

**Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики
УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ФТФ**

Группа : М32131

К работе допущен _____

Студентка: Зыонг Тхи Хуэ Линь и Джахан Исрат

Работа выполнена _____

Преподаватель : Александр Адольфович Зинчик

Отчет принят _____

**Рабочий протокол и отчёт по
квантовой лабораторной работе №2**

1. Цель работы:

Получить навыки применения управляемых многокубитных вентилей и реализации квантовых алгоритмов на их основе.

2. Задачи, решаемые при выполнении работы:

1. Построить многокубитные квантовые цепи;
2. Зарегистрировать результаты моделирования цепочек;
3. Сравнить данные моделирований с теоретическими распределениями.

3. Объект исследования:

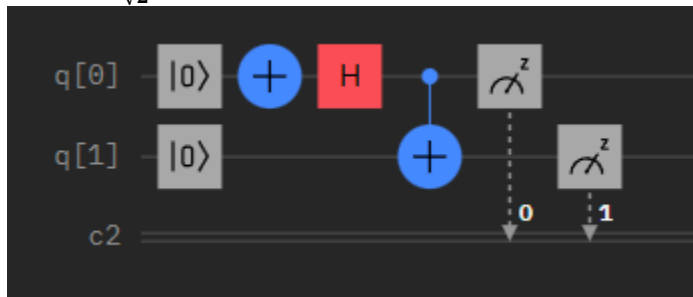
Квантовый компьютер, распределение вероятности многокубитных цепей.

4. Метод экспериментального исследования:

Внедрение вентилей в построение схем, проведение моделирований.

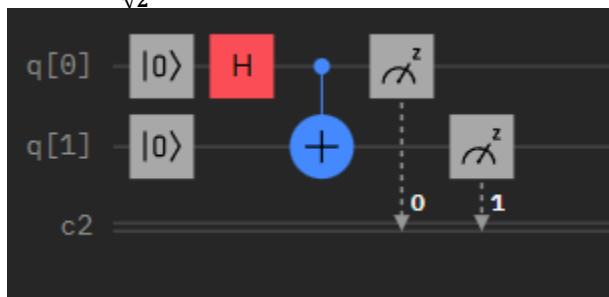
5. Выполнение упражнения №3:

5.1 Соберите схему для получения запутанного состояния квантовой системы из двух кубитов $\frac{1}{\sqrt{2}}(|00\rangle - |11\rangle)$



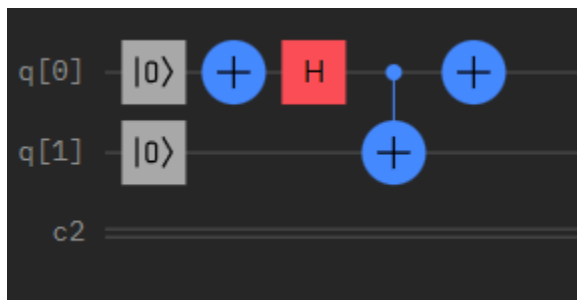
Frequency	
$ 00\rangle$	$ 11\rangle$
0.5048	0.4952

5.2. Соберите схему для получения запутанного состояния квантовой системы из двух кубитов $\frac{1}{\sqrt{2}}(|00\rangle + |11\rangle)$



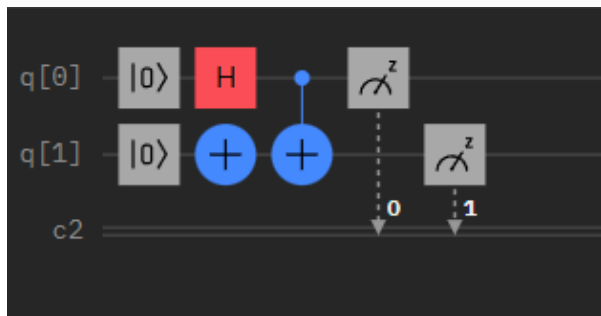
Frequency	
$ 00\rangle$	$ 11\rangle$
0.5032	0.4969

5.3 Соберите схему для получения запутанного состояния квантовой системы из двух кубитов $\frac{1}{\sqrt{2}}(|01\rangle - |10\rangle)$



Frequency	
$ 01\rangle$	$ 10\rangle$
0.4951	0.5049

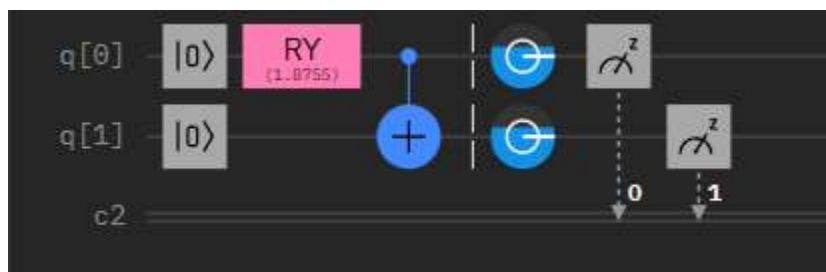
5.4 Соберите схему для получения запутанного состояния квантовой системы из двух кубитов $\frac{1}{\sqrt{2}}(|01\rangle + |10\rangle)$.



Frequency	
$ 01\rangle$	$ 10\rangle$
0.4945	0.5055

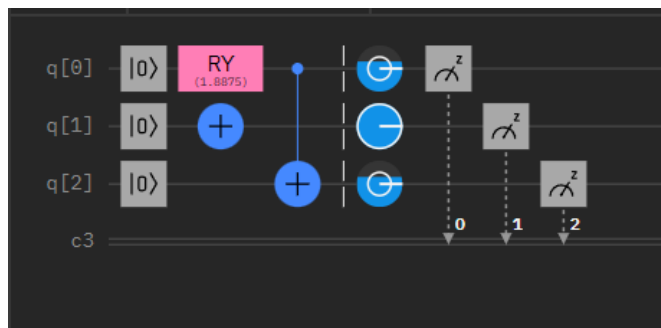
5.5 Реализовать схему построения запутанного состояния $\sqrt{0.35}|00\rangle + \sqrt{0.65}|11\rangle$

Запутанное состояние можно получить контролируемым вентилем $CNOT$ на два кубита, тогда для первого кубита можно применить поворот относительно оси RY на угол $\theta = 2\arccos(\sqrt{0.35}) \approx 1.875$



Frequency	
$ 00\rangle$	$ 11\rangle$
0.3625	0.6375

5.6 Соберите схему для получения запутанного состояния квантовой системы из трех кубитов $\sqrt{0.35}|010\rangle + \sqrt{0.65}|111\rangle$



Frequency	
$ 010\rangle$	$ 111\rangle$
0.3527	0.6473

6. Вывод:

В ходе выполнения лабораторной работы были разобраны особенности построения многокубитных квантовых систем в симуляторе IBM Quantum и сделаны выводы о том, что в сущности системы на нескольких кубитах собираются достаточно просто в кубитах по отдельности (с применением тех знаний о построениях, которые были получены в предыдущих упражнениях).

7. Выполнение упражнения №4:

Алгоритм Дойча-Джозы стал одним из первых квантовых алгоритмов. Проблема, решаемая этим алгоритмом, формулируется следующим образом:

Имеется функция $f(x)$, принимающая на вход n -битные строки, и возвращающая либо 1, либо 0. Причем функция $f(x)$ такова, что либо она на всех x возвращает одно и то же значение, либо для половины - 1, для другой половины - 0. необходимо определить, к какому классу относится эта функция.

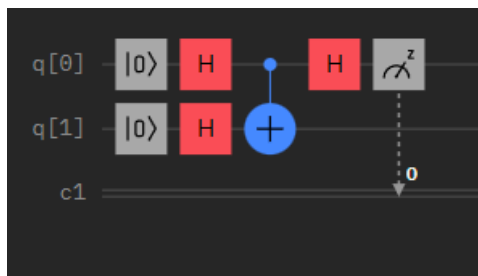
В классическом варианте решения такой задачи потребовалось бы $2^{n+1} + 1$ вычислений. Алгоритму Дойча-Джозы достаточно единственного обращения к квантовому оракулу $U(f)$

$$U_f |x\rangle = (-1)^{f(x)} |x\rangle$$

Алгоритм состоит из следующих шагов:

- 1) Сбрасывание всех кубитов в состояние 0
- 2) Для каждого кубита применить вентиль Адамара
- 3) Вычислить значение при помощи оракула.
- 4) Повторить шаг 2
- 5) Провести измерения. Если все кубиты при этом находятся в состоянии 0, то функция является постоянной.

$$f(x1, x2) = x1 \text{ OR } x2$$



Шаг 1: Добавьте два кубита в квантовую схему.

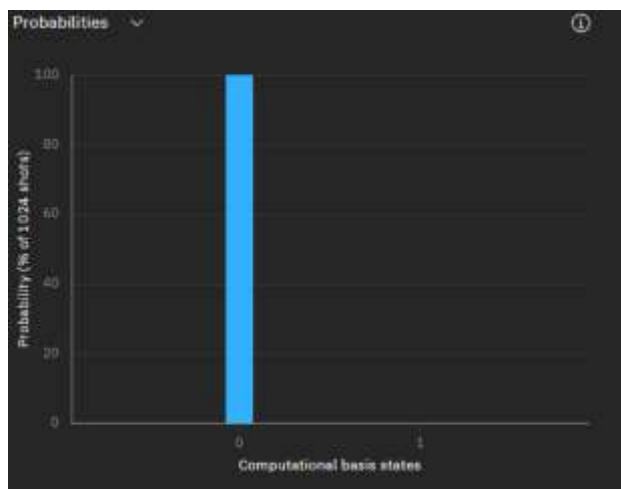
Шаг 2: Добавьте вентиль Адамара к первому кубиту.

Шаг 3: Добавьте Oracle Gate (CNOT) с первым кубитом в качестве управляющего кубита и вторым кубитом в качестве целевого кубита.

Шаг 4: Снова добавьте вентиль Адамара к первому кубиту.

Шаг 5: Добавьте первую меру кубита.

Шаг 6: Запустите квантовую схему, чтобы увидеть результат.



Результат равен 0, поэтому функция $f(x_1, x_2) = x_1 \text{ OR } x_2$ постоянная функция