ЛАБОЛАТОРНАЯ РАБОТА ПО КУРСУ «КВАНТОВЫЙ КОМПЬЮТЕР»
Однокубитовые квантовые схемы

Плотников Антон, A4101

Санкт-Петербург, 2017

1. Цель работы

Изучение простейших однокубитовых квантовых логических схем.

2. Задачи

1. Изучение работы квантовых логических схем, составленных из элементов алгоритмов X, Z и H.
2. Прогнозирование результатов виртуального эксперимента и сравнение результатов теоретических и экспериментальных расчетов.

3. Методика проведения исследования

Выбираем несколько квантовых элементов, подаем на вход цепочки элементов кубит. Используя матричное представление схемы, сравниваем результаты теоретических расчетов с полученными экспериментальными данными.

4. Анализ погрешностей

Пусть $|\phi 1\rangle$ – состояние, соответствующее первой альтернативе, а $|\phi 2\rangle$ – состояние, соответствующее второй альтернативе. Пусть перед измерением система находилась в состоянии $c_1 |\phi 1\rangle + c_2 |\phi 2\rangle$. Тогда с вероятностью $|c_1|^2$ измерение даст первый результат, и система окажется после измерения в состоянии $|\phi 1\rangle$, а с вероятностью $|c_2|^2$ измерение даст второй результат, и система окажется после измерения в состоянии $|\phi 2\rangle$.

Таким образом, при измерении исходного состояния $|\phi\rangle = 0.412\,|0\rangle + 0.911\,|1\rangle$ с вероятностью $p \approx 0.17$ мы получим $|0\rangle$ и с вероятностью $p \approx 0.83$ - $|1\rangle$.

5. Результаты

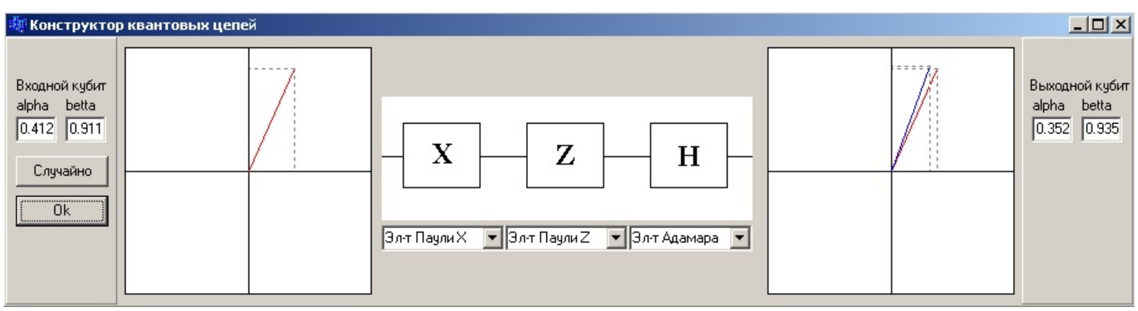
Исходный вектор: $|\phi\rangle = 0.412\,|0\rangle + 0.911\,|1\rangle$

5.1. U=XZH

Теоретические расчеты:

$$XZH \begin{pmatrix}\alpha\\ \beta\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}0 & 1\\ 1 & 0\end{pmatrix} \begin{pmatrix}1 & 0\\ 0 & -1\end{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix}1 & 1\\ 1 & -1\end{pmatrix} \begin{pmatrix}0.412\\ 0.911\end{pmatrix} \approx \begin{pmatrix}0.353\\ 0.935\end{pmatrix}$$

Экспериментальные расчеты:

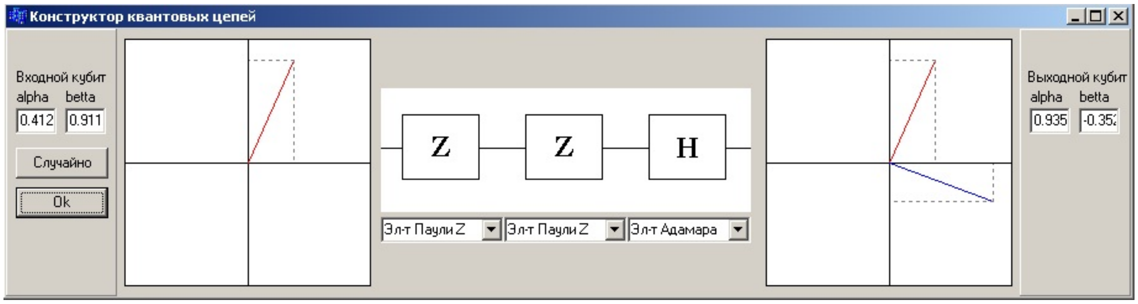


5.2. U=ZZH

Теоретические расчеты:

$$ZZH \begin{pmatrix}\alpha\\ \beta\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}1 & 0\\ 0 & -1\end{pmatrix} \begin{pmatrix}1 & 0\\ 0 & -1\end{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix}1 & 1\\ 1 & -1\end{pmatrix} \begin{pmatrix}0.412\\ 0.911\end{pmatrix} = I \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix}1 & 1\\ 1 & -1\end{pmatrix} \begin{pmatrix}0.412\\ 0.911\end{pmatrix} \approx \begin{pmatrix}0.935\\ -0.353\end{pmatrix}$$

Экспериментальные расчеты:

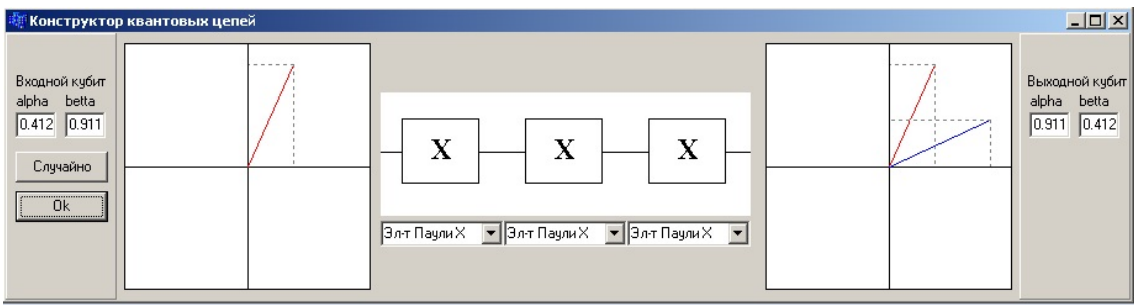


5.3. U=XXX

Теоретические расчеты:

$$XXX\begin{pmatrix}\alpha\\ \beta\end{pmatrix} = X\begin{pmatrix}\alpha\\ \beta\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}0 & 1\\ 1 & 0\end{pmatrix}\begin{pmatrix}0.412\\ 0.911\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}0.911\\ 0.412\end{pmatrix}$$

Экспериментальные расчеты:



6. Выводы

Изучив работу квантовых логических схем, составленных из элементов алгоритмов X, Z и H, сравнили результаты теоретических и экспериментальных расчетов. В результате получили одинаковые результаты, за исключением погрешности округления. Также проверили утверждение, что $UU = I$ и $UUU = U$.