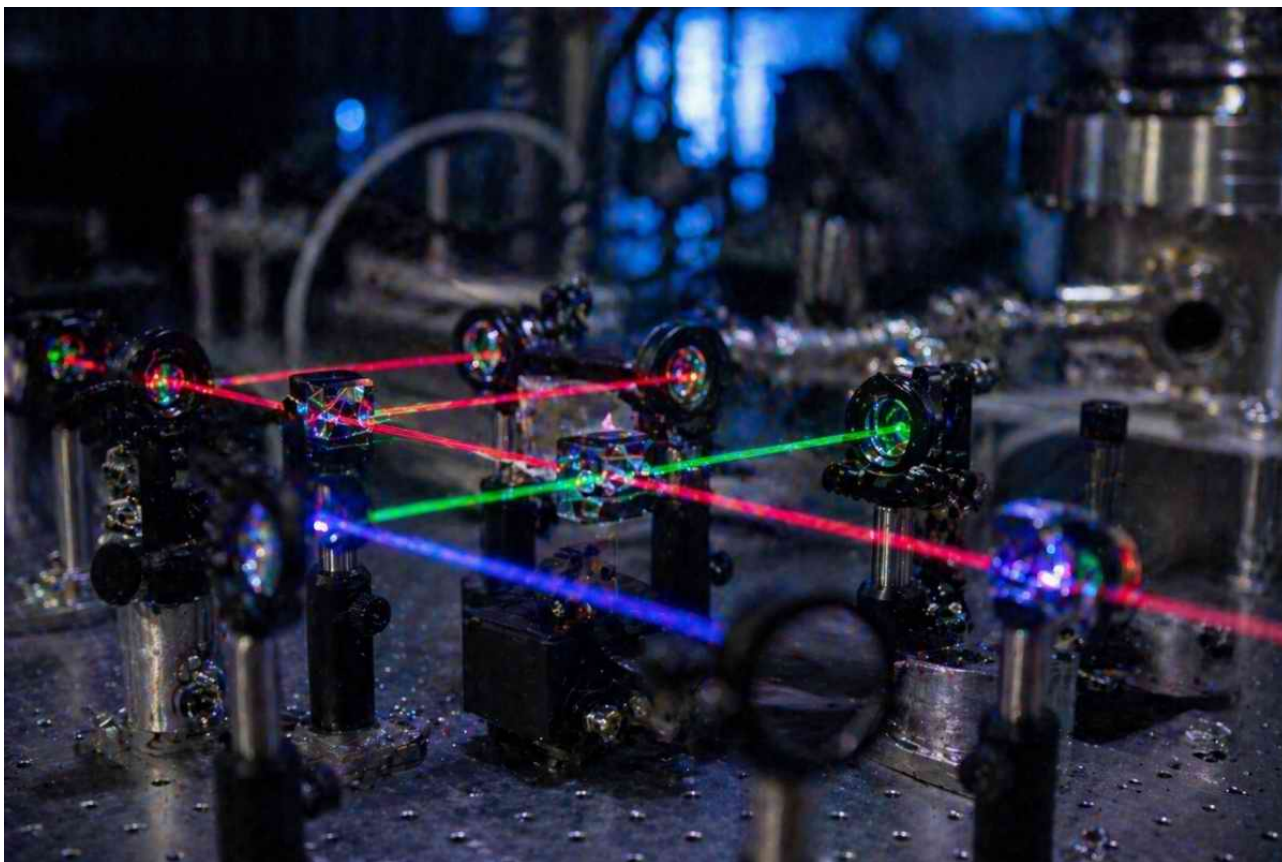


Прорыв в квантовых измерениях: ученые впервые упростили считывание W-состояний



Дата публикации: 24.04.2026

Квантовая физика долгое время сталкивалась с фундаментальной проблемой — сложностью точного измерения запутанных состояний, особенно в многочастичных системах. Новое исследование ученых из Kyoto University и Hiroshima University предлагает решение одного из ключевых ограничений, которое может существенно ускорить развитие квантовых технологий.

В центре работы находится особый тип квантовой запутанности — так называемое W-состояние. В отличие от других форм запутанности, таких как GHZ-состояния, W-состояния обладают высокой устойчивостью к потерям частиц. Даже если один фотон исчезает, оставшиеся элементы системы продолжают сохранять запутанность. Это делает их особенно перспективными для практических приложений, включая квантовую связь и распределенные вычисления.

Основная проблема заключается в том, что такие состояния чрезвычайно трудно измерять. Традиционный подход, известный как квантовая томография,

требует огромного числа повторных измерений и быстро становится непрактичным по мере увеличения числа частиц. Это создает так называемое «узкое место» в развитии квантовых технологий, ограничивая их масштабируемость.

Ранее было известно, что альтернативой может служить метод коллективного измерения, позволяющий определить состояние системы за одну операцию. Однако его применение долгое время ограничивалось более простыми системами, и для W -состояний он оставался недостижимым.

Прорыв стал возможен благодаря использованию скрытого свойства этих состояний — циклической симметрии. Это означает, что квантовая система остается неизменной при перестановке частиц по кругу. Ученые разработали оптическую схему, способную обнаруживать эту симметрию напрямую, без необходимости многократных измерений.

Экспериментальная установка основана на управлении фотонами, проходящими через сеть оптических элементов. В процессе используется преобразование Фурье, которое позволяет «развернуть» структуру состояния в измеряемый сигнал. По распределению фотонов на выходе системы можно определить исходное квантовое состояние.

Практическая проверка метода была проведена на трехфотонной системе. Установка продемонстрировала стабильную работу и способность различать различные варианты W -состояний без необходимости сложной постобработки данных. Это подтверждает, что подход может быть реализован в реальных квантовых устройствах.

Ключевые преимущества нового метода можно сформулировать следующим образом: измерение состояния за один шаг, устранение необходимости масштабной квантовой томографии, высокая устойчивость к потерям частиц, возможность интеграции в фотонные системы, значительное ускорение обработки квантовой информации.

С технологической точки зрения это открытие имеет далеко идущие последствия. Упрощение измерения запутанных состояний может ускорить развитие квантовой телепортации, повысить надежность квантовой связи и упростить построение распределенных квантовых сетей, где множество устройств обмениваются информацией на квантовом уровне.

Кроме того, метод хорошо сочетается с фотонными платформами, которые считаются одним из наиболее перспективных направлений в квантовых вычислениях. Возможность интеграции таких схем в компактные чипы открывает путь к созданию масштабируемых квантовых процессоров.

С научной точки зрения работа также демонстрирует важность поиска скрытых закономерностей в квантовых системах. Вместо прямого решения сложной задачи исследователи использовали симметрию как инструмент для упрощения измерений, что может стать основой для новых подходов в квантовой физике.

В перспективе дальнейшее развитие технологии будет связано с увеличением числа фотонов и интеграцией системы в реальные квантовые устройства. Если эти задачи будут успешно решены, это может приблизить переход от экспериментальных установок к практическому применению квантовых вычислений.

Таким образом, предложенный метод устраняет одно из ключевых ограничений квантовых технологий и открывает новые возможности для их масштабирования, делая квантовые системы более доступными, эффективными и пригодными для реальных задач.

Ссылка: «Запутанное измерение для W-состояний» DOI: [10.1126/sciadv.adx4180](https://doi.org/10.1126/sciadv.adx4180).