

Рекордная когерентность трансмонового кубита открывает путь к отказоустойчивым квантовым вычислениям

Дата публикации: 23.07.2025

Исследователи из Университета Аалто в Финляндии добились важного прорыва в области квантовой физики, зафиксировав рекордное время когерентности трансмонового кубита. Полученные значения достигают миллисекундного диапазона, превышая ранее зафиксированные показатели примерно в два раза. Это открытие существенно приближает квантовые вычисления к практическому применению, расширяя границы возможностей в области коррекции ошибок, масштабирования архитектур и разработки новых квантовых протоколов.

Когерентность — ключевая характеристика квантовой системы, отражающая, как долго кубит может сохранять суперпозицию без разрушения квантовой информации. Преодоление порога в одну миллисекунду времени когерентности для трансмонового кубита, работающего на частоте 2,9 ГГц, означает возможность выполнения большего числа логических операций до наступления декогеренции. Это существенно снижает вычислительные издержки и приближает перспективу построения полноценных квантовых процессоров, способных решать задачи, недоступные даже самым мощным классическим суперкомпьютерам.

Исследование проводилось в рамках научной группы «Квантовые вычисления и устройства» (QCD) факультета прикладной физики Университета Аалто, при участии Центра квантовых технологий Академии Финляндии (QTF) и финского флагманского проекта в области квантовых исследований (FQF). Разработка была выполнена в сотрудничестве с Техническим исследовательским центром Финляндии (VTT), который предоставил сверхпроводящие материалы высочайшего качества. Измерения производились в специализированных лабораториях инфраструктуры OtaNano, расположенной в центре Micronova — одном из ведущих европейских комплексов для исследований в области нанотехнологий и квантовой инженерии.

Методология эксперимента включала измерения времени релаксации T_1 и времени когерентности эха $T_{2,\text{echo}}$, что позволило с высокой точностью оценить устойчивость кубита к шуму и внешним возмущениям. Результаты продемонстрировали медианные значения порядка 0,5 миллисекунды и максимальный зафиксированный показатель $T_{2,\text{echo}} = 1,06$ мс. Такой уровень стабильности свидетельствует о качественном улучшении технологий

изготовления и интеграции трансмоновых кубитов, используемых в сверхпроводящих квантовых схемах.

Трансмоновые кубиты отличаются повышенной устойчивостью к флуктуациям заряда, что делает их особенно привлекательными для создания масштабируемых квантовых систем. Тем не менее, именно когерентность остаётся главным ограничивающим фактором для широкомасштабного применения. Преодоление этой преграды открывает путь к снижению затрат на коррекцию квантовых ошибок и упрощению логической архитектуры квантовых процессоров.

Финляндия укрепляет свои позиции на переднем крае квантовых исследований, демонстрируя способность создавать передовые технологические решения, конкурирующие с разработками ведущих мировых центров, таких как IBM, Google и национальные лаборатории США. Квантовая группа Университета Аалто продолжает расширять свои проекты, открывая новые позиции для старших исследователей и постдоков, чтобы ускорить достижение следующих технологических рубежей.

В условиях растущего спроса на квантовые вычисления, обусловленного потребностями в области криптографии, моделирования материалов, оптимизации и машинного обучения, такие достижения имеют стратегическое значение. Когерентность в миллисекундном диапазоне приближает реальность квантовых алгоритмов, способных оперировать на больших глубинах, и делает возможным появление устойчивых к ошибкам квантовых вычислительных узлов.

Современные квантовые технологии переживают момент стремительной эволюции, и каждое увеличение времени когерентности — это шаг к новому поколению вычислительной парадигмы. Исследование Университета Аалто служит ярким примером того, как фундаментальная наука и передовая инженерия объединяются для решения одной из самых сложных задач современной физики — построения надёжных квантовых машин будущего.

Ссылка: «Методы достижения почти миллисекундной энергетической релаксации и времени дефазировки для сверхпроводящего трансмонного кубита» DOI: [10.1038/s41467-025-61126-0](https://doi.org/10.1038/s41467-025-61126-0).