

**Отчет**

**Параллельная программа на MPI, которая реализует  
однокубитное квантовое преобразование с шумами.**

**Факультет:** Вычислительной математики и кибернетики

**Кафедра:** Суперкомпьютеров и квантовой информатики

**Группа:** 323

**Студент:** Тыркалов Евгений Олегович

Москва, 2020

## Задача:

1. Реализовать параллельную программу на C++ с использованием MPI, которая выполняет квантовое преобразование  $n$ -Адамара с зашумленными вентилями над вектором состояний длины  $2n$ , где  $n$  – количество кубитов. Описание преобразования дано в разделе методические рекомендации [1]. Описание модели зашумления дано в разделе методические рекомендации [2].

2. Протестировать программу на системе Ломоносов. Точность  $\epsilon=0.01$ . Использовать 64-битную адресацию. Заполнить таблицу.

3. Построить график распределения потерь точности  $1-F$  [3] при фиксированной точности  $\epsilon=0.01$  для количества кубитов 24, 25, 26, 27, 28. Для построения каждого распределения использовать не менее 60 экспериментов. Входной вектор в экспериментах должен генерироваться случайным образом. (Всего должно быть пять распределений, соответствующие разному количеству кубитов). Заполнить таблицу и построить график среднего значения потерь точности.

4. Построить график распределения потерь точности  $1-F$  при фиксированном количестве кубитов  $n=26$  и различных значениях точности:  $\epsilon=0.1$ ,  $\epsilon=0.01$ ,  $\epsilon=0.001$ . Для построения каждого распределения использовать не менее 60 экспериментов. Входной вектор в экспериментах должен генерироваться случайным образом. (Всего должно быть три распределения, соответствующие разному значению точности, для  $\epsilon=0.01$  повторно выполнять эксперименты не требуется). Заполнить таблицу.

## Результаты выполнения:

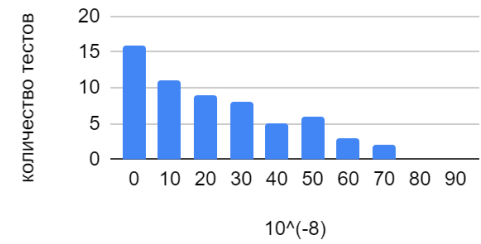
### Пункт 2

Количество кубитов	количество вычислительных узлов	количество используемых ядер в узле	время работы основной	время работы заземленной
28	1	1	28,2168	28,2082
		2	14,8686	14,8654
		4	8,1788	8,36432
		8	7,9815	7,9815
	2	1	14,8686	14,8654
		2	8,1788	8,36432
		4	7,9815	7,9815
		8	5,0734	5,2362
	4	1	8,1788	8,36432
		2	7,9815	7,9815
		4	5,0734	5,0734
		8	4,4092	4,5456

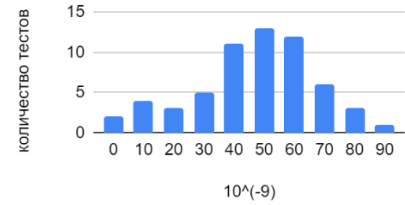
Значения иллюстрируют экспоненциальную зависимость ускорения от числа процессов. Наличие “Плато” обусловлено ограниченностью эффективности распараллеливания.

Пункт 3

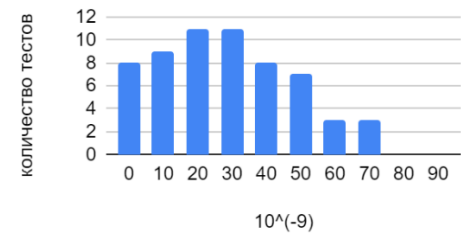
n = 24, e = 0,01



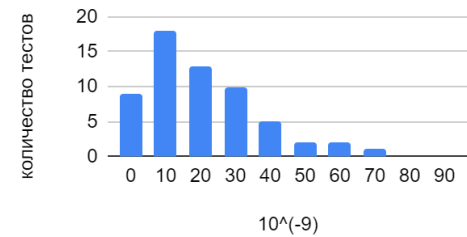
n = 25, e = 0,01



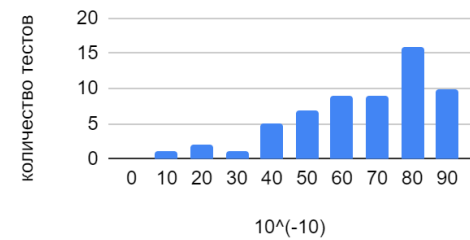
n = 26, e = 0,01



n = 27, e = 0,01



n = 28, e = 0,01

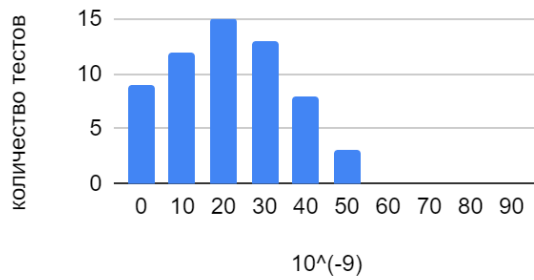


Количество кубитов	Среднее значение потерь точности
24	1.0138e-07
25	5.0695e-08
26	2.5341e-08
27	1.2671e-08
28	8.3375e-09

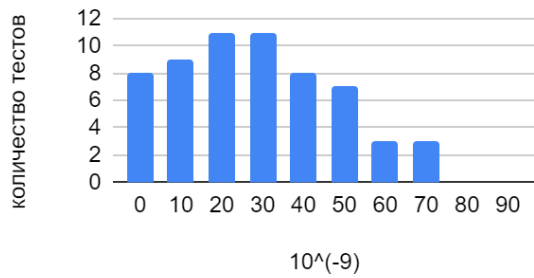
Графики иллюстрируют значения потерь точности на разном количестве кубитов.

## Пункт 4

$n = 26, e = 0,1$

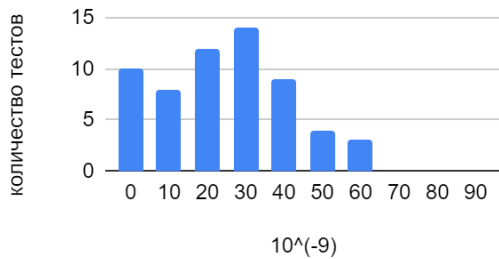


$n = 26, e = 0,01$



e	Среднее значение потерь точности
0,1	2.4241e-03
0,01	2.5391e-05
0,001	2.2149e-07

$n = 26, e = 0,001$



Графики иллюстрируют значения потерь точности при разном значении  $e$ .