
УДК 621.396.6-973

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КВАНТОВОГО КОМПЬЮТЕРА

Дмитрий Олегович Москалев ⁽¹⁾, Михаил Александрович Пронин ⁽¹⁾

Магистр 1 года ⁽¹⁾

кафедра «Электронные технологии в машиностроении»

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: Ю.В. Панфилов

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Электронные технологии в машиностроении»

Введение

Первая мощная вычислительная цифровая машина была основана на радиолампах и называлась ENIAC. Это устройство весило 27 тонн и состояло из 17 тысяч радиоламп, которые время от времени перегорали и после полной остановки компьютера требовали замены [1]. Революционный переворот в радиотехнике произошел, когда на смену устаревшим лампам пришли полупроводниковые усилительные приборы – транзисторы. Однако в будущем размеры транзисторов достигнут конечного размера. Данный факт говорит о том, что необходим поиск новых путей развития вычислительной техники. Перспективным решением является создание квантового компьютера. Целью данной работы является рассмотрение основных причин и путей развития квантового компьютера.

Основная часть

Носителем информации в квантовом компьютере является квантовый бит (кубит). Его состояние описывается законами квантовой механики. Основным отличием от классического бита, который может принимать состояние либо 0, либо 1, является то, что квантовый бит может находиться в обоих состояниях одновременно, то есть в состоянии суперпозиции [2]. Суперпозиция – это наложение состояний 0 и 1, которые в классическом понимании существуют по отдельности, а в квантовом мире – одновременно. С увеличением числа кубитов информационное пространство возрастает в 2^n раз, где n – число кубитов [3]. Это может свидетельствовать о колоссальном приросте в скорости обработки информации, однако для использования процессора, построенного на нескольких кубитах, необходимо создание специальных квантовых алгоритмов. Перспективность данной идеи оказалась очень привлекательной для многих приложений, в частности для кодирования информации, вследствие чего возник большой интерес к созданию квантового компьютера.

Законы квантовой механики работают универсальным образом и описывают физику совершенно разных систем. Кубиты можно создать на основе фотонов [4], квантовых точек [5], одним из интересных направлений является использование дефектов кристалла: вакансий в алмазе, дефектов в карбиде кремния [6]. Основная проблема – время жизни кубита. Это связано с тем, что он взаимодействует с внешней средой и находится под воздействием внешних полей, и состояние, в котором он находился в момент начала вычисления, забывается. Этот процесс называется процессом декогерентности [2]. Однако в этой области однозначно определился лидер – это кубит на сверхпроводниках.

“Транзистором” для сверхпроводников является джозефсоновский переход, в основе функционирования которого лежит эффект Джозефсона [7]. Данный элемент представляет собой трехслойную структуру, состоящую из двух слоев сверхпроводника, разделенных тонким слоем диэлектрика. Кубит на сверхпроводниках

– это сверхпроводящее тонкопленочное кольцо, включающее в себя два или три джозефсоновских перехода. С точки зрения квантовой механики этот кубит представляет собой рукотворное творение атома. У него существуют два состояния, которые одновременно сосуществуют в этой системе [2].

С начала 21 века ведутся активные научно-исследовательские и инженерные работы по созданию процессора, построенного на сверхпроводящих кубитах. Перешедшему в 2014 году в компанию Google Джону Мартинису со своей командой удалось создать процессор из 9 связанных кубитов. В настоящий момент перед ними стоит серьезная задача по созданию чипа, построенного на 49 связанных кубитах, производительность которого будет превосходить все существующие на данный момент суперкомпьютеры [8].

Заключение

Идея создания квантового компьютера зародилась в конце прошлого века. Ученые посвятили большое количество времени исследованиям квантовых эффектов, на базе которых возможно построение данного устройства. На сегодняшний день технических проблем создания квантового компьютера осталось много, но принципиальных почти не осталось. Это означает лишь одно: еще несколько лет назад считающееся мифом вычислительное устройство, использующее явления квантовой суперпозиции и квантовой запутанности для передачи и обработки данных, в ближайшее время может стать реальностью.

Литература

1. *Rojas R., Hashagen U.* The first computers: History and architectures. – MIT press, 2002.
2. *Clarke J., Wilhelm F. K.* Superconducting quantum bits // *Nature*. – 2008. – Т. 453. – №. 7198. – С. 1031-1042.
3. *Dür W., Heusler S.* What we can learn about quantum physics from a single qubit // *arXiv preprint arXiv:1312.1463*. – 2013.
4. *Kiesel N. et al.* Experimental analysis of a four-qubit photon cluster state // *Physical Review Letters*. – 2005. – Т. 95. – №. 21. – С. 210502.
5. *Loss D., DiVincenzo D. P.* Quantum computation with quantum dots // *Physical Review A*. – 1998. – Т. 57. – №. 1. – С. 120.
6. *Koehl W. F. et al.* Room temperature coherent control of defect spin qubits in silicon carbide // *Nature*. – 2011. – Т. 479. – №. 7371. – С. 84-87.
7. Эффект Джозефсона. Учебно-методическое пособие / Сост. Я.В. Фоминов, Н. М. Щелкачев // М.: МФТИ. – 2010.
8. *Courtland R.* Google aims for quantum computing supremacy [News] // *IEEE Spectrum*. – 2017. – Т. 54. – №. 6. – С. 9-10.