

Анализ примера Р. Фейнмана со светом

А.К. Юхимец, к.т.н., доц. anatoly.yuhimec@gmail.com

Довольно давно я разместил на сайте SciTecLibrary.ru статью «Об изложении СТО Р. Фейнманом» [1]. В дополнение к ней я рассмотрю простой, но поучительный пример Фейнмана с автомобилем и светом. Но ещё раз напомню его слова: «Одним из следствий теории относительности явилось развитие философии, которая утверждала: «Определять можно только то, что поддаётся измерению! Так как ясно, что нельзя измерить скорость, не видя, по отношению к чему она измеряется, то естественно, что понятие абсолютной скорости смысла не имеет. Физики обязаны понять, что можно говорить только о том, что поддаётся измерению» [2, т. 1-2, с. 285].

Изложив суть преобразований Галилея, Фейнман замечает, что «в согласии с преобразованиями Галилея, видимая скорость света по измерениям, проведенным из автомашины, будет не c , а $c-u$. Например, скорость автомашины 100.000 км/сек, а скорость света 300.000 км/сек, тогда свет фар будет удаляться с быстротой 200.000 км/сек. Во всяком случае, измерив скорость света, испускаемого фарами (если только справедливы преобразования Галилея для света), можно узнать скорость автомашины. На этой идее основывалось множество опытов по определению скорости Земли, но ни один из них не удался: *никакой скорости* обнаружено не было» [там же, с. 267].

Рисуем схему, рис 1. Автомобиль протяжённостью ab движется вдоль дорожного полотна (ось $x-ov$). В собственной ИСО автомобиля S' численно длина автомобиля, измеренная эталоном системы S' , равна l' , а в ИСО дорожного полотна S эта же протяжённость, измеренная эталоном системы S , имеет длину l .

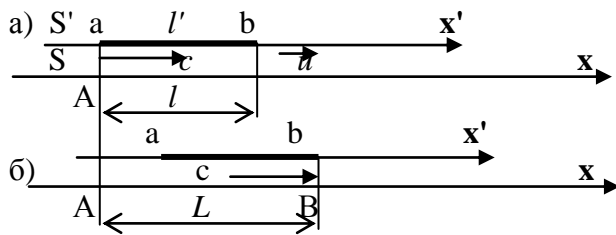


Рис. 1. В точке a системы S' в момент а) происходит вспышка света; в момент б) свет от вспышки приходит в точку b . Численно протяжённость AB , измеренная эталоном системы S , равна L .

Из рисунка наглядно видно, что в системе S скорость света относительно автомобиля равна $c-u$. И никакая теория этого ещё не отменила. Если свет испускается фарами из точки b автомобиля, то и он будет удаляться от него с такой же скоростью $c-u$. Если бы мы могли измерить эту относительную скорость света из автомобиля, то нашли бы и саму скорость автомобиля u , не обращаясь к системе S . Можно ли это сделать, используя лишь систему S' ?

Чтобы решить этот вопрос, у нас нет другой возможности, кроме как измерять саму скорость света в системе S' . Если её измерять вдоль направления движения автомобиля, то нам нужно иметь в его точках a и b часы, идущие в фазе (синхронизированные). Но ведь саму «синхронизацию» показаний разноместных часов в системе S' , как и при создании любой другой ИСО согласно с СТО, мы выполняем, принимая (т.е. предполагая!) скорость света постоянной во всех направлениях относительно её системы координат. А это уже *противоречит* принятой к употреблению физиками их хвалёной «философии». Напомню ещё раз, что «физики обязаны понять, что можно говорить только о том, что поддаётся измерению». А поддаётся измерить лишь среднюю скорость света внутри системы координат в замкнутом цикле при его движении «туда» и «обратно».

Вот и решили физики сравнивать скорость света при его движении сразу в двух взаимно перпендикулярных направлениях (опыты Майкельсона – Морли). И обнаружили для себя универсальный принцип относительности (ПО), а отнюдь не принцип постоянства

скорости света (ППСС) как «открыл» его Эйнштейн [3, 4]. И уж очень хочется объявить его (т.е. ПО) *законом природы*, якобы доказанным экспериментально, что и сделал Пуанкаре, а теперь вот и Фейнман в своих «Лекциях» [1]. Но оказывается, что природа «придумала» этот «закон» специально, чтобы облегчить жизнь именно *нам*. А может и вправду – ведь «придумала» же нас, вот и жизнь нам заодно облегчила.

В другом месте Фейнман ещё раз возвращается к примеру с автомобилем и светом, излагая его несколько по-другому: «...если скорость света внутри автомобиля равна 300 000 км/сек, а скорость самого автомобиля достигает 100 000 км/сек, то свет проносится мимо наблюдателя на дороге тоже со скоростью 300 000 км/сек» [2, т.1-2, с. 285].

Тогда давайте выполним такой простой расчёт; снова смотрим на рис. 1. Если свет проносится мимо наблюдателя на дороге со скоростью 300 000 км/сек, а скорость самого автомобиля достигает 100 000 км/сек, то для наблюдателя в системе S скорость света *относительно* автомобиля будет $c-u$. Значит, для наблюдателя в этой системе к моменту б) свет пролетит мимо автомобиля за время

$\Delta t = \frac{l}{c-u} = \frac{L}{c}$. Так как по утверждению релятивистов время в системе S'

течёт замедленно в сравнении с системой S, то внутри автомобиля

оно должно быть *измерено* как $\Delta t' = \Delta t \sqrt{1-u^2/c^2} = \frac{l\sqrt{1-u^2/c^2}}{c-u}$. А так как

$l = l' \sqrt{1-u^2/c^2}$, то $\Delta t' = \frac{l'(1-u^2/c^2)}{c-u} = \frac{l'(c+u)}{c^2}$. Тогда скорость света в

системе S' (внутри автомобиля) должна быть $c' = \frac{l'}{\Delta t'} = \frac{l'c^2}{l'(c+u)} = \frac{c^2}{c+u}$.

Господа релятивисты, конфуз! *Измерение* или не подтверждает ППСС внутри автомобиля, или с замедлением времени что-то напутано, а может и то и другое?! Вот бы показать это самому

Фейнману! Но может академик Е.Б. Александров сможет «разрулить» эту ситуацию? Ведь удалось же ему, по его утверждению [5], выполнить прямое измерение скорости света экспериментально!

Уже в 4-ой части своих «Лекций» Фейнман ещё раз обращается к скорости света в своём замечании, что исходя из представлений классической физики (а значит, и Максвелла) она, «например, должна быть различной в направлении движения Земли и в противоположном направлении. Это противоречит опыту, который показывает, что скорость света не зависит от направления его распространения» [2, т. 4, с. 520].

Интересно, о каком это *опыте* говорил Фейнман? Евгений Борисович, может быть Вы как специалист по прямому измерению скорости света подскажите нам, что это был за опыт?

А может уже в начале 60-х годов прошлого столетия Фейнман предвидел, что Е.Б. Александрову с группой сотрудников всё же удастся *прямым измерением* определить скорость света «внутри автомобиля»? И вот они это сделали – и «всё» подтвердилось! Тогда «внутри автомобиля» время распространения света *должно быть измерено* (т.е. уже *прямым измерением!*) как $\Delta t' = \frac{l'}{c}$. А так как

$l' = \frac{l}{\sqrt{1-u^2/c^2}}$, то $\Delta t' = \frac{l}{c\sqrt{1-u^2/c^2}}$. Но если $\Delta t = \frac{l}{c-u}$, то отношение

$$\frac{\Delta t'}{\Delta t} = \frac{l(c-u)}{c\sqrt{1-u^2/c^2} \cdot l} = \frac{1-u/c}{\sqrt{1-u^2/c^2}}.$$

А где же обещанное «замедление времени» $\frac{\Delta t'}{\Delta t} = \sqrt{1-u^2/c^2}$?

И это ещё не всё! Из рис. 1 мы видим, что *протяжённости* l и l' равны, хотя и *измеряются численно* в своих системах по-разному. Но если прямое измерение скорости света внутри автомобиля даёт нам $c = \frac{l'}{\Delta t'}$, а прямое измерение *скорости света* вдоль дорожного полотна

на участке l тоже даст нам $c = \frac{l}{\Delta t}$, то уже отношение

$$\frac{\Delta t'}{\Delta t} = \frac{l \cdot c}{c \sqrt{1 - u^2/c^2} \cdot l} = \frac{1}{\sqrt{1 - u^2/c^2}}. \text{ Т.е. оно уже прямо противоположное}$$

обещанному ортодоксальной СТО! Уже «время течёт замедленно» не в S' , а в S ! Какой конфуз!

Последний расчёт можно выполнить и по-другому. Если в S на участке l для распространения света нужно $\Delta t = \frac{l}{c}$, то по утверждению релятивистов в S' эта же длительность будет измерена как $\Delta t'' = \Delta t \sqrt{1 - u^2/c^2}$. Тогда в этой системе свет должен одолеть расстояние $l'' = c \Delta t'' = l \sqrt{1 - u^2/c^2}$. Покажем это, рис. 2.

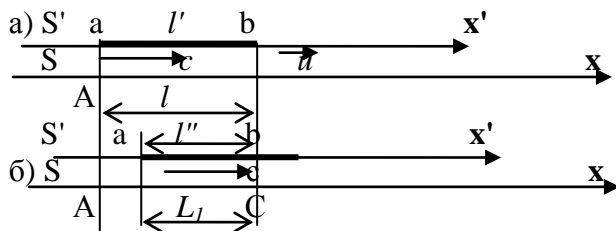


Рис. 2. В положении б) световой фронт распространяясь от точки А приходит в системе S в точку С, преодолев расстояние l ; в системе S' он преодолевает расстояние l'' .

В системе S это расстояние будет измерено как $L_1 = l'' \sqrt{1 - u^2/c^2} = l(1 - u^2/c^2)$. А так как автомобиль продвинулся вперёд на $u \Delta t = u \frac{l}{c}$, то сумма этих величин будет $l(1 - u^2/c^2) + ul/c = l(1 - u^2/c^2 + u/c)$. Стоп! В системе S это расстояние должно быть l ! Это и наше начальное условие, и это видно из рис. 2!

Кроме того, если в момент б) на рис. 2 в системе S световой фронт находится на расстоянии l от точки А, то в системе S' световой фронт должен находиться в этот же момент, с одной стороны, на расстоянии $l' = \frac{l}{\sqrt{1 - u^2/c^2}}$, а с другой стороны, на расстоянии

$$\frac{l(1 - u^2/c^2 + u/c)}{\sqrt{1 - u^2/c^2}} \text{ от этой же точки А. Т.е. вдоль оси } x\text{-ов он должен быть}$$

сразу в двух разных точках! Полный абсурд!

Господа релятивисты, так что же будем выбирать? Какие «прямые измерения» вам больше подходят?

Снова для релятивистов конфуз! «Прямое измерение» скорости света «внутри автомобиля» *разрушает* такую «философски глубоко продуманную» теорию!

Чтобы успокоить читателя и чтобы он убедился, что с головой у него всё в порядке, покажу, а что же должно быть *на самом деле*, если правильно понимать теорию. А всё дело в том, что если система S *объективно реально* (это и есть по научному *на самом деле*) неподвижна, а система S' также *объективно реально* движется относительно S с *собственной* скоростью u , то после «синхронизации» разноместные часы в системе S' *не будут идти в фазе*, вопреки утверждению Эйнштейна.

Если в момент излучения света в точке a часы в ней будут показывать $t'_a = 0$, то в точке b её часы *в этот же момент* (иначе, *на самом деле одновременно*) будут иметь показания $t'_b = -\frac{l'u}{c^2}$. Как

выразился Пуанкаре, они будут «отставать» от часов в точке a . Это следует из преобразований Лоренца [6]. Действительно, $t'_b = \frac{t_b - lu/c^2}{\sqrt{1 - u^2/c^2}}$.

А так как в начальный момент все часы в системе S имеют нулевые показания, то и её часы против точки b будут показывать $t_b = 0$. Тогда

и будем иметь $t'_b = -\frac{l'u}{c^2}$.

На самом деле в любой ИСО все её разноместные часы *идут одинаково*, так как все они должны быть *эталонными*, а отличаются лишь их *показания в зависимости от координат*. В этом смысле часы в b действительно отстают от часов в a . А поэтому в ИСО, которая движется *на самом деле*, т.е. имеет *собственную* скорость движения u , нет никакой *синхронизации* её разноместных часов. В этом смысле в

реально движущейся ИСО координаты всех её точек вместе с показаниями часов в них и образуют *на самом деле* «пространство-время» этой системы, зависящее от скорости u [7, 8].

Фактически то, что для изучения физических явлений в каждой движущейся ИСО нужно создать в ней своё «пространство-время», открыл уже Г.А. Лоренц, но обратил внимание всех на это не сам он и даже не Пуанкаре, а Г. Минковский, хотя и *не осознал* толком то, что сделал. А ведь, по сути, здесь уже проявилась *причина* того, почему через регистрацию различных точечных событий в *на самом деле* движущейся ИСО и будет проявляться ПО. А так как *на самом деле* в самой природе *нет никаких* ИСО с собственным «пространством-временем», а *на самом деле* можем *создать их* только для себя мы сами, то ПО и *не является законом природы*, а есть лишь некоторый *познавательный принцип для нас*, т.е. принцип *гносеологический*. Без наблюдателя (т.е. субъекта) и его разумных действий он проявиться не может! А вот то, что в ортодоксальной СТО называется @релятивистскими эффектами@, происходит в природе *на самом деле* (т.е. *объективно реально*) и никто ей для этого не нужен.

Но обратимся ещё раз к измерению скорости света внутри автомобиля. Что же *на самом деле* будут делать наблюдатели в системе S' ? При излучении света в точке a они зарегистрируют в ней показания часов $t'_a = 0$. Так как в покоящейся системе S её часы отсчитают время движения света $\Delta t = \frac{l}{c-u}$, то часы и в a и в b системы S' *на самом деле* уйдут вперёд на $\Delta t' = \Delta t \sqrt{1-u^2/c^2}$. Поэтому когда свет прибывает в точку b , какие показания часов зарегистрируют наблюдатели в ней? Их легко определить. К начальным показаниям часов $t'_b = -\frac{l'u}{c^2}$ в точке b добавим $\Delta t' = \Delta t \sqrt{1-u^2/c^2}$. Тогда показания часов в этой точке в момент регистрации света в ней будут

$$t'_b = \Delta t'_b = -\frac{l'u}{c^2} + \Delta t \sqrt{1-u^2/c^2} = -\frac{l'u}{c^2} + \frac{l'(1-u^2/c^2)}{c-u} = \frac{l'}{c}. \quad \text{Это} \quad \text{«внутри}$$

автомобиля» и будут *считать* временем распространения света от *a* до *b*. И наблюдателям в нём *покажется*, что они действительно *измерили* скорость света и что она действительно равна *c*. А заодно с ними в это *верят* и релятивисты. Как и сказано у Фейнмана, они так *считают* потому, что им так *кажется* [1]. А потому они и *верят свято* в ортодоксальную СТО. И точно так же они *свято верят* в свою «философию», потому что *считают*, что всё у них *на самом деле поддаётся измерению*. А может им это просто *кажется*?

Построить фундаментальную физическую теорию невозможно без каких-то *предположений* (постулатов), что нечто *существует на самом деле*. Но следует строго следить при этом, чтобы созданная теория не противоречила ни реально выполненным экспериментам, ни принципиально *мыслимым*, даже если они выглядят фантастическими.

Ещё в 1990 г. Е.Б. Александров в своей статье «Была ли ошибка» в журнале «Наука и жизнь» написал следующее: «Популярность СТО связана с простотой её основных принципов, поражающей воображение парадоксальностью выводов и её ключевым положением в новой физике двадцатого века. СТО принесла небывалую славу Эйнштейну, и эта слава стала одной из причин неустанных попыток ревизии теории».

А теперь посмотрим, что сказано у Фейнмана по поводу *парадоксальности* в физике: «Парадокс возникает тогда, - сказано у него, - когда при одном способе рассуждений получается один ответ, а при другом способе – совсем другой, так что мы остаёмся в неведении, что же собственно должно быть на самом деле. Разумеется, в физике никогда не бывает настоящих парадоксов, потому что существует только один правильный ответ; по крайней

мере мы верим, что природа поступает только единственным способом (и именно этот способ, конечно, *правильный*). Поэтому в физике парадокс – всего лишь путаница в нашем собственном понимании» [2, т 6, с. 59.]

Как видим, тут Фейнман прямо признаёт, что всё же есть нечто, что *существует* в природе *на самом деле* без всяких кавычек и парадоксов. И в это мы всё же *верим*, а потому и занимаемся физикой! А вся *парадоксальность* ортодоксальной *трактовки* СТО – это всего лишь «*путаница* в нашем собственном понимании» нашей физики, в наших рассуждениях о природе физических явлений (*об объективной реальности!*) [9].

Ссылки:

1. Об изложении СТО Р. Фейнманом.
<http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/13089.html>
2. Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. Фейнмановские лекции по физике. М.: Мир, 1977.
3. Роль постулатов при построении и трактовке СТО и в чём их подлинная суть. <http://new-idea.kulichki.net/pubfiles/230217200148.pdf>
4. Принцип постоянства скорости света и его роль в СТО
<http://new-idea.kulichki.net/pubfiles/221017213834.pdf>
5. Е. Б. Александров, П.А. Александров, В. С. Запасский, В. Н. Корчуганов, А.И. Стирин. Измерение скорости света, испущенного ультрарелятивистским источником. Письма в ЖЭТФ, том 94, вып. 5, с. 374-376 (10 сентября 2011 г.)
6. Преобразования Лоренца в СТО.
<http://new-idea.kulichki.net/pubfiles/210503113941.pdf>
7. Пространство-время в специальной теории относительности
<http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/10857.html>
8. Пространство-время в СТО и подлинный смысл принципа относительности

<http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/11461.html>

9. Как СТО из физической теории превратилась в головоломку.

<http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/10601.html>