

Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова
Факультет Вычислительной Математики и Кибернетики
Кафедра Суперкомпьютеров и Квантовой Информатики



Курс: Практикум
**Параллельная программа на MPI и OpenMP, которая
реализует однокубитное квантовое преобразование с
шумами.**

Работу выполнил
Тимачев А.А.
323 группа

Москва 2019

Задание:

1. Реализовать параллельную программу на C++ с использованием MPI и OpenMP, которая выполняет квантовое преобразование n-Адамара с зашумленными вентилями над вектором состояний длины 2^n , где n – количество кубитов.
2. Протестировать программу на системе Polus.
3. Построить график распределения потерь точности 1-F 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.
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.

Формат командной строки:

./main <n или имя входного файла> <epsilon><thread_num> [имя файла для вывода]

Структура бинарного файла:

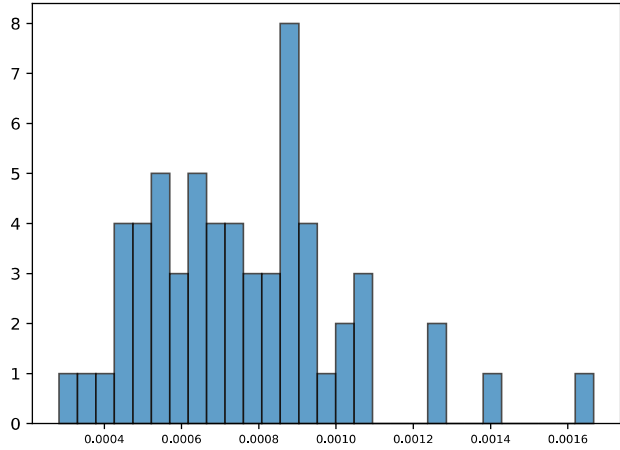
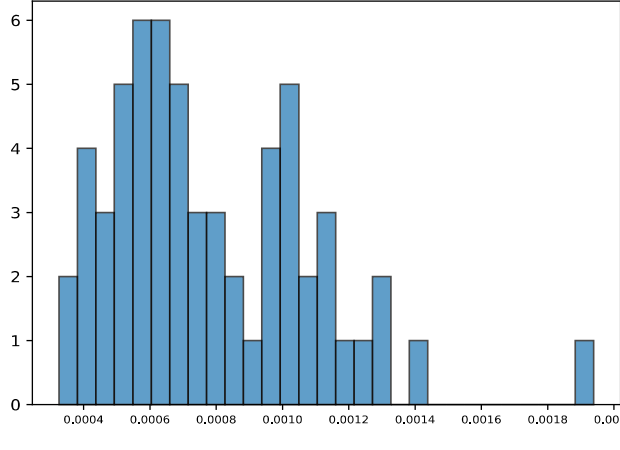
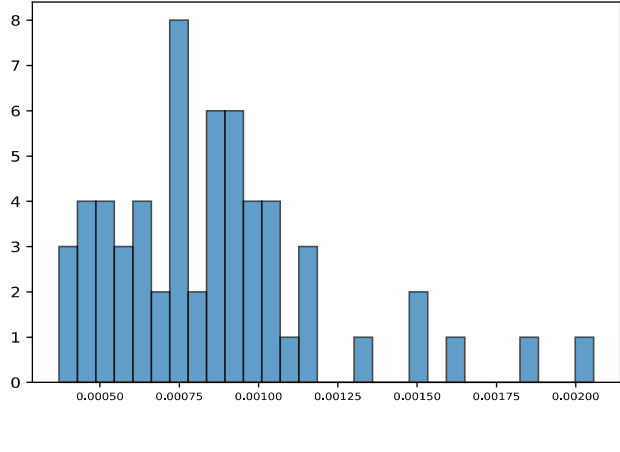
Первые 8 байт(unsigned long long): длина вектора(m).

Последующие $m * 16$ байт: m комплексных чисел, первые 8 байт(double) — вещественная часть, вторые 8 байт(double) — мнимая часть.

Результаты:

Количество кубитов	Количество узлов	Количество нитей	Время преобразования(сек.)
28	1	1	36.0651
		2	21.723484
		4	15.191801
		8	12.783915
	2	1	36.041651
		2	22.100007
		4	15.32214
		8	13.635136
	4	1	18.650363
		2	11.515157
		4	9.990782
		8	7.849221

Потери точности при $\epsilon = 0.01$:

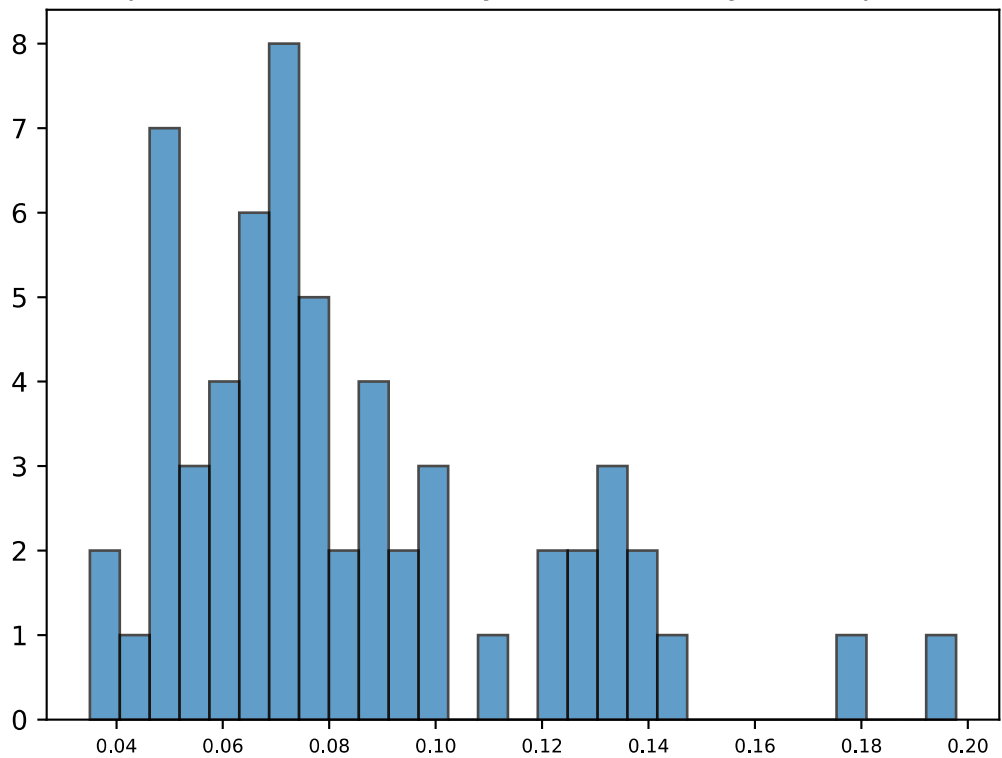
Количество кубитов	Среднее значение потерь точности	График																																																												
24	0.0007598	<p>Распределение 1 - F, 24 кубитов, 60 запусков, eps = 0.01</p>  <table><caption>Data for 24 qubits histogram</caption><tr><th>Bin Range</th><th>Frequency</th></tr><tr><td>0.00040 - 0.00045</td><td>1</td></tr><tr><td>0.00045 - 0.00050</td><td>1</td></tr><tr><td>0.00050 - 0.00055</td><td>1</td></tr><tr><td>0.00055 - 0.00060</td><td>4</td></tr><tr><td>0.00060 - 0.00065</td><td>4</td></tr><tr><td>0.00065 - 0.00070</td><td>5</td></tr><tr><td>0.00070 - 0.00075</td><td>3</td></tr><tr><td>0.00075 - 0.00080</td><td>5</td></tr><tr><td>0.00080 - 0.00085</td><td>4</td></tr><tr><td>0.00085 - 0.00090</td><td>4</td></tr><tr><td>0.00090 - 0.00095</td><td>3</td></tr><tr><td>0.00095 - 0.00100</td><td>3</td></tr><tr><td>0.00100 - 0.00105</td><td>8</td></tr><tr><td>0.00105 - 0.00110</td><td>4</td></tr><tr><td>0.00110 - 0.00115</td><td>1</td></tr><tr><td>0.00115 - 0.00120</td><td>2</td></tr><tr><td>0.00120 - 0.00125</td><td>0</td></tr><tr><td>0.00125 - 0.00130</td><td>2</td></tr><tr><td>0.00130 - 0.00135</td><td>0</td></tr><tr><td>0.00135 - 0.00140</td><td>1</td></tr><tr><td>0.00140 - 0.00145</td><td>0</td></tr><tr><td>0.00145 - 0.00150</td><td>1</td></tr></table>	Bin Range	Frequency	0.00040 - 0.00045	1	0.00045 - 0.00050	1	0.00050 - 0.00055	1	0.00055 - 0.00060	4	0.00060 - 0.00065	4	0.00065 - 0.00070	5	0.00070 - 0.00075	3	0.00075 - 0.00080	5	0.00080 - 0.00085	4	0.00085 - 0.00090	4	0.00090 - 0.00095	3	0.00095 - 0.00100	3	0.00100 - 0.00105	8	0.00105 - 0.00110	4	0.00110 - 0.00115	1	0.00115 - 0.00120	2	0.00120 - 0.00125	0	0.00125 - 0.00130	2	0.00130 - 0.00135	0	0.00135 - 0.00140	1	0.00140 - 0.00145	0	0.00145 - 0.00150	1														
Bin Range	Frequency																																																													
0.00040 - 0.00045	1																																																													
0.00045 - 0.00050	1																																																													
0.00050 - 0.00055	1																																																													
0.00055 - 0.00060	4																																																													
0.00060 - 0.00065	4																																																													
0.00065 - 0.00070	5																																																													
0.00070 - 0.00075	3																																																													
0.00075 - 0.00080	5																																																													
0.00080 - 0.00085	4																																																													
0.00085 - 0.00090	4																																																													
0.00090 - 0.00095	3																																																													
0.00095 - 0.00100	3																																																													
0.00100 - 0.00105	8																																																													
0.00105 - 0.00110	4																																																													
0.00110 - 0.00115	1																																																													
0.00115 - 0.00120	2																																																													
0.00120 - 0.00125	0																																																													
0.00125 - 0.00130	2																																																													
0.00130 - 0.00135	0																																																													
0.00135 - 0.00140	1																																																													
0.00140 - 0.00145	0																																																													
0.00145 - 0.00150	1																																																													
25	0.0007873	<p>Распределение 1 - F, 25 кубитов, 60 запусков, eps = 0.01</p>  <table><caption>Data for 25 qubits histogram</caption><tr><th>Bin Range</th><th>Frequency</th></tr><tr><td>0.00040 - 0.00045</td><td>2</td></tr><tr><td>0.00045 - 0.00050</td><td>4</td></tr><tr><td>0.00050 - 0.00055</td><td>3</td></tr><tr><td>0.00055 - 0.00060</td><td>5</td></tr><tr><td>0.00060 - 0.00065</td><td>6</td></tr><tr><td>0.00065 - 0.00070</td><td>6</td></tr><tr><td>0.00070 - 0.00075</td><td>5</td></tr><tr><td>0.00075 - 0.00080</td><td>3</td></tr><tr><td>0.00080 - 0.00085</td><td>3</td></tr><tr><td>0.00085 - 0.00090</td><td>2</td></tr><tr><td>0.00090 - 0.00095</td><td>1</td></tr><tr><td>0.00095 - 0.00100</td><td>4</td></tr><tr><td>0.00100 - 0.00105</td><td>5</td></tr><tr><td>0.00105 - 0.00110</td><td>2</td></tr><tr><td>0.00110 - 0.00115</td><td>3</td></tr><tr><td>0.00115 - 0.00120</td><td>1</td></tr><tr><td>0.00120 - 0.00125</td><td>1</td></tr><tr><td>0.00125 - 0.00130</td><td>2</td></tr><tr><td>0.00130 - 0.00135</td><td>0</td></tr><tr><td>0.00135 - 0.00140</td><td>1</td></tr><tr><td>0.00140 - 0.00145</td><td>0</td></tr><tr><td>0.00145 - 0.00150</td><td>0</td></tr><tr><td>0.00150 - 0.00155</td><td>0</td></tr><tr><td>0.00155 - 0.00160</td><td>0</td></tr><tr><td>0.00160 - 0.00165</td><td>0</td></tr><tr><td>0.00165 - 0.00170</td><td>0</td></tr><tr><td>0.00170 - 0.00175</td><td>0</td></tr><tr><td>0.00175 - 0.00180</td><td>0</td></tr><tr><td>0.00180 - 0.00185</td><td>1</td></tr></table>	Bin Range	Frequency	0.00040 - 0.00045	2	0.00045 - 0.00050	4	0.00050 - 0.00055	3	0.00055 - 0.00060	5	0.00060 - 0.00065	6	0.00065 - 0.00070	6	0.00070 - 0.00075	5	0.00075 - 0.00080	3	0.00080 - 0.00085	3	0.00085 - 0.00090	2	0.00090 - 0.00095	1	0.00095 - 0.00100	4	0.00100 - 0.00105	5	0.00105 - 0.00110	2	0.00110 - 0.00115	3	0.00115 - 0.00120	1	0.00120 - 0.00125	1	0.00125 - 0.00130	2	0.00130 - 0.00135	0	0.00135 - 0.00140	1	0.00140 - 0.00145	0	0.00145 - 0.00150	0	0.00150 - 0.00155	0	0.00155 - 0.00160	0	0.00160 - 0.00165	0	0.00165 - 0.00170	0	0.00170 - 0.00175	0	0.00175 - 0.00180	0	0.00180 - 0.00185	1
Bin Range	Frequency																																																													
0.00040 - 0.00045	2																																																													
0.00045 - 0.00050	4																																																													
0.00050 - 0.00055	3																																																													
0.00055 - 0.00060	5																																																													
0.00060 - 0.00065	6																																																													
0.00065 - 0.00070	6																																																													
0.00070 - 0.00075	5																																																													
0.00075 - 0.00080	3																																																													
0.00080 - 0.00085	3																																																													
0.00085 - 0.00090	2																																																													
0.00090 - 0.00095	1																																																													
0.00095 - 0.00100	4																																																													
0.00100 - 0.00105	5																																																													
0.00105 - 0.00110	2																																																													
0.00110 - 0.00115	3																																																													
0.00115 - 0.00120	1																																																													
0.00120 - 0.00125	1																																																													
0.00125 - 0.00130	2																																																													
0.00130 - 0.00135	0																																																													
0.00135 - 0.00140	1																																																													
0.00140 - 0.00145	0																																																													
0.00145 - 0.00150	0																																																													
0.00150 - 0.00155	0																																																													
0.00155 - 0.00160	0																																																													
0.00160 - 0.00165	0																																																													
0.00165 - 0.00170	0																																																													
0.00170 - 0.00175	0																																																													
0.00175 - 0.00180	0																																																													
0.00180 - 0.00185	1																																																													
26	0.0008583	<p>Распределение 1 - F, 26 кубитов, 60 запусков, eps = 0.01</p>  <table><caption>Data for 26 qubits histogram</caption><tr><th>Bin Range</th><th>Frequency</th></tr><tr><td>0.00050 - 0.00055</td><td>3</td></tr><tr><td>0.00055 - 0.00060</td><td>4</td></tr><tr><td>0.00060 - 0.00065</td><td>4</td></tr><tr><td>0.00065 - 0.00070</td><td>3</td></tr><tr><td>0.00070 - 0.00075</td><td>4</td></tr><tr><td>0.00075 - 0.00080</td><td>2</td></tr><tr><td>0.00080 - 0.00085</td><td>8</td></tr><tr><td>0.00085 - 0.00090</td><td>2</td></tr><tr><td>0.00090 - 0.00095</td><td>6</td></tr><tr><td>0.00095 - 0.00100</td><td>6</td></tr><tr><td>0.00100 - 0.00105</td><td>4</td></tr><tr><td>0.00105 - 0.00110</td><td>4</td></tr><tr><td>0.00110 - 0.00115</td><td>1</td></tr><tr><td>0.00115 - 0.00120</td><td>3</td></tr><tr><td>0.00120 - 0.00125</td><td>0</td></tr><tr><td>0.00125 - 0.00130</td><td>1</td></tr><tr><td>0.00130 - 0.00135</td><td>0</td></tr><tr><td>0.00135 - 0.00140</td><td>2</td></tr><tr><td>0.00140 - 0.00145</td><td>0</td></tr><tr><td>0.00145 - 0.00150</td><td>1</td></tr><tr><td>0.00150 - 0.00155</td><td>0</td></tr><tr><td>0.00155 - 0.00160</td><td>1</td></tr><tr><td>0.00160 - 0.00165</td><td>0</td></tr><tr><td>0.00165 - 0.00170</td><td>1</td></tr><tr><td>0.00170 - 0.00175</td><td>0</td></tr><tr><td>0.00175 - 0.00180</td><td>1</td></tr></table>	Bin Range	Frequency	0.00050 - 0.00055	3	0.00055 - 0.00060	4	0.00060 - 0.00065	4	0.00065 - 0.00070	3	0.00070 - 0.00075	4	0.00075 - 0.00080	2	0.00080 - 0.00085	8	0.00085 - 0.00090	2	0.00090 - 0.00095	6	0.00095 - 0.00100	6	0.00100 - 0.00105	4	0.00105 - 0.00110	4	0.00110 - 0.00115	1	0.00115 - 0.00120	3	0.00120 - 0.00125	0	0.00125 - 0.00130	1	0.00130 - 0.00135	0	0.00135 - 0.00140	2	0.00140 - 0.00145	0	0.00145 - 0.00150	1	0.00150 - 0.00155	0	0.00155 - 0.00160	1	0.00160 - 0.00165	0	0.00165 - 0.00170	1	0.00170 - 0.00175	0	0.00175 - 0.00180	1						
Bin Range	Frequency																																																													
0.00050 - 0.00055	3																																																													
0.00055 - 0.00060	4																																																													
0.00060 - 0.00065	4																																																													
0.00065 - 0.00070	3																																																													
0.00070 - 0.00075	4																																																													
0.00075 - 0.00080	2																																																													
0.00080 - 0.00085	8																																																													
0.00085 - 0.00090	2																																																													
0.00090 - 0.00095	6																																																													
0.00095 - 0.00100	6																																																													
0.00100 - 0.00105	4																																																													
0.00105 - 0.00110	4																																																													
0.00110 - 0.00115	1																																																													
0.00115 - 0.00120	3																																																													
0.00120 - 0.00125	0																																																													
0.00125 - 0.00130	1																																																													
0.00130 - 0.00135	0																																																													
0.00135 - 0.00140	2																																																													
0.00140 - 0.00145	0																																																													
0.00145 - 0.00150	1																																																													
0.00150 - 0.00155	0																																																													
0.00155 - 0.00160	1																																																													
0.00160 - 0.00165	0																																																													
0.00165 - 0.00170	1																																																													
0.00170 - 0.00175	0																																																													
0.00175 - 0.00180	1																																																													

27	0.0009459	<p>Распределение 1 - F, 27 кубитов, 60 запусков, eps = 0.01</p>
28	0.00092531	<p>Распределение 1 - F, 28 кубитов, 80 запусков, eps = 0.01</p>

Потери точности при n = 26:

epsilon	Среднее значение потерь точности
0.1	0.083712
0.01	0.0008583
0.001	0.0000092942

Распределение 1 - F, 26 кубитов, 60 запусков, eps = 0.1



Распределение 1 - F, 26 кубитов, 60 запусков, eps = 0.001

