

Квантовый интернет выходит в реальный мир: ученые впервые передали запутанные фотоны по обычной городской сети



Дата публикации: 23.07.2026

Идея квантового интернета еще недавно казалась исключительно лабораторным экспериментом. Главная проблема заключалась в том, что квантовая информация чрезвычайно чувствительна к любым помехам, тогда как современные телекоммуникационные сети представляют собой настоящий поток мощных световых сигналов. Долгое время считалось, что совместить эти два мира практически невозможно. Однако новое исследование специалистов Северо-Западного университета показывает, что квантовая связь способна работать даже в условиях интенсивной передачи обычного интернет-трафика. Это открытие может стать одним из важнейших шагов на пути к созданию глобального квантового интернета без необходимости строить совершенно новую инфраструктуру.

Результаты исследования опубликованы в журнале *Optica Quantum* и уже называют одной из первых практических демонстраций того, как квантовые технологии могут интегрироваться в существующие телекоммуникационные

сети. Исследователям удалось передать пары запутанных фотонов по городскому оптоволоконному кабелю длиной 24,4 километра, соединяющему Эванстон и центр Чикаго. Самое удивительное заключается в том, что по этому же самому волокну одновременно передавался современный коммерческий интернет-трафик высокой интенсивности. Несмотря на огромный поток обычных данных, квантовые сигналы практически не пострадали, а точность сохранения квантовой запутанности превысила 94 процента.

Чтобы понять значение этого достижения, необходимо разобраться, чем квантовая связь отличается от привычного интернета. Сегодня цифровая информация передается в виде битов, принимающих значения ноль или один. Квантовые сети используют совершенно иной принцип. Основой становятся кубиты и квантовая запутанность — необычное явление, при котором состояния двух частиц оказываются тесно связанными независимо от расстояния между ними. Благодаря этому становится возможной квантовая телепортация информации, которая рассматривается как один из важнейших элементов будущих сверхзащищенных систем связи и распределенных квантовых вычислений.

Главная сложность заключается в исключительной уязвимости квантовых состояний. Если классические оптоволоконные линии передают миллионы и миллиарды фотонов одновременно, то квантовая информация часто кодируется буквально отдельными фотонами. Любые дополнительные световые шумы способны уничтожить их квантовое состояние. Именно поэтому долгое время существовало мнение, что квантовые сети потребуют строительства отдельных специализированных линий связи, полностью изолированных от обычного интернета. Такой подход сделал бы создание глобального квантового интернета чрезвычайно дорогим и технически сложным.

Несколько лет назад исследовательская группа обнаружила неожиданное решение этой проблемы. Изучая процессы рассеяния света внутри оптоволокну, ученые нашли участок оптического спектра, где уровень шумов значительно ниже. В новом эксперименте квантовые фотоны были переведены в так называемый О-диапазон, тогда как основной интернет-трафик продолжал использовать привычный для телекоммуникаций С-диапазон. Дополнительно применялись высокоточные оптические фильтры, значительно уменьшающие влияние паразитных сигналов. Такое разделение позволило двум принципиально разным типам передачи информации сосуществовать внутри одного и того же кабеля.

Эксперимент проводился уже не в лабораторной установке, а в реальной городской сети. Запутанные пары фотонов создавались в лаборатории Северо-Западного университета. Один фотон каждой пары оставался в Эванстоне,

второй отправлялся по существующей городской волоконно-оптической линии в центр обработки данных StarLight в Чикаго. Одновременно по этому же кабелю передавались два канала коммерческого трафика со скоростью 800 гигабит в секунду каждый. Общая пропускная способность линии соответствовала потенциальной передаче около 36 терабит информации в секунду, что можно сравнить с десятками миллионов одновременно воспроизводимых видеопотоков высокого качества.

Отдельной технической задачей стала синхронизация оборудования, расположенного в двух удалённых точках сети. Для регистрации запутанных фотонов необходимо знать время их появления с невероятной точностью. Исследователи использовали систему синхронизации White Rabbit, которая обеспечивает согласование часов с точностью до пикосекунд, то есть триллионных долей секунды. Благодаря такой синхронизации удалось безошибочно определять пары связанных фотонов даже на фоне чрезвычайно интенсивного интернет-трафика.

Полученные результаты показывают, что существующая мировая телекоммуникационная инфраструктура может стать основой для будущего квантового интернета. Вместо строительства новых тысяч километров специализированных линий связи достаточно модернизировать уже действующие оптоволоконные сети, дополнив их оборудованием для передачи и регистрации квантовых состояний. Это значительно ускоряет практическое внедрение технологии и делает её экономически гораздо более реалистичной.

Однако распределение квантовой запутанности представляет собой лишь первый этап развития новой сети. Следующей задачей станет полноценная квантовая телепортация информации между удалёнными узлами городской инфраструктуры. В лабораторных условиях подобные эксперименты уже выполнялись, однако теперь ученые намерены перенести их в реальные телекоммуникационные сети, где одновременно продолжается обычная передача коммерческих данных. Именно этот шаг позволит приблизить создание распределённых квантовых вычислений, абсолютно защищённых каналов связи и новых принципов передачи информации.

Сегодня становится всё очевиднее, что квантовый интернет постепенно перестаёт быть исключительно теоретической концепцией. Еще несколько лет назад главной целью было доказать возможность передачи квантовых состояний на больших расстояниях. Теперь исследователи демонстрируют, что такие сигналы способны существовать внутри современной городской цифровой инфраструктуры практически без взаимных помех. Это означает начало нового этапа развития телекоммуникаций, когда классический интернет и квантовые технологии перестают конкурировать друг с другом и начинают работать

совместно. Именно такая интеграция может стать основой следующего поколения глобальных сетей, где сверхбыстрая передача данных будет сочетаться с принципиально новым уровнем информационной безопасности и вычислительных возможностей.

Ссылка: «Распределение квантовой запутанности, сосуществующее с высокоскоростной широкополосной классической оптической связью по реальному оптоволокну, соединяющему удаленные синхронизированные узлы»
[DOI: 10.1364/opticaq.592786](https://doi.org/10.1364/opticaq.592786).