

Л.М.Мерцалов

**Относительность
одновременности
и преобразования Лоренца**

$$t' = \frac{t - vx/c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

Леонид Мерцалов

**Относительность
одновременности и
преобразования Лоренца**

«Автор»

2023

Мерцалов Л. М.

Относительность одновременности и преобразования Лоренца /
Л. М. Мерцалов — «Автор», 2023

ISBN 978-5-532-90592-4

Рассмотрены основополагающие по отношению к теории относительности статьи А.Эйнштейна "К электродинамике движущихся тел" и "Зависит ли инерция тела от содержащейся в нём энергии?" с целью выяснения физического смысла "относительности одновременности" и релятивистского радикала, присутствующего в преобразованиях Лоренца, а также "зависимости массы тела от увеличения его скорости". При анализе статей показано, что "относительность одновременности" имеет простое объяснение как эффект искажения сообщения о параметрах при передаче его с помощью распространения света. В движущейся системе отсчёта время и размеры твёрдых тел остаются неизменными, а все изменения их являются регистрируемыми (фиктивными) и обнаруживаются только у отдалённого наблюдателя. Масса движущегося тела не изменяется. Выяснено, что специальная теория относительности есть теория, описывающая исключительно испускание и отражение света движущимися объектами, и не может по этой причине описывать другие физические явления.

ISBN 978-5-532-90592-4

© Мерцалов Л. М., 2023

© Автор, 2023

Содержание

Предисловие	5
Часть 1. Кинематика	7
Введение	7
1. Об относительности промежутков времени	8
2. Теория преобразования координат и времени от системы, равномерно и прямолинейно движущейся, к системе, покоящейся относительно первой	9
Конец ознакомительного фрагмента.	19

Леонид Мерцалов

Относительность одновременности и преобразования Лоренца

Предисловие

Кризис фундаментальной теоретической физики вырвался, наконец, на просторы Scientific American и Nature. Известнейшие ученые с горечью и сожалением обсуждают вопрос о конце фундаментальной физической науки как таковой и перспективах научной деятельности в частности. Прогнозы даются неутешительные: еще пятьдесят – семьдесят лет такого развития, и фундаментальную физику можно будет исключить из числа занятий, достойных современного цивилизованного человека. В дальнейшем, ввиду ее нерезультативности, ею будут заниматься лишь эзотерики и мистики, а объективное знание останется областью одних только прикладных дисциплин. При этом основная идея, которая приводит к подобному выводу, заключается в том, что конец фундаментальной физической науки есть естественный результат ее развития, что человечество в этом отношении дошло до пределов познания и далее продвигаться в этом направлении уже не может.

Не говоря уже о том, что нынешние ученые абсолютно не ориентируются в том, на каком этапе развития фундаментальной физической науки они находятся, они даже и не пытаются осмыслить природу кризиса, его истоки и причины его появления. Считается, что современная физическая наука с самого начала своего появления развивалась непрерывно, поступательно и бескризисно. Один из «специалистов» даже назвал ее физикой Галилея – Эйнштейна, подчеркивая это непрерывное развитие, чем выбросил на помойку истории И. Ньютона с его законами. Поэтому она, по его мнению, исчерпав свой потенциал, должна спокойно почить в бозе, к удовлетворению сторонников партии «зеленых».

Между тем, если говорить о современной фундаментальной физике, мало того, что развивалась она неравномерно и пережила много мелких недоразумений, но, кроме того, в начале XX века получила со стороны А. Эйнштейна мощный удар, от которого не оправилась до сих пор. Этот удар заключался в том, что основные понятия и законы теории объявлялись «...свободными изобретениями человеческого ума, ... не выводимыми из опыта ...» (Эйнштейн А. «О методе теоретической физики»). До него господствовал другой принцип, принадлежащий тому самому отвергнутому И. Ньютоном, – принцип «гипотез не изобретаю». **С отмены этого принципа и начался тот кризис фундаментальной физической науки, который мы имеем в настоящее время.** Поэтому, вместо того, чтобы твердить о конце науки, бессмысленности научного творчества и ограниченности материалистического мировоззрения, неплохо было бы сначала разобраться в причинах кризиса, его движущих силах и формах проявления. И отталкиваться нужно от 1905 года. От создания А. Эйнштейном знаменитой и вездесущей теории относительности, которая усилиями научной элиты к XXI веку оказалась пробным камнем испытания на научность для любой физической теории.

К настоящему времени в обширной критической литературе, посвященной теории относительности, сложился определенный стиль анализа этой теории. Он заключается в том, что в начале такого анализа отмечают наиболее явные с точки зрения физического смысла несущест-
венности, рассматриваются вытекающие из положений теории неустранимые парадоксы и на этом основании делается вывод о полной несостоятельности теории Эйнштейна. Далее предлагается свой вариант теории, по мнению автора, свободный от подобных ошибок. Разбираться в том, что позитивного принесла теория относительности в теоретическую физику, никто

не хочет. В ответ апологеты теории обвиняют критика в узости мышления, приверженности закостенелому здравому смыслу и отсутствию творческого начала в его критике, отвергая его истолкование явлений. В результате каждый остается при своем мнении и никакого конструктивного диалога не происходит. Но поскольку теория относительности занимает в настоящее время ключевую позицию в списке теорий, использующихся для объяснения строения и взаимодействия элементов мироздания, настоятельно необходим тщательный и придирчивый анализ оснований самой теории для уяснения прочности этих оснований и применимости их для объяснения того самого строения мироздания в условиях выявившегося общего и всеобъемлющего кризиса фундаментальной теоретической физики.

Поскольку традиционный анализ теории относительности мало способствует уяснению ее места в позитивной науке, превращаясь по ходу разбирательства в обмен взаимными оскорблениями, в нашем анализе применен иной способ исследования этой теории – анализ теории относительности в пределах, строго заданных ее начальными условиями. То есть, оставаясь строго в пределах логики Эйнштейна, используя применяемую им методику построения доказательств и объяснения явлений, принимая начальные условия его теории полностью и без критики, делается попытка выяснить **истинный** физический смысл теории и следствий, из нее вытекающих. Попутно также делается попытка определить **подлинное** место теории относительности в системе научного знания и применимость ее для объяснения широкого круга явлений, исследуемых современной физической наукой. **Создание теории, заменяющей теорию относительности, категорически не входит в число задач настоящего исследования.**

Часть 1. Кинематика

Введение

Как известно, «относительность одновременности» является центральным пунктом специальной теории относительности Эйнштейна, который так определяет положение этого пункта в начальных условиях теории: «Оказывается, что принцип постоянства скорости света и принцип относительности противоречат один другому только до тех пор, пока сохраняется постулат абсолютного времени, т. е. абсолютный смысл одновременности. Если же допускается относительность времени, то оба принципа становятся совместимыми; в этом случае, исходя из этих двух принципов, получается теория, называемая "теорией относительности"». [1]

В результате применения двух названных принципов Эйнштейн создает теорию, в которой приходит к заключению, что время в движущейся системе отсчета замедляется по отношению ко времени в неподвижной системе, о чем он неоднократно и недвусмысленно заявляет в своих, посвященных теории относительности, работах. При этом он понимает подобное замедление как физическое замедление «хода» часов в движущейся системе.

Не подвергая сомнению правильность исходных предпосылок (постулатов) теории относительности и не изменяя дальнейших построений теории, строго придерживаясь представлений Эйнштейна о природе и свойствах электромагнитных волн и способах их распространения, попробуем выяснить истинный физический смысл «относительности одновременности», релятивистского радикала и выражения для «местного» времени, содержащихся в анализируемых нами преобразованиях.

Для выяснения физического смысла относительности одновременности рассмотрим сначала статью А. Эйнштейна «К электродинамике движущихся тел» и проанализируем содержащиеся в ней закономерности.

Чтобы предлагаемый анализ был четко структурирован относительно последовательности и содержания вопросов, рассматриваемых в статьях Эйнштейна, в названиях разделов настоящего исследования использованы оригинальные заголовки разделов статей Эйнштейна, с небольшими изменениями, соответствующими содержанию анализа.

1. Об относительности промежутков времени

Когда Эйнштейн впервые объявляет об относительности одновременности, он, во-первых, отмечает, что это **наблюдаемый** феномен, и не более того, а во-вторых, пользуется для демонстрации этого явления примером с распространением света:

«Представим себе, что к обоим концам стержня (А и В) прикреплены часы, которые синхронны с часами в покоящейся системе, т. е. показания их соответствуют „времени покоящейся системы“ в тех местах, в которых эти часы как раз находятся; следовательно, эти часы „синхронны в покоящейся системе“. Представим себе далее, что у каждого часов находится движущийся с ними наблюдатель и что эти наблюдатели применяют к обоим часам установленный в § 1 критерий синхронности хода двух часов. Пусть в момент времени t_A из А выходит луч света, отражается в В в момент времени t_B и возвращается назад в А в момент времени t'_A . Принимая во внимание принцип постоянства скорости света, находим:

$$t_B - t_A = r_{AB} / V - v,$$

$$t'_A - t_B = r_{AB} / V + v,$$

где r_{AB} – длина движущегося стержня, измеренная в покоящейся системе. Итак, наблюдатели, движущиеся вместе со стержнем, найдут, что часы в точках А и В не идут синхронно, в то время как наблюдатели, находящиеся в покоящейся системе, объявили бы эти часы синхронными. Итак, мы видим, что не следует придавать *абсолютного* значения понятию одновременности. Два события, одновременные при наблюдении из одной координатной системы, уже не воспринимаются как одновременные при рассмотрении из системы, движущейся относительно данной системы». [2]

Из этого примера видно, что ни о каком физическом изменении «хода» времени речи не идет, все изменения длительности промежутка времени суть **наблюдаемые**, связанные с распространением света. Уже синхронизация часов способом, предложенным Эйнштейном, не может быть выполнена в отсутствие наблюдателя – она полностью есть результат наблюдения или анализа результатов этого наблюдения. Наблюдатель, фиксирующий распространение света, присутствует также и в описании самого мысленного эксперимента. Добавим только, что под **наблюдением** здесь подразумевается реальное физическое действие, осуществляемое реальным, физически существующим исследователем, использующим собственные органы чувств либо необходимое экспериментальное оборудование.

Анализировать методические ошибки в приведённом отрывке из статьи Эйнштейна нет необходимости. Нам вполне достаточно, что он в явном виде связывает относительность одновременности с распространением света. Более тщательное исследование заявления Эйнштейна находится у С.Н.Мигунова – Миллера в <https://www.allbest-0-00901644>.

Чтобы и дальше оставаться в пределах логики Эйнштейна, примем для дальнейших рассуждений без критики весь вывод преобразований Лоренца и сами эти преобразования. То есть будем считать, что квадратичная форма преобразований Лоренца относительно скорости света подтверждается на практике. А поскольку их вывод построен на результатах мысленных экспериментов, применим аналогичный прием, в точности соответствующий эйнштейновской логике, для выяснения физического смысла «относительности одновременности», релятивистского радикала и выражения для «местного» времени, присутствующего в преобразованиях.

2. Теория преобразования координат и времени от системы, равномерно и прямолинейно движущейся, к системе, покоящейся относительно первой

Прежде чем проводить дальнейший анализ статьи, необходимо сделать одно существенное разъяснение к способу употребления преобразований Лоренца, вытекающее из природы этих преобразований. Предположим, что у нас уже есть преобразования координат, выраженные в виде математической зависимости, от системы координат равномерно и прямолинейно движущейся, в которой размещено твердое материальное тело, неподвижное относительно этой системы, к системе, покоящейся относительно первой. Предположим также, что размеры этого тела существенно меньше расстояния его от начала координат неподвижной системы. Форма этих преобразований и способ, которым они были получены, на дальнейшие рассуждения пока не влияют. Координаты, использованные при этом, берутся декартовыми, а их система – прямоугольной. Для реального вычисления координат движущегося тела в **неподвижной** системе с помощью упомянутых преобразований, если начала обеих систем не совмещены, мы, прежде всего, должны иметь координаты тела в **движущейся** вместе с ним системе (полученные наблюдателем, находящимся рядом с телом, путем прикладывания твердого масштаба по осям относительно начала координат движущейся системы). Но наблюдатель, находящийся в **неподвижной системе**, не может сам по себе, даже однократно, непосредственно воспользоваться этими координатами из-за **движения** подвижной системы и **расстояния**, отделяющего наблюдателя от движущегося тела. Точно так же для вычисления координат тела в **подвижной** системе нужно сначала получить его координаты в **неподвижной** системе. Но из-за расстояния, отделяющего тело от начала координат неподвижной системы, а также из-за движения тела получить его конкретные координаты даже однократно в этой системе **способом Эйнштейна**, т.е. путем прикладывания масштаба измерения по осям, не представляется возможным, так как за время, необходимое для определения расстояния тела от начала координат, оно переместится на некоторое расстояние. Пусть мы даже положим для всех координат в движущейся системе равенство их нулю, т.е. примем само движущееся тело за начало координат этой системы, наше затруднение не исчезнет, так как из-за движения тела мы не сможем прямо и непосредственно определять его координаты в неподвижной системе упомянутым уже способом – путем прикладывания твердых масштабов по осям. Кроме того, скорость движения подвижной системы также должна определяться из условий и во время конкретного эксперимента, а значит, ее необходимо найти либо в подвижной, либо в неподвижной системах, с помощью физических средств **наблюдения**, определяющих эту скорость. Для устранения описанного затруднения при выполнении реальных вычислений необходимо, кроме математической формы преобразований, иметь еще и действующее **дополнительное условие**, заключающееся в том, что координаты тела, полученные в одной из систем, должны и могут быть **переданы** в другую систему тем или иным способом. Что и куда должно быть передано, зависит от места наблюдателя в этих системах, а способ передачи существенно зависит от формы используемых в вычислениях преобразований. Заметим при этом, что указанное дополнительное условие действует не только при вычислении координат, но и при применении преобразований для **вычисления изменений любого значимого параметра**.

Отметим теперь, что, используя преобразования Лоренца для описания переноса параметров движения материальных тел из подвижной системы отсчета в неподвижную, Эйнштейн, в противоположность использованию преобразований Галилея, ограничивает набор таких параметров исключительно теми из них, которые могут передаваться **при помощи распространения электромагнитных волн**, принципиально отбрасывая все остальные. Объяс-

нить упомянутую выше особенность преобразований Лоренца (описание передачи параметров движения тел из одной координатной системы в другую при помощи распространения электромагнитного излучения) возможно, если отвлечься от математического формализма преобразований и обратиться к физической сущности описываемых при таких преобразованиях изменений.

Вряд ли кто-то будет возражать против положения, что физическая теория создается не для собственного лишь ее существования, а чтобы объяснять реально существующие явления, использующиеся, в конечном счете, в практической деятельности. Поэтому, когда мы имеем перед собой символьную запись неких преобразований, за ними всегда стоит реальный эксперимент либо столь же реальный природный процесс. И если мы имеем преобразования координат из движущейся системы отсчета в неподвижную и наоборот, то это не просто математические выражения, записанные символами на бумаге, а сохранённая информация о реальном движении и реальном способе передачи параметров. То есть при реальном вычислении координат каждой форме математической записи в этом случае соответствует свой способ движения и свой способ такой передачи. В противном случае мы имеем не элемент физической теории, а математическую конструкцию, не связанную с реальной действительностью.

Каким способом происходит передача параметров, как раз и можно определить, рассмотрев состав преобразований координат.

Если, к примеру, взять преобразования Галилея:

$$\begin{aligned}x' &= x - v \times t, \\y' &= y, \\z' &= z, \\t' &= t,\end{aligned}$$

то можно увидеть, что параметры движения, присутствующие в символьной записи этого преобразования, включают координаты, полученные в системах отсчета, скорость движения и время движения. Отсюда можно сразу сделать вывод, что, во-первых, преобразования Галилея относятся к движению материальных тел, так как в них используются характеристики, присущие всем без исключения движениям таких тел, и не используются характеристики, относящиеся в совокупности к другим видам движений, например, к перемещению зарядов или полей. Во-вторых, в этих преобразованиях есть параметры, измеренные в подвижной системе отсчета

(x', y', z') , есть также параметры, определённые в неподвижной системе

(x, y, z, v, t) , но нет посторонних параметров, не относящихся к этим системам. Кроме того, время, употребляемое для описания движения в обеих системах, **принято** абсолютным, то есть «...время t' события в системе K' то же, что и в системе K ». [3]

Физически это означает, что время передачи сообщения из подвижной системы координат в неподвижную и наоборот **принимается** равным нулю, т. е. скорость передачи информации из одной системы в другую **принимается** равной бесконечности. А это, в свою очередь, означает, что наблюдатель может находиться в произвольной точке пространства, в том числе и вблизи от движущегося тела, так как информация о движении тела в нашем случае передается в любую точку пространства с бесконечно большой скоростью.

Из всего сказанного становится понятно, почему Галилей не рассматривал в своих преобразованиях необходимость учитывать передачу данных из подвижной системы координат в неподвижную. Так как в его преобразованиях использовалось абсолютное время, а из-за этого параметры движущихся тел считались доступными мгновенно, то вопрос о способе их появления у наблюдателя не возникал. С другой стороны, относительность Галилея была выражена в виде философского принципа и не исследовалась детально с чисто физической точки зрения.

Если теперь с этой точки зрения рассмотреть преобразования Лоренца:

$$\begin{aligned}x' &\times \sqrt{1 - v^2 / c^2} = x - v \times t, \\y' &= y, \\z' &= z, \\t' &\times \sqrt{1 - v^2 / c^2} = t - v \times x / c^2,\end{aligned}$$

то здесь также непосредственно видно, что в них, кроме характеристик, относящихся к движениям материальных тел, присутствует параметр, не принадлежащий к описанию таких движений, а именно скорость распространения электромагнитных волн, скорость света. Причем этот параметр не определен в конкретном факте движения ни в подвижной, ни в неподвижной системах, а привнесен в преобразования из сторонних условий. А, как известно, дополнительные условия ограничивают область применения описания. Кроме того, величина промежутка времени, измеренная в движущейся системе, отличается от величины его, определённой в неподвижной. Отсюда можно вывести, что преобразования Лоренца описывают перенос информации (параметров) **не любых движений**, поскольку для такого описания скорость света не является необходимым элементом. Значит, в преобразованиях Лоренца описывается передача информации о каком-то ограниченном наборе движений, в котором, напротив, присутствие скорости света является необходимым и существенным условием. Это можно понять лишь единственным образом, что передача информации из движущейся системы в неподвижную в этом случае, во-первых, происходит только с помощью распространения света, так как кроме скорости света в них нет другого параметра, указывающего на способ передачи сообщения, во-вторых, распространение сигнала к наблюдателю в неподвижной системе происходит за конечное время. Отсюда с необходимостью вытекает сделанное ранее заявление, что использование преобразований Лоренца применительно к движению материальных тел описывает передачу из движущейся системы отсчета в неподвижную лишь тех параметров, которые передаются исключительно **с помощью распространения света либо электромагнитных волн другого диапазона**.

Опишем эксперимент в духе Эйнштейна, **пользуясь его логикой и методикой и при заданных им начальных условиях**: рассмотрим распространение света, имея неподвижную систему отсчета, в которой равномерно и прямолинейно движется независимая от нее другая система отсчета, и **докажем правильность выдвинутого положения относительно характера преобразований Лоренца**. Если описать эксперимент, в котором перенос конкретного параметра из движущейся системы в неподвижную, величины интервала времени, например, осуществляется с помощью **одного лишь распространения света**, то получившееся описание с необходимостью должно соответствовать преобразованиям Лоренца. То есть решим задачу: описывая распространение света в движущихся друг относительно друга систе-

мах отсчета, получить преобразования Лоренца. Относительно самих систем отсчета заметим, что они, по Эйнштейну, определяются «...методами евклидовой геометрии с помощью твердых масштабов и... в декартовых координатах». [4]

Пусть подвижная система движется вдоль оси X с постоянной скоростью v в сторону больших значений координаты неподвижной системы. Скорость света также примем постоянной

$c = \text{const}$, а скорость движения подвижной системы определим стандартными методами. При этом синхронизацию часов, находящихся в разных точках, осуществим перед началом эксперимента способом, предложенным Эйнштейном. После этого и прежде всего определим изменяемость промежутка времени при передаче его величины с помощью распространения света.

Возьмем любую неподвижную точку в **неподвижной** системе и примем, что в произвольный момент времени из этой точки выходит сферическая монохроматическая электромагнитная волна пренебрежимо малой длительности (вспышка света). Примем также, что через время t из этой же точки выходит вторая точно такая же волна. Тогда неподвижный наблюдатель, находящийся на расстоянии

$$S'' = c \times t',$$

зафиксирует обе вспышки с разницей во времени t по своим часам. Так как при этом вторая вспышка излучается строго в тот момент, когда наблюдатель фиксирует первую вспышку, то расстояние, проходимое светом второй вспышки по часам наблюдателя

$$S = c \times t,$$

а так как

$$S'' = S,$$

то, приравнявая:

$$c \times t' = c \times t,$$

получаем

$$t' = t,$$

что соответствует неизменной величине промежутка времени. Таким образом, в нашем случае протяженность временного интервала при передаче ее световыми сигналами из **неподвижной** точки в любое место **неподвижной** системы **не меняется**.

Возьмем теперь любую точку в **подвижной** системе с определенными и не меняющимися относительно нее значениями координат. Пусть точно так же в произвольный момент времени и из этой точки выйдет монохроматическая сферическая волна пренебрежимо малой длительности, а через время t' по часам, находящимся в этой точке и движущимися вместе с системой, – вторая точно такая же. Тогда неподвижный наблюдатель, находящийся на расстоянии

$$S'' = c \times t'$$

от первоначального положения точки, точно так же зафиксирует обе вспышки с разницей во времени t по своим часам. Зададимся теперь вопросом: будет ли промежуток времени,

заданный в движущейся системе, равен промежутку времени, зафиксированному по часам наблюдателя? Как непосредственно видно, из-за движения самой системы отсчета и условия

$c = \text{const}$, расстояние, проходимое светом второй вспышки, будет отличаться от расстояния, проходимого светом первой вспышки, так как за время прохождения света от нее к неподвижному наблюдателю сама движущаяся точка успеет занять другое положение в неподвижной системе и вторая вспышка будет испущена уже с другого расстояния:

$$S'' \neq S,$$

откуда получаем

$$t' \neq t$$

для любых промежутков времени, что соответствует **относительности одновременности**. Заметим здесь специально, что скорость движения источника света в нашем случае влияет лишь на расстояние, проходимое светом второй вспышки, которое является величиной объективной, однозначной, может быть измерено и никак не отражается на скорости света, которую мы считаем постоянной из-за начальных условий, принятых Эйнштейном. То есть мы ничем не противоречим второму постулату теории относительности.

Отсюда видно, что физический смысл относительности одновременности в специальной теории относительности, поскольку все начальные условия, принятые в ней, здесь соблюдены, а сам эксперимент соответствует логике и методике ее доказательств, заключается в том, что протяженность временного интервала **при передаче ее световыми сигналами** из точки в движущейся системе отсчета в любое место неподвижной системы **изменяется**.

То есть **физический смысл явления относительности одновременности заключается не в изменении свойств времени, не в изменении скорости «хода» его в подвижной системе отсчета, а в изменении за счет движения этой системы расстояния, проходимого сигналом, идущим в неподвижную систему, почему и изменяется продолжительность регистрируемого промежутка времени**. Как видно из вышеизложенного, для объяснения явления «относительности одновременности» нет необходимости выдумывать сенсационные и необычайные свойства пространства и времени. Явление вполне объяснимо в рамках традиционной ньютоновской физики.

Учитывая все сказанное, найдем теперь количественную характеристику изменения интервала времени при передаче сигнала, по-прежнему принимая начальные условия теории относительности **без критики**. Так как преобразования Лоренца есть зависимость второго порядка относительно скорости света, составим **по способу Эйнштейна** квадратичную же зависимость для описания нашего мысленного эксперимента, используя пространственно-временной интервал между двумя событиями: испусканием сферической монохроматической электромагнитной волны пренебрежимо малой длительности и ее регистрации у отдаленного наблюдателя, приняв, что в произвольный момент времени из определенной точки подвижной системы будет испущена вспышка света, а через время t' , по часам, находящимся рядом с ней, из этой же точки выйдет вторая точно такая же вспышка с тем только уточнением, что этот интервал составляет хотя и по способу Эйнштейна, но не псевдологически, как у него, а строго исходя из физического смысла предложенного эксперимента. Поскольку мы не предполагаем наличия каких бы то ни было гравитационных полей на пути распространения световой волны, то, учитывая наше уточнение, для наблюдателя, находящегося на продолжении прямой, соединяющей оба положения точки, можно записать:

$$S'^2 = c^2 t'^2 - \Sigma (x_v)^2,$$

где $\sqrt{\Sigma(x_v)^2}$ – расстояние, пройденное подвижной системой за время t' .
А так как

$$\sqrt{\Sigma(x_v)^2} = v t',$$

то

$$S'^2 = c^2 t'^2 - v^2 t'^2.$$

Поделим обе стороны выражения на $c^2 t'^2$:

$$S'^2 / c^2 t'^2 = (c^2 t'^2 - v^2 t'^2) / c^2 t'^2,$$

отсюда

$$S' = c t' \times \sqrt{1 - v^2 / c^2}.$$

Здесь с точки зрения физического смысла S' есть расстояние, пройденное светом второй вспышки по часам **подвижной** системы. Имея промежуток времени t , отмеренный по часам **неподвижного** наблюдателя, который фиксирует обе вспышки, определим теперь с его помощью промежуток времени, физически заданный в подвижной системе t' . Здесь также можно принять, что вторая вспышка излучается строго в тот момент, когда наблюдатель фиксирует первую вспышку по своим часам, так как для наблюдателя, занимающего произвольное место на прямой, соединяющей оба положения точки, но дальше, чем свет проходит за время t' , имеет место равенство:

$$S' + L = S + L,$$

где L – расстояние, пройденное светом за время начиная от момента окончания интервала t' и до регистрации вспышки наблюдателем;

а S – расстояние, пройденное светом второй вспышки по часам наблюдателя.

Если наблюдатель находится ближе, чем расстояние $c \times t'$, то дополнительное расстояние L берется со знаком минус.

Отсюда

$$S' = S.$$

Поскольку расстояние, пройденное светом второй вспышки за время t по часам наблюдателя,

$$S = c \times t,$$

то, приравнявая, получим:

$$c t' \times \sqrt{1 - v^2 / c^2} = c t,$$

отсюда

$$t' \times \sqrt{1 - v^2 / c^2} = t.$$

Здесь t' – **физически реальный**, реально заданный в движущейся системе промежуток времени;

t – **наблюдаемый**, отмеренный по часам отдалённого наблюдателя промежуток;

$$\sqrt{1 - v^2 / c^2}$$

– коэффициент искажения длительности первоначально заданного в движущейся системе промежутка времени при передаче сигнала с помощью распространения света, возникающий за счет перемещения этой системы.

Посмотрим теперь, что изменится в нашем эксперименте, если в нарушение второго постулата считать, что **скорость света будет складываться со скоростью его источника**.

Проделав все выкладки заново, используя вместо скорости света значение $c + v$ получим:

$$t' \times \sqrt{1 - v^2 / (c + v)^2} = t.$$

Если теперь предположить, что скорость источника будет вычитаться из скорости света, то получим, соответственно:

$$t' \times \sqrt{1 - v^2 / (c - v)^2} = t.$$

Отсюда видно, что при учете суммирования скорости света со скоростью источника физический смысл наблюдаемого явления от этого не поменяется. Изменится только численное выражение получающихся параметров – они уже не будут соответствовать преобразованиям Лоренца.

Также отметим дополнительно, что эксперимент, который мы объявили мысленным, при имеющихся в настоящее время возможностях экспериментальной техники вполне воспроизводим в реальности и может иметь точность, достаточную для подтверждения отмеченного нами эффекта. Как видно из приведенного примера, изменение временных масштабов (относительность одновременности) при движении источника света **действительно отмечается**, только это изменение **не является реально существующим и регистрируется не непосредственно в движущейся системе, а исключительно у наблюдателя**, воспринимающего световые сигналы, несущие информацию об этом движении. Отсюда виден и физический смысл релятивистского радикала в преобразованиях Лоренца. Этот радикал определяет коэффициент **регистрируемого** (кажущегося) изменения параметров процессов из-за движения

самой подвижной системы при передаче их световыми сигналами в любое место неподвижной системы. Можно констатировать, что, хотя аксиоматическая часть теории относительности была принята без поправок, **никакого изменения течения времени в подвижной системе не выявляется**. Это изменение обнаруживается лишь **у наблюдателя в неподвижной системе** и происходит **при наблюдении процесса издалека** за счет изменившегося из-за перемещения подвижной системы времени распространения сигнала, что соответствует неоднократно заявлению Эйнштейна о «наблюдении из покоящейся системы». Изменение длины движущегося объекта при постановке соответствующего эксперимента можно будет обнаружить соответственно, но и это изменение точно так же не будет являться реально существующим и также будет регистрироваться не непосредственно в движущейся системе, а исключительно у наблюдателя, воспринимающего световые сигналы.

Отсюда вытекает главный вывод:

Если строго исходить из положений теории относительности, ни в чём не нарушая ее построений, можно убедиться, что физического изменения свойств времени и пространства в движущейся системе отсчета не существует. Теория относительности их не описывает. Все они регистрируются исключительно у отдаленного наблюдателя и представляют собой наблюдаемую им картину.

Нам осталось теперь выяснить физический смысл «местного» времени в преобразованиях Лоренца. Для этого сначала рассмотрим распространение вспышки света (мономатической сферической электромагнитной волны пренебрежимо малой длительности) вдоль неподвижного твердого стержня длиной x , диаметром существенно меньше его длины. Пусть конец А этого стержня находится в начале координат неподвижной системы, а сам стержень располагается вдоль оси X . Вспышка света выходит из конца В и регистрируется у конца А, где располагается наблюдатель. В этом случае время распространения света в неподвижной системе координат:

$$t = x / c.$$

То есть если стержень неподвижен, то t – время прохождения светом длины x . Рассмотрим теперь движение вспышки света вдоль того же стержня в тех же условиях, но **приведенного в движение** со скоростью v вдоль оси X' сторону больших значений x' , излученной

$t = 0$, когда оси и начала координат совпадают. Пусть наблюдатель, находящийся в начале координат подвижной системы, движется вместе с ней. При учете усло-

$c = \text{const}$, получаем время распространения света (сигнала) в подвижной системе отсчета:

$$t' = x' / c - v \times (x' / c) / c,$$

Таким образом, мы выяснили и физический смысл выражения для «местного» времени. «Местное» время дает дополнительное **кажущееся** изменение параметров процесса при распространении света **внутри движущейся системы**, регистрируемое у наблюдателя, **находящегося в начале координат этой системы**. Если теперь выйти за пределы движущейся системы и записать все выявленные изменения одним выражением, то к движению света внутри подвижной системы необходимо добавить движение самой подвижной системы, т. е. нужно вернуть наблюдателя в начало координат неподвижной системы. Воспользуемся для этого уравнением

$$t' \times \sqrt{1 - v^2 / c^2} = t,$$

умножив его на c .

Получим:

$$x' \times \sqrt{1 - v^2 / c^2} = x,$$

где x – длина стержня, наблюдаемая из неподвижной системы.

Отсюда:

$$x' = x / \sqrt{1 - v^2 / c^2}.$$

Подставим ее в выражение для t' :

$$t' = x / \sqrt{1 - v^2 / c^2} \times c - v \times x / \sqrt{1 - v^2 / c^2}$$

Получим:

$$t' \times \sqrt{1 - v^2 / c^2} = t - v \times x / c^2,$$

где $t = x / c$ – промежуток времени по часам неподвижного наблюдателя.

Умножив обе части уравнения на c , имеем:

$$\begin{aligned} x' \times \sqrt{1 - v^2 / c^2} &= x - v \times t, \\ y' &= y, \\ z' &= z. \end{aligned}$$

Присоединив сюда выведенное ранее выражение для времени, окончательно получим:

$$\begin{aligned} x' \times \sqrt{1 - v^2 / c^2} &= x - v \times t, \\ y' &= y, \\ z' &= z, \\ t' \times \sqrt{1 - v^2 / c^2} &= t - v \times x / c^2, \end{aligned}$$

что полностью совпадает с преобразованиями Лоренца.

Нами таким способом **доказано первоначальное утверждение**, что преобразования Лоренца действительно ограничивают передачу характеристик из подвижной системы в неподвижную исключительно теми из них, которые могут передаваться с помощью распространения электромагнитных волн, так как полученное выражение выведено без привлечения иных, кроме распространения света, явлений.

Из всего сказанного видно, что в теории относительности речь идет вовсе не о реальном изменении времени в движущейся системе или размеров движущихся материальных тел, а исключительно о **регистрируемых** (фиктивных) изменениях их у **наблюдателя**. Следовательно, изменения свойств пространства и времени, чем объясняются в ней наблюдаемые изменения временных промежутков и длины твердых тел, в реальности не происходит. Происходит лишь искажение информации при передаче сообщения. Применяя преобразования Лоренца к реальному движению тел, мы как раз и описываем эти искажения.

Теория относительности не описывает процессы сами по себе, она описывает передачу информации о процессах. А преобразования Лоренца описывают лишь кажущиеся изменения параметров, возникающие вследствие переноса их из движущейся системы в неподвижную с помощью распространения света.

Иными словами, теория не отвечает на вопрос: что происходит на самом деле? Она отвечает на другой вопрос: что мы видим, когда наблюдаем происходящее? При чем неважно, попадает свет в глаз наблюдателя или в регистрирующий прибор. То есть теория относительности есть теория, описывающая радиооптические иллюзии, возникающие при движении материальных тел, наблюдаемых неподвижным наблюдателем, а потому является обычной научной теорией, имеющей собственное доказательное значение, но сравнительно узкое по охвату фактов, не способное претендовать на объяснение ключевых свойств мироздания. Уже существует раздел физической науки под названием «Оптика», который посвящен похожим иллюзиям; там дается объяснение и толкование таких иллюзий. Например, явления преломления световых лучей в линзе, на границе прозрачных сред разной плотности, при распространении света в атмосфере и т. д. Увеличение или уменьшение изображения предмета при рассматривании его через линзу, видимый излом чайной ложки в стеклянном стакане, наполовину наполненном водой, мираж в пустыне и прочее соответствуют в теории Эйнштейна относительности одновременности, изменению размеров движущихся твердых тел и другим иллюзиям при наблюдении их из неподвижной системы. Таким образом, теория относительности вносит небольшое, но заметное дополнение в уже существующий раздел физической науки. Радиооптические иллюзии и есть содержание теории. В этом ее истинный физический смысл и, соответственно, истинное место теории Эйнштейна в физической науке

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.