

Квантовый компьютер Google помог открыть новую экзотическую фазу материи

Дата публикации: 05.11.2025

На стыке квантовой физики и вычислительных технологий рождаются открытия, способные изменить наше понимание устройства материи. Команда учёных из Google Quantum AI, Технического университета Мюнхена и Принстонского университета с помощью квантового процессора нового поколения обнаружила ранее неизвестную фазу материи, существующую только в неравновесных условиях. Это открытие стало доказательством того, что квантовые компьютеры могут служить не просто вычислительными машинами, а полноценными экспериментальными платформами для фундаментальной науки.

Материя существует в разных формах — от привычных твёрдых тел, жидкостей и газов до более экзотических состояний, таких как сверхпроводники или конденсаты Бозе-Эйнштейна. Эти формы, называемые фазами материи, обычно описываются в состоянии равновесия, когда параметры системы со временем не меняются. Однако в реальном мире существуют и неравновесные фазы — состояния, возникающие под воздействием внешнего ритмического возмущения, и живущие по законам, выходящим за рамки классической термодинамики.

В рамках нового исследования, опубликованного в журнале Nature, учёные создали и наблюдали так называемую топологическую фазу Флоке — экзотическое состояние, предсказанное теоретически, но никогда ранее не зафиксированное экспериментально. Для этого использовался квантовый процессор Google с 58 сверхпроводящими кубитами, получивший кодовое имя Willow. Этот чип позволил реализовать квантовую систему, подверженную периодическому внешнему воздействию, и наблюдать уникальные динамические эффекты, которые невозможно смоделировать классическими средствами.

Фазы Флоке — это особый класс неравновесных квантовых систем, в которых энергия и порядок возникают благодаря регулярным внешним колебаниям. В такой среде могут формироваться устойчивые структуры, не существующие при обычных условиях. Учёные сумели наблюдать топологически упорядоченные состояния, проявляющиеся в виде направленного движения по краям системы — ключевой признак нового квантового порядка. Для фиксации этого явления была разработана уникальная методика интерферометрического анализа, позволившая визуализировать пространственно-временные паттерны, формируемые квантовыми частицами.

Результаты эксперимента также позволили наблюдать редкое квантовое явление — динамическую трансмутацию частиц, при которой их топологические свойства изменяются во времени. Такое поведение, невозможное в классической физике, является важным свидетельством существования новой формы квантовой материи.

Открытие имеет не только фундаментальное, но и прикладное значение. Понимание неравновесных фаз и квантовой топологии может привести к созданию более стабильных и мощных квантовых устройств. Новые типы материалов и квантовых состояний могут стать основой для квантовой памяти, топологических кубитов и квантовых сенсоров будущего.

Использование квантового процессора в качестве исследовательского инструмента открывает новую эпоху в физике. Традиционные методы моделирования, основанные на классических вычислениях, оказываются недостаточными для описания сильно запутанных квантовых систем. Квантовые компьютеры, обладающие способностью оперировать суперпозициями и запутанными состояниями, предоставляют уникальную возможность исследовать феномены, которые раньше существовали только в теории.

Совместная работа Google Quantum AI и международных университетов показывает, как границы между физикой и вычислительной наукой стираются. Квантовые компьютеры постепенно превращаются в лаборатории нового типа, где моделируются не только алгоритмы, но и законы природы.

Наблюдение топологической фазы Флоке стало доказательством того, что квантовые вычисления могут выходить далеко за рамки программирования и оптимизации. Они становятся инструментом познания, способным приоткрыть двери в «скрытую» часть физической реальности — туда, где привычные законы термодинамики больше не действуют, а материя ведёт себя вопреки интуиции.

Эксперимент с процессором Willow — это не просто шаг вперёд в квантовых технологиях, а демонстрация того, что квантовые машины способны не только выполнять вычисления, но и открывать новые состояния материи, которые, возможно, станут строительными блоками технологий будущего.

Ссылка: «Исследование неравновесного топологического порядка на квантовом процессоре» DOI: [10.1038/s41586-025-09456-3](https://doi.org/10.1038/s41586-025-09456-3).