



УДК 530.12, 512.5

ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЛОРЕНЦА И СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Кужелев Виктор Викторович

инженер, г. Ижевск

Аннотация. Получены общие уравнения преобразований Лоренца по законам классической механики без каких-либо предпосылок (постулатов) и допущений. Установлено, что общеизвестные преобразования Лоренца – это есть преобразования Галилея, применённые к трём системам отсчёта. Показаны новые свойства преобразований, которые, в частности, не запрещают движение со сверхсветовой скоростью.

Ключевые слова: Преобразование Лоренца, преобразование Галилея, специальная теория относительности.

Lorentz Transformations and Special Theory of Relativity

Victor Kuzhelev

engineer, Izhevsk

Annotation. The general equations of Lorentz transformations according to the laws of classical mechanics without any preconditions (postulates) and assumptions are obtained. It is established that the well-known Lorentz transformations are Galileo transformations applied to three reference frames. New properties of the transformations are shown, which, in particular, do not prohibit the motion with superluminal velocity.

Keywords: Lorentz transformation, Galileo transformation, special theory of relativity.

Введение

В настоящее время принято считать, что теоретической основой специальной теории относительности (СТО) являются преобразования Лоренца (1).

$$\begin{aligned}x' &= \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \beta^2}} & x &= \frac{x' + vt'}{\sqrt{1 - \beta^2}} \\t' &= \frac{t - \beta \frac{x}{c}}{\sqrt{1 - \beta^2}} & t &= \frac{t' + \beta \frac{x'}{c}}{\sqrt{1 - \beta^2}}\end{aligned}\tag{1}$$



где: $\beta = v/c$

v – относительная скорость исследуемых ИСО (K) и (K');

c – скорость света.

Как известно, ни Д.Лармор, ни Х.Лоренц, ни А.Пуанкаре не оставили своих записей о том, каким способом были получены эти преобразования. Однако до сих пор считается, что преобразования Лоренца вывел А.Эйнштейн, опираясь на свои постулаты [1].

Между тем, попытка Эйнштейна самостоятельно вывести преобразования Лоренца закончилась полным провалом. В этом легко убедиться, если расчёты Эйнштейна повторить на бумаге. И тогда выяснится, что радикал ($\sqrt{}$) в уравнениях (1) будет отсутствовать [5, с.138]. Такое необъяснимое появление радикала в расчётах Эйнштейна можно объяснить только одним – научным подлогом. И сами постулаты Эйнштейна на вывод преобразований Лоренца никакого влияния не оказали, поскольку изначальное уравнение в доказательстве Эйнштейна построено именно на классическом определении относительной скорости света в подвижной инерциальной системе отсчёта (ИСО) [1, с.6-11].

Придание же физического смысла преобразованиям в виде замедления времени и сокращения длины отрезка оказалось просто ошибочным. Поэтому доказательство Эйнштейна при выводе преобразований Лоренца в своей сути ненаучно, т.е. доказательством как таковым не является.

Доказательство в СТО

Несостоятельность вывода Эйнштейна было обнаружено сразу же (~1908г.), и тогда вместо полноценного вывода преобразований Лоренца учёные-релятивисты стали определять коэффициенты (γ), (g), (n) и (P) из заранее заданного, подчёркиваем, заранее заданного типа уравнений:

$$x' = \gamma (x - vt) \quad y' = Py \quad z' = Pz \quad t' = g (t - n x)$$

Иначе говоря, вместо вывода идёт подгонка решения под уже известный результат. Неудивительно, что в любом варианте такого псевдодоказательства, к примеру, с использованием уравнений поверхности сферы [2, с. 213] или с применением гиперболических функций [3, с. 25] физический смысл этих преобразований остаётся абсолютно неясным.

И в самом деле, к примеру, в доказательстве [2] трудно себе представить причину возникновения множества клонов одного центра светового излучения (здесь не надо путать геометрический центр с источником излучения), которые почему-то начинают совместно перемещаться со случайно выбранными подвижными системами отсчёта.



Таким образом, подмена вывода преобразований Лоренца на определение параметров этих преобразований из уже заранее известного уравнения только подтверждает, что СТО не имеет своей надёжной теоретической основы.

Принцип соответствия

До сих пор учёные-релятивисты уверены, что из преобразования Лоренца преобразование Галилея получить возможно (принцип соответствия), а вот наоборот – из уравнений Галилея получить уравнения Лоренца – нельзя. Такое «одностороннее движение» в теории, безусловно, является ошибочным, поскольку в том и другом преобразовании присутствуют одни и те же кинематические объекты и результаты их описаний должны быть также одинаковыми.

Так, в первом случае считается, что при относительной скорости ИСО (K) и (K') значительно меньшей скорости света ($v \ll c$) выражение $\sqrt{1 - v^2/c^2}$ принимает значение равное единице (≈ 1), и тогда уравнения (1) принимают вид преобразований Галилея (2).

$$x' = x - vt \quad x = x' + vt' \quad t' = t \quad (2)$$

Однако сколько бы малым ни было выражение ($v/c \rightarrow 0$), его всегда может компенсировать значение координаты ($x \rightarrow \infty$), и тогда, к примеру, уравнение для прямого преобразования (1) примет следующий вид:

$$x' = x - vt \quad t' = t - vx/c^2$$

Понятно, что при этих условиях ($v \rightarrow 0$) и ($x \rightarrow \infty$) неравенство ($t' \neq t$) будет сохраняться всегда, и поэтому принцип соответствия в СТО является несостоятельным. Что касается второго случая, то он опровергается новыми исследованиями [4], в результате которых впервые были получены общие преобразования Лоренца из общих преобразований Галилея по законам классической механики без помощи каких-либо постулатов и принципов, о чём пойдёт речь далее.

Системы отсчёта в преобразовании Лоренца

Чтобы понять физический смысл уравнений Лоренца, в математическую модель преобразований была введена третья привилегированная система отсчёта (K_0), относительно которой и перемещаются другие исследуемые ИСО (K) и (K') с разными скоростями, соответственно, (V) и ($V \pm v$).

Одновременность событий

Любые события, произошедшие одновременно, вне зависимости от их восприятия наблюдателями, всегда будут оставаться одновременными. То же самое относится и к неодновременным событиям – они ни при каких обстоятельствах не станут одновременными.



Суждение об одновременности зависит от скорости и направления перемещения наблюдателей относительно точек этих событий, а также от расстояний до этих точек, поскольку передача информации происходит с конечной скоростью. А так как наблюдатели, как правило, находятся на удалении от мест событий, то возникает только один вопрос – о правильном соотношении своего текущего времени со временем события.

Правило одновременности

Как известно, асимметрия движения светового луча ($\Delta t'_A$) при его движении «туда-обратно» в движущейся ИСО(K') относительно неподвижной ИСО(K) существует объективно и определяется следующим образом:

$$\Delta t'_A = t' - t, \quad \text{то при: } t' = t / (1 - \beta^2) \rightarrow \Delta t'_A = \beta^2 t'$$

Данная асимметрия ($\Delta t'_A$) в преобразовании Лоренца компенсируется двумя способами:

- путём начального смещения начала координат ($\Delta x'$) систем (K) и (K');
- и за счёт смещения шкалы времени ($\Delta t'_s$).

С подробным выводом общих преобразований Лоренца с позиции классической механики можно ознакомиться здесь [4]. Мы же остановимся лишь на результатах исследований, главным из которых является установленное правило, названное как «Правило одновременности», которое гласит:

Для двух систем отсчёта, двигающихся с разной скоростью относительно третьей, преобразование координат выполняется всегда, если критерии одновременности для прямого и обратного преобразований подчиняются требованию:

$$k_s k'_s = 1 - \beta^2 \quad (3)$$

где: k_s и k'_s – коэффициенты одновременности, соответственно, для прямого и обратного преобразований.

Тогда преобразования координат по методу Лоренца для трёх систем отсчёта (K_0), (K) и (K') в общем виде будут иметь следующую запись:

$$\begin{aligned} x' &= \frac{x - vt}{k_s} & x &= \frac{x' + vt'}{k'_s} \\ t' &= \frac{t - \beta \frac{x}{V}}{k_s} & t &= \frac{t' + \beta \frac{x'}{V}}{k'_s} \end{aligned} \quad (4)$$

где: $k_s k'_s = 1 - \beta^2$

$$k_s = x/x'$$



Здесь параметры (x) и (x') известны изначально, либо вместо (x') произвольно задаётся коэффициент (k_s) . Как видим, при одних и тех же заданных параметрах (x, v, V) Правило одновременности (3, 4) допускает многообразие записей уравнений за счёт всевозможного комбинирования коэффициентов (k_s) и (k'_s) .

При движении ИСО(K') с превышением скорости света ($v > c$) коэффициенты одновременности (k_s) и (k'_s) принимают значения разные по знаку, поэтому их равенство исключено, хотя их значения могут быть равны по модулю ($k_s = |-k'_s|$), или $(|-k_s| = k'_s)$. Отличие коэффициентов (k_s) и (k'_s) по знаку означает, что ИСО(K') будет догонять фронт световой волны.

Таким образом, из Правила одновременности следует, что общие преобразования Лоренца (3, 4) выполняются при любых скоростях, включая условие ($v > V$). Это означает, что преобразования Лоренца не накладывают запрета на движение объектов со сверхсветовыми скоростями ($v \geq c$).

Частные случаи записи преобразований Лоренца

1. При $(k_s = k'_s)$ и $(V = c)$ общее уравнение (4) принимает вид классического преобразования Лоренца (1).

2. При значении $(k'_s = 1)$, когда асимметрия движения светового луча полностью компенсируется в уравнении прямого преобразования, смещение начала координат систем (K) и (K') будет определяться как:

$$\Delta x' = \beta^2 x',$$

и тогда обратное преобразование примет вид преобразования Галилея:

$$x = x' + vt'$$

3. При значении $(k_s = 1)$ смещение начала координат систем (K) и (K') в начальный момент будет отсутствовать ($x' = x$), и тогда асимметрия движения светового луча будет полностью компенсироваться в уравнении уже обратного преобразования за счёт смещения шкалы времени, или, другими словами, смещения показаний часов, которое определяется как:

$$\Delta t'_A = \beta x/V$$

В этом случае уравнение для прямого преобразования примет вид Галилеевского преобразования:

$$x' = x - vt$$

На этом примере хорошо виден компенсирующий механизм смещения шкалы времени, суть которого в следующем.

Два объекта (K) и (K') движутся относительно третьего (K_0) со скоростью, соответственно, (V) и ($V+v$) (рис.1).

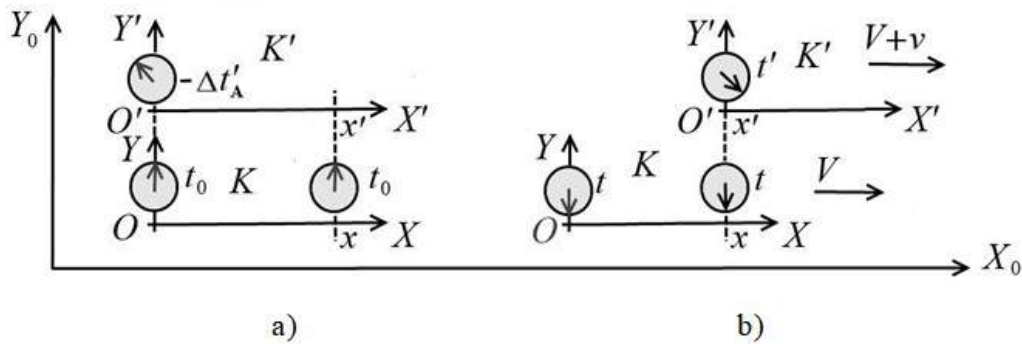


Рисунок 1 – Схема смещения шкалы времени в ИСО(K')

В начальный момент у объекта (K') секундомер выставляется заранее со смещением показаний времени относительно показаний другого секундомера (t_0) на величину ($-\Delta t'_A$) (рис. 1a). Такое смещение аналогично обратному отсчёту времени, либо поясному времени, где показания часов разные, но при этом они все идут синхронно.

На финише (рис.1b) оба секундомера зафиксируют показания (t') и (t) с разницей ($-\Delta t'_A$). При этом, что очень важно, длительность перемещения каждого объекта в системе (K_0) будет одинаковой, хотя показания часов будут разными.

$$t - t_0 = t' - \Delta t'_A$$

Это означает, что часы в каждой ИСО идут синхронно, т.е. период колебаний их маятника остаётся одинаковым всегда, и поэтому мера длительности, которую производят каждые из часов, остаётся неизменной вне зависимости от скорости ИСО. Следовательно, ни о каком замедлении времени в разных ИСО речи быть не может.

4. Придадим коэфф. (k_s) и (k'_s) значения, которые определяют время движения луча света в ИСО(K') через его относительную скорость, а именно:

$$k_s = 1 - \beta \qquad k'_s = 1 + \beta$$

Таким приёмом из преобразования Лоренца исключаются параметры асимметрии движения светового луча ($\Delta t'_A$, $-\Delta t$) или, другими словами, исключается третья система отсчёта (K_0). И тогда, делая обратные подстановки: ($x/V = t$) и ($x'/V = t'$), общие преобразования Лоренца (4) принимают классический вид Галилеевских преобразований (2).

Таким образом, Правило одновременности указывает на то, что преобразования Лоренца – это есть преобразования Галилея применительно к трём системам отсчёта.



Ограничения в применимости преобразований Лоренца

Общие преобразования Лоренца не выполняются при отсутствии относительного движения хотя бы в одной из пар ИСО:

$$K - K' (v = 0), \quad K_0 - K' (V = v); \quad K_0 - K (V = 0).$$

В этом случае какие-либо две ИСО становятся единой системой, поэтому в преобразовании вместо трёх ИСО по факту участвуют только две.

И тогда координаты точки (события) при переходе из объединённой, к примеру, системы отсчёта $(K + K_0)$ к ИСО (K) определяются с помощью преобразований Галилея (2). Запрета на такую запись нет, даже применительно к свету, когда $(V = c)$.

Постоянство скорости света

Общие преобразования (4) также указывают на ошибочность второго постулата СТО о равенстве скорости света во всех системах отсчёта.

Рассмотрим пример, когда асимметрия движения светового луча $(\Delta t'_A)$ компенсируется в уравнении прямого преобразования, т.е. когда $(k'_s = 1)$. И тогда время движения света (t') в подвижной ИСО (K') можно рассчитать либо через относительную скорость света $(c \pm v)$, либо через абсолютную (c) – результат будет одним и тем же:

$$\text{– в системе } (K): \quad t' = x/(c^2 - v^2) \quad \rightarrow \quad t' = t/(1 - \beta^2)$$

$$\text{– в системе } (K_0): \quad t' = (x + \Delta x')/c \quad \rightarrow \quad t' = t + t' v^2/c^2 \quad \rightarrow \quad t' = t/(1 - \beta^2)$$

Таким образом, смещение начала координат $(\Delta x')$ позволяет параметры в подвижной ИСО (K') , определяемые через относительную скорость $(c \pm v)$ в системе (K) , пересчитывать через абсолютную скорость (c) в системе (K_0) .

Как видим, общие преобразования Лоренца не наделяют световую волну какими-либо исключительными кинематическими свойствами, и поэтому второй постулат СТО является всего лишь математическим приёмом и физическим законом не может быть в принципе.

Преобразования координат – это преобразования, а не закон физики.

Преобразования Лоренца в неинерциальных системах отсчёта

Ещё одним важным свойством общих преобразований Лоренца (4) является то, что эти преобразования применимы и для неинерциальных систем отсчёта (НСО), исходя из следующего принципа: в любой момент времени любую заданную точку (событие) в пространстве можно обозначить (описать) соответствующими координатами в каждой из этих систем независимо от их взаимного расположения. Это означает, что относительные скорости между системами (K) и (K') (v) либо системами (K') и (K_0) (V), либо одновременно могут изменяться по произвольному закону.



Рассмотрим пример, когда скорости (v) и (V) изменяются по гармоническому закону:

$$v_x = v \sin(\omega_1 t)$$

$$V_x = V \cos(\omega_2 t)$$

В этом случае для НСО (K) и (K') уравнения преобразований координат будут иметь следующую запись:

$$x' = \frac{x - vt \sin(\omega_1 t)}{k_s}$$

$$x = \frac{x' + vt' \sin(\omega_1 t)}{k'_s}$$

$$t' = \frac{t - \frac{vx \sin(\omega_1 t)}{V^2 \cos^2(\omega_2 t)}}{k_s}$$

$$t = \frac{t' + \frac{vx' \sin(\omega_1 t)}{V^2 \cos^2(\omega_2 t)}}{k'_s}$$

где: $k_s * k'_s = 1 - \frac{v^2 \sin^2(\omega_1 t)}{V^2 \cos^2(\omega_2 t)}$

Таким образом, преобразования Лоренца применимы как для инерциальных систем отсчёта, так и для неинерциальных вне зависимости от скорости, вида и направления их взаимного движения.

Следствия СТО

Методика СТО о доказательстве замедления времени и сокращения длины отрезка содержит гносеологическую ошибку – исследованию подвергаются не координаты (x' , x) и время этих событий (t' , t), а пройденные светом расстояния ($\Delta x'$, Δx) за некоторые промежутки времени ($\Delta t'$, Δt), и только затем результаты этих сравнений переносятся на конвенциональные (абстрактные) меры длительности и протяжённости [3, с. 27].

Понятно, что такая методология является несостоятельной, и тем не менее, даже она (методика) опровергает следствия СТО.

Так, в СТО уравнение о «замедлении» времени выводится из прямого преобразования (1) и имеет следующий вид:

$$\Delta t' = \Delta t / \sqrt{1 - \beta^2}$$

Эта же формула из преобразования (4) будет иметь иную запись:

$$\Delta t' = \Delta t / k_s$$

А поскольку коэфф. (k_s) в зависимости от начального смещения систем отсчёта (Δx) может принимать любые значения в пределах ($-\infty < k_s < \infty$), то, следуя парадигме СТО, «замедление» времени ($\Delta t' / \Delta t$) будет варьировать также в диапазоне от ($-\infty$) до ($+\infty$) при постоянном значении коэфф. (β).



Из этого следует, что разное время, а точнее – разные показания часов (t' , t) обусловлены только прохождением светом разных расстояний (x' , x) и ни о каком замедлении времени речи быть не может.

Аналогичная ситуация и с выводом сокращения длины отрезка, где вопреки логике формула выводится уже из обратного преобразования (1):

$$\Delta x' = \Delta x \sqrt{1 - \beta^2}$$

Здесь наблюдается та же ошибка, когда одни параметры (координаты) подменяются на другие (длина отрезка) без учёта первоначального смещения систем отсчёта (K') и (K). Этот спекулятивный приём хорошо виден, когда в преобразованиях (4) применить коэф. ($k'_s = 1$). Так, если в начальный момент ($t = 0$) отрезок длиной (L) расположить в системе (K), то его координата будет равна (x_1). В этом случае длина отрезка в ИСО(K') будет определена как ($L = x'_1 - \Delta x'$). Если этот же отрезок (L) поместить в ИСО(K'), то его координата будет равна (x'_2) и длина его в системе (K) будет определяться как ($L = x_2 + \Delta x'$).

Между тем, исходя из преобразований (4) и следуя концепции СТО, длина отрезка в подвижной ИСО(K') должна меняться от $(-\infty)$ до $(+\infty)$ при постоянном значении (β) из-за того, что коэф. (k_s) и (k'_s) могут принимать любые значения, что прямо противоречит следствию СТО [3, с. 27].

Поэтому, когда в СТО соотношение (x_1/x'_1) или (x'_2/x_2) выдаётся как доказательство сокращения длины, то это, безусловно, является ошибкой.

Таким образом, игнорирование Эйнштейном и его последователями начального смещения систем отсчёта ($\Delta x'$) привело к утопии об изменении мер длительности (сек) и размерности (метр) в двигающейся системе отсчёта.

Выводы

1. Общие преобразования Лоренца применительно к трём системам отсчёта – это есть общие преобразования Галилея, две из которых двигаются относительно третьей с разными скоростями;

2. В основе общих преобразований Лоренца лежит Правило одновременности (3), определяющее условия преобразований за счёт введения поправок (k_s) и (k'_s), компенсирующих начальное смещение исследуемых систем отсчёта и асимметрию движения света ($\Delta t'_A$) в подвижной ИСО относительно привилегированной;

3. Общие преобразования Лоренца применимы как для инерциальных систем отсчёта, так и для неинерциальных вне зависимости от скорости, вида и направления их взаимного движения;



4. В уравнениях преобразований Лоренца меры длительности (сек.) и протяженности (метр) остаются неизменными во всех системах отсчёта;

5. Преобразования Лоренца не накладывают запрет на движение какого-либо объекта со сверхсветовой скоростью, как и не запрещают движение света в вакууме с переменной скоростью;

6. Преобразования Лоренца не опровергают относительность скорости света и не наделяют световую волну, как кинематический объект, какими-либо особыми свойствами, поскольку в преобразованиях Лоренца переход от относительной скорости к абсолютной – это есть математический приём, при помощи которого осуществляется перенос расчётов из одной системы в другую.

7. Обнаруженные новые свойства общих преобразований [4, 5] прямо указывают на то, что интерпретация Эйнштейном физического смысла преобразований Лоренца является в корне неправильной.

Из этого следует однозначный вывод: преобразования Лоренца теоретической основой СТО не могут быть в принципе. Поэтому полученные результаты (3, 4) по исследованию преобразований Лоренца с позиции классической механики требуют коренного пересмотра СТО, вплоть до отказа от этой теории.

Список литературы:

1. Эйнштейн А. К ЭЛЕКТРОДИНАМИКЕ ДВИЖУЩИХСЯ ТЕЛ. Сборник «Собрание научных трудов» под ред. И.Е.Тамма М.; Наука, 1966.
2. Левич В.Г. Курс теоретической физики. Т.1. 2-е изд. М.; НАУКА, 1969. - 912с.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: Учеб. пособ.: Для вузов в 10 т. Т.2. - 8-е изд. М.; ФИЗМАТЛИТ, 2003. - 536с.
4. Kuzhelev V. Coordinates transformations using the lorentz method, *SCIREA Journal of Physics*. Volume 9, Issue 5, October 2024, PP. 181-201. 10.54647/physics140636.
5. Кужелев В.В. Иллюзия релятивизма. – Ижевск, Грифель, 2024. – 294с.