



# **Отчёт**

## **Анализ параллельной программы на MPI, реализующей зашумленное преобразование n-Адамар**

Работу выполнил  
**Имашев В.Р.**

## Описание алгоритма

Однокубитная операция задается двумя параметрами: комплексной матрицей размера  $2 \times 2$  и числом от 1 до  $n$  (данный параметр обозначает номер кубита, по которому проводится операция).

$$U = \begin{pmatrix} u_{00} & u_{01} \\ u_{10} & u_{11} \end{pmatrix}$$

Итак, дана комплексная матрица:

и  $k$  - номер индекса от 1 до  $n$  (номер кубита).

Такая операция преобразует вектор  $\{a_{i_1 i_2 \dots i_n}\}$  в  $\{b_{i_1 i_2 \dots i_n}\}$ , где все  $2^n$  элементов нового вектора вычисляются по следующей формуле:

$$b_{i_1 i_2 \dots i_k \dots i_n} = \sum_{j_k=0}^1 u_{i_k j_k} a_{i_1 i_2 \dots j_k \dots i_n} = u_{i_k 0} a_{i_1 i_2 \dots 0 \dots i_n} + u_{i_k 1} a_{i_1 i_2 \dots 1 \dots i_n}$$

## Реализация алгоритма с помощью MPI

### Реализация преобразования Адамара:

На каждом процессе хранится лишь фрагмент вектора длиной исходный вектор / количество процессов. При выполнении преобразования вычисляется номер процесса, на котором находится инвертированный бит с номером  $k$ .

В случае, если номер процесса совпадает с текущим, преобразование производится по обычной схеме в соответствии с формулой выше. Иначе происходит обмен данными между текущим и процессом, в котором находится инвертированный бит и далее преобразование производится также по обычному сценарию в соответствии с формулой, однако с той лишь поправкой, что в буфере, куда производится запись нового вектора, уже лежат все необходимые инвертированные биты.

Реализация **преобразования n-Адамара** заключается в циклическом выполнении преобразования Адамара к каждому кубиту. Для зашумления используется матрица поворота с нормально распределенной случайной величиной, которая, в свою очередь, умножена на заданный уровень шума EPS.

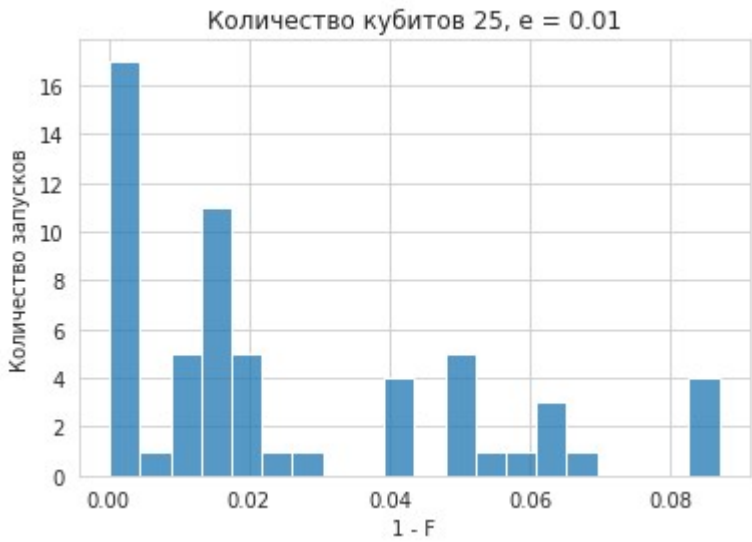
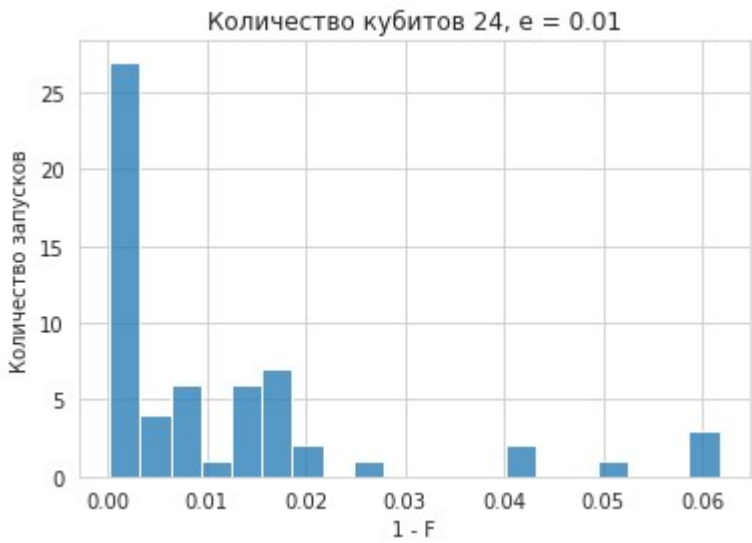
## Тестирование на BlueGene

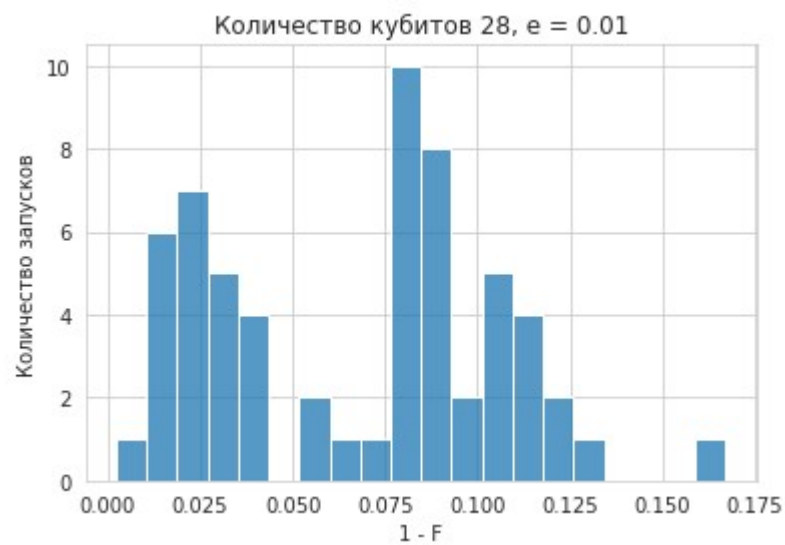
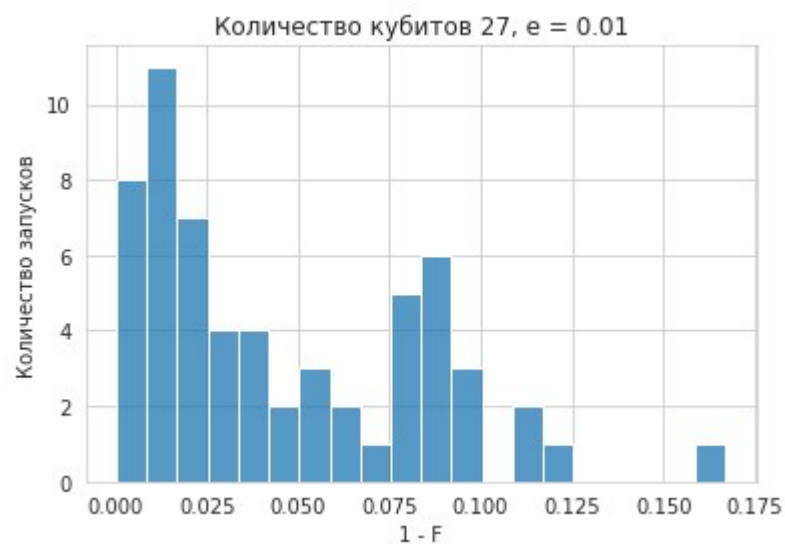
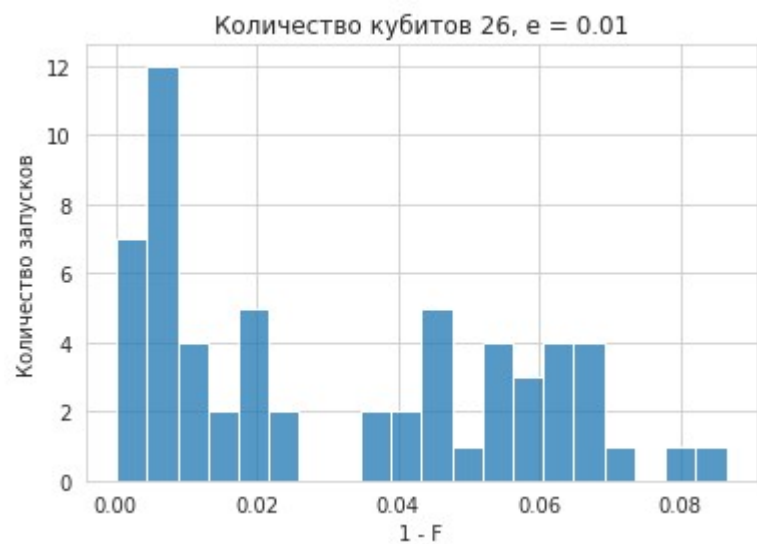
Тестирование программы проводилось на Bluegene. На следующей странице приведена таблица, содержащая информацию о результатах выполнения программы на вычислительном комплексе.

Замер времени производился с помощью функции MPI\_Wtime().

Количество кубитов	Количество процессоров	Время работы (в сек.)	Ускорение
26	8	36,4334	1
	16	19,0238	1,9151
	32	9,35188	3,8958
	64	4,84757	7,5158
	128	2,64326	13,7835
	256	1,13024	32,2351

Значение $\epsilon$	Количество кубитов	Среднее значение потерь
0,01	24	0,0116154857
	25	0,0254488191
	26	0,0314988191
	27	0,0460948328
	28	0,0674281662





## **Вывод**

Из приведенных выше гистограмм, показывающих распределение значений потерь точности, можно сделать вывод, что средняя величина потери растет с количеством кубитов.