О МАТЕМАТИЧЕСКИХ ОШИБКАХ В ВЫВОДАХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ЛОРЕНЦА

Брусин С., Брусин Л.

e-mail : brusins@mail.ru

Аннотация. *Показываются математические ошибки в выводах преобразований Лоренца, данных Эйнштейном, Бергманом, а также приведенных в учебниках Савельева и Детлафа с Яворским. Показано, что преобразования Лоренца не имеют строгого математического вывода.*

Преобразования Лоренца являются математической основой теории относительности. Однако в [1] показаны ошибки в выводах преобразований Лоренца, приведенных в [2]. В настоящей работе даются анализы других способов решения задачи по получению преобразований Лоренца с указанием имеющихся в них математических ошибок.

I. Общие исходные данные для всех выводов

Общими исходными данными всех выводов являются следующие:

1. Определенный луч света имеет одну и ту же скорость ***c*** относительно неподвижной системы K и подвижной системы K′ в соответствии с принятым Эйнштейном положением, являющимся постулатом специальной теории относительности.

2. Уравнения преобразования сохраняют однородность пространства; все точки пространства и времени должны быть эквивалентны с точки зрения преобразования. Поэтому уравнения преобразования должны быть линейными.

3. Предполагается, что сходственные оси координат систем K и K′ попарно параллельны, причем система K′ движется относительно K с постоянной скоростью V вдоль оси OX. При этом, так как нет движения вдоль осей Y и Z, то при любых t имеем

$$y = y', \; z = z' \qquad (1)$$

4. В начальный момент времени начала координат систем K и K′ (точки O и O′) совпадают, т. е. имеются соотношения

$$x = 0, \;\; t = 0, \;\; x' = 0, \;\; t' = 0 \qquad (2)$$

Если имеет место любое из этих четырех равенств, то обязательно наличие и трех других.

Если в начальный момент испускается электромагнитная волна, то ее распространение в соответствии с приведенным в п.1 постулатом можно описать уравнениями:

$$x^2 + y^2 + z^2 = c^2t^2 \qquad (3)$$

$$(x')^2 + (y')^2 + (z')^2 = c^2\,(t')^2, \qquad (4)$$

где не штрихованные значения применяются в системе К, а штрихованные — в системе К′. Все доказательства сводятся к решению этих уравнений с целью получения функциональных зависимостей x′ от x и t, t′ от t и x. При этом, якобы, получено единственное решение в виде преобразований Лоренца. Однако, ниже приводятся математические ошибки в решениях и показывается, что уравнения (3,4) не имеют единственного решения.

II. Анализ вывода преобразований, данного Эйнштейном

Этот вывод изложен в [3]. Здесь Эйнштейн сначала рассматривает события, локализированные на оси X, и, тем самым, сводит задачу решения уравнений (3) и (4) к решению уравнений

$$x = ct, \quad x' = ct' \qquad (5)$$

Он обосновывает, что зависимость x′ и t′ от x и t имеет вид

$$x' = ax - bct \qquad (6)$$

$$ct' = act - bx \qquad (7)$$

и затем определяет постоянные **a** и **b** из следующих соображений. Он рассуждает, что «для начала координат системы К′ все время x′ = 0» и, подставляя это значение в соотношение (6), получает

$$x = bct\,/a \qquad (8)$$

Ошибка данного рассуждения заключается в том, что согласно второму уравнению (5) x′ = 0 не все время, а только при t′ = 0, но при этом согласно (2) x = 0 и t = 0. В связи с этим соотношение (8) нельзя считать математически доказанным, так как в (6) мы обязаны подставлять значения t = 0 и x = 0. Так как далее на базе (8) получены искомые преобразования, то, следовательно, и их **нельзя считать математически доказанными.**

Проверка правильности решения осуществляется получением тождества при подстановке преобразований в уравнение

$$(x')^2 - c^2 (t')^2 = x^2 - c^2t^2 \text{ [3]}. \qquad (9)$$

Хотя при подстановке полученных преобразований в уравнение (9) получается тождество, но не доказана единственность решения уравнений (3,4) в виде этих преобразований. Нетрудно проверить, что при соблюдении условий (5) тождества получаются не только при полученном в преобразованиях коэффициенте $1/(1\text{-}V^2/c^2)^{1/2}$, а при любом значении этого коэффициента.

III. Замечания к получению преобразований Лоренцем

Напомним, что с целью объяснения отрицательных результатов опыта Майкельсона, не позволивших обнаружить движение Земли через эфир, считавшийся покоящимся мировым, Лоренц предложил новую гипотезу, предполагающую, что все тела при движении относительно неподвижного эфира сокращаются в направлении движения пропорционально величине $1/(1\text{-}V^2/c^2)^{1/2}$. Эта же гипотеза была выдвинута Фицджеральдом и получила одобрение Пуанкаре. В дальнейшем эта формула легла в основу известных преобразований координат. Принципиальное отличие подхода Лоренца от подхода Эйнштейна к проблеме сокращения размеров тел заключалось в том, что у Лоренца неподвижная система координат связана с мировым покоящимся эфиром, а подвижная система движется через этот эфир. В 1904 г. Лоренц выдвинул предложения [4] о нахождении формул преобразования, подходящих как для независимых переменных (координат x, y, z и времени t), так и для различных физических величин (скорости, силы и т. д.). По предложению Пуанкаре этим преобразованиям было дано имя Лоренца.

Приведем выдержку из работы Лоренца [5], в которой он показывает подход к выводу этих преобразований.

Эти формулы «… могут быть записаны в виде

$$x' = k\,l(x + \varepsilon t), \quad y' = y, \quad z' = z, \qquad (10)$$

$$t' = k\,l(t + \varepsilon x), \qquad (11)$$

где, k, l — постоянные, сводящиеся, однако, к одной. Сразу видно, что для начала новых координат (x′ = 0) имеем

$$x = -\varepsilon t; \qquad (12)$$

итак, эта точка перемещается в системе x, y, z, t, со скоростью в направлении оси x. Коэффициент k определяется равенством

$$k = (l\text{-}\varepsilon^2)^{-1/2}, \qquad (13)$$

где l — функция от ε, имеющая значение 1 при ε = 0. В начале я ее не определил, но по ходу своих вычислений нашел, что для инвариантности, которую я преследовал, нужно положить $l = 1$.»

Однако некорректность приведенных Лоренцем выводов заключается в том, что он не показывает условия взаимосвязи между системами координат и не дает обоснование того, что x′ = 0 при любых значениях t и x. Вполне вероятно существование условия (2) и тогда обоснованно не получается соотношение (12).

IV. Анализ вывода, приведенного в учебнике проф. Савельева

Этот вывод изложен в [6]. Здесь, как и у Эйнштейна, рассматривается световой сигнал в направлении осей X и X′. Поэтому решение уравнений (3,4) сводится к решению уравнений (5). Приведем выдержки основных моментов этого доказательства.

«…. точка O имеет координату x = 0 в системе K и

$$x' = -Vt' \qquad (14)$$

в системе K′. Следовательно, выражение x′ + Vt′ должно обращаться в нуль одновременно с координатой x (когда x′ + Vt′ равно нулю, x′ = –Vt′). Для этого линейное преобразование должно иметь вид

$$x = \gamma\,(x' + Vt'), \qquad (15)$$

где γ — константа.

Точка O′ имеет координату x′ = 0 в системе K′ и

$$x = Vt \qquad (16)$$

в системе K. Следовательно, выражение x – Vt должно обращаться в нуль одновременно с координатой x′ (когда x – Vt = 0, то x = Vt). Для этого нужно, чтобы выполнялось соотношение

$$x' = (x - Vt) \qquad (17)$$

В силу равноправности систем K и K′ коэффициент γ в обоих случаях должен быть один и тот же.»

Далее подставляются значения x и x′ из соотношений (5) в соотношения (15) и (17), в результате чего получаются соотношения

$$ct = \gamma\,(ct' + Vt') = (c + V)\,t'$$
$$ct' = \gamma\,(ct - Vt) = \gamma\,(c - V)\,t$$

Эти соотношения перемножаются, в результате чего получается уравнение

$$c^2\ tt' = \gamma^2\ (c^2 – V^2)\ tt' \qquad (18)$$

Разделив обе части этого уравнения на tt′, получается уравнение

$$c^2 = \gamma^2\ (c^2 – V^2), \qquad (19)$$

из которого определяется желаемый коэффициент

$$\gamma = 1/(1\text{-}V^2/c^2)^{1/2} \qquad (20)$$

и далее получаются известные преобразования Лоренца.

Получение коэффициента кажется безупречным. Однако проанализируем это более внимательно. Дело в том, что его вывод базируется на уравнениях (14,16), а они соответствуют решаемым уравнениям (5) лишь при $t = 0$ и $t' = 0$. Поэтому надо иметь в виду, что в получаемых выводах $t = 0$ и $t' = 0$. В связи с этим обе части уравнения (18) делятся на 0. Но деление на 0 дает неопределенность. Поэтому уравнение (19) может быть неправильным или не единственным а, следовательно, неправильным или не единственным является и полученный коэффициент γ, что свидетельствует о неправильности полученных на основании его преобразований Лоренца или о том, что эти преобразования не являются единственным решением уравнений (3,4). И действительно, как мы отмечали в разделе II, при соблюдении условий (5) имеется множество решений уравнений (3,4), соответствующих любому значению коэффициента γ, т. е. преобразования Лоренца не являются единственным решением уравнений (3,4).

V. Анализ вывола, данного Бергманом

Этот вывод изложен в [7]. Здесь автор обосновывает запись первого уравнения преобразования в форме:

$$x' = \gamma\ (x – Vt), \qquad (21)$$

Далее он обосновывает необходимость записи уравнения преобразования для времени в виде

$$t' = ßt + \alpha x. \qquad (22)$$

Подставляя значения x′ и t′ из (21) и (22), а также y и z из (1) в исходное уравнение (4) имеют:

$$c^2\ (\ ßt + \alpha x)^2 = \gamma^2\ (x - Vt)^2 + y^2 + z^2$$

Собирая однородные члены, получают:

$$(c^2ß^2 – V^2\gamma^2)\, t^2 = (\gamma^2 – c^2\alpha^2)\, x^2 + y^2 + z^2 - 2(V\gamma^2 + c^2ß\,\alpha)xt \qquad (23)$$

Это уравнение согласно законам математики **не может быть решено относительно трех неизвестных.** Но автор решает его следующим образом. Он утверждает, что это уравнение переходит в уравнение (3) только в том случае, когда коэффициенты при t^2 и x^2 в уравнениях (23) и (3) равны, а коэффициент при xt в (23) исчезает.

Поэтому:

$$\begin{aligned} c^2ß^2 – V^2\gamma^2 &= c^2 \\ \gamma^2 – c^2\alpha^2 &= 1 \\ V\gamma^2 + c^2ß\alpha &= 0 \end{aligned} \qquad (24)$$

Решая эти три уравнения, определяют неизвестные α, ß и γ, а затем получают формулы преобразований Лоренца. Такое решение уравнения (23) было бы правильным, если бы не было зависимости между x и t. Однако в соответствии с п.1 раздела I луч света в системе К имеет скорость c. Поэтому имеется математическая зависимость между x и t, которую при движении луча в направлении оси X можно записать как

$$x = ct \qquad (25)$$

Подставив значение x из (25) в последний член уравнения (23), мы вместо третьего уравнения в (24) получим добавочные члены при t^2, которые дополнят первое уравнение в (24); тогда вместо трех уравнений (24) будет система из двух уравнений. Такая система уравнений не дает определенного решения и могут существовать различные значения искомых коэффициентов, которые явились бы корнями этих уравнений.

Таким образом, не доказано, что полученные преобразования Лоренца являются единственным решением уравнений (3) и (4).

Заключение

Мы показали, что уравнения (3,4), отражающие постулат теории относительности о постоянстве скорости света, не имеют единственного решения. Это свидетельствует об ошибочности этого постулата.

Мы показали также, что преобразования Лоренца не имеют строгого математического доказательства. Но как же тогда объяснить целый ряд явлений, базирующихся на преобразованиях Лоренца? Объяснение всех явлений должно идти на основе классической физики, что становится возможным благодаря раскрытию физической сущности эфира и его свойств. Физическая сущность эфира и его свойства раскрыты в [8]. Там же на этой базе дается объяснение опытов Физо и Майкельсона, а также других важнейших явлений с позиций классической физики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брусин Л. Д., Брусин С. Д. Иллюзия Эйнштейна и реальность Ньютона. Изд. 2-е. РИО Упрполиграфиздата Администрации Московской области, 1993, с. 40.

2. Детлаф А. А., Яворский Б. М. Курс физики, т. 3. М. «Высшая школа», 1979, с. 178.

3. Эйнштейн А. Собр. научных трудов, т. 1. М. «Наука», 1965, с. 588.

4. Лоренц Г. А. Электромагнитные явления в системе, движущейся с любой скоростью, меньшей скорости света. Принцип относительности. Сборник работ классиков релятивизма. ОНТИ, 1935.

5. Лоренц Г. А. Старые и новые проблемы физики, М. «Наука», 1970.

6. Савельев И. В. Курс физики, т. 1, 1989, М. «Наука», с. 158.

7. Бергман П. Г. Введение в теорию относительности, М. Гос. издат. иностранной литературы, 1947, с.54.

8. Вторая форма материи - новое про эфир http://econf.rae.ru/pdf/2010/01/85422afb46.pdf