

# Квантовая телепортация

Материал из Википедии — свободной энциклопедии

**Ква́нтовая телепортáция** — передача [квантового состояния](#) на расстояние, при помощи разъединённой в пространстве [сцепленной](#) пары и классического [канала связи](#), при которой состояние разрушается в точке отправления при проведении [измерения](#), после чего воссоздаётся в точке приёма. Термин установился благодаря статье в 1993 году [Phys.Rev.Lett. 70, 1895—1899 \(1993\)](#), где описано, какое именно явление предлагается так называть и чем оно отличается от популярного в научной фантастике слова «[телепортация](#)». Квантовая телепортация не передаёт энергию или вещество на расстояние. Обязательным этапом при квантовой телепортации является [передача информации](#) между точками отправления и приёма по классическому, неквантовому каналу, которая может осуществляться не быстрее, чем со [скоростью света](#), тем самым не нарушая принципов современной физики.

## Содержание

- [1 Описание эксперимента](#)
- [2 Экспериментальная реализация](#)
- [3 Примечания](#)
- [4 Литература](#)
- [5 Ссылки](#)
- [6 См. также](#)

## Описание эксперимента

Квантовая телепортация осуществляется за счёт разделения информации на «квантовую часть» и «классическую часть» и независимой передаче этих двух компонент. Для передачи «квантовой части» используются характерные для [квантово-запутанных](#) частиц корреляции [Эйнштейна — Подольского — Розена](#), а для передачи классической информации годится любой обычный канал связи.

Для простоты будем иметь в виду квантовую систему с двумя состояниями  $\psi_1$  и  $\psi_2$  (например, проекцию спина электрона или фотона на заданную ось). Такие системы часто называют [кубитами](#). Однако, описанный способ пригоден для передачи состояния любой системы, имеющей конечное число состояний.

Пусть у отправителя есть частица А, находящаяся в произвольном квантовом состоянии  $\psi_A = \alpha\psi_1 + \beta\psi_2$ , и он хочет передать это квантовое состояние получателю, то есть сделать так, чтобы у получателя оказалась в распоряжении частица В в том же самом состоянии. Иными словами, необходимо передать отношение двух комплексных чисел  $\alpha$  и  $\beta$  (с бесконечной точностью). Заметим, что главная цель здесь — это передать информацию не как можно быстрее, а **как можно аккуратнее**. Для достижения этой цели выполняются следующие шаги.

1. Отправитель и получатель договариваются заранее о создании пары квантово-запутанных частиц С и В, причём С попадёт отправителю, а В — получателю. Поскольку эти частицы запутаны, то каждая из них не обладает своей волновой

- функцией (вектором состояния), но вся пара целиком (а точнее, интересующие нас степени свободы) описываются единым четырёхмерным вектором состояния  $\psi_{BC}$ .
2. Квантовая система частиц А и С имеет четыре состояния, однако мы не можем описать её состояние вектором — чистым (полностью определённым) состоянием обладает лишь система из трёх частиц А, В, С. Когда отправитель совершает измерение, имеющее четыре возможных исхода, над системой из двух частиц А и С, он получает одно из 4 собственных значений измеряемой величины. Поскольку при этом измерении система из трёх частиц А, В, С [коллапсирует](#) в некое новое состояние, причём состояния частиц А и С становятся известны полностью, то сцепленность разрушается и частица В оказывается в некотором определённом квантовом состоянии.
  3. Именно в этот момент происходит как бы "передача" «квантовой части» информации. Однако восстановить передаваемую информацию пока невозможно: получатель знает, что состояние частицы В как-то связано с состоянием частицы А, но **не знает как именно!**
  4. Для выяснения этого необходимо, чтобы отправитель сообщил получателю по обычному классическому каналу результат своего измерения (затратив при этом два бита, соответствующие зацепленному состоянию АС, измеренному отправителем). По законам квантовой механики получается, что имея результат измерения, проведённого над парой частиц А и С и плюс к тому запутанную с С частицу В, получатель сможет совершить необходимое преобразование над состоянием частицы В и восстановить исходное состояние частицы А.

Полная передача информации осуществится только после того, как получатель будет обладать данными, полученными по обоим каналам. До того, как получен результат по классическому каналу, получатель ничего не может сказать о переданном состоянии.

Фантастическое понятие [телепортации](#) происходит из специфичной интерпретации эксперимента: «исходное состояние частицы А после всего произошедшего разрушается. То есть, состояние было не скопировано, а перенесено из одного места в другое».

## Экспериментальная реализация

- Экспериментальная реализация квантовой телепортации [поляризационного](#) состояния **фотона** была осуществлена в 1997 году почти одновременно группами физиков под руководством Антона Цайлингера ([Университет Инсбрука](#))<sup>[1]</sup> и Франческо де Мартини ([Университет Рима](#))<sup>[2]</sup>.
- В журнале [Nature](#) за [17 июня 2004](#) года было объявлено об успешном экспериментальном наблюдении квантовой телепортации квантового состояния **атома** сразу двумя исследовательскими группами: [M.Riebe et al., Nature 429, 734—737](#) (телепортация квантового состояния иона атома кальция) и [M.D.Barrett et al., Nature 429, 737—739](#) (телепортация [кубита](#) на основе иона атома бериллия). Несмотря на подымающую шумиху в [средствах массовой информации](#), эти эксперименты вряд ли можно назвать прорывом: скорее это просто очередной большой шаг в направлении создания [квантовых компьютеров](#) и реализации [квантовой криптографии](#).
- [23 января](#) 2009 года учёным впервые удалось телепортировать квантовое состояние иона на один метр.<sup>[3][4]</sup>..

## Примечания

1. [↑ Nature 390](#)
2. [↑ Phys.Rev.Lett. 80, 1121—1125 \(1998\) \(arXiv:quant-ph/9710013\)](#)
3. [↑ Физики впервые телепортировали ионы на метр=Lenta.ru](#) (англ.) (2009-01-26).
4. [↑ пресс-релиз на сайте Объединенного квантового института](#) (англ.) (2009-01-23).

## Литература

- Телепортация: прыжок в невозможное / Дэвид Дарлинг. — Москва: Эксмо, 2008. — 300 с. — (Открытия, которые потрясли мир). — 3100 экз.
- *Бауместер Д., Экерт А., Цайлингер А.* [Физика квантовой информации](#). М.: Постмаркет, 2002. 376 с. Глава 3.
- *Kilin S.Ya.* Quanta and information / Progress in optics. – 2001. – Vol. 42. – P. 1–90.
- *Килин С. Я.* Квантовая информация / Успехи Физических Наук. – 1999. – Т. 169. – С. 507-527. [\[1\]](#)
- Белокуров В.В., Тимофеевская О.Д., [Хрусталеv О.А.](#) Квантовая телепортация - обыкновенное чудо. Москва, Ижевск: Изд-во: Регулярная и хаотическая динамика, 2000. 172 с. <http://books.prometey.org/download/14171.html>  
<http://quantumtheory.ru/read/ru/5C83EBA0666885492E275916BE83723CCFFEE2D/>

## [Ссылки

- Квантовая телепортация на англ. [en:Quantum teleportation](#)
- <http://www.research.ibm.com/quantuminfo/teleportation/>
- Квантовая телепортация. Передача Гордона <http://www.mi.ras.ru/~volovich/lib/vol-acc.htm>
- [Менский М.Б. Квантовая механика: новые эксперименты, новые приложения и новые формулировки старых вопросов](#)
- Лекции по квантовым вычислениям (введение, суперплотное кодирование, квантовая телепортация, алгоритмы Саймона и Шора) в рамках курса «[Современные задачи теоретической информатики](#)»
- [Экспериментально подтверждена квантовая телепортация на расстояние в один метр](#)

## См. также

- [Квантовая запутанность](#)
- [Квантовый компьютер](#)
- [Квантовая информация](#)
- [Квантовый алгоритм](#)
- [Квантовая криптография](#)
- [Теорема о запрете клонирования](#)

Источник

«[http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F\\_%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F)»

Категория: [Квантовые явления](#)