

Квантовая механика против СТО

П.В. Пугенихин
m55@mail.ru

(Получена 28 февраля 2007; опубликована 15 апреля 2007)

Утверждения о «мирном сосуществовании» квантовой теории и специальной теории относительности необоснованны. Взгляды этих двух теорий на скорость передачи взаимодействия являются непримиримыми и взаимоисключающими. Одна из этих двух теорий (или обе) требует пересмотра.

Специальная теория относительности

Рассмотрим пример. Два одинаковых поезда движутся навстречу друг другу. В момент, когда поравняются их локомотивы, все часы в поездах устанавливаются в нулевые показания (в рамках своих ИСО). При этом для наблюдателей в хвостовых вагонах поездов часы хвостового вагона другого поезда будут установлены в будущее. Например, в поезде А часы в хвостовом вагоне сброшены в ноль, но по мнению наблюдателя в этом вагоне часы в хвостовом вагоне поезда В будут установлены в «будущее», например, в показания 60 минут. И наоборот. В процессе сближения часов они будут взаимно отставать и при встрече их показания сравняются. Получается, что часы в хвостовых вагонах действительно были установлены в «будущее».

Мы не можем дважды совместить двое относительно движущихся часов без того, чтобы привести их в ускоренное движение и тем самым выйти за рамки СТО. Вот если бы можно было сравнить показания часов, не расположив их дважды рядом, а сняв показания с разнесенных на расстояние часов мгновенно. Вот если бы можно было мгновенно «слетать» в удаленную точку и посмотреть, что показывают часы там! Что они показывают «на самом деле» в данный момент времени по нашим часам? С точки зрения СТО это означает путешествие в будущее! Может быть, такую возможность может предоставить квантовая корреляция запутанных частиц? Очевидно, что сам факт мгновенной передачи информации в любом виде опровергнет один из постулатов СТО и, следовательно, саму СТО.

Квантовая теория

Квантовая теория утверждает, что при измерении одной из запутанных частиц, вторая мгновенно и на любом расстоянии проецируется в собственное состояние, которое строго и однозначно соответствует состоянию первой измеренной частицы. Конечно, узнать о том, что эти частицы ведут себя синхронно, одинаково, мы можем, лишь передав информацию от одной частицы к другой обычным способом – со скоростью, не превышающей скорость света. Квантовая теория утверждает, что передачи информации при коллапсе волновой функции не происходит, поэтому формально мгновенная скорость «распространения» корреляции не противоречит СТО. Можно ли использовать корреляцию для проверки СТО? Если удастся показать, что квантовая корреляция может использоваться для передачи информации с мгновенной скоростью, то признание истинности СТО потребует признать ошибочность положения квантовой теории о нелокальности.

Квантово-релятивистский мысленный эксперимент

Рассмотрим экспериментальный комплекс на рис.1:

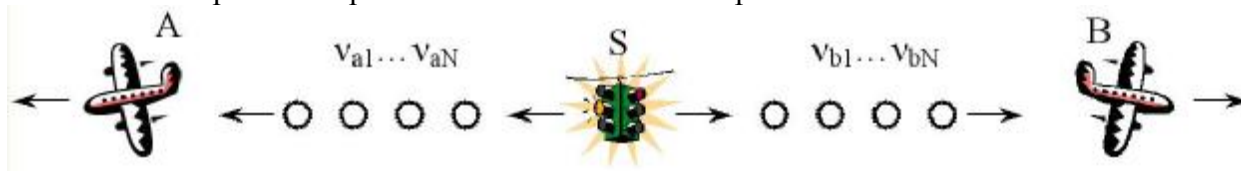


Рис.1. Экспериментальный комплекс для рассмотрения противоречия между квантовой механикой и СТО.

Источник запутанных фотонов S испускает равномерные последовательности фотонов $v_1...v_N$ в противоположных направлениях к A и к B . Два объекта A и B , находящиеся на одинаковом удалении от источника S , сближаются с одинаковыми скоростями. В момент, когда объекты A , B и S поравнялись, часы на объектах A и B синхронизируются с часами неподвижной ИСО, в которой находится и источник S . Наблюдатели на объектах A и B пропускают полученные фотоны через одинаково ориентированные поляризаторы. Вследствие запутанности, фотоны будут одинаково зарегистрированы обоими наблюдателями: они либо оба пройдут через поляризаторы, либо оба будут ими задержаны. Записывающее устройство фиксирует интервалы времени между фотонами, прошедшими через поляризатор. Поскольку фотоны проходят поляризаторы случайным образом, то интервалы между регистрациями могут быть как минимальными (два подряд идущих фотона прошли поляризатор), так и кратными ему (если несколько идущих подряд фотонов были задержаны поляризаторами). Обозначим эти интервалы последовательными числами $0, 1, 2, 3$ и так далее. Одновременно с регистрацией каждого фотона записывающее устройство фиксирует время его регистрации.

В идеальном случае (без потерь фотонов и нулевой погрешности установки поляризаторов) – последовательности будут идентичными от первого до последнего символа. С точки зрения трех ИСО: неподвижной, A и B оба фотона каждой пары измерены на A и на B **абсолютно** одновременно. Чтобы убедиться в этом, рассмотрим этот процесс с точки зрения A . В момент измерения фотона A он находится на объекте A , с какой бы точки зрения мы его ни рассматривали – это **место** совершения события. Парный ему фотон B проецируется в собственное состояние на объекте B с точки зрения неподвижной ИСО. Следовательно, это также **место** совершения события и оно одно и то же для любой ИСО. Отметим это с еще большей определенностью: событие «**ПРОЕЦИРОВАНИЕ ФОТОНА В СОБСТВЕННОЕ СОСТОЯНИЕ**» с точки зрения **неподвижной** ИСО произошло в A (B). Место происхождения этого события пространственно строго определено, оно произошло именно в этой точке пространства, и ни в какой другой. В соответствии со специальной теорией относительности – это событие произошло в этом месте и с точки зрения **любой** другой ИСО.

Таким образом, в момент измерения фотона на A исследователь точно уверен, что второй фотон пары находится на B . Если бы исследователь A сказал, что фотон был измерен на B по часам A уже давно (или просто в другое время), то фотон в этот момент по часам A **не находится** на B . Следовательно, уникальное мгновенное событие «**ПРОЕЦИРОВАНИЕ**» оказывается произошедшем в **разных** местах, что является абсурдом.

Аналогично, в момент измерения фотона на B исследователь B точно также уверен, что первый фотон пары находится в этот момент на A . При этом для нас сейчас неважно: каждый из фотонов спроецирован в собственное состояние *до* измерения (в результате чужого измерения) или в *результате* измерения (своего). В соответствии с формулой Лоренца:

$$t_B = \frac{t_A + \frac{v}{c^2} L}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (1)$$

и в связи с коллапсом вектора состояния запутанных фотонов исследователь А считает, что на В напротив текущего измерения записано время (1). Сам исследователь А запишет напротив этого же измерения собственное время - t_A .

Противоречие между квантовой теорией и теорией относительности состоит в конфликте отношений к принципу предельности скорости передачи информации. Однако известны высказывания о «мирном сосуществовании» между КМ и СТО, поскольку при коллапсе волновой функции запутанных частиц нет передачи информации.

Если права квантовая теория

Через какое-то время мы прекращаем запись показаний поляризаторов и возвращаем объекты А и В в какое-то общее место. Просмотрим архивы записывающих устройств А и В.

Экспериментальный комплекс симметричен, поэтому к каждому из исследователей А и В фотоны будут поступать в одинаковой последовательности (очередности): из интервалов 0, 1, 2, 3 и так далее. Попробуем найти в записях последовательности интервалов (сигнатуру) вида, например, «000-111-000», которую назовем «меткой». Поскольку фотоны поступают случайным образом, то такая последовательность парных прохождений коррелированных фотонов вполне вероятна. Если же такую последовательность мы не обнаружим в наших архивах, то мы возьмем любую другую, достаточно редкую последовательность, поскольку нам нужна «опорная метка», то есть точка в записях, с которой мы начнем сравнивать их друг с другом. Допустим, мы нашли метку «000-111-000».

Если фотоны принимают собственные состояния в соответствии с квантовой теорией *мгновенно* на любом расстоянии, то мы имеем полные основания утверждать, что эти две последовательности – метки «сформировались» одновременно с точки зрения всех ИСО – А, В и S. Это означает, что записав показания собственных часов, наблюдатель А словно бы мгновенно «перепрыгнул» на В и посмотрел показания его часов. Можно сказать иначе: наблюдатель А как бы дистанционно сделал запись метки «000-111-000» в журнале В, против которой наблюдатель В поставил свое время. Эта метка является уникальной: она единственная (либо первая из нескольких возможных), она появилась на А и на В абсолютно одновременно (в противовес «относительности одновременности»), она является *сигналом* синхронизации. Хотя этот сигнал не был передан от одного наблюдателя к другому, он, безусловно, *возник* одновременно, и каждый из наблюдателей вправе считать, что именно он *сгенерировал* этот сигнал своим поляризатором. Нас не удивляет, когда мы пытаемся несколько раз щелкнуть зажигалкой, пытаясь зажечь ее. Иногда для этого приходится проделать несколько попыток. Так и здесь: наблюдатель включает свой прибор и «щелкает» измерителем, пытаясь поймать «искру» - метку «000-111-000». Наконец, он фиксирует эту последовательности и говорит: сигнал сформирован! Этот сформированный сигнал мгновенно оказывается *сформированным* и на приборе второго наблюдателя. Еще раз отметим: одновременность формирования сигнала снимает вопрос о том, какой из исследователей был «чуть-чуть впереди» другого. Этот сигнал синхронизации наблюдатели могут использовать для любых других целей, например, послать друг другу световой сигнал или синхронизировать свои часы (сбросить в ноль секунды, минуты).

Очевидно, что при последующем сравнении архивов записей, наблюдатель А ожидает увидеть в записях В против метки «000-111-000» время в соответствии с уравнением специальной теории относительности (1), то есть показания часов В, отличные от показаний часов А. То же самое ожидает увидеть и В в отношении записей А. Однако безусловно очевидно, что эти две записи будут **идентичными**. Таким образом, квантовая теория опровергает выводы специальной теории относительности об отставании часов: часы движущихся относительно ИСО идут синхронно.

Если права специальная теория относительности

Специальная теория дает для показаний часов уравнение, но исключает возможность непосредственно сравнить эти показания дважды. Мы можем либо изначально синхронизировать часы, предполагая, что в дальнейшем каждые из них относительно отстают, либо совместить их в конце некоторого движения, заключив, что показания часов ранее были с некоторым опережением. СТО исключает возможность любого физического сопоставления интервалов времени, прошедшего в каждой из ИСО. Постулат об ограниченности скорости передачи сообщения приводит любое такое измерение в соответствие с формулой (1). Просмотрим архивы с точки зрения СТО.

Поскольку экспериментальный комплекс симметричен, то к каждому из исследователей А и В фотоны будут поступать в одинаковой последовательности (очередности): из интервалов 0, 1, 2, 3 и так далее. Попробуем найти в записях метку «000-111-000». Очевидно, нет никаких препятствий, что такая метка будет найдена. Поскольку фотоны запутаны, они явно будут давать одинаковые результаты при измерении каждым из поляризаторов. Допустим, мы нашли метку «000-111-000».

Если фотоны принимают собственные состояния вопреки квантовой теории без взаимной синхронности друг с другом, но строго **одинаково**, поскольку фотоны **просто** имеют одинаковые состояния, для чего расстояние значения не имеет, то мы имеем безусловные основания утверждать, что эти две последовательности – метки «сформировались» в строгом соответствии с положениями СТО и принципа «относительности одновременности». Это означает, что каждый из наблюдателей записывает показания собственных часов в момент получения своей метки. Однако эта метка не является уникальной: каждый из наблюдателей получает ее по своим собственным часам, метка не является **сигналом** синхронизации.

Очевидно, что при последующем сравнении архивов записей, наблюдатель А ожидает увидеть в записях В против метки «000-111-000» время, в точности совпадающее с собственными записями, поскольку он знает: эксперимент симметричен. При этом наблюдатель А знает, что время, когда наблюдатель В сделал свою запись в журнале определяется в соответствии с уравнением (1) и не совпадает со временем, когда такую же запись сделал наблюдатель А в своем журнале. Записи в архивах были сделаны в **разное** время с точки зрения обоих наблюдателей, но эти записи **одинаковые**. Таким образом, эти две записи будут **идентичными** по содержанию, но разновременными по созданию. Специальная теория относительности строго последовательно и логично следует своим принципам и дает согласующиеся выводы.

Итак, единственным пунктом доводов, который отвергается специальной теорией относительности, является предположение о **мгновенном** распространении корреляционной связи между частицами. Только отказ от этого предположения позволяет получить правильные выводы в рамках СТО. Все остальные доводы в этих рассуждений сделаны в строгом соответствии с СТО и не могут ставиться под сомнение. Следовательно, СТО явно требует **непризнания** положения квантовой теории о мгновенности коллапса вектора состояния запутанных частиц. В рамках СТО положение квантовой теории о мгновенности коллапса является **ошибочным** положением.

Выводы

1. Между квантовой теорией и специальной теорией относительности существует неустранимое противоречие, касающееся скорости передачи взаимодействия и квантовой нелокальности.
2. Положение квантовой теории о мгновенности коллапса вектора состояния противоречит постулату СТО об ограниченности скорости передачи взаимодействия, поскольку существует способ использовать коллапс для формирования сигнала синхронизации, являющегося фактически информационным сигналом, мгновенно распространяющимся в пространстве.
3. Одна из теорий – квантовая или специальная теория относительности, либо обе теории требуют пересмотра в вопросе о скорости передачи взаимодействия. Для квантовой теории – это отказа от квантовой корреляции запутанных частиц (нелокальности) с мгновенностью коллапса волновой функции на любом расстоянии, для СТО – это предельность скорости передачи взаимодействия.