ОБ ОДНОМ ПРОСТОМ ВЫВОДЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ЛОРЕНЦА

Чаварга Н.Н.
Ужгородский национальный университет. Пидгирна, 46, Ужгород 88000, Украина.
nikolay.chavarga@mail.ru

Приведен анализ математической части вывода Эйнштейном преобразований Лоренца в его работе от 1917 года «О специальной и общей теории относительности».

Известно, что специальная теория относительности (СТО), все еще вызывает сомнения в ее корректности. Недавно в Интернете появилась работа В. Федорова и Д. Пономарева [1], в которой с помощью строгого математического анализа из общих соображений показано, что вывод преобразований Лоренца в работе Эйнштейна [2] не может быть корректным. Признав этот анализ выполненным на должном уровне, было решено поискать в работе Эйнштейна конкретные места, в которых были сделаны ошибки, и попытаться раскрыть сущность этих ошибок.

Несмотря на уважение, которое автор испытывает по отношению к личности Эйнштейна, особенно за его продолжительную и бескомпромиссную борьбу против вероятностной интерпретации физического смысла пси-функции волнового уравнения, одной из причин, способствовавших написанию настоящей работы, был отказ большинства журналов не только публиковать, но даже просто рассматривать любые работы, в которых высказываются хотя бы тень сомнения в корректности СТО, а также создание в литературе образа Эйнштейна, как совершенно непогрешимого гения и т.п. Для иллюстрации сказанного процитируем некоторые места не из научно-популярной литературы или средств массовой информации, а из очень серьезного учебника физики для студентов физических специальностей вузов [3]. Как это ни странно звучит, но речь идет об авторстве преобразований Лоренца.

«Интересно отметить, что полученные Эйнштейном формулы преобразований совпадают с формулами, ранее указанными Лорентцом…

…когда необходимость истолкования опыта Майкельсона заставила Лорентца ввести контрактационную гипотезу, он пришел к выводу, что формулы преобразований, совпадающие с (131.1), оставляют уравнения электродинамики для вакуума инвариантными. Поэтому эти формулы нередко называют формулами Лорентца.

…Из формул преобразований Эйнштейна–Лорентца, составляющих существенную часть теории относительности, вытекает ряд следствий, придающих такое своеобразие выводам этой теории». [3, с.458]. Подобные высказывания можно найти и в ряде других книг.

Одной из причин, способствующих появлению ошибок в научных работах теоретического характера, есть небрежное отношение к физическому смыслу рассматриваемых величин, а также небрежное представление задачи графически. Это ведет к тому, что разные величины могут быть обозначены одним символом. Как будет показано ниже, именно такого рода некорректности мы наблюдаем в работе [2]. Для удобства и наглядности аргументации дальше статья будет разбита на две колонки. В левой колонке приведено обширное цитирование анализируемой работы, в правой представлен наш комментарий.

Обычно при построении теории сначала высказывается физическая идея, представляющая сущность теории в общих чертах, предлагается объяснение обсуждаемого эксперимента качественно, далее идет процесс изложения предложенных идей на языке математики с целью получения количественных соотношений. При выводе преобразований Лоренца Эйнштейном не было высказано никаких идей, представляющих глубинную физическую сущность явлений. Основное исходное положение заключалось в том, что «скорость света в движущейся системе равна скорости света в неподвижной системе независимо от направления движения системы». Математически эта идея проявляется в том, что измеренная величина скорости света c в числовом выражении имеет одно и то же значение в любой инерциальной системе координат.

Простой вывод преобразования Лорентца

(Дополнение к § 11)

При расположении системы координат, изображенном на рис.2, оси X обеих систем постоянно совпадают. Мы можем здесь разделить задачу на две части и сначала рассматривать лишь события, локализированные на оси X. Такое событие определяется относительно системы координат K абсциссой x и временем t, а относительно K' – абсциссой x' и временем t'. Требуется найти x' и t', если заданы x и t.

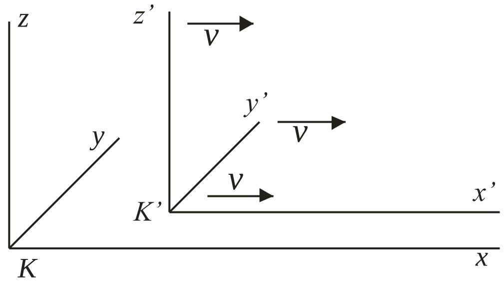

Рис. 2

Световой сигнал, распространяющийся в положительном направлении оси X, движется в соответствии с уравнением

$$x=ct \qquad (0)$$

или

$$x-ct=0 \qquad (1)$$

Так как этот же световой сигнал распространяется и относительно K' с той же скоростью c, то его движение относительно системы K' будет описываться уравнением

$$x'-ct'=0 \qquad (2)$$

Пространственно-временные точки (события), удовлетворяющие уравнению (1), должны удовлетворять также уравнению (2), Это, очевидно, будет иметь место в том случае, если вообще выполняется соотношение

$$x'-ct'=\lambda(x-ct) \qquad (3)$$

где λ – некоторая постоянная. В самом деле, согласно соотношению (3), обращение в нуль выражения $x-ct$ означает обращение в нуль и $x'-ct'$.

Совершенно аналогичное рассуждение, примененное к световым лучам, распространяющимся в отрицательном направлении оси X, приводит к условию

$$x'+ct'=\mu(x+ct) \qquad (4)$$

Складывая и вычитая соотношения (3) и (4) и при этом вводя для удобства вместо постоянных λ и μ новые постоянные

Анализ вывода преобразований Лоренца

Цель, которую ставил перед собой Эйнштейн, заключалась в том, чтобы получить известные преобразования координат пространства и времени (8). В этих уравнениях величины x и t должны иметь смысл пространственной и временной координат произвольного события в системе K, а величины x' и t' – должны иметь смысл координат того же самого события, измеренные средствами системы K'. Если теория умеет переводить координаты произвольного события из системы в систему, она сможет перевести любой физический закон, любое уравнение движения, ибо движение – это цепочка событий, каждое из которых является частным случаем произвольного события.

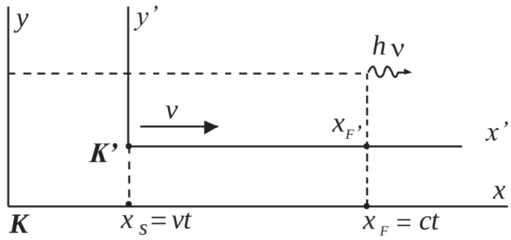

Рис.2'

Отметим сразу, что в уравнении (1) величины x и t имеют смысл пространственной и временной координат фотона. Это уже не произвольные точки, теперь они связаны между собой уравнением движения фотона – если известна временная координата, то однозначно известна и пространственная. Ничего страшного в применении подобных обозначений нет, если в задаче рассматривается движение только одного объекта. Другое дело, если объектов несколько, как в анализируемом случае, когда одновременно рассматривается движение двух физических объектов – фотона и системы K'.

Во избежание путаницы, координаты фотона следовало бы обозначить другими символами, например: x_F в системе K и x'_F в системе K'. В этих обозначениях уравнения (1) и (2) принимают вид:

$$x_F-ct=0 \qquad (1')$$

$$x'_F-ct'=0 \qquad (2')$$

Уравнение (2) представляет собой математически корректную запись физически иррациональной идеи о том, что значение скорости света в системе K' не зависит ни от

$$a=\frac{\lambda+\mu}{2}$$

$$b=\frac{\lambda-\mu}{2}$$

получаем

$$x'=ax+bct$$

$$ct'=act-bx \qquad (5)$$

Наша задача была бы решена, если бы были известны постоянные *a* и *b*; последние определяются из следующих соображений.

Для начала координат системы *K'* все время *x'*=0, следовательно, согласно первому уравнению (5) имеем

$$x=\frac{bc}{a}t \qquad (5.1)$$

Обозначая через *v* скорость, с которой начало координат системы *K*' движется относительно *K*, находим

$$v=\frac{bc}{a} \qquad (6)$$

То же самое значение v получается из уравнений (5), если вычислять скорость какой-либо другой точки системы *K*' относительно *K* или скорость некоторой точки системы *K* (направленную в сторону отрицательных значений *x*) относительно *K*'. Итак, величину *v* кратко можно назвать относительной скоростью обеих систем.

Далее, из принципа относительности ясно, что с точки зрения системы *K* длина некоторого единичного масштаба, покоящегося относительно *K'*, должна быть точно такой же, как и длина такого же масштаба, покоящегося относительно *K*, с точки зрения *K'*. Чтобы знать, как ведут себя точки *X''*, с точки зрения системы *K*, нам надо лишь сделать «моментальный снимок» системы *K'* из системы *K*; это значит, что вместо *t* (время системы *K*) мы должны подставить некоторое определенное значение его, например, *t*=0. Тогда вместо первого уравнения (5) получим

$$x'=ax$$

Следовательно, две точки оси *X'*, расстояние между которыми при измерении в системе *K'* равно 1 (Δ*x*=1), на нашей моментальной фотографии находятся на расстоянии

$$\Delta x=\frac{1}{a} \qquad (7)$$

Но если моментальный снимок делается из системы *K'* (*t'*=0), то, исключая *t* из уравскорости движения этой системы, ни от направления распространения фотона, но в данной работе мы не будем останавливаться на этом вопросе – споры по этому поводу в мировой литературе не утихают уже немногим более столетия. Отметим только, что (2) ниоткуда не следует, это исходное положение, постулат.

Первым делом обращаем внимание читателя на то, что уравнения (1) и (2) – это на самом деле тождества типа 0=0, вследствие чего уравнение (3) на самом деле представляет выражение типа

$$0=\lambda\, 0 \qquad (3')$$

которое справедливо при любом значении коэффициента λ, вследствие чего его ценность для доказательства чего-либо, мягко говоря, весьма сомнительна. Точно такую же сомнительную ценность имеет и уравнение (4), а также система (5) как результат превращений (3) и (4).

Теперь проанализируем утверждение: «Для начала координат системы *K'* все время *x'*=0,… ». Вполне очевидно, что начало координат движущейся системы имеет другие значения пространственных координат в системе *K*, нежели фотон, см. рис.2', поэтому должно иметь уравнение движения с другими обозначениями пространственной координаты. Обозначим координаты начала *K'* символом x_S в системе *K* и символом x'_S в системе *K'*. В таких обозначениях уравнение движения начала *K'* в системе *K* имеет вид

$$x_S=vt \qquad (4')$$

а в системе *K'* имеет вид

$$x'_S=0 \qquad (5')$$

По исходной договоренности величина *x'* в первом уравнении системы (5) означает координату фотона в штрихованной системе, но Эйнштейн вместо нее подставил координату начала *K'*, которую обозначил тем же символом, что и координату фотона в движущейся системе, в результате чего «избавился» от мешавшей ему *x'*. Теперь уже нельзя сказать, что «ценность подобной операции сомнительна», ибо это есть грубейшая ошибка в весьма несложных вычислениях. Надо полагать, что если бы в (5) вместо *x'* стояло обозначение x'_F, то указанная ошибка, скорее всего не появилась бы. Отметим, что координаты фотона x_F и начала x_S системы *K'* равнений (5) при помощи равенства (6), получаем

$$x' = a\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)x \tag{7.0}$$

Отсюда заключаем, что две точки на оси *X*, находящиеся на расстоянии, равном единице (относительно К), на нашей моментальной фотографии разделены расстоянием

$$\Delta x' = a\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) \tag{7a}$$

Так как, согласно сказанному выше, обе моментальные фотографии должны быть идентичны, то Δx в соотношении (7) должно быть равно $\Delta x'$ в соотношении (7а), так что получаем

$$a^2 = \frac{1}{1 - (v^2/c^2)} \tag{7б}$$

Равенство (6) и (7б) определяют постоянные a и b. Подставляя выражения для a и b в уравнения (5), получаем первое и четвертое уравнения, приведенные в § 11:

$$\left.\begin{aligned} x' &= \frac{x - vt}{\sqrt{1-(v^2/c^2)}} \\ t' &= \frac{t - (v/c^2)x}{\sqrt{1-(v^2/c^2)}} \end{aligned}\right\} \tag{8}$$

Итак, мы получили преобразования Лоренца для событий на оси *X*.», [2, с.588, 2а, с.223].

ны друг другу только в момент времени t=0, – в момент старта системы и фотона, в момент совпадения начал координат.

Далее, поскольку в уравнении (5.1) величины x и t по прежнему имеют смысл координат фотона в системе *К*, то их отношение x/t есть не что иное, как скорость света c, однако Эйнштейн это соотношение обозначил символом v, подставил его в (5.1) и в результате получил уравнение (6). Ценность такой операции также нельзя назвать сомнительной, ибо это уже вторая грубая ошибка.

Три ошибки на одной странице делают дальнейший анализ работы совершенно излишним, однако мы продолжим анализ. Для того, чтобы избавиться явной зависимости величины Δx от $\Delta x'$, Эйнштейн величину $\Delta x'$ в уравнении (7) заменил единицей. Если теперь в (7) вместо единицы подставить «законное ее значение» из (7б), получим совершенно абсурдный результат:

$$\Delta x = 1 - \frac{v^2}{c^2} \tag{6'}$$

Он останется некорректным даже если вместо единицы в (7) возвратить ее значение $\Delta x'$ – правая часть (6’) в соответствии с СТО должна быть под радикалом.

Далее, если в (7.0) величина x' имеет размерность длины, то в аналогичном ему уравнении (7а) $\Delta x'$ уже безразмерно. Можно бы подумать, что это опечатка перевода или опечатка самого Эйнштейна, что правая часть (7а) в рукописи была умножена на x. Нетрудно увидеть, однако, что в таком случае результат (7б) вообще не может быть получен…

Можно ли на основании приведенного анализа сделать вывод об уровне физико-математической подготовки Эйнштейна? Возможно, что нет, однако нельзя и отрицать, что наличие целого ряда грубых ошибок в одной работе объективно все-таки о чем-то говорит. По крайне мере говорит о том, что навязанный обществу образ Эйнштейна как непогрешимого гения должен быть снят. Одновременно должен быть снят и запрет на критику специальной теории относительности.

С другой стороны, тот факт, что указанные ошибки оставались незамеченными более сотни лет, также многое о чем говорит. По крайней мере, напрашивается вывод о неблагополучном состоянии дел в науке физике.

Литература

1. www.timeam.zaporozhye.net (Дополнение к примеру 8).
2.Эйнштейн А. О специальной и общей теории относительности. СНТ. Т.1. – М.: Наука, 1965. – 670 с. 2а. Эйнштейн А. Физика и реальность. – М.: Наука, 1965. – 340 с.
3.Ландсберг Г.С. Оптика. – М.: Наука, 1976 , 928 с.