

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И КИБЕРНЕТИКИ  
КАФЕДРА СУПЕРКОМПЬЮТЕРОВ И КВАНТОВОЙ ИНФОРМАТИКИ



## КАФЕДРАЛЬНЫЙ ПРАКТИКУМ

### ЗАДАНИЕ 3: ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА НА МРІ, РЕАЛИЗУЮЩАЯ ОДНОКУБИТНОЕ КВАНТОВОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ С ШУМАМИ

Выполнил:  
Алёшин Н.А.  
группа 323

## Постановка задачи.

Реализовать параллельную программу на C++ с использованием MPI, которая выполняет однокубитное квантовое преобразование n-Адамар с зашумленными вентилями над вектором состояний длины  $2^n$ , где  $n$  – количество кубитов.

Протестировать программу на системе Blue Gene. Точность  $e = 0.01$ . Заполнить таблицу времени работы программы.

Построить график распределения потерь точности  $1 - F$  при фиксированной точности  $e = 0.01$  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.

Заполнить таблицу и построить график среднего значения потерь точности.

Построить график распределения потерь точности  $1 - F$  при фиксированном количестве кубитов и различных значениях точности :  $e = 0.1, e = 0.01, e = 0.001$ . Для построения каждого распределения использовать не менее 60 экспериментов. Входной вектор в экспериментах должен генерироваться случайным образом. Заполнить таблицу среднего значения потерь точности.

## Результаты выполнения.

Исходный код программы: <https://github.com/gtorvald/prac/blob/master/main.cxx>

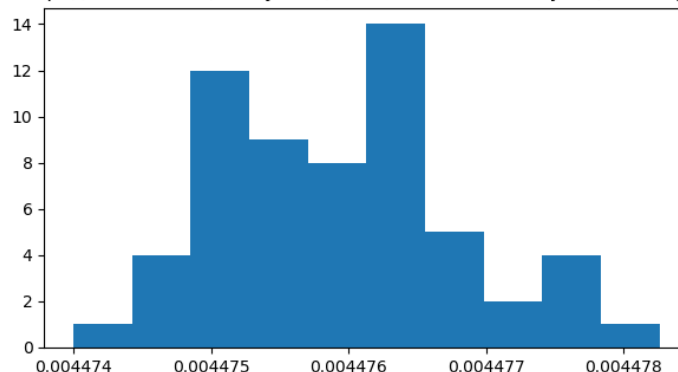
Результаты экспериментов: <https://github.com/gtorvald/prac/tree/master/plot>

1) Таблица времени работы программы.

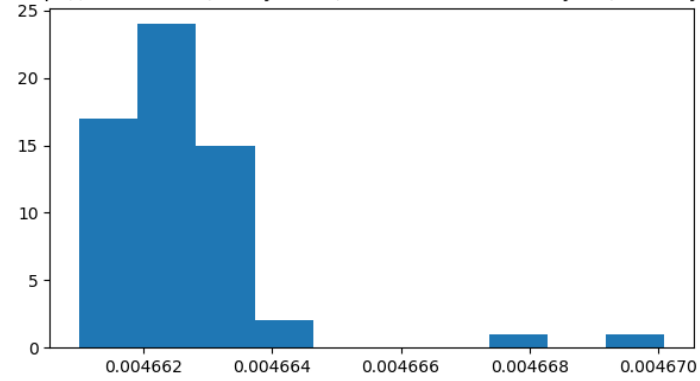
Количество кубитов	Количество вычислительных узлов	Время работы программы, с
28	8	94,0937
	16	48,4153
	32	24,5358
	64	12,6099
	128	6,56582

2) Графики распределения потерь точности при фиксированной точности  $e = 0.01$ .

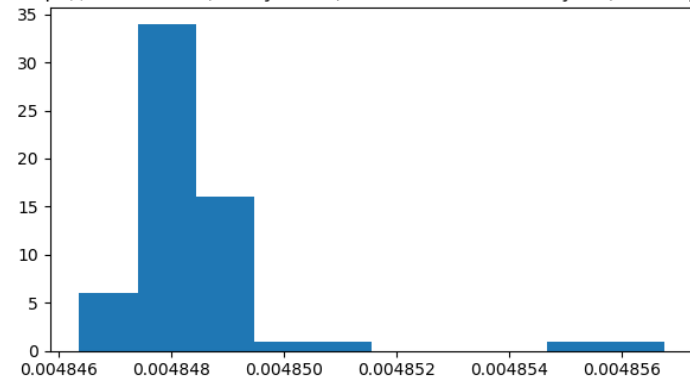
Распределение  $1 - F$ , 24 кубита, 64 вычислительных узла, 60 запусков



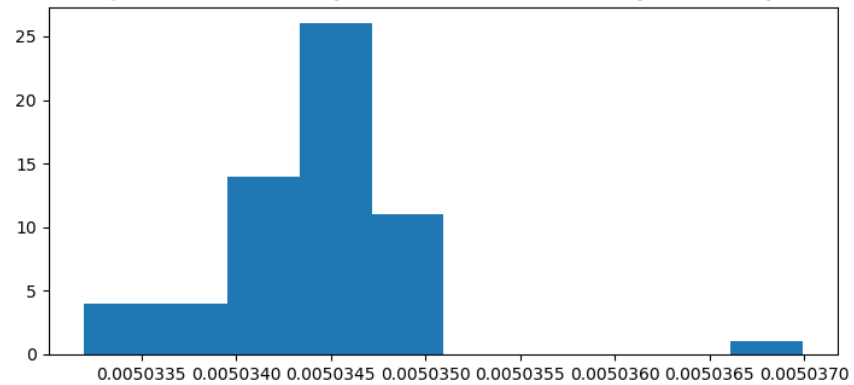
Распределение 1 - F, 25 кубитов, 64 вычислительных узла, 60 запусков



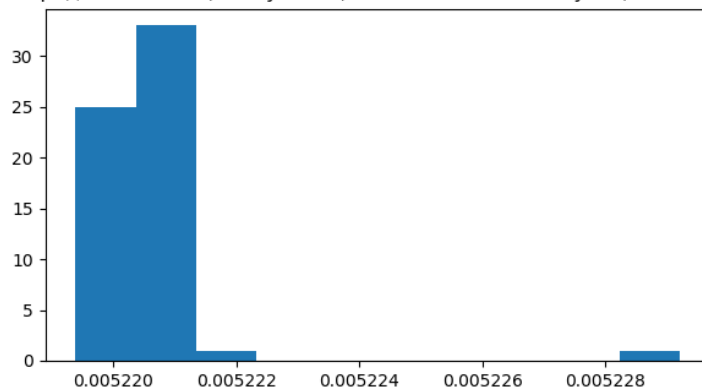
Распределение 1 - F, 26 кубитов, 64 вычислительных узла, 60 запусков



Распределение 1 - F, 27 кубитов, 64 вычислительных узла, 60 запусков



Распределение 1 - F, 28 кубитов, 64 вычислительных узла, 60 запусков



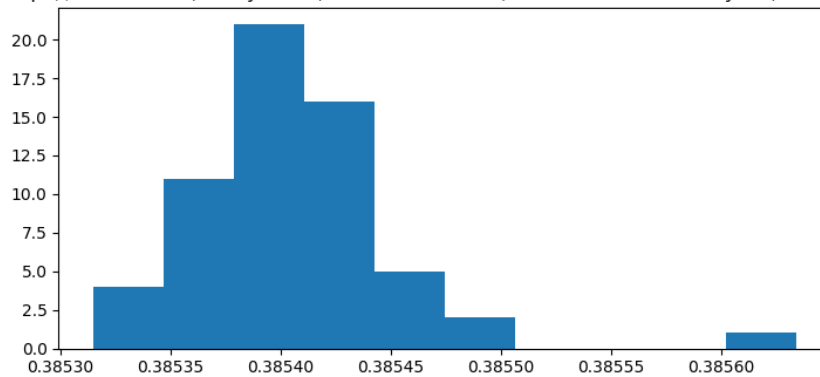
3) Таблица и график среднего значения потерь точности при фиксированной точности.

Количество кубитов	Среднее значение потерь точности
24	0.0044759
25	0.0046625545
26	0.004848487
27	0.00503441
28	0.0052206

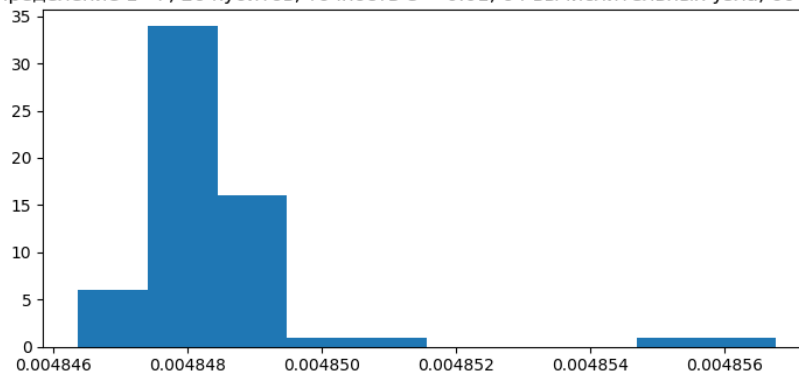


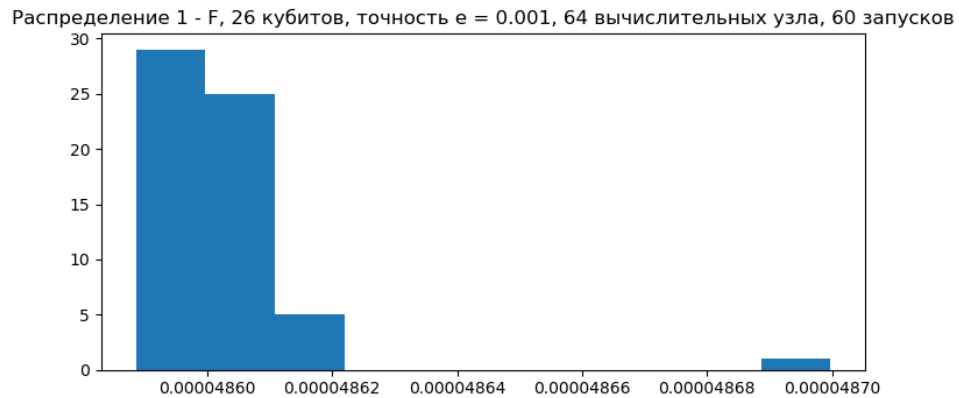
4) Графики распределения потерь точности при фиксированном количестве кубитов.

Распределение 1 - F, 26 кубитов, точность  $\epsilon = 0.1$ , 64 вычислительных узла, 60 запусков



Распределение 1 - F, 26 кубитов, точность  $\epsilon = 0.01$ , 64 вычислительных узла, 60 запусков





3) Таблица среднего значения потерь точности при фиксированном количестве кубитов.

$\epsilon$	Среднее значение потерь точности
0.1	0.3854
0.01	0.004848487
0.001	0.0000486

### Вывод.

При увеличении числа используемых вычислительных узлов время работы программы уменьшается. Потери точности представляют собой нормальное распределение за исключением выбросов в сторону большей потери точности. При увеличении числа кубитов потери точности так же увеличиваются в связи с ростом количества операций. При уменьшении значения  $\epsilon$  средние значения потерь точности в связи с выбранным способом подсчета потерь точности уменьшаются пропорционально квадрату  $\epsilon$ .