

Квантовая телепортация впервые превзошла прямую передачу фотонов: сделан важный шаг к квантовому интернету



Дата публикации: 17.07.2026

Квантовая телепортация, которая еще недавно воспринималась исключительно как одно из самых необычных явлений квантовой механики, постепенно превращается в практическую технологию будущего. Международная группа физиков из Китайского университета науки и технологий впервые экспериментально продемонстрировала, что квантовая телепортация способна передавать квантовую информацию эффективнее, чем обычная отправка фотонов по тому же каналу связи. Полученные результаты стали важной вехой на пути к созданию квантового интернета, сверхзащищенных коммуникационных систем и распределенных квантовых вычислительных сетей.

Исследование опубликовано в журнале Nature Physics и представляет собой одно из первых убедительных экспериментальных подтверждений того, что преимущества квантовой телепортации могут проявляться не только в фундаментальной физике, но и в реальных задачах передачи информации на

большие расстояния.

Современные системы квантовой связи используют фотоны — элементарные частицы света — в качестве носителей информации. В отличие от классических битов, которые могут принимать только два состояния, квантовые биты, или кубиты, способны одновременно находиться в суперпозиции нескольких состояний. Именно эта особенность лежит в основе будущих квантовых компьютеров и принципиально новых систем защищенной связи.

Однако существует серьезная проблема, которая уже много лет ограничивает развитие квантовых коммуникаций. Во время прохождения по оптоволокну или через атмосферу часть фотонов неизбежно теряется. Они могут рассеиваться, поглощаться материалом или просто исчезать из канала передачи. Чем длиннее линия связи, тем выше вероятность подобных потерь. Уже через несколько сотен километров вероятность успешной передачи квантовой информации становится крайне низкой.

Именно поэтому физики уже несколько десятилетий рассматривают квантовую телепортацию как один из наиболее перспективных способов преодоления этой фундаментальной проблемы.

Несмотря на популярное название, квантовая телепортация не имеет ничего общего с мгновенным перемещением предметов, которое часто показывают в научной фантастике. В действительности речь идет о переносе квантового состояния одной частицы на другую без физического перемещения самой частицы. Такой перенос становится возможным благодаря квантовой запутанности — одному из самых необычных явлений современной физики.

Запутанные частицы образуют единую квантовую систему независимо от разделяющего их расстояния. Изменение состояния одной частицы оказывается связано с состоянием другой, что позволяет использовать подобные пары для передачи квантовой информации по специальным протоколам.

Идея квантовой телепортации была предложена более сорока лет назад и с тех пор неоднократно подтверждалась в лабораторных экспериментах. Однако до настоящего времени оставался открытым главный практический вопрос: сможет ли телепортация действительно оказаться эффективнее обычной передачи фотонов в реальных условиях, когда канал связи подвержен сильным потерям.

Для ответа на этот вопрос исследовательская группа разработала принципиально новую полностью оптическую схему создания удаленной квантовой запутанности. В ее основе лежит подготовка специальной пары фотонов Эйнштейна — Подольского — Розена, более известной как пара ЭПР.

Такие фотоны обладают максимально сильной квантовой корреляцией и служат основным ресурсом для реализации телепортации. Главной сложностью остается их надежное создание на больших расстояниях при наличии значительных потерь в линии связи.

Ученым удалось решить эту задачу с помощью новой экспериментальной схемы, в которой одновременно использовались шесть фотонов. После проведения серии специальных измерений четыре из них выполняли роль своеобразного "квантового посредника", а два оставшихся формировали высококачественную запутанную пару, пригодную для дальнейшей телепортации информации.

Особенность предложенного метода заключается в том, что запутанная пара создается таким образом, чтобы минимизировать влияние потерь, неизбежно возникающих при прохождении фотонов через канал связи.

После получения необходимых запутанных состояний исследователи приступили к главному эксперименту. Они сравнили два принципиально разных способа передачи квантовой информации. В первом случае фотон отправлялся напрямую через канал связи. Во втором использовался протокол квантовой телепортации.

Испытания проводились в специально откалиброванной системе с очень низкой пропускной способностью — около одного процента. Такие условия имитируют реальные дальние линии квантовой связи, где потери фотонов становятся особенно существенными.

Полученные результаты оказались весьма впечатляющими. Квантовая телепортация обеспечила почти трехкратное увеличение эффективности передачи информации по сравнению с прямой отправкой фотонов. Причем исследователи сравнивали свою схему не с простейшим классическим способом передачи, а с уже оптимизированной системой, использующей современные методы квантового клонирования.

Это стало первым убедительным экспериментальным доказательством того, что квантовая телепортация способна не просто воспроизводить уже известные эффекты квантовой механики, а реально превосходить традиционные способы передачи информации в условиях сильных потерь.

Практическое значение открытия трудно переоценить. Одним из главных препятствий на пути создания глобального квантового интернета остается невозможность эффективно передавать квантовые состояния на большие расстояния. В отличие от обычного интернета здесь нельзя просто усиливать сигнал с помощью промежуточных усилителей, поскольку квантовые состояния

невозможно скопировать без их разрушения.

Именно поэтому во всем мире активно разрабатываются специальные квантовые повторители — устройства, которые смогут восстанавливать квантовую связь между удаленными узлами сети без нарушения законов квантовой механики. Новая технология подготовки запутанных состояний может стать одной из ключевых составляющих подобных систем.

Кроме защищенной связи, подобные методы открывают перспективы для распределенных квантовых вычислений. Вместо одного гигантского квантового компьютера будущие вычислительные системы могут состоять из множества небольших квантовых процессоров, объединенных квантовой сетью. Телепортация позволит передавать квантовую информацию между такими устройствами практически без потери вычислительных ресурсов.

Следующим этапом исследований станет проверка новой технологии за пределами лаборатории. Авторы проекта планируют использовать реальные волоконно-оптические линии связи и существующие экспериментальные квантовые сети. Одновременно ведется работа по созданию более сложных многокомпонентных запутанных состояний, включая состояния Гринбергера — Хорна — Цайлингера, или GHZ-состояния, которые считаются важным ресурсом для распределенных квантовых вычислений.

Новое исследование показывает, что квантовая телепортация постепенно перестает быть исключительно фундаментальным явлением и начинает превращаться в реальный технологический инструмент. Демонстрация ее преимуществ перед прямой передачей фотонов стала важным шагом к созданию глобальных квантовых коммуникационных систем, способных обеспечить принципиально новый уровень защиты информации, объединить квантовые компьютеры в единую сеть и открыть возможности для развития технологий, которые еще недавно казались исключительно научной фантастикой.

Ссылка: «Безусловное преимущество квантовой телепортации по сравнению с прямой передачей одиночных фотонов через канал с потерями» DOI: [10.1038/s41567-026-03348-7](https://doi.org/10.1038/s41567-026-03348-7).