

Квантовое время в лаборатории: как часы могут идти по-разному одновременно



Дата публикации: 21.04.2026

В современной физике понятие времени остаётся одним из самых сложных и фундаментальных. В рамках теории относительности время рассматривается как величина, зависящая от скорости движения и гравитационного поля. Однако при объединении с квантовой механикой это представление становится ещё более необычным. Новые исследования показывают, что время может обладать квантовыми свойствами и существовать в состоянии суперпозиции.

Работа, опубликованная в *Physical Review Letters*, выполнена при участии исследователей из Технологического института Стивенса, а также специалистов из Национального института стандартов и технологий и Университета штата Колорадо. Учёные сосредоточились на изучении того, как сверхточные атомные часы могут демонстрировать эффекты, выходящие за рамки классической физики.

Основой экспериментов стали ионные часы — устройства, в которых отдельные атомы или ионы удерживаются в электромагнитных ловушках и

охлаждаются до температур, близких к абсолютному нулю. Такие системы позволяют измерять время с невероятной точностью, фиксируя даже минимальные изменения, вызванные тепловыми или квантовыми флуктуациями.

Исследование показывает, что если квантовые состояния этих часов находятся в суперпозиции, то и само измеряемое ими время может находиться в аналогичном состоянии. Это означает, что один и тот же физический объект может одновременно «переживать» разные темпы течения времени. Подобная идея напоминает мысленный эксперимент кот Шрёдингера, но переносит его на уровень фундаментальных свойств времени.

В классической физике различия во времени хорошо иллюстрируются так называемым «парадоксом близнецов», где два объекта стареют с разной скоростью в зависимости от их движения. В квантовом варианте этого эффекта возникает ещё более необычная ситуация: система может находиться сразу в нескольких временных состояниях, пока не произойдёт измерение.

Ключевым элементом эксперимента является использование методов квантовой информации, позволяющих создавать и контролировать сложные состояния частиц. Учёные рассматривают возможность формирования так называемых «сжатых состояний», в которых неопределённости координаты и импульса перераспределяются, усиливая квантовые эффекты.

Ключевые особенности исследуемого явления можно описать так: суперпозиция состояний времени, квантовая запутанность временных параметров, влияние квантовых флуктуаций даже при нулевой температуре, зависимость хода времени от квантового состояния системы, возможность лабораторного наблюдения.

С научной точки зрения такие эффекты открывают перспективу объединения двух фундаментальных теорий — квантовой механики и общей теории относительности. Это одна из главных задач современной физики, поскольку существующие модели пока не позволяют полностью описать явления, происходящие на границе этих областей.

Практическое значение подобных исследований выходит за рамки фундаментальной науки. Технологии, используемые для создания ионных часов, уже применяются в системах навигации, синхронизации и квантовых вычислениях. Дальнейшее развитие может привести к созданию ещё более точных измерительных приборов и новых типов квантовых устройств.

Несмотря на теоретическую сложность, важным является то, что современные технологии уже достигли уровня, при котором подобные эффекты могут быть проверены экспериментально. Это означает, что в ближайшие годы

возможно получение прямых подтверждений существования квантовых свойств времени.

Таким образом, представление о времени как о непрерывной и однозначной величине постепенно уступает место более сложной картине, в которой оно может обладать квантовой природой. Эти исследования открывают путь к новому пониманию устройства Вселенной и роли времени в фундаментальных процессах.

Ссылка: «Квантовые сигнатуры собственного времени в оптических ионных часах» DOI: [10.1103/qhj9-rc2b](https://doi.org/10.1103/qhj9-rc2b).