

Об изложении СТО Ландау и Лифшицем

А.К. Юхимец. Anatoly.Yuhimec@Gmail.com

У большинства отечественных физиков, да и не только у них, ещё и сегодня самым большим авторитетом по изложению *специальной теории относительности* (СТО) считается то, как эта теория была представлена ещё в начале 40-х годов прошлого столетия акад. Ландау Л. Д. и проф. Лифшицем Е. М. в их курсе «Теоретическая физика» (учеб. пособ. для вузов в 10 т. Т. 2. Теория поля), который потом и переиздавался многократно. Поэтому и рассмотрим заявленную тему по данной книге:— 8-е изд., стереот.-М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003.-536 с.-ISBN 5-9221-0056-4 (Т. II).

Теория излагается уже в главе 1 и названа не СТО, а просто «Принцип относительности». И хотя у самого А. Эйнштейна *принцип относительности* (ПО) и был указан первым, но всегда назывался вместе с *принципом постоянства скорости света* (ППСС) как общая *исходная основа* построения теории.

У авторов в «§1. Скорость распространения взаимодействий» сразу же методически правильно отмечено следующее:

«Для описания процессов, происходящих в природе, необходимо иметь, как говорят, *систему отсчёта*. Под системой отсчёта понимают систему координат, служащую для указания положения частиц в пространстве, вместе со связанными с этой системой часами, служащими для указания времени.»

Действительно, ни одно уравнение, ни одна формула не могут быть записаны корректно без указания того, как конкретно находится та или иная величина, т.е. без указания *системы отсчёта* (СО), в которой могут быть определены все величины, входящие в формулу. Но такие некорректности всё ещё допускаются физиками практически на каждом шагу в их статьях, книгах и даже учебниках. И сегодня в физике во всех случаях, где специально не оговорена СО, реально используется «покоящаяся» (т.е. *условная*) *инерциальная система отсчёта* (ИСО), которая при этом фактически всегда *мыслится* как *абсолютная*, т.е. как АСО в реальном физическом пространстве.

Казалось бы, далее, раз мы будем рассматривать «процессы, происходящие в природе», авторы вкратце должны были бы напомнить, чем отличаются «пространство природы» и «пространство системы координат» (СК). И это вопрос *принципиальный*, так как

далее речь идёт о «положении частиц в пространстве», да ещё и в процессах, т.е. в их движении. И при этом бы выяснилось, что «пространство», в котором и «происходят» (протекают) все процессы, у *природы* всегда одно - это реальное мировое пространство. Уже почти 100 лет как оно называется «*вакуумом физическим*», так как по сути является динамическим, а ещё раньше называлось эфиром. А изучать их протекание мы будем из своих (т.е. нами созданных) *условных* пространств наших СК. Это всего лишь некоторая *мыслимая* нами объёмная координатная сетка. Физически она совершенно *пустая*. Но её координатные оси проградуированы общепринятыми эталонами протяжённости (длины). Это и придаёт *координатной пустоте* определённую метрику. Отсюда сразу же следует, что указать «положение частиц в пространстве» мы никак не можем. Мы можем лишь регистрировать положение частиц *по отношению* к нашему *условному* метрическому координатному пространству (СК).

Когда мы находимся в лаборатории и изучаем какой-либо процесс в её СК, то у нас при этом возникает иллюзия, что природный процесс только именно здесь реально и протекает. Например, наша лаборатория находится на планете Земля и движется с ней в космосе. И изучаемый в лаборатории процесс тоже движется с нами. То есть он как бы полностью привязан к нашей лаборатории. Особенно, если процесс протекает в среде, заполняющей лабораторию (в её пространстве). Но если в своей лабораторной установке мы создали вакуум (убрали *лабораторную* среду), то где теперь будет протекать процесс? Отсюда ясно, что для него *пространством*, прежде всего, является среда реального мирового пространства, в которой находится и движется наша лаборатория. Но изучать процесс мы можем только в его *проявлении по отношению* к нашей СО.

Однако авторы не сказали об этом ни слова. Вместо этого далее они пишут: «Существуют системы отсчёта, в которых свободное движение тел, т. е. движение тел, не находящихся под действием внешних сил, происходит с постоянной скоростью. Такие системы отсчёта носят название *инерциальных*.

Если две системы отсчёта движутся друг относительно друга равномерно и прямолинейно и если одна из них инерциальная, то *очевидно, что и другая тоже* является инерциальной (всякое свободное движение и в этой системе будет прямолинейным и равномерным). Таким образом, имеется сколько угодно (подчёркнуто

мною – А. Ю.) инерциальных систем отсчёта, движущихся друг относительно друга равномерно-поступательно.»

Здесь авторы опять допускают серьёзную *принципиальную* ошибку. Вместо того, чтобы сказать о том, что наше изучение и описание процессов проще всего проводить в СО, *построенных* на базе тел, движущихся *инерциально* (или почти инерциально) в *реальном мировом пространстве*, они заявляют, что в природе уже «имеется сколько угодно инерциальных систем отсчёта» (ИСО).

Уже одно это говорит о полном *непонимании* авторами того, что они рассматривают. Никаких готовых СО в природе не существует. Их для себя можем построить *только мы сами*. И теперь от проблемы «указания положения частиц в пространстве» перейдём к проблеме «указания времени» в наших СО. Опять же у авторов об этом ничего конкретного не сказано. Очевидно, надо полагать так, что раз «имеется сколько угодно инерциальных систем отсчёта», то в них уже каким-то чудодейственным образом уже решена и эта проблема.

Хорошо, что упомянуто хотя бы то, что в каждой СО есть *свои часы*; и ещё через несколько страниц будет сказано, что «время течёт по-разному в разных системах отсчёта». Но опять же не сказано главное: во-первых, что в ИСО предполагается наличие эталонных часов во всех её точках; во-вторых, что все эти разноместные часы должны быть согласованы между собой по их *показаниям* строго определённым образом с помощью световых сигналов.

А раз для авторов все ИСО в природе уже существуют в готовом виде, то они сразу же и переходят к следующему:

«Опыт показывает, что справедлив так называемый *принцип относительности*. Согласно этому принципу все законы природы одинаковы во всех инерциальных системах отсчёта. Другими словами, уравнения, выражающие законы природы, инвариантны по отношению к преобразованиям координат и времени от одной инерциальной системы к другой. Это значит, что уравнение, описывающее некоторый закон природы, будучи выражено через координаты и время в различных инерциальных системах отсчёта, имеет один и тот же вид.»

То есть, не разьяснив в своём учебном пособии, что конкретно в теории, а значит и в её уравнениях, «описывающих законы природы», будет пониматься под «временем», авторы сразу же заявляют, что все эти уравнения «инвариантны по отношению к преобразованиям

координат и времени от одной инерциальной системы к другой». Причём всё это *согласно опыту*, который мы и должны организовать определённым образом. И только тогда сможет проявиться «так называемый *принцип относительности*». Без наших *определённых* разумных действий он сам по себе в природе, как и ИСО, просто не существует, а значит и не проявляется. А раз он всё же проявляется *в наших опытах*, то нам и нужно показать *каким конкретно* образом *проявляется* и понять *причины* этого. Это и будет научным подходом к построению теории. Но у авторов об этом ничего не сказано.

Далее авторы напоминают, что «взаимодействие материальных частиц описывается в обычной механике посредством потенциальной энергии взаимодействия, являющейся функцией от координат взаимодействующих частиц.» А значит невольно предполагалось и то, что «изменение положения какой-либо из взаимодействующих частиц отражается на остальных частицах в тот же момент.»

И ещё: «Опыт, однако, показывает, что мгновенных взаимодействий в природе не существует. Поэтому и механика, исходящая из представления о мгновенности распространения взаимодействий, включает в себе некоторую неточность. В действительности, если с одним из взаимодействующих тел происходит какое-нибудь изменение, то на другом теле это отразится лишь по истечении некоторого промежутка времени. Только после этого промежутка времени со вторым телом начнут происходить процессы, вызванные данным изменением. Разделив расстояние между обоими телами на этот промежуток времени, мы найдём «скорость распространения взаимодействий». Конец цитаты.

Ещё раз напомню, что в природе все её физические явления протекают в её же реальном мировом пространстве. Следовательно, там же будут происходить и все указанные взаимодействия между телами, зависящие от «скорости распространения взаимодействий». И что же тогда должна означать фраза: «Разделив расстояние между обоими телами на этот промежуток времени, мы найдём «скорость распространения взаимодействий»? Какое нужно брать «расстояние» и какой «промежуток времени»? Если в нашей ИСО, то, во-первых, о каком всё же конкретно «промежутке времени» идёт речь? И во-вторых, это всё равно будет лишь *условная относительная* «скорость распространения взаимодействия» *по отношению* к нашей ИСО.

И сразу же напомним слова Эйнштейна: «Ведь система координат, - пишет он, - представляет собой всего лишь средство описания и сама по себе не имеет ничего общего с описываемыми предметами. Этой ситуации вполне соответствует только общековариантный способ формулирования законов природы, ибо при всяком другом способе высказывания о средствах описания смешиваются с высказываниями об описываемом предмете» [1, т. 1, с.690].

А так как наша ИСО «представляет собой всего лишь средство описания и сама по себе не имеет ничего общего с описываемыми предметами», то это и значит, что мы *не получим* никакой «скорости распространения взаимодействий» в природе. Мы получим указанную выше *условную* относительную скорость в её «смеси» с нашей ИСО, с её пространством-временем, о котором речь будет несколько позже.

Чуть далее авторы пишут:

«О взаимодействии, распространяющемся от одной частицы к другой, часто говорят как о «сигнале», отправляющемся от первой частицы и «дающем знать» второй об изменении, которое испытала первая. О скорости распространения взаимодействий говорят тогда как о «скорости сигнала».

Из принципа относительности вытекает (подчёркнуто мною – А.Ю.), в частности, что скорость распространения взаимодействий одинакова во всех инерциальных системах отсчёта. Таким образом, скорость распространения взаимодействий является универсальной постоянной.

Эта постоянная скорость одновременно является, как будет показано в дальнейшем, скоростью распространения света в пустоте; поэтому её называют скоростью света. Она обозначается обычно буквой c , а её числовое значение $c = 2,998 \cdot 10^{10} \text{ см/с}$.» Конец цитаты.

Вот именно эту «скорость распространения взаимодействий» или «скорость сигнала» (а ещё просто «скорость света») и используют, прежде всего, при *построении* самих ИСО. Её используют для *согласования* между собой *показаний* разноместных часов в инерциально движущейся СК. При этом сразу же и *принимают* (т.е. *закладывают*) её *числовое* значение c по отношению к СК. И только *после проведения* такой «сигнальной процедуры» в СК она и становится ИСО. Эту процедуру Эйнштейн не совсем удачно назвал «синхронизацией хода» разноместных часов СК.

Дело в том, что все часы системы изначально *идут одинаково* (т.е. можно сказать «тикают синхронно»). Но требуется *согласовать* их между собой ещё и по их *показаниям*, т.е. *по фазе*. И тут Эйнштейн в своей теории имел в виду, что после «синхронизации их хода» все они будут в любой момент иметь *одни и те же показания (идут в фазе)*.

Вот его слова: «...в силу принципа постоянства скорости света две пары любых часов этой совокупности, не находящихся рядом, должны быть в фазе» [1, т. 1, с. 149]. И тут же далее: «Совокупность показаний всех этих часов, идущих в фазе друг с другом, и составит то, что мы назовем физическим временем» (там же).

Здесь требуется дать некоторые разъяснения всему тому, что сказано у Эйнштейна. Во-первых, ППСС мыслится у него как реальное (объективное) постоянство скорости света по отношению к любому инерциально движущемуся телу. Именно поэтому он считал синхронизацию показаний разноместных часов во всех ИСО объективно реальной (все часы «идут в фазе друг с другом»).

Во-вторых, отсюда сразу же следует, что во всех ИСО их «физическое время» (как показания всех часов системы сразу) *едино*, т.е. *абсолютно*. Тогда все ИСО у него должны были быть *абсолютными системами отсчёта* (АСО). И его «покоящаяся» (*условно*) ИСО таковой и мыслится! Но ведь все его ИСО при этом якобы принципиально ничем друг от друга не отличаются, и якобы именно поэтому и равноправные, а значит все и мыслятся как АСО.

В-третьих, *построение* ИСО с использованием «сигнальной процедуры», т.е. с «идущими в фазе» разноместными часами, и *необходимо* как раз для того, чтобы во всех ИСО выполнялся ПО. То есть ПО *базируется* на ППСС. Без него не было бы и самих ИСО. А у авторов всё наоборот – ППСС «вытекает» из ПО, почему теория и названа у них «Принцип относительности».

Ещё у авторов чуть дальше:

«Уже в классической механике пространство относительно, т. е. пространственные соотношения между различными событиями зависят от того, в какой системе отсчёта они описываются. Утверждение, что два одновременных события происходят в одном и том же месте пространства или, вообще, на определённом расстоянии друг от друга, приобретает смысл только тогда, когда указано, к какой системе отсчёта это утверждение относится.» Конец цитаты.

Опять авторы допускают принципиальную ошибку. Для всех природных явлений пространство всегда одно – это реальное мировое пространство. В СТО оно принимается однородным и изотропным. А вот «пространственные соотношения между различными событиями» в явлениях мы можем описывать только по отношению к конкретной ИСО. Но можем сделать это условно и по отношению к теоретически мыслимой АСО, что у Эйнштейна фактически и делается в его «покоящейся ИСО».

Цитирую авторов далее:

«Напротив, время является в классической механике абсолютным; другими словами, свойства времени считаются не зависящими от системы отсчёта — время одно для всех систем отсчёта. Это значит, что если какие-нибудь два явления происходят одновременно для какого-нибудь наблюдателя, то они являются одновременными и для всякого другого. Вообще, промежуток времени между двумя данными событиями должен быть одинаков во всех системах отсчёта.»

Во-первых, уже и в классической механики после установления конечности скорости распространения света в вопрос восприятия наблюдателями разноместных событий были внесены определённые коррективы. Например, без всякой СТО, когда мы смотрим на Луну или Солнце, то осознаём, что в данный момент видим их такими, какими они были некоторое время назад. Более того, астрономы уже давно знают, что наблюдают в свои телескопы космические объекты не совсем там, где они находятся в данный момент.

Во-вторых, если наблюдатели движутся (да ещё и быстро), то уже из классических соображений ясно, что их восприятие удалённых разноместных событий с точки зрения их одновременного существования уже не может быть одинаковым. Поэтому вовсе не значит, что если один из них увидел два разноместных события одновременно, то и все остальные тоже должны увидеть их так же. И мы понимаем при этом, что одновременное (т.е. одномоментное) существование и восприятие – это совершенно разные вещи.

В-третьих, не объяснив, что мы понимаем под временем, говорить о «промежутке времени», тем более между непонятными «двумя данными событиями», и вовсе некорректно.

Авторы далее: «Легко, однако, убедиться в том, что понятие абсолютного времени находится в глубоком противоречии с

эйнштейновским принципом относительности. Для этого достаточно уже вспомнить, что в классической механике, основанной на понятии об абсолютном времени, имеет место общеизвестный закон сложения скоростей, согласно которому скорость сложного движения равна просто сумме (векторной) скоростей, составляющих это движение. Этот закон, будучи универсальным, должен был бы быть применим и к распространению взаимодействий. Отсюда следовало бы, что скорость этого распространения должна быть различной в различных инерциальных системах отсчёта, в противоречии с принципом относительности. Опыт, однако, вполне подтверждает в этом отношении принцип относительности.» Конец цитаты.

Во-первых, понятие абсолютного времени в природе как таковой вовсе не противоречит нашему *гносеологическому* (познавательному) ПО, если ему дать принципиально правильную трактовку, что и будет сделано в конце.

Во-вторых, общеизвестный в классической механике закон сложения скоростей действует в природе всегда, независимо от наших теорий. Действует он и применительно к скорости распространения света или каких-либо других взаимодействий. И в СТО именно это и наблюдается из «покоящейся ИСО». И это нисколько не противоречит опять же правильно трактуемому ПО, что и подтверждает опыт.

Снова авторы:

«Измерения, произведенные впервые Майкельсоном, (в 1881 г.), обнаружили полную независимость скорости света от направления его распространения; между тем, согласно классической механике, скорость света в направлении движения Земли должна была бы быть отличной от скорости в противоположном направлении.»

Ничего подобного измерения Майкельсона не обнаружили. И если бы гипотетические наблюдатели где-нибудь на Юпитере наблюдали распространение света относительно нашей Земли, то и обнаружили бы разную его скорость в направлении её движения и в противоположном направлении. И это же наблюдают астрофизики на Земле при распространении света от других космических объектов.

Снова авторы: «Таким образом, принцип относительности приводит к результату, что время не является абсолютным. Время течет по-разному в разных системах отсчёта. Следовательно,

утверждение, что между двумя данными событиями прошёл определённый промежуток времени, приобретает смысл только тогда, когда указано, к какой системе отсчёта это утверждение относится. В частности, события, одновременные в некоторой системе отсчёта, будут не одновременными в другой системе.»

Здесь авторы путают разные понятия. Во-первых, *не время течет* по-разному в разных системах отсчёта, а по-разному *идут их часы*, что вовсе не одно и то же.

Во-вторых, утверждение, что между двумя данными событиями прошёл определённый промежуток времени, приобретает смысл только в теоретически мыслимой АСО.

В-третьих, в СТО, о чём уже упоминалось выше, речь вовсе не о том, *будут ли* события одновременными или не одновременными в той или иной ИСО, а о том как они в них воспринимаются!

Снова авторы:

«Рассмотрим две инерциальные системы отсчёта К и К' с осями координат соответственно xuz и $x'y'z'$, причём система К' движется относительно К вправо вдоль осей x и x' (рис. 1).

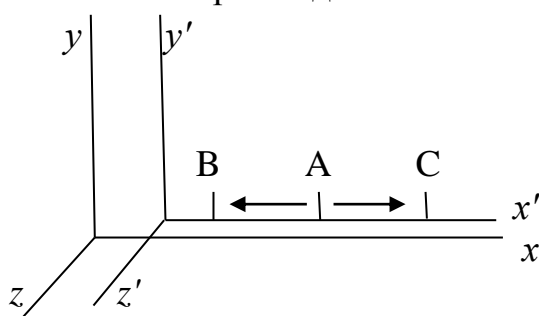


Рис. 1.

Пусть из некоторой точки А на оси x' отправляются сигналы в двух взаимно противоположных направлениях. Поскольку скорость распространения сигнала в системе К' как и во всякой инерциальной системе, равна (в обоих направлениях) c , то сигналы достигнут равноудалённых от А точек В и С в один и тот же момент времени (в системе К').» Конец цитаты.

Опять авторы, не зная и не понимая теории, путают читателя.

Во-первых, не равна (!) «скорость распространения сигнала в системе К' как и во всякой инерциальной системе, (в обоих направлениях) c », а изначально принята (постулирована!) таковой при построении ИСО. Поэтому не достигнут «сигналы

равноудалённых от А точек В и С в один и тот же момент времени (в системе К')», а достигнут этих точек при одинаковых показаниях часов в них, что вовсе не одно и то же! При условной так называемой «синхронизации хода» часов они уже заранее и были так выставлены!

Во-вторых, в движущейся ИСО нет никакого(!) «одного и того же момента времени», так как в ней уже нет ни «пространства», ни «времени» самих по себе, а есть лишь неразделимое «*пространство-время*» (П-В)! Поэтому и говорить об *одновременных* разноместных событиях в ИСО можно лишь условно(!) как о событиях всего лишь при одинаковых показаниях часов [2].

Снова продолжают авторы: «Легко, однако, видеть, что те же самые два события (приход сигнала в В и С) будут отнюдь не одновременными для наблюдателя в системе К. Действительно, скорость сигналов относительно системы К, согласно принципу относительности, равна тому же c , и поскольку точка В движется (относительно системы К) навстречу посланному в неё сигналу, а точка С — по направлению от сигнала (посланному из А в С), то в системе К сигнал придет в точку В раньше, чем в точку С.»

Как и было отмечено выше, система К («покоящаяся») мыслится в теории как АСО. Потому в ней скорость распространения света и будет c от точки излучения не «согласно принципу относительности», а по самой природе распространения света от точки излучения в реальном мировом пространстве (ППСС). А наблюдаемая из неё эта же скорость по отношению к системе К' и будет в одном направлении $c+v$, а в другом направлении $c-v$.

Авторы тут же продолжают: «Таким образом, принцип относительности Эйнштейна вносит фундаментальные изменения в основные физические понятия. Заимствованные нами из повседневного опыта представления о пространстве и времени оказываются лишь приближенными, связанными с тем, что в повседневной жизни нам приходится иметь дело только со скоростями, очень малыми по сравнению со скоростью света.»

Итак, не объяснив читателю, какими же конкретно были представления о пространстве и времени у самого Эйнштейна, авторы заявляют о якобы их «фундаментальном изменении». Но выше мы увидели (как у Эйнштейна, так и у авторов) пока лишь достаточно

путанное применение этих действительно фундаментальных понятий. И то, что пока изложено в учебном пособии, назвать построением *физической* теории нельзя. Но дальше они переходят к ещё более абстрактному её изложению в П-В математика Г. Минковского [2]. Здесь сразу же следует отметить, что согласно общей идеологии ортодоксальной СТО никакого П-В в ней быть не должно, а во всех ИСО должно быть своё П и В, так как все они мыслятся как АСО!

Но вот как они обосновывают этот свой переход:

«§ 2. Интервал

В дальнейшем мы будем часто пользоваться понятием *события*. Событие определяется местом, где оно произошло, и временем, когда оно произошло. Таким образом, событие, происходящее с некоторой материальной частицей, определяется тремя координатами этой частицы и моментом времени, когда происходит событие.»

Если читатель вдумчивый, то у него сразу же возникают вопросы: так в каком всё же месте и времени происходит событие, какими координатами и моментом времени оно определяется?? Ведь предполагается, что реально в явлении оно происходит, прежде всего, в реальном мировом пространстве. И если мы как-то наблюдаем это явление из своей ИСО, то очевидно, что это координаты некоторых *точечных событий* в ней и показания наших часов в ней? То есть мы неизбежно «смешиваем» сами явления с нашей ИСО. И что же потом с этим делать? Как отделить явление от наших *засечек событий по отношению* к ИСО, к её П-В (или всё же П и В)??

Может дальше всё это и разъясняется? Смотрим, что дальше написано у авторов:

«Часто полезно из соображений наглядности (подчёркнуто мною – А. Ю.) пользоваться воображаемым четырёхмерным пространством, на осях которого откладываются три пространственные координаты и время. В этом пространстве событие изображается точкой. Эти точки называются *мировыми точками*. Всякой частице соответствует некоторая линия {*мировая линия*} в этом четырёхмерном пространстве. Точки этой линии определяют координаты частицы во все моменты времени. Равномерно и прямолинейно движущейся материальной частице соответствует прямая мировая линия.»

Вот так вот. Вместо изучения явления, *протекающего* в реальном мировом пространстве, через его *проявление* по отношению к нашим ИСО, нам предлагают изучать его чисто абстрактным математическим

путём. Через четырёхмерную геометрию, которую так и «называют псевдоевклидовой в отличие от обычной, евклидовой, геометрии. Эта геометрия была введена в связи с теорией относительности Г. Минковским.» Об этом упомянуто чуть дальше в примечании. Ещё и говорят при этом, что в таком «воображаемом четырёхмерном пространстве» (псевдо пространстве) всё будет нагляднее! Правда, само такое «пространство» наглядно представить нельзя. Так как же тогда наглядно будет представлено само явление?!

И оказывается, что вся обещанная наглядность сводится к введению в теорию новых абстрактных математических символов, к наглядности самих *физических явлений* отношения не имеющих. Зато абстрактные (т.е. чисто формальные, что и признаётся авторами) математические символы можно составить так, что они будут во всех ИСО одинаковыми (инвариантными).

Цитирую авторов:

«Выразим теперь принцип инвариантности скорости света математически. Для этого рассмотрим две системы отсчета K и K' движущиеся друг относительно друга с постоянной скоростью. Координатные оси выберем при этом таким образом, чтобы оси x и x' совпадали, а оси y и z были параллельны осям y' и z' , время в системах K и K' обозначим через t и t' .

Пусть первое событие состоит в том, что отправляется сигнал, распространяющийся со скоростью света, из точки, имеющей координаты x_1, y_1, z_1 в системе K в момент времени t_1 в этой же системе. Будем наблюдать из системы K распространение этого сигнала. Пусть второе событие состоит в том, что сигнал приходит в точку x_2, y_2, z_2 в момент времени t_2 . Сигнал распространяется со скоростью c ; пройденное им расстояние равно поэтому $c(t_2 - t_1)$. С другой стороны, это же расстояние равно

$[(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2]^{1/2}$. Таким образом, мы можем написать следующую зависимость между координатами обоих событий в системе K : $(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2 - c^2(t_2 - t_1)^2 = 0$. (2.1)

Те же два события, т. е. распространение сигнала, можно наблюдать из системы K' . Пусть координаты первого события в системе K' : x'_1, y'_1, z'_1, t'_1 , а второго: x'_2, y'_2, z'_2, t'_2 . Поскольку скорость света в системах K и K' одинакова, то, аналогично (2.1), имеем

$$(x'_2 - x'_1)^2 + (y'_2 - y'_1)^2 + (z'_2 - z'_1)^2 - c^2(t'_2 - t'_1)^2 = 0. \quad (2.2)$$

Если x_1, y_1, z_1, t_1 и x_2, y_2, z_2, t_2 - координаты каких-либо двух событий, то величина $s_{12} = [c^2(t_2 - t_1)^2 - (x_2 - x_1)^2 + (y_2' - y_1')^2 + (z_2' - z_1')^2]^{1/2}$ (2.3) называется интервалом между этими двумя событиями.

Таким образом, из инвариантности скорости света следует, что если интервал между двумя событиями равен нулю в одной системе отсчёта, то он равен нулю и во всякой другой системе.» Конец цитаты.

А теперь переведём всё на нормальный наглядный человеческий язык, которым и должны описываться реальные *физические* явления.

О каком принципе инвариантности скорости света идёт речь? Судя по изложению, авторы так и не поняли (о чём уже упоминалось выше), что вся СТО изначально строится на использовании в нашем познавательном процессе различных наших ИСО. Они, в свою очередь, строятся на сигнальной «синхронизации» показаний их разноместных часов. А она, в свою очередь, проводится на основе **принятия** во всех ИСО постоянства (т. е. инвариантности) скорости света. Другими словами, *инвариантность* по отношению к распространению света и есть заложение ПО в теорию уже при построении ИСО. И вместо того, чтобы разъяснить физическую суть проводимой «синхронизации», они загоняют изложение и без того довольно абстрактной теории в полную математическую абстракцию.

О необходимости «синхронизации» показаний часов в ИСО, о которой было сказано уже у Г.А. Лоренца, у авторов вообще не сказано ни слова. Почему? Да потому, что у них все ИСО якобы уже существуют в природе сами по себе. Помните в самом начале фразу: «имеется сколько угодно инерциальных систем отсчёта, движущихся друг относительно друга равномерно-поступательно.»

А всего-то и надо было показать, что в инерциально движущейся СК во всех её точках размещают эталонные часы. И если их координаты x, y, z (каких-либо часов), то они находятся от начала СК на расстоянии $(x^2 + y^2 + z^2)^{1/2}$. Поэтому проводя сигнальную процедуру, на них заранее устанавливают показания $(x^2 + y^2 + z^2)^{1/2} / c = t$. (1)

Затем из начала СК в условный момент $t_0=0$ во всех направлениях посылается световой сигнал. И когда он приходит в точку расположения часов, то они тут же и запускаются в ход. При этом из (1) и получим $c^2 t^2 - x^2 - y^2 - z^2 = 0$, т.е. реальный **наглядный** нулевой «интервал». А в другой ИСО он будет уже $c^2 t'^2 - x'^2 - y'^2 - z'^2 = 0$. И для этого не надо никакой абстрактной четырёхмерной геометрии [3].

Далее авторы объясняют как можно «рассматривать интервал, с формальной математической точки зрения... в воображаемом (подчёркнуто мною – А. Ю.) четырёхмерном пространстве», а также, что имеется «однако, существенное отличие в правиле составления этой величины по сравнению с правилом обычной геометрии.» Очевидно, всё это нужно для той же «наглядности».

Затем они приводят доказательство, что в разных ИСО $ds^2 = ds'^2$. И если бы это было не так, то «различные точки пространства и моменты времени были бы не равноценны, что противоречит однородности пространства и времени. Он (квадрат ds – А. Ю.) не может зависеть также и от направления относительной скорости, так как это противоречило бы изотропности пространства.»

Здесь внимательный читатель в недоумении должен спросить у авторов. И о каких снова «точках пространства и моментах времени» идёт речь? О какой «однородности пространства и времени» и «изотропности пространства» они говорят? Ведь теперь во всех ИСО есть только в каждой своё неразделимое П-В и нет никакого «пространства и времени самих по себе» [2]!

Из равенства $ds^2 = ds'^2$ следует и равенство $s = s'$. И далее авторы приходят к выводу:

«Мы приходим, следовательно, к важнейшему результату: интервал между событиями одинаков во всех инерциальных системах отсчёта, т. е. является инвариантом по отношению к преобразованию от одной инерциальной системы отсчёта к любой другой. Эта инвариантность и является математическим выражением постоянства скорости света.»

Итак, вначале заложили постоянство (инвариант) скорости света во все создаваемые нами ИСО (о чём, как оказалось, авторы даже не подозревали). А потом в результате формальных математических манипуляций в совершенно абстрактном (для них) псевдоевклидовом П-В и получили его «математическое выражение» как «важнейший результат». Остаётся только поздравить авторов с достигнутым успехом – что заложили, то (слава Богу и математике) и получили!

Надеюсь, читатель почувствовал и осознал всю «мощь и полную наглядность» такого подхода авторов к построению СТО. Поэтому рассматривать дальнейшее изложение их *псевдо физической* теории просто нет никакого смысла. В заключение лишь добавлю, что *физическая* теория обязательно должна строиться на *онтологии*

природных явлений, а ПО является принципом *гносеологическим*, т.е. сугубо *познавательным для нас*. Но у авторов никакой *онтологии* в построении теории нет и в помине.

Таким образом, СТО как *физическая* теория, рассматривающая явления, протекающие в среде реального мирового пространства, должна строиться, прежде всего, на основании двух принципов:

1) это *онтологический* ППСС от точки его излучения в этой среде, независимо от движения источника;

2) *гносеологический* (познавательный для нас!) ПО, суть которого заключается в том, что явления природы (форму закона их протекания) можно познавать и через их *проявления* по отношению к нашим *инерциально* (т.е. *динамически*) движущимся ИСО через регистрацию точечных событий в них с последующим их анализом; *при этом форма закона будет такой же, как если бы мы изучали явления в реальной АСО.*

Все ИСО в этом отношении равноправны, а *теоретически мыслимая АСО* вводится лишь *для принципиально правильного построения и трактования теории. Именно в этом и заключается подлинный физический смысл и вся научная ценность СТО.*

P.S. Ещё до создания данного курса «Теоретической физики» и после его создания, вплоть до середины 60-х гг. прошлого столетия, в СССР был проведен целый ряд научных дискуссий между физиками и философами по проблемам именно СТО. Но то, что рассмотрено в данной работе, является прямым свидетельством крайне низкого общего профессионального уровня их проведения. Как философы, так и физики, в пылу довольно горячих споров, не сумели чётко разобраться в применении основных физических понятий теории. Поэтому её изначально *некорректная ортодоксальная трактовка* и существует практически без изменений ещё и сегодня. А ведь всего-то и нужно *признать* «покоящуюся ИСО» Эйнштейна *теоретически мыслимой АСО в эфире реального мирового пространства.*

Ссылки:

1. Эйнштейн А. Собрание научных трудов в 4-х т.: М. Наука, 1965-1967.

2. Пространство-время в специальной теории относительности.
<http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/10857.html>

3/ Сигнальная процедура сверки показаний разноместных часов ИСО в СТО. <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/14844.html>