

Физическая сущность парадокса близнецов

© Даныльченко П., 1994¹

ГНПП «Геосистема», г. Винница, Украина

Контакт с автором: pavlo@vingeo.com

Показано, что мнимый парадокс близнецов имеет место в СТО из-за взаимного неразличения стандартного времени (путеподобного собственного времени движущегося объекта) и координатоподобного собственного времени инерциальной системы отсчета (ИСО) и из-за игнорирования вследствие этого необходимости перерасчета временных координат событий после перехода близнеца-путешественника из одной ИСО в другую, движущуюся в обратном направлении.

Введение

Хотя мнимому парадоксу близнецов (парадигме часов) и посвящено множество как научных, так и научно-популярных работ, ни в одной из них до конца так и не вскрыта истинная его физическая сущность. Обычно этот парадокс объясняют тем, что один из близнецов все время движется с постоянной скоростью, а другой, кроме того, в определенные моменты времени совершает еще и ускоренные движения. Такое объяснение указывает лишь на неравнозначность условий движения близнецов. Однако оно все же не разъясняет, почему возраст близнеца-путешественника будет всегда меньше возраста близнеца-домоседа, независимо от длительности их относительного движения с постоянной скоростью a , следовательно, и независимо от величины разницы возрастов, накопившейся в процессе этого равномерного движения в их инерциальных системах отсчета пространственных координат и времени (ИСО). Ведь во всех мысленных экспериментах с идентичными мировыми линиями (МЛ) участков ускоренного движения близнеца-путешественника из-за этого ускоренного движения должна возникать одна и та же конечная разница в возрасте близнецов. Первая же разница, в отличие от этой конечной разницы возрастов, в ИСО каждого из близнецов может достигнуть сколь угодно большего значения. И поэтому, эти разницы все же будут приводить к взаимно противоречивым сведениям о возрасте близнецов. Вскрытие физической сущности мнимого парадокса близнецов и является целью этой статьи.

1. Первопричины парадокса близнецов.

Как показано в [1], специальная теория относительности (СТО) на самом деле допускает возможность существования особой (выделенной) системы отсчета пространственных координат и времени (СО), а именно – фундаментальной СО не увлекаемого движением физического вакуума (ФВ), в которой частота реликтового излучения является изотропной. В этой СОФВ, мировое пространство и космологическое время которой, согласно Ньютону [2], являются абсолютными, и будем рассматривать движение объектов². На рисунке показаны МЛ равномерного движения вдоль прямой линии в мировом (абсолютном) пространстве двух объектов. Первый из них, на котором находится близнец-домосед, движется в СОФВ с абсолютной скоростью V_0 , а второй, на котором находится близнец-путешественник, сначала удаляется от первого с относительной скоростью $v_1 = (V_1 - V_0)/(1 - V_1 V_0)$, а затем сближается с ним с относительной скоростью $v_2 = (V_2 - V_0)/(1 - V_2 V_0)$. Здесь: V_1 и V_2 - абсолютные скорости движения второго объекта соответственно в прямом и в обратном направлениях. При этом для упрощения математических выкладок принято, что расстояния

¹ В сб.: Калибровочно-эволюционная теория Мироздания, Винница, 1994, вып. 1, с. 17; в сб.: Калибровочно-эволюционная интерпретация специальной и общей теорий относительности, Винница, О.Власюк, 2004, с. 27.

² Хотя, конечно, в соответствии с принципом относительности за базовую СО с таким же успехом можно было бы взять и любую из ИСО.

при $V_i = V_1$:

$$x_{B_1} = -\frac{V_1 - V_0}{1 - V_1 V_0} \Delta t_1 = -v_1 \Delta t_1,$$

$$X_{B_1} = -\frac{(V_1 - V_0) \Delta t_1}{(1 - V_1 V_0) \sqrt{1 - V_1^2}} = -\frac{v_1 (1 + v_1 V_0) \Delta t_1}{\sqrt{(1 - v_1^2)(1 - V_0^2)}};$$

при $V_i = V_2$:

$$x_{B_2} = -\frac{V_1 - V_0}{1 - V_2 V_0} \sqrt{\frac{1 - V_2^2}{1 - V_1^2}} \Delta t_1 = -v_1 \sqrt{\frac{1 - v_2^2}{1 - v_1^2}} \Delta t_1 = x_{B_1} \sqrt{\frac{1 - v_2^2}{1 - v_1^2}},$$

$$X_{B_2} = -\frac{V_1 - V_0}{1 - V_2 V_0} \cdot \frac{\Delta t_1}{\sqrt{1 - V_1^2}} = -\frac{v_1 (1 + v_2 V_0) \Delta t_1}{\sqrt{(1 - v_1^2)(1 - V_0^2)}} = X_{B_1} \frac{1 - V_1 V_0}{1 - V_2 V_0} = X_{B_1} \frac{1 + v_2 V_0}{1 + v_1 V_0}.$$

Пусть модули относительных скоростей движения объектов в процессе их удаления и сближения равны друг другу ($v_2 = -v_1$). Тогда в момент изменения направления движения вторым объектом изменение положения первого объекта близнецом-путешественником наблюдаться не будет ($x_{B_2} = x_{B_1}$). Однако, при этом произойдет переход от одновременности в СО близнеца-путешественника с моментом изменения его движения одних событий к одновременности других событий на первом объекте, соответствующих уже другому положению в мировом пространстве последнего: $X_{B_2} = X_{B_1} (1 - v_1 V_0) / (1 + v_1 V_0)$. То есть, при переходе второго объекта от движения со скоростью V_1 к движению со скоростью V_2 происходит замена положений первого объекта, считающихся одновременными с положением второго объекта в точке F . Тем самым, как бы возникает наблюдаемый в СО близнеца-путешественника перепад координатного времени, соответствующего событиям на первом объекте:

$$\delta t' = \delta T_{B_1 B_2} / \Gamma_0 = (X_{B_2} - X_{B_1}) / V_0 \cdot \Gamma_0 = -\gamma_1 (v_2 - v_1) v_1 \Delta t_1, \quad (3)$$

где: $\gamma_1 = (1 - v_1^2)^{-1/2}$. И, следовательно, имеет место исключение из рассмотрения части путиподобного собственного времени первого объекта, определяющего возраст близнеца-домоседа. Поэтому, и возникает у близнеца-путешественника ложное умозаключение об уменьшении суммарного времени, истекшего на первом объекте с момента разлуки до момента его встречи с находящимся на этом объекте близнецом-домоседом. Это и определяет физическую сущность мнимого парадокса близнецов.

2. Результаты непосредственных наблюдений.

С учетом перепада координатного времени полное путиподобное собственное время первого объекта, наблюдаемое близнецом-путешественником, будет таким же как и в СО первого объекта:

$$\Delta t' = \Delta t_1 / \gamma_1 + \Delta t_2 / \gamma_2 + \delta t' = \gamma_1 \Delta t_1 (v_2 - v_1) / v_2 = \gamma_1 \Delta t_1 + \gamma_2 \Delta t_2, \quad (4)$$

где: $\Delta t_2 = x_{B_2} / v_2 = -\Delta t_1 \gamma_1 v_1 / \gamma_2 v_2$ - длительность собственного времени движения второго объекта в обратном направлении, а: $\gamma_2 = (1 - v_2^2)^{-1/2}$. Наличие перепада собственного времени первого объекта («наблюдаемого» близнецом-путешественником опосредствованно через две его ИСО) отнюдь не означает, что информация о событиях, произошедших на первом объекте между точками B_1 и B_2 , не поступает на второй объект. В момент изменения направления движения второго объекта к нему поступает информация о событии, произошедшем на первом объекте в тот момент времени, когда он находился в точке E на расстоянии от точки F :

$$X_E = -\Gamma_1 \Delta t_1 (V_1 - V_0) / (1 - V_0) = -\gamma_1 v_1 \Gamma_0 (1 + V_0) \Delta t_1 \quad (5)$$

Так как сразу же после изменения направления движения второго объекта изменится и наблюдаемое близнецом-путешественником смещение спектра излучения первого объекта, то это может привести к ложному заключению этим близнецом, что первый объект удалялся от него лишь в течение времени:

$$\Delta \tilde{t}_1 = \Delta t_1 - \delta \tilde{t}_1 = \Delta t_1 + x_{E_1} = \Delta t_1 / (1 + v_1) \quad (6)$$

и уже приближается к нему в течение времени: $\delta \tilde{t}_2 = -x_{E_2} = -\Delta t_2 v_2 / (1 + v_2)$. Поэтому, полное время сближения объектов будет оцениваться им равным:

$$\Delta \tilde{t}_2 = \Delta t_2 + \delta \tilde{t}_2 = \Delta t_2 / (1 + v_2) = -\Delta t_1 \gamma_1 v_1 / \gamma_2 v_2 (1 + v_2). \quad (7)$$

С учетом этого промежутки собственного времени первого объекта, соответствующие взаимному сближению и удалению объектов, будут рассматриваться близнецом-путешественником как имеющие следующие значения:

$$\Delta \tilde{t}'_1 = \Delta \tilde{t}_1 / \gamma_1 = \Delta t_1 \sqrt{(1 - v_1) / (1 + v_1)} \neq \Delta t_1 \gamma_1, \quad (8)$$

$$\Delta \tilde{t}'_2 = \Delta \tilde{t}_2 / \gamma_2 = \Delta t_2 \sqrt{(1 - v_2) / (1 + v_2)} \neq \Delta t_2 \gamma_2, \quad (9)$$

Это, конечно, не соответствует тем их значениям, которые наблюдаются в СО первого объекта близнецом-домоседом. Однако это несоответствие вполне объяснимо неверностью определения (сделанного из ложной предпосылки об изменении направления движения не вторым, а первым объектом) близнецом-путешественником момента прекращения удаления и начала сближения объектов по часам первого объекта. Несмотря на это суммарное значение собственного времени первого объекта, наблюдаемое близнецом-путешественником, будет таким же каким оно наблюдается и в СО первого объекта близнецом-домоседом:

$$\Delta \tilde{t}' = \Delta \tilde{t}'_1 + \Delta \tilde{t}'_2 = -\Delta t_1 \gamma_1 (v_1 - v_2) / v_2 = \Delta t_1 \gamma_1 + \Delta t_2 \gamma_2 = \Delta t'.$$

И, следовательно, на второй объект поступает информация обо всех событиях, произошедших на первом объекте. Из-за движения второго объекта в прямом и в обратном направлениях с разными абсолютными скоростями сокращение расстояний между объектами до и после изменения его движения будут наблюдаться близнецом-путешественником неодинаковыми. При $|\delta \tilde{t}_2| > |\delta \tilde{t}_1|$ изменение расстояния до точки E ($x_{E_2} \neq x_{E_1}$) приводит к взаимному псевдоналожению промежутков времени $\Delta \tilde{t}_1$ и $\Delta \tilde{t}_2$ по часам близнеца-путешественника, отсчитывающим стандартное [3] (путиподобное) время. Это взаимное псевдоналожение промежутков времени обусловлено удалением первого объекта из положения с координатой x_{E_1} в положение с координатой x_{E_2} со скоростью большей скорости света в точке наблюдения. И как бы плавно не происходил переход от V_1 к V_2 , при таком "наблюдении" (опосредствовано через две ИСО) будет иметь место как бы "течение времени вспять", связанное с переходом второго объекта и находящегося на нем близнеца-путешественника из одной ИСО в другую. Непосредственное же наблюдение, как было показано ранее, этого не обнаруживает. Данный псевдоэффект связан с расчетом значений $\delta \tilde{t}_1$ и $\delta \tilde{t}_2$, исходя из предположения об одинаковости несобственных (координатных) значений скорости света ($v_c = 1$) во всем собственном пространстве второго объекта, движущегося неинерциально в процессе перехода от V_1 к V_2 . На самом же деле, это предположение ложно. Несобственные значения скорости света в точках нахождения первого объекта в процессе его перемещения с расстояния x_{E_1} на расстояние x_{E_2} не могут быть меньше скоростей перемещения первого объекта в СО второго объекта. А ведь эти скорости значительно превышают скорость света в точке наблюдения смещения спектра излучения, что имеет место из-за чрезвычайно быстрого изменения в СО второго объекта релятивистского сокращения расстояния до первого объекта.

При учете изменения несобственного значения скорости света в собственном пространстве второго объекта в процессе его неинерциального движения рассмотренное здесь наложение времен в СО второго объекта наблюдаться не будет. Стандартное время, определенное в этой СО по количеству цугов волн, пришедших от источника стандартного излучения первого объекта, будет совпадать с его значением, определяемым по покоем на первом объекте часам.

Выводы.

Физическая сущность мнимого парадокса близнецов (парадигмы часов) заключается в игнорировании необходимости перерасчета временных координат событий при переходе из одной ИСО в другую. Во избежание подобных парадигм необходимо также учитывать, что несобственные (координатные) значения скорости света [3] в СО ускоренно движущихся объектов могут сколь угодно превышать собственное значение скорости света, являющееся калибровочно неизменной величиной [1].

Источники информации:

- [1]. Даныльченко П. Калибровочное обоснование специальной теории относительности, в сб.: Калибровочно-эволюционная теория Мироздания, Винница, 1994, вып. 1, с. 10; Калибровочные основы СТО, в сб.: Калибровочно-эволюционная интерпретация специальной и общей теорий относительности, Винница, О. Власюк, 2004, с.17 (http://pavlo-danylchenko.narod.ru/docs/Foundations_Rus.html); Калибровочная интерпретация СТО. Киев, НИТ, 2005 (<http://www.n-t.org/tp/ns/ki.htm>)
- [2]. Ньютон И. Математические начала натуральной философии. М.: Наука, 1989
- [3]. Мёллер К. Теория относительности. М.: Атомиздат, 1975

P. Danylchenko

Physical essence of twins paradox

It is shown that imaginary twin paradox takes place in special relativity (SR) only because of the impossibility of mutual distinguishing of standard time (path-like proper time of moving object) and coordinate-like proper time of the inertial frame of reference (IFR) and because of neglect of the necessity of re-calculation of time coordinates of events after the transfer of twin-traveler from one IFR to another that moves in reverse direction.