

Ogloblin Ivan Semenovich

# Study of the effect of noise on efficient quantum search algorithms

June 2022 course work

Scientific adviser: Tikhomirov Sergei Borisovich



Faculty of mathematics and computer science SPBU  
Specialty «modern programming»

# Introduction

- The errors resulting from noisy quantum gates and decoherence make quantum devices far from perfect
- NISQ era algorithms strive for shallow depth to reduce the impact of noise from environment<sup>1</sup>
- There are three different strategies to improve accuracy and efficiency of the Grover's search algorithm on the NISQ processors<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup>Noisy intermediate-scale quantum (NISQ) algorithms

<sup>2</sup>Zhang, K., Rao, P., Yu, K., Lim, H., & Korepin, V. (2021)



# The problem

1. Implement the algorithm improvements described in the article
2. Create an environment for testing different variations of the algorithm with different noise models and different number of qubits
3. Conduct a series of experiments and explore noise impact on variations of the algorithm



# Implementation

- Using Qiskit and IBMQ<sup>3</sup>
- Using thermal relaxation model<sup>4</sup>
- Coupling map of errors on qubits as on the real device "Melbourne"
- Toffoli gate implementation through Qiskit function "mct"

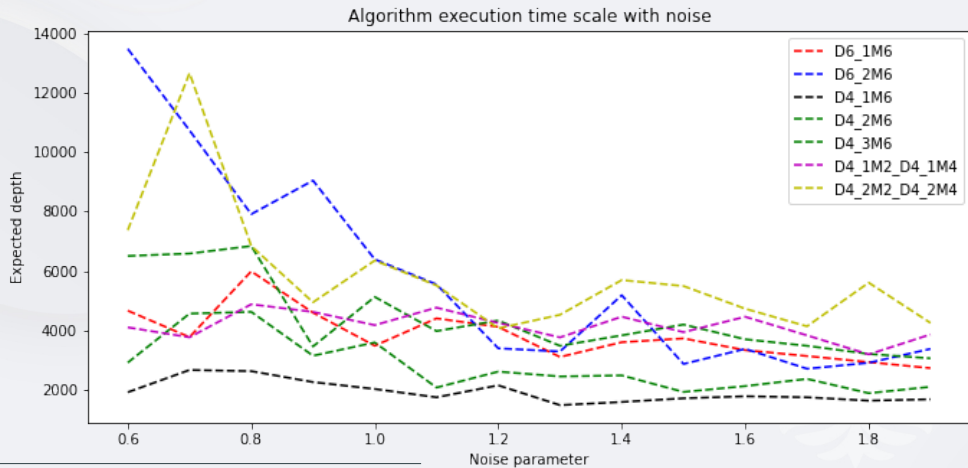
---

<sup>3</sup>public repository

<sup>4</sup>T1/T2 thermal relaxation



# Tests on 6 qubits<sup>5</sup>



<sup>5</sup>as the noise parameter increases, the amount of noise decreases. At 1 it simulates noise as on the real device



## Tests on 6 qubits: results

- Dm\_iM6 stands for algorithm with local Grover operator applied  $i$  times
- We can see that some algorithms perform better than the others
- Some algorithms scale better with noise parameter. D6\_2M6 has lower expected depth than D4\_1M2\_D4\_1M4 at low noise parameter values, but greater at large noise parameter values



## Задача 2: результаты измерений в таблице

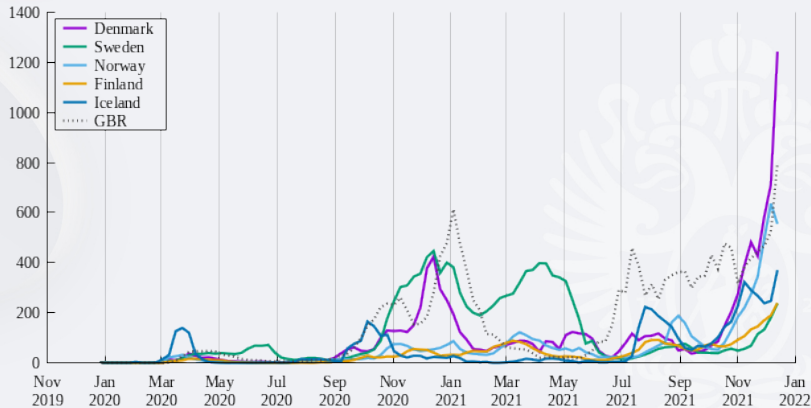
Имя	Работа 1	Работа 2	Итог
Алиса	8.0	9.0	8.5
Боб	9.0	9.8	9.4
Чак	9.1	9.3	9.2

### Пояснения к таблице

- Таблицы могут требовать пояснений.
- Что это за величины? Откуда они взялись?
- Какие выводы можно сделать?



## Задача 2: результаты сравнения с конкурентами<sup>67</sup>



<sup>6</sup>Понятна ли ваша диаграмма? Не забыли ли вы легенду?

<sup>7</sup>Контрастно ли изображение? Помните, на проекторе всё может выглядеть хуже.





## Задача 3: основные трудности

- Мы всё классно сделали, но рецензенты STOC сформулировали ряд претензий к работе, обозвали нас идиотами и отказались пускать на конференцию.
- Все замечания были исправлены, попробуем FOCS<sup>8</sup>!

---

<sup>8</sup>Не забывайте про нежелательность англицизмов и аббревиатур.



## Дополнительный слайд по работе в целом<sup>9</sup>

- Освоенные и применённые технологии
- Информация о внедрении
- Полученные в ходе выполнения работы навыки
- Вынесенные уроки
- Реальные планы на будущее (не надо фантазировать!)
- Ссылки на цитированную литературу — их можно вынести в конец слайдов, но во время доклада не показывать.

---

<sup>9</sup>Кстати, слайды с длинными перечислениями выглядят плохо. Старайтесь их избегать.



# Результаты работы

1. Разработан полиномиальный алгоритм решения задачи коммивояжёра.
  2. Программная реализация демонстрирует высочайшую производительность и превосходит все известные аналоги.
  3. Результаты подготовлены для представления на FOCS.
- 

Имя, фамилия и контакты автора,  
ссылка на материалы работы, QR-код.



Спасибо за внимание!

Ваши вопросы?

Этот слайд не нужен!

Удалите его<sup>10</sup>!

---

<sup>10</sup>Сноски на слайдах тоже удалите: не нужно усложнять их структуру и содержимое.  
Не забывайте, что многое можно просто сказать словами.