

«Не пугайте кошку»: ученые нашли способ точнее измерять квантовые состояния без разрушения информации

Дата публикации: 04.06.2026

Создание полноценного квантового компьютера остается одной из самых сложных научно-технических задач XXI века. Несмотря на впечатляющие достижения последних лет, исследователи по всему миру продолжают сталкиваться с фундаментальной проблемой: квантовая информация чрезвычайно хрупка. Любая попытка измерить состояние квантовой системы может изменить его или полностью разрушить. Именно поэтому поиск способов получать информацию о квантовых состояниях, не нарушая их, считается одной из ключевых задач современной квантовой физики.

Инженеры из Университета Нового Южного Уэльса в Австралии представили новый подход, который позволяет значительно повысить точность измерений и одновременно уменьшить вмешательство в квантовую систему. Исследование опубликовано в журнале PRX Quantum и уже рассматривается специалистами как важный шаг на пути к созданию практических квантовых компьютеров.

Для объяснения своей идеи ученые использовали знаменитый мысленный эксперимент с котом Шрёдингера — один из самых известных символов квантовой механики. Хотя сам эксперимент был предложен почти сто лет назад, он до сих пор помогает наглядно демонстрировать парадоксальную природу квантовых состояний.

В основе новой работы лежит необычный квантовый объект — ядро атома сурьмы, внедренное в кремниевый квантовый чип. В отличие от обычных кубитов, которые могут находиться в двух состояниях, ядро сурьмы обладает восемью различными квантовыми состояниями. Это создает дополнительные возможности для хранения информации и исправления ошибок, но одновременно значительно усложняет процесс измерений.

Проблема заключается в том, что для исправления ошибок необходимо регулярно проверять состояние системы. Однако сама процедура проверки способна вызвать изменения в квантовом состоянии и привести к потере информации. Это похоже на попытку определить положение очень чувствительного объекта, не касаясь его и не влияя на его поведение.

Современные квантовые компьютеры сталкиваются именно с таким противоречием. С одной стороны, им необходим постоянный контроль для

обнаружения ошибок. С другой стороны, чрезмерное количество измерений разрушает ту самую квантовую информацию, которую необходимо сохранить.

Австралийские исследователи предложили адаптивную стратегию измерений. Вместо многократной проверки всех возможных состояний система прекращает активный поиск сразу после получения первого достоверного сигнала. Затем дальнейшая проверка проводится косвенным способом — через анализ отсутствия сигналов в остальных состояниях. Такой подход позволяет получить дополнительную информацию, не оказывая лишнего воздействия на квантовый объект.

На практике это напоминает ситуацию, когда необходимо определить местоположение объекта среди нескольких вариантов. Вместо того чтобы постоянно проверять все возможные позиции, достаточно получить первое убедительное указание и затем подтверждать его путем исключения остальных вариантов. В результате количество прямых взаимодействий с системой резко уменьшается.

В эксперименте роль измерительного инструмента выполнял электрон, который мог временно присоединяться к атому сурьмы и покидать его в зависимости от квантового состояния ядра. Каждое такое взаимодействие потенциально способно вызвать нежелательные изменения. Новый алгоритм позволил существенно сократить число подобных операций.

Результаты оказались весьма впечатляющими. Вероятность ошибки снизилась более чем в два раза, а общее время измерения сократилось примерно до одной трети по сравнению с традиционными методами. Точность определения состояния достигла 99,61%, что считается чрезвычайно важным показателем для реализации эффективной квантовой коррекции ошибок.

Для квантовых вычислений такие улучшения имеют огромное значение. В отличие от классических компьютеров, где ошибки возникают сравнительно редко и легко исправляются, квантовые системы постоянно подвергаются воздействию внешней среды. Даже слабые электромагнитные помехи, тепловые колебания или случайные взаимодействия с окружающими частицами способны привести к потере квантового состояния.

Именно поэтому коррекция ошибок считается одной из главных технологических преград на пути к созданию крупных квантовых вычислительных систем. Многие эксперты полагают, что коммерчески полезные квантовые компьютеры появятся только после того, как ученые научатся эффективно контролировать ошибки без разрушения квантовой информации.

Особенно важно, что новый метод не привязан к конкретной архитектуре

квантового компьютера. По мнению авторов исследования, адаптивный протокол может применяться в самых разных квантовых платформах: полупроводниковых кубитах, атомных системах, ионных ловушках, фотонных процессорах и других перспективных технологиях.

Универсальность подхода делает его особенно привлекательным для индустрии. Многие существующие квантовые лаборатории уже располагают необходимым оборудованием, поэтому внедрение нового алгоритма не требует кардинальной модернизации экспериментальных установок.

Практическое значение подобных исследований выходит далеко за пределы фундаментальной физики. Масштабируемые квантовые компьютеры могут в будущем использоваться для разработки новых лекарств, моделирования сложных химических реакций, создания сверхэффективных материалов, оптимизации транспортных систем, анализа финансовых рынков и развития искусственного интеллекта. Однако все эти перспективы напрямую зависят от способности надежно контролировать квантовые ошибки.

Новая работа показывает, что иногда прогресс в квантовых технологиях достигается не за счет создания более сложного оборудования, а благодаря более умным стратегиям работы с информацией. Исследователи продемонстрировали, что можно извлекать больше полезных данных из квантовой системы, одновременно оказывая на нее меньшее воздействие. Такой подход приближает момент, когда квантовые компьютеры смогут выйти из лабораторий и стать полноценным инструментом науки, промышленности и высоких технологий.

Ссылка: «Максимизация неразрушающего характера квантового измерения с помощью адаптивного протокола считывания» [DOI: 10.1103/jtn1-wzyl](https://doi.org/10.1103/jtn1-wzyl).