

КВАНТОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

О чём же всё больше
и больше говорят вокруг?

15x4

Душкин Р. В.
Телешкола teleschool.me
+7 (909) 695-41-38
roman.dushkin@gmail.com

ЧТО ТАКОЕ «КВАНТ»?

Квант — это неделимая порция некоторой величины в физике.
Лежит в основе квантовой механики.



КВАНТОВАЯ СУПЕРПОЗИЦИЯ

Линейная комбинация взаимноисключающих состояний квантовой системы, в которых она как бы находится одновременно.



КОШКА ШРЁДИНГЕРА



SCHRÖDINGER'S CAT IS
A | L | I | V | I | E

Кошка Шрёдингера
одновременно и
жива, и мертва.

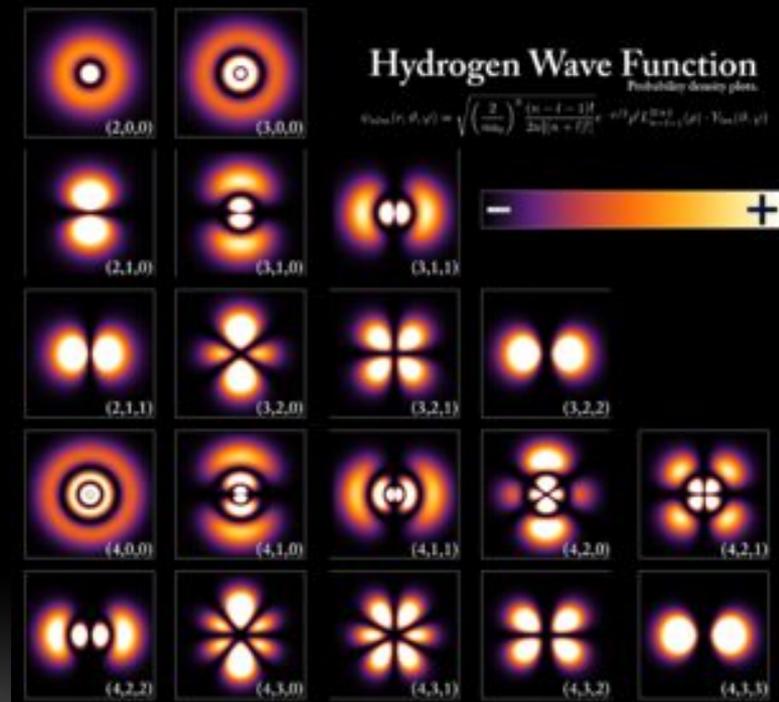
УРАВНЕНИЕ ШРЁДИНГЕРА

Уравнение описывает изменение волновой функции квантовой системы во времени.

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \Psi = H\Psi$$

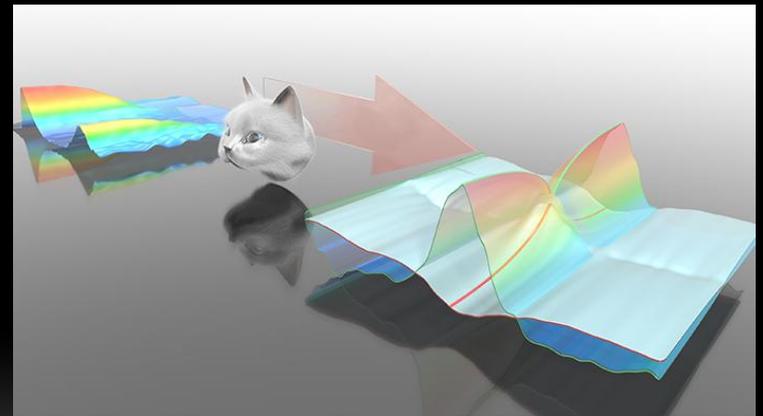
ВОЛНОВАЯ ФУНКЦИЯ

Волновая функция описывает состояние квантовой системы в каждый момент времени.



ВОЛНОВАЯ ФУНКЦИЯ

Вероятность обнаружить квантовую систему в заданном состоянии равно квадрату модуля волновой функции для этого состояния.



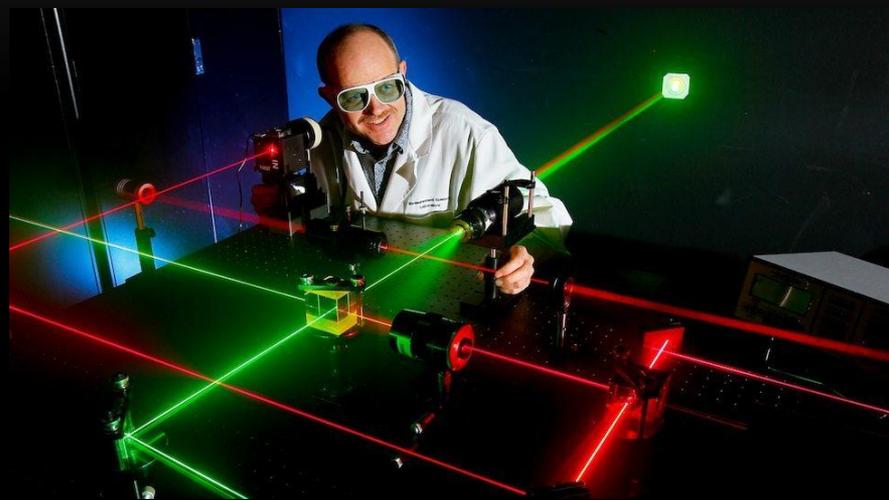
ИЗМЕРЕНИЕ

Измерение — это квантовая операция, которая «схлопывает» волновую функцию в то состояния, которое было измерено.



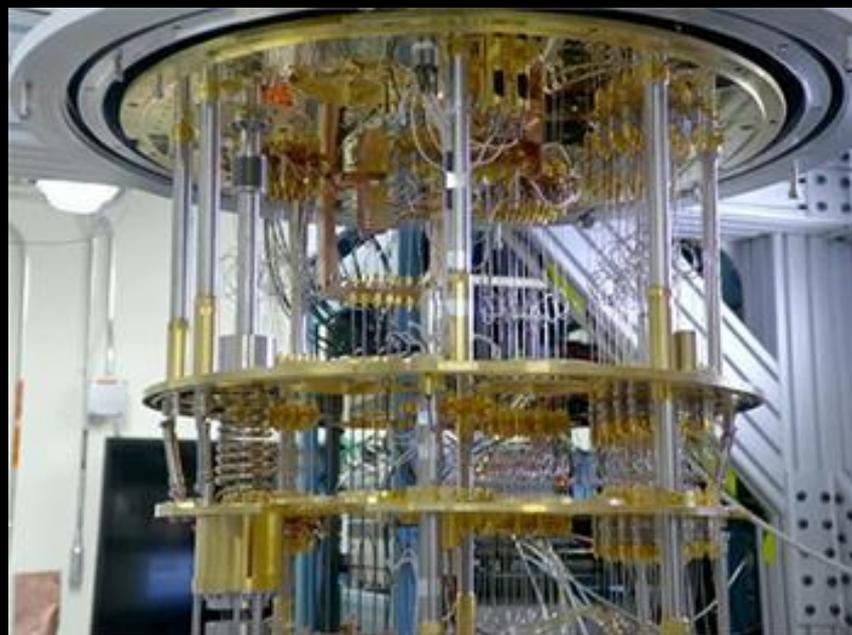
ПЕРВАЯ КВАНТОВАЯ РЕВОЛЮЦИЯ

- Лазер
- Компакт-диски
- Флеш-память
- Магнито-резонансный томограф
- Большой адронный коллайдер



ВТОРАЯ КВАНТОВАЯ РЕВОЛЮЦИЯ

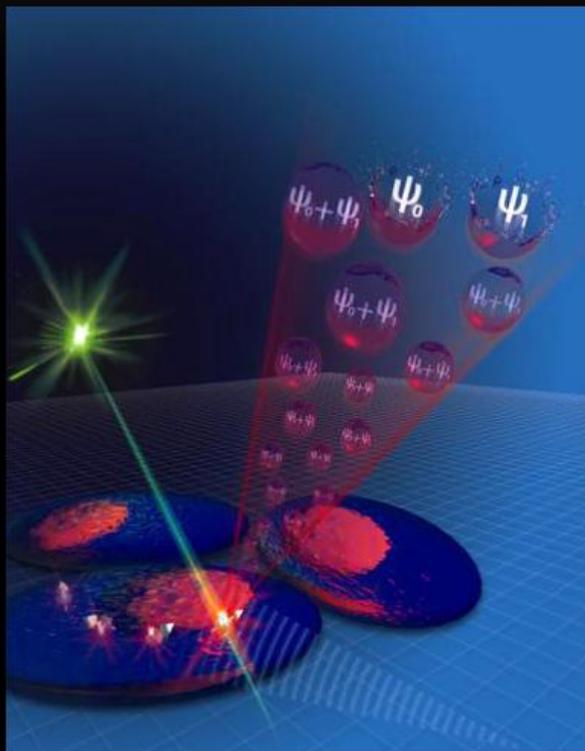
Мы стоим на её пороге



КВАНТОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Квантовая сенсорика
 - Квантовая передача информации
 - Квантовый компьютер
 - Квантовые вычисления
-

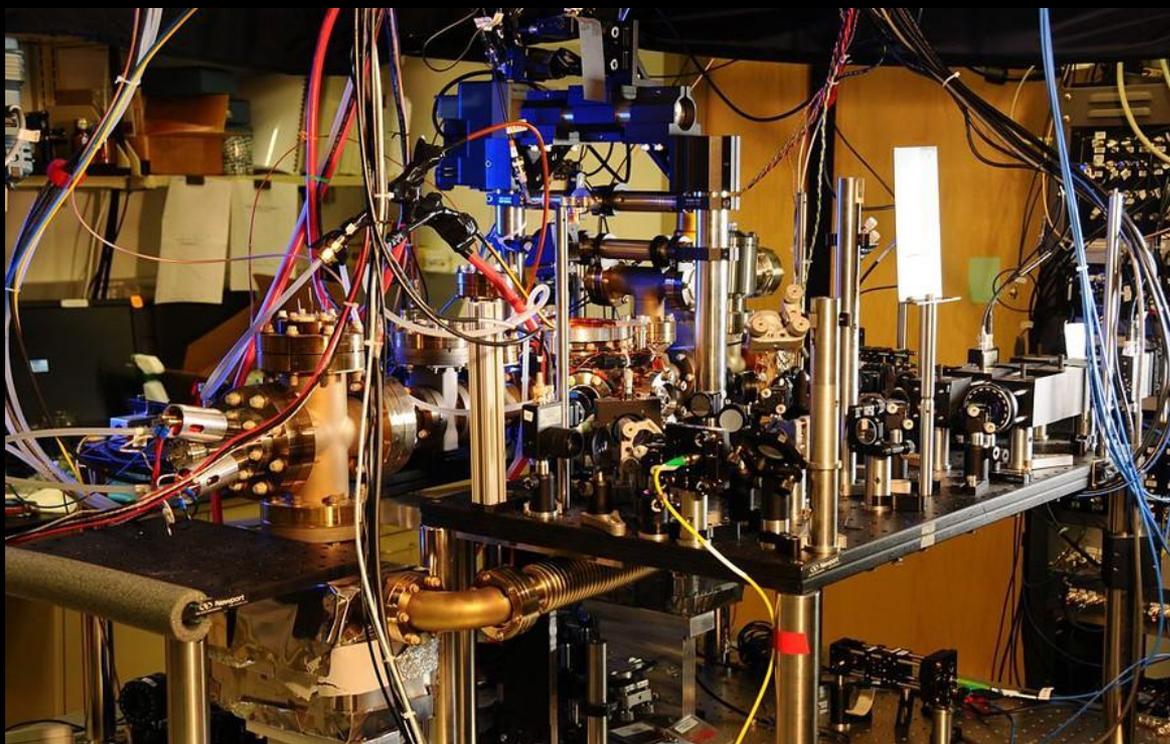
КВАНТОВАЯ СЕНСОРИКА



Позволит существенно
повысить точность
и разрешение измерений,
а также сделать многие
измерения
неинвазивными.

КВАНТОВАЯ СЕНСОРИКА

Пример...



Атомные часы
— устройство
высокой
точности

КВАНТОВАЯ СЕНСОРИКА

Сравнение с текущими технологиями...



Измерения как
инвазивны, так и нет с
установленной точностью



Неинвазивные измерения
высокого разрешения во
времени и пространстве



Текущие

Квантовые

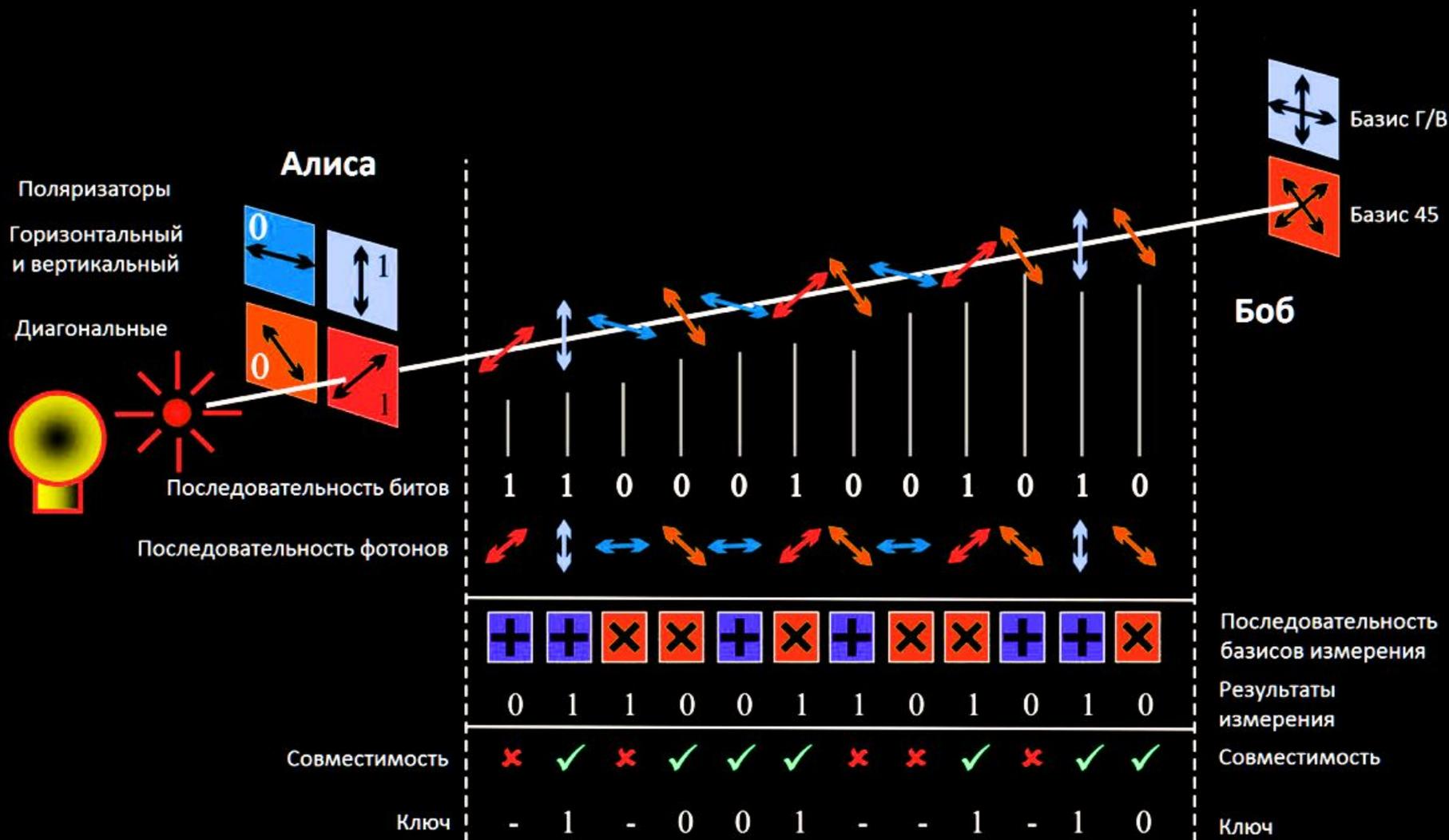
КВАНТОВАЯ ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ

Уже существуют *квантовые каналы связи*, при использовании которых сама квантовая природа реальности защищает обмен ключами от атак.



КВАНТОВАЯ ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ

Схема квантового протокола BB84



КВАНТОВАЯ ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ

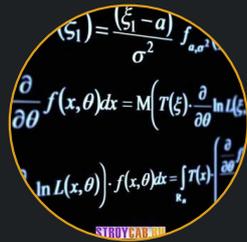
Пример...



В Китае
осуществлена
передача данных
со спутника по
квантовому
каналу.

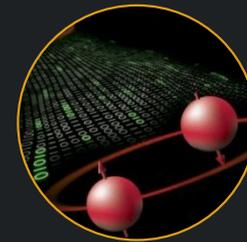
КВАНТОВАЯ ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ

Сравнение с текущими технологиями...



Mathematical formulas including the normal distribution formula $(\xi_1) = \frac{(\xi_1 - a)}{\sigma^2} f_{a,\sigma^2}$, the partial derivative $\frac{\partial}{\partial \theta} f(x, \theta) dx = M \left(\tau(\xi) \cdot \frac{\partial}{\partial \theta} \ln L(\xi) \right)$, and the integral $\int \ln L(x, \theta) \cdot f(x, \theta) dx = \int \tau(x) \left(\frac{\partial}{\partial \theta} \right)$.

Гипотеза о практической
невозможности решить
некоторые задачи



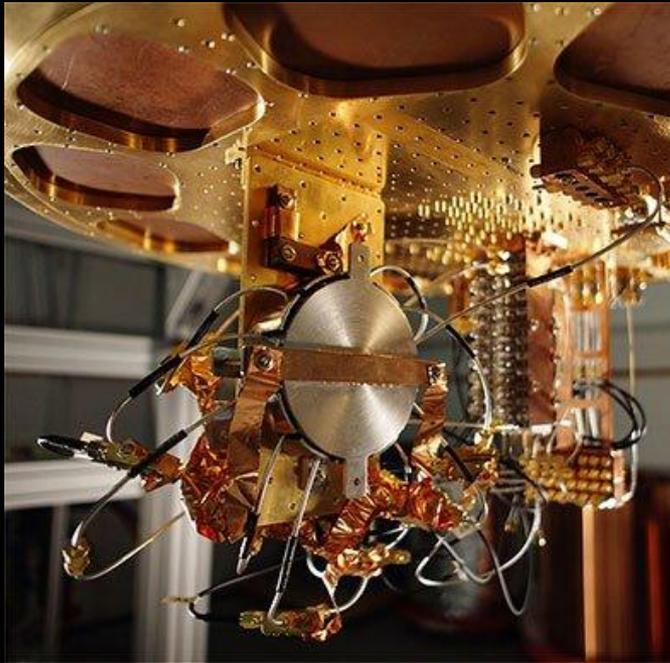
Фундаментальные
физические свойства
реальности



Текущие

Квантовые

КВАНТОВЫЙ КОМПЬЮТЕР



Универсальный квантовый компьютер позволит как моделировать произвольную квантовую систему, так и выполнять квантовые алгоритмы.

КВАНТОВЫЙ КОМПЬЮТЕР

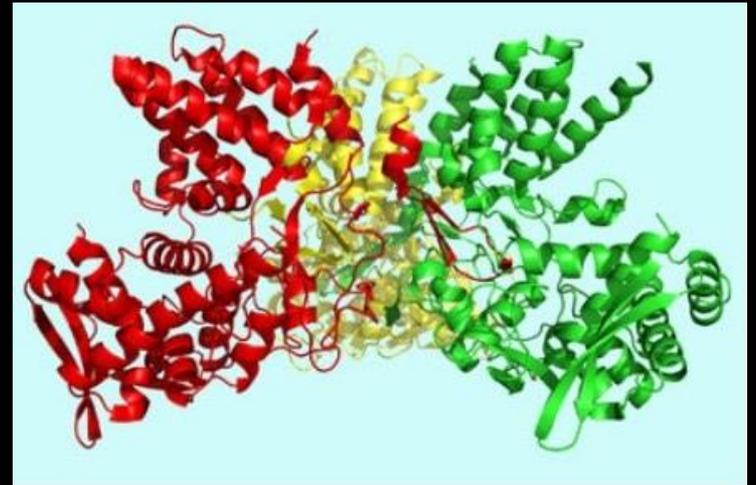
Уже сегодня есть прототипы, содержащие примерно 50 кубитов (IBM).

Но пока
неизвестно,
сцепленные
они или нет.



КВАНТОВЫЙ КОМПЬЮТЕР

На ловушках Паули можно построить матрицу из квантовых объектов для моделирования квантовых систем произвольной сложности.



Белок

КВАНТОВЫЙ КОМПЬЮТЕР

Облачный доступ:

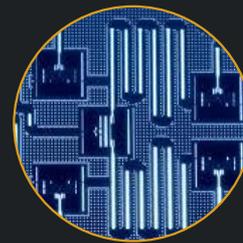
- Rigetti 19 <https://goo.gl/7y5g1E>
- IBM 20 <https://goo.gl/p7WK8H>
- NTT 20 <https://goo.gl/Uuvb5T>
- Microsoft 40 <https://goo.gl/o5kqkf>

КВАНТОВЫЙ КОМПЬЮТЕР

Сравнение с текущими технологиями...



Архитектура фон
Неймана, цифровой
компьютер, работа при
обычных температурах



Аналоговый компьютер,
параллельная работа
кубитов, сверхнизкие
температуры

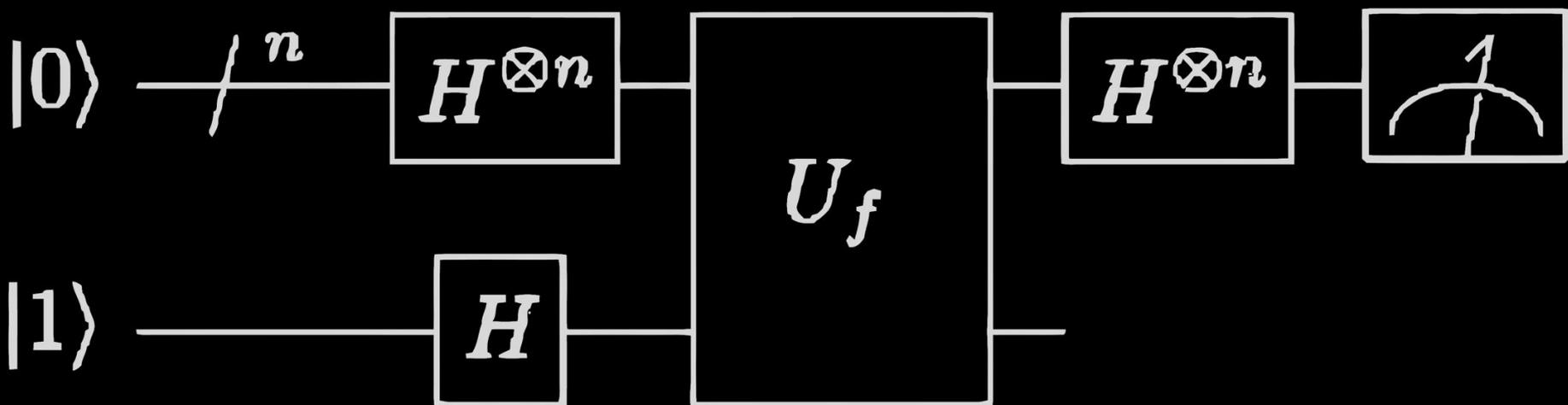


Текущие

Квантовые

КВАНТОВЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

Позволяют решать некоторые задачи более эффективно по сравнению с «традиционной» вычислительной моделью.

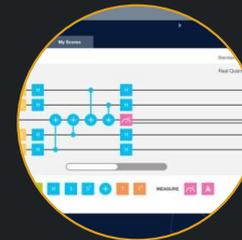


КВАНТОВЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

Сравнение с текущими технологиями...



Обычно
последовательные
вычисления



Значение функции
вычисляется
одновременно на всей
области определения



Текущие

Квантовые

КВАНТОВОЕ ПРЕВОСХОДСТВО

- Алгоритм Гровера позволяет найти необходимую запись в базе данных объёма N за $O(\sqrt{N})$ обращений к ней.



КУДА ДВИГАТЬСЯ ДАЛЬШЕ

1. Книга «Квантовые вычисления и функциональное программирование»
2. Курс «Квантовые технологии» в Телешколе



БЛАГОДАРЮ



Душкин Р. В.
Телешкола teleschool.me
+7 (909) 695-41-38
roman.dushkin@gmail.com