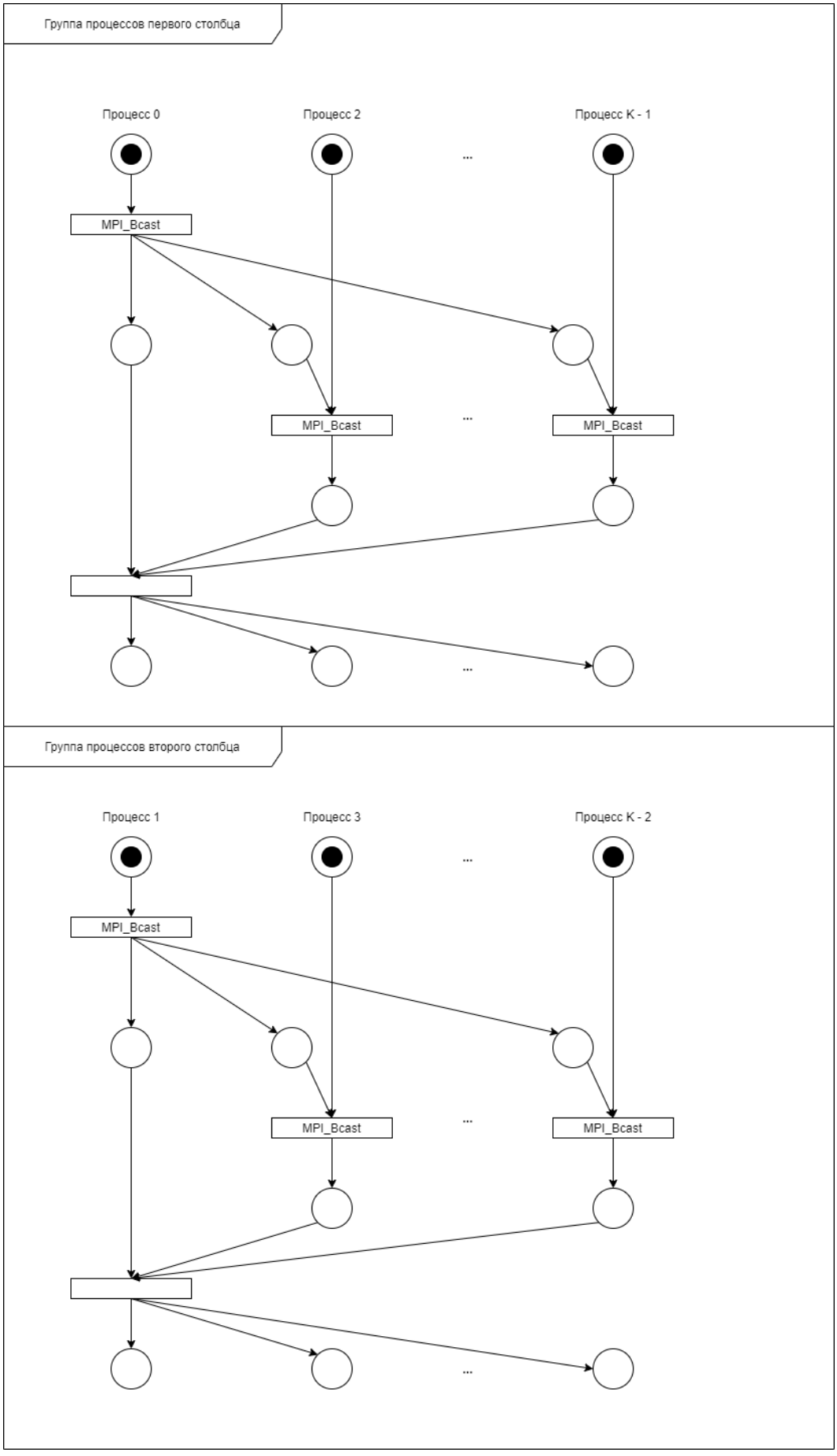
Вариант 4.

Число процессов K является четным: K = 2N, N > 1 В процессах 0 и 1 дано по одному вещественному числу A. Определить для всех процессов декартову топологию в виде матрицы размера N×2, после чего, используя функцию MPI_Cart_sub, расщепить матрицу процессов на два одномерных столбца (при этом процессы 0 и 1 будут главными процессами в полученных столбцах). Используя одну коллективную операцию пересылки данных, переслать число A из главного процесса каждого столбца во все процессы этого же столбца и вывести полученное число в каждом процессе (включая процессы 0 и 1).

Краткое описание алгоритма.

Для начала для процессов коммутатора MPI_COMM_WORLD была определена декартова виртуальная топология в виде матрицы N на 2. Далее полученная матрица была расщеплена при помощи функции MPI_Cart_sub на два столбца размера N, в которых главные процессы – это 0 и 1 процесс. Для процессов 0 и 1 было задано вещественное число 5 и 2.5 соответственно. Далее при помощи MPI_Bcast производится коллективная операция отправки из главного процесса каждого столбца во все процессы этого же столбца. В конце каждый процесс выводит полученное число на экран.

Формальное описание алгоритма.



Листинг программы.

Листинг 1. Код программы.

```
#include <iostream>
#include <mpi.h>


int main(int argc, char** argv) {
	int processNumber, processRank;
	MPI_Status status;
	MPI_Comm matrixComm;

	MPI_Init(&argc, &argv);
	MPI_Comm_size(MPI_COMM_WORLD, &processNumber);
	MPI_Comm_rank(MPI_COMM_WORLD, &processRank);

	if (processNumber % 2 == 1) {
		if (processRank == 0) {
			std::cout << "The number of processes must be even.\n";
		}

		MPI_Finalize();
		return 0;
	}

	int dimensions[2] = { processNumber / 2 , 2 };
	int periods[2] = { 0, 0 };

	MPI_Cart_create(MPI_COMM_WORLD, 2, dimensions, periods, 1, &matrixComm);

	MPI_Comm rowComm;
	int subdimensions[2] = { true, false };

	MPI_Cart_sub(matrixComm, subdimensions, &rowComm);

	double data = 0.0;

	if (processRank == 0) {
		data = 5;
	} else if (processRank == 1) {
		data = 2.5;
	}

	double startTime = MPI_Wtime();
	MPI_Bcast(&data, 1, MPI_DOUBLE, 0, rowComm);
	double elapsedTime = MPI_Wtime() - startTime;

	std::cout << "Process: " << processRank << ", data: " << data << "\n";

	double maxTime;
	MPI_Reduce(&elapsedTime,  &maxTime,  1,  MPI_DOUBLE,  MPI_MAX,  0,
MPI_COMM_WORLD);

	if (processRank == 0) {
		std::cout << "Elapsed time: " << maxTime << " seconds\n";
	}

	MPI_Finalize();
	return 0;
}
```

Результаты работы программы на различном количестве процессов.

№ п/п	Количество процессоров	Результаты работы программы
1.	2	Process: 1, data: 2.5 Process: 0, data: 5 Elapsed time: 4e-06 seconds
2.	4	Process: 1, data: 2.5 Process: 3, data: 2.5 Process: 0, data: 5 Process: 2, data: 5 Elapsed time: 7.5e-06 seconds
3.	8	Process: 2, data: 5 Process: 3, data: 2.5 Process: 7, data: 2.5 Process: 6, data: 5 Process: 4, data: 5 Process: 5, data: 2.5 Process: 1, data: 2.5 Process: 0, data: 5 Elapsed time: 0.0001838 seconds
5.	12	Process: 3, data: 2.5 Process: 10, data: 5 Process: 11, data: 2.5 Process: 5, data: 2.5 Process: 0, data: 5 Process: 4, data: 5 Process: 6, data: 5 Process: 8, data: 5 Process: 7, data: 2.5 Process: 1, data: 2.5 Process: 2, data: 5 Process: 9, data: 2.5 Elapsed time: 0.0002362 seconds
6.	16	Process: 2, data: 5 Process: 13, data: 2.5 Process: 10, data: 5 Process: 8, data: 5 Process: 12, data: 5 Process: 14, data: 5 Process: 9, data: 2.5 Process: 1, data: 2.5 Process: 6, data: 5 Process: 7, data: 2.5 Process: 11, data: 2.5 Process: 5, data: 2.5

		Process: 15, data: 2.5 Process: 3, data: 2.5 Process: 4, data: 5 Process: 0, data: 5 Elapsed time: 0.0004151 seconds
7.	32	Process: 3, data: 2.5 Process: 7, data: 2.5 Process: 30, data: 5 Process: 15, data: 2.5 Process: 9, data: 2.5 Process: 8, data: 5 Process: 20, data: 5 Process: 0, data: 5 Process: 18, data: 5 Process: 19, data: 2.5 Process: 25, data: 2.5 Process: 12, data: 5 Process: 13, data: 2.5 Process: 14, data: 5 Process: 2, data: 5 Process: 1, data: 2.5 Process: 26, data: 5 Process: 21, data: 2.5 Process: 27, data: 2.5 Process: 6, data: 5 Process: 11, data: 2.5 Process: 4, data: 5 Process: 5, data: 2.5 Process: 22, data: 5 Process: 10, data: 5 Process: 31, data: 2.5 Process: 16, data: 5 Process: 17, data: 2.5 Process: 28, data: 5 Process: 29, data: 2.5 Process: 24, data: 5 Process: 23, data: 2.5 Elapsed time: 0.0013187 seconds
8.	64	Process: 5, data: 2.5 Process: 47, data: 2.5 Process: 27, data: 2.5 Process: 11, data: 2.5 Process: 24, data: 5 Process: 0, data: 5 Process: 18, data: 5

		Process: 63, data: 2.5 Process: 39, data: 2.5 Process: 51, data: 2.5 Process: 8, data: 5 Process: 26, data: 5 Process: 23, data: 2.5 Process: 20, data: 5 Process: 41, data: 2.5 Process: 4, data: 5 Process: 25, data: 2.5 Process: 44, data: 5 Process: 58, data: 5 Process: 46, data: 5 Process: 10, data: 5 Process: 19, data: 2.5 Process: 53, data: 2.5 Process: 40, data: 5 Process: 28, data: 5 Process: 45, data: 2.5 Process: 15, data: 2.5 Process: 48, data: 5 Process: 43, data: 2.5 Process: 52, data: 5 Process: 16, data: 5 Process: 3, data: 2.5 Process: 30, data: 5 Process: 12, data: 5 Process: 13, data: 2.5 Process: 14, data: 5 Process: 29, data: 2.5 Process: 62, data: 5 Process: 6, data: 5 Process: 1, data: 2.5 Process: 50, data: 5 Process: 35, data: 2.5 Process: 31, data: 2.5 Process: 9, data: 2.5 Process: 7, data: 2.5 Process: 21, data: 2.5 Process: 42, data: 5 Process: 38, data: 5 Process: 32, data: 5 Process: 59, data: 2.5 Process: 22, data: 5 Process: 34, data: 5

		Process: 17, data: 2.5 Process: 37, data: 2.5 Process: 54, data: 5 Process: 57, data: 2.5 Process: 36, data: 5 Process: 60, data: 5 Process: 33, data: 2.5 Process: 55, data: 2.5 Process: 2, data: 5 Process: 61, data: 2.5 Process: 49, data: 2.5 Process: 56, data: 5 Elapsed time: 0.0053017 seconds

График зависимости времени выполнения программы от числа процессов.

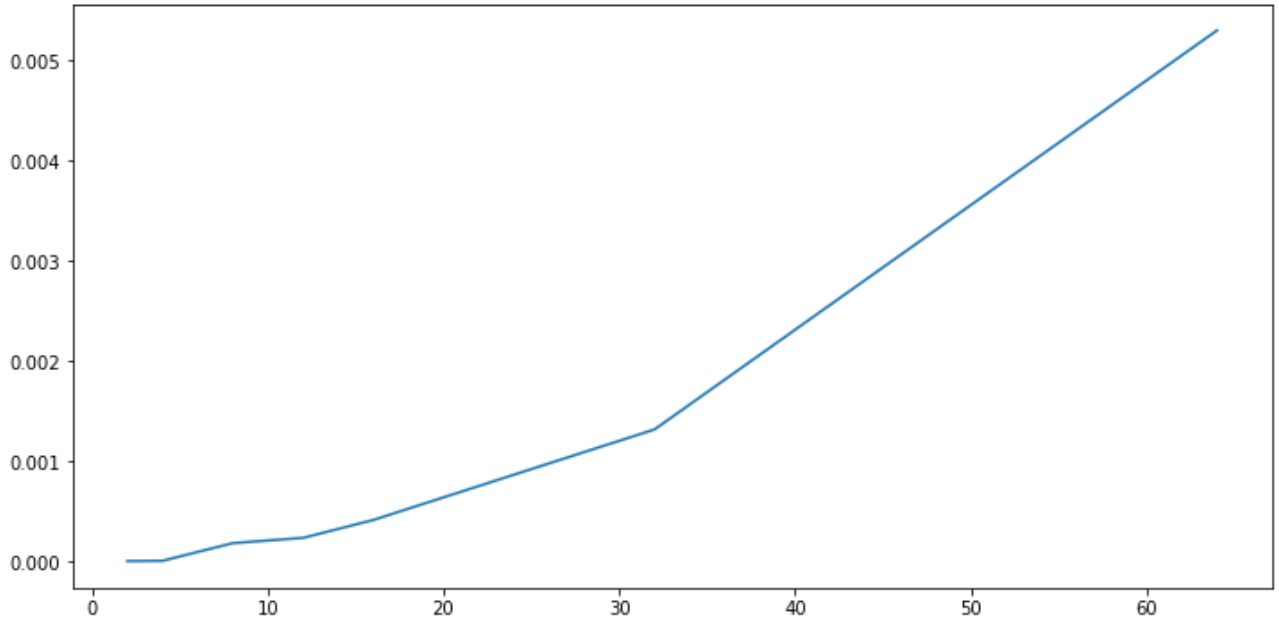
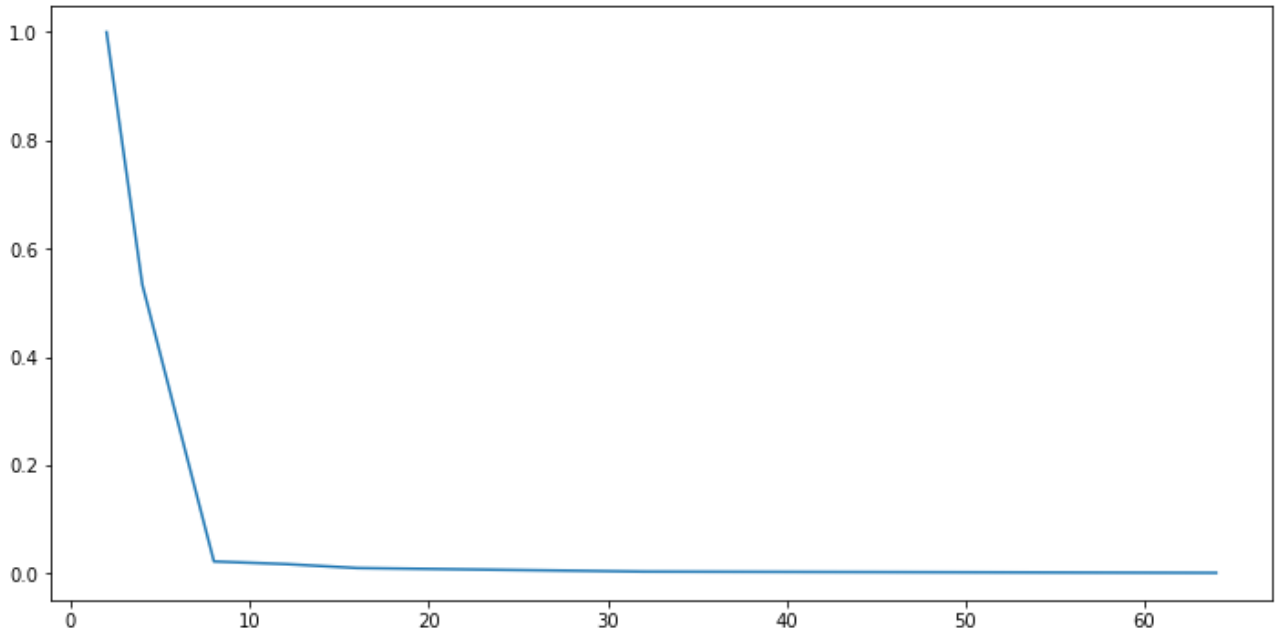


График ускорения.



Выводы по работе.

Была написана программа, осуществляющая отправку вещественных чисел из главных процессов столбца остальным процессам соответствующего столбца. Было выполнено измерение времени работы с разным количеством процессов. С ростом числа процессов будет расти количество отправлений вещественного числа. Отсюда при увеличении количества процессов можно предположить, что время работы программы увеличивается линейно.