

ПОСЛЕДНИЕ ДОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ КВАНТОВЫХ КОМПЬЮТЕРОВ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Гапеев А.А., Михальцов И.А., Сапожников А.Н.

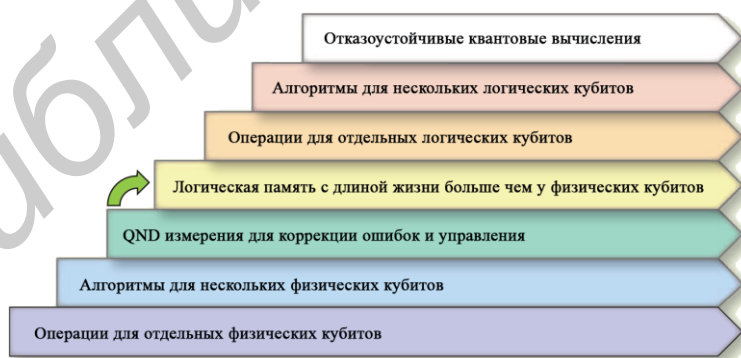
Аксенов В.В. – канд. физ.-мат. наук, доцент

В мире, перегруженном возрастающими объемами данных, нахождение новых путей хранения и обработки информации стало необходимостью. Благодаря прогрессивной миниатюризации базового компонента кремниевой электроники, транзистора, традиционные кремниевые устройства достигли пика своего развития, но они ограничены и поэтому не могут постоянно оставаться трендом.

В традиционных устройствах информация представлена в двоичной форме: элементарные компоненты этих устройств, так называемые биты, имеют два состояния, каждое из которых закодировано нулем или единицей. Чтобы выйти за пределы бинарной системы, мы можем обратиться к квантовой механике. Квантовомеханический объект с двумя уровнями энергии может занимать не только эти два состояния, но так же и состоять их суперпозиции. Очень похоже на электрон в опыте Юнга, который может пройти через обе щели одновременно. Это приводит к бесконечному числу квантовых состояний для единственного квантового бита (кубита). Вместе с другим странным свойством квантовой механики - квантовомеханической запутанностью - это предоставляет нам возможность разработать более мощные информационные платформы, чем на базе кремниевых компонентов.

Квантовая обработка информации (КОИ) берет за основу кубиты. КОИ имеет много применений начиная с квантовой симуляции, заканчивая криптографией и квантовыми вычислениями, которые, как предполагается способны решить задачи большей сложности, чем традиционные компьютеры. Чтобы быть применимым для КОИ, кубит должен быть как одновременно изолирован от своего окружения, так и быть тщательно контролируемым, что, собственно, накладывает жесткие требования на его физическую реализацию. Но это только первый шаг; чтобы построить квантовый компьютер нам также понадобится масштабируемая архитектура и корректировка ошибок, которую следовало бы выполнять параллельно с вычислениями. Также необходимы эффективные квантовые алгоритмы для решения имеющихся проблем.

Упрощенная схема вычисления на квантовом компьютере выглядит так: берется система кубитов, на которой записано начальное состояние. Затем состояние системы и её подсистем изменяется посредством отдельных независимых преобразований, выполняющих те или иные логические операции. В конце измеряются полученные значения, и это и есть результат работы КК. Роль дорожек классического компьютера играют кубиты, а роль логических блоков классического компьютера играют квантовые преобразования. Такая концепция квантового процессора и квантовых логических "вентилей" была предложена в 1989 году Дэвидом Дойчем. Также Дэвид Дойч в 1995 году придумал универсальный логический блок, с помощью которого можно выполнять любые квантовые вычисления. Таким образом, были разработаны модели формирования и обработки сигнала скремблированного случайной последовательностью. Рассматриваемая система за счет расширения спектра обеспечивает защиту от сосредоточенных помех, позволяет скрыть сигнал под шумами, превосходящими его на четверть по мощности, а также упростить схему обработки – все это выгодно выделяет ее на фоне других систем.



Проведем обзор самых многообещающих достижений по мнению ведущих ученых в этой области:

- В ноябре 2009 года физикам из Национального института стандартов и технологий в США впервые удалось собрать программируемый квантовый компьютер, состоящий из двух кубитов.

- В феврале 2012 года компания IBM сообщила о достижении значительного прогресса в физической реализации квантовых вычислений с использованием сверхпроводящих кубитов которые, по мнению компании, позволят начать работы по созданию квантового компьютера.
- В апреле 2012 года группе исследователей из Южно-Калифорнийского университета, Технологического университета Дельфта, университета штата Айова, и Калифорнийского университета, Санта-Барбара, удалось построить двухкубитный квантовый компьютер на кристалле алмаза с примесями. Компьютер функционирует при комнатной температуре и теоретически является масштабируемым. В качестве двух логических кубитов использовались направления спина электрона и ядра азота соответственно. Для обеспечения защиты от влияния декогерентности была разработана целая система, которая формировала импульс микроволнового излучения определенной длительности и формы. При помощи этого компьютера реализован алгоритм Гровера для четырёх вариантов перебора, что позволило получить правильный ответ с первой попытки в 95 % случаев.
- 23 августа 2012 года было объявлено об успешном решении задачи о нахождении трехмерной формы белка по известной последовательности аминокислот в его составе с использованием 115 кубитов квантового компьютера D-Wave One из 128 имеющихся методом квантового отжига.

Что касается нашей страны, исследованием одиночных квантовых объектов плотно занимается лаборатория квантовой оптики Института физики имени Б. И. Степанова Академии наук Беларуси. Белорусские ученые активно участвуют в создании первого белорусского квантового компьютера. В лаборатории уже проводились исследования одиночных центров окраски в алмазе — «оказалось», они идеально подходят на роль «кирпичиков» для постройки такого компьютера.

Будущее квантовой обработки информации, несмотря на еще нерешенные задачи, выглядит крайне перспективно.

Список использованных источников:

1. А. Чилдс, Д. Госсет. Universal Computation by Multiparticle Quantum Walk // Science - 2013 г. - 339 т. - 791 с.
2. Е. Стайик. The Future of Quantum Information Processing // Science – 2013 г. – 339 т. – 1163 с.
3. С. Монро, Дж. Ким. Scaling the Ion Trap Quantum Processor // Science – 2013 г. – 339 т. – 1164 с.
4. С. Барц, Е. Кашефи. Demonstration of Blind Quantum Computing // Science – 2012 г. – 335 т. – 303 с.
5. Р. Фейнман. Simulating Physics with Computers // International Journal of Theoretical Physics – 1982 г. – 21 т. – 467 с.