

# Молекулярные кубиты: шаг к квантовому интернету и новым сенсорам

Дата публикации: 03.10.2025

Квантовые технологии стремительно приближаются к реальной интеграции с существующей телекоммуникационной инфраструктурой. Исследователи из Чикагского университета, Калифорнийского университета в Беркли и нескольких национальных лабораторий США создали молекулярные кубиты, которые способны взаимодействовать на телекоммуникационных частотах, используемых в оптоволоконных сетях. Это открытие может стать фундаментом для квантового интернета — распределённых сетей связи, обеспечивающих абсолютную защиту данных и соединяющих квантовые компьютеры и датчики на больших расстояниях.

Основой новых кубитов стали молекулы, содержащие редкоземельный элемент эрбий. Уникальные свойства эрбия заключаются в том, что он одновременно хорошо взаимодействует с магнитными полями и излучает свет на «чистых» частотах, совпадающих с диапазоном современных телекоммуникаций. Такое сочетание делает молекулярные кубиты мостом между двумя важными квантовыми мирами: магнетизмом, связанным со спином, и оптикой, отвечающей за передачу квантовой информации.

Молекулярные кубиты обладают рядом преимуществ: они чрезвычайно малы, легко настраиваются химическими методами, могут работать в различных средах и быть встроены прямо в кремниевую фотонику. Это открывает путь к созданию квантовых чипов, где элементы связи и вычислений объединены в одном устройстве. Более того, такие кубиты можно использовать в качестве датчиков для измерения магнитных полей, давления или температуры на наномасштабах, в том числе в биологических системах.

Экспериментальные исследования показали, что новые молекулы действительно обмениваются данными на телекоммуникационных частотах. Для проверки учёные применили оптическую спектроскопию и микроволновые методы, продемонстрировав совместимость с современными кремниевыми фотонными технологиями. Это означает, что переход к практическим квантовым устройствам может быть значительно ускорен, так как инфраструктура для передачи сигналов уже существует.

Перспективы применения молекулярных кубитов чрезвычайно широки. Их можно использовать для построения квантовых сетей и глобального квантового интернета; создания миниатюрных квантовых датчиков в медицине и биологии;

интеграции с кремниевыми чипами для гибридных квантовых компьютеров; разработки сенсорных систем для точного измерения магнитных и электрических полей; улучшения безопасности связи с помощью распределённых квантовых ключей.

Этот проект объединяет достижения сразу нескольких областей науки — квантовой оптики, которая занимается взаимодействием света и материи, и синтетической химии, создающей молекулы с заданными свойствами. Благодаря этому удалось получить новый тип квантовых материалов, которые можно настраивать на молекулярном уровне и использовать для глобальных технологий.

Синтетическая химия позволяет изменять электронные и оптические характеристики кубитов методами, которые невозможно применить в твёрдых кристаллических системах. Это означает, что молекулярные кубиты могут стать одной из самых гибких платформ для будущих квантовых технологий.

Таким образом, разработка кубитов на основе эрбия открывает не только путь к масштабируемым квантовым сетям, но и к новым типам квантовых устройств. Они смогут соединять вычислительные системы, телекоммуникации и сенсоры, формируя основу будущей технологической инфраструктуры, где квантовый интернет станет столь же привычным, как сегодня оптоволоконные сети.

**Ссылка:** «Молекулярный спин-фотонный интерфейс высокого разрешения по телекоммуникационным длинам волн» [DOI: 10.1126/science.ady8677](https://doi.org/10.1126/science.ady8677).