

## Как ученые решили проблему потери кубитов в квантовых компьютерах

Дата публикации: 04.03.2025

Квантовые компьютеры представляют собой технологию будущего, способную решать задачи, недоступные традиционным вычислительным системам. Однако одной из главных проблем, препятствующих их развитию, является нестабильность кубитов. Атомы, которые служат носителями квантовой информации, могут исчезать без предупреждения, нарушая вычисления и делая результаты ненадежными. Теперь ученые из Sandia National Laboratories и Университета Нью-Мексико предложили метод обнаружения этих утечек без разрушения квантового состояния, что может стать ключевым шагом в развитии устойчивых квантовых систем.

Кубиты в квантовых компьютерах существуют в суперпозиции состояний, что делает их невероятно мощными вычислительными единицами. Однако именно эта особенность делает их хрупкими. Нейтральные атомные кубиты удерживаются в квантовых системах при температуре, близкой к абсолютному нулю, что предотвращает их спонтанное движение. Даже малейшее колебание температуры или случайное взаимодействие может привести к утечке атома, а значит, к потере информации и ошибкам в вычислениях. Это серьезная проблема, особенно при масштабировании квантовых систем, где миллионы кубитов должны работать синхронно.

Традиционные методы обнаружения ошибок в квантовых системах не позволяют отслеживать исчезновение атомов без разрушения их квантового состояния. Однако исследователи разработали новый метод, который можно сравнить с весами, определяющими наличие объекта в коробке, но не раскрывающими его внутреннее состояние. Этот метод позволяет обнаруживать исчезновение атомов с точностью 93,4%, что делает его одним из самых эффективных решений для устранения ошибок утечки.

Современные квантовые компьютеры работают с различными типами кубитов, включая ионные ловушки и сверхпроводящие цепи. Однако нейтральные атомные кубиты имеют ряд преимуществ, таких как более длительное время когерентности и возможность взаимодействия на больших масштабах. Именно поэтому разработка методов контроля их стабильности является приоритетом для ученых. Новый метод позволяет отслеживать кубиты в реальном времени, не разрушая их состояние, что делает возможным создание более надежных квантовых алгоритмов.

Основная проблема квантовых вычислений заключается не только в потере отдельных кубитов, но и в масштабировании систем. Малые квантовые процессоры могут функционировать даже при наличии определенного уровня ошибок, но в будущем, когда системы достигнут миллионов кубитов, потери атомов станут критически важной проблемой. Если эту проблему не решить, квантовые компьютеры не смогут эффективно работать на больших масштабах. Новый метод предоставляет возможность коррекции таких ошибок на аппаратном уровне, позволяя разработчикам учитывать утечку атомов и компенсировать ее в реальном времени.

Технология, предложенная исследователями, основана на наблюдении за взаимодействием соседних атомов. При этом используется специальный алгоритм, который позволяет определить, остался ли атом на своем месте, не влияя на его квантовое состояние. Этот метод можно интегрировать в существующие квантовые системы без необходимости радикальных изменений в их архитектуре, что делает его универсальным решением для будущих квантовых платформ.

Развитие квантовых технологий требует решений, которые позволят справляться с ошибками и нестабильностью. Исторически, аналогичные проблемы существовали и в классических компьютерах: на заре вычислительной техники инженеры сталкивались с высокими уровнями шумов и ошибок, однако с развитием технологий они были сведены к минимуму. Квантовые вычисления сейчас находятся на том же этапе, и методы, подобные предложенному в этом исследовании, могут стать важным шагом на пути к масштабируемым и надежным квантовым системам.

Будущие исследования в этой области сосредоточатся на интеграции технологии обнаружения утечек в практические квантовые алгоритмы. Разработка механизмов автоматической коррекции позволит не только обнаруживать исчезновение атомов, но и динамически заменять их, повышая общую стабильность **квантовых вычислений**. Это открывает перспективы для использования квантовых компьютеров в сложных задачах, таких как моделирование молекулярных взаимодействий, оптимизация логистических процессов и криптографические вычисления.

Открытие метода мониторинга утечек атомов без нарушения их состояния является значительным шагом в развитии квантовых технологий. Оно не только помогает преодолеть одну из ключевых проблем, мешающих масштабированию квантовых компьютеров, но и приближает нас к созданию устойчивых вычислительных систем будущего. Развитие подобных решений является необходимым этапом на пути к построению полноценных квантовых компьютеров, которые смогут раскрыть новые горизонты в фундаментальной

науке, медицине и технологиях.

**Ссылка:** «Контурное преобразование утечки в стирание в квантовом процессоре с нейтральными атомами» DOI: [10.1103/PRXQuantum.5.040343](https://doi.org/10.1103/PRXQuantum.5.040343).