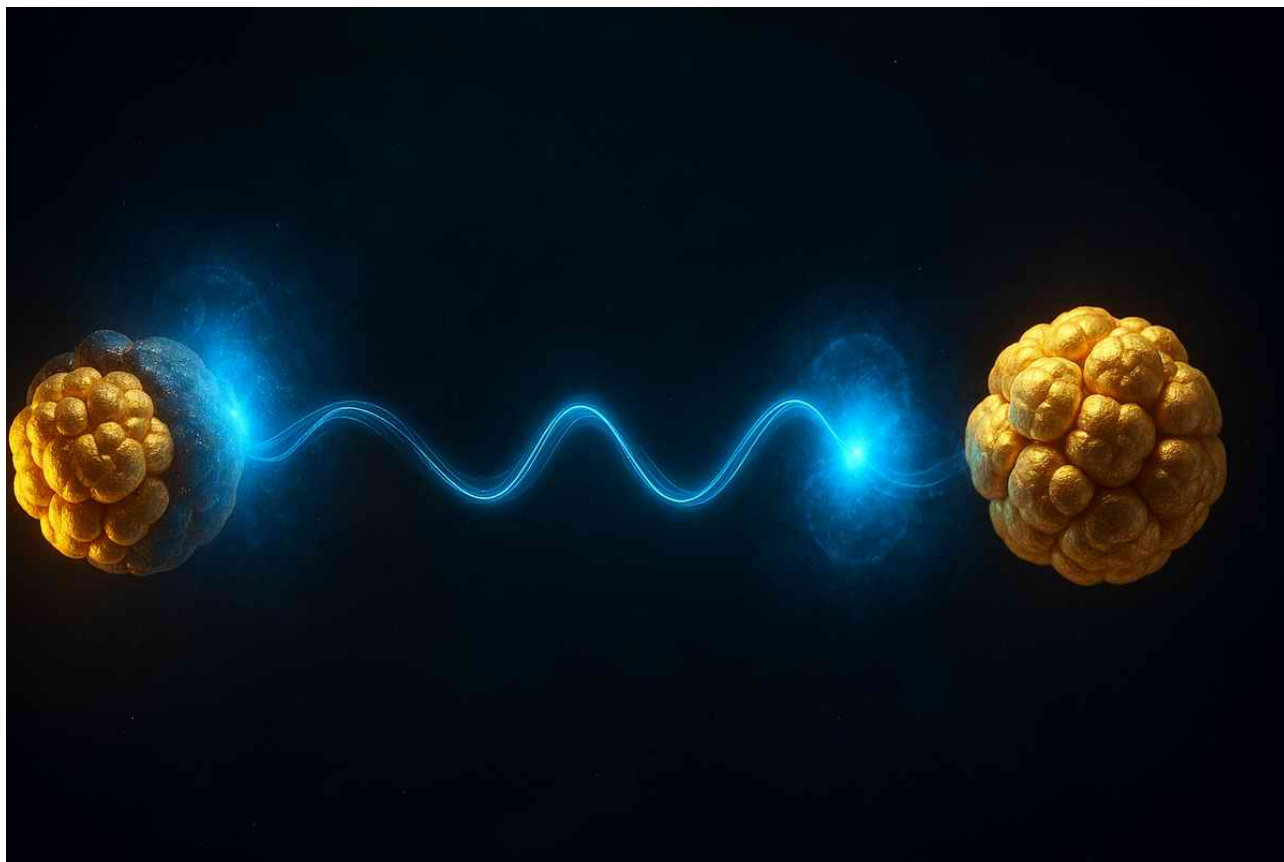


Квантовый телефон: как атомные ядра научились общаться на расстоянии



Дата публикации: 19.09.2025

Инженеры из Университета Нового Южного Уэльса в Сиднее совершили важный шаг в развитии квантовых технологий. Они смогли создать состояние квантовой запутанности между двумя атомными ядрами, разделёнными значительным расстоянием, используя электроны в качестве посредников. Запутанные состояния считаются ключевым ресурсом для квантовых вычислений, ведь именно они обеспечивают вычислительное преимущество над традиционными компьютерами. Исследование опубликовано в журнале Science и уже называют одним из самых перспективных направлений в разработке масштабируемых квантовых процессоров.

Суть открытия заключается в том, что атомные ядра, которые раньше можно было «связать» только при их непосредственной близости, теперь могут взаимодействовать, находясь значительно дальше друг от друга. Ранее это было невозможно: изоляция делала их идеальными носителями квантовой информации, но одновременно препятствовала связи. Учёные решили задачу, используя электроны, способные распространяться в пространстве и передавать

«сигналы» от одного ядра к другому. На практике это напоминает телефонную сеть: раньше ядра могли «говорить» только в одной комнате, теперь они могут связываться между разными комнатами через «электронные телефоны».

Расстояние между ядрами составило около 20 нанометров — это примерно одна тысячная толщины человеческого волоса. Но в масштабах квантовых объектов это огромный шаг: если бы атомное ядро представить в виде человека, расстояние между ядрами было бы сопоставимо с расстоянием между Сиднеем и Бостоном. Такой результат крайне важен, потому что именно на масштабе в 20 нанометров производятся современные кремниевые чипы для персональных компьютеров и смартфонов. Это означает, что существующие производственные процессы можно адаптировать для создания квантовых процессоров, что приближает переход от лабораторных экспериментов к массовым технологиям.

Учёные использовали атомы фосфора, имплантированные в сверхчистый кремний. Эти атомные ядра обладают уникальными свойствами — они крайне устойчивы к шуму и внешним возмущениям, что позволяет хранить квантовую информацию рекордно долго. Ранее уже удавалось удерживать информацию в таких системах более 30 секунд — колоссальный срок по меркам квантовой механики. Однако трудность заключалась в том, чтобы объединить их в единую вычислительную систему. Новая методика показала, что электроны можно «растягивать» и направлять так, чтобы они связывали несколько ядер, создавая масштабируемую сеть квантовых взаимодействий.

Перспективы открытия огромны. Во-первых, это приближает создание квантовых компьютеров на основе кремния — материала, в котором уже работает вся мировая полупроводниковая промышленность. Во-вторых, технология может быть масштабирована, добавляя больше ядер и контролируя их взаимодействие на уровне отдельных электронов. В-третьих, такие устройства могут стать более надёжными и менее затратными, чем альтернативные платформы вроде ионных ловушек или сверхпроводников.

Квантовые вычисления обещают революцию в области моделирования молекул, разработки новых лекарств, оптимизации логистики и криптографии. Однако для этого нужно научиться создавать процессоры из миллионов квантовых элементов, которые будут взаимодействовать стабильно и предсказуемо. Новый метод связи атомных ядер открывает к этому путь, сочетая преимущества высокой изоляции квантовых объектов с возможностью масштабирования.

Теперь перед исследователями стоит задача расширить систему и проверить работу запутанных состояний в более сложных архитектурах. Если электроны действительно можно использовать как универсальных посредников, то в

обозримом будущем мы сможем наблюдать появление полноценных квантовых чипов, совместимых с современными технологиями. И тогда квантовые компьютеры перестанут быть лишь лабораторными прототипами и станут инструментом, способным решать задачи, недостижимые для классических вычислительных машин.

Ссылка: «Масштабируемая запутанность ядерных спинов, опосредованная электронным обменом» DOI: [10.1126/science.ady3799](https://doi.org/10.1126/science.ady3799).