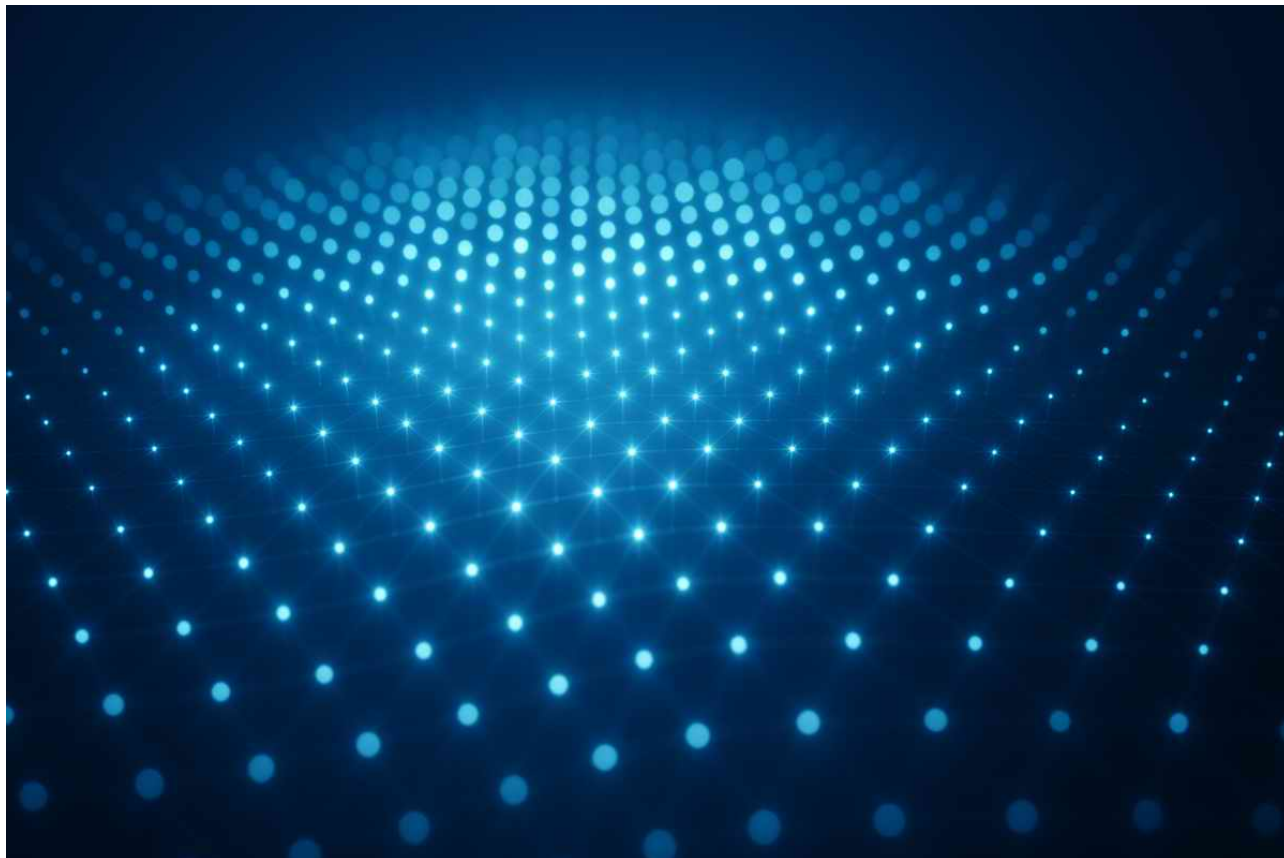


Калифорнийский технологический институт создал крупнейший в мире квантовый массив из 6100 кубитов



Дата публикации: 10.10.2025

Мир квантовых технологий сделал огромный шаг вперёд: физики из Калифорнийского технологического института (Caltech) создали крупнейший в мире квантовый массив, состоящий из 6100 кубитов на основе нейтральных атомов. Это достижение открывает новую эпоху в развитии квантовых вычислений, приближая учёных к созданию машин, способных обрабатывать информацию с невиданной ранее скоростью и точностью.

Квантовые компьютеры работают на принципах, радикально отличных от классических систем. Вместо привычных битов, принимающих значения 0 или 1, в них используются кубиты, которые могут существовать сразу в нескольких состояниях благодаря эффекту суперпозиции. Это свойство позволяет квантовым устройствам выполнять параллельные вычисления, что теоретически делает их гораздо мощнее традиционных компьютеров при решении сложных задач — от моделирования химических реакций до шифрования данных.

Однако ключевая проблема квантовых систем — хрупкость кубитов. Любое взаимодействие с внешней средой может вызвать потерю когерентности, то есть разрушить квантовое состояние, что приводит к ошибкам. Поэтому важнейшая цель современной науки — создание квантовых компьютеров с механизмами коррекции ошибок, где тысячи физических кубитов будут объединяться в устойчивые логические единицы.

Команда под руководством профессора физики Мануэля Эндреса использовала технологию оптических пинцетов — сфокусированных лазерных лучей, способных удерживать отдельные атомы в определённых позициях. В результате учёные сумели «поймать» и расположить 6100 атомов цезия в строгую решётку, используя 12 000 лазерных пучков. Каждый атом стал полноценным кубитом, а вся система разместилась в вакуумной камере размером около одного миллиметра.

Впервые удалось не только создать столь крупный массив, но и сохранить при этом высокое качество управления квантовыми состояниями. Каждый кубит сохранял суперпозицию около 13 секунд — почти в десять раз дольше, чем в предыдущих экспериментах, — а точность операций достигла 99,98%. Это выдающийся результат, доказывающий, что масштабирование не обязательно ухудшает качество.

Создание массивов нейтральных атомов считается одним из самых перспективных направлений в квантовых технологиях. В отличие от сверхпроводящих систем, где кубиты зафиксированы в микросхемах, атомные кубиты можно перемещать, что делает такие компьютеры гибкими и потенциально более эффективными при коррекции ошибок. В новой установке учёные продемонстрировали возможность «переставлять» атомы на сотни микрометров без потери когерентности — сложнейшую задачу, сравнимую с переносом капли воды на большой скорости, не проливая ни одной капли.

Это открытие особенно важно в контексте будущего масштабирования. Для устойчивых квантовых вычислений потребуется не просто тысячи, а миллионы кубитов, способных работать синхронно и без ошибок. Чтобы этого добиться, исследователи должны обеспечить не только стабильность, но и способность кубитов взаимодействовать друг с другом через запутанность — феномен, при котором частицы становятся квантово связанными и изменяют своё состояние мгновенно, независимо от расстояния между ними.

Запутанность — это «двигатель» квантовых вычислений, обеспечивающий экспоненциальный рост вычислительных возможностей. Команда Caltech уже приступила к созданию структур, где соседние атомы могут быть связаны квантово, формируя основу для реальных вычислительных операций. Следующий

шаг — реализация коррекции ошибок на уровне тысяч кубитов, что станет важнейшим шагом к созданию полноценных квантовых процессоров.

Особенность подхода с нейтральными атомами заключается в универсальности. Эти системы можно масштабировать практически без теоретического предела: каждый новый слой решётки добавляет тысячи кубитов без необходимости изменять архитектуру устройства. Кроме того, использование атомов цезия обеспечивает высокую стабильность и минимальную чувствительность к электромагнитным помехам, что делает такую технологию конкурентоспособной с ведущими мировыми проектами — от сверхпроводящих систем IBM и Google до ионных ловушек, применяемых в лабораториях Европы и Японии.

В глобальном контексте работа Калифорнийского технологического института знаменует новую веху в гонке за квантовое превосходство. Пока мировые лидеры стремятся достичь стабильной работы хотя бы сотен кубитов, Caltech продемонстрировал, что можно управлять тысячами с беспрецедентной точностью. Этот результат открывает путь к созданию универсальных квантовых машин, способных решать реальные научные задачи — от моделирования молекулярных взаимодействий до оптимизации логистики и разработки новых лекарств.

Дальнейшие исследования будут сосредоточены на интеграции таких массивов с системами оптической связи и квантовыми сетями. Это позволит создавать распределённые квантовые системы, где массивы кубитов будут взаимодействовать между собой на расстоянии, формируя своего рода «интернет квантовых вычислений».

В перспективе подобные технологии могут не только революционизировать вычисления, но и дать новые инструменты для изучения природы. С помощью массивов нейтральных атомов учёные смогут моделировать квантовые явления, которые невозможно наблюдать напрямую, включая поведение элементарных частиц, тёмной материи и структуры пространства-времени.

Работа Caltech показывает, что квантовая эра действительно наступает. Если раньше квантовые компьютеры воспринимались как теоретическая концепция, то теперь они становятся инженерной реальностью. Создание массива из 6100 кубитов — это не просто рекорд, а фундаментальный шаг на пути к миру, где вычисления станут столь же сложными и многомерными, как сама Вселенная.

Ссылка: «Массив пинцета с 6100 высококогерентными атомными кубитами»

DOI: 10.1038/s41586-025-09641-4.