# ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

(новая редакция)[1]

Г. Г. Дмитренко

dmitrenko49@mail.ru

Рассмотрены исходные мотивы и физический смысл «преобразований Лоренца». Показано, что эти «преобразования» происходят из некорректно преобразованных уравнений распространения света в направлении движения источника излучения, выражают соотношения виртуальных пространственных интервалов – пакетов световых волн и соответствующих им временных и частотных параметров, и не имеют никакого отношения к пространственно-временным координатам каких-либо систем отсчета.

## 1. Введение

Вопрос о том, каким образом специальная теория относительности (СТО) оказалась в анналах истории мировой науки, остается открытым на протяжении уже нескольких десятилетий. Этот вопрос возникает у каждого здравомыслящего человека, когда он обращается к вытекающим из этой теории следствиям – весьма необычным и парадоксальным, с позиции нашего повседневного опыта, с точки зрения здравого смысла и объективных законов природы. И каждый раз он волей-неволей обращается к преобразованиям Лоренца, которые, при внимательном рассмотрении, оказываются некорректно преобразованными уравнениями Доплера и не имеют никакого отношения к пространственно-временным координатам тех систем отсчета, относительно которых рассматривается процесс распространения света в пространстве. И каждый раз, когда какой-нибудь «специалист» в области СТО начинает логически последовательно, как ему кажется, излагать физический смысл конкретных формул, которыми руководствуется эта самая СТО, то это уже начинает раздражать. Становится как-то неловко от понимания того, что вас начинают водить за нос. Появляется какое-то смешанное ощущение: толи вы оказались в палате вполне определенного учреждения, толи – в ситуации первоапрельского розыгрыша, когда серьезные люди с серьезной миной на лице излагают вам заведомо неверную информацию и при этом многозначительно переглядываются между собой.

Прежде чем говорить об основах СТО, следует заметить, что в арсенале СТО имеется, как будет показано ниже, два комплекта преобразований. Один из них, известный как «преобразования Лоренца», соответствует ситуации распространения света в направлении движения источника излучения, а другой – ситуации распространения света в противоположном направлении. Для удобства обращения, мы обозначили эти комплекты преобразований № 1 и № 2, соответственно. Официальная версия СТО построена в основном на первом комплекте преобразований, поскольку соответствующие ему уравнения распространения света, написанные в терминах пространственных интервалов, пакетов световых волн, напоминают уравнения Галилея. Второй комплект преобразований официальной наукой вообще не рассматривается, его как бы нет в природе. Я подозреваю, что даже не все приверженцы СТО догадываются о существовании второго, неофициального, комплекта преобразований. В этот «большой секрет для маленькой компании» посвящены, по-видимому, только «действительные члены» релятивистского сообщества.

На мой взгляд, «преобразования Лоренца» правильнее называть преобразованиями СТО или преобразованиями Эйнштейна. Сам Лоренц никогда не предпринимал попыток какой-либо коррекции уравнений Доплера, не рассматривал процесс распространения света в контексте принципа относительности и принципа постоянства скорости света относительно движущегося источника света, и не говорил о замедленном течении времени в движущейся системе координат. Он всего лишь высказал предположение о возможном сокращении линейных размеров тел в направлении их движения в связи с отрицательными, как считают некоторые исследователи, результатами опыта Майкельсона-Морли. В соответствии с этим предположением среднее время прохождения светом пространственного интервала $l$, ориентированного параллельно вектору движения, в оба конца, должно быть равно времени течения этого процесса в направлении, перпендикулярном вектору движения: $t_{\parallel} = t_{\perp} = t/\sqrt{1-\beta^2}$, где $\beta = V/c$.

Насильственная коррекция уравнений Доплера, под предлогом приведения их в соответствие с принципом относительности и принципом постоянства скорости света, и введение в физику положения о замедленном течении времени в движущейся системе координат – это проделки Эйнштейна, который на всякий случай предложил назвать придуманные им формулы «преобразованиями Лоренца», возложив тем самым всю ответственность за свои неуклюжие математические манипуляции на плечи Лоренца. Он так и пишет: «В дальнейшем мы будем их называть *преобразованием Лоренца*» [1, стр. 154]. Мы же в дальнейшем будем их называть преобразованиями СТО.

## 2. Замысел преобразований СТО

Как известно, процесс распространения света в пространстве описывается уравнениями Доплера, а преобразования Галилея описывают процесс перемещения в пространстве двух систем отсчета, пространственно-временные координаты которых никаким боком не связаны с уравнениями распространения света относительно этих систем. Оба процесса самодостаточны и не нуждаются во взаимном согласовании. Однако находится человек, который выдвигает тезис о том, что эти процессы – суть некого единого явления природы, для описания которого требуется особая система взглядов и свой математический аппарат. Этим человеком является Эйнштейн, а особой системой взглядов – СТО. В основе СТО лежит, с одной стороны, предположение о том, что если все физические процессы протекают в покоящейся и движущейся системах координат одинаковым образом, в чем, собственно, и заключается смысл так называемого принципа относительности, то и процесс распространения света

[1] Прежняя версия этой статьи, которая была написана в 2010 году, «болтается» где-то на просторах интернета. С тех пор я кое-что пересмотрел и решил поправить допущенные некорректные (по существу вопроса) формулировки.

должен подчиняться этому принципу, а с другой стороны, – тезис о том, что «скорость распространения света в пустоте относительно обеих систем координат равна *c*» [2, стр. 71]. Это, если можно так выразиться, суть официально принятого толкования исходных позиций СТО, на основе которых были якобы выведены соответствующие преобразования пространственно-временных координат. При этом мотивы совмещения принципа относительности с принципом постоянства скорости света никак не оговорены.

В действительности же оба заявленных Эйнштейном принципа в СТО не работают. Фактически Эйнштейн попытался путем неуклюжих математических манипуляций привести уравнения распространения света в движущейся системе координат к такому виду, когда **среднее** время прохождения светом некоторого пространственного интервала *l* в направлении его движения в оба конца («туда-сюда») становится равным времени течения этого процесса по нормали к вектору движения $t_{\perp} = t/\sqrt{1-\beta^2}$. В итоге, как казалось Эйнштейну, выдвинутое Лоренцем и Фитцджеральдом предположение о возможном сокращении линейных размеров движущихся тел в направлении их движения в пропорции $l' = l\sqrt{1-\beta^2}$ оказывается, как бы, закономерным следствием СТО. А чтобы вовсе спутать карты, Эйнштейн решил выдать преобразованные уравнения Доплера за уравнения пространственно-временных координат, по отношению к которым преобразования Галилея оказываются всего лишь предельным случаем малых скоростей.

Однако надежды автора СТО на возможность теоретического обоснования предположения Лоренца и Фитцджеральда оказались, как будет показано ниже, тщетными, а положение СТО о сокращении линейных размеров движущихся тел – следствием примитивной по содержанию и лукавой по исполнению интерпретацией соответствующих уравнений.

### 3. Техника преобразований уравнений Доплера

Как известно, с точки зрения классической физики, скорость распространения света в движущейся системе координат, относительно последней, различна в трех направлениях – в направлении движения системы, в направлении, противоположном направлению ее движения, и в направлении, перпендикулярном вектору движения. Соответственно, и время прохождения светом одного и того же пространственного интервала *l* в этих направлениях различно:

− в направлении движения: $t_{\parallel} = \dfrac{l}{c-V} = \dfrac{l}{c(1-\beta)} = \dfrac{ct}{c(1-\beta)} = \dfrac{t}{1-\beta}$,

− в противоположном направлении: $t_{\parallel} = \dfrac{l}{c+V} = \dfrac{l}{c(1+\beta)} = \dfrac{ct}{c(1+\beta)} = \dfrac{t}{1+\beta}$,

− в направлении по нормали к вектору движения: $t_{\perp} = \dfrac{l}{c\sqrt{1-\beta^2}} = \dfrac{ct}{c\sqrt{1-\beta^2}} = \dfrac{t}{\sqrt{1-\beta^2}}$.

Понятно, что для воплощения в жизнь идеи Эйнштейна необходимо ввести в уравнения Доплера некий коэффициент пропорциональности $\alpha$, при котором удовлетворялось бы требование:

$$\frac{t}{\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{t}{\alpha(1-\beta^2)}, \text{ откуда } \alpha = 1/\sqrt{1-\beta^2}. \qquad (1)$$

Здесь: *t* – время прохождения светом покоящегося стержня *l*; $t/\sqrt{1-\beta^2}$ – время прохождения светом движущегося стержня *l*, ориентированного по нормали к вектору движения; $t/(1-\beta^2)$ – средняя величина между временем прохождения светом движущегося стержня *l* в направлении его движения и временем прохождения светом того же стержня в направлении, противоположном направлению движения (иными словами – «туда-сюда»):

Приведение уравнений распространения света в соответствие с требованием (1) можно выполнить, в принципе, двумя способами: в терминах обычных параметров света и в терминах пространственно-временных параметров пакета световых волн. Первоначально Эйнштейн в своей первой основной статье по СТО [3] попробовал выполнить эту операцию путем рассмотрения процесса распространения света в терминах параметров пакета световых волн с привлечением преобразований Галилея, т.е. выражения $x' = x - Vt$. Спустя несколько лет он вновь возвращается к этому вопросу и вновь решает эту задачу в тех же терминах волновых пакетов, но при вовлечении дополнительных вспомогательных параметров. [4]. По-видимому, ему кто-то намекнул на то, что результаты его первого опыта противоречивы и содержат элементы вольного обращения с некоторыми физическими понятиями. Однако и вторая попытка оказывается, как будет показано ниже, далекой от совершенства.

*Первая попытка Эйнштейна преобразовать уравнения Доплера*

Наверное, каждый, кто читал статью [3], испытал неприятное чувство неудовлетворенности от прочитанного вследствие запутанного стиля изложения материала и отсутствия четко сформулированной задачи. Это ощущение усиливается постоянными ссылками втора на принцип относительности и принцип постоянства скорости света, которые остаются только на уровне деклараций, поскольку полученные им формулы находятся в явном противоречии с этими принципами. Вот небольшой фрагмент из этой статьи:

«Пусть из начала координат (движущейся) системы *k* в момент времени $\tau_0$ посылается луч света вдоль оси *X* в точку *x*' и отражается оттуда в момент времени $\tau_1$ назад, в начало координат, куда он приходит в момент времени $\tau_2$, тогда должно существовать соотношение

$$\frac{1}{2}(\tau_0 + \tau_2) = \tau_1,$$

или, выписывая аргументы функции $\tau$ и применяя принцип постоянства скорости света в покоящейся системе, имеем

$$\frac{1}{2}\left[\tau_0(0,0,0,t)+\tau_2\left(0,0,0,\left\{t+\frac{x'}{c-V}+\frac{x'}{c+V}\right\}\right)\right]=\tau_1\left(x',0,0,t+\frac{x'}{c-V}\right).$$

Если $x'$ взять бесконечно малым, то отсюда следует:

$$\frac{1}{2}\left(\frac{1}{c-V}+\frac{1}{c+V}\right)\frac{\partial\tau}{\partial t}=\frac{\partial\tau}{\partial x'}+\frac{1}{c-V}\frac{\partial\tau}{\partial t},\ \text{ или }\ \frac{\partial\tau}{\partial x'}+\frac{V}{c^2-V^2}\frac{\partial\tau}{\partial t}=0.$$

Необходимо заметить, что мы могли бы вместо начала координат выбрать всякую другую точку в качестве отправной точки луча света, и поэтому только что полученное уравнение справедливо для всех значений $x'$, $y$, $z$.

Если принять во внимание, что свет вдоль осей $Y$ и $Z$ при наблюдении из покоящейся системы всегда распространяется со скоростью $\sqrt{c^2-V^2}$, то аналогичное рассуждение, примененное к этим осям, дает $\partial\tau/\partial y=0,\ \partial\tau/\partial z=0$. Так как $\tau$ – *линейная* функция, то из этих уравнений следует

$$\tau=a\left(t-\frac{V}{c^2-V^2}x'\right), \qquad (2)$$

где $a$ – неизвестная пока функция $\varphi(\upsilon)$ (далее эта функция опускается ввиду того, что она равна единице) и ради краткости принято, что в начале координат системы $k$ при $\tau=0$ также и $t=0$. Пользуясь этим результатом, легко найти величины $\xi,\eta,\zeta$. С этой целью (как этого требует принцип постоянства скорости света в сочетании с принципом относительности) нужно с помощью уравнений выразить то обстоятельство, что свет при измерении в движущейся системе также распространяется со скоростью $c$. Для луча света, вышедшего в момент времени $\tau=0$ в направлении возрастающих $\xi$, имеем

$$\xi=c\tau,\text{или } \xi=\mathrm{c}\left(t-\frac{V}{c^2-V^2}x'\right).$$

Но относительно начала координат системы $k$ луч света при измерении, произведенном в покоящейся системе, движется со скоростью $c-V$, вследствие чего $x'/(c-V)=t$. Подставив это значение $t$ в уравнение для $\xi$, получим

$$\xi=\frac{c^2}{c^2-V^2}x' \qquad (3)$$

Рассматривая лучи, движущиеся вдоль двух других осей, находим

$$\eta=c\tau=c\left(t-\frac{V}{c^2-V^2}x'\right),\text{причем } \frac{y}{\sqrt{c^2-V^2}}=t,x'=0;\text{следовательно,}\ \eta=\frac{c}{\sqrt{c^2-V^2}}y \text{ и } \zeta=\frac{c}{\sqrt{c^2-V^2}}z.$$

Подставляя вместо $x'$ его значение (имеется в виду $x'=x-Vt$), получаем:

$$\tau=\alpha\left(t-\frac{V}{c^2}x\right),\qquad \xi=\alpha(x-Vt),\qquad \eta=y,\qquad \zeta=z,\qquad \text{где }\ \alpha=\frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}}\text{" [3, стр. 14 – 16].}$$

Здесь возникают два вопроса:

1. Откуда взялось выражение $\tau=\alpha\left(t-\frac{V}{c^2}x\right)$, если раскрытие выражения (2) приводит к:

$$\tau=a\left(t-\frac{V}{c^2-V^2}x'\right)=\alpha\left(\frac{x'}{c(1-\beta^2)}\right).$$

2. Почему вместо выражения (3) в конечном итоге было задействовано выражение $\xi=\alpha(x-Vt)$?

**Рассмотрим первый вопрос**. Выражение $x'/c(1-\beta^2)$ есть не что иное как средняя величина между временем прохождения светом пространственного интервала $x'=x_1'-x_0'=l'$ в направлении его движения и временем прохождения светом того же интервала в противоположном направлении:

$$\tau=\frac{1}{2}\left(\frac{x'}{c-V}+\frac{x'}{c+V}\right)=x'\frac{c}{c^2-V^2}=x'\frac{c}{c^2(1-\beta^2)}=\frac{x'}{c(1-\beta^2)},$$

которое при правильной замене $x'=x-Vt=ct-Vt=t(c-V)=ct(1-\beta)=x(1-\beta)$ дает время прохождения светом некоторого пространственного интервала в направлении, противоположном вектору движения:

$$\tau=\frac{x'}{c(1-\beta^2)}=\frac{x(1-\beta)}{c(1-\beta^2)}=\frac{x(1-\beta)}{c(1-\beta)(1+\beta)}=\frac{x}{c(1+\beta)}=\frac{ct}{c(1+\beta)}=\frac{t}{1+\beta}.$$

Данное противоречие объясняется тем, что вместо пространственного интервала $l'$ должен рассматриваться пространственный интервал $l$:

$$x'=x_1'-x_0'=(x_1-Vt)-(x_0-Vt)=x_1-x_0=l=ct.$$

Тогда мы получим математически грамотное выражение для средней величины между временем прохождения светом пространственного интервала $l$ в направлении его движения и временем прохождения светом того же интервала в противоположном направлении:

$$\tau=t'=ct/c(1-\beta^2)=t/(1-\beta^2),$$

или

$$\tau=t'=\frac{l}{c-V}-\frac{lV}{c^2-V^2}=\frac{ct}{c-V}-\frac{ctV}{c^2-V^2}=\frac{t}{1-\beta}-\frac{t\beta}{(1-\beta^2)}=t\frac{(1-\beta)(1+\beta)-(1-\beta)\beta}{(1-\beta)(1-\beta)(1+\beta)}=t\frac{(1-\beta)(1+\beta-\beta)}{(1-\beta)(1-\beta^2)}=\frac{t}{1-\beta^2},$$

или

$$\tau = t' = \frac{1}{2}\left(\frac{l}{c-V} + \frac{l}{c+V}\right) = \frac{1}{2}\left(\frac{ct}{c-V} + \frac{ct}{c+V}\right) = \frac{1}{2}\left(\frac{t}{1-\beta} + \frac{t}{1+\beta}\right) = \frac{1}{2}t\left(\frac{2}{1-\beta^2}\right) = \frac{t}{1-\beta^2}, \qquad (4)$$

что избавляет нас от необходимости придумывать новые обозначения $\tau, \xi, \eta, \zeta$ для $t', x', y', z'$, соответственно.

Но Эйнштейн, для того чтобы скрыть это противоречие, сначала **делит**, а не умножает, как в (2), выражение $x'/c(1-\beta^2)$ на $\alpha$, делает вставку $x' = x - Vt$, а затем раскрывает его весьма мудрёным способом (делая в одном месте вставку $x = ct$, а в другом месте $t = x/c$):

$$\tau = \frac{x'}{\alpha c(1-\beta^2)} = \frac{x'\sqrt{1-\beta^2}}{c(1-\beta^2)} = \frac{x'\sqrt{1-\beta^2}}{c\sqrt{1-\beta^2}\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{x'}{c\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{x-Vt}{c\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{ct - ct\frac{V}{c}}{c\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{t - t\frac{V}{c}}{\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{t - \frac{V}{c^2}x}{\sqrt{1-\beta^2}} = \alpha\left(t - \frac{V}{c^2}x\right) \qquad (5)$$

и называет это «*преобразованием Лоренца*» в отношении временн*о*й координаты [1, стр. 154]. В действительности же выражение (5), как будет показано ниже, является производным от некорректно преобразованных уравнений Доплера (22 – 2) в ситуации приближения источника света к неподвижному наблюдателю или в ситуации приближения наблюдателя к неподвижному источнику света:

$$\tau = t' = \alpha\left(t - \frac{V}{c^2}x\right) = \alpha\left(t - \frac{V}{c^2}ct\right) = \frac{t(1-\beta)}{\sqrt{1-\beta^2}} = t\frac{\sqrt{1-\beta}\sqrt{1-\beta}}{\sqrt{1-\beta}\sqrt{1+\beta}} = t\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}$$

и относится к пакету световых волн, когда $nT = t$ и $nT' = t'$, где $n$ – любое целое число. В то же время, это выражение является частью разложенного уравнения (1) и соответствует времени прохождения светом некоторого пространственного интервала в направлении, противоположном вектору движения, вопреки первоначально поставленной задачи – рассмотрению процессу распространения света в «направлении возрастающих $\xi$», т.е. в направлении движения системы отсчета. В самом деле, если выражение (1) развернуть в обратном порядке, то получим половинку от суммы двух слагаемых:

$$t' = \frac{t}{\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{t}{1-\beta^2}\sqrt{1-\beta^2} = \frac{1}{2}\sqrt{1-\beta^2}\left(\frac{t}{1-\beta} + \frac{t}{1+\beta}\right) = \frac{1}{2}\left(t\frac{\sqrt{1-\beta^2}}{1-\beta} + t\frac{\sqrt{1-\beta^2}}{1+\beta}\right) = \frac{1}{2}\left(t\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} + t\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}\right). \qquad (6)$$

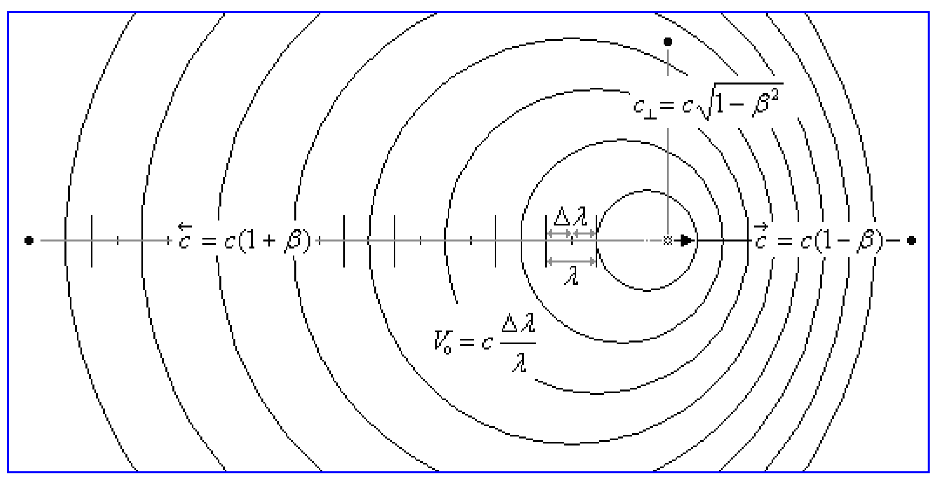


Рис. Характер распространения света от движущегося источника излучения. Скорость света выражена относительно источника излучения.

Здесь, в скобках, как будет показано ниже (см. табл. 1), первое слагаемое – это время прохождения светом движущегося стержня $l$ в направлении его движения, при том что временн*а*я составляющая волнового пакета $ct' = ct\sqrt{(1-\beta)/(1+\beta)}$ за счет сокращения периода излучения в этом направлении (см. рис. и табл. 1), а второе слагаемое – время прохождения светом того же стержня в обратном направлении, при том что временн*а*я составляющая волнового пакета $ct' = ct\sqrt{(1+\beta)/(1-\beta)}$ за счет увеличения периода излучения в обратном направлении. Величины этих параметров не противоречат элементарной логике: время распространения света вдоль некоторого пространственного интервала в направлении его движения, как и в рамках классической механики, должно быть больше такового в противоположном направлении. Поэтому выражение (6) описывает процесс распространения света в терминах оптической длины света[2] и вовлечение его в этом качестве в какие-либо преобразования приводит к противоречивым результатам. Наряду с этим, становится очевидным, что применение $x'$ с последующей заменой $x' = x - Vt$ в выражении (2) недопустимо – оно приводит к времени прохождения светом некоторого пространственного интервала в направлении, противоположном вектору движения.

[2] Под оптической длиной света понимается некий пространственный интервал, который проходит свет за то или иное время со скоростью $c$.

**Теперь обратимся к второму вопросу**. Математически грамотное разложение выражения $\xi = \alpha(x - Vt)$ приводит к следующему результату:

$$\xi = \alpha(x - Vt) = \frac{x - Vt}{\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{ct - Vt}{\sqrt{1-\beta^2}} = t\frac{c - V}{\sqrt{1-\beta^2}} = ct\frac{1-\beta}{\sqrt{1-\beta^2}} = ct\frac{\sqrt{1-\beta}\sqrt{1-\beta}}{\sqrt{1-\beta}\sqrt{1+\beta}} = ct\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} = x\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} = x' \text{ или } x = x'\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}. \quad (7)$$

А это, как будет показано ниже (см. табл. 1), – уравнение Доплера в релятивистской редакции, которое отражает соотношение пространственных пакетов световых волн в ситуации сближение источника света и приёмника, т.е. при распространении света в направлении движения источника излучения. Но Эйнштейн, чтобы дистанцироваться от уравнений Доплера, сворачивает волновой пакет до такого вида, когда начинает проявляться уравнение Галилея $x' = x - Vt$:

$$x' = x\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} = x\frac{1-\beta}{\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{x - Vt}{\sqrt{1-\beta^2}}.$$

Уравнение $\xi = \alpha(x - Vt)$ может быть получено и из выражения (3), путем деления его на $\alpha$ и при вставке $x' = x - Vt$:

$$\xi = \frac{c^2}{\alpha(c^2 - V^2)}x' = \frac{x'}{\alpha(1-\beta^2)} = \frac{x - Vt}{\alpha(1-\beta^2)} = \frac{(x - Vt)\sqrt{1-\beta^2}}{(1-\beta)(1+\beta)} = \frac{(x - Vt)\sqrt{1-\beta}\sqrt{1+\beta}}{\sqrt{1-\beta}\sqrt{1+\beta}\sqrt{1-\beta}\sqrt{1+\beta}} = \frac{x - Vt}{\sqrt{1-\beta^2}} = \alpha(x - Vt).$$

Почему это не показал Эйнштейн – не понятно. Ведь в данном случае уравнения Доплера здесь вовсе не просматриваются.

Причина замены пространственного интервала $l = ct$ пространственной координатой $x'$, а последней – выражением $x' = x - Vt$, с одной стороны, и некорректного преобразования выражения (2), с другой, очевидна: Эйнштейну необходимо было зачем-то привязать уравнения распространения света к пространственным координатам, что само по себе абсурдно, а затем уже заняться преобразованием этих уравнений сообразно поставленной задаче. Эти преобразования сводятся к **делению** (а не умножению) выражений (2) и (3) на коэффициент $\alpha = 1/\sqrt{1-\beta^2}$ без каких-либо пояснений. Создается впечатление, что данное действие выполнено из личных побуждений автора – просто ему так захотелось. Скрытая же причина этого действия содержится в требовании (1), которое никак не оговорено в данной работе. Так появляются известные преобразования СТО:

$$t' = \frac{t - \frac{V}{c^2}x}{\alpha(1-\beta^2)} = \frac{t - \frac{V}{c^2}x}{\sqrt{1-\beta^2}} = \alpha\left(t - \frac{V}{c^2}x\right) \text{ и } x' = ct' = \alpha\left(ct - \frac{V}{c}x\right) = \alpha\left(ct - \frac{V}{c}ct\right) = \alpha(x - Vt).$$

В действительности же эти преобразования являются некорректно преобразованными уравнениями Доплера, никак не связаны с пространственно-временными координатами каких-либо систем отсчета, но отражают, как будет показано ниже, соотношения пространственно-временных параметров виртуальных пакетов световых волн:

$$t' = \frac{t - \frac{V}{c^2}x}{\alpha(1-\beta^2)} = \frac{t - \frac{V}{c}t}{\sqrt{1-\beta^2}} = t\frac{1-\beta}{\sqrt{1-\beta^2}} = t\frac{\sqrt{1-\beta}\sqrt{1-\beta}}{\sqrt{1-\beta}\sqrt{1+\beta}} = t\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} \text{ и } t = t'\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}$$

$$x' = ct' = ct\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} = x\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} \text{ и } x = x'\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}.$$

Теперь посмотрим на уравнения, которые следуют из математически корректных преобразований. Как было показано выше, выражение (2) следует заменить выражением $t' = t/(1-\beta^2)$, которое в релятивистской редакции принимает вид

$$t' = \frac{t}{\alpha(1-\beta^2)} = \frac{t}{\sqrt{1-\beta^2}} = t_\perp,$$

что и отражает замысел преобразований СТО в виде негласно сформулированного требования (1). Заметим, что время $t'$ – это не **собственное время** в движущейся системе координат, а средняя величина от времени прохождения светом пространственного интервала $l$ в оба конца («туда-сюда»), которая является одновременно и временем прохождения светом того же интервала $l$ по нормали к вектору движения. Такая ситуация возможна лишь в случае (который был предложен Лоренцем и Фитцджеральдом) сокращения линейных размеров движущихся тел в направлении их движения[3] в пропорции $l' = l\sqrt{1-\beta^2}$. Если исходить из этой концепции и оперировать лишь **средними** параметрами, то так называемые «преобразования» пространственно-временных координат в отношении $t$ будут выглядеть следующим образом: $t' = t/\sqrt{1-\beta^2}$ и $t = t'\sqrt{1-\beta^2}$. Далее, если в движущейся системе координат $K'$ шкала $X'$ не зависит от скорости движения, как в преобразованиях Галилея, то длина движущегося стержня $l'$ будет составлять $l' = x_1' - x_0' = (x_1 - Vt) - (x_0 - Vt) = x_1 - x_0 = l$. Если же допустить эффект сокращении линейных размеров движущихся тел в направлении их движения в пропорции $l' = l\sqrt{1-\beta^2}$, то логично допустить и такое же сокращение шкалы $X'$. Только в этом случае мы получим предполагаемое соотношение:

[3] С точки зрения здравого смысла, это предположение не может быть реализовано в природе, о чем в своё время высказалось большинство представителей научной общественности.

$$l' = x_1' - x_0' = \left(x_1\sqrt{1-\beta^2} - Vt\right) - \left(x_0\sqrt{1-\beta^2} - Vt\right) = (x_1 - x_0)\sqrt{1-\beta^2} = l\sqrt{1-\beta^2} = ct\sqrt{1-\beta^2}.$$

Иными словами, «преобразования Лоренца» пространственно-временных координат в отношении параметра $x$ будут выглядеть как $x' = x\sqrt{1-\beta^2}$ и $x = x'/\sqrt{1-\beta^2}$. При этом средняя величина от времени прохождения светом «обрезанного» пространственного интервала $l'$ в оба конца («туда-сюда») будет равна времени прохождения светом исходного интервала $l$ по нормали к вектору движения:

$$t_{\text{ср}} = \frac{1}{2}\left(\frac{l\sqrt{1-\beta^2}}{c-V} + \frac{l\sqrt{1-\beta^2}}{c+V}\right) = \frac{1}{2}\cdot\frac{ct\sqrt{1-\beta^2}(c+V) + ct\sqrt{1-\beta^2}(c-V)}{1-\beta^2} = \frac{1}{2}\cdot\frac{ct\sqrt{1-\beta^2}\cdot 2c}{c^2(1-\beta^2)} = \frac{t\sqrt{1-\beta^2}}{\sqrt{1-\beta^2}\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{t}{\sqrt{1-\beta^2}} = t_\perp\,.$$

И вот здесь возникает главное противоречие. Если исходить из постулата СТО о том, что «скорость распространения света в пустоте относительно обеих систем координат равна $c$» [2, стр. 71], то и в движущейся системе координат скорость распространения света вдоль всех осей должна быть равна $c$. Однако на деле скорость света по нормали к вектору движения составляет $c_\perp = \sqrt{c^2 - V^2} = c\sqrt{1-\beta^2}$. Такая же величина получается и при расчете скорости света вдоль вектора движения:

$$c_\parallel = \frac{l'}{t'} = l\sqrt{1-\beta^2}\Big/\frac{t}{\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{ct\sqrt{1-\beta^2}\sqrt{1-\beta^2}}{t} = c(1-\beta^2),$$

что в релятивистской редакции даст:

$$c_\parallel = \alpha c(1-\beta^2) = \frac{c(1-\beta^2)}{\sqrt{1-\beta^2}} = c\sqrt{1-\beta^2} = c_\perp.$$

В итоге «преобразования» пространственно-временных координат по Лоренцу можно записать в следующем виде:

$x' = x\sqrt{1-\beta^2}$ и $x = x'/\sqrt{1-\beta^2}$,

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

$c' = c\sqrt{1-\beta^2}$ и $c = c'/\sqrt{1-\beta^2}$ [4]

Как можно видеть, принцип постоянства скорости света относительно движущейся системы координат в этих преобразованиях не работает.

Однако эти выражения лишены какого-либо физического содержания, поскольку требование (1), как и «преобразования Лоренца» и «преобразования» СТО относятся к разряду «хотелок», в то время как уравнения Доплера имеют вполне определенный физический смысл и не нуждаются в каких-либо преобразованиях. Эйнштейн, в отличие от Лоренца, решил, так сказать, подвести теоретическую базу под его «преобразования», вставив в свои «преобразования» (в выражение 2) уравнение Галилея $x' = x - Vt$ и получил то, что получил.

Возвращаясь к выражению (6), можно, вслед за Эйнштейном, привязать находящиеся в скобках слагаемые к временным координатам:

$$\overrightarrow{t'} = t\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} = t\frac{1+\beta}{\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{t + \frac{V}{c}t}{\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{t + \frac{V}{c^2}x}{\sqrt{1-\beta^2}}\ \ (8-1)\ \text{ и }\ \overleftarrow{t'} = t\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} = \frac{t - \frac{V}{c^2}x}{\sqrt{1-\beta^2}}.\ \ (8-2) \qquad (8)$$

Далее, если положить $x = ct,\ x' = ct'$, что в СТО означает соблюдение принципа постоянства скорости света, то выражения (8) могут быть преобразованы в нечто похожее на соотношения пространственных координат:

$$x' = c\overrightarrow{t'} = ct\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} = x\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} = x\frac{1+\beta}{\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{x+Vt}{\sqrt{1-\beta^2}} = L'\ (9-1)\ \text{ и }\ x' = c\,\overleftarrow{t'} = ct\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} = \frac{x-Vt}{\sqrt{1-\beta^2}} = L\,.\ (9-2) \qquad (9)$$

Из этих уравнений только (8-2) и (9-2) могут претендовать на преобразования СТО. Но эти уравнения, как уже отмелось ранее (стр. 4), описывают процесс распространения света в терминах оптической длины света и отвечают ситуации распространения света в направлении, противоположном направлению движения штрихованной системы координат, что не согласуется с исходными намерениями Эйнштейна рассматривать процесс распространения света «в направлении возрастающих $\xi$», т.е. в направлении движения источника излучения.

*Физический смысл преобразований Эйнштейна* (к параграфу 4 в [3])[5]

Действительный физический смысл выражений (9) состоит в том, что в свернутом виде они определяют, с одной стороны, соотношения виртуальных пространственных интервалов – оптических длин света $L = ct$, $L' = ct'$ в соответствующих направлениях движущейся системы координат, а с другой стороны – соотношения таких же виртуальных пакетов световых волн в противоположных направлениях. Так, при распространении света в направлении движения источника излучения, оптическая длина света увеличивается в пропорции $L'_\rightarrow = L\sqrt{(1+\beta)(1-\beta)}$ (при том, что световые пакеты сокращаются в пропорции $ct' = ct\sqrt{(1-\beta)(1+\beta)}$), а в обратном направлении – уменьшается в пропорции $L'_\leftarrow =$

---

[4] Это скорость света относительно движущегося источника излучения, в то время как относительно пространства скорость света равна $c$.

[5] Здесь мы рассмотрим лишь ситуацию с пространственными интервалами. Что же касается темпа хода часов в движущейся системе координат, то этот вопрос будет рассмотрен ниже (см. стр. 21).

$L\sqrt{(1-\beta)(1+\beta)}$ (при том, что световые пакеты увеличиваются в пропорции $ct' = ct\sqrt{(1+\beta)(1-\beta)}$), что не противоречит здравому смыслу. Средняя величина для этих параметров составляет $L_{\text{ср}} = (ct')_{\text{ср}} = L/\sqrt{1-\beta^2} = ct/\sqrt{1-\beta^2}$. Иными словами, присущая процессу распространения света асимметрия в движущейся системе координат сохраняется и в рамках релятивистской механики, что находится в явном противоречии с декларируемым в СТО принципом относительности. Эйнштейн же толи не видел эту особенность распространения света в движущейся системе координат и двойственный смысл соответствующих математических выражений, толи вообще не хотел видеть, что характеризует его как недалекого «ученого» в первом случае и как откровенного жулика – во втором случае. Только этим обстоятельством можно объяснить предпринятую им подмену понятий «оптической длины света» и «пакета световых волн» понятиями «пространственной координаты» и «реального размера физических тел».

Теперь обратимся к авторскому пониманию физического смысла преобразований СТО в отношении пространственных координат. Вот что пишет Эйнштейн по этому поводу: «Рассмотрим твердый шар радиуса $R$, находящийся в покое относительно движущейся системы $k$, причем центр шара совпадает с началом координат системы $k$. Уравнение поверхности этого шара, движущегося относительно системы $K$ со скоростью $V$, имеет вид:

$$\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2 = R^2.$$

Уравнение этой поверхности, выраженное через $x, y, z$, в момент времени $t = 0$ будет:

$$\frac{x^2}{\left(\sqrt{1-\beta^2}\right)^2} + y^2 + z^2 = R^2.$$

Следовательно, твердое тело, которое в покоящемся состоянии имеет форму шара, в движущемся состоянии – при наблюдении из покоящейся системы – принимает форму эллипсоида вращения с полуосями:

$$R\sqrt{1-\beta^2}, R, R. \quad \text{(на самом деле } R/\sqrt{1-\beta^2}, R, R\text{)}$$

В то время как размеры шара (а следовательно, и всякого другого твердого тела любой формы) по осям $Y$ и $Z$ от движения не изменяются, размеры по оси $X$ сокращаются (на самом деле увеличиваются) в отношении $1/\sqrt{1-\beta^2}$, и тем сильнее, чем больше $V$» [3, стр. 18].

Приведенный отрывок, на мой взгляд, – образец математического невежества. В нем присутствуют, как минимум, три ошибки (я бы сказал заведомо ложные положения):

1. Поскольку процедура преобразования касается процесса распространения света (причем непонятно, в каких терминах – толи в терминах оптической длины света, толи в терминах волновых пакетов), то твердое тело радиусом $R$ не имеет никакого отношения ни к этому процессу, ни к процедуре его коррекции. По-видимому, в данном случае речь идет о той виртуальной поверхности радиусом $L_R$, которая образуется светом за время прохождения им пространственного интервала $R$ (если этот шар вообще убрать из движущейся системе координат).

2. В момент времени $t = 0$, когда $V = 0$, никакой сферической поверхности света еще не существует ни в покоящейся, ни в движущейся системах координат: $L_R = L'_R = 0$. Следовательно, выражение $x/(1-\beta^2)$ (возведенное в квадрат в приведенном выше уравнении), которое, по мнению Эйнштейна, обозначает размер полуоси эллипсоида твердого шара, а на деле – эллипсоида оптической длины света в направлении движения источника излучения, в принципе некорректно: помимо подстановки $t = 0$ в числителе выражения $\xi = (x - Vt)/\sqrt{1-\beta^2}$ (из которого следует то самое уравнение), необходимо ещё делать подстановку $V = 0$ в знаменателе. Тогда $\xi = x_R$.

3. К моменту времени $t_R$ в покоящейся системе координат образуется сферическая волна света радиусом $L_R = \sqrt{x_R^2 + y_R^2 + z_R^2}$. К этому времени, в движущейся системе координат образуется асимметричный эллипсоид вращения с полуосями в виде оптических длин света, рассчитанных относительно некоторого реального пространственного интервала $R$. Оптическая длина света в направлении движения составляет величину $L_\parallel = L_R\sqrt{(1+\beta)(1-\beta)}$, в противоположном направлении – величину $L_\parallel = L_R\sqrt{(1-\beta)(1+\beta)}$, а в направлении, перпендикулярном вектору движения, – величину $L_\perp = L_R/\sqrt{1-\beta^2}$.

Таким образом, в движущейся системе координат мы имеем дело не с твердым шаром, а с виртуальным асимметричным эллипсоидом вращения с оговоренными выше полуосями. При этом в направлении движения системы, размеры эллипсоида по оси $X$ увеличиваются (а не уменьшаются) в пропорции $R'_x = R\sqrt{(1+\beta)(1-\beta)}$, и тем сильнее, чем больше $V$. Кстати, эта форма эллипсоида справедлива как при наблюдении из покоящейся системы координат, так и при наблюдении из движущейся системы координат.

Отдельно следует остановиться на происхождении и принятой в СТО интерпретации выражения $l' = l/\sqrt{1-\beta^2}$. Как только что мы видели, оно было получено путем некорректного, частичного, преобразования выражения $x' = (x - Vt)/\sqrt{1-\beta^2}$ на момент времени $t = 0$, когда $V = 0$, если принять $x' = l'$ и $x = l$. Но выше мы уже говорили, что помимо вставки $t = 0$ в числителе, необходима еще вставка $V = 0$ в знаменателе. Тогда $x' = x$ В других работах Эйнштейна, например, в [1, стр. 155; 2, стр. 73], оно выводится из того же уравнения по схеме расчета пространственного интервала:

$$l' = x'_2 - x'_1 = \frac{x_2 - Vt}{\sqrt{1-\beta^2}} - \frac{x_1 - Vt}{\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{x_2 - x_1}{\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{l}{\sqrt{1-\beta^2}}$$

и обозначает то обстоятельство, что $l' > l$ в указанной пропорции. Совершенно очевидно, что этот прием неприемлем, поскольку выражение $x' = (x - Vt)/\sqrt{1-\beta^2}$ не разложено до конечного результата (см. 7). Математически грамотный расчет следует осуществлять по схеме (в терминах пакета световых волн):

$$l' = x_2' - x_1' = x_2\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} - x_1\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} = (x_2 - x_1)\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} = l\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}.$$

Тогда можно говорить о каком-то сокращении линейных размеров $l$ (на деле волновых пакетов) в направлении их движения.

В действительности же выражение $l' = l/\sqrt{1-\beta^2}$ является производным от среднего времени $t' = t/\sqrt{1-\beta^2}$, которое было заложено в исходное требование (1), если закрыть глаза на допущенное Эйнштейном отождествление понятий «оптической длины света» и «длины физического тела». По существу, оно выражает абстрактный пространственный интервал $ct' = ct/\sqrt{1-\beta^2}$, который существует на оси $X'$ только применительно к среднему времени $t' = t/\sqrt{1-\beta^2}$. В то же время – это реальная оптическая длина света относительно стержня $l$, ориентированного перпендикулярно к вектору его движения. Поэтому формально выражение $l' = l/\sqrt{1-\beta^2}$ (в действительности $ct' = ct/\sqrt{1-\beta^2}$) обозначает то обстоятельство, что оптическая длина света вдоль движущегося стержня больше таковой вдоль покоящегося стержня в указанной пропорции. У Эйнштейна же понятие оптической длины света отождествляется (толи по глупости, толи намеренно) с понятием длины физического тела. В контексте этого недоразумения выражение $l' = l/\sqrt{1-\beta^2}$, как и полуось $R_X = R/\sqrt{1-\beta^2}$ в приведенном выше отрывке статьи [3], должно, казалось бы, обозначать то обстоятельство, что длина движущегося стержня больше длины покоящегося стержня в указанной пропорции. Но, вопреки здравому смыслу, в СТО это выражение интерпретируется совсем наоборот. Сам автор СТО, обращаясь к выражению $l = l'\sqrt{1-\beta^2}$ (как к производному от $l' = l/\sqrt{1-\beta^2}$), пишет: «Это означает следующее. Если стержень в покое обладает длиной $l'$, то при движении со скоростью $V$ вдоль своей оси он будет обладать с точки зрения не сопутствующего наблюдателя меньшей длиной $l = l'\sqrt{1-\beta^2}$, тогда как для сопутствующего наблюдателя длина стержня, как и прежде, равна $l'$» [5, стр. 420]. Примерно в таком же ключе это выражение интерпретируется всеми сторонниками СТО, в частности А. Н. Матвеевым [6, стр. 111], М. Борном [7, стр. 241-242], У. И. Франкфуртом [8, стр. 75], М.-А. Тоннела [9, стр. 132] и другими. Такая вот странная логика у релятивистов.

Мне представляется, что придуманное Эйнштейном нелепое, к тому же поставленное с ног на голову, объяснение физического смысла простого соотношения оптических длин света в искусственно созданной, виртуальной системе координат – это плод его неудержимого стремления найти «научное» подтверждение такому же нелепому предположению Лоренца и Фитцджеральда о сокращении линейных размеров физических тел в направлении их движения. Эйнштейн так и пишет: «Легко видеть, что гипотеза Г.А.Лоренца и Фитцджеральда, выдвинутая для объяснения опыта Майкельсона, получается как следствие теории относительности» [5, стр. 420]. На самом деле, «следствием теории относительности» является **увеличение** длины движущегося стержня, если исходить из выражения $l' = l/\sqrt{1-\beta^2}$.

*Вторая попытка Эйнштейна преобразовать уравнения Доплера*

Спустя 12 лет, Эйнштейн наконец-таки обратил внимание на противоречивость некоторых математических выражений в своих «преобразованиях» и написал приложение к статье [4], в котором еще больше усложнил «методику» вывода «преобразований» и в которой также не обошлось без противоречий и волевых приемов. Вот небольшой фрагмент из данной работы.

«Световой сигнал, распространяющийся в положительном направлении оси $X$, движется в соответствии с уравнением $x = ct$, или $x - ct = 0$ (1). Так как этот же световой сигнал распространяется и относительно $K'$ (движущейся системы координат) с той же скоростью $c$, то его движение относительно $K'$ будет описываться уравнением $x' - ct' = 0$ (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 $x' - ct' = \lambda(x - ct)$ (3), где $\lambda$ – 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 $x' + ct' = \mu(x + ct)$ (4). Складывая и вычитая соотношения (3) и (4) и при этом, вводя для удобства вместо постоянных $\lambda$ и $\mu$, новые постоянные $a = (\lambda + \mu)/2,\ b = (\lambda - \mu)/2$, получаем:

$x' = ax - bct$ и $ct' = act - bx$. (в оригинале допущена опечатка $x' = ax + bct$) (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 $x = bct/a$. Обозначая через $V$ скорость, с которой начало координат системы $K'$ движется относительно $K$, находим $V = bc/a$ (6).

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 оси $X'$, 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 из первого уравнения (5) получим $x' = ax$.

Следовательно, две точки оси $X'$, расстояние между которыми при измерении в системе $K'$ равно 1 ($\Delta x' = 1$), на нашей моментальной фотографии находятся на расстоянии $\Delta x = 1/a$ (7). Но если моментальный снимок делается из системы $K'$ ($t' = 0$), то, исключая $t$ из уравнений (5) при помощи равенства (6), получаем

$$x' = a\left(1 - \frac{V^2}{c^2}\right)x. \qquad (7-1)$$

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

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

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

$$a^2 = \frac{1}{1 - (V^2/c^2)}. \quad (7б)$$

Равенства (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:

$$x' = \frac{x - Vt}{\sqrt{1-\beta^2}} \ (8) \text{ и } t' = \frac{t - (V/c^2)x}{\sqrt{1-\beta^2}}.$$

Итак, мы получили преобразование Лоренца для событий на оси $X$. Оно удовлетворяет условию $x'^2 - c^2t'^2 = x^2 - c^2t^2$» [4, стр. 588-590].

Некорректность построений заключается в том, что в момент времени $t = t' = 0$, когда $V = 0$, имеет место равенство $x = x' = 0$. Поэтому определение $\Delta x$ и $\Delta x'$ возможно лишь в области $t > 0$ и $t' > 0$, где $\Delta x \neq \Delta x'$, так как при распространении света «в положительном направлении оси $X$» $x' < x$, а «в отрицательном направлении оси $X$» $x' > x$ (см. табл. 1). Следовательно, приравнивание выражений (7) и (7а) – это математически запрещенный прием для процесса распространения света в области $V \neq 0$. Отсюда налицо очевидное противоречие между выражениями $x' = ax$, $(7-1)$ и (8).

по выражению $x' = ax$: $x' = ax = \dfrac{x}{\sqrt{1-\beta^2}}$, откуда $\Delta x' = \dfrac{\Delta x}{\sqrt{1-\beta^2}}$,

по выражению $(7-1)$: $x' = a(1-\beta^2)x = \dfrac{1-\beta^2}{\sqrt{1-\beta^2}}x = x\sqrt{1-\beta^2}$, откуда $\Delta x' = \Delta x\sqrt{1-\beta^2}$,

по выражению (8): $x' = \dfrac{x - Vt}{\sqrt{1-\beta^2}} = \dfrac{ct - Vt}{\sqrt{1-\beta^2}} = \dfrac{t(c-V)}{\sqrt{1-\beta^2}} = \dfrac{ct(1-\beta)}{\sqrt{1-\beta^2}} = x\sqrt{\dfrac{1-\beta}{1+\beta}}$, откуда $\Delta x' = \Delta x\sqrt{\dfrac{1-\beta}{1+\beta}}$.

В свою очередь, исходное требование $\Delta x'/a = a(1-\beta^2)\Delta x$, в котором волевым решением принято $\Delta x' = 1$ и $\Delta x = 1$, дает $\Delta x'\sqrt{1-\beta^2} = \Delta x\sqrt{1-\beta^2}$, откуда $\Delta x' = \Delta x$. Таким образом, мы видим, что и вторая попытка Эйнштейна совместить принцип относительности с принципом постоянства скорости света оказалась сплошным недоразумением.

*Преобразование уравнений Доплера по методу А. Н. Матвеева и М. Борна*

Более изящный, как может показаться, вывод преобразований СТО приведен в учебнике А. Н. Матвеева [6]. На первый взгляд, эта процедура не вызывает сомнений и создается впечатление, что речь идет действительно о каких-то преобразованиях пространственно-временных координат двух систем отсчета, одна из которых считается условно покоящейся, а другая – движущейся, либо в сторону возрастающих значений $x$, либо в противоположную сторону.

Однако при внимательном рассмотрении этого вопроса обнаруживается, во-первых, что эти манипуляции не связаны с пространственными координатами, а во-вторых, что эти манипуляции являются, мягко говоря, математически некорректными. Дабы не отправлять читателя к первоисточнику, приведем небольшую выдержку из этого учебника, в которой заключен основной смысл исходных позиций релятивистской механики.

«Пусть в момент времени, когда начала координат совпадают, и когда часы, находящиеся в началах координат, показывают время $t = t' = 0$, из них испускается световой сигнал. Распространение света в штрихованной и нештрихованной системах координат описывается равенствами: $x' = ct', x = ct,$ в которых учтено, что в обеих системах скорость света имеет одно и то же значение $c$» [6, стр. 104]. Далее эти равенства подставляются в уравнения Галилея, а последние приводятся в соответствие с принципом относительности.

Подвох состоит в том, что равенства $x' = ct'$ и $x = ct$ нельзя рассматривать в качестве уравнений распространения света. $ct$ и $ct'$ – это величины, имеющие двойственный физический смысл. С одной стороны, под этими величинами понимается оптическая длина света, и вовлечение их в этом качестве в процедуру преобразований приводит к противоречивому результату (9). С другой стороны, их можно рассматривать как виртуальные пространственные интервалы, которые определяют протяженность пакета световых волн в соответствующих обстановках.

Так, длину пакета световых волн в покоящейся системе координат можно выразить в виде $ct = cnT = cn/v_0 = n\lambda,$ где $\lambda$ – длина волны, $T$– период излучения, $v_0$ – собственная частота излучения источника света, $n$ – любое целое число. В движущейся системе координат этот же пакет равен $ct' = cnT' = cn/v' = cn/(v_0 + \Delta v) = n\lambda' = n(\lambda - \Delta\lambda)$ в направлении движения источника света и $ct' = cnT' = cn/v' = cn/(v_0 - \Delta v) = n\lambda' = n(\lambda + \Delta\lambda)$ в направлении, противоположном направлению движения источника света. Поэтому равенства $x' = ct',\ x = ct,$ как уравнения распространения света, являются математическим абсурдом, а как требование постоянства скорости света – откровенным лукавством.

Действительным уравнением распространения света в покоящейся системе координат является выражение $\lambda = c/v_0 = cT_0$, которое для пакета световых волн можно записать в виде $n\lambda = ct$. Распространение света в движущейся системе координат описывается, как известно, тремя уравнениями:
– в направлении движения источника света – уравнением $c = (\lambda - \Delta\lambda)(v_0 + \Delta v)$,
– в противоположном направлении – уравнением $c = (\lambda + \Delta\lambda)(v_0 - \Delta v)$,
– в направлении, перпендикулярном вектору движения, – уравнением $(\lambda - \Delta\lambda)v_0 = c\sqrt{1-\beta^2}$.
Для пакета световых волн интересующее нас уравнение $c = (\lambda - \Delta\lambda)(v_0 + \Delta v)$ или $c = (\lambda - \Delta\lambda)v'$ следует записать в виде $ct' = ct(1-\beta)$, принимая во внимание, что $\Delta\lambda/\lambda = V/c = \beta$ и $(v_0 + \Delta v) = v' = 1/t'$:

$$c = (\lambda - \Delta\lambda)v' = \frac{\lambda - \Delta\lambda}{t'} \text{ или } ct' = \lambda - \Delta\lambda = \frac{\mathrm{c}(\lambda - \Delta\lambda)}{c} = \frac{\mathrm{c}(\lambda - \Delta\lambda)}{v\lambda} = \frac{c(1-\Delta\lambda/\lambda)}{v} = \frac{c}{v}(1-\beta) = ct(1-\beta).$$

Предпринятая Матвеевым и Борном подстановка равенств $x' = ct', x = ct$ в уравнение Галилея $x' = x - Vt$ дает выражение $ct' = ct(1-\beta)$, которое, как мы только что видели, является производным от уравнения распространения света в направлении движения источника излучения $c = (\lambda - \Delta\lambda)(v_0 + \Delta v)$, и означает то обстоятельство, что процесс распространения света в процедуре вывода преобразований СТО рассматривается в терминах пространственных интервалов пакетов световых волн.

Другое фигурирующее в преобразованиях [6] выражение $ct = ct'(1+\beta)$ является производным от уравнения распространения света в ситуации приближения приёмника к неподвижному источнику излучения $\lambda(v_0 + \Delta v) = c + V$ или $\lambda v' = c(1+\beta)$. В самом деле, последнее уравнение можно записать также в виде $\lambda = c(1+\beta)/v' = T'c(1+\beta)$, что идентично $cT = cT'(1+\beta)$. Тогда для пакета волн последнее выражение принимает вид $ct = ct'(1+\beta) = ct' + Vt'$. Совершенно очевидно, что выражение $ct = ct' + Vt'$ нельзя отождествлять с уравнением Галилея $x = x' + Vt$, потому что параметр $t'$ в уравнении распространения света – это регистрируемый приёмником пакет периодов излучения, который в уравнении Галилея отсутствует за ненадобностью.

Принципиальное отличие уравнений $ct' = ct(1-\beta)$ и $ct = ct'(1+\beta)$ от уравнений Галилея заключается в том, что, во-первых, первые относятся к процессу распространения света и не содержат в себе пространственных координат, а вторые – к механическому процессу перемещения одной системы отсчета относительно другой. Во-вторых, фигурирующие в них значки «штрих» имеют разный смысл. В преобразованиях Галилея значок «штрих» над символами $x$ и $t$ означает принадлежность данных координат к движущейся системе отсчета, причем масштаб параметров $x$ и $x'$ в обеих системах одинаков. В уравнениях Доплера этим значком отмечаются величины тех или иных параметров **с точки зрения приёмника света** (наблюдателя), т.е. измеренные им величины, а сам приёмник может находиться как в состоянии покоя, так и в состоянии движения.

В частности, уравнение $ct' = ct(1-\beta)$ выражает то обстоятельство, что, с точки зрения **покоящегося** наблюдателя (приёмника), который, кстати сказать, расположен далеко от начала координат, в области бесконечно больших величин $x$, пространственный интервал пакета световых волн, образующихся движущимся (к приёмнику) источником излучения, меньше такого же пакета волн, генерируемых покоящимся источником излучения в указанной пропорции, поскольку в направлении движения источника света частота на приёмнике увеличивается в пропорции $v' = v_0/(1-\beta) \approx v_0(1+\beta)$, а длины волн уменьшаются в пропорции $\lambda' = \lambda - \Delta\lambda = c/v' = \lambda(1-\beta)$.

Уравнение $ct = ct'(1+\beta)$, записанное в виде $ct' = ct/(1+\beta)$, выражает то обстоятельство, что, с точки зрения **движущегося** наблюдателя, регистрируемый им пространственный интервал пакета световых волн меньше такового в ситуации, когда приёмник неподвижен, поскольку при движении приёмника к покоящемуся источнику света уменьшение длины пакета световых волн происходит за счет сокращения периода одной волны в пропорции $T' = T/(1+\beta) \approx T(1-\beta)$.

А вот Эйнштейн вывернул бы наизнанку смысл этих выражений и дал бы примерно следующее пояснение к выражению $ct = ct'(1+\beta)$: если пространственный интервал в покое обладает длиной $ct'$, то при движении со скоростью $V$ он будет обладать с точки зрения не сопутствующего наблюдателя большей длиной $ct = ct'(1+\beta)$, тогда как для сопутствующего наблюдателя длина интервала, как и прежде, равна $ct'$. Нелепость подобного толкования, как и приведенного выше изречения Эйнштейна в отношении длины движущегося «стержня», очевидна и не нуждается в комментариях.

## 4. Первый комплект преобразований СТО

Итак, исходными уравнениями для вывода преобразований СТО в [6] были выбраны два уравнения: уравнение распространения света в направлении движения источника излучения $c = \lambda v'(1-\beta)$[6], т.е. при движении его к неподвижному наблюдателю, и уравнение распространения света в ситуации приближения приёмника к неподвижному источнику света $\lambda v' = c(1+\beta)$. Заметим, что эта пара уравнений как-то не вяжется с кинематикой уравнений Галилея, которые описывают процесс удаления одной системы координат от другой.

Выпишем эти уравнения в двух вариантах: в параметрах процесса распространения света, принимая во внимание, что $c = \lambda v_0$, и в пространственных интервалах пакетов световых волн, как это сделано в [6], принимая во внимание, что $v_0 = 1/t$ и $v' = 1/t'$:

$$\lambda v_0 = \lambda v'(1-\beta) \;\; (10-1) \quad \text{и} \quad \lambda v' = \lambda v_0(1+\beta) \;\; (10-2) \qquad (10)$$

и

[6] $c = \lambda v'(1-\beta) = \lambda v' - \lambda v'\beta = \lambda v' - \lambda v'\dfrac{\Delta\lambda}{\lambda} = \lambda v' - v'\Delta\lambda = v'(\lambda - \Delta\lambda) = (v_0 + \Delta v)(\lambda - \Delta\lambda)$,
$\lambda v' = \lambda(v_0 + \Delta v) = c(1+\beta) = c + V$ или $\lambda v' = c + V = c(1 + V/c) = c(1+\beta)$.

$$ct' = ct(1-\beta)\ (11-1) \quad \text{и} \quad ct = ct'(1+\beta)\ (11-2). \tag{11}$$

Далее, вслед за А. Н. Матвеевым, вводим коэффициент пропорциональности $\alpha$ в правые части уравнений для приведения их якобы в соответствие с принципом относительности, поскольку входящие в эти уравнения величины $\nu_0 = \nu'(1-\beta),\ \nu' = \nu_0(1+\beta)$ в варианте (10), и $t' = t(1-\beta),\ t = t'(1+\beta)$, в варианте (11) асимметричны. Затем путем умножения левых и правых частей этих уравнений друг на друга находим искомый коэффициент:

$$\lambda^2\nu_0\nu' = \alpha^2\lambda^2\nu'\nu_0(1-\beta)(1+\beta) \ \text{или} \ 1 = \alpha^2(1-\beta^2), \tag{12}$$

откуда $\alpha = 1/\sqrt{1-\beta^2}$;

$$c^2t't = \alpha^2c^2tt'(1-\beta)(1+\beta) \ \text{или} \ 1 = \alpha^2(1-\beta^2), \tag{13}$$

откуда $\alpha = 1/\sqrt{1-\beta^2}$.

Казалось бы, процедура согласования исходных уравнений с принципом относительности не вызывает сомнений. Однако при внимательном рассмотрении первого варианта уравнений обнаруживается, что параметр $\nu_1' = c/(\lambda-\Delta\lambda) = c/\lambda(1-\beta) = \nu_0/(1-\beta)$ в уравнении (10-1) не равен параметру $\nu_2' = c(1+\beta)/\lambda = \nu_0(1+\beta)$ в уравнении (10-2). Следовательно, процедура сокращения параметров $\nu'$ в уравнении (12) некорректна. Аналогичное несоответствие обнаруживается и во втором варианте уравнений. Здесь величина $t_1' = t(1-\beta)$ в уравнении (11-1) не равна величине $t_2' = t/(1+\beta)$ в уравнении (11-2). Следовательно, и в этом случае процедура сокращения параметров $t'$ в уравнении (13) некорректна. При математически грамотном решении уравнений (12) и (13) мы получим $\alpha = 1$. Следовательно, уравнения (10) и (11) никак не могут быть согласованы с принципом относительности.

Физический смысл предложенного в работе [6] приёма согласования уравнений имеет, как и в работе [3], силовой подтекст. Только в данном случае речь идет не о волновых пакетах, а о частотах и периодах излучения. Иными словами, для уравнений (10) требуется подобрать такой коэффициент пропорциональности, при котором соблюдалось бы равенство $\nu_1' = \nu_2'$:

$$\frac{\nu_0}{\alpha(1-\beta)} = \alpha\nu_0(1+\beta), \tag{14}$$

откуда $\alpha = 1/\sqrt{1-\beta^2}$. Тогда частота излучения на приёмнике становится одинаковой как в ситуации приближения источника света к неподвижному приёмнику:

$$\nu_1' = \frac{\nu_0}{\alpha(1-\beta)} = \nu_0\frac{\sqrt{1-\beta^2}}{1-\beta} = \nu_0\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}},$$

так и в ситуации приближения приёмника к неподвижному источнику света:

$$\nu_2' = \alpha\nu_0(1+\beta) = \nu_0\frac{1+\beta}{\sqrt{1-\beta^2}} = \nu_0\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}.$$

Точно так же и для уравнений (11) требуется соблюдение равенства пакетов периодов $t_1' = t_2'$:

$$\alpha t(1-\beta) = \frac{t}{\alpha(1+\beta)},$$

откуда $\alpha = 1/\sqrt{1-\beta^2}$. Тогда пакет периодов излучения на приёмнике становится одинаковым как в ситуации приближения источника света к неподвижному приёмнику:

$$t_1' = \alpha t(1-\beta) = t\frac{1-\beta}{\sqrt{1-\beta^2}} = t\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}.$$

так и в ситуации приближения приёмника к неподвижному источнику света:

$$t_2' = \frac{t}{\alpha(1+\beta)} = t\frac{\sqrt{1-\beta^2}}{1+\beta} = t\sqrt{\frac{1-\beta}{1-\beta}},$$

что находится в полном согласии с требованием $\nu_1' = \nu_2'$.

Примерно в том же ключе уравнения (11) «приводятся» в соответствие с принципом относительности и Максом Борном [7, стр. 232], с той лишь разницей, что его коэффициент $\alpha = \sqrt{1-\beta^2}$ вводится в левые части уравнений $\alpha ct' = ct(1-\beta)$ и $\alpha ct = ct'(1+\beta)$, а требование (1) принимает вид:

$$\alpha\frac{t}{1-\beta^2} = \frac{t}{\sqrt{1-\beta^2}}.$$

Суть от этого не меняется: расчет коэффициентов пропорциональности путем перемножения оговоренных выше уравнений друг на друга математически некорректен, а сами уравнения не нуждаются в этих коэффициентах. Иными словами, **уравнения распространения света не могут быть согласованы с принципом относительности, что и следовало ожидать, поскольку сам факт существования в природе эффекта Доплера априори исключает процесс распространения света из списка других процессов, которые протекают одинаковым образом, как в условиях покоящейся системы координат, так и в условиях движущейся системы координат**. И не понимать этого могут только очень зашоренные люди.

На этом можно было бы закончить анализ преобразований СТО и отправить эти преобразования в корзину, поскольку сама идея согласования уравнений Доплера с принципом относительности нереализуема априори, а процедура вывода преобразований СТО математически некорректна. Но мы сделаем вид, что процедура согласования уравнений выполнена математически грамотно, и продолжим погружение в математические манипуляции СТО с целью установления действительного физического смысла конкретных формул, помня при этом о том, что эти формулы вообще не имеют право на существование.

Из уравнения (10-1), с учетом коэффициента $\alpha$, находим соотношение между собственной частотой источника излучения и частотой на приёмнике:

$$\nu_0 = \alpha\nu'(1-\beta) = \nu'\frac{1-\beta}{\sqrt{1-\beta^2}} = \nu'\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} \text{ иди } \nu' = \nu_0\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}, \qquad (15)$$

что в терминах периодов волн означает

$$T = T'\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} \text{ или } T' = T\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}. \qquad (16)$$

Принимая во внимание, что $\lambda = c/\nu = cT$ и $\lambda' = (\lambda - \Delta\lambda) = c/\nu' = cT'$, выражения (15) и (16) могут быть преобразованы в соотношения длин волн:

$$\lambda = \lambda'\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} \text{ или } \lambda' = \lambda\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}. \qquad (17)$$

Далее, если учесть, что для пакета световых волн справедливы соотношения

$$n\lambda = n\frac{c}{\nu_0} = cnT = ct \text{ и } n\lambda' = n\frac{c}{\nu'} = cnT' = ct', \qquad (18)$$

и что в СТО «узаконены» равенства $x = ct,\ x' = ct'$, мы можем формально переписать уравнения (16) и (17) в виде:

$$t = t'\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} \text{ или } t' = t\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}, \qquad (19)$$

и

$$x = x'\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} \text{ или } x' = x\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}, \qquad (20)$$

помня о том, что в данном случае речь идет не о пространственных координатах, а о световых пакетах и соответствующих им пакетах периодов излучения. И наконец, еще раз принимая во внимание равенства $x = ct,\ x' = ct'$, уравнения (19) и (20) можно развернуть и обнаружить нечто похожее на известные всем преобразования СТО:

$$x = x'\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} = x'\frac{1+\beta}{\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{x'+Vt'}{\sqrt{1-\beta^2}}\ (21-1) \text{ или } x' = x\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} = \frac{x-Vt}{\sqrt{1-\beta^2}};\ (21-2) \qquad (21)$$

$$t = t'\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} = t'\frac{1+\beta}{\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{t'+\frac{V}{c^2}x'}{\sqrt{1-\beta^2}}\ (22-1) \text{ или } t' = t\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} = \frac{t-\frac{V}{c^2}x}{\sqrt{1-\beta^2}}.\ (22-2) \qquad (22)$$

Совершенно очевидно, что эти уравнения не являются соотношениями каких-то пространственно-временных координат, как принято считать в СТО. Уравнения (21) выражают соотношение наблюдаемых $x' = ct' = n(\lambda - \Delta\lambda)$ и собственных $x = ct = n\lambda$ виртуальных пространственных интервалов, пакетов световых волн, а уравнения (22) – соотношение соответствующих временных параметров этих пакетов покоящегося и движущегося источника излучения в направлении его движения. Отсюда следует простой и ясный вывод: **никакого собственного времени в движущейся системе координат, даже в рамках релятивистской механики, не существует. Время абсолютно и едино для всех систем отсчета. В уравнениях (22) время $t'$ – это продолжительность пакета регистрируемых приёмником периодов излучения $t' = nT'$, размер которого естественным образом уменьшается в направлении движения источника света по сравнению с таким же пакетом $t = nT$ в покоящейся системе координат**.

Понятно, что в обратном порядке свертывание формул (21) и (22) следует проводить, полагая $x = ct$ и $x' = ct'$, а не $x = Vt$ и $x' = Vt'$, поскольку рассматривается процесс распространения света, а не процесс перемещения одной системы координат относительно другой. В противном случае мы получим асимметричный результат. В частности, если свернуть выражение (22-2) при $x = Vt$, следуя рекомендации Эйнштейна [3, стр. 19], а не при $x = ct$, как требует «принцип постоянства скорости света», то получим $t' = t\sqrt{1-\beta^2}$, откуда $t = t'/\sqrt{1-\beta^2}$, что не согласуется с принципом относительности. А свертывание тем же способом выражения (22-1) вообще приводит к неизвестным в СТО соотношениям:

$$t=\frac{t'+\frac{V}{c^2}x'}{\sqrt{1-\beta^2}}=\frac{t'+t'\frac{V^2}{c^2}}{\sqrt{1-\beta^2}}=t'\frac{1+\beta^2}{\sqrt{1-\beta^2}}\text{, откуда }t'=t\frac{\sqrt{1-\beta^2}}{1+\beta^2}.$$

С «пространственными координатами» получается еще более нелепая ситуация, если при свертывании выражений (21) следовать рекомендациям Эйнштейна, т.е. полагать, что $x=Vt$ и $x'=Vt'$:

$$x=\frac{x'+Vt'}{\sqrt{1-\beta^2}}=\frac{2Vt'}{\sqrt{1-\beta^2}}=\frac{2x'}{\sqrt{1-\beta^2}}\text{ и }x'=\frac{x-Vt}{\sqrt{1-\beta^2}}=\frac{x-x}{\sqrt{1-\beta^2}}=0.$$

Таким образом, мы видим, что манипуляция выражениями (21) и (22) с использованием вставок $x=Vt$ и $x'=Vt'$ дает асимметричный результат (нарушается принцип относительности) и пренебрегает требованием постоянства скорости света в редакции СТО. Но на это почему-то никто не обращает внимание – ни автор СТО, ни его последователи, когда пользуются выражением $t'=t\sqrt{1-\beta^2}$.

Теперь, вводим коэффициент пропорциональности $\alpha$ в уравнение (10-2) и находим частоту на движущемся приёмнике в ситуации, когда источник света неподвижен:

$$v'=\alpha v_0(1+\beta)=v_0\frac{1+\beta}{\sqrt{1-\beta^2}}=v_0\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}\text{ или }v_0=v'\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} \quad (23)$$

Как видим, эти соотношения идентичны соотношениям частот при движущемся источнике света (19). Следовательно, и вытекающее из него соотношение периодов излучения будет идентично соотношению (15), которое, при соответствующих подстановках, может быть преобразовано в выражение (19). Что касается соотношений длин волн (17), то их вывод из (21) некорректен, поскольку при неподвижном источнике излучения, длины волн не меняются – процесс распространения света в данной ситуации описывается уравнением $\lambda(v_0+\Delta v)=c\sqrt{(1+\beta)/(1-\beta)}$. Иными словами, при неподвижном источнике света, перемещение наблюдателя в пространстве, как и в классическом варианте эффекта Доплера, никак не влияет на длины воспринимаемых этим наблюдателем волн.

Таким образом, введение коэффициента пропорциональности $\alpha$ в уравнения Доплера можно рассматривать как некое административное решение, следствием которого является замена регистрируемых приёмником частот $v'=v_0/(1-\beta)$ в ситуации (10-1) и $v'=v_0(1+\beta)$ в ситуации (10-2), одним выражением $v'=v_0\sqrt{1+\beta}/\sqrt{1-\beta}$ без какого-либо обоснования. Тогда требование (14) будет реализовано. Но это требование никак не связано с совмещением принципа относительности с принципом постоянства скорости света относительно обеих систем отсчета.

**5. Второй комплект преобразований СТО**

Этот комплект преобразований выводится из другой пары уравнений Доплера: уравнения

$$c=(\lambda+\Delta\lambda)(v_0-\Delta v)\text{ или }\lambda v_0=v'\lambda(1+\beta), \quad (24)$$

которое описывает процесс распространения света в направлении, противоположном направлению движения источника излучения, т.е. при удалении последнего от неподвижного приёмника, и уравнения

$$\lambda(v_0-\Delta v)=c-V\text{ или }\lambda v'=\lambda v_0(1-\beta), \quad (25)$$

которое описывает процесс распространение света от неподвижного источника излучения с точки зрения удаляющегося приёмника. В терминах пространственных интервалов пакетов световых волн уравнение (24) принимает вид $ct'=ct(1+\beta)$, а уравнение (25) – вид $ct=ct'(1-\beta)$.

Если мы проделаем с этими уравнениями те же манипуляции, какие были проделаны с рассмотренной выше парой уравнений, несмотря на то, что частота $v'=v_0/(1+\beta)$ в уравнении (24) не равна частоте $v'=v_0(1-\beta)$ в уравнении (25), то получим тот же коэффициент пропорциональности $\alpha=1/\sqrt{1-\beta^2}$, но прямо противоположные (уравнениям первого комплекта) базовые соотношения частот

$$v_0=\alpha v'(1+\beta)=v'\frac{1+\beta}{\sqrt{1-\beta^2}}=v'\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}\text{ или }v'=v_0\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}$$

и периодов излучения

$$T=T'\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}\text{ или }T'=T\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}.$$

Из этих соотношений, принимая во внимание (18), нетрудно перейти к соотношениям пространственных и временных интервалов пакетов световых волн:

$$ct=ct'\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}\text{ или }ct'=ct\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}\text{ и }t=t'\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}\text{ или }t'=t\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}.$$

Последние уравнения, с учетом равенств $x=ct$ и $x'=ct'$, могут быть преобразованы в подобие соотношений пространственно-временных координат:

$$x=x'\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}=x'\frac{1-\beta}{\sqrt{1-\beta^2}}=\frac{x-Vt}{\sqrt{1-\beta^2}}\text{ или }x'=x\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}=x\frac{1+\beta}{\sqrt{1-\beta^2}}=\frac{x+Vt}{\sqrt{1-\beta^2}}$$

$$t = t'\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} = t'\frac{1-\beta}{\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{t' - \frac{V}{c^2}x'}{\sqrt{1-\beta^2}} \quad \text{или} \quad t' = t\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} = \frac{t - \frac{V}{c^2}x}{\sqrt{1-\beta^2}}.$$

Как можно заметить, в свернутом виде эти уравнения являются антиподами уравнений первого комплекта, что и следовало ожидать, поскольку они моделируют прямо противоположные ситуации процесса распространения света. В обобщенном виде оба комплекта преобразованных уравнений Доплера сведены в таблице 1. Здесь черным цветом оконтурены те выражения, которые составляют суть официальной версии СТО, а синим цветом – те выражения, которые в этой теории считаются уравнениями так называемого релятивистского эффекта Доплера. Более подробно речь о них пойдет ниже.

Таблица 1

Два комплекта преобразованных уравнений Доплера

| КОМПЛЕКТ № 1<br>сближение источника света и приёмника, или распространение света в направлении движения источника излучения | КОМПЛЕКТ № 2<br>расхождение источника света и приёмника, или распространение света в направлении, противоположном направлению движения источника излучения |
|---|---|
| **в параметрах света** | |
| $\boxed{v' = v_0\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} \text{ или } v_0 = v'\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}}$ | $\boxed{v' = v_0\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} \text{ или } v_0 = v'\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}}$ |
| $T' = T\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}$ или $T = T'\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}$ | $T' = T\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}$ или $T = T'\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}$ |
| $\lambda' = (\lambda - \Delta\lambda) = \lambda\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}$ или $\lambda = \lambda'\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}$ | $\boxed{\lambda' = (\lambda + \Delta\lambda) = \lambda\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} \text{ или } \lambda = \lambda'\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}}$ |
| **скорость света относительно источника света** | |
| $c' = c\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}$ | $c' = c\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}$ |
| **время прохождения света вдоль движущегося пространственного интервала *l*** | |
| $t' = t\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}$ | $t' = t\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}$ |
| **оптическая длина света** | |
| $L' = ct' = ct\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} = L\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}$ | $L' = ct' = ct\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} = L\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}$ |
| **в пространственно-временных параметрах пакетов световых волн** | |
| $\boxed{t' = t\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} = \frac{t - \frac{V}{c^2}x}{\sqrt{1-\beta^2}}}$ | $t' = t\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} = \frac{t + \frac{V}{c^2}x}{\sqrt{1-\beta^2}}$ |
| $\boxed{x' = x\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} = \frac{x - Vt}{\sqrt{1-\beta^2}}}$<br>или<br>$\boxed{x = x'\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} = \frac{x + Vt}{\sqrt{1-\beta^2}}}$ | $x' = x\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} = \frac{x + Vt}{\sqrt{1-\beta^2}}$<br>или<br>$x = x'\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} = \frac{x - Vt}{\sqrt{1-\beta^2}}$ |
| **средние величины параметров** | |
| $t' = \frac{t}{\sqrt{1-\beta^2}}, \quad L' = \frac{L}{\sqrt{1-\beta^2}}, \quad ct' = \frac{ct}{\sqrt{1-\beta^2}}$ | |

Таким образом, мы установили, что преобразования СТО выведены из уравнений распространения света, в которых длины волн заменены виртуальными пространственными интервалами – пакетами световых волн, а периоды излучения – соответствующими временными пакетами. При этом официальная версия СТО построена на уравнениях распространения света в направлении движения источника излучения, поскольку развернутые варианты новых уравнений напоминают уравнения Галилея. А поскольку в данной ситуации длины волн и периоды их излучения на приёмнике сокращены относительно покоящейся системы координат, то и преобразования СТО отражают ту же тенденцию: $t' < t$ и $x' < x$. Но это никак не связано с преобразованиями Галилея.

Следуя элементарной логике, СТО должна была бы строиться на всех уравнениях первого комплекта, поскольку именно этот комплект формул был выведен из уравнения $c = (\lambda - \Delta\lambda)(v_0 + \Delta v)$, которое в преобразованном для пакета волн виде $ct' = ct(1-\beta) = ct - Vt$, напоминает уравнение Галилея $x' = x - Vt$, если полагать $ct' = x'$ и $ct = x$. Иными словами, помимо уравнений пространственно-временных координат (21) и (22), эта теория должна была бы опираться на уравнение (19) $v' = v_0\sqrt{(1+\beta)/(1-\beta)}$, как выражение «темпа хода движущихся часов», и соответствующий этому уравнению параметр времени $t' = t\sqrt{(1-\beta)/(1+\beta)}$. Однако, вопреки здравому смыслу, Эйнштейн принимает очередное нелепое решение: он выбирает для этих параметров два несовместимых между собой выражения: $v' = v_0\sqrt{1-\beta^2}$ и $t' = t\sqrt{1-\beta^2}$, как интервал времени между событиями. Это противоречие проходит красной нитью через всю канву СТО и вынуждает Эйнштейна, а также и всех популяризаторов данной теории, прибегать к весьма изворотливым приемам интерпретации математически несовместимых формул. Причина «рождения» выражения $v' = v_0\sqrt{1-\beta^2}$ элементарно проста – оно, в виде раскрытого, с точностью до величин второго порядка, выражения $v' \approx v_0(1 - 0{,}5\beta^2)$, потребовалось Эйнштейну для еще более нелепого положения СТО об уменьшении частоты источника излучения на вращающемся диске, в контексте гипотезы о гравитационном красном смещении [4, Приложение III, стр. 597].

## 6. Эффект Доплера в релятивистской редакции

Надо сказать, что сам факт признания в СТО явления Доплера, пусть даже и в несколько иной математической интерпретации, является вопиющим отступлением от принципа относительности и принципа постоянства скорости света, согласно которым скорость распространения света в движущейся системе координат, относительно ее элементов, должна быть одинакова во всех направлениях и равна скорости света в покоящемся мировом пространстве. Следовательно, ни о каком частотном или волновом смещении света не может быть и речи. Но об этом противоречии сторонники СТО предпочитают помалкивать.

Для наглядного восприятия отличий классического эффекта Доплера от его преобразованного релятивистского варианта, основные ситуации проявления этого феномена сведены в таблице 2. Как можно видеть, для частотного эффекта Доплера в релятивистской редакции нет принципиальных различий между ситуацией, когда источник света неподвижен, а приёмник находится в состоянии движения, и противоположной ситуацией – когда приёмник неподвижен, а источник света находится в состоянии движения. Здесь решающее значение имеет направление вектора движущегося источника света (или приёмника) относительно приёмника (или источника света). При движении источника света к покоящемуся приёмнику, равно как и при движении приёмника к покоящемуся источнику света, частота на приёмнике возрастает в одной и той же пропорции, а в противоположных ситуациях – уменьшается в одной и той же пропорции, что и было заложено в требовании (14) и аналогичном требовании для второго комплекта преобразований. Поэтому в литературе нередки случаи, когда при упоминании эффекта Доплера говорят, что в рамках релятивистской механики не имеет значения, что находится в состоянии движения – источник света или приёмник. При классическом описании эффекта, различия между оговоренными ситуациями существуют – на уровне величин второго и более высших порядков.

Тем не менее, принципиальное отличие ситуаций имеет место быть и в релятивистской механике – волновой эффект, как и в рамках классической механики, возникает лишь в случае перемещения **источника излучения**, а не приёмника (см. табл. 2).

Таблица 2

Эффект Доплера в классической и релятивистской интерпретациях

| КЛАССИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ДОПЛЕРА | | | РЕЛЯТИВИСТСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Уравнение распространения света | Частотный эффект | Волновой эффект | Уравнение распространения света | Частотный эффект | Волновой эффект |
| Распространение света в покоящейся системе координат с точки зрения движущегося наблюдателя | | | | | |
| распространение света в направлении движения наблюдателя (приёмник удаляется от покоящегося источника света) | | | | | |
| $\lambda(v_0 - \Delta v) = c - V$ | $v' = v_0(1-\beta)$ | - | $\lambda v_0\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} = c\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}$ | $v' = v_0\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}$ | - |
| скорость света относительно приёмника $c' = c(1-\beta)$ | | | скорость света относительно приёмника $c' = c\sqrt{1-\beta}/\sqrt{1+\beta}$ | | |
| распространение света в направлении, противоположном направлению движения наблюдателя (приёмник приближается к покоящемуся источнику света) | | | | | |
| $\lambda(v_0 + \Delta v) = c + V$ | $v' = v_0(1+\beta)$ | - | $\lambda v_0\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} = c\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}$ | $v' = v_0\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}$ | - |
| скорость света относительно приёмника $c' = c(1+\beta)$ | | | скорость света относительно приёмника $c' = c\sqrt{1+\beta}/\sqrt{1-\beta}$ | | |
| Распространение света в движущейся системе координат с точки зрения покоящегося наблюдателя | | | | | |
| распространение света в направлении движения (источник излучения приближается к покоящемуся приёмнику) | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $(\lambda-\Delta\lambda)(\nu_0+\Delta\nu)=c$ | $\nu'=\dfrac{\nu_0}{1-\beta}$ | $\lambda-\Delta\lambda=\lambda(1-\beta)$ | $\lambda\sqrt{\dfrac{1-\beta}{1+\beta}}\cdot\nu_0\sqrt{\dfrac{1+\beta}{1-\beta}}=c$ | $\nu'=\nu_0\sqrt{\dfrac{1+\beta}{1-\beta}}$ | $\lambda'=\lambda\sqrt{\dfrac{1-\beta}{1+\beta}}$ |
| скорость света относительно источника света $c'=c(1-\beta)$ | | | скорость света относительно источника света $c'=c\sqrt{1-\beta}/\sqrt{1+\beta}$ | | |
| распространение света в направлении, противоположном направлению движения (источник излучения удаляется от покоящегося приёмника) | | | | | |
| $(\lambda+\Delta\lambda)(\nu_0-\Delta\nu)=c$ | $\nu'=\dfrac{\nu_0}{1+\beta}$ | $\lambda+\Delta\lambda=\lambda(1+\beta)$ | $\lambda\sqrt{\dfrac{1+\beta}{1-\beta}}\cdot\nu_0\sqrt{\dfrac{1-\beta}{1+\beta}}=c$ | $\nu'=\nu_0\sqrt{\dfrac{1-\beta}{1+\beta}}$ | $\lambda'=\lambda\sqrt{\dfrac{1+\beta}{1-\beta}}$ |
| скорость света относительно источника света $c'=c(1+\beta)$ | | | скорость света относительно источника света $c'=c\sqrt{1+\beta}/\sqrt{1-\beta}$ | | |
| Распространение света в движущейся системе координат с точки зрения сопутствующего наблюдателя | | | | | |
| распространение света в направлении движения | | | | | |
| $(\lambda-\Delta\lambda)\nu_0=c-V$ | $\nu'=\nu_0$ | $\lambda-\Delta\lambda=\lambda(1-\beta)$ | $\lambda\sqrt{\dfrac{1-\beta}{1+\beta}}\cdot\nu_0=c\sqrt{\dfrac{1-\beta}{1+\beta}}$ | $\nu'=\nu_0$ | $\lambda'=\lambda\sqrt{\dfrac{1-\beta}{1+\beta}}$ |
| скорость света относительно источника света и приёмника $\overrightarrow{c}=c(1-\beta)$ | | | скорость света относительно источника света и приёмника $\overrightarrow{c}=c\sqrt{1-\beta}/\sqrt{1+\beta}$ | | |
| распространение света в направлении, противоположном направлению движения | | | | | |
| $(\lambda+\Delta\lambda)\nu_0=c+V$ | $\nu'=\nu_0$ | $\lambda+\Delta\lambda=\lambda(1+\beta)$ | $\lambda\sqrt{\dfrac{1+\beta}{1-\beta}}\cdot\nu_0=c\sqrt{\dfrac{1+\beta}{1-\beta}}$ | $\nu'=\nu_0$ | $\lambda'=\lambda\sqrt{\dfrac{1+\beta}{1-\beta}}$ |
| скорость света относительно источника света и приёмника $\overleftarrow{c}=c(1+\beta)$ | | | скорость света относительно источника света и приёмника $\overleftarrow{c}=c\sqrt{1+\beta}/\sqrt{1-\beta}$ | | |
| распространение света по нормали к вектору движения | | | | | |
| $(\lambda-\Delta\lambda)\nu_0=c\sqrt{1-\beta^2}$ | $\nu'=\nu_0$ | $\lambda-\Delta\lambda=\lambda\sqrt{1-\beta^2}$ | $(\lambda-\Delta\lambda)\nu_0=c\sqrt{1-\beta^2}$ | $\nu'=\nu_0$ | $\lambda-\Delta\lambda=\lambda\sqrt{1-\beta^2}$ |
| скорость света относительно источника света и приёмника $c_\perp=c\sqrt{1-\beta^2}$ | | | скорость света относительно источника света и приёмника $c_\perp=c\sqrt{1-\beta^2}$ | | |

В свете приведенных в табл. 2 выражений частотного эффекта Доплера, следует обратить внимание читателя на странную позицию Эйнштейна в понимании им же придуманных релятивистских уравнений. В одной из своих работ [2] Эйнштейн приводит оба выражения для частотного эффекта Доплера (в первой, основополагающей, работе [3] дано лишь одно выражение $v'=v_0\sqrt{(1-\beta)/(1+\beta)}$, которое и вошло в справочную литературу [10]) и раскрывает их физический смысл следующим образом:

«1. Если наблюдатель движется со скоростью $V$ по отношению к бесконечно удаленному источнику света частоты $\nu$ так, что линия «источник света — наблюдатель» образует угол $\varphi$ со скоростью наблюдателя по отношению к системе координат, покоящейся относительно источника света, то частота $\nu'$ света, воспринимаемого наблюдателем, определяется соотношением

$$v'=v\frac{1-\beta cos\varphi}{\sqrt{1-\beta^2}}.$$

2. Если источник, испускающий в движущейся вместе с ним системе свет с частотой $v_0$, движется так, что линия «источник света — наблюдатель» образует угол $\varphi$ со скоростью источника света по отношению к системе, покоящейся относительно наблюдателя, то частота $\nu$, воспринимаемая наблюдателем, определяется соотношением

$$v=v_0\frac{\sqrt{1-\beta^2}}{1-\beta cos\varphi}.$$

Оба эти соотношения выражают принцип Доплера в его общей форме; последнее соотношение позволяет определить, как зависит от скорости движения ионов и от направления наблюдения частота света, испускаемого (или поглощаемого) каналовыми лучами» [2, стр. 77-78]. Очевидно, что при $\varphi=0^o$:

$$v'=v\frac{1-\beta}{\sqrt{1-\beta^2}}=v\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}\quad\text{и}\quad v=v_0\frac{\sqrt{1-\beta^2}}{1-\beta}=v_0\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}.$$

Заметим, что введение $cos\varphi$ в формулы частотного эффекта некорректно – релятивистские «явления» существуют только в направлении, параллельном вектору движения, т.е. при $\varphi=0^o$. При $\varphi=90^o$: $cos\varphi=0$, т.е. получается, что при распространении света по нормали к вектору движения, $v'=v/\sqrt{1-\beta^2}$ и $v=v_0\sqrt{1-\beta^2}$ (исходя из приведенных выше формул). В действительности же, в этом направлении $v'=v$ и $v=v_0$, так как уравнение распространения света имеет вид $(\lambda-\Delta\lambda)v_0=c\sqrt{1-\beta^2}$, как в рамках классической механики, так и в рамках релятивистских «преобразований».

Если я правильно понял текстовые части обоих пунктов, то оба они соответствуют ситуации **сближения** источника света и наблюдателя. Пункт 1 относится к случаю приближения наблюдателя к неподвижному источнику света, а пункт 2 – к случаю приближения источника света к неподвижному наблюдателю. Следовательно, в обоих случаях $v' = v_0\sqrt{(1+\beta)/(1-\beta)}$ (см. табл. 2), а вот выражение $v' = v_0\sqrt{(1-\beta)/(1+\beta)}$, которое и вошло в справочную литературу [10], соответствует ситуации **удаления** источника излучения от покоящегося наблюдателя, равно как и ситуации удаления наблюдателя от покоящегося источника света (см. табл. 2).

У Р. Фейнмана, в его «Лекциях» [11], выражение $v' = v_0\sqrt{(1+\beta)/(1-\beta)}$ также соответствует ситуации сближения источника излучения и приёмника, и справедливо как в отношении движущегося приёмника, так и в отношении движущегося источника света. Однако сам способ вывода этого выражения, при внимательном рассмотрении, оказывается логически некорректным. Суть изложенного в «Лекциях» вывода релятивистского соотношения частот сводится к тому, что в классическом выражении эффекта Доплера для данной ситуации $v = v_0/(1-\beta)$, значение собственной частоты источника света $v_0$ необходимо заменить выражением $v_1 = v_0\sqrt{1-\beta^2}$, которое, по мнению Р. Фейнмана, выражает частоту движущегося источника света. Однако понятия «движущегося источника света» и «движущегося наблюдателя» в СТО являются абстрактными – они не имеет физического смысла, поскольку не конкретизируются направлением их движения. Эта уловка и позволяет получить искомый результат. В действительности же выражение $v' = v_0\sqrt{(1+\beta)/(1-\beta)}$ выводится из требования (14):

$$\frac{v_0}{\alpha(1-\beta)} = \alpha v_0(1+\beta) = \frac{v_0(1+\beta)}{\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{v_0\sqrt{1+\beta}\sqrt{1+\beta}}{\sqrt{1-\beta}\sqrt{1+\beta}} = v_0\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}$$

Заметим, что выражения $v = v_0\sqrt{1-\beta^2}$ в таблице 2 нет. Как будет показано ниже, это выражение появилось в СТО в результате волевого решения ее автора – отождествления данного выражения с выражением $t' = t\sqrt{1-\beta^2}$, которое, в свою очередь, было получено путем некорректного свертывания уравнения $(22-2)$ $t' = \dfrac{t - Vx/c^2}{\sqrt{1-\beta^2}}$ при $x = Vt$, о чем говорилось выше.

Волновой эффект Доплера в рамках релятивистской механики Эйнштейном вообще не рассматривался по причине того, по-видимому, что его формулы были преобразованы в соотношения пространственных координат, и выдавать одно и то же уравнение, что называется, под разным соусом, было как-то неловко. Позднее, правда, сторонники СТО вспомнят об одном из выражений волнового эффекта $\lambda' = \lambda\sqrt{(1+\beta)(1-\beta)}$ в связи с необходимостью объяснения явления космологического красного смещения. Мы же вправе проанализировать релятивистские соотношения длин волн, поскольку не считаем их аналогами соотношений пространственных координат.

С учетом новых значений величин $\lambda' = (\lambda - \Delta\lambda) = \lambda\sqrt{(1-\beta)(1+\beta)}$ и $\lambda' = (\lambda + \Delta\lambda) = \lambda\sqrt{(1+\beta)(1-\beta)}$ для рассмотренных выше ситуаций распространения света, новые значения параметра $\Delta\lambda$ оказываются асимметричными: $\Delta\lambda_1 = \lambda - \lambda\sqrt{(1-\beta)(1+\beta)}$ для ситуации, когда вектор движения источника излучения направлен в сторону неподвижного приёмника, и $\Delta\lambda_2 = \lambda\sqrt{(1+\beta)(1-\beta)} - \lambda$ для ситуации, когда вектор движения направлен в противоположную сторону, т.е. в случае удаления источника света от наблюдателя. Отсюда получаем разные выражения величин относительных смещений:

$$z_1 = \frac{\Delta\lambda_1}{\lambda} = 1 - \sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} \quad \text{и} \quad z_2 = \frac{\Delta\lambda_2}{\lambda} = \sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} - 1,$$

которые, следуя элементарной логике, должны быть одинаковыми. Поэтому принятое в космологии релятивистское выражение для красного смещения $z = \Delta\lambda/\lambda = \sqrt{(1+\beta)(1-\beta)} - 1$ и вытекающее из него выражение для скорости удаляющегося источника излучения

$$V = c\frac{(z+1)^2 - 1}{(z+1)^2 + 1}$$

можно рассматривать, мягко выражаясь, как не совсем удачное решение проблемы космологического красного смещения. А если учесть то обстоятельство, что эти выражения базируются на математически некорректных преобразованиях, то они могут быть спокойно отправлены в корзину. Мое понимание физического смысла этого феномена изложено на странице.

Примечательно, что выражение для синего смещения $z = \Delta\lambda/\lambda = 1 - \sqrt{(1-\beta)(1+\beta)}$, которое, кстати сказать, является производным от базового соотношения частот официальной версии СТО, ни в космологии, ни в самой СТО вообще не рассматривается. Это и понятно – вытекающее из него выражение скорости движения источника излучения

$$V = c\frac{1 - (1-z)^2}{1 + (1+z)^2}$$

работает лишь в области $z < 1$, о чем сторонники СТО предпочитают помалкивать, поскольку это обстоятельство не согласуется с претензией СТО на статус всеобъемлющей универсальной теории.

## 7. О совместимости принципов СТО

Теперь обратимся к вопросу о совместимости принципа относительности с принципом постоянства скорости света. Вот что пишет Эйнштейн по этому поводу: «Теперь мы должны показать, что каждый луч света – при измерении в движущейся системе – распространяется со скоростью $c$, если это утверждение, согласно нашему допущению, справедливо в покоящейся системе; мы еще не доказали, что принцип постоянства скорости света совместим с принципом относительности.

Пусть в момент времени $t = t_0 = 0$ из общего в этот момент для обеих систем начала координат посылается сферическая волна, которая распространяется в системе $K$ со скоростью $c$. Если $(x, y, z)$ есть точка, в которую приходит эта волна, то мы имеем

$$x^2 + y^2 + z^2 = c^2t^2. \qquad (26)$$

Преобразуем это уравнение с помощью записанных выше формул преобразования; тогда получим

$$\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2 = c^2\tau^2 \qquad (27)$$

Итак, рассматриваемая волна, наблюдаемая в движущейся системе, также является шаровой волной, распространяющейся со скоростью $c$. Тем самым доказано, что наши два основных принципа совместимы» [3, стр. 16].

По-моему, приведенная аргументация совместимости принципов СТО – либо откровенное лукавство, либо элементарное невежество. Во-первых, мы уже выяснили, что время $\tau$ – это не собственное время движущейся системы координат, а продолжительность пакета регистрируемых приёмником периодов излучения $\tau = nT'$, размер которого различен в разных направлениях движения источника света относительно такого же пакета $t = nT$ в покоящейся системе координат. Поэтому уравнение (27) нельзя рассматривать как поверхность сферической волны относительно движущейся системы координат, оно вообще лишено физического смысла.

Во-вторых, если в движущейся системе координат посылается сферическая волна света с периодичностью $T$, то она действительно будет сферической, но относительно той точки пространства, в которой на момент времен $t_n = nT$ оказалось начало движущейся системы координат. Поверхность каждой такой сферической волны будет описываться уравнением (26) относительно места нахождения начала движущейся системы координат на момент времени $t_n$. Иными словами, каждая посылаемая движущимся источником излучения световая волна будет иметь сферическую форму относительно покоящегося пространства и может быть описана уравнением (26) относительно точки ее испускания, если эту точку выбрать за начала отсчета.

В-третьих, если распространение света рассматривать относительно движущегося источника излучения как непрерывно текущий процесс, то в терминах оптической длины света шаровая сфера становится асимметричным эллипсоидом вращения, в котором большая полуось в направлении движения будет равна $L_{\rightarrow} = L\sqrt{(1+\beta)/(1-\beta)}$, в противоположном направлении $L_{\leftarrow} = L\sqrt{(1-)/(1+\beta)}$, а по нормали к вектору движения $L_{\perp} = L/\sqrt{1-\beta^2}$. В терминах пространственных интервалов пакетов световых волн эллипсоид вращения будет иметь противоположные параметры: $n\lambda_{\rightarrow} = n\lambda\sqrt{(1-\beta)(1+\beta)}$, $n\lambda_{\leftarrow} = n\lambda\sqrt{(1+\beta)(1-\beta)}$ и $n\lambda_{\perp} = n\lambda\sqrt{1-\beta^2}$, соответственно.

Таким образом, и эта попытка Эйнштейна убедить нас в том, что оба принципа СТО совместимы, – несостоятельна по определению, безграмотна по содержанию и примитивна по исполнению.

В рамках классической механики скорость света в движущейся системе координат (при нахождении источника излучения в данной системе) различна с точки зрения сопутствующего наблюдателя (приёмника):

– в направлении движения $\overset{\rightarrow}{c} = c(1-\beta)$,

– в противоположном направлении $\overset{\leftarrow}{c} = c(1+\beta)$,

– в направлении, перпендикулярном вектору движения, $c_{\perp} = c\sqrt{1-\beta^2}$.

С точки зрения покоящегося наблюдателя (т.е. **относительно пространства**) скорость света всегда постоянна вне зависимости от того, где расположен этот наблюдатель (приёмник) по отношению к движущемуся источнику света. Меняются лишь наблюдаемые частоты и длины волн. Поэтому постулат о постоянстве скорости света следует понимать, как вполне очевидное положение о постоянстве скорости света относительно пространства (среды распространения света, эфира, электромагнитного поля и т.п.). Иными словами, скорость света относительно пространства не зависит от того, в каком состоянии находятся источник излучения и приёмник – в состоянии покоя или в состоянии движения. В СТО же, при формулировании принципа постоянства скорости света, говорится, что «скорость распространения света в пустоте относительно обеих систем координат равна *c*», в том числе и относительно движущегося источника света [2, стр. 71].

Однако относительно движущегося источника света и сопутствующего наблюдателя скорость света не является константой. Это обстоятельство свидетельствует о том, что процесс распространения света в пространстве, в отличие от других процессов, не подчиняется принципу относительности. Попытки же релятивистов согласовать этот процесс с принципом относительности, как было показано выше, математически безграмотны. Более того, даже при математически некорректных уравнениях распространения света в движущейся системе координат (и выражениях наблюдаемой частоты излучения), скорость света относительно источника излучения также оказывается различной в зависимости от места нахождения наблюдателя (см. табл. 2):

– в направлении движения $c_{\rightarrow} = c\sqrt{(1-\beta)/(1+\beta)}$,

– в противоположном направлении $c_{\leftarrow} = c\sqrt{(1+\beta)/(1-\beta)}$

– в направлении, перпендикулярном вектору движения $c_{\perp} = c\sqrt{1-\beta^2}$ (в этом направлении релятивистские эффекты отсутствуют и уравнение распространения света идентично таковому в классической механике).

Таким образом, и в рамках релятивистской механики скорость света относительно движущегося источника излучения не является константой, что противоречит заявленному в СТО тезису о совместимости принципа относительности с принципом постоянства скорости света. Приходится только недоумевать – почему это очевидное обстоятельство замалчивается релятивистским сообществом?

## 8. Физический смысл преобразований СТО

Мы уже выяснили, что преобразования СТО, в виде уравнений (21) и (22), представляют собой соотношения пространственных и временных интервалов пакетов световых волн, которые являются производными от базового соотношения частот (15) для ситуации распространения света в направлении движения источника излучения к неподвижному приёмнику (см. табл. 1), и не имеют никакого отношения ни к пространственным координатам, ни к преобразованиям Галилея. Более того, кинематика этих ситуаций прямо противоположна кинематике уравнений Галилея. Однако, вследствие негласно существующих в СТО равенств

$$n\lambda = ncT = ct = x \quad \text{и} \quad n\lambda' = ncT' = ct' = x'. \tag{28}$$

в которых понятие «пространственно-временных координат» отождествляется с понятиями «пространственно-временных интервалов пакетов световых волн» и «оптической длины света», эти преобразования стали называться преобразованиями пространственно-временных координат. Самое удивительное в этой истории то, что официальная наука проглотила эту аферу. Эйнштейн был, конечно, доволен успешно проведенной операцией, и его высунутый язык – красноречивое тому подтверждение. На современном сленге это означает примерно: «как я вас всех сделал?!».

Теперь обсудим происхождение главных уравнений СТО, которые преподносятся сторонниками этой теории как феномены релятивистской механики, и которые определяют длину движущегося стержня $l' = l\sqrt{1-\beta^2}$, интервал времени между событиями для любых физических процессов в движущейся системе координат $\Delta t' = \Delta t\sqrt{1-\beta^2}$ и скорость течения этих процессов, в том числе скорость хода атомных часов $v' = v_0\sqrt{1-\beta^2}$.

Если придерживаться принятых в СТО равенств (28) и некорректно произведенных «преобразований», то, следуя элементарной логике, перечисленные выше параметры должны определяться выражениями

$$l' = l\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}, \qquad \Delta t' = \Delta t\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}, \qquad v' = v_0\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}},$$

соответственно, как это следует из табл. 1. Расхождения между логически (и математически) согласованными и официально существующими выражениями объясняются особенностями вывода последних из уравнений (21) и (22).

Так, выражение длины движущегося стержня было получено Эйнштейном из развернутого варианта уравнения (21-2) простым вычитанием соответствующих координат по схеме

$$l' = x_2' - x_1' = \frac{x_2 - Vt}{\sqrt{1-\beta^2}} - \frac{x_1 - Vt}{\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{x_2 - x_1}{\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{l}{\sqrt{1-\beta^2}},$$

откуда $l = l'\sqrt{1-\beta^2}$ [5, стр. 419][7], что дало прямо противоположный (официально принятому) результат и вынудило Эйнштейна прибегнуть к демагогии, а А.Н.Матвеевым – из того же уравнения и по той же схеме, но с использованием абсурдных вставок $x_2 - x_1 = l'$ и $x_2' - x_1' = l$ [6, стр. 111], что дало-таки нужный для СТО результат $l' = l\sqrt{1-\beta^2}$. Очевидно, что оба приёма математически некорректны, поскольку, как уже говорилось, манипуляция развернутыми вариантами уравнений приводит к асимметричным выражениям. К тому же, если учесть, что параметры $x'$ и $x$ – суть пространственных интервалов, пакетов световых волн, то операция вычитания $(ct)_2' - (ct)_1'$ представляется совсем нелепой.

Что касается действительной длины движущегося стержня, то и в классической, и в релятивистской механике она не зависит от скорости его движения. Например, в релятивистской редакции длина движущегося стержня в направлении его движения определяется выражением $l' = \vec{c}t' = c\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} \cdot t\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} = ct = l$, где, в соответствии с уравнением распространения света в данном направлении, относительно движущейся системы координат, (см. табл. 2), $\vec{c} = c\sqrt{(1-\beta)/(1+\beta)}$ – скорость света в этом направлении (см. табл. 2) и $t' = t\sqrt{(1+\beta)/(1-\beta)}$ – время прохождения светом пространственного интервала $l$ (см. табл. 1). При распространении света в обратном направлении, с учетом соответствующих величин $\overleftarrow{c}$ и $t'$, имеем $l' = \overleftarrow{c}t' = c\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} \cdot t\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} = ct = l$. Как видим, никакого сокращения длины движущегося стержня не происходит, если грамотно применять выражение для скорости распространения света в заданном направлении и выражение для времени прохождения светом пространственного интервала $l$ в том же направлении. А вот оптическая длина света в этих направлениях действительно меняется: в направлении движения источника света она увеличивается в пропорции $L' = ct' = L\sqrt{(1+\beta)/(1-\beta)}$, а в направлении, противоположном вектору движения, – уменьшается в пропорции $L' = ct' = L\sqrt{(1-\beta)/(1+\beta)}$. Среднее значение между этими величинами составляет $L' = L/\sqrt{1-\beta^2}$ и равно среднему значению размеров световых пакетов $ct' = n\lambda' = n\lambda/\sqrt{1-\beta^2} = ct/\sqrt{1-\beta^2}$. У Эйнштейна [5] выражение $L' = L/\sqrt{1-\beta^2}$ является аналогом длины покоящегося стержня $l' = l/\sqrt{1-\beta^2}$, с точки зрения движущегося наблюдателя.

С выражениями временных интервалов и скорости течения процессов ситуация еще более интересная. Эта комбинация уравнений – самый удивительный казус СТО, поскольку рассматриваемые выражения естественным образом не согласуются между собой. По Эйнштейну [3, стр. 19], интервал времени между событиями следует определять по развернутому варианту уравнения (22-2), полагая, что при $x = Vt$ он выражает показания движущихся часов и свидетельствует о замедленном течении времени в движущейся системе координат, с точки зрения покоящегося наблюдателя:

---

[7] На стр. 419 в ссылке допущены опечатки – член $1-\beta^2$ приведен без квадратного корня.

$$t' = \frac{t - \frac{V}{c^2}x}{\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{t(1-\beta^2)}{\sqrt{1-\beta^2}} = t\sqrt{1-\beta^2}, \text{откуда } \Delta t' = \Delta t\sqrt{1-\beta^2}.$$

По А. Н. Матвееву [6, стр. 116-117], интервал времени между событиями в движущейся системе координат следует определять по развернутому варианту уравнения (21-1), полагая, что эти события происходят в начале координат, где $x'_0 = 0$:

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{t'_2 + \frac{V}{c^2}x'_0}{\sqrt{1-\beta^2}} - \frac{t'_1 + \frac{V}{c^2}x'_0}{\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{t'_2 - t'_1}{\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1-\beta^2}} \text{ откуда } \Delta t' = \Delta t\sqrt{1-\beta^2}.$$

Нетрудно видеть, что оба приема некорректны в принципе. Во-первых, что касается первого приёма, выражение (22-2) не является единственным для показаний движущихся часов (если такое нелепое определение вообще приемлемо для данного выражения). Оно справедливо лишь для ситуации приближения источника излучения к приёмнику. В случае удаления источника излучения от приёмника, «показания движущихся часов» будут опережать «показания покоящихся часов» в пропорции $t' = t\sqrt{(1+\beta)/(1-\beta)}$ (см. табл. 1). В раскрытом виде, да еще с подстановкой $x = Vt$, оно выглядит следующим образом:

$$t' = t\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} = t\frac{1+\beta}{\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{t + \frac{V}{c^2}x}{\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{t + \frac{V^2}{c^2}t}{\sqrt{1-\beta^2}} = t\frac{1+\beta^2}{\sqrt{1-\beta^2}}.$$

Иными словами, с точки зрения покоящегося наблюдателя, интервал времени между событиями, рассчитанный по показаниям удаляющихся «часов», равен $\Delta t' = \Delta t(1+\beta^2)/\sqrt{1-\beta^2}$. Следовательно, интервал времени между событиями в движущейся системе координат оказывается различным с точки зрения двух различных покоящихся наблюдателей.

Во-вторых, что касается второго приёма, допущение того, что некие события, как стадии течения какого-то процесса, происходят в начале движущейся системы координат, заведомо исключает процесс распространения света из перечня процессов, для которых возможно определение интервала времени между событиями, что является нонсенсом, поскольку сами преобразования СТО выведены из процесса распространения света.

В-третьих, всякие манипуляции с развернутыми вариантами уравнений (22), равно как и подстановки в них равенств $x = Vt$ и $x' = Vt'$, недопустимы – это приводит к асимметричному результату и не согласуется с принципом постоянства скорости света $x = ct$ и $x' = ct'$, как он записывается в СТО.

И, наконец, величины $t$ и $t'$ – суть временных интервалов, а не показания каких-то часов. Иными словами, формула $t' = t\sqrt{(1-\beta)(1+\beta)}$, как производная от $T' = T\sqrt{(1-\beta)(1+\beta)}$ (а это – интервал времени между событиями) в силу равенств

$$t = nT \quad \text{и} \quad t' = nT', \tag{29}$$

определяет соотношение пакета временных интервалов $nT'$ на приёмнике с собственным пакетом временных интервалов $nT$ источника света, которые естественным образом отличаются по протяженности вследствие того, что либо источник света приближается к приёмнику, либо приёмник приближается к источнику света. Поэтому выражение интервала времени между событиями $\Delta t' = \Delta t\sqrt{1-\beta^2}$, как производное от $t'_2 - t'_1 = (t_2 - t_1)\sqrt{1-\beta^2}$, вообще лишено всякого смысла. В самом деле, последнее выражение, с учетом равенств (29), следует записать в виде $n(T'_2 - T'_1) = n(T_2 - T_1)\sqrt{1-\beta^2}$, что является полным абсурдом, поскольку $T_2 = T_1 = T_2$ – это собственный период источника излучения, который имеет только одно значение, а $T'_2 = T'_1 = T'$ – это наблюдаемый на приёмнике период, который также имеет только одно значение.

Таким образом, соотношения интервалов времени между событиями в релятивистской модели процесса распространения света определяются двумя уравнениями в соответствии с двумя рассмотренными выше ситуациями (см. табл. 1): уравнением $t' = t\sqrt{(1-\beta)(1+\beta)}$ – в случае сближения источника света и наблюдателя, вне зависимости от того, кто из них движется, а кто покоится, и уравнением $t' = t\sqrt{(1+\beta)(1-\beta)}$ – в случае «разбегания» источника света и наблюдателя, вне зависимости от того, кто из них «убегает». Причем эти соотношения применимы только к процессу распространения света и не могут распространяться на другие процессы – работу механических или биологических часов, процесс перемещения таракана в кабинете ученого-релятивиста, процесс обращения планет вокруг Солнца и т.п. Иными словами, регистрируемые приёмником временные интервалы поступающих на него пакетов световых волн никак не связаны с интервалами времени между событиями других процессов, скорость течения которых определяется их собственной природой, а не природой процесса распространения света.

Причина применения в СТО приёма расчета пространственных и временных интервалов по развернутым и, к тому же, асимметричным формулам объясняется просто: это позволяет несколько дистанцироваться от уравнений Доплера (чтобы рядовой обыватель не обнаружил истинного значения преобразований) и кое-как, хотя бы на уровне зрительного восприятия, приблизиться к преобразованиям Галилея.

Теперь выясним происхождение выражения $v' = v_0\sqrt{1-\beta^2}$, которое в СТО характеризует темп хода движущихся часов любой конструкции [2, стр. 74]. Как ни странно, но это выражение является, по мнению Эйнштейна, аналогом выражения $t' = t\sqrt{1-\beta^2}$, из которого, оказывается, следует «замечательное» положение СТО о замедлении темпа хода движущихся часов. Чтобы в полной мере оценить степень нелепости этого положения, необходимо обратиться к первоисточнику, например, к работе [3, здесь $\tau = t'$].

«Представим себе, что часы, находясь в покое относительно покоящейся системы, показывают время *t*, а находясь в покое относительно движущейся системы, показывают время *τ*. Как быстро идут эти часы при рассмотрении из покоящейся системы? Величины *x, t, τ*, относящиеся к месту, в котором находятся эти часы, очевидно, связаны соотношениями

$$\tau = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}}\left(t - \frac{V}{c^2}x\right) \text{ и } x = Vt.$$

Таким образом, $\tau = t\sqrt{1-\beta^2} = t - \left(1 - \sqrt{1-\beta^2}\right)t$, откуда следует, что показание часов (наблюдаемое из покоящейся системы) отстает в секунду на $\left(1 - \sqrt{1-\beta^2}\right)$ *сек*, или, с точностью до величин четвертого и высших порядков, на $(1/2)\beta^2$ *сек*.

Отсюда вытекает своеобразное следствие. Если в точках *A* и *B* системы *K* помещены покоящиеся синхронно идущие часы, наблюдаемые в покоящейся системе, и если часы из точки *A* двигать по линии, соединяющей ее с *B*, в сторону последней со скоростью *V*, то по прибытии этих часов в *B* они уже не будут более идти синхронно с часами, находящимися в *B*. Часы, передвигавшиеся из *A* в *B*, отстают по сравнению с часами, находящимися в *B* с самого начала, на $(1/2)t\beta^2$ *сек* (с точностью до величин четвертого и высших порядков), если *t* – время, в течение которого часы из *A* двигались в *B*. Сразу видно, что этот результат получается и тогда, когда часы движутся из *A* в *B* по любой ломанной линии, а также, когда точки *A* и *B* совпадают. Если принять, что результат, доказанный для ломаной линии, верен также для непрерывно меняющей свое направление кривой, то получаем следующую теорему.

Если в точке *A* находятся двое синхронно идущих часов и мы перемещаем одни из них по замкнутой кривой с постоянной скоростью до тех пор, пока они не вернутся в *A* (на что потребуется, скажем, *t сек*), то эти часы по прибытии в *A* будут отставать по сравнению с часами, остававшимися неподвижными, на$(1/2)t\beta^2$ *сек*. Отсюда можно заключить, что часы с балансиром, находящиеся на земном экваторе, должны идти несколько медленнее, чем точно такие же часы, помещенные на полюсе, но в остальном поставленные в одинаковые условия». [3, стр. 18-20].

Мы уже говорили о том, что подстановки $x = Vt$ в преобразования СТО некорректны, поскольку речь идет о процессе распространения света. Но допустим, что выражение $\tau = t\sqrt{1-\beta^2}$ правильно отражает соотношение временных параметров, главное для нас сейчас то, что $\tau < t$. С этих позиций и рассмотрим сначала первую часть цитаты. Позволю себе заметить, во-первых, что из выражения $\tau = t\sqrt{1-\beta^2}$ никоим образом не следует вывод о замедленном течении времени или замедленном темпе хода движущихся часов. Из этого выражения следует, что продолжительность наблюдаемого (или регистрируемого приёмником) пакета периодов генерации веществом световых импульсов $\tau = nT'$ меньше продолжительности пакета реальных, или свойственных данному веществу, периодов $t = nT$ в указанной пропорции, согласно уравнению $T' = T_0\sqrt{1-\beta^2}$, что обусловлено кинематикой рассматриваемой ситуации – сближением источника света и приёмника. Во-вторых, показания часов – это, наряду с показаниями времени как такового, еще и показания количества прошедших интервалов времени между событиями, каковыми являются акты генерации веществом электромагнитных импульсов в атомных часах и остановки секундных стрелок в механических часах.

Если за единицу интервала времени принята одна секунда, то это означает, что в одной секунде содержится 9 192 631 770 периодов колебаний атома $^{133}$Cs. Иными словами, одна секунда – это пакет определенного количества периодов, при накоплении которого происходит, образно говоря, смещение секундной стрелки часов. Если в движущейся системе координат наблюдаемый период колебаний оказался по каким-то причинам меньше, чем в покоящейся системе в пропорции $T' = T_0\sqrt{1-\beta^2}$, то накопление секундного пакета 9 192 631 770 периодов здесь будет происходить быстрее, и секундная стрелка будет чаще смещаться с места. Поэтому в движущейся системе координат часы должны тикать быстрее по сравнению с покоящимися часами в пропорции $v' = v_0/\sqrt{1-\beta^2}$, если исходить из выражения $T' = T_0\sqrt{1-\beta^2}$. Соответственно, и показания движущихся часов должны опережать показания покоящихся часов, что не противоречит здравому смыслу и аксиоме $T = 1/v$. Ссылки на то, что в движущейся системе координат время течет особым образом, здесь неуместны – мы уже выяснили, что время едино для всех систем отсчета.

Для рассматриваемой ситуации наблюдаемый темп хода атомных (а не каких-либо других) часов определяется, как следует из процедуры преобразования уравнений Доплера, выражением $v' = v_0\sqrt{(1+\beta)/(1-\beta)}$. Однако это выражение справедливо лишь в том случае, когда счетчик импульсов находится в покоящейся системе координат, а источник излучения – в движущейся, в направлении счетчика, системе координат (см. табл. 1, 2). Соответственно, интервал времени между событиями для процесса распространения света (а не какого-либо другого процесса) в данной ситуации определяется выражением $T' = T\sqrt{(1-\beta)/(1+\beta)}$ для одной световой волны и выражением $t' = t\sqrt{(1-\beta)/(1+\beta)}$ для пакета световых волн.

Таким образом, величины «интервала времени между событиями» и «скорости течения этих событий» находятся в обратном соотношении – это аксиома. Чем меньше интервал времени между событиями, каковыми в данном случае являются акты колебаний, – тем больше скорость течения этого процесса, тем выше частота колебаний, тем больше темп хода часов, тем чаще они «тикают», тем быстрее движется их секундная стрелка.

Надо полагать, что большинство физиков трезво оценивает достижения СТО. Но нельзя же доводить ситуацию до абсурда. Мне представляется, что когда между интервалом времени между событиями и частотой следования этих событий, или темпом хода часов, находят прямую зависимость, судя по официально принятым в СТО для них выражениям, то это уже, простите, – паранойя. Даже неудобно как-то читать в учебнике А. Н. Матвеева: «Таким образом, интервал времени между событиями, измеренный движущимися часами, $\Delta t' = \Delta t\sqrt{1 - V^2/c^2}$ меньше, чем интервал $\Delta t$ между теми же событиями, измеренный покоящимися часами. **Это означает, что темп хода движущихся часов замедлен относительно неподвижных**» [6, стр. 117, выделено автором цитаты]. Получается, что $T = v$. Повторюсь, часы отражают не продолжительность интервала времени между событиями, а количество прошедших интервалов времени, т.е. количество прошедших пакетов периодов. Продолжительность же временного интервала оценивается величиной того пространственного интервала, который проходит свет за данный интервал времени в покоящейся системе координат. По-видимому, А. Н. Матвеев, при работе над своим учебником, вынужден был, по известным причинам, следовать указаниям Эйнштейна в отношении того, как правильно следует понимать прописные истины, и, вопреки здравому смыслу, оставил без комментариев его «гениальные» выводы.

Теперь перейдем ко второй части цитаты.

Собственный темп хода атомных часов, а также частоты излучения-поглощения любых атомов и кристаллических структур, постоянны в мировом пространстве и не зависят от скорости перемещения источника излучения. Наблюдаемые же частоты, относительные скорости передачи световых сигналов и промежутки времени между актами испускания световых сигналов и актами их приема могут меняться сообразно скорости перемещения источника света или приёмника и направлению вектора движения последних относительно вектора распространения света, что и находит отражение в эффекте Доплера.

Когда речь идет об атомных часах, то следует иметь в виду, что этот механизм состоит из источника излучения, атомного стандарта частоты $^{133}Cs$, и счетчика – накопителя электромагнитных сигналов. При синхронном перемещении их в пространстве, регистрируемая счетчиком частота излучения во всех ситуациях $v' = v_0$, т.е. соответствует собственной частоте вещества источника излучения, поскольку уменьшение или увеличение частоты в результате перемещения источника излучения в любом направлении компенсируется соответствующим увеличением или уменьшением частоты на приёмнике в результате его синхронного перемещения с источником излучения. Это положение выполняется как в рамках классической механики, так и в рамках релятивистской механики (см. табл. 2, распространение света в движущейся системе координат). Поэтому показания движущихся часов, равно как и темп хода последних, никак не зависят от скорости и направления их перемещения в пространстве. В этом контексте заявление Эйнштейна о замедленном темпе хода часов на экваторе относительно часов, помещенных на полюсе, можно рассматривать как умозаключение математически и физически необразованного человека.

Если же предполагается перемещение только источника излучения, в то время как приёмник сигналов остается неподвижным, то показания «путешествовавшего» источника излучения, по истечению времени его «путешествия», будут несколько **опережать** показания покоящихся часов (с точностью до величин второго порядка). И вот почему. При удалении источника излучения от счетчика (накопителя регистрируемых импульсов), частота на приемнике уменьшается в пропорции $\overrightarrow{v'} = v_0/(1+\beta)$. При возвращении источника излучения в исходную точку, частота на приемнике увеличивается в большей степени $\overleftarrow{v'} = v_0/(1-\beta)$. Разница составляет

$$\overleftarrow{v} - \vec{v} = \frac{v_0}{1-\beta} - \frac{v_0}{1+\beta} = v_0\frac{1+\beta-1+\beta}{1-\beta^2} = v_0\frac{2\beta}{1-\beta^2} \approx 2v_0\beta(1+\beta^2)$$

за одну секунду путешествия «туда-сюда». В релятивистской редакции эта разница составляет

$$\overleftarrow{v} - \vec{v} = v_0\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} - v_0\sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} = v_0\sqrt{\frac{(1+\beta)^2-(1-\beta)^2}{1-\beta^2}} = v_0\sqrt{\frac{1+2\beta+\beta^2-1+2\beta-\beta^2}{1-\beta^2}} = 2v_0\sqrt{\frac{\beta}{1-\beta^2}} \approx 2v_0\sqrt{\beta}\left(1+\frac{1}{2}\beta^2\right).$$

Поэтому неподвижный счетчик насчитает большее количество импульсов от «путешествовавшего» источника излучения, чем от покоящегося источника.

Следовательно, сформулированная Эйнштейном теорема об отставании часов, совершивших свое путешествие по замкнутому кругу, мягко говоря, – результат примитивного подхода к анализу процессов генерации, распространения и регистрации света, и не более того. Что касается идеи распространения положения о замедленном течении времени в движущейся системе координат на другие процессы, включая деятельность живых организмов, которая была высказана Эйнштейном на заседании Общества естествоиспытателей в Цюрихе 16 января 1911 г. [12, стр. 185], то это можно рассматривать как проявление элементарного невежества и необузданного стремления автора СТО к продвижению своей аферы.

Однако сторонники СТО предпочитают не обращать внимания на очевидную нелепость данной «теоремы» и продолжают с восторгом продвигать бредовые идеи. Вот что пишет, например, Ричард Фейнман с коллегами [13], анализируя работу световых часов в движущейся системе координат на примере полета космического корабля: «И не только такие часы начнут отставать, но (если только теория относительности правильна!) любые часы, основанные на любом принципе, также должны отстать, причем в том же отношении. За это можно поручиться, не проделывая дальнейшего анализа. На корабле все: и пульс космонавта, и быстрота его соображения, и время, потребное для зажигания папиросы, и период возмужания и постарения – все это должно замедлиться в одинаковой степени» [13, стр. 14]. По-моему, это смахивает на рассуждения определенного пациента в палате определенного учреждения.

Более того, некоторые популяризаторы СТО, проявляя свою собственную инициативу для подтверждения положения СТО о замедленном течении времени в движущейся системе координат, прибегают к совсем уж некрасивому приему. Например, тот же Ричард Фейнман с коллегами [13, стр. 13-14] и Артур Бейзер [14, стр. 24] рассматривают, в качестве доказательства, процесс распространения света по нормали к вектору движения, как будто эта ситуация имеет какое-то отношение к релятивистским эффектам вообще, и к обсуждаемому положению в частности. Создается впечатление, что они вообще не понимают предмет обсуждения. Причем, интерпретация наблюдаемых в этом направлении явлений производится математически безграмотно. По мнению этих ученых, замедление темпа хода движущихся световых часов происходит из-за того, что свету требуется больше времени на прохождение пространственного интервала $l_\perp$ в пропорции $t_\perp = t/\sqrt{1-\beta^2}$, по сравнению с покоящейся системой координат. Действительно, этот факт имеет место быть, поскольку относительная скорость света в данном направлении уменьшается в пропорции $c_\perp = c\sqrt{1-\beta^2}$. Однако они упускают из вида то обстоятельство, что длины волн по нормали к вектору движения сокращаются в пропорции $\lambda - \Delta\lambda = \lambda\sqrt{1-\beta^2}$. В результате, процесс распространения света в рассматриваемой ситуации описывается уравнением $v_0(\lambda - \Delta\lambda) = c\sqrt{1-\beta^2}$, из которого следует, что никакого наблюдаемого на приёмнике уменьшения частоты излучения, или замедления темпа хода движущихся световых часов, не происходит. В итоге, изложенные Фейнманом и Бейзером «доказательства» тезиса о замедленном течении времени в движущейся системе координат оказались, по сути, медвежьей услугой официальному имиджу СТО.

## 9. О релятивистской массе

Существующее в СТО положение об «увеличении массы любого физического тела (и элементарных частиц вещества) в движущейся системе координат в пропорции $m = m_0/\sqrt{1-\beta^2}$» является откровенным надувательством. В данном случае речь может идти лишь об изменении **виртуальной массы мифического фотона**, и не в указанной пропорции, а в пропорции $m = m_0\sqrt{(1+\beta)/(1-\beta)}$. Так, из таблицы 1 следует, что в направлении движения источника излучения, с точки зрения покоящегося наблюдателя, частота излучения на приёмнике увеличивается в пропорции $\nu' = \nu_0\sqrt{(1+\beta)/(1-\beta)}$. Принимая во внимание уравнение Луи де Бройля $h\nu = mc^2$, где $h$ – постоянная Планка, мы вправе записать

$$\frac{mc^2}{h} = \frac{m_0c^2}{h}\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} \quad \text{или} \quad m = m_0\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}},$$

что и требовалось показать. В направлении, противоположном направлению движения источника света, частота на приёмнике уменьшается в пропорции $\nu' = \nu_0\sqrt{(1-\beta)/(1+\beta)}$. Соответственно, и масса фотона будет уменьшаться в пропорции $m = m_0\sqrt{(1-\beta)/(1+\beta)}$. А поскольку речь идет о процессе распространения света и мифических фотонах, то распространять эти выражения на материальные объекты, включая элементарные частицы (электроны, протоны, нейтроны) нельзя по определению – это просто некорректно. А если еще учесть то обстоятельство, что сами преобразования СТО выведены математически некорректно, то выше сформулированное положение о зависимости массы от скорости – это чистой воды **надувательство**, которое основано на элементарном **невежестве** Эйнштейна и всего релятивистского сообщества.

В рамках классической механики «масса» мифического фотона в направлении движения источника света определяется выражением $m = m_0/(1-\beta)$, а в противоположном направлении – выражением $m = m_0/(1+\beta)$. Однако правильнее, на наш взгляд, говорить не о «массе» фотона, а об энергии электромагнитных волн: $mc^2 = m_0c^2/(1-\beta)$ и $mc^2 = m_0c^2/(1+\beta)$. В этом смысле приведенные соотношения приобретают вид $E = E_0/(1-\beta)$ и $E = E_0/(1+\beta)$, соответственно. Примечательно, что никто из здравомыслящих физиков даже и не пытается перенести соотношения «масс» мифических фотонов на физические тела, включая элементарные частицы вещества.

## 10. Основные выводы

1. Преобразования Лоренца, а по существу, преобразования Эйнштейна представляют собой преобразованные уравнения распространения света для ситуации сближения источника излучения с приёмником и определяют соотношения виртуальных пространственных интервалов, пакетов световых волн, и соответствующих им периодов излучения.

2. Формальная процедура преобразования уравнений выполнена математически некорректно. Фактически преобразование уравнений распространения света сведено, волевым решением, к замене действительной частоты на приёмнике $\nu' = \nu_0/(1-\beta)$ в ситуации приближения источника излучения к неподвижному наблюдателю и частоты $\nu' = \nu_0(1+\beta)$ в ситуации приближения наблюдателя к неподвижному источнику излучения одним выражением $\nu' = \nu_0/\sqrt{(1+\beta)(1-\beta)}$.

3. Преобразованные уравнения распространения света не согласуются с заявленными Эйнштейном постулатами – принципом относительности и принципом постоянства скорости света.

4. Декларируемые в СТО положения о сокращении линейных размеров физических тел в направлении их движения и замедлении темпа хода движущихся часов основаны на подмене понятия «виртуального пространственного интервала пакета световых волн» понятием «длины физического тела» и понятия «наблюдаемой частоты излучения движущегося источника света» – понятием «темпа хода атомных часов».

5. Никаких изменений масс физических тел в движущейся системе координат не происходит. Можно говорить лишь об изменении энергии электромагнитных волн в пропорции $E = E_0/(1-\beta)$ в направлении движения источника света и в пропорции $E = E_0/(1+\beta)$ – в противоположном направлении.

## 11. Заключение

Исходя из вышеизложенного, можно с полной уверенность говорить о том, что никакой релятивистской теории вообще не существует. СТО – это чистой воды авантюра, построенная на безграмотных математических манипуляциях уравнениями распространения света в направлении движения источника излучения, а сообщество релятивистов – сборище околонаучных ортодоксов и конъюнктурщиков с ограниченным интеллектуальным потенциалом.

## 12. Литература


1. Эйнштейн А. Принцип относительности и его следствия в современной физике. – В кн.: Альберт Эйнштейн. Собрание научных трудов. Т. 1. – М.: «Наука», 1965. с. 138-164.
2. Эйнштейн А. О принципе относительности и его следствиях. – В кн.: Альберт Эйнштейн. Собрание научных трудов. Т. 1. – М.: «Наука», 1965. с. 65-114.
3. Эйнштейн А. К электродинамике движущихся тел. – В кн.: Альберт Эйнштейн. Собрание научных трудов. Т.1. – М.: «Наука», 1965. с. 7-35.
4. Эйнштейн А. О специальной и общей теории относительности. – В кн.: Альберт Эйнштейн. Собрание научных трудов. Т.1. – М.: «Наука», 1965. с. 530-600.
5. Эйнштейн А. Теория относительности. – В кн.: Альберт Эйнштейн. Собрание научных трудов. Т. 1. – М.: «Наука», 1965. с. 410-424.

6. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности. – М.: ООО "Издательский дом "ОНИКС 21 век": ООО "Издательство "Мир и Образование", 2003. С. 432.
7. Макс Борн. Эйнштейновская теория относительности. – М.: «Мир», 1972. 368 с.
8. Франкфурт У.И. Специальная и общая теория относительности. – М.: «Наука», 1968. 331 с.
9. Мари-Антуанетт Тоннела. Основы электромагнетизма и теории относительности. – М.: «ИЛ», 1962. 483 с.
10. Трофимова Т.И. Физика в таблицах и формулах. М.: Издательский Центр "Академия", 2006. С. 448.
11. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. 3. Излучение. Волны. Кванты. http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics.htm
12. Эйнштейн А. Теория относительности. – В кн.: Альберт Эйнштейн. Собрание научных трудов. Т. 1. – М.: «Наука», 1965. с. 175-186.
13. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. 2. Пространство. Время. Движение. http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics.htm
14. Бейзер А. Основные представления современной физики. М.: «Атомиздат», 1973. 548 с.

Ноябрь 2019 г.