Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

Сибирский Государственный Университет Телекоммуникаций и Информатики

**Кафедра информатики**

# Реферат

По дисциплине: информатика

на тему:

**Квантовый компьютер**

**Выполнил**: студент 1 курса ИВТ

ИП-711

Щерба А.С.

**Проверил**:

Новосибирск, 2017 г

**Структура**

[Введение 1](#_Toc497258294)

1. [Что такое квантовый комьютер 3](#_Toc497258296)

[2. Реализация и принцип работы квантовго компьютера 5](#_Toc497258297)

[3. Место квантовых компьютеров в нашем мире 8](#_Toc497258298)

[Заключение 10](#_Toc497258299)

[Список литературы. 11](#_Toc497258300)

# Введение

В промежуток от второй половины 20 века до начала 21 века человечество совершило резкий рывок в информационных технологиях. Это в первую очередь, благодаря компьютерам, позволило людям решать классические задачи с очень высокой скоростью, решать задачи, что были не под силу человеческому мозгу, автоматизировать многие вещи и т.п. Но есть ли будущее у нынешних компьютеров, есть ли потенциал для их развития?

**Целью** этой работы является анализ пользы и актуальности квантовых компьютеров, исследование принципа работы и технологии.

Отсюда, ставим **задачи** на эту работу**:**

* Что такое квантовый компьютер;
* Принцип работы квантового компьютера;
* Место квантовых компьютеров в нашем мире

**Актуальность:** чем быстрее развиваются технологии, тем больше препятствий, в виде все более сложных задач, встает перед человечеством. И как бы не были быстры нынешние компьютеры, даже у них есть предел. На замену обычным компьютерам должны прийти более мощные и быстрые, что позволят решать ряд более сложных задач с большей производительностью.

1. **Что такое квантовый компьютер**

Квантовый компьютер — вычислительное устройство, которое использует явления квантовой суперпозиции и квантовой запутанности для передачи и обработки данных. Хотя появление транзисторов, классических компьютеров и множества других электронных устройств связано с развитием квантовой механики и физики конденсированного состояния, информация между элементами таких систем передаётся в виде классических величин обычного электрического напряжения.

Полноценный универсальный квантовый компьютер является пока гипотетическим устройством, сама возможность построения которого связана с серьёзным развитием квантовой теории в области многих частиц и сложных экспериментов; разработки в данной области связаны с новейшими открытиями и достижениями современной физики. На настоящий момент были практически реализованы лишь единичные экспериментальные системы, исполняющие фиксированный алгоритм небольшой сложности.

Как и обычным компьютерам, так и квантовым нужен свой язык программирования. Один из таких языков - Quipper, он пришел на замену QCL (языку программирования, основанного на С).

* Честь создания первого квантового языка программирования высокого уровня Quipper принадлежит Петеру Зелингеру (Peter Selinger) и его команде из университета Дэлхоузи в Галифаксе, Канада. Язык Quipper разработан для того, чтобы программисты имели возможность выразить общие понятия, действия и концепции, не вникая в низкоуровневые инструкции и операции. Это позволит без особых затруднений создавать библиотеки квантовых программ, объединять различные алгоритмы в единое целое модульным способом. Самым ближайшим аналогом языка Quipper, работающим на обычных компьютерах, является язык программирования Java, который берет на себя выполнение всех низкоуровневых операций.
* Основой языка Quipper является классический язык программирования Haskell, который как нельзя лучше подходит для создания алгоритмов математических моделей и расчетов из области прикладной и теоретической физики. Те изменения, которым команда Зелингер подвергла оригинальный язык программирования, должны оптимизировать набор получаемых конечных низкоуровневых инструкций для обработки их квантовыми битами.

1. **Принцип работы квантового компьютера**

Принцип работы квантового компьютера строится на 2 принципах: квантовая суперпозиция и квантовая запутанность.

Принцип квантовой суперпозиции можно объяснить двух щелевым экспериментом. Этот эксперимент имеет настолько большое значение для понимания квантовой механики, что известный физик Ричард Фейнман в своих не менее известных «Фейнмановских лекциях по физике» называет его явлением, «которое невозможно, совершенно, абсолютно невозможно объяснить классическим образом. В этом явлении таится самая суть квантовой механики».

Суть опыта относительно проста. Пусть имеется источник частиц — это могут быть частицы света фотоны, электроны, атомы, а недавно опыт был проведён и для молекул, — и этот источник освещает непрозрачную для частиц пластинку. В пластинке проделаны две тонкие щели, а сзади неё поставлен экран, на котором прилетевшие частицы оставляют следы. Если мы закроем одну из щелей, то увидим на экране более или менее тонкую полосу напротив второй щели. Если мы закроем вторую щель и откроем первую, результат будет тот же, но полоса появится напротив первой щели. Вопрос в том, что будет, если открыть обе щели одновременно?

Обыденная интуиция подсказывает, что в этом случае на экране мы увидим просто две полосы. Или, если щели расположены достаточно близко друг к другу, одна более толстая полоска, получившаяся просто наложением полос от каждой из щелей. Однако Томас Юнг, который первым осуществил этот эксперимент ещё в начале XIX века, с удивлением наблюдал совсем другую картину. На экране явственно виднелось множество полосок, толщина которых была меньше толщины полос, получавшихся изначально. Сейчас мы называем это интерференционной картиной, а сам эффект — интерференцией на двух щелях.

* Ква́нтовая запу́танность — квантовомеханическое явление, при котором квантовые состояния двух или большего числа объектов оказываются взаимозависимыми (например, можно получить пару фотонов, находящихся в запутанном состоянии, и тогда если при измерении спина первой частицы спиральность оказывается положительной, то спиральность второй всегда оказывается отрицательной, и наоборот). Такая взаимозависимость сохраняется, даже если эти объекты разнесены в пространстве за пределы любых известных взаимодействий. Измерение параметра одной частицы приводит к мгновенному (выше скорости света) прекращению запутанного состояния другой, что находится в логическом противоречии с принципом локальности (при этом теория относительности не нарушается и информация не передаётся).

Как и обычному компьютеру, квантовому нужна единица, которая несет в себе какое-либо значение, информацию. Эта единица называется Кубит (q-bit). Как и бит, кубит допускает два собственных состояния, обозначаемых |0) & |1) Однако в отличие может находится в их суперпозиции, а то есть А\*|0)+B\*|1) , где А и В – комплексные числа и удовлетворяют условию |А|^2+|B|^2=1.

Кубиты могут быть cвязаны друг с другом, то есть на них может быть наложена ненаблюдаемая связь, выражающаяся в том, что при всяком изменении над одним из нескольких кубитов остальные меняются согласованно с ним. Иными словами, совокупность запутанных между собой кубитов может интерпретироваться как заполненный квантовый регистр. Как и отдельный кубит, квантовый регистр гораздо сложнее классического регистра битов. Он может не только находиться во всевозможных комбинациях составляющих его битов, но и реализовывать тонкие зависимости между ними.

* Реализовать полноценный квантовый компьютер достаточно сложно в наше время. Построение квантового компьютера в виде реального физического прибора является фундаментальной задачей физики XXI века. По состоянию на начало 2010-х годов построены только ограниченные его варианты (самые большие сконструированные квантовые регистры имеют немногим более десятка связанных кубит). Вопрос о том, до какой степени возможно масштабирование такого устройства (так называемая «Проблема масштабирования»), является предметом новой интенсивно развивающейся области — многочастичной квантовой механики. Центральным здесь является вопрос о природе декогерентности (точнее, о коллапсе волновой функции), который пока остаётся открытым. Различные трактовки этого процесса можно найти в книгах.
* Главные технологии для квантового компьютера:
* 1. Твердотельные квантовые точки на полупроводниках: в качестве логических кубитов используются либо зарядовые состояния (нахождение или отсутствие электрона в определённой точке) либо направление электронного и/или ядерного спина в данной квантовой точке. Управление через внешние потенциалы или лазерным импульсом.
* 2. Сверхпроводящие элементы («джозефсоновские переходы», СКВИДы и др.). В качестве логических кубитов используются присутствие/отсутствие куперовской пары в определённой пространственной области. Управление: внешний потенциал/магнитный поток.
* 3. Ионы в вакуумных ловушках Пауля (или атомы в оптических ловушках). В качестве логических кубитов используются основное/возбуждённое состояния внешнего электрона в ионе. Управление: классические лазерные импульсы вдоль оси ловушки или направленные на индивидуальные ионы + колебательные моды ионного ансамбля.
* 4.Смешанные технологии: использование заранее приготовленных запутанных состояний фотонов для управления атомными ансамблями или как элементы управления классическими вычислительными сетями.
* **3. Место квантовых компьютеров в нашем мире**
* Канадская компания D-Wave Systems с 2007 года заявляла о создании различных вариантов квантового компьютера: 16 кубит — Orion, 28 кубит в ноябре 2007, D-Wave One с 128-кубитным чипом в мае 2011, процессор Vesuvius на 512 кубитов в конце 2012 года, более 1000 кубит в июне 2015. Компания получала инвестиции из множества источников, например 17 млн долларов США в январе 2008 года, также проводились распределённые вычисления AQUA@home(Adiabatic QUantum Algorithms) для тестирования алгоритмов оптимизации для адиабатических сверхпроводящих квантовых компьютеров D-Wave.
* Компьютеры D-Wave работают на принципе квантовой релаксации (квантовый отжиг), могут решать крайне ограниченный подкласс задач оптимизации, и не подходят для реализации традиционных квантовых алгоритмов и квантовых вентилей (Quantum Annealing).
* D-Wave демонстрировала решение на своих компьютерах некоторых задач, например, распознавания образов (8 декабря 2009 года на конференции NIPS при участии Hartmut Neven, исследования трехмерной формы белка по известной последовательности аминокислот (август 2012).
* Рабочая температура сверхпроводниковых чипов в аппаратах D-Wave составляет около 20 мкК, имеется тщательное экранирование от внешних электрических и магнитных полей.
* В то же время, квантовые компьютеры D-Wave Systems подвергаются критике со стороны некоторых исследователей. Так, доцент (associate professor) Массачусетского Технологического Института Скотт Ааронсон считает, что D-Wave пока не смогла доказать ни того, что её компьютер решает какие-либо задачи быстрее, чем обычный компьютер, ни того, что используемые 128 кубитов удается ввести в состоянии квантовой запутанности. Если же кубиты не находятся в запутанном состоянии, то это не квантовый компьютер.
* В мае 2013 года профессор Amherst College из канадской провинции Новая Шотландия Катерина Мак-Гью (Catherine McGeoch) объявила о своих результатах сравнения компьютера D-Wave One на процессоре Vesuvius с традиционным компьютером с микропроцессором Intel. В первом тесте одну из задач класса QUBO, хорошо подходящую для структуры процессора, компьютер D-Wave One выполнил за 0,5 секунды, в то время как компьютеру с процессором Intel потребовалось 30 мин (выигрыш по скорости 3600 раз). Во втором тесте требовалась специальная программа для «перевода» задачи на язык компьютера D-Wave и скорость вычислений двух компьютеров была примерно равной. В третьем тесте, в котором также требовалась программа «перевода», компьютер D-Wave One за 30 минут нашёл решение 28 из 33 заданных задач, в то время как компьютер на процессоре Intel нашёл решение только для 9 задач

# Заключение

На данный момент наука не стоит на месте. Несмотря на то, что компьютеры и без того развились с достаточно быстрой скоростью, их развитие не останавливается. Но потенциал для развития обычных компьютеров становиться все меньше и меньше. У процессоров почти достигнуто максимальное значение частоты и ядер, и с этим надо что-то делать. Медленно мы приближаемся к потолку скорости решения задач, а их все больше, и они все сложнее. Именно поэтому имеет место исследование квантовой физики и последующее создание компьютеров на основе ее принципов. Квантовые компьютеры должны прийти на замену нынешним, должны быть еще более полезными. Возможно, рано или поздно квантовые компьютеры придется также заменять более быстрыми, но на данный момент они практически являются самими производительными, однако для узкого спектра задач. Прогресс не стоит на месте и через несколько или несколько десятков лет, мы должны будем увидеть полноценный квантовый компьютер.

# 

# Список литературы

1. Немного о квантовых компьютерах и о том, изменят ли они нашу жизнь [электронный ресурс]//Geektimes. – URL: https://geektimes.ru/company/ua-hosting/blog/247424/ (дата обращения: 20.11.2017)
2. Квантовые компьютеры [электронный ресурс]//Наука и жизнь. – URL: https://www.nkj.ru/archive/articles/5309/ (дата обращения: 20.12.2017)
3. Квантовый компьютер: большая игра на повышение. Лекция в Яндексе [электронный ресурс]//Habrahabr. – URL: https://habrahabr.ru/company/yandex/blog/332106/ (дата обращения: 20.12.2017)