

Некорректное и корректное объяснение эффекта Саньяка

Юхимец А.К. Anatoly.Yuhimec@Gmail.com

Рассматриваемый в работе эффект был открыт ещё в 1913 г. Ж. Саньяком в его экспериментах с вращающимся кольцевым интерферометром [1]. В течение 100 лет он анализировался многими известными учёными и сегодня считается якобы прямым подтверждением эйнштейновской трактовки *специальной теории относительности* (СТО). Хотя известны попытки его объяснения и на основе *общей теории относительности* (ОТО), и другими способами. Все они приведены в обширной работе Г.Б. Малыкина [2]. Но уже в самом её начале он пишет: «Эффект Саньяка...заключается в том, что во вращающемся кольцевом интерферометре одна встречная волна приобретает фазовый сдвиг относительно другой встречной волны, который прямо пропорционален угловой скорости вращения, площади, охватываемой интерферометром, и частоте волны. Это кинематический эффект *специальной теории относительности* (СТО) и является следствием релятивистского закона сложения скоростей. Эффект Саньяка наряду с экспериментами Майкельсона – Морли является одним из основополагающих опытов теории относительности. В настоящее время он зарегистрирован для разного вида волн и излучений» [2, с. 1325].

В то же время Малыкин подчёркивает, «что для волн разной природы эффект Саньяка объясняется несколькими совершенно различными способами, в том числе и отрицающими теорию относительности» [там же]. Более того, «большинство из этих способов, несмотря на их явную некорректность, приводят в некоторых частных случаях к правильным результатам», что, «в известной мере, обусловило отсутствие полной ясности в данном вопросе» [там же].

Поэтому его целью было – «дать совершенно строгий вывод выражения для величины эффекта Саньяка в рамках СТО в самом общем случае: для волн произвольной природы, в том числе и для световых волн» [2, с. 1326].

Далее Малыкин пишет, что насколько ему известно, «строгое и всестороннее рассмотрение данного вопроса в рамках СТО в самом общем случае ранее не проводилось. Имеется ряд работ, в которых проводится рассмотрение эффекта Саньяка в рамках СТО, но только для световых волн и с рядом приближений.

Эффект Саньяка можно также рассматривать как следствие различного замедления времени во вращающихся системах отсчёта, сопровождающих движение фазовых фронтов встречных волн, что обусловлено различием фазовых скоростей встречных волн относительно инерциальной системы отсчёта при вращении кольцевого интерферометра» [там же].

Кроме того, Малыкин согласен, «что ни центробежные силы, ни силы Кориолиса непосредственно не являются причиной появления эффекта Саньяка, поскольку это кинематический эффект и он не связан с какими-либо силами» [там же]. А если они и влияют на сам интерферометр, то «одинаково для обеих встречных волн и, следовательно, не приводят к появлению разности фаз между ними» [там же].

Малыкин определил и другую цель своей работы – «рассмотреть различные нерелятивистские способы объяснения эффекта Саньяка и наглядно продемонстрировать ошибочность подобных объяснений этого эффекта....Все корректные объяснения эффекта Саньяка базируются на применении теории относительности» [там же].

Малыкин считает, что наиболее просто и физически наглядно рассматривать эффект Саньяка «на основе релятивистского закона сложения скоростей, которое позволяет без всякой потери общности

получить выражение для эффекта Саньяка в случае волн произвольной природы...» [2, с. 1326-1327]. При этом он явно не понимает даже того, как и когда применима формула «релятивистского закона сложения скоростей» в СТО [3]. А поэтому даже не догадывается, что она вовсе не пригодна для рассматриваемого случая.

Но всё же проследим за тем, как он рассматривает эффект Саньяка в самом общем виде для произвольного типа волн, распространяющихся в произвольной среде с фазовой скоростью v_ϕ^\pm :

«Запишем выражения для длины пути l^\pm в лабораторной (неподвижной) системе отсчета K , где специальная теория относительности заведомо справедлива (знак плюс соответствует волне, направление которой совпадает с направлением вращения, знак минус - волне, распространяющейся в противоположном направлении):

$$l^\pm = 2\pi R \pm R\omega t^\pm, \quad (1)$$

$$v_\phi^\pm = \frac{v_\phi \pm R\omega}{1 \pm v_\phi R\omega / c^2}. \quad (2)$$

Здесь R — радиус кольца, ω - угловая скорость вращения, c - скорость света в вакууме, $t^\pm = l^\pm / v_\phi^\pm$ - времена, затрачиваемые встречными волнами на обход кольца....

Определим величину фазовой скорости каждой из встречных волн как линейную скорость перемещения точки фиксированной фазы данной волны вдоль кольца. Согласно (1), (2) времена t^\pm есть

$$t^\pm = \frac{2\pi R(1 \pm v_\phi R\omega / c^2)}{v_\phi(1 - R^2\omega^2 / c^2)}. \quad (3)$$

Разность времён распространения встречных волн составит

$$\Delta t = t^+ - t^- = \frac{4\pi R^2 \omega}{c^2(1 - R^2\omega^2 / c^2)} \quad (4) \gg [2, с. 1327].$$

Это у Малыкина и является причиной эффекта Саньяка при его расчёте из лабораторной (неподвижной) системы отсчёта. Но кроме этого он справедливо тут же делает и следующее замечание:

«В лабораторной (неподвижной) системе отсчёта K делительное зеркало, которое является и источником, и фактически приёмником излучения, совершает движение, из чего может быть сделан совершенно неадекватный вывод о том, что в данном случае имеет место классический эффект Доплера....Переходя в сопровождающую вращение систему отсчёта K' , где делительное зеркало кольцевого интерферометра неподвижно, мы избавляемся от необходимости рассматривать здесь данный вопрос...» [2, с. 1327-1328].

А далее: «В соответствии с преобразованиями Лоренца разность времён распространения встречных волн в системе отсчёта K' составит $\Delta t' = \Delta t \sqrt{1 - R^2 \omega^2 / c^2} = \frac{4\pi R^2 \omega}{c^2 (1 - R^2 \omega^2 / c^2)^{1/2}}$. (5)» [2, с. 1328].

Это якобы и есть полностью корректный расчёт.

Во-первых, Малыкину следовало бы знать, что *преобразования Лоренца* (ПЛ) в СТО связывают между собой пространственные и временные координаты одних и тех же *точечных событий*, но зарегистрированных по отношению к разным *инерциальным системам отсчёта* (ИСО). Здесь же ни о каких координатах речи нет и быть не может. У него просто использована формула Лоренца *пересчёта хода часов* лабораторной (неподвижной) системы Δt на замедленный ход $\Delta t'$ часов, движущихся с постоянной *абсолютной* скоростью равной $R\omega$.

Во-вторых, Малыкин не понимает того, что же это за величина Δt , которую он нашёл, используя формулу (2) релятивистского «сложения» скоростей. Так как он выполнял расчёт в *лабораторной* (неподвижной) системе, то формула (1) и даёт ему длины путей

$l^{\pm} = 2\pi R \pm R\omega t^{\pm}$, проходимых светом в противоположных направлениях в этой системе от точки излучения до точки регистрации. Тогда и скорость света нужно брать в этой же лабораторной системе. И хотя свет движется по ломаным линиям, в пределе близким к кольцу $2\pi R$, его скорость в вакууме равна просто c . Исходя из этого и нужно рассчитывать Δt .

Но ещё проще величину Δt рассчитать, если учесть, что в лабораторной системе, как и внутри любой другой ИСО, все скорости между физическими объектами, включая и скорость света, складываются чисто классически. Поэтому скорость встречных световых волн относительно кольца $2\pi R$ интерферометра будет $c + R\omega$ и $c - R\omega$. Тогда разность времён распространения встречных волн составит $\Delta t = \frac{2\pi R}{c - R\omega} - \frac{2\pi R}{c + R\omega} = \frac{4\pi R^2 \omega}{c^2(1 - R^2\omega^2/c^2)}$. То есть в точности и даст выражение (4).

Но главное, в третьих, исходя из идеологии ортодоксальной СТО, никакой разности $\Delta t'$ времён обегания светом влево и вправо кольца интерферометра быть не должно, так как мы приравниваем вращающееся кольцо интерферометра к ИСО, движущейся со скоростью $R\omega$. Но в любой ИСО скорость света по отношению к её СК в ортодоксальной СТО уже постулируется как равная c , что и используется при «синхронизации» показаний её разноместных часов. Поэтому, если и применять здесь условно формулу (2) релятивистского «сложения» скоростей, то только для подтверждения именно этой скорости, которую мы уже согласно СТО постулируем. То есть в нашем случае применить для вычисления скорости света с точки зрения условной ИСО на радиусе R интерферометра.

Тогда в формуле $v_{\phi}^{\pm} = \frac{v_{\phi} \pm R\omega}{1 \pm v_{\phi} R\omega/c^2}$ скорость $v_{\phi} = c$ и

$v_{\phi}^{\pm} = \frac{c \pm R\omega}{1 \pm cR\omega/c^2} = c$. Это и отвечает тому, что согласно СТО

постулируется. А так как обе скорости равны c , то никакого относительного запаздывания волн и не должно быть. Но «эффект» регистрируется объективно, что и противоречит ортодоксальной СТО. Остаётся только добавить, что Малыкин даже не знает того, что если складывать скорость света c и скорость движения какой-либо системы или тела по формуле релятивистского «сложения скоростей», смысл которой он так и не понял, то результирующая скорость всегда будет c , как это только что и было показано.

Выполнив, с его точки зрения *корректное*, объяснение «эффекта», Малыкин далее приступает к рассмотрению *некорректных* объяснений. И так как исторически первым было объяснение эффекта Саньяка, базирующееся на представлении о не увлекаемом вращением интерферометра "светоносном эфире", то с него он и начинает:

«В случае когда интерферометр не заполнен оптической средой, выражение для фазовой скорости света в системе координат K' , связанной с вращающимся интерферометром, имеет вид

$$(v'_{\phi})^{\pm} = c \mp R\omega . \quad (21)$$

Времена, затрачиваемые встречными волнами на обход кольца, составят соответственно $(t')^{\pm} = \frac{2\pi R}{(v'_{\phi})^{\pm}} = \frac{2\pi R}{c \mp R\omega}$.

Разность времён распространения составит

$$\Delta t' = (t')^{+} - (t')^{-} = \frac{4\pi R^2 \omega}{c^2(1 - R^2 \omega^2 / c^2)} \quad (23)$$

Полученный результат является верным с точностью до малых релятивистских поправок. Отличие выражения (23) от соответствующего выражения (5), полученного в рамках СТО, определяется коэффициентом $(1 - R^2 \omega^2 / c^2)^{1/2}$. Объяснение этого различия может быть получено только в рамках СТО: во вращающейся системе координат K' число π в $(1 - R^2 \omega^2 / c^2)^{1/2}$ раз

больше, чем в инерциальной, что не было учтено в выражениях (22), (23). Домножив величину $\Delta t'$, полученную в выражении (23), на $(1 - R^2 \omega^2 / c^2)^{1/2}$, получим величину $\Delta t'$ из выражения (5)» [2, с. 1338].

Малыкин подчёркивает, что данный подход при расчёте эффекта Саньяка использовался О. Лоджем, А. Майкельсоном и самим Ж. Саньяком, которые были убеждёнными сторонниками теории "светоносного эфира". Он также замечает, что, «рассмотрение эффекта Саньяка с точки зрения "светоносного эфира" не стало только достоянием истории физики, подобные работы выходят и в настоящее время» [2, с. 1339].

И далее: «Возникает вопрос: почему из заведомо неверной предпосылки о существовании "светоносного эфира" может быть получен верный с точностью до малых релятивистских поправок результат?

Ответить на него можно следующим образом. Из предположения о неувлекаемом вращением интерферометра эфире делается вывод, что в невращающейся (лабораторной) системе координат эфир неподвижен, откуда следует, что в этой системе скорость света неизменна во всех направлениях, что не противоречит специальной теории относительности: невращающаяся система координат является инерциальной» [там же].

В приведенном рассмотрении «некорректного объяснения» Малыкин допускает целый ряд ошибок. Во первых, уже в самом начале говорить о «фазовой скорости света в системе координат K' , связанной с вращающимся интерферометром» совершенно бессмысленно. Скорость определяется не просто в *системе координат*, а *только* в системе *отсчёта*. А её на вращающемся интерферометре нет. И у него скорость (21) определена не в *условной*

ИСО K' , а именно в *лабораторной* системе отсчёта, о чём и было сказано выше.

Во-вторых, и времена (22), затрачиваемые встречными волнами на обход кольца, и разность этих времён (23) тоже найдены в лабораторной системе отсчёта. А поэтому, в-третьих, как это и должно быть, расчёт и проведен в *лабораторной* системе отсчёта. Именно поэтому он и даёт *правильный* результат.

А то, что «во вращающейся системе координат K' число π в $(1 - R^2\omega^2/c^2)^{1/2}$ раз больше, чем в инерциальной», как раз и *противоречит* «рамкам СТО», а не соответствует ей. Если и рассматривать в данном случае увеличение числа π в $(1 - R^2\omega^2/c^2)^{1/2}$ раз, то только как результат *абсолютного движения* кольца интерферометра со скоростью $R\omega$. А ортодоксальная СТО *абсолютные* движения отрицает *принципиально*, что и свидетельствует о её некорректности, как об этом свидетельствует и эксперимент Саньяка.

Проведя *свои некорректные* выкладки, Малыкин в итоге делает и такое же *некорректное* заключение: «Как было показано выше, эффект Саньяка является следствием релятивистского закона сложения скоростей - скорости распространения волны произвольной природы и скорости вращения интерферометра - и, следовательно, является кинематическим эффектом СТО» [2, с. 1346]. И к этому добавляет: «Таким образом, получение правильного результата "неправильным" способом может затруднить физическое понимание рассматриваемого эффекта и отсрочить построение адекватной теории» [там же].

Но уже через пару лет в своей работе [4] Малыкин, практически повторив свой, мягко говоря, *некорректный* расчёт из работы [2], и снова получив результат (4), а из него опять же «с помощью

преобразований Лоренца» и результат (5), дальше в противоречие с формулами (21) и (22) своей же работы [2] пишет: «Однако, если проводить в рамках СТО вычисление величины разности времён распространения встречных волн $\Delta t'$ непосредственно в системе отсчёта K' , то, на первый взгляд, может возникнуть некоторое недоразумение. Действительно, фазовые скорости встречных волн в системе K' равны по абсолютной величине и составляют v_ϕ , пути фазовых фронтов, казалось бы, также равны, поскольку в системе K' делительное зеркало неподвижно, и, казалось бы, разность времён распространения встречных волн $\Delta t'$ также должна равняться нулю, что и означает отсутствие эффекта Саньяка в системе K' » [2, с. 969].

Это и есть *принципиально правильное* заключение. А раз «эффект» *реально существует*, то и имеет иное объяснение. Но как раз «объяснение» возникшего «недоразумения» Малыкиным и вовсе поражает *отсутствием всякой логики*: «Ситуация в некотором смысле напоминает парадокс Зенона о стреле (апория Зенона "Стрела"). Стрела в каждый момент времени покоится, но тем не менее движется. В данном случае скорости и пути встречных волн в кольцевом интерферометре в системе K' равны, тем не менее, как показывают измерения, имеет место разность их времён распространения. Вследствие этого, с нашей точки зрения, рассматриваемое противоречие по аналогии с так называемым квантовым парадоксом Зенона можно назвать *релятивистским парадоксом Зенона*» [там же].

Непонятно, зачем Малыкину понадобилось придумывать «*релятивистский парадокс Зенона*»? Ведь же дальше он пишет: «Разумеется, в действительности наблюдатель, находящийся во вращающейся системе отсчёта, которая является неинерциальной, обнаружит, что скорости встречных волн, определённые как

отношение длины путей фазовых фронтов к затраченным на прохождение этих путей временам, различны» [там же]. И ошибка, по его мнению, «заключается в том, что система K' - это инерциальная система отсчёта, которая мгновенно сопровождает неинерциальную вращающуюся систему отсчёта K'_{nonin} . В каждый отдельно взятый момент времени K' имеет одинаковое значение абсолютной величины скорости ($R\omega$) относительно системы K , но направление этой скорости меняется во времени» [там же].

А на самом деле ошибка заключается в том, что для объяснения «эффекта» никакая СТО с её «релятивистским сложением скоростей» здесь не нужна. Разность скоростей встречных волн по отношению к интерферометру элементарно следует из рассмотрения эксперимента из лабораторной (неподвижной) системы отсчёта. И эксперимент однозначным образом подтверждает то, что все физические явления следует рассматривать, прежде всего, через их абсолютные динамические движения и их скорости. Относительные же движения и их скорости являются всего лишь *кинематическим следствием* движений абсолютных.

В работе [5] Малыкин ещё раз рассматривает эффект Саньяка, но уже с точки зрения баллистической гипотезы Ритца, справедливо забрав так вариант. Однако здесь данная работа более важна тем, что в ней, наконец, упомянут тот *постулат* СТО, исходя из которого и должен рассматриваться сам «эффект». Малыкин пишет о нём в самом начале: «Постоянство скорости света является вторым постулатом специальной теории относительности (СТО). Вот как сформулировал второй постулат СТО А. Эйнштейн в своей основополагающей работе [1] («К электродинамике движущихся тел» - А. Ю.): "...свет в пустоте всегда распространяется с определённой скоростью V , не зависящей от состояния движения излучающего

тела". Таким образом, второй постулат СТО фактически содержит два утверждения,

- 1) скорость света постоянна для произвольного направления распространения;
- 2) скорость света не зависит от скорости источника излучения.

Здесь и далее речь идёт о физической скорости света в вакууме, которая может быть измерена» [4, с. 1018].

Совершенно верно, что речь *обязательно* идёт о скорости, «которая может быть измерена». Иначе о скорости V говорить просто нет смысла. Но для *измерения* скорости нужна и *система отсчёта*. Поэтому буквально через несколько строк в указанной работе Эйнштейн, формулируя свой постулат, и уточняет, что речь идёт о скорости света в «покоящейся» системе отсчёта.

Однако из дальнейшего построения теории Эйнштейном видно и то, что явно не вошло ни в одну из его формулировок второго постулата. Скорость света *фактически* постулируется постоянной и равной c (V) не просто в пустоте реального мирового пространства, но и в пустоте по отношению к *системе координат* (СК) на базе любого инерциально движущегося тела («тела отсчёта»). Поэтому она и используется у Эйнштейна для якобы *абсолютной* синхронизации показаний разноместных часов в инерциальной СК, после чего она и становится ИСО, в которой *все её часы* «идут в фазе». То есть в любой *момент* в любой ИСО все её часы, как *считал* Эйнштейн, якобы должны иметь *одинаковые показания*.

Физическая суть эксперимента Ж. Саньяка со светом напрямую связана с вопросом «синхронизации хода часов» в СТО [6]. Почему-то об этом нигде не упоминают. Поэтому и рассмотрим, в чём же заключалась суть этой процедуры в работах Эйнштейна, и посмотрим, как это связано с экспериментом Саньяка.

Возьмём, например, две ИСО – «покоящуюся» систему S и движущуюся относительно неё со скоростью v систему S' . На оси X' выделим некоторый отрезок AB с часами A и B и точкой O посередине, рис. 1.

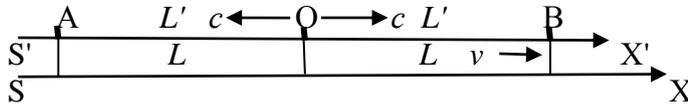


Рис. 1. Проверка синхронизации хода часов в точках A и B системы S' .

Теперь смотрим, что же утверждает ортодоксальная СТО. Если из точки O одновременно направить световые сигналы к точкам A и B , то они и придут в эти точки тоже *одновременно, т.е. в фазе*. Но как это проверить, чтобы экспериментально или подтвердить трактовку СТО, или её опровергнуть? Как подсмотреть эту одновременность прибытия сигналов в точки A и B ? Вот тут и возникла идея свести точки A и B вместе, свернув оба отрезка протяжённостью L в кольца с радиусом $R = L/2\pi$ и направив световые сигналы вдоль этих колец навстречу друг другу снова в одну общую точку, рис. 2.

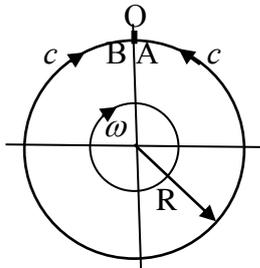


Рис. 2. Отрезки OA и OB свёрнуты в кольца, а световые сигналы из точки O направлены вдоль колец с помощью зеркал к точкам A и B , совпадающим с O .

Свёрнутые кольца вместе с источником и приёмником света вращаются на общей платформе с угловой скоростью $\omega = v/R$. Отрезок OA свёрнут против хода часовой стрелки и свет вдоль него движется против вращения кольца. В системе S свет от точки O к точке A движется со скоростью $c+v$. Отрезок OB свёрнут по ходу часовой стрелки и свет вдоль него движется по ходу вращения кольца. В

системе S свет от точки O к точке B движется со скоростью $c-v$. Поэтому длительность движения светового сигнала от O к A равна $\Delta t_{OA} = L/(c+v)$, а от O к B равна $\Delta t_{OB} = L/(c-v)$. А разность длительностей составит $\Delta t = 2Lv/c^2(1-v^2/c^2)$. (2.1)

А если величиной v^2/c^2 можно пренебречь, то $\Delta t = 2Lv/c^2$. Или с учётом того, что $L = 2\pi R$, а $v = \omega R$, получим $\Delta t = 4\pi R^2 \omega / c^2 = 4S_K \omega / c^2$.

Это и есть результат, полученный в опытах Саньяка. А то, что свёрнутая в кольцо система S' вращается, а потому и не является инерциальной, при рассмотрении «эффекта» не имеет принципиального значения. Здесь важно лишь то, что свет распространяется вдоль кольца, имеющего постоянную линейную скорость движения. И оба встречных сигнала движутся относительно данного кольца, находясь во всех остальных отношениях в абсолютно равных физических условиях. А потому и весь «эффект» связан лишь с их *реально разной скоростью* упомянутого относительного движения, а не с ОТО и ни с чем больше. Именно это он и доказывает, что и противоречит принятой ныне трактовке СТО.

А что же должна показать нам свёрнутая в кольцо система S', в которой оба сигнала, *согласно ортодоксальной СТО*, приходят в точку O якобы одновременно? А она должна показать нам $\Delta t' = \Delta t \sqrt{1-v^2/c^2} = 0$. Но это говорит о том, что никакого «эффекта» *быть не должно*. А раз мы его обнаружили *экспериментально*, то тем самым *доказали*, что ортодоксальная *одновременность*, как и её «*синхронизация*» показаний разноместных часов, всего лишь *условность*. И постоянство скорости света в системе S' тоже *условность*, принятая нами при построении самой системы S'. А принимаем мы эту условность, чтобы в S' выполнялся *принцип относительности* (ПО) при её прямолинейном движении. А в свёрнутом состоянии во вращающейся несколько *условной* ИСО

никакой ПО не работает. И *никакую синхронизацию* показаний её разноместных часов в ней осуществить нельзя. Поэтому все точки кольца, хоть и движутся с постоянной скоростью $v = R\omega$, но полноценную ИСО, отвечающую требованиям СТО, в ней *не создать*.

Но вернёмся ещё раз к рис. 1 и посмотрим, что означает «синхронизация» показаний часов в S' в точках А и В. Учтём при этом, что $L' = L/\sqrt{1-v^2/c^2}$. (2.2)

1) Когда свет от точки О прибывает в точки А и В, показания часов в них должны быть $t'_A = t'_B = L'/c$. (2.3)

2) Но свет в системе S затратил на это $\Delta t_A = L/(c+v)$ и $\Delta t_B = L/(c-v)$. В S это и есть *длительности*, отсчитанные всеми её часами (*их ходом*). А так как часы в S' *идут медленнее*, то они отсчитают длительности соответственно $\Delta t'_A = L\sqrt{1-v^2/c^2}/(c+v)$ и $\Delta t'_B = L\sqrt{1-v^2/c^2}/(c-v)$. Но с учётом (2.2) они будут $\Delta t'_A = L'(1-v^2/c^2)/(c+v) = L'(c-v)/c^2$ и

$$\Delta t'_B = L'(c+v)/c^2. \quad (2.4)$$

3) Следовательно, чтобы в точках А и В при прибытии туда света получить значения (2.3), то в них в момент излучения света из точки О уже должны были быть показания

$$t'_A = \frac{L'}{c} - \frac{L'(c-v)}{c^2} = \frac{L'v}{c^2} \quad \text{и} \quad t'_B = \frac{L'}{c} - \frac{L'(c+v)}{c^2} = -\frac{L'v}{c^2}. \quad (2.5)$$

4) Из (2.5) следует, что после «сворачивания» системы S' разность показаний часов в А и В будет $\Delta t' = \frac{L'v}{c^2} - (-\frac{L'v}{c^2}) = \frac{2L'v}{c^2}$. Или с учётом

(2.2) и *замедленного хода часов* в S' получим $\Delta t = 2Lv/c^2(1-v^2/c^2)$. Т.е. получим в точности выражение (2.1), из которого и следует эффект Саньяка $\Delta t = 4\pi R^2\omega/c^2 = 4S_K\omega/c^2$. Он и отвечает подходу Лоренца к *сверке* (а не синхронизации) показаний разноместных часов при установлении «местного времени» в реально движущейся ИСО [6].

Заключение.

Эффект Саньяка является прямым доказательством необходимости изменения ортодоксальной трактовки СТО [7].

Ссылки:

1. Малыкин Г.Б. Ранние исследования эффекта Саньяка. // УФН. 1997. Т. 167. № 3. С. 337–342.
2. Малыкин Г.Б. Эффект Саньяка. Корректные и некорректные объяснения. // УФН. 2000. Т. 170. № 12. С. 1325–1349.
3. Юхимец А.К. Ошибки при применении формулы «сложения скоростей» в СТО и эффект Саньяка.
<http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/14341.html>
4. Малыкин Г.Б. Эффект Саньяка во вращающейся системе отсчёта. Релятивистский парадокс Зенона // УФН. 2002. Т. 172. № 8. С. 969–970.
5. Малыкин Г.Б. Эффект Саньяка и баллистическая гипотеза Ритца (обзор) (напечатано в журнале "Оптика и спектроскопия", 2010, том 109, № 6, с. 1018-1034).
6. Юхимец А.К. Сигнальная процедура сверки показаний разноместных часов ИСО в СТО.
<http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/14844.html>
7. Юхимец А.К. Как исправить ортодоксальную трактовку СТО.
<http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/14233.html>