

УДК 004.052.44

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМОВ КОДИРОВАНИЯ В КВАНТОВЫХ КАНАЛАХ СВЯЗИ

Мухин И.С. (Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный Исследовательский Университет ИТМО»)

Научный руководитель – доцент факультета безопасности информационных технологий Таранов С.В. (Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный Исследовательский Университет ИТМО»)

В настоящей работе проводилась разработка методики оценки эффективности алгоритмов кодирования в квантовых каналах связи посредством эмулирования их работы с возникновением ошибок с помощью программной реализации наиболее используемых алгоритмов.

**Введение.** Практическая реализация первых квантовых компьютеров впервые была продемонстрирована в конце 20-го века. И с тех пор квантовые технологии всё более и более активно развиваются. При успешном построении полноценно функционирующих квантовых компьютеров человечество сможет воспользоваться такими преимуществами, по сравнению с классическими ЭВМ, как увеличение скорости компьютерных вычислений, повышение уровня защищенности каналов связи и способность нарастить плотность хранения данных.

Однако, наряду с представленными преимуществами, возникает ряд проблем, а именно: возникновение ошибок, связанных с природой квантовых частиц; высокая стоимость конструирования квантовых ВМ; трудоемкость тестирования эффективности квантовых алгоритмов.

И один из способов частичного решения обозначенных проблем является применение алгоритмов кодирования в квантовых каналах связи, которые способствуют обнаружению и корректровке битовых и/или фазовых ошибок, возникающих при работе с информацией.

**Основная часть.** В рамках данной работы производится разработка методики оценки эффективности алгоритмов кодирования в квантовых каналах связи, которая позволила бы без физического проектирования квантовых ВМ анализировать, насколько тот или иной алгоритм подходит для решения какого-либо класса задач, с целью повышения вероятности обнаружения ошибок в квантовых системах передачи информации.

Для проведения сравнительного анализа были подобраны наиболее часто применяемые алгоритмы кодирования: 3 кубитный и 9 кубитный код Шора, а также 7 кубитный код Стаина. Также был разработан программный комплекс с применением таких технологий, как Python, библиотека для проведения квантовых вычислений Qiskit, библиотека для построения GUI-приложений с применением Python PyQt6.

На данном этапе разработке описаны классы всех обозначенных алгоритмов, для каждого из которых реализован метод построения графической схемы кодирования с возможностью определения вероятности возникновения битовой и/или фазовой ошибки и соответствующим отображением этой ошибки на схеме, также метод кодирования с коррективкой кода, в случае возникновения ошибки, и метод вычисления показателя надежности кода, графически сравниваемый с идеальной моделью при проведении аналитических расчетов.

**Выводы.** В конечной разработке планируется расширение анализируемых алгоритмов кодирования, а также добавление функционала для анализа эффективности по дополнительным параметрам: минимальное кодовое расстояние и скорость формирования кодов и исправления ошибок.

### Список использованных источников:

1. E. Rieffel, W. Polak, “An Introduction to Quantum Computing for Non-Physicists” in ACM Computing Surveys, vol. 32, no. 3, pp. 300-335, 2000, doi: 10.1145/367701.367709
2. P. W. Shor, “Algorithms for quantum computation: discrete logarithms and factoring”, Proceedings 35th Annual Symposium on Foundations of Computer Science, pp. 124-134, 1994, doi:

10.1109/SFCS.1994.365700

3. P. W. Shor, "Polynomial-Time Algorithms for Prime Factorization and Discrete Logarithms on a Quantum Computer", SIAM Journal on Computing, vol. 26, no. 5, pp. 1484-1509, 1997, doi: 10.1137/S0097539795293172

4. J. Preskill, "Quantum Computing: Pro and Con", Proceedings of the Royal Society, vol. 454, no.1969, 1998, doi: 10.1098/rspa.1998.0171

5. G. G. La Guardia, "Quantum Error Correction. Symmetric, Asymmetric, Synchronizable, and Convolutional Codes", 2020, doi: 10.1007/978-3-030-48551-1 ISBN: 978-3-030-48550-4

6. T. A. Brun, "quantum error correction", Cambridge University Press, 2013, ISBN: 9780521897877

Мухин И.С. (автор)

\_\_\_\_\_

Таранов С.В. (научный руководитель)

\_\_\_\_\_