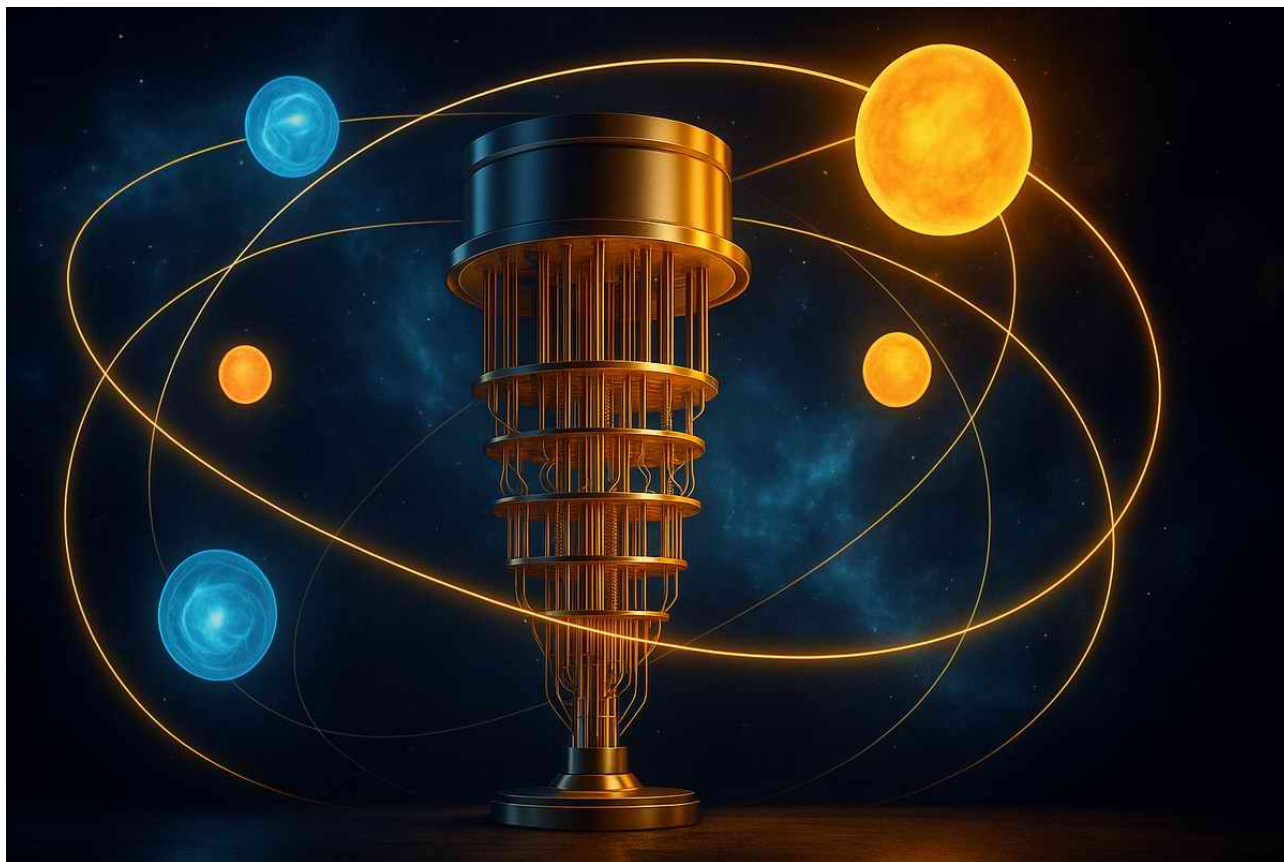


Квантовый компьютер Google моделирует фундаментальные законы Вселенной



Дата публикации: 15.08.2025

Фундаментальные силы природы — гравитация, электромагнетизм, сильное и слабое взаимодействия — описываются калибровочными теориями, сложными математическими моделями, которые объясняют, как элементарные частицы взаимодействуют между собой. Эти теории лежат в основе Стандартной модели физики и охватывают самые глубокие уровни устройства материи. Однако их точное моделирование остаётся крайне сложной задачей даже для самых мощных суперкомпьютеров: количество взаимодействующих степеней свободы растёт экспоненциально, а расчёты быстро выходят за пределы возможностей классических вычислительных систем.

Совместная команда исследователей из Мюнхенского технического университета, Принстонского университета и Google Quantum AI показала, что квантовые компьютеры могут стать принципиально новым инструментом для изучения таких систем. Используя квантовый процессор Google, они впервые напрямую смоделировали динамику одного из видов калибровочной теории, наблюдая эволюцию «частиц» и связывающих их невидимых квантовых «струн».

Эти струны — аналоги полей, удерживающих кварки в составе адронов, — могут проявлять сложное поведение: колебаться, сжиматься и даже разрываться, что в физике высоких энергий соответствует явлениям типа конфайнмента и деконфайнмента.

Ключевая идея исследования заключается в том, что квантовый процессор способен воспроизводить эволюцию квантовых состояний, которые невозможно эффективно просчитать на классических машинах. Это открывает возможность экспериментальной проверки теоретических моделей, которые до сих пор оставались недоступными для прямого тестирования. Настраивая параметры модели на квантовом компьютере, можно контролировать свойства квантовых струн, изменяя их поведение и наблюдая переходы между различными фазами взаимодействий.

Результаты демонстрируют, что квантовые вычисления уже сегодня могут решать нетривиальные задачи фундаментальной физики. Этот подход перспективен не только для физики элементарных частиц, но и для моделирования квантовых материалов, сверхпроводников, топологических фаз вещества и даже для космологических сценариев, связанных с квантовой природой пространства-времени. Возможность воспроизводить сложные динамические процессы «в лаборатории» и сравнивать их с теоретическими предсказаниями способна ускорить поиск новых физических закономерностей и проверить границы применимости существующих теорий.

Работа, опубликованная в Nature, стала примером того, как квантовые технологии могут объединить теоретическую и экспериментальную физику в одной вычислительной платформе. По мере увеличения числа кубитов, улучшения их когерентности и снижения ошибок квантовые процессоры смогут моделировать более сложные и реалистичные сценарии, создавая новые пути к пониманию того, «по каким правилам» устроена Вселенная на самом фундаментальном уровне.

Ссылка: «Визуализация динамики зарядов и струн в $(2 + 1)D$ калибровочных теориях решетки» DOI: [10.1038/s41586-025-08999-9](https://doi.org/10.1038/s41586-025-08999-9).