

# Относительность одновременности

## против остальных «релятивистских» эффектов

(Скандал в «релятивистском» семействе)

Калмыков Р.Б.  
[Ravil8@yandex.ru](mailto:Ravil8@yandex.ru)

### А Н Н О Т А Ц И Я

В рамках СТО феномен «относительности одновременности» имеет третьесортный, производный статус. Автор предлагает пересмотреть ситуацию и принять его в качестве главного феномена СТО. Вместо преобразований Лоренца предлагается более простой вариант преобразований, не связанный с искажениями пространственной и временной шкалы. Этот вариант устраняет раздражающие здравомыслящих людей парадоксы. Подчеркнут тот факт, что предлагаемая методология строго соответствует материалистическому мировоззрению, в отличие от откровенно позитивистской методологии, на которой до сих пор базируется СТО.

---

Требование второго постулата Эйнштейна об одинаковости скорости света во всех инерциальных системах отсчета сразу настраивает на необычность, подразумевает отход от канонов классической механики и не может не вносить принципиальных искажений в привычные для людей представления о пространстве и времени. Так что можно считать, что люди, приступающие к изучению СТО, уже должны быть морально готовы к удивительным метаморфозам.

Однако одна из проблем науки состоит в том, чтобы не переусердствовать в количестве этих метаморфоз, в масштабе вносимой новыми теоретическими представлениями новизны. Не секрет, что физики-теоретики порой готовы обрушить на головы остальных людей огромный вал новых совершенно сумасшедших гипотез. Задача широкой научной общественности, стоящей на здоровой мировоззренческой платформе, состоит в том, чтобы по возможности ограничить революционные устремления некоторых излишне ретивых авторов, свести степень новизны и необычности их концепций к прагматически оправданному необходимому минимуму.

По мнению автора данной статьи, сегодня в этом отношении не все пока благополучно в СТО. То есть авторы СТО явно перестарались с масштабом новизны, пошли вразрез с требованием принципа экономии. Следовало бы попытаться отыскать для данной физической ситуации более простое теоретическое объяснение, менее громоздкое и менее обременительное для человеческого мышления.

Исторически первой в головы физиков пришла идея о том, что в условиях относительного движения инерциальных систем с околосветовыми скоростями неизбежна трансформация пространственных характеристик. Так родились формулы преобразований Лоренца. Однако люди вправе поинтересоваться: почему же так дружно решили начать именно с пространственных искажений, а, скажем, не с временных? По-видимому, так устроен

человеческий разум: хочется начинать с малого, близкого и понятного. Видимо, метаморфозы пространства воспринимаются людьми легче, чем метаморфозы времени.

Однако в итоге получилось, что одной только трансформацией пространства обойтись не удалось, пришлось-таки подвергнуть искажениям и временные характеристики. Да еще как! Согласно преобразованиям Лоренца, в этой ситуации имеют место двойкие метаморфозы времени: сокращаются временные промежутки, и появляется феномен «относительности одновременности». Таким образом, исходная «осторожная» идея о трансформации пространства, в которую так дружно вцепились физики, породила целый букет шокирующих эффектов. Зададимся вопросом: а что получилось бы, если бы начали с другого конца? Автор пытается доказать ниже, что иная исходная установка приводит в данной ситуации к более простому и щадящему человеческое мышление результату с минимумом новизны и необычности.

При изложении СТО обычно принято обнаруживать феномен «относительности одновременности» в самом начале. Но при этом обнаружение носит почему-то только качественный характер, устанавливается только сам курьезный факт этой относительности. Количественную формулу выводят значительно позже, после расчетов «сокращений» длин пространственных и временных отрезков согласно преобразованиям Лоренца. В итоге получается, что данный феномен имеет в СТО как бы «третьесортный», зависимый статус. Как правило, о нем после этого все сразу же и забывают.

Автор усматривает в этом факте принципиальную ошибку. Он считает, что значение этого феномена незаслуженно занижено. На самом деле именно он здесь является главным (и, как будет показано ниже – единственным). Поэтому он должен быть исследован в первую очередь и глубже. А конкретную формулу, характеризующую данный феномен, можно и нужно выводить сразу, прямо из мысленного эксперимента с «эйнштейновским поездом».

## **Прямой вывод масштаба нарушения одновременности**

Итак, перед нами - знаменитый «эйнштейновский поезд», движущийся с релятивистской скоростью. Есть два наблюдателя. Один находится в середине самого поезда, другой – на станции. Все организовано таким образом, что в тот момент, когда проводники поравняются друг с другом, они принимают одновременно два световых сигнала, выпущенных ранее с двух концов поезда. После этого каждый из них делает свои выводы о соотношении моментов послышки этих сигналов.

С наблюдателем, находящимся в середине поезда, все просто: оба сигнала, по его мнению, преодолели одинаковые расстояния (половину длины поезда), пришли к нему одновременно, значит, считает он, и выпущены были тоже одновременно.

Сложнее с наблюдателем на станции. Прежде всего, он понимает, что в моменты выпуска сигналов середина поезда была от него еще на некотором расстоянии. Таким образом, голова поезда была к нему ближе, чем хвост. Световой сигнал от хвоста в итоге преодолел большее расстояние, затратил на свой путь соответственно больший промежуток времени, следовательно, должен был быть выпущен раньше, чем от головы.

Из этой ситуации принято делать справедливый *качественный* вывод о том, что два одновременных события в одной системе отсчета (поезд) отнюдь не одновременны в другой (станция), то есть имеет место факт рассинхронизации часов в двух системах. Но почему-то этим качественным выводом и ограничиваются. Очевидно, с тем, чтобы вывести конкретное количественное соотношение масштаба нарушения одновременности

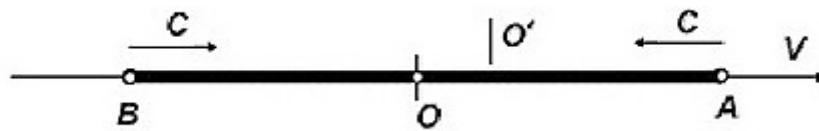
или величины рассинхронизации позднее, из уже готовых преобразований Лоренца. Здесь, на наш взгляд, явная предвзятость. На месте дотошного наблюдателя на станции было бы естественно сразу «взять быка за рога» и попытаться вывести искомое количественное соотношение прямо на месте.

Пару слов о природе феномена относительности одновременности. *Фактически речь идет об относительном смещении (сдвиге) событий на некоторый промежуток по шкале времени при переходе от одной системы к другой. Величина этого смещения зависит от положения в пространстве (вдоль оси взаимного движения систем).* Именно это смещение (назовем это **дефектом несовпадения событий во времени**) и приводит к интересующему нас феномену, является его количественной характеристикой.

Итак, наблюдатель на станции хочет попытаться вычислить величину дефекта несовпадения, пользуясь простейшими подручными средствами, без использования формулы преобразований Лоренца, но руководствуясь постулатами Эйнштейна. При этом наш наблюдатель настолько влюблен в пространство, что не хочет без особой нужды трансформировать его характеристики. А времени у станционных зрителей, как правило, навалом, так что его не жалко ☺.

Изобразим ситуацию в момент испускания сигнала с хвоста поезда на рис.1:

Рис. 1. Поезд Эйнштейна



Здесь **O** - положение середины поезда; **O'** - положение наблюдателя на станции;  
**A** - положение головы поезда; **B** – положение хвоста поезда;  
**AB = l** – длина поезда; **BO=OA=l/2**; **V** – скорость поезда.

Сигналу с хвоста поезда надо затратить до встречи с наблюдателем на станции следующий промежуток времени

$$t_1 = \frac{BO'}{c} = \frac{(BO + OO')}{c} = \frac{(l/2 + V \cdot t_1)}{c} \quad \text{Отсюда} \quad t_1 = \frac{l}{2(c - V)}$$

Аналогично вычисляется время, необходимое для прихода сигнала с головы поезда (момент испускания сигнала будет другим, но ситуация будет схожей, поэтому можно воспользоваться тем же рис.1)

$$t_2 = \frac{AO'}{c} = \frac{(AO - OO')}{c} = \frac{(l/2 - V \cdot t_2)}{c} \quad \text{Получаем} \quad t_2 = \frac{l}{2(c + V)}$$

Легко вычисляется разница между двумя промежутками

$$\Theta t = t_1 - t_2 = \frac{l}{2(c-V)} - \frac{l}{2(c+V)} = \frac{l\vec{V}}{(c^2 - V^2)} \quad (1)$$

Итак, размышляет наблюдатель на станции, чтобы соблюсти одновременность прихода сигналов к нему, сигнал с головы должен быть выпущен раньше сигнала с хвоста именно на эту величину  $\Theta t$  (1). Отсюда, не прибегая к трансформации пространства, он делает простейший вывод об искомой величине рассинхронизации часов (дефекта несовпадения событий) в двух системах в любых двух точках А и В на оси их взаимного движения. Из формулы (1) видно, что эта величина пропорциональна скорости относительного движения систем  $\vec{V}$  и расстоянию между исследуемыми точками на оси этого движения  $l$ .

## Где ошибка?

Как видим, результат нашего наблюдателя не совпадает с тем, который получается из преобразований Лоренца. Он выглядит проще и при этом не сопряжен с деформацией пространственной и временной шкалы. Кто же прав?

Напомним, что формулы преобразований Лоренца чаще всего получают из интерпретации опыта Майкельсона. При этом совмещают *момент начала* движения луча света по плечам интерферометра в двух системах: движущейся вместе с интерферометром и стационарной.

Попробуем придирчиво рассмотреть эту ситуацию, помня о факте относительности одновременности. В привязанной к интерферометру системе луч света, пробежав по плечу интерферометра и отразившись от зеркала, через некоторое время возвращается в *исходную* точку, точку старта.

В стационарной системе, относительно которой интерферометр смещается, это событие – возвращение светового луча – происходит уже не в точке старта, а в *другой* точке, поскольку за время путешествия  $\Delta t$  этого луча сам интерферометр сместился в пространстве на величину  $l = V \cdot \Delta t$ . И здесь обнаруживается важное обстоятельство. Согласно феномену относительности одновременности в этой *другой* точке имеет место дефект несовпадения событий во времени (!). То есть по часам одной системы *событие* в этой точке происходит раньше, чем по часам другой. В частности, когда *процесс* движения в одной системе уже закончен, в другой он все еще продолжается!

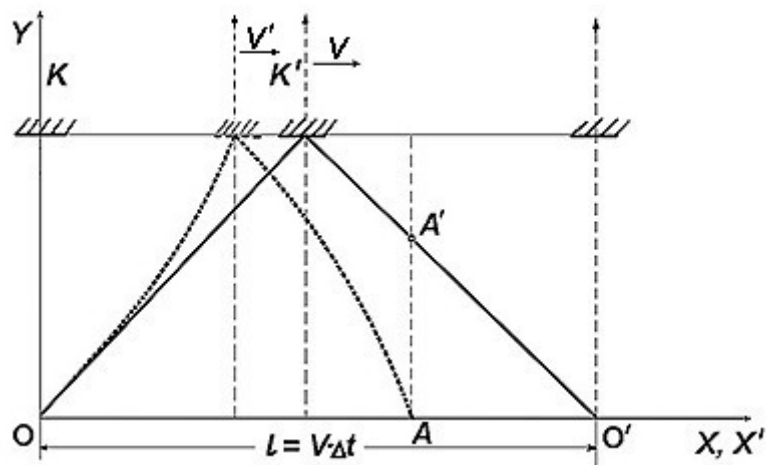
Возникает очень непростая *методологическая проблема*: как в таких условиях транслировать события из одной системы в другую, как осуществлять прямые сравнения пространственных и временных характеристик? Возникает подозрение, что физики до сих пор недостаточно серьезно продумывали этот вопрос. В самом деле: за исключением одного начального момента *все события* в двух движущихся системах не совпадают во времени, причем величина дефекта несовпадения не постоянна, непрерывно прогрессирует с увеличением относительного смещения систем в пространстве.

Серьезный анализ этой проблемы приводит к констатации печального факта: невозможно достичь ситуации, когда начало и конец *любого физического процесса* совпадают во времени в обеих системах. Может совпадать только *один момент*, например, начало или конец процесса. В опыте Майкельсона совпадает только начало, в мысленном эксперименте с «эйнштейновским поездом» совпадает только конец.

Вспомним, что при анализе опыта Майкельсона формулы преобразований Лоренца были получены из простого прямоугольного треугольника, по гипотенузе которого двигался поперечный световой луч в системе стационарного наблюдателя (см. рис.2, сплошная линия). Однако наличие дефекта несовпадения событий во времени значительно усложняет эту ситуацию. Акт возвращения светового луча в движущейся системе наступает раньше (точка А). В этот момент в покоящейся системе луч все еще продолжает весело бежать по гипотенузе (точка А'). Наблюдателя в стационарной системе это должно поставить в неловкое положение: в какой момент он должен фиксировать путь, пройденный лучом света, и затраченный на этот путь промежуток времени (в точке О' или в точке А')?

Наш бедный стационарный наблюдатель наверняка задастся вопросом: если начало процесса движения в двух системах совпадает во времени, а конец не совпадает, то как же вообще выглядит этот процесс по версии движущегося наблюдателя? Стационарный наблюдатель захочет попытаться отобразить эту версию процесса движения в своей системе на своей диаграмме с учетом дефекта несовпадения (см. рис.2, пунктир).

Рис. 2. Движение поперечного луча в опыте Майкельсона



Сравнение двух диаграмм наверняка не придаст ему энтузиазма. По его мнению, в движущейся системе явно наблюдается торможение процессов в направлении движения (и ускорение в противоположном направлении, учитывая изменение знака  $V$  в формуле (1)). В частности, скорость взаимного смещения двух систем  $V'$  там замедляется с удалением от точки старта. Понятно, почему это происходит по методологии нашего стационарного зрителя:

$$V = \frac{dx}{dt} \quad , \text{ а с учетом дефекта несовпадения } t' = t + \Theta_t \text{ , тогда}$$

$$V' = \frac{dx'}{dt'} = \frac{dx}{d(t + \Theta_t)} \leq \frac{dx}{dt} \quad - \text{ отсюда иллюзия замедления движения.}$$

А при движении в противоположном направлении  $V$  меняет знак на минус и величина  $\Theta_t$  приобретает отрицательное значение (см. формулу (1)), что порождает иллюзию ускорения.

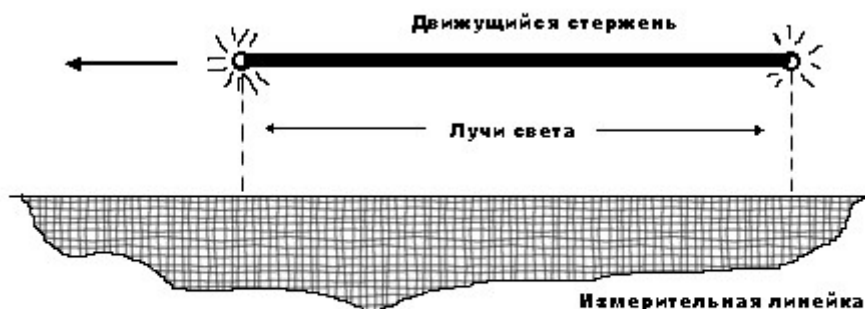
Из этой ситуации неизбежно вытекает малоутешительный вывод: если невозможно совместить во времени начало и конец любого процесса, все его промежуточные фазы и все происходящие в его рамках локальные события, то постановку задачи прямого сопоставления динамических, пространственных и временных характеристик этого процесса в двух движущихся с околосветовой скоростью системах следует признать, мягко говоря, проблемной. В этой связи ту очаровательную простоту, которую авторы СТО продемонстрировали при выводе преобразований Лоренца, никак нельзя признать методологически корректной. Очевидно, эти преобразования должны быть пересмотрены. СТО следует подвергнуть серьезной переделке. Что при этом произойдет с ее знаменитыми следствиями и парадоксами?

## Проблема прямых сравнений в деталях

Попробуем рассмотреть ситуацию корректно на простом примере, с самого начала учитывая существование феномена относительности одновременности. В классическом примере с летящим стержнем попробуем сравнить результаты измерения его длины, получаемые двумя исследователями. В системе первого исследователя, где стержень покоится, процесс измерения очень прост: можно не спеша приложить измерительную линейку и отметить на ней положение концов стержня. В системе второго исследователя, мимо которого этот стержень несется с околосветовой скоростью, дело обстоит немного сложнее. Второму исследователю предстоит организовать специальный измерительный эксперимент.

**Эксперимент 1.** Первый исследователь получает задание устроить вспышки света *одновременно на двух концах стержня*. Второму исследователю остается зафиксировать эти вспышки на своей измерительной линейке, например, с помощью светочувствительного покрытия. Для простоты мысленного эксперимента предположим, что стержень пролетает практически вплотную к линейке, поэтому задержкой между моментом вспышки и актом измерения можно пренебречь.

Рис.3. Эксперимент 1

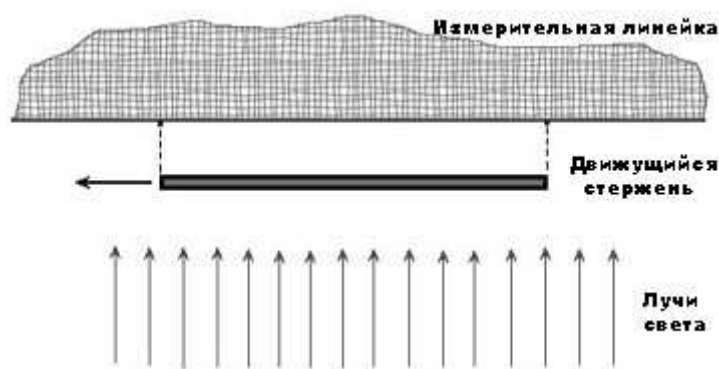


Начинаем эксперимент. Первый исследователь синхронизирует часы на концах стержня и делает на них одновременные вспышки. Но второй исследователь вдруг высказывает возмущение: в его системе вспышки произошли *не одновременно*. То есть, вначале он зафиксировал вспышку на одном конце стержня, затем, после паузы, по прошествии

некоторого промежутка времени, на другом. Он вполне резонно считает результат эксперимента **некорректным**, поскольку за время упомянутой паузы стержень *существенно сместился* в пространстве. Эта злосчастная пауза как раз и есть дефект несовпадения событий на концах пространственно протяженного стержня – результат акцентируемого нами релятивистского эффекта - **относительности одновременности**. Фактически эта пауза делает некорректным весь эксперимент. Итак, эксперимент 1 забракован. Исследователи договариваются сделать по-другому.

**Эксперимент 2.** Теперь второй исследователь берется организовать **одновременную** фиксацию концов стержня в своей системе. Для этого он устраивает вспышку широкого пучка параллельных лучей света от одного источника перпендикулярно движению стержня. Ему остается только зафиксировать края тени от летящего мимо стержня на своей линейке. Опять считаем, что стержень движется вплотную к линейке второго наблюдателя, практически без пространственного зазора.

Рис.4. Эксперимент 2



Акт измерения совершен. Но теперь возмущается первый исследователь. Он с досадой констатирует, что стержень в его системе освещался **не одновременно** по всей длине. Опять сработал эффект **относительности одновременности**: вместо одновременной вспышки получился своего рода «бегущий огонь»: сначала был освещен один конец, потом световой луч пробежал с некоторой скоростью по стержню до другого конца. В итоге между моментами освещения двух концов получилась пауза. Если учесть, что за время этой паузы измерительная линейка второго исследователя существенно сместилась в пространстве относительно стержня, результат измерения, по мнению первого исследователя, следует признать некорректным. Опять тот же дефект несовпадения событий на концах протяженного стержня! Получается, что пауза в акте измерения, как итог эффекта относительности одновременности, делает некорректным и этот эксперимент.

Что получается в итоге? Простейшее измерение линейных размеров предусматривает **контакт** концов предмета с измерительной линейкой. Но этот контакт в интересующем нас случае оказывается невозможным. Если рассматривать ситуацию методологически корректно и с самого начала учитывать факт относительности одновременности, то следует говорить о **невозможности одновременной фиксации** концов стержня в двух системах сразу. В условиях движения систем относительно друг друга это обстоятельство, если разобраться, делает **невозможным сам акт прямого сравнения** длин пространственных отрезков, расположенных вдоль линии движения.

Аналогичные рассуждения приводят к выводу о невозможности прямого сравнения также и промежутков времени, поскольку акты измерения в условиях непрерывного взаимного смещения систем совершаются опять-таки в точках, разнесенных в пространстве вдоль линии движения. Дефект несовпадения событий в этих точках делает невозможным факт одновременной фиксации начала и конца временного промежутка в двух системах.

В таких условиях разумнее всего будет считать, что со шкалой пространства и шкалой времени ничего необычного не происходит вообще. Есть только факт смещения событий по шкале времени. Таким образом, принципиальная невозможность прямого сравнения длин отрезков и временных промежутков заставляет в корне изменить отношение к преобразованиям Лоренца и знаменитым следствиям СТО. Должное акцентирование эффекта относительности одновременности приводит нас к необходимости не только пересмотреть все прежние выкладки, но еще и **аннулировать** все остальные «релятивистские» эффекты. Все эти мнимые «сокращения», парадокс «близнецов» и некоторые другие забавные вещи придется, как ни печально, выбросить в корзину истории. В случае с «близнецами» все обстоит просто: при высокоскоростном удалении их друг от друга, по версии каждого, другой смещается по шкале времени. Однако при возвращении знак скорости меняется на противоположный и смещение происходит в обратном направлении, так что в итоге при встрече никакой разницы в возрасте обнаружено не будет.

Итак, специальная теория относительности приобретает теперь вид теории только одного феномена – ***пространственно обусловленного смещения событий по шкале времени***. Это единственный новый элемент, который необходимо внести в классическую механику. Таким образом, достигается минимум необычности.

Кого-то вскрытая ситуация может удивить, кто-то будет наверняка расстроен или рассержен. Автор воспринимает все это с большой долей снисходительности, поскольку считает это досадное недоразумение всего лишь очередным свидетельством общего системного кризиса в методологии физики XX века, о котором он уже писал ранее.

Интересно, как теперь физики будут смотреть в глаза писателям-фантастам?