

Исследователи нашли способ значительно увеличить эффективность квантовых систем.

Недавние исследования, проведенные учеными из Университета Гданьска в Польше и Университета Калгари в Канаде, продемонстрировали огромный потенциал применения несимметричных квантовых батарей для оптимизации процессов зарядки и накопления энергии. Эти новые батареи, описанные в статье, опубликованной в *Physical Review Letters*, превосходят традиционные аналоги по ряду ключевых показателей.

Нарушение симметрии обратимости времени, известное как нерекурсивность, позволяет системам демонстрировать различные реакции в зависимости от направления распространения волн или сигналов. В квантовых технологиях это свойство давно используется для управления потоком сигналов и подавления шума. Однако до сих пор оно редко применялось для создания квантовых устройств хранения энергии.

Целью исследования под руководством доцента Шабира Барзанджеха стало использование нерекурсивности для повышения эффективности и емкости квантовых батарей. По словам Барзанджеха, идея исследования родилась из анализа преимуществ несимметричных систем, особенно их способности направлять потоки сигналов и подавлять шум, что крайне важно в квантовой информатике и вычислениях. Учёные предположили, что эти свойства могут быть полезны и для квантовых батарей, особенно в части оптимизации процессов накопления энергии.

Созданные исследователями батареи используют нарушение симметрии обратимости времени для создания направленного потока энергии от квантового зарядного устройства к батарее, что предотвращает обратный ток энергии. Как объяснил Барзанджех, это достигается через инженерные решения, такие как использование диссипативной среды, например, вспомогательного волновода, для эффективной передачи энергии. Нерекурсивная настройка усиливает накопление энергии за счет процесса, напоминающего интерференцию, который балансирует диссипативные и когерентные взаимодействия. Такой подход существенно увеличивает количество накопленной энергии даже в режимах с сильным демпфированием и может быть легко реализован с помощью современных квантовых схем в фотонике и сверхпроводящих системах.

Проверка производительности нерекурсивных квантовых батарей показала, что их эффективность хранения энергии в четыре раза выше по сравнению с обычными квантовыми батареями. "Наши результаты показывают, что нерекурсивные квантовые

батареи могут эффективно преодолевать локальную диссипацию и поддерживать высокие скорости передачи энергии", – отметил Барзанджех. Практическое значение этих результатов может быть весьма широким, включая революционные изменения в области хранения энергии в квантовых технологиях, более эффективное квантовое сенсирование, захват энергии и даже прогресс в изучении квантовой термодинамики.

Эти исследования открывают новые возможности для использования нерекурсивности в улучшении характеристик квантовых батарей и других квантовых систем. В будущем команда планирует продолжить исследования в этом направлении, оптимизируя дизайн батарей и интегрируя их в более крупные квантовые системы.

"Теперь мы стремимся изучить взаимодействие между нерекурсивностью и другими квантовыми ресурсами, такими как запутанность и квантовый катализ, чтобы еще больше увеличить возможности хранения энергии", – добавил Барзанджех. Кроме того, планируется экспериментально внедрить теоретические модели в практические квантовые схемы, подтверждая наши выводы и совершенствуя технологию для реальных приложений. Это включает исследование хиральных и топологических свойств систем с потерями, что может привести к новым прорывам в квантовой обработке информации и хранении энергии.