

Связь времени с пространством и преобразование Лоренца.

(Истоки парадоксов)

1. О сути разногласий в изучении времени.

Сегодня в науке утвердилось мнение о неразрывности пространства и времени. Время понимается как объективно существующая реальность, такая же физическая величина как длина, масса и другие.

"ПРОСТРАНСТВО И ВРЕМЯ, философские категории. Пространство — форма сосуществования материальных объектов и процессов (характеризует структурность и протяженность материальных систем); время — форма и последовательные смены состояний объектов и процессов (характеризует длительность их бытия). Пространство и время имеют объективный характер, неразрывно связаны друг с другом, бесконечны. Универсальные свойства времени — длительность, не повторяемость, необратимость; всеобщие свойства пространства — протяженность, единство прерывности и непрерывности."

(Большой энциклопедический словарь, Большая энциклопедия Кирилла и Мефодия 2000)

Такое определение зачастую приводит к непониманию сути этой связи и возникновению всевозможных парадоксов. Источником этого определения является Теория относительности. В результате физики погрузились в математические модели не докопавшись до сути, оказавшись под влиянием авторитета гения. Однако стоит задаться вопросом: "В чем же суть связи пространства и времени, что послужило источником для такого определения?"

Нобелевский лауреат в области физики Макс Борн в своей книге "Эйнштейновская теория относительности" (Мир, Москва, 1964) писал: "В 1905 г. Эйнштейн установил, что лоренцово сокращение и его локальное время – не математический прием и физическая иллюзия, но явления, связанные с самыми понятиями пространства и времени". Вот вам и источник. С этого момента и начинается отказ от определения предложенного Ньютоном. Время, нечто неопределенное, двоякое, овеществляется, связывается с объективно существующим пространством и само становится объективно существующим. Поэтому необходимо разобраться в основаниях для подобного заключения. Для этого необходимо выяснить суть преобразования Лоренца, его подлинный физический смысл.

Сделаем мы это на основе изложения М.Борном сути теории относительности и вывода преобразования Лоренца. Для лучшего понимания рассуждений нам не обойтись без довольно пространного цитирования исходного материала.

Главу VI своего труда М.Борн начинает с разъяснения понятия одновременности.

"Трудность, которую предстояло преодолеть путем применения принципа относительности к электродинамическим явлениям, заключалась в том, что необходимо было согласовать два следующих, по всей видимости, противоречащих друг другу утверждения:

1. Согласно классической механике, скорость любого движения для двух движущихся друг относительно друга наблюдателей имеет различные значения.

2. Согласно опыту, скорость света не зависит от состояния движения наблюдателя и имеет всегда одно и то же значение c .

И далее:

"Первое из двух утверждений 1) и 2) носит чисто теоретический и концепционный характер, тогда как второе основано на факте"

При более внимательном рассмотрении все оказывается совсем наоборот. Если первое утверждение чисто теоретическое, то как быть тогда, например, с моделями Солнечной системы Птолемея и Коперника? Ведь они описывают скорости движения одних и тех же физических объектов с точки зрения *двух движущихся относительно друг друга наблюдателей*, один из которых теоретически находится в центре Солнца, а другой практически на поверхности Земли. С Земли Наблюдатель видит движение планет относительно Звезд и фиксирует изменение их скорости *вплоть до перемены направления* движения. Несмотря на то, что наблюдатель на Солнце может находиться только теорети-

чески, никто не сомневается в движении планет вокруг Солнца *всегда в одном направлении*. Модель Коперника описывает фактическое движение планет. Следовательно, первое наблюдение так же основано на факте.

Что же касается второго утверждения, то следует уточнить, о каком движении наблюдателя идет речь. Факты, на которые ссылается Борн, получены земными наблюдателями, т.е. практически в одной и той же системе отсчета. Скорость света всегда измерялась относительно источника излучения. Движения Наблюдателя относительно источника излучения или не было совсем или оно было весьма незначительно. Не следует упускать из виду, что когда говорят о скорости света, то имеют в виду среднюю скорость света в вакууме. Никто и никогда не измерял вне Земли скорость светового потока от источника, движущегося относительно хотя бы двух наблюдателей со скоростью соизмеримой со скоростью света. Таким образом как раз второе из двух утверждений "носит чисто теоретический и концепционный характер".

О какой же скорости света говорит Борн? Об абсолютной скорости света в Пространстве? Но *абсолютной скорости*, как раз в соответствии с одним из основных положений Теории относительности, нет. *Есть абсолютное движение*, которое Наблюдатель описывает, измеряя его скорость в принятой системе мер *относительно условного начала отсчета*.

Для всех дальнейших рассуждений и выводов очень важно уяснить главное: скорость и время есть понятия чисто человеческие, условные. В пространстве нет ни скорости ни времени. Есть изменчивость, свойство пространства, и движение, как ее частный случай. Это свойство можно определить следующим образом:

ИЗМЕНЧИВОСТЬ – это процесс последовательного изменения одного или нескольких свойств физических объектов Пространства в количественном отношении.

Изменения эти, и движение в том числе, могут происходить быстрее или медленнее. Для количественного сравнения этой быстроты человек ввел меру времени, бессознательно приняв за эталонную изменчивость движение Земли, и, как ее производную, меру скорости.

Таким образом скорость появляется только там, где наблюдатель хочет количественно сравнить между собой быстроту изменчивости различных объектов. Для этого, в качестве основной меры, можно использовать и меру скорости, но просто исторически раньше появилось понятие времени.

Следовательно, решается чисто измерительная задача, что и подтверждает Борн:

"Для того чтобы не нарушать закон постоянства скорости света, теория Лоренца была вынуждена ввести для каждой движущейся системы отсчета свои *специальные меры* длины и времени."

Мы видим, что для достижения поставленной цели Лоренц вводит некие условия, при которых его выводы становятся корректными. Условия эти непосредственно относятся к области метрологии, а именно вопросам применения мер и единиц измерения. Особо отметим, что теория Лоренца *была вынуждена ввести свои меры длины и времени*. Если меры во всех системах отсчета одни и те же, то теория не работает.

Цитаты приведены не в том порядке, в каком они приводятся Борном, но это не меняет сути дела. На основе сказанного Борн продолжает:

"Но поскольку второе из двух утверждений – постоянство скорости света – следует считать с достоверностью установленным экспериментально, нам не остается ничего, кроме как отказаться от первого из них и тем самым – от тех представлений о пространстве и времени, которые были ранее приняты."

Но постоянство скорости света установлено только относительно источника излучения. Оснований для отказа от представлений о пространстве и времени высказанных Ньютоном пока не представлено. Происходит отказ от фактов, подтверждающих первое утверждение, в угоду работоспособности теории не опирающейся на опыт. По сути голословно декларируется абсолютность скорости света в пространстве. Абсолютное движение подменяется абсолютной скоростью, что, в конце концов, приводит к необъяснимым парадоксам.

Далее, критикуя положения классической механики, Борн пишет:

"... Предполагается, что понятия типа "момент времени", "раньше", "позже", и т.д. имеют сами по себе априорный смысл, правомерный для всей Вселенной. Этой точки зрения придерживался и Ньютон, постулируя существование своего абсолютного времени (гл. III, § 1, стр. 75), которое течет "всегда одинаково", безотносительно к чему-либо внешнему."

Борн, мягко говоря, несколько искажает суть сказанного Ньютоном. Для того чтобы уточнить позиции, приведем ньютоновское определение времени помещенное в гл. III, § 1, стр. 75:

"Абсолютное, истинное или **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ВРЕМЯ** само по себе и в силу своей внутренней природы течет одинаково, безотносительно к чему либо внешнему и иначе зовется длительностью; **ОТНОСИТЕЛЬНОЕ, КАЖУЩЕЕСЯ** или **ОБЫЧНОЕ ВРЕМЯ** представляет собой некоторого рода чувственную, или внешнюю (каким бы оно ни было точным или несравнимым), меру длительности, определяемую с помощью движения, которое обычно используется вместо истинного времени; это – час, день, месяц, год...

Ибо дни в природе в действительности не равны друг другу, хотя и считаются равными и *используются в качестве меры времени*: астрономы вносят поправки в эти меры, выполняя точный анализ небесных движений. Возможно, не существует такой вещи, как стандартное движение, посредством которого время можно точно измерить. Все движения могут быть ускоренными или замедленными, но истинный, или стандартный, процесс течения абсолютного времени не подвержен никаким измерениям. *Длительность или возраст существования вещей* остается одним и тем же независимо от того, быстры движения или медленны или их нет вообще..."

Не даром Ньютон назвал свой труд "Математические начала натуральной философии". Он призвал математику на помощь в описании окружающей "натуры" – природы. Ньютон был философом и четко разделил математическое, формальное, понятие времени и меру длительности. Фактически это означает, что в математических моделях время свободно от погрешностей, присущих результатам наблюдений (измерений) и может быть абстрактным числом. Так же он указал на то, что в основе меры длительности лежит процесс движения. А самое важное то, что он говорит о времени *относительном*, когда речь идет о его измерении. Ведь все нулевые значения времени условны, начиная от начала суток и кончая началом Большого Взрыва, не говоря уже о более мелких, чем сутки, единицах. Единого, естественного для всего Пространства "Нуля Времени" нет. В настоящее время в качестве меры времени используется не только движение, но и другие процессы, вплоть до биологических, однако это сути не меняет.

Не обращая внимания на различия между временем **математическим** и **обычным** Борн пишет:

Но для физика, исходящего из количественных категорий, никакого подобного времени, безусловно, не существует. Он не видит смысла в утверждении, что событие А и событие В произошли одновременно, коль скоро не существует средств, позволяющих доказать верность или ошибочность этого утверждения." Чтобы решить, одновременно ли произошли в различных точках два события, необходимо в каждой из точек иметь хронометры, относительно которых можно быть уверенными, что они идут с одинаковой скоростью, или "бьют синхронно"."

В этой цитате уже говорится о метрологической задаче поверки (сличения) мер, каковыми, в частности являются хронометры (дословно – измерители времени). На выражение "бьют синхронно" стоит обратить особое внимание. Его можно понимать как ужесточение условия синхронности. Во времена Борна и Эйнштейна часы "били", отмечая каждый час. Это уже не только требования одинаковости скорости хода, но и одинаковости начала отсчета времени. В современных терминах это не только синхронность, но и синфазность хода. И требования эти существенно различные.

Сто лет назад, во времена рождения теории относительности, поверка часов являлась своего рода искусством доступным немногим. Н.С.Лесков в своих "Записках неизвестного", в главе "О Петухе и его детях", пишет о дьяконе, который был "часто позываем в дом для завода и исправления не идущих по воле своей аглицких футлярных часов, коих ход умел умерять чрез облегчение гирь или отпусканье маятника, или очистку пыли и смазку колес." Своим неповторимо образным языком Лесков, по сути, описывает поверку меры времени, которая заканчивается словами дьякона: "...а я пойду на вольное поветрие твои часы по приметочкам на солнце поверять." Длина маятника, вес гирь и трение в механизме часов, как мы знаем, влияют на скорость хода (частоту колебаний маятника), а "приметочки" позволяют установить начало шкалы относительно положения Солнца. Блестящая иллюстрация состояния определения одновременности и поверки часов в конце XIX века! Такой метод поверки естественно вызывал недоверие у передовых физиков начала XX века.

В качестве эталона времени тогда использовались высокоточные маятниковые часы, поверяемые с помощью астрономических наблюдений. Единица времени – секунда – определялась как 1/86400 часть средних солнечных суток. Эталонные часы сохраняли свой суточный ход с точностью 0,002с. Это соответствует относительной погрешности равной $2,3 \cdot 10^{-8}$. Погрешность эта определялась как конструкцией часов, так и методом привязки к астрономическим наблюдениям. Такие часы нельзя взять с собой в космическое пространство. Лауэ говорил о маятниковых часах: "...маятниковые часы – это не просто ящик, который вы покупаете в магазине; маятниковые часы – это тот ящик, который вы купили в магазине вместе с Землей."

В настоящее время, через сто лет после появления Теории относительности, ситуация изменилась коренным образом. Реализовано то, о чем Нобелевский лауреат в области физики, писал:

"Но даже если предположить, что существуют идеальные, свободные от ошибок часы (подобные тем, которыми, по убеждению физиков, могут служить атомные колебания, вызывающие излучение света), логически недопустимо брать их за основу определения времени в системах, движущихся относительно друг друга: ведь синхронность хода двух часов, как бы хороши они не были, невозможно проверить прямо, т.е. без посредства сигналов, если эти часы не находятся рядом и не покоятся относительно друг друга. Невозможно установить без помощи сигналов, продолжают они идти с той же скоростью, находясь в относительном движении."

Современный эталон времени, так же как и сто лет назад основан на использовании генератора гармонических колебаний. Однако теперь это уже не механический маятник, а квантовый генератор, к которому Борн относился с недоверием. Таким часам уже не нужна сила тяготения. Они и их электронные аналоги с успехом работают в Космосе на искусственных объектах созданных человеком. Погрешность их хода не превышает значения $3 \cdot 10^{-12}$. Если на нескольких таких часах установить всемирное время, а потом разнести их в различные точки пространства, то их показания могут разойтись не более чем на 1с за 95 тысяч лет. Столько лет не существует человечество и вряд ли будет существовать. Таким образом на вопрос Борна "*... можно ли указать средство, позволяющее доказать, что двое часов, расположенных в различных точках пространства, идут с одинаковой скоростью?*" есть утвердительный ответ – часы на основе квантовых генераторов.

Кроме того, достижения квантовой физики позволили создать по сути единый эталон времени и длины. Воспроизводится одна физическая величина – частота. Используя скорость света как глобальную константу, каковой она по сути и является, получают меры длины и времени. Вот как формулируются определения единиц измерения длины и времени в ГОСТ 8 417-81 "Единицы физических величин":

"**Метр** равен длине пути, проходимому светом в вакууме за интервал времени $1/299\,792\,458$ с."

"**Секунда** равна $9\,192\,631\,770$ периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133."

Отсюда следует, что отношение единиц длины и времени равно скорости света – глобальной константе и если зависит от чего-то, то только от стабильности воспроизведения частоты. По сути две фундаментальные единицы измерений связаны между собой известным соотношением:

$$\lambda = c \cdot T ; (1)$$

Где λ - длина волны, c - скорость света, T - период колебаний (величина обратная частоте).

Здесь наглядно видна связь понятий "время" и "период". Практически это близнецы, если не одно и то же. И основная единица измерений у них одна и та же – секунда.

О стабильности основного состояния атома цезия-133 можно конечно поговорить со специалистами в области ядерной физики, но ответ напрашивается сам. В рассуждениях о синхронности кроется источник фундаментальной ошибки, повлиявшей на всю последующую трактовку природы времени. Похоже, что один и тот же термин "синхронность" используется как в смысле синхронности, так и синфазности, как это уже отмечалось выше. Наглядным примером разницы между синхронностью и синфазностью измерения времени является понятие "местного времени" на Земле. Продолжительность суток в Москве и Париже одинаковы, но их начала сдвинуты по фазе на два часа, да и то волевым (декретным) порядком. Для определения одновременности событий на Земле используется всемирное время (Universal Time, UT). Без его использования невозможны были бы стыковки искусственных спутников Земли, посадка на Луну и полеты к другим планетам и кометам. Методы обеспечения единства измерения времени в пространстве в настоящее время достаточно хорошо разработаны.

Таким образом, сегодня уже имеются независимые, движущиеся относительно друг друга системы отсчета времени, успешно решающие практические задачи. Могут возразить, что скорость движения этих систем отсчета не сравнима со скоростью света, поэтому замедление хода времени и не замечается. Утверждая даже возможность зависимости замедления времени от скорости движения системы

отсчета (СО), необходимо объяснить, почему при этом будет меняться частота излучения при квантовом переходе. Можно смело утверждать, что квантовые генераторы снимают вопрос о синхронности хода **идентичных** часов в различных СО.

Далее, ссылаясь на возможные ошибки установления единого времени, измеряемого часами в двух СО, Борн заявляет:

"Не существует такой вещи, как абсолютная одновременность."

Но с таким же успехом можно заявить, что не существует пары абсолютных значений любой физической величины постольку, поскольку их значения невозможно измерить с абсолютной точностью. Любые измерения сопровождаются погрешностями. Вопрос только в том, насколько они велики. Если они приемлемы, то, утверждают метрологи, измеренное значение можно принимать за истинное, абсолютное.

Резюмируя изложенное можно сказать, что определение одновременности сводится, в основном, не к установлению синхронности хода часов, а к установлению единого начала отсчета времени. Время относительно, поэтому и возникают проблемы с "абсолютизацией" измерений, которая необходима при определении одновременности. По своей сути определение одновременности есть привязка всех измерений времени к нулю (пусть и условному) единой стандартной шкалы.

2. О выводе преобразования Лоренца.

Теперь перейдем к графикам, которыми Борн иллюстрирует проблему одновременности. Он использует плоскость Минковского, заменяя t (время) на оси ординат на ct (расстояние).

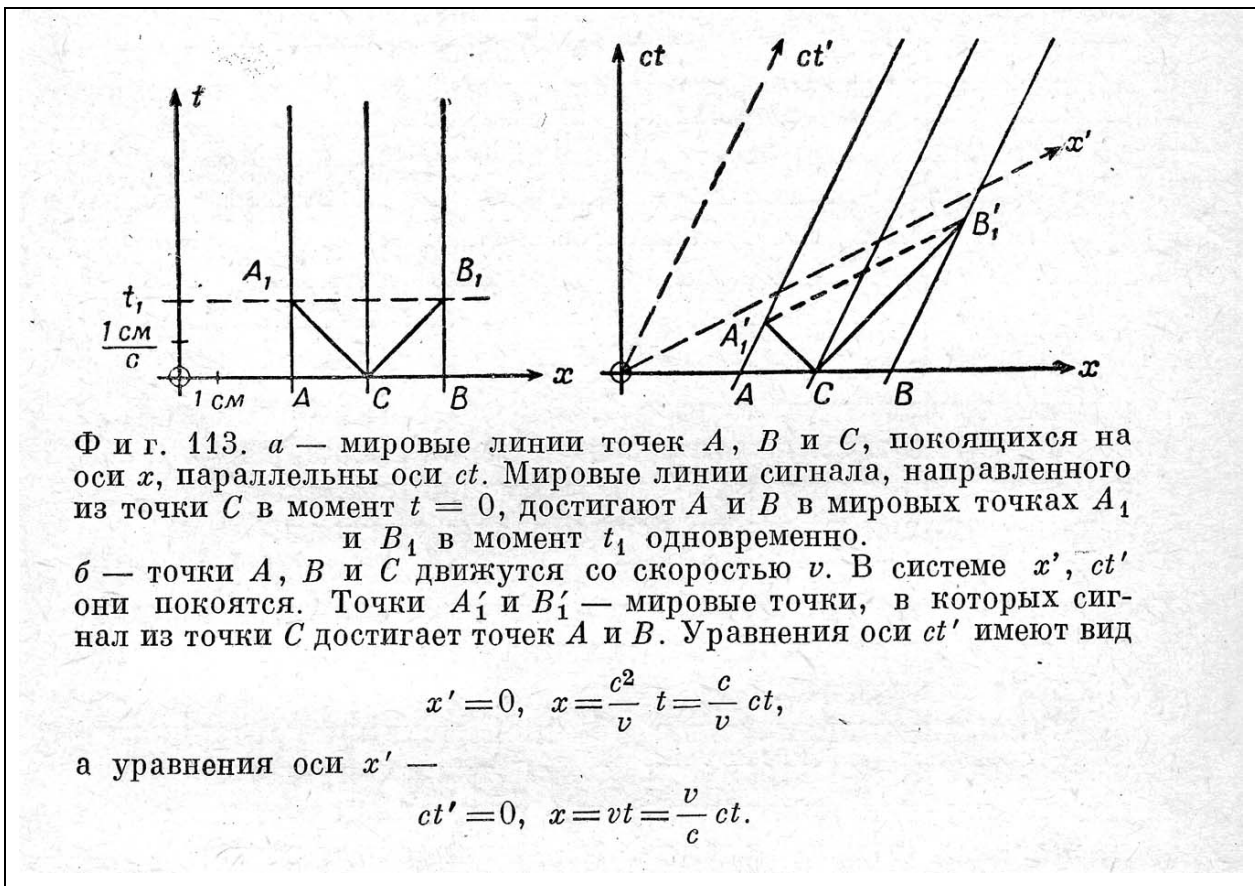


Рис.1 Иллюстрация из книги М.Борна "Эйнштейновская теория относительности".

График *a* на Рис.1 иллюстрирует одновременность прихода сигналов из точки C в точки A и B . в случае, когда все точки неподвижны относительно начала координат, покоятся. Единица измерения по оси времени здесь соответствует длительности, за которую свет проходит единицу расстояния, поэтому линии световых сигналов имеют наклон равный 45° . Расстояния A_1C и B_1C одинаковы.

На графике **б** точки движутся относительно начала координат с одинаковой скоростью. Утверждается, что в этом случае сигнал от точки *C* достигает точек *A* и *B* одновременно. Далее строится косоугольная система координат *S'* в которой эти события становятся одновременными. В конце концов этот путь приводит к преобразованию Лоренца:

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, y = y', z' = z, t = \frac{t' + \frac{v}{c^2} x'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (2)$$

Это ключевой момент. Здесь физика начинает следовать за математикой по неверному пути абстракций, приводящему к парадоксам. Этот момент необходимо разобрать особенно тщательно. Начнем с выяснения причин заключения о неодновременности прихода сигналов. Что это – иллюзия или реальность?

Логично заключить, что факт неодновременности зафиксировали наблюдатели, находящиеся в точках *A* и *B*. Подразумевается, что в точке $t = 0$ часы в *A*, *B* и *C* были синхронизированы. И тут возникает наивный вопрос: "Сколько точек *C* в системе *S* и как они ведут себя по отношению к точке начала отсчета". Вопрос наивен на первый взгляд. Судя по направлению мировой линии точки *C* она движется точно так же, как *A* и *B*, т.е. *покоится* относительно них и сигналы от нее в точки *A* и *B* *должны придти одновременно*. Но тогда почему он приходит неодновременно?

Неодновременность можно объяснить только тем, что *C* неподвижна относительно начала отсчета. Тогда ее мировая линия должна изображаться в виде вертикальной линии и ее расстояние от *A* и *B* будет постоянно меняться. Следовательно речь фактически идет об измерении расстояния между точками *A* и *B*. Но почему задача решается с помощью именно косоугольной системы координат? Почему ее нельзя решить с помощью прямоугольной и в единой системе мер времени и длины, просто исправляя результаты измерений?

Вывод об одновременности прихода сигналов в обоих случаях, описываемых М.Борном, наталкивает на интересные выводы, позволяющие пойти по несколько иному пути. Использование косоугольных координат позволяет заменить движение точки начала отсчета и совместить изображения покоящейся и движущейся систем координат. Но ведь на самом деле одна точка начала отсчета движется относительно другой, если наблюдается один и тот же объект!

Новый путь нам подскажет предположение о том, что информация о движении точек в системах отсчета *S* и *S'* поступает к наблюдателям мгновенно, т.е. $c = \infty$. Тогда преобразование Лоренца (1) примет вид:

$$x' = x - vt, y = y', z' = z, t = t' \quad (3)$$

Здесь сразу становится видно, что время в преобразовании является функцией не только скорости движения объекта наблюдения, но и скорости передачи информации. Следовательно это частный случай более общего преобразования. В выражении (2) $c = const$ и эта зависимость завуалирована.

Нетрудно заметить, что это выражение соответствует известной из аналитической геометрии формуле переноса начала координат с той разницей, что координата точки переноса постоянно изменяется по линейному закону. В плоскости Минковского это будет соответствовать появлению на графике мировой линии точки начала отсчета. Иллюстрации приведенные М.Борном совмещены и изображены на Рис. 2.

На нем совмещены оба графика. Мировая линия точки начала отсчета системы *S'* параллельна мировым линиям точек *A*, *B* и *C* в системе *S*. Мировые линии *этих же* точек в системе *S'* будут параллельны оси времени, т.к. расстояние между ними и началом отсчета не изменяется. Расстояния между точками будут одинаковы в обеих системах отсчета, т.к. равны времена затраченные на преодоление расстояний. Получается так потому, что результаты измерений не искажаются конечной скоростью распространения сигналов. График можно рассматривать как результаты измерений с внесенными поправками на время распространения сигналов.

Если на Рис.2 определить угол наклона мировой линии, изображающей движение сигнала от точки C к A , то окажется, что она соответствует скорости $V_{ca} = c - v$, а от точки C к B - $V_{cb} = c + v$. *Скорость света в обеих системах отсчета одна и та же, но скорость светового сигнала различная.* Она складывается с собственной скоростью источника излучения и может быть больше скорости света. Теоретически эта скорость может доходить почти до $2c$. Имеется ввиду различная скорость движение потока фотонов в пространстве относительно различных наблюдателей.

Сегодня мы можем утверждать, что для описания движения светового сигнала должен быть справедлив закон сложения скоростей классической механики, потому, что речь идет о фотонах света, которые одновременно обладают свойствами и частицы и волны.

ФОТОН, квант электромагнитного излучения, нейтральная элементарная частица с нулевой массой и спином 1; переносчик электромагнитного взаимодействия между заряженными частицами. Фотон обладает энергией $e = \hbar \omega$ и импульсом $p = \hbar \omega / c$, где \hbar — Планка постоянная, c — скорость света в вакууме, ω — частота соответствующего электромагнитного излучения.

КВАНТ СВЕТА, фотон оптического излучения.

(Большой энциклопедический словарь, Большая энциклопедия Кирилла и Мефодия 2000)

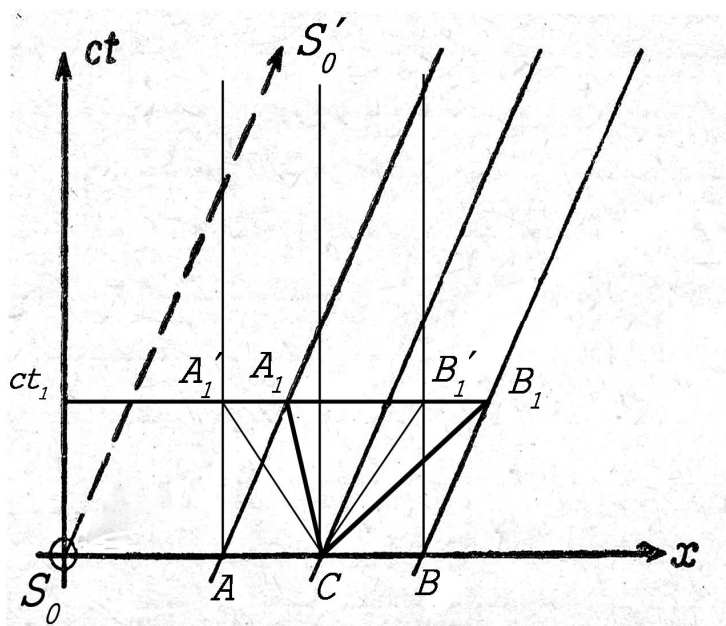


Рис.2 Системы отсчета движущиеся относительно друг друга, но имеющие одни и те же меры.

Если это так, то для фотонов, как и для любых тел, измеренная скорость потока от источника излучения может быть различной при взаимном движении источника и наблюдателя (приемника). Она может быть больше или меньше c . При этом *относительно источника излучения она будет всегда одинаковой* во всех направлениях и равна c . Источники света можно сравнить с пушками, стреляющими фотонами. Начальная скорость этих "снарядов" при выходе из "ствола" всегда и везде одинакова. Но если "пушка" движется, то происходит сложение ее движения с движением "снаряда".

Еще одним подтверждением несовпадения скоростей потока фотонов относительно источника и приемника может служить широко известный факт "покраснения" спектра звезд удаляющихся от Земли. Объясняется это эффектом Доплера-Физо. Однако это можно объяснить и несколько по-иному.

В соответствии с выражением (1) в пространстве материализуется длина волны излучения. Так как период (частота) излучения и скорость света относительно источника являются константами, то и длина волны — константа. На приемнике происходит сравнение спектральных полос, соответствующих молекулам одного и того же вещества. Если наблюдаемый объект удаляется, то наблюдается уменьшение частоты (увеличение периода), соответствующей выбранному веществу. Но ведь свойства волны на приемнике описывается тем же выражением. Если период (T) увеличился, то должна увеличиться или длина волны или скорость. Но длина, как объективно существующая физическая величина, сама по себе измениться не могла. Тогда остается одно — скорость потока фотонов относительно приемника меньше, чем относительно источника. Движение самого потока не меняется — проявляется эффект сложения движений источника и приемника.

В этом примере, при внимательном рассмотрении, проявляются некоторые моменты, касающиеся определений, используемых в Теории относительности. Так длина волны — это абсолютно жесткая линейка, а изменение периода на приемнике — замедление времени.

Попутно следует заметить, что такая модель светового потока позволяет дуализм кванта превратить в единство. Для этого необходимо обратить внимание на то, что в Пространстве не существует прямолинейного движения. То что мы называем прямолинейным в строгом смысле оказывается частью криволинейного. Так же стоит отметить о превалировании в Пространстве вращательного движения.

Логично заключить, что в начале своего движения ("выстрела") квант получает вращающий момент (ведь мы говорим о спине?). Тогда поступательно он должен двигаться по спирали. Проекция вращения на плоскость перпендикулярную траектории движения будет иметь вид эллипса, один из фокусов которого будет совпадать с траекторией. Проекция же в *любую* плоскость проходящую через траекторию движения будет иметь вид волны. Такая модель объяснит и дифракционные явления. Поток фотонов подходит к отверстию под всевозможными углами. Траектория его движения не прямолинейна!

График на Рис.2 отражает действительное положение вещей. Скорости потока фотонов между точкой *C* и точками *A* и *B* будут различны и равны алгебраической сумме скоростей света и точек *A*, *B* и *C*. Можно конечно заменить изменение скорости светового потока инвариантностью скоростей источника и наблюдателя и полагать, что с момента отражения сигнала от источника начинает удаляться наблюдатель. Результат получится тот же, но это будет "подгон под ответ", а не отражение реальности.

Приход световых сигналов к наблюдателям *A* и *B* будет одновременным без всяких вспомогательных косоугольных систем отсчета. Мало того, он будет один и тот же в обеих системах отсчета. Использование прямоугольной системы отсчета позволяет избавиться от мнимого эффекта замедления времени. Время в пространстве оказывается единым, не зависящим от результатов измерения скоростей и расстояний. Остается только одна проблема - привязка систем отсчета друг к другу, обеспечение единства измерений.

3. О сути преобразования Лоренца.

Для начала выясним, почему М.Борн пишет:

"Наша задача состоит в том, чтобы вывести соотношения между длинами и временами в различных инерциальных системах."

Перед тем, как ставить такую задачу, следовало задаться вопросом, что имеется ввиду под термином "мера" и почему они должны быть различными в различных системах. Приведем здесь современное определение термина.

МЕРА:

- 1) философская категория, выражающая диалектическое единство качества и количества объекта; указывает предел, за которым изменение количества влечет за собой изменение качества объекта и наоборот.
- 2) Мера как соразмерность лежит в основе ритма, гармонии, мелодии в музыке, ансамбля в архитектуре и т. п.
- 3) Мера в метрологии — средства измерений, предназначенные для воспроизведения физических величин заданного размера.

Поскольку речь идет о вопросах измерения времени и расстояний, то следует положить, что Борн имел ввиду последнее определение. Следовательно необходимо выяснить, о каких мерах времени и длины может идти речь. Никаких других мер, единиц измерений, их эталонов и средств измерений вообще, кроме принадлежащих Человечеству, речь идти вообще не может. Все иное – это область абстракции, которая позволительна в фантастике, математике, но непозволительна в естественных науках.

Все дело в том, что длина одного и того же отрезка измеренная покоящимся наблюдателем и движущимся оказывается различной. Но, как мы показали выше, меры длины и времени связаны между собой скоростью света. Скорость же света в любой системе отсчета остается постоянной. Вот поэтому при пересчете длины из одной системы в другую приходится пересчитывать и время. Это результат использования косоугольной системы координат. Операция же пересчета есть по сути коррекция результатов измерений длины, в процессе которой приходится исправлять и значение времени.

Для более полного понимания сути преобразования Лоренца и нахождения других путей решения той же задачи необходимо рассмотреть два вопроса связанных с передачей и приемом световых сигналов. Их логично отнести к области локации – пассивной и активной.

Пассивной локацией пользуются астрономы наблюдая за небесными светилами. Объект наблюдений сам является источником излучения, несущего информацию. Похожую ситуацию изображал и М.Борн, только "с точностью до наоборот". У него сигнал из одной точки одновременно направлялся в две, а в астрономии одновременно наблюдается множество световых сигналов от точек разнесенных в пространстве. Если у М.Борна одновременно отправленные сигналы приходят неодновременно, то в астрономии наоборот – сигналы отправленные в разное время *приходят* на входной зрачок телескопа *всегда одновременно*.

Изобразим эту ситуацию графически. Моменты отправления сигналов неизвестны и зависят не только от расстояния, но и от скорости движения объекта, что и рассматривает преобразование Лоренца.

Варианты распространения сигналов от двух источников A и B к приемнику C изображены на Рис.3. Точка C находится в начале координат. Мировые линии точек A и B соответствуют скорости равной половине световой ($k_v = 0.5$). Масштабы по осям приняты такие же как и на предыдущих графиках. В момент времени $ct = 0$ точки A и B расположены симметрично относительно C .

Фактически на графике изображен объект длиной AB ("жесткая линейка"), движущийся относительно

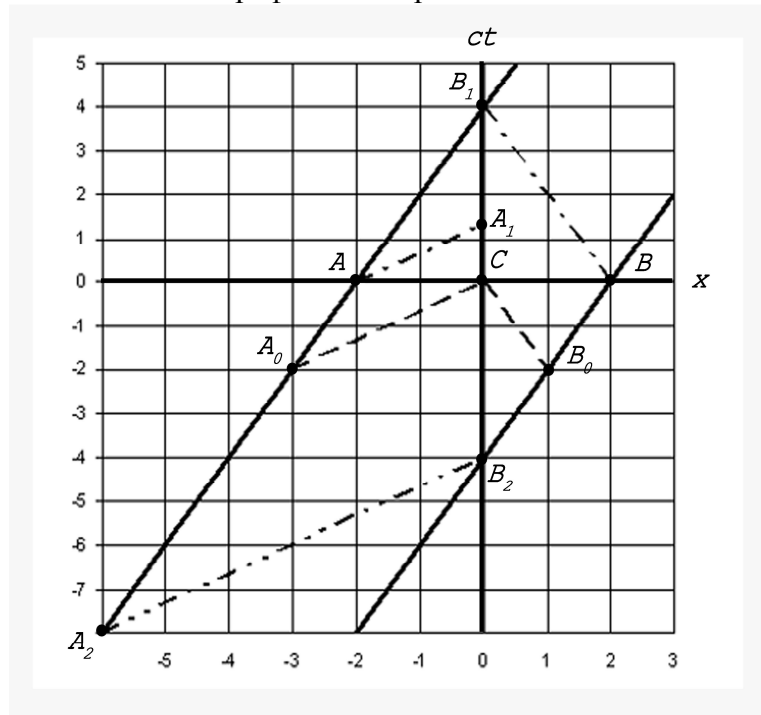


Рис. 3. Прием сигналов пассивной локации.

но наблюдателя C . Световые сигналы излучаются из концов линейки непрерывно (или с достаточно большой частотой). Скорость их относительно наблюдателя равна алгебраической сумме скоростей источника и объекта. Сигналы ушедшие из точек A и B одновременно приходят к наблюдателю в разное время. На графике точки A_1 и B_1 соответствуют моментам прихода в точку C сигналов отправленных в момент $ct = 0$. Сигналы от удаляющейся точки приходят всегда позже чем от приближающейся.

Наблюдатель же всегда видит сигналы, пришедшие к нему одновременно. Следовательно он видит сигналы покинувшие объект в разное время. За счет движения объекта происходит видимое удлинение объекта приближающегося к наблюдателю и сокращение удаляющегося от него. В момент прохода объекта через наблюдате-

ля происходит изменение его длины и спектра принимаемого сигнала. До того момента пока ближайшая точка объекта не достигнет наблюдателя отношение видимой длины к истинной описывается соотношением:

$$\frac{L_u}{L} = 1 + k_v, \text{ где } k_v - \text{ отношение скорости объекта к скорости сигнала.}$$

На рис.3 момент совпадения координат точек B и C изображается точкой B_2 . Световой сигнал от точки A , достигший в этот момент наблюдателя, должен был уйти из A в момент обозначенный точкой A_2 . На графике видно, что наблюдаемая длина в 1,5 раза больше истинной.

Для удаляющегося объекта за счет уменьшения скорости светового потока происходит укорочение расстояния. Отношение видимой длины к истинной описывается соотношением:

$$\frac{L_u}{L} = 1 - k_v$$

Самое интересное должно происходить в момент прохода объекта через наблюдателя. (Именно "через", т.к. картина происходящего одномерная.) В момент прохода объекта мгновенно меняется скорость светового потока относительно наблюдателя за счет изменения знака вектора скорости одной

из составляющих. Никаких чудес и бесконечно больших ускорений нет и не должно быть. Источник излучает световой поток равномерно во все стороны с одинаковой скоростью. Наблюдатель же начинает принимать сигнал от одной и той же точки с противоположного направления. В этот момент происходит укорочение удаляющегося объекта. Одновременно должно наблюдаться изменение спектра излучения, если конечно этот спектр не равномерный во всем диапазоне принимаемых частот (длин волн). Приближающийся объект должен постепенно "краснеть" по мере прохождения через наблюдателя. Если $k_v = 1$, то после прохождения наблюдателя объект исчезает. Его видимая длина становится равной нулю.

Этот процесс можно описать используя изменение соотношений расстояний от наблюдателя до крайних точек в процессе прохождения объекта. Соотношение наблюдаемых и истинных расстояний описывается выражением:

$$\frac{L_u}{L} = 1 + k_v - 2k_L, \text{ где } k_L - \text{ относительная часть расстояния пройденная точкой В от наблюдателя.}$$

Следует обратить внимание на то, что в приведенных выражениях не присутствует время. Задача решается только через соотношение скорости объекта к скорости передачи информации и расстояния. Время используется как параметр при составлении уравнений движения. Однако, если наблюдателя интересует запаздывание сигнала, то он может легко его определить точно таким же образом, как удлинение и укорочение объекта. Пространство и время оказываются не связанными между собой в строгом смысле. Эта связь чисто метрологическая. Для корректировки результатов измерения размеров объекта становится безразличным время наблюдения. Важно только взаимное положение наблюдателя и объекта наблюдения и соотношение скоростей движения объекта и информации о его положении.

Особо интересен момент получения сигнала, соответствующего положению наблюдателя симметричного относительно крайних точек объекта. В этот момент видимая длина равна истинной, а сигналы покидают источник одновременно. Эта ситуация отображена точками A_0 и B_0 . Запаздывание времени приема сигнала относительно отправления равно времени преодоления этого же расстояния между точками в покоящейся системе отсчета.

На самом деле объект не проходит "через" наблюдателя. Между ними всегда имеется какое-то расстояние. Поэтому скорость и спектр сигнал будут меняться не мгновенно. Предлагаемая модель позволяет построить относительно простую двумерную модель, используя для ее построения время как третью координату и трехмерную, используя время как параметр. Необходимость в объяснении сути четырехмерного пространства отпадает, т.к. его в природе не существует. Время в Пространстве едино. Пространство существует Сейчас, а вся информация о нем приходит к нам из Прошлого.

3. Об источнике ошибок при измерении координат и скорости.

В предыдущей главе был рассмотрен эффект изменения размеров объекта наблюдения при пассивной локации. Предполагалось, что скорость объекта известна, или определена с помощью уравнения Доплера-Физо, а координаты объекта относительно точки начала отсчета не определяются. Фактически описывался только сам эффект изменения длины и его зависимость от положения объекта относительно наблюдателя. Но существует и метод измерения координат и скорости объекта наблюдения использующий активную локацию – измерение интервалов времени между посылкой сигнала и приемом отраженного. Этот метод используется очень широко. С его помощью управляют движением космических аппаратов, измеряют расстояния до планет Солнечной системы и используют для обеспечения безопасности полетов самолетов и движения автотранспорта.

В случае активной оптической локации объектов движущихся со скоростями сравнимыми со скоростями сигнала, необходимо корректно учитывать эффект сложения скоростей. Неучет этого эффекта приводит к значительным погрешностям измерения. Если в случае покоящейся СО момент времени измерения расстояния не имел значения, то при измерении положения движущихся относительно наблюдателя точек это имеет решающее значение. В приведении значения координат к одному моменту времени источником серьезной ошибки может являться непонимание различия между постоянством скорости света и непостоянством скорости сигнала локации. Для иллюстрации возникающих при

этом сложностей изобразим измерение координат только одной точки A методом оптической локации в системе отсчета S .

На Рис.3 построена мировая линия точки A и линии световых сигналов, испускаемых наблюдателем, находящимся в точке S_0 . Единицы масштабов по осям соответствуют одной секунде и расстоянию, проходимому светом за одну секунду. Скорость наблюдаемой точки относительно точки начала отсчета принята равной половине скорости света ($k_v = 0,5$).

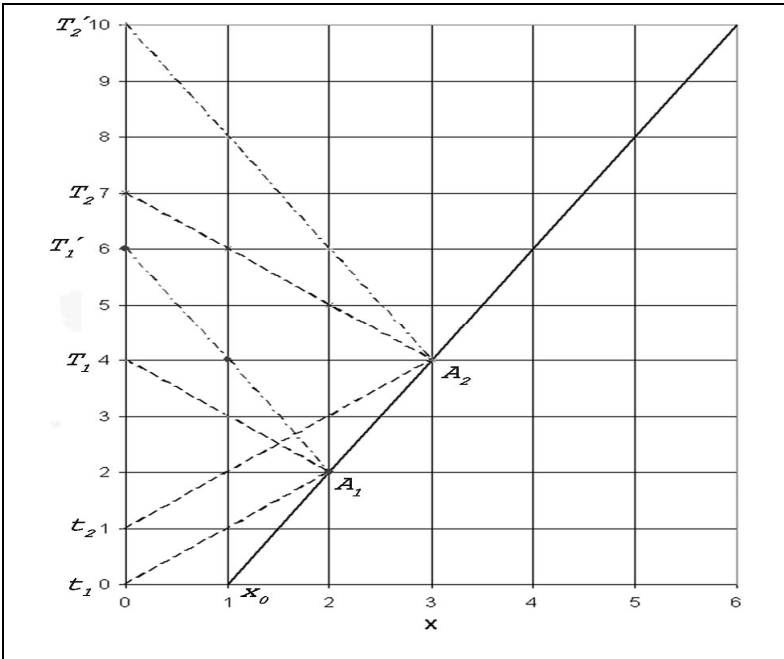


Рис.3 К определению траектории движения

получим:

Информацией о движении точки A являются отраженные от этой точки световые сигналы, пришедшие на приемник наблюдателя. Наблюдатель отсчитывает моменты времени, соответствующие возвращению отраженного сигнала. Момент времени отражения сигнала от объекта локации можно описать выражением:

$$T^o = \frac{x_0 + vT_0}{c - v} + T_0,$$

где T_0 - момент времени отправления сигнала локации.

Если принять $T_0 = 0$, то

$$T^o = \frac{x_0}{c - v}$$

Поделив числитель и знаменатель на c ,

$$T^o = \frac{x_0}{c} \cdot \frac{1}{1 - k_v}$$

Здесь наступает важный момент в дальнейших выводах. Считается, что время, затрачиваемое сигналом на обратный путь такое же как и на прямой по той причине, что скорость сигнала, так же как и скорость света, неизменна. Тогда время локации для первого сигнала описывается выражением:

$$T_{L1} = T_1 = \frac{x_0}{c} \cdot \frac{2}{1 - k_v};$$

Аналогичным образом определяется время локации для второго отраженного сигнала:

$$T_{L2} = 2 \cdot \frac{x_0 + \Delta t \cdot v}{c - v};$$

где Δt - интервал между отправлением двух последовательных сигналов локации.

Момент времени прихода второго сигнала локации определится выражением:

$$T_2 = T_{L2} + \Delta t = 2 \cdot \frac{x_0 + \Delta t \cdot v}{c - v} + \Delta t = \frac{2 \frac{x_0}{c} + \Delta t(1 + k_v)}{1 - k_v}$$

Далее получим интервал между соседними моментами прихода сигналов локации:

$$\Delta T_L = T_2 - T_1 = \Delta t \cdot \frac{c + v}{c - v}. \quad (5)$$

В относительных скоростях выражение примет вид:

$$\Delta T_L = \Delta t \cdot \frac{1 + k_v}{1 - k_v} \quad (6)$$

То же самое выражение получается при использовании уравнения Допплера-Физо, учитывая, что сигнал сначала идет от источника, а потом обратно!

Домножив далее числитель и знаменатель на знаменатель, получим:

$$\Delta T_L = \Delta t \cdot \frac{1 - k_v^2}{(1 - k_v)^2} \quad (7)$$

Однако если скорость отраженного сигнала есть сумма скоростей света и объекта локации, тогда время, затрачиваемое на обратный путь будет иное и суммарное время локации для первого сигнала опишется выражением:

$$T'_{L1} = T'_1 = \frac{x_0}{c} \left(\frac{2 - k_v}{(1 - k_v)^2} \right) \quad (8)$$

Для второго сигнала время локации составит:

$$T'_{L2} = T'_2 = \left(\frac{x_0}{c} + \Delta t \cdot k_v \right) \cdot \left(\frac{2 - k_v}{(1 - k_v)^2} \right)$$

Как и в первом случае выразим период между приходами сигналов локации через период их отправления:

$$\Delta T'_L = \Delta t \cdot \frac{1}{(1 - k_v)^2} \quad (9)$$

Сравнив выражения (7) и (9) увидим, что они различаются на величину k_v^2 в числителе. Эта величина второго порядка и является источником погрешности как при привязке результатов измерений ко времени, так и определении расстояний. При $k_v \leq 0,1$ погрешность при его неучете будет менее 1%. Человечество в настоящее время имеет дело со скоростями гораздо меньшими и в практическом плане дополнительное слагаемое не учитывается. Однако при измерениях объектов с достаточно большими скоростями разница результатов, при использовании неверного уравнения может привести к ошибкам превышающим допустимые.

Ошибка в определении истинной скорости приведет и к ошибке измерения координат и траектории движения объекта наблюдения. Ведь наблюдатель приписывает измеренному расстоянию некоторый момент времени. Из графика на Рис.3 хорошо видно, что деление интервала между сигналами локации пополам может привести к заметной ошибке определения момента отражения и, как следствие, к ошибке в положении объекта наблюдения.

Используя выражение (9) можно определить относительную скорость объекта:

$$k_v = 1 - \sqrt{\frac{\Delta t}{\Delta T'_L}} \quad (10)$$

Выражение (8) позволяет определить расстояние *на момент отправления сигнала локации*:

$$x_0 = \frac{c \cdot T_L \cdot (1 - k_v)^2}{2 - k_v} \quad (11)$$

Еще следует обратить внимание читателя на одно очень важное положение. Разделить погрешность между результатами измерения длины и времени невозможно. Они связаны константой – скоростью. С одинаковым успехом можно отнести всю погрешность на счет определения момента времени при нулевой погрешности измерения длины, так и наоборот. Это наблюдается и при измерении координат искусственных спутников Земли и при прочих астрономических наблюдениях. В астрономии даже положение объекта относительно нулевого меридиана определяют в единицах времени. Сущест-

вует такое понятие как "часовой угол". В этом, по сути, и есть связь пространства и времени. Измерение длины неразрывно связано с измерением времени. Просто во многих случаях, когда значением k_v^2 можно пренебречь, эта связь исчезает из нашего поля зрения. Однако, когда k_v^2 имеет заметное влияние на результат измерения, эта ошибка может быть весьма велика. Ошибки такого рода в метрологии называют методическими. Они фактически не зависят от погрешности вносимой средством измерений. Какие бы точные часы не использовал наблюдатель, погрешность будет определяться формулой, которую он использовал для вычисления результата. Какая же формула верна может сказать только опыт, корректно поставленный эксперимент.

Эксперимент должен быть направлен на установление факта асимметрии времен, затрачиваемых световым сигналом на преодоление одного и того же расстояния до объекта локации в прямом и обратном направлении. Для этого необходимо иметь идентичные, а по сути одинаковые, часы на объекте локации и у наблюдателя. Нули отсчета времени у этих часов должны быть обязательно хорошо связаны. Фактически и те и другие часы должны обеспечивать измерение УТ. Измерив с достаточной точностью интервалы времени между моментом излучения и моментом отражения, а так же моментом приема отраженного сигнала можно или подтвердить или опровергнуть высказываемые в данной работе положения.

Отсутствие условий для его проведения является кажущимся. В принципе он может выглядеть как операция локации искусственного космического объекта (ИКО) оснащенного часами и средством фиксации прихода сигнала локации. Разность времен между прямым и обратным ходом сигнала локации опишется выражением:

$$\delta T_L = T_{np} \cdot \frac{k_v}{(1 - k_v)^2}$$

Если ИКО находится в районе Юпитера и движется со второй космической скоростью (11 км/с), то $T_{np} \approx 40$ минут = $2,4 \cdot 10^3$ секунд, а $k_v \approx 3 \cdot 10^{-5}$. Разность между временами прохождения прямого и обратного сигналов будет порядка 0,07с. Полученное значение таково, что стоит задуматься о возможности проведения эксперимента. В настоящее время теоретически такой опыт не кажется невозможным. Основное препятствие – техническая сложность фиксации прямых и отраженных сигналов на больших расстояниях с высокой точностью.

Сразу необходимо предостеречь от использования аналогий между оптической и звуковой (ультразвуковой) локацией. Такие аналогии могут увести исследователя далеко от истины. Ведь физические процессы распространения оптических и акустических сигналов существенно различны. Звуковая волна – это результат воздействия нагрузок на воздушную среду. Оптический же сигнал распространяется в вакууме. Среды как таковой, на которую воздействовали бы фотоны, нет. Двигутся элементарные частицы. Скорость звука относительно среды, в которой он распространяется, зависит от состояния среды и не зависит от скорости движения источника. Движение фотонов может зависеть от состояния среды в которой они распространяются, если таковая есть. Такими средами является, например, стекло. Но если ее нет, то движения фотонов подчиняются законам баллистики. Фотонам не нужен никакой Эфир. Как уже говорилось выше, источник света – это пушка стреляющая фотонами с постоянной начальной скоростью.

Автору могут сказать, что описание макромира (астрономия) существенно отличается от описания микромира (квантовая механика). Описания естественно отличаются, однако природа окружающего мира – это единое целое. Для пространства понятий макро и микро не существует – ведь оно (во всяком случае в нашем понимании) бесконечно и едино. А если так, то в каком мире находится человек – в макро или микро? Эти понятия чисто человеческие. Отличаются методы исследования макро- и микромира и математические модели используемые при этом. Однако если сущность исследуемого процесса понята неверно, то никакая математическая модель этой ошибки не только не исправит, но и усугубит. Ошибка в построении алгоритма напрямую переходит в ошибку математической модели. С этой точки зрения и стоит подойти к изложенному материалу и задаться вопросом: "А что получится, если автор прав?".

Выводы

1. Связь пространство-время чисто информационная. Любое определение расстояний и событий в пространстве должно быть приписано к конкретному моменту времени, иначе сопоставления и сравнения могут приводить к всевозможным "парадоксам"..
2. Земные эталоны времени, размещенные в любых точках Пространства, будут показывать практически одно и то же время, если точки начала отсчета связаны корректно.
3. К определению связи Времени и Пространства справедливо использовать существующее понятие "Глобальное сейчас Вселенной". Пространство непрерывно "живет", двигаясь из "прошлого" в "будущее" и этот процесс необратим. Отсюда непрерывность и необратимость Времени.
4. Следует согласиться с Ньютоновским определением времени, совершенно несправедливо де-завуированным.
5. Применение к описанию движения световых потоков принципов классической механики, позволяет упростить решение многих задач в исследовании Пространства и избавиться от парадоксов.