

Сигнальная процедура сверки показаний разноместных часов ИСО в СТО

Юхимец А.К. anatoly.yuhimec@gmail.com

В своей работе [1] я показал, что *специальная теория относительности* (СТО) может быть фундаментальной физической теорией только в том случае, если *принцип постоянства скорости света* (ППСС), являющийся при построении теории **ключевым**, имеет *онтологический* характер. Другими словами, он должен отражать то, что присуще самой *природе* (т.е. быть *постулирован как её закон*). Именно таким он и мыслился в теории Г.А. Лоренца по отношению к покоящемуся в целом эфиру мирового пространства, в котором и протекают все физические явления. На его основе в эфире мы *чисто мысленно* (т.е. *чисто теоретически*) можем построить **объективно реально покоящуюся абсолютную систему отсчёта** (АСО). По отношению к ней и все другие физические явления будут проявлять ту *форму законов*, по которым и протекают в своём самостоятельном существовании.

Однако у нас нет никакой *реальной* возможности построить где-либо в пространстве даже хотя бы некоторую локальную АСО. Тогда спрашивается, а как же нам изучать и *математически* описывать явления в их самостоятельном протекании? Вот здесь нас и выручает найденный из опыта *принцип относительности* (ПО), который в правильной формулировке гласит, что и в любой **динамически движущейся** со своей *абсолютной* скоростью *инерциальной системе отсчёта* (ИСО), построенной должным образом и действуя по определённым правилам, мы можем изучать и *математически* описывать физические явления точно так же *по форме*, как если бы находились в реально покоящейся АСО. *Именно в этом все наши мыслимые ИСО равноправны, как с АСО, так и между собой.*

Мыслимая чисто теоретически покоящаяся в эфире АСО должна иметь жёсткую *систему координат* (СК) и эталонные часы в любой интересующей нас точке её пространства. С помощью световых сигналов, посылаемых *от точки начала координат*, показания её разноместных часов выставляются на основе ППСС, т.е. с учётом времени их распространения. В результате все часы (уже в АСО) будут идти синхронно, т.е. в фазе. Другими словами, это означает, что если бы мы могли окинуть всё пространство готовой АСО

«мгновенным взором», то в *любой момент* увидели бы на всех её часах *одинаковые показания*. Т. е. в ней будет и абсолютная система отсчёта течения времени по всему её пространству.

На ППСС, но уже в его проявлении в форме ПО, строится система отсчёта (СО) времени и в каждой инерциально движущейся СК. Т. е. показания часов в разных её точках *согласуются между собой* с помощью световых сигналов, но уже *как бы с учётом времени* их распространения. «Как бы» потому, что скорость света c в любом направлении уже *условно принимается* постоянной. В результате мы получаем различные **динамически движущиеся** ИСО, в которых и будет проявляться ПО не только для световых сигналов.

Но ПО проявляет себя именно потому, что реально движущиеся в эфире тела, в том числе и оси СК, *объективно реально* сокращают свои размеры вдоль направления движения, а циклические процессы, включая и ход эталонных часов, *объективно реально* замедляются в зависимости от *абсолютной скорости* v движения СК в эфире. Для этого нам и нужна *теоретически мыслимая* АСО, чтобы выразить эту скорость *численно*, также как и скорость c в ППСС.

Таким образом, инерциально движущаяся СК *становится* ИСО **только после того**, как в ней создана *система регистрации* в любой момент показаний часов в каждой интересующей нас её точке. Чтобы со всей наглядностью раскрыть саму её суть, допустим чисто теоретически, что мы проводим эту *сигнальную сверку* одновременно в покоящейся СК и движущейся относительно неё со скоростью v СК', рис 1.

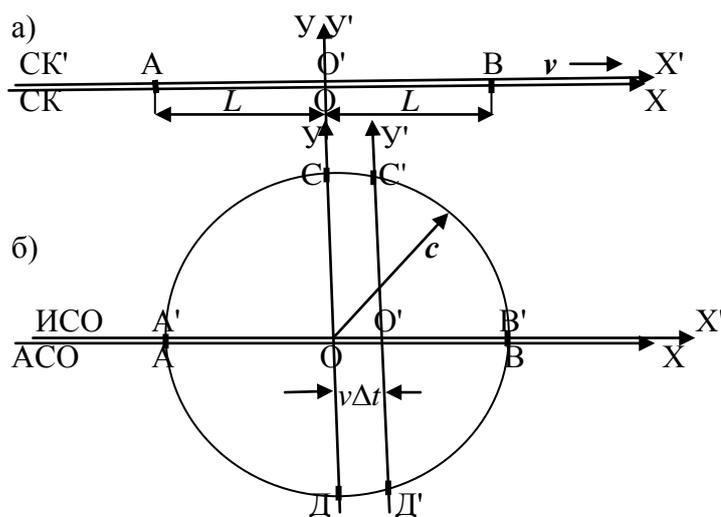


Рис. 1. Сверка показаний часов вдоль осей x -ов: а) в начальный момент $t_0 = t'_0$ начала обеих координатных систем (точки O и O') совпадают; б) взаимное положение СК в некоторый момент $t_0 = L/c$ по часам в точке O .

Для каждой точки обеих СК, где установлены часы, определяется её расстояние от начала координат её же эталоном. Пусть в СК это будут точки А и В, отстоящие от точки О на расстоянии L . Часы в этих точках заранее устанавливаются на показания $t_A = t_B = L/c$. Для начала координат это будут нулевые показания $t_O = 0$. Одновременно с запуском хода часов в точках О и О' здесь же производят импульсную световую вспышку. Когда световой фронт, распространяясь от вспышки, достигает какую-либо точку с часами, часы в ней тут же запускаются в ход. После окончания процедуры, имея *систему регистрации показаний разноместных часов, покоящаяся в эфире СК*, становится уже АСО, а в инерциально движущейся СК' мы получим реально (динамически) движущуюся уже ИСО.

Через $\Delta t = t_O = L/c$ по часам в О взаимное положение СК и СК' показано на рис.1б. Световой фронт одновременно достигает точек А, А', С, С', В, В', Д и Д'. Часы в этих точках сразу же запускаются в ход с заранее установленными начальными показаниями. Покажем, какими будут эти показания.

Так как точки А, В, С и Д находятся в покоящейся СК на равном расстоянии L от точки О, то на их часах заранее были установлены показания L/c . Поэтому в момент запуска в ход этих часов (рис. 1б) на них будут такие же показания, как и на часах в точке О в этот момент. Точно так же запускаются в ход и любые другие часы, когда до них доходит распространяющийся световой фронт. И не нужно никакого взаимного обмена световыми сигналами, как об этом ещё писал в своё время А. Пуанкаре [2]. Можно считать, что сам распространяющийся световой фронт и запускает автоматически все часы в ход на своём пути.

Все часы в покоящейся СК после этого идут синхронно (в фазе) и она становится АСО с абсолютно текущим временем. Непрерывно регистрируя по её разноместным часам то, что происходило рядом с ними, мы потом могли бы *воспроизвести* картину того, что *реально* происходило (*существовало*) *одновременно* по всему пространству покоящейся СК в любой интересующий нас момент явления. Проведя все необходимые регистрации *точечных событий* физического явления от его начала и до его окончания, мы могли бы затем *восстановить целый ряд* как бы *мгновенных* фотографий физического явления в реальном физическом пространстве (в неподвижном эфире) и абсолютно текущем времени. Имея такие условные фотографии

различных явлений *в разные моменты их регистрации*, мы могли бы установить и законы их абсолютного (самих по себе) *протекания*. «Мы» – это и есть те *эйштейновские наблюдатели*, которые и могли бы выполнять все эти *объективно реальные* действия.

А теперь посмотрим, какими же будут показания в разных точках на часах *динамически* движущейся СК'.

Расстояние О'В' в АСО равно $L - vt_0$. А так как в СК' собственные эталоны длины короче, то координата точки В' будет $(L - vt_0)/G$, где $G = \sqrt{1 - v^2/c^2}$. Тогда в момент запуска часов в В' на них будут показания $t'_{B'} = \frac{L - vt_0}{cG}$. На часах в А' показания будут $t'_{A'} = \frac{L + vt_0}{cG}$. Расстояние О'С'=О'Д' равно $\sqrt{L^2 - (vt_0)^2} = LG$. Тогда показания часов в С' и в Д' будут $t'_{C'} = t'_{D'} = \frac{LG}{c} = t_0G$. А так как часы в СК' идут замедленно в сравнении с часами АСО, то часы в О' покажут $t'_O = t_0G$. И мы видим, что они такие же, как и на часах в С' и в Д'. То есть во всех плоскостях в СК', перпендикулярных направлению её абсолютного (собственного) движения, будет как бы своё единое время. Но если, теперь уже в ИСО, время едино в только что указанных плоскостях, то в АСО оно едино по всему её пространству. В момент, изображённый на рис.1б, показания её разноместных часов $t_0 = t_A = t_B = t_C = L/c$.

Сравним в этот же момент времени $t_0 = L/c$ по часам АСО показания часов ИСО в точках А' и В': $t'_{A'} - t'_{B'} = \frac{L + vt_0}{cG} - \frac{L - vt_0}{cG} = \frac{v}{c^2} \cdot \frac{2L}{G}$. Здесь $\frac{2L}{G} = A'B'$ есть собственное расстояние в ИСО, разделяющее эти точки. Тогда сразу же можно сделать вывод: если в ИСО, динамически движущейся в эфире с собственной скоростью v , какие-либо двое её часов разделены по ходу её движения собственным расстоянием l' , то разность их показаний в любой объективно реальный момент будет $\Delta t' = \frac{vl'}{c^2}$. При этом отстают в своих показаниях часы, находящиеся впереди по ходу движения.

Если обозначить координату точки В' в ИСО как $x'_{B'}$, а координату точки В в АСО как x_B , то, как видно из рисунка, их можно связать между собой как $x'_{B'} = \frac{x_B - vt_B}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$. Здесь в числителе стоит расстояние О'В', измеренное эталоном длины в АСО. А так как в ИСО

собственный эталон длины короче, то и нужно разделить полученное расстояние на указанный квадратный корень. Показания часов в этих точках будут связаны между собой как $t'_{B'} = \frac{t_B - vx_B/c^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$. Вот эти x_B и t_B , а также $x'_{B'}$ и $t'_{B'}$ могли бы увидеть объективно реально и находящийся в точке В реальный наблюдатель АСО, и находящийся в точке В' наблюдатель ИСО.

Но и без всяких наблюдателей из рассмотренного следует, что если в теоретически мыслимой уже готовой АСО вдоль её оси Х динамически со скоростью v движется уже готовая ИСО с осью Х' так, как показано на рис. 1, то после принятия показаний их часов в точках О и О' за нулевые, в дальнейшем все их координаты будут связаны между собой как: $x' = \frac{x-vt}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$, $y=y'$, $z=z'$. А показания часов

в разных точках вдоль осей Х и Х' будут связаны как $t' = \frac{t - vx/c^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$.

Эти преобразования называются *преобразованиями Лоренца* (ПЛ). Из них также легко получить и обратные преобразования: $x = \frac{x' + vt'}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$ и $t = \frac{t' + vx'/c^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$. Они в точности соответствуют первым, если учесть, что скорость v в них изменила свой знак. Но интересно показать, например, как мог бы вычислить их наблюдатель в уже *заранее готовой* ИСО, находящийся в точке В'. С его точки зрения теперь уже начало координат АСО улетело от точки согласования координат систем на расстояние $vt'_{B'}$. А так как собственная координата точки В' равна $x'_{B'}$, то, следовательно, точка О отстоит в ИСО от точки В' на расстоянии $(x'_{B'} + vt'_{B'})$. А так как теперь уже АСО *условно движущаяся*, то считается, что в ней продольные размеры, включая и эталон длины, как бы сократились, и собственная координата точки В будет $x_B = \frac{x'_{B'} + vt'_{B'}}{G}$. Это и соответствует обратным ПЛ.

Теперь о показаниях часов в В.

На часах в В' время $t'_{B'}$. А так как в В часы идут медленнее (с точки зрения ИСО), то они ушли вперёд от нулевого момента на время $t'_B G$. Но часы в В находятся сзади по ходу относительного движения от часов О на расстоянии $x_B = (x'_{B'} + vt'_{B'})/G$ по собственным измерениям в СК. Тогда они уже в начальный момент были впереди

часов в O на $v(x'_{B'} - vt'_{B'})/c^2G$. Следовательно, в данный момент они будут показывать $t_B = t'_{B'}G + v(x'_{B'} + vt'_{B'})/c^2G = \frac{t'_{B'} + vx'_{B'}/c^2}{G}$. Что тоже соответствует обратным ПЛ.

Таким образом, из рассмотренного выше мы видим, что разноместные часы в *динамически движущейся* СК', согласованные между собой с помощью светового сигнала, не идут синхронно, т.е. в фазе, как считал Эйнштейн. Вот его слова: «Совокупность показаний всех этих часов, идущих в фазе друг с другом, и составит то, что мы назовём физическим временем» [3, т. 1, с. 149]. А так как СК' не имеет такой «совокупности показаний часов, идущих в фазе друг с другом» по всему своему пространству, то и не имеет своего единого времени как такового. Поэтому Лоренц и назвал его «местным временем», т.е. *условным*. И хотя теперь СК' можно назвать ИСО, но в ней нет и понятия «ход времени», но есть ход часов, который *реально замедлен* в сравнении с ходом часов в АСО. Временные и пространственные координаты ИСО теперь *объективно реально* образуют то, что и называется «*пространство-время*» (П-В).

В ИСО мы можем регистрировать лишь *точечные события* в некоторые *моменты* по разноместным или одним и тем же часам и находить *разность показаний* между ними как некоторое число с размерностью времени. Это вовсе не означает, что в ИСО между зарегистрированными моментами протекло и столько же времени, так как такого понятия («течение времени») в ИСО просто нет. Но именно такие *разности показаний часов* и есть то, что и нужно нам для *математического описания* физических явлений *по отношению к ИСО*. При этом мы получим ту же **форму физических законов**, как если бы вели свои регистрации точечных событий в АСО. То есть **узнаем законы**, по которым они и протекают сами по себе. **В этом и есть суть ПО.**

Ещё раз обратим наше внимание на то, что собою представляет движущаяся ИСО. Это, прежде всего, некоторая жёсткая СК, размеченная с помощью общепринятого эталона длины (протяжённости), находящегося в самой СК. В каждой интересующей нас точке СК находятся неподвижные в ней эталонные часы. Все они имеют одинаковый ход, а их показания **согласованы** между собой с помощью световых сигналов, но не синхронизированы, как считал Эйнштейн. Разноместные часы по направлению собственного движения СК *не идут в фазе*, их показания имеют определённый сдвиг по отношению друг к другу. Поэтому в ИСО *нет единого*

времени и нет понятия «ход (течение) времени». Каждая точка ИСО в любой момент времени кроме своих координат имеет ещё и показания часов в ней. В этом смысле ИСО представляет собой определённую четырёхмерную измерительную структуру «пространство-время» (П-В). Это даёт возможность нам регистрировать в ИСО *точечные события* в тех физических явлениях, которые протекают сами по себе в реальном физическом пространстве и изучаются нами из ИСО.

Каждое *точечное событие* характеризуется тремя координатами той точки, в которой оно происходит *по отношению* к ИСО, и показаниями часов в ней. Через *регистрации точечных событий* в том или ином физическом явлении и дальнейший *их анализ* мы находим и законы его протекания *по отношению* к нашей пространственно-временной конструкции. А благодаря ПО *форма их проявления* та же, что и в их самостоятельном существовании в реальном физическом пространстве, которую мы и могли бы установить, имея реальную АСО.

А вот *анализ точечных событий* мы и должны выполнить в соответствии с ПО, т.е. точно так же, как если бы и находились в АСО. Прежде всего, нам необходимо выбрать те точечные события, которые имеют *одинаковые показания часов* в разных точках. По таким (*как бы одновременным*) точечным событиям мы, так же как и делали это чисто теоретически в АСО, можем *не восстановить* «мгновенные фотографии» явления в разные моменты, а уже как бы *условно скомбинировать* их. Реальных таких «моментов» (т.е. таких как бы «мгновенных фотографий») в ИСО быть не может. Но в соответствии с ПО именно по нашим «комбинациям» мы и получим ***форму закона*** протекания данного явления в природе.

Обратим ещё раз наше внимание на то, что используя те или иные часы, сверяя их с принятым эталоном, мы всегда имеем дело с *физическим* временем той или иной СК. Это условно может быть земная лаборатория, поезд, ракета и т.п. Но, строго говоря, понятие «ход времени» применимо только к АСО с её абсолютным временем по всему её пространству. Это течение времени в самой природе, проявляющееся физически в её абсолютных движениях. Но саму *объективную суть* «течения времени» мы должны связать с самим *длением существования* объективно реального мира как такового [4]. Именно в этом *длении существования*, именно благодаря ему, проявляется и *дление* любого движения. Без дления существования невозможно было бы и само дление какого-либо движения. И это

реально текущее объективное время самой природы не может ни ускоряться, ни замедляться. Ускоряться или замедляться *могут лишь движения*, в том числе и *ход* любых часов, их физическое *регулярное циклическое* движение.

Проводя свои эксперименты в земной физической лаборатории, мы никогда не согласуем ход разноместных часов по правилам СТО. Все применяемые часы согласуются с эталонными в каком-либо месте и переносятся в разные точки применяемой СК (реально на небольшие расстояния). При этом *считается*, что все они идут синхронно. А так как любая наша реальная лаборатория имеет собственное (абсолютное) движение в пространстве, то можно считать с определённой долей условности и погрешности, что и «время» течёт в ней замедленно по отношению к его абсолютному течению. Но мы не должны тогда называть в полном смысле свою лабораторию ИСО. Хотя в ней и будет некоторая практически инерциальная СК и эталонные часы, но не будет *системы строгой регистрации* разноместных временных моментов.

Здесь может возникнуть законный вопрос: а как же мы смогли установить для себя ПО, если мы никогда не используем полноценные ИСО? Но здесь всё дело в том, что практически все наши реальные наблюдения и измерения, в которых ПО играет существенную роль, связаны с процессами и приборами, где не требуется дистанционного согласования показаний часов. Например, в интерферометре Майкельсона, а также в опытах по измерению скорости света ПО проявляется автоматически без нашего участия.

Ортодоксальная трактовка СТО не может быть изложена без обращения к *условно покоящейся* ИСО. Но при этом нигде нет никаких разъяснений, а что же она должна представлять собой, в чём её *условность*. Однако из всех работ можно сделать вывод, что это всего лишь некоторая чисто *субъективная* оценка СО. Наблюдатели (субъекты) в любой ИСО могут *условно считать* свою ИСО покоящейся, но по отношению к чему и для чего? И этот вопрос требует ответа, так как его нет ни в каких даже современных учебниках и в справочниках по физике.

С одной стороны заявлено, что свет как природное явление якобы обладает удивительным свойством и имеет *объективно* одну и ту же скорость распространения относительно любой инерциальной СК. На этом основании наблюдатели внутри любой «покоящейся» СК проводят, как сказано, «синхронизацию хода» всех своих

разноместных часов, после чего все они якобы «идут в фазе». Но ведь при этом «покоящаяся ИСО» фактически и *мыслится теоретически* (а тем самым уже и *постулируется*) как АСО. Хотя об этом нигде не говорится. Возможно, релятивисты просто не осознают этого.

С другой стороны, рассматривая распространение света по отношению к любой другой движущейся СК', наблюдатели «покоящейся» вынуждены признать, что свет по отношению к ней распространяется с разными скоростями в разных направлениях в полном соответствии с преобразованиями Галилея, так как скорость света не зависит от движения источника.

Спрашивается: это что, иллюзия или реальность? Если это реальность, то почему мы считаем, что по отношению к нашей «покоящейся» СК всё происходит иначе? Если это иллюзия, то и по отношению к «покоящейся» СК это тоже иллюзия, если она ничем *принципиально* не отличается от других. А ортодоксальная трактовка теории и строится именно на том, что все ИСО принципиально ничем не отличаются друг от друга.

В то же время мы видим, что наблюдатели в движущейся СК', сверив все свои разноместные часы точно так же как и наблюдатели «покоящейся», проводя все свои *как бы* наблюдения и измерения, приходят к одним и тем же законам протекания явлений, что и наблюдатели «покоящейся». Их ИСО' со своим «пространством-временем» ничуть не хуже, чем «покоящаяся». Более того, из своей ИСО' они также «увидят», что свет по отношению к «покоящейся» СК тоже не распространяется с постоянной скоростью.

Тогда из ортодоксальной трактовки СТО *прямо следует вывод*, что вообще, по крайней мере для нас, и *нет никакой объективной реальности*, и мы во всех своих действиях имеем дело лишь с определёнными иллюзиями («релятивистскими эффектами»). Поэтому ортодоксальная трактовка СТО и понравилась идеалистам.

И тут мы приходим к необходимости осознания исключительно важного момента *в нашем мышлении и в трактовке СТО*. Всё становится на свои места лишь при одном условии. Покоящаяся СК не должна быть связана ни с чьим субъективным мнением. Её напрямую нужно связать с процессом распространения света от точки излучения в реальном физическом пространстве. Тогда «покоящаяся» ИСО на её основе тоже приобретает *объективную условность*. Тем самым мы мысленно ставим её как бы на место реальной АСО, что и позволяет нам делать ПО.

Заключение.

Итак, с необходимостью следует признать (постулировать), что: **«Свет как волновое явление природы распространяется от импульсной вспышки в реальном однородном и изотропном физическом пространстве сферически от точки своего зарождения, независимо от движения источника».** Это и есть **ППСС**.

Объективно реально такая точка у импульсной вспышки света всегда лишь одна и находится в реальном пространстве, как и распространяющийся от неё световой фронт. ППСС приобретает при этом конкретную, ясную, и главное, *онтологическую* формулировку. А покоящаяся СК должна рассматриваться как условно жёстко связанная с покоящимся в целом эфиром. Другими словами, в СТО мы *покоящуюся* ИСО и должны считать *теоретической* АСО. И сверку показаний разноместных часов в ней теоретически делать так, как делали бы это в реальной АСО.

Сознавая это, мы должны также осознать, что никакой реальной синхронизации разноместных часов в реально (т.е. *динамически*) движущейся СК' нет и часы в ней *не идут в фазе*, а лишь *согласованы по своим показаниям между собой так, чтобы выполнялся ПО*.

Так как у Эйнштейна только в «покоящейся» ИСО и точка излучения от импульсной вспышки света остаётся после излучения на своём месте, и световой фронт от неё распространяется сферически, то, следовательно, она на *объективной основе всегда и представляла* в теории теоретически мыслимую АСО. Она как бы нелегально присутствует и в современной ортодоксальной трактовке СТО. При этом не только ППСС приобретает *онтологическую* (объективную) формулировку, но и совершенно чётко виден *подлинный смысл ПО: Законы протекания механических и электромагнитных явлений природы по отношению к нашим динамически движущимся ИСО (к их «пространству-времени») проявляются в той же форме, как и по отношению к теоретически мыслимой АСО, т.е. в форме законов их объективно реального протекания.*

И хотя в каждой ИСО подготовлена своя форма П-В, но при анализе регистраций точечных событий, связанных с изучаемым явлением, она используется так, как если бы это была реальная АСО не с П-В, а с абсолютным пространством и с единым абсолютным временем.

Ссылки:

1. Принцип постоянства скорости света и его роль в СТО.

<http://new-idea.kulichki.net/pubfiles/221017213834.pdf>

2. А. Пуанкаре. Избранные труды в 3-х томах : М., Наука, 1974, т.3, с. 565-567.

3 А. Эйнштейн. Собрание научных трудов (СНТ) в 4-х т.: М.; Наука, 1965-1967,

4. Физическое время и его сущность.

<http://new-idea.kulichki.net/pubfiles/230204201724.pdf>