

Переброска единичных фотонов по открытому воздуху на 144 километра может показаться причудой, но таким способом учёные пытаются решить одну из самых глубоких проблем фундаментальной физики, затрагивающей даже философию.

Яркий опыт, результат которого опубликован только что, убедительно поддерживает квантовую механику и положение, гласящее, что реальность не может быть корректно описана в рамках классической физики.

Передача запутанных фотонов по открытому воздуху между островами Пальма и Тенерифе показала, что природа нарушает принцип локального реализма.

Целью эксперимента (поставленного два года назад, но полностью проанализированного только теперь) было нарушение неравенств Белла. Оно говорит о том, что параметры квантовой частицы могут вовсе не существовать до их измерения. То есть нельзя считать, будто фактом измерения мы лишь ликвидируем наше незнание объективно существовавших свойств.

Это нарушение тесно связано с понятием локального реализма, сочетающего близкое действие с предположением, что все тела обладают объективно существующими значениями своих характеристик. Предыдущие эксперименты в области квантовой криптографии и квантовой телепортации уже поставили локальный реализм под сомнение, но для старых представлений оставались лазейки.

Локальный реализм может устоять при нарушении неравенств Белла в трёх случаях: недостаточного расстояния между объектами в момент измерения (объекты влияют друг на друга), недостаточной свободы выбора настроек измерения (последние могут влиять на скрытые переменные у частиц и наоборот) и недостаточно полной выборки (тут речь идёт о доле наблюдаемых частиц).

В предыдущих опытах такого рода всегда удавалось закрыть только одну лазейку. Это было либо расстояние между частицами, либо "честная" выборка частиц. Теперь же впервые физики прикрыли две лазейки сразу — расстояние и независимость измерения.

Авторы опыта, учёные из австрийского института квантовой оптики и квантовой информации соорудили сложную систему.

Пара запутанных фотонов производилась на Пальме. Далее один из них поступал в

свёрнутое кольцами шестикилометровое оптоволокно для введения 30-микросекундной задержки, после чего попадал в приёмник к "Алисе". Второй фотон сразу отправлялся по открытому воздуху на высоте 2,4 километра на остров Тенерифе (расстояние 144 км), где попадал в приёмник к "Бобу".

Для гарантии свободы выбора настроек измерения физики доверили их определение квантовому генератору случайных чисел, удалённому от источника сцепленных фотонов на расстояние более километра (чтобы факт излучения фотонов не влиял на работу генератора).

При этом сам выбор случайного числа и испускание фотона происходили почти одновременно (в пределах половины микросекунды), то есть никакой мыслимый сигнал не успел бы пройти между источником света и генератором чисел. Информация о параметрах настройки попадала в компьютер ещё и через устройство задержки. Аналогично задержку ввели в генератор случайных чисел, определявший работу приёмника "Боба".

Несмотря на все эти меры, физики продолжали наблюдать корреляцию измеренных свойств разнесённых в пространстве фотонов, нарушающую локальный реализм.

Правда, в данном эксперименте осталась неприкрытой лазейка в виде недостаточно большой выборки фотонов, но учёные полагают, что опыт, закрывающий для принципа локальности сразу все три лазейки одновременно, может быть поставлен в течение пяти лет. Уже буквально на грани возможностей техники.