О наклоне систем отсчета в модели 4D среды.

В. Скоробогатов

Екатеринбург

vps137@yandex.ru http://vps137.narod.ru/physics.html

Август 2007

В работе [1] был предложен вывод преобразований Лоренца в обычном трехмерном пространстве с помощью простого поворота системы координат,а в работе [2] - с помощью наклона в четырехмерном пространстве. Ниже приведены некоторые дополнительные доводы, объясняющие возникновение этого поворота более подробно и в сравнении с трактовкой, которую дает специальная теория относительности.

Как и ранее, мы рассмотрим пути, проходимые лучами света в двух системах отсчета, неподвижной K и подвижной K', движущейся относительно первой системы со скоростью V в направлении оси x. Наблюдателей мы разместим в начало каждой системы координат так, чтобы наблюдатель в системе K' двигался мимо наблюдателя системы K на некотором расстоянии, т.е. будем считать, что начало одной системы смещено на некоторое расстояние вдоль оси y. Для краткости будем называть наблюдателей наблюдателями A и B.

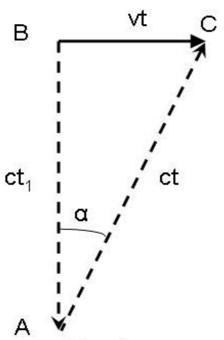


Рис.1

На рис.1, соответствующему системе отсчета K, пунктирными линиями изображены пути, проходимые лучами света от начала одной системы до начала другой системы. Предполагается, что эти лучи испускаются в момент, когда расстояние между системами наименьшее. Очевидно, что если свету от точки A, где находится наблюдатель A, потребуется время t, чтобы достичь наблюдателя B в точке C, то свету от точки B, где в начальный момент времени находился наблюдатель B, потребуется меньшее время t_1, чтобы достичь наблюдателя A. Если скорость света в системе K равна c, то из рассмотрения треугольника ABC следует

$$\sin \alpha = V/c \qquad (1)$$

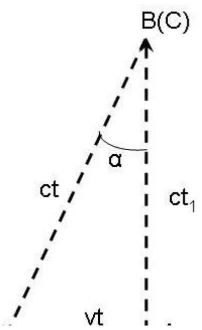
где α - угол, на который успеет отклониться подвижный наблюдатель, пока его не достигнет свет от неподвижного наблюдателя. Тогда время t_1 можно определить как

$$t_1 = \gamma\, t, \qquad (2)$$

где $\gamma = \cos \alpha = \square(1 - (V/c)^2)$. Отметим, что оба пути, проходимые светом, и оба соответствующие времена относятся к одной и той же системе отсчета K. Все стороны треугольника ABC могут быть измерены в этой системе и в предположении c = const могут быть расчитаны соответствующие времена.

Кроме этого, можно заметить, что рис.1 полностью соответствует изображенному на рис.1 работы [2] треугольнику ABC. В этой работе преобразование Лоренца было получено при рассмотрении поворота в 4D пространстве. Таким образом, система отсчета K - это система координат, связанная с гиперповерхностью среды.

Для того, чтобы перейти к рассмотрению движения тех же лучей света в системе отсчета K', можно просто развернуть картину на 180 градусов, так как это по



указано на рис.2. Здесь уже наоборот, неподвижный наблюдатель станет подвижным и переместится из точки A в точку D, а движущийся станет покоящимся. Точки B и C, отмечающие его положение, сливаются в одну. При этом изменилось направление лучей света. Они повернулись на угол α луч BA занял положение луча BD, а луч AC - положение луча AB, что уже дает возможность вводить поворот системы отсчета K' на угол α по отношению к системе K для того, чтобы согласовать ориентацию обоих наблюдателей по отношению к этим лучам. Именно так было сделано в первой работе [1] при выводе преобразования Лоренца.

Но переход от K к K', полученный на рис.2, соответствует преобразованию Галилея. Это легче всего понять, если сопоставить лучам света ct и ct_1 в неподвижной системе отсчета векторы **s** и $\mathbf{s_1}$ соответственно. Тогда рис.1 выразит векторное равенство

$$\mathbf{s}_1 + \mathbf{s} = \mathbf{V}t, \qquad (3)$$

а рис.2 получится как результат применения преобразования Галилея, при котором штрихованные значения векторов равны:

$$\mathbf{s' = s - Vt}, \qquad (4)$$

$$\mathbf{s'_1 = s_1 - Vt},$$

С помощью штрихованных векторов мы получим выражение, аналогичное (3):

$$\mathbf{s'}_1 + \mathbf{s'} = -\mathbf{V}t, \qquad (5)$$

Такая трактовка позволяет говорить о том, что скорость света изменяется при переходе к другой ИСО. Скорость света в этом случае следует рассматривать как векторную величину, соответствующую нормали к фронту распространения, а значение **c - V** как "эффективную" скорость света в системе отсчета K'. В зависимости от направления векторов **c** и **V** их разность по абсолютной величине может быть как больше, так и меньше c. Скорость луча света вдоль отрезка BD возросла, а вдоль AC - уменьшилась. Лишь такое построение, позволяет считать время параметром, не зависящем от выбора системы отсчета.

С другой стороны, если следовать постулату специальной теории относительности (СТО) о постоянстве скорости света во всех инерциальных системах отсчета, рис.2. приводит к парадоксу: время t распространения света от A к C в системе K уменьшится и превратится во время $t' = t_1$ в системе K' и, наоборот, время t_1, необходимое свету в системе K для того, чтобы пройти путь от B до A, увеличится и станет равным $t'_1 = t$ - времени от B до D. Если в СТО первое превращение можно объяснить "замедлением" времени, которое произошло в движущейся системе в соответствии с формулой, имеющей вид ур.(2):

$$t' = \gamma\, t, \qquad (6)$$

то второе - необъяснимо с точки зрения СТО, потому что время движения луча от B до D согласно СТО должно также уменьшится при умножении на величину γ по сравнению со временем t_1 в системе K и стать равным

$$t'_1 = \gamma\, t_1. \qquad (7)$$

На рис.3 отрезку пути, пройденному светом в этом случае соответствует отрезок BE, равный $ct_2 = ct'_1$. Также согласно СТО длина пути, пройденным движущимся наблюдателем A в системе K', уменьшается благодаря лоренцову сокращению и вычисляется по формуле

$$Vt1 = \gamma\, Vt. \qquad (8)$$

Этой длине как раз соответствует отрезок AE. Конечно, после сокращения на V в (5) мы снова приходим к (2).

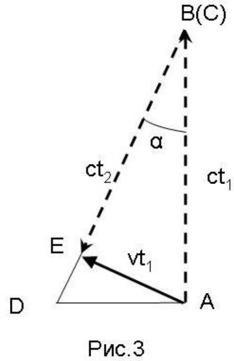


Рис.3

Таким образом, в СТО при переходе от одной системы отсчета к другой треугольник ABD превращается в треугольник ABE, стороны которого в γ раз меньше исходного (см. рис.3), т.е. мы видим, что применение СТО приводит к изменению реальных масштабов расстояний и времен. Причем это получилось вопреки тому утверждению, что согласно СТО не должно происходить изменения расстояний в поперечном направлении. Такое масштабное преобразование трудно обосновать, поскольку оно не обладает свойством взаимности: обратное преобразование даст уменьшение исходных размеров и промежутков времени в γ^2 раз. Также при такой трансформации исходного треугольника ABC происходит поворот системы координат K' относительно системы K: наблюдателю B должно казаться, что наблюдатель A движется уже не по направлению к точке D, а к точке E. Этот поворот, однако, не должен был бы происходить согласно СТО.

Изменения масштабов можно избежать, если просто отказаться от умножения на γ. Тогда мы будем иметь картину, изображенную на рис.4. и которую можно себе представить на месте подвижного наблюдателя, скользящего по гиперповерхности из точки B в точку C, т.е. в системе отсчета K'. При этом здесь необходимо учесть, что в четырехмерном пространстве поворот осуществляется не вокруг оси вращения, как в трехмерном пространстве, а вокруг двумерной плоскости. Поэтому описанный в [2] наклон гиперплоскости на некий угол должен сопровождаться вращением самой гиперплостости на такой же угол.

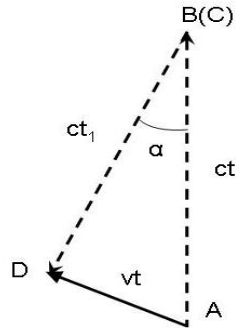


Рис.4

При этом легко заметить,что как и для системы отсчета K, оба световых сигнала отправлены в одно и то же время и достигают своих целей за те же самые времена, что и в неподвижной системе K. Отсюда следует инвариантность или абсолютность времени при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой. Однако ближайшим расстоянием будет является не расстояние между точками A и B, а расстояние между B и D - новым положение точки A в системе K', которое смещено от первоначального положения на угол α. Это и позволяет выбирать оси координат системы K' так, чтобы это расстояние оставалось наименьшим вдоль оси y', т.е. повернутыми на этот же угол. Этот поворот, как показано в работах [1,2], ведет к преобразованиям координат и времен, аналогичным преобразованиям Лоренца.

Здесь следует заметить, что есть существенное отличие в картинах на рис.1 и рис.4. А именно, если в первом случае оба сигнала испускаются в момент, когда расстояние между началами систем координат минимальное, то в последнем случае эти сигналы принимаются в момент, когда расстояние между началами систем координат минимальное. Иными словами, наблюдателю в системе K' кажется, что оба сигнала испускаются заранее, когда наблюдатель в системе K находится на расстоянии AD от точки D. Конечно, это связано с тем, что этот наблюдатель на самом деле движется. В этом заключается неэквивалентность систем K и K'. Говорить же о том, что само понятие одновременности требует пересмотра, как это сделано в СТО, здесь нельзя - для обоих наблюдателей сигналы испускаются в одно и то же время, т.е. одновременно. Времена, за которые сигналы доходят до наблюдателей, не изменились при переходе от одной системы отсчета к другой. Изменилось лишь "кажущееся" место минимального расстояния между наблюдателями. Оно развернулось вместе со всем трехмерным пространством.

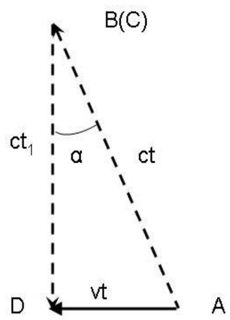


Рис.5

Конечно, для того, чтобы сохранить направление движения систем отсчета относительно друг друга, можно было бы развернуть последний рисунок назад на угол α и тем самым сохранить параллельную ориентацию осей обеих систем отсчета и место, на котором расстояние между системами минимально, как это показано на рис.5. Платой за это будет разное время испускания сигналов, о котором было сказано выше: в системе K - момент, когда расстояние между системами минимально, в системе K' - момент, когда это расстояние не минимально, а будет таковым в момент приема сигналов. Такое представление позволяет избежать необходимости в повороте системы координат для K', однако в этом случае направление луча от K' к K останется неизменным при переходе от рассмотрения хода лучей в одной системе к рассмотрению их в другой, а обратный луч повернется на угол 2α, что довольно трудно объяснить. Поэтому мы вынуждены допустить наличие поворота осей координат при упомянутом выше переходе.

Но как и наклон гиперповерхности, возникающий при движении, так и связанный с ним поворот, является на самом деле искусственным построением. Наблюдателю B "кажется", что такой поворот произошел и что его гиперплоскость, его "мир", наклонился и размеры движущегося объекта в нем якобы уменьшились вдоль направления движения, т.е. случилось лоренцево сокращение. В действительности наклонилась лишь система координат и движущемуся наблюдателю вместо действительных размеров становятся доступными для восприятия только их проекции, а вместо действительных времен - мнимые времена, получающиеся из действительных без учета собственного движения среды и в предположении постоянства скорости света в любой системе отсчета. Как было показано выше, свет не распространяется не во всей движущейся, наклоненной гиперповерхности. Он может распространяться только по гиперповерхности среды. В системе K' эта среда представлена только общей двумерной плоскостью, по которой обе системы отсчета пересекаются. Поэтому свет в продольном направлении в системе K' вообще не распространяется, поскольку это направление "выпадает" из гиперповерхности среды. В связи с этим говорить о постоянстве скорости света в ИСО, имеющих наклон относительно четвертого измерения, не приходится. ИСО же без такого наклона, как показано выше, не соответствуют покоящемуся в этой системе телу, моделью которого является вихрь в 4D пространстве. Треугольник ABD на рис.4 - это треугольник, составленный из сторон, не находящихся постоянно в одной гиперплоскости. Его гипотенуза, как это видно из рис.1 работы [2] получена в результате скользящего движения одной гиперплоскости по другой. Поэтому можно сказать, что необходимость изменения размеров движущихся тел в продольном направлении и времен распространения световых сигналов в движущейся системе отсчета, т.е. в преобразованиях Лоренца, возникает из-за вызванного наклоном несоответствия гиперплоскостей, или "миров", покоящегося и движущегося наблюдателей.

Таким образом, альтернативой СТО является модель 4D-среды, в которой постулаты СТО оказываются недействительными: скорость света постоянна только на гиперповерхности среды и только в системе отсчета, связанной с этой средой, следует изучать явления природы. Инерциальная система отсчета - это система координат, которую можно связать с равномерно движущимся телом. Поскольку движущейся частице в модели 4D-среды соответствует наклоненный к гиперповерхности вихрь [2], а точнее, вихревая трубка [3], то для того, чтобы в движущейся ИСО тело находилось в покое, требуется поворот осей координат этой ИСО на угол наклона вихря. В работе [2] показано, что такой наклон не меняет тип преобразования координат пространства и времени в четырехмерном пространстве - он остается галилеевым. Однако, в трехмерном пространстве наклоненной гиперплоскости действительным размерам тел в СТО сопоставляются их проекции, а само это пространство - с реальным пространством, в котором происходят все наблюдаемые события. Поэтому измерения продольных размеров тел и времен в системе отсчета, связанной с движущимся телом, носят иллюзорный характер и требуется вводить лоренцовы преобразования, чтобы согласовать наблюдения реальных расстояний между точками и временами распространения световых сигналов на гиперплоскости среды и на "мнимой" гиперплоскости, получившейся в результате наклона системы координат.

С другой стороны, этот наклон системы координат, приводящий в конечной цели к преобразованию Лоренца и СТО, может косвенным образом свидетельствовать о правильности выбранной модели четырехмерной среды и наклоне движущегося вихря-частицы относительно гиперповерхности. Угол наклона связан со скоростью движения простым соотношением

$$V = c \sin \alpha. \qquad (9)$$

Такое определение скорости движения в отличие от СТО не содержит гиперболических функций, поскольку угол рассматривается в реальном эвклидовом пространстве, а не в псевдоэвклидовом пространстве Минковского, в котором время занимает одну из размерностей. В данной модели время вполне может выполнять роль, на которую оно и предназначено - а именно: служить атрибутом, характеристикой движения, перемещения различных объектов в пространстве.

Таким образом, парадоксов СТО, связанных, на наш взгляд, с ошибочным обращением со временем, можно избежать, если отказаться от требования постоянства скорости света в любой ИСО. Тогда остается лишь одна альтернатива - признать справедливость преобразования Галалея, при котором имеет место картина, изображенная на рис.2. Здесь лишь направление лучей света отклоняются на угол α, а направление движения одной системы отсчета обратно по отношениюк направлению другой. Также сохраняется взаимное положение систем отсчета, при котором расстояние между началами координат минимально. Скорость же света в системе отсчета, не связанной со средой, не имеет постоянного значения, а может рассматриваться лишь как "эффективно", кажущимся образом, зависящая от скорости движение этой системы относительно неподвижной.

Дополнение

Величину эффективной скорости нетрудно установить, если рассмотреть условия эксперимента Макельсона-Морли [4]. Из рис. 2 указанной выше работы видно, что в системе отсчета, связанной с интерферометром, истинный путь l_2, который проходит свет в поперечной направлении, меньше кажущегося пути l_0 в γ раз. Поэтому вместо того, чтобы приписывать это уменьшение пути времени t, как это сделано в СТО, мы припишем его скорости света, оставив время неизменным:

$$c' = \gamma c. \qquad (10)$$

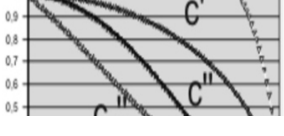
При рассмотрении движения света в продольном направление мы должны учесть, что скорость собственного движения может

совпадать по направлению со светом и быть ему противоположной. В первом случае из уравнения (12) и условия $l_1' = c\, t_1'$ следует

$$t_1' = l_0/(\gamma(c - v)) = l_0/c_1'' \qquad (11)$$

т.е.

$$c_1'' = \gamma(c - v). \qquad (12)$$



Аналогично во втором случае мы имеем

$$c_2'' = \gamma(c + v). \qquad (13)$$

Таким образом, эффективные скорости света в зависимости от скорости собственного движения имеют вид, указанный на рис. 6. При этом эффективная скорость света в продольном напралении «туда и обратно» (two-way light speed) не равна полусумме выражений (12) и (13), как можно было бы подумать. Ее нужно вычислять с учетом того, что времена «туда и обратно» t_1' и t_1" отличаются. Поэтому «общая» эффективная скорость света в продольном направление равна

$$c'' = \gamma^3 c\ . \qquad (14)$$

[1] В.Скоробогатов. К выводу преобразования Лоренца. 2005. http://vps137.narod.ru/article.html.

[2] В.Скоробогатов. Системы отсчета в 4D-модели эфира. 2007. http://vps137.narod.ru/article6.html.

[3] В.Скоробогатов. О массе в модели 4D эфира. 2007. http://vps137.narod.ru/article7.html.

[4] В.Скоробогатов. The Light in the 4D-Aether Model. 2006 http://vps137.narod.ru/article2a.html.