

Преобразования Лоренца (ВЕРСИЯ – ЭТО)

Халецкий Михаил Борисович

Израиль, г.Хадера, 2022г.

(hal123mih@gmail.com)

АННОТАЦИЯ

Исследуется связь координат альтернативных систем отсчёта для событий, разобщённых в пространстве и времени. Объекты анализа представляют: Элементарная теория относительности в варианте ВЕРСИЯ и преобразования координат Лоренца в СТО.

Ключевые слова: системы отсчёта; координаты; преобразования; скорость; Лоренц – ВЕРСИЯ.

Содержание

1. Предисловие
2. Линейные преобразования координат
3. Заключение

Принятые сокращения.

ЭТО – Элементарная теория относительности.

СТО – Специальная теория относительности.

ИСО – Инерциальные системы отсчёта.

1. Предисловие.

Для читателей, которые не понимают, чем ЭТО отличается от СТО, обращаю внимание на следующие моменты теорий.

Специальная теория относительности

СТО основана на преобразованиях Лоренца и постулатах Эйнштейна, т.е. утверждается постоянство скорости света и идентичность физических процессов в любых ИСО. Лоренц – преобразования связывают между собой координаты и время подвижной и условно неподвижной системы отсчёта. Уравнения Максвелла для электромагнитного поля считают инвариантами относительно этих преобразований. В СТО утверждается, что на релятивистских скоростях движения длина стержня, расположенного вдоль траектории или в поперечном направлении **разная**, пространство **псевдоевклидово**.

Таблица 1.

$K_1 \rightarrow K_0$	$K_0 \rightarrow K_1$
$x_0 = \frac{x_1 + v_0 t_1}{\sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}}$	$x_1 = \frac{x_0 - v_0 t_0}{\sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}}$
$t_0 = \frac{t_1 + x_1 \frac{v_0}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}}$	$t_1 = \frac{t_0 - x_0 \frac{v_0}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}}$
$y_0 = y_1$	$y_1 = y_0$
$z_0 = z_1$	$z_1 = z_0$

K_0 – условно неподвижная ИСО,

K_1 – условно подвижная ИСО,

v_0 – скорость движения системы K_1 в системе K_0 .

Формула релятивистского импульса $p_0 = \frac{m_0 v_0}{\sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}}$, прямое следствие преобразований

Лоренца.

Таким образом, преобразования Лоренца занимают центральное место в Специальной теории относительности Эйнштейна. Их достоверность означает и достоверность СТО. То-что **геометрические** оси координат, **мысленно**, можно двигать со скоростью света не вызывает сомнений ($v_0 \rightarrow c$). Сомнения вызывают мысли, могут ли **физические** системы координат двигаться с подобной скоростью. Если не могут, то преобразования Лоренца не соответствуют реальному движению массивных частиц. Физическая система координат должна иметь собственную массу, сосредоточенную или распределённую в координатном пространстве (тело отсчёта). Отрыв геометрии координат от тела отсчёта создаёт риски системных ошибок в любой физической теории.

Элементарная теория относительности (ВЕРСИЯ)

В основе ЭТО «ВЕРСИЯ» лежит третий закон Ньютона для относительных сил. Идентичность физических процессов в любых ИСО утверждается в безразмерных относительных единицах. Материальные точки находятся в альтернативных ИСО. На релятивистских скоростях движения длина стержня, расположенного вдоль траектории или в поперечном направлении **одинаковая**, пространство **евклидово**. Пространственные углы φ инварианты. **Альтернативные ИСО (единая, основная, параллельная) взаимно неподвижны в пространстве, отличаются только масштабами измерения физических параметров.** Центральное место в теории занимает принцип обмена силовыми импульсами из противоположных ИСО при начальных нулевых условиях длины и времени.

Таблица 2.

$$\begin{array}{l} F_{\tau_1 t_1} = m_0 v_0 ; \quad \vec{F}_{\tau_1} = -\vec{F}_{\tau_0} ; \quad \Delta^2 = v_0 v_1 ; \\ F_{\tau_0 t_0} = m_1 v_1 ; \quad \varphi_0 = \varphi_1 ; \quad \Delta = \frac{v_1 t_1}{t_0} = \frac{v_0 t_0}{t_1} . \end{array}$$

Δ – обобщённая относительная скорость,

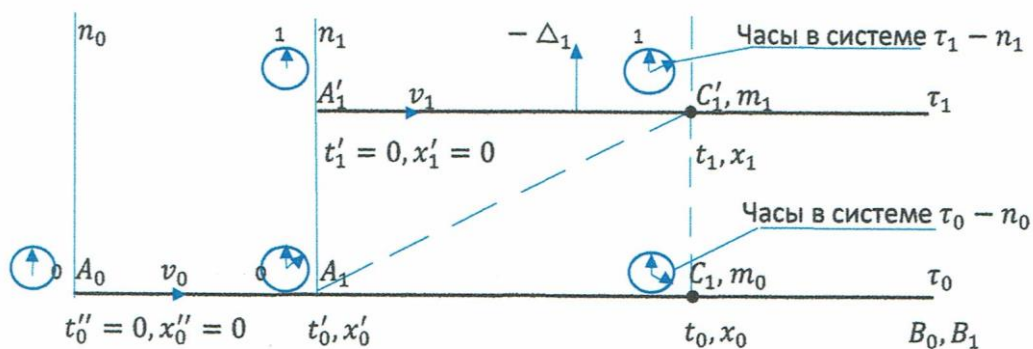
0 или 1 – нижние индексы противоположных ИСО.

Теория сводится к нахождению соотношений масштабных коэффициентов из разных ИСО через параметры альтернативных точек, т.е. при непрерывном совпадении последних в пространстве и времени. Пространство каждой ИСО однородно и изотропно по всем направлениям. Координатные оси и центры координат совмещены. Синхронный сдвиг или поворот систем координат не меняет характер движения материальных точек. Последнее условие позволяет ограничить анализ взаимодействия точек только направлением оси x или вдоль траектории движения τ . Если полагать расчётную относительную скорость $\Delta_1 = v_0$, все преобразования ЭТО приводят к Специальной теории относительности Эйнштейна. Однако, в варианте ЭТО «ВЕРСИЯ» $\Delta_1 \neq v_0$, **этот вариант не является повторением СТО.**

Начальные условия задачи

В общем случае, для событий разобщённых в пространстве и времени, преобразования Лоренца вытекают из анализа причинно-следственных связей. В ЭТО примером таких событий является начало движения **альтернативных по массе** точек из разных центров координат, в разное время. Этот случай можно свести к варианту непрерывного совпадения точек в пространстве и времени противоположных ИСО. Обозначим статусы противоположных систем отсчёта: $(\tau_0 - n_0 - t_0)$ – основная ИСО; $(\tau_1 - n_1 - t_1)$ – параллельная ИСО. Ниже приведён поясняющий рисунок из ЭТО. Точки A_0 и A_1 неподвижные центры координат основной и параллельной ИСО.

Рисунок 1.



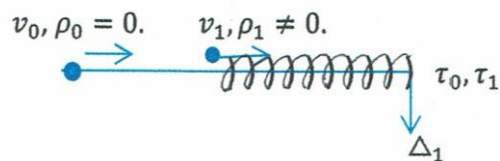
Основные положения (кратко).

1. Рассматривается прямолинейное движение; x, y конкретные значения координат по **естественным осям** τ, n .

2. Событие №1 – начало движения точки m_0 вдоль прямой линии B_0 из центра координат A_0 .

3. Событие №2 – начало движения точки m_1 вдоль прямой линии B_1 из центра координат A_1 .

4. Линейные траектории движения B_0, B_1 совпадают в абсолютном пространстве единой ИСО. Точки обладают собственным вращением относительно траекторий. Радиусы девиации: $\rho_0 \cong 0, \rho_1 \neq 0$.



5. При развёртке траектории винтового движения точки m_1 на плоскость $\tau_0 - n_0$ создаётся **иллюзия** движения координат $\tau_1 - n_1$ в основной ИСО с поперечной скоростью $-\Delta_1$. Для точки m_0 относительная скорость в поперечном направлении не определяется.

б. Вводится понятие Истории точки – это суммарное количество собственных циклов вращения вдоль траектории движения от начального события до конечного. Для альтернативных точек в противоположных ИСО истории должны совпадать, $n_0 = n_1 = n$ (не путать с координатой).

2. Линейные преобразования координат.

П.2.1 Пространство.

Прежде чем начать движение, точка m_0 производит локацию окружающего пространства основной ИСО электромагнитным импульсом. Определяет положение точки m_1 в собственной системе координат по прямой линии. Начало локации соответствует нулевому значению собственного времени, $t_0'' = 0$.

Точка m_1 в параллельной ИСО собственной локации не имеет, она не видит противоположной ИСО и объектов находящихся в ней. Однако точки надо считать исторически связанными с момента получения информации хотя-бы одной из них о существовании другой. Точка m_0 движется к точке m_1 . С момента установления жесткого контакта между точками (время t_0') они считаются альтернативными, в параллельной ИСО начинается отсчёт времени ($t_1' = 0$).

Дальнейшее движение точек происходит совместно (**предположительно**). Расстояния $A_1' C_1'$ и $A_1 C_1$ уже связаны соотношениями ЭТО «ВЕРСИЯ», для точки m_1 не хватает собственных исторических циклов на участке $A_0 A_1$. Длина винтовой траектории в параллельной ИСО:

$$L_1 = A_1 C_1' = \sqrt{(A_1' C_1')^2 + (C_1 C_1')^2}.$$

Где: $A_1' C_1'$ – расстояние по оси винтовой линии;

$C_1 C_1'$ – реактивная составляющая длины винтовой линии.

Стоит задача: – найти недостающую часть истории точки m_1 , т.е. соответствующую ей траекторию движения в параллельной ИСО.

Вариант решения: – признать расстояние между центрами координат $A_0 A_1$ численно равным **реактивной составляющей** траектории движения точки m_1 на действующий момент времени t_1 .

$$A_0 A_1 = A_1 A_1' = C_1 C_1' = \Delta_1 (t_1 - t_1'). \quad (1)$$

Это неоднозначное утверждение основано на соотношении $\Delta_1 * t_1 = v_0 t_0$, где Δ_1 – расчётная относительная скорость.

Следовательно точки изначально будут альтернативными, если выполняется соотношение:

$$x_0 - x_0'' = (x_1 - x_1') \sqrt{1 + \frac{v_0^2}{c^2}} + \Delta_1 (t_1 - t_1'). \quad (2)$$

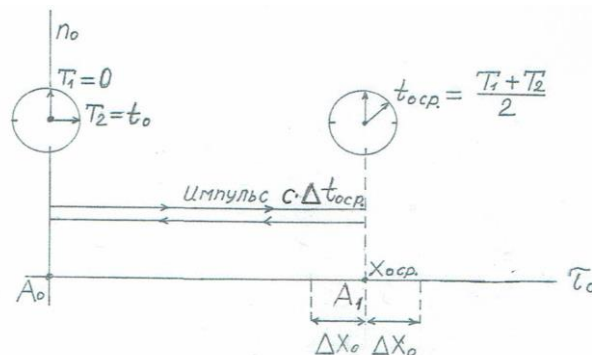
Пологая начальные условия: $x_0'' = 0$, $x_1' = 0$, $t_1' = 0$ и $\Delta_1 = \frac{v_0}{\sqrt{1 + \frac{v_0^2}{c^2}}}$; получим окончательный вид уравнения связи пространственных координат,

$$x_0 = x_1 \left(1 + \frac{v_0^2}{c^2}\right)^{\frac{1}{2}} + v_0 t_1 \left(1 + \frac{v_0^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}}. \quad (3)$$

П.2.2 Часы.

На данном этапе необходимо установить соотношения параметров времени. Использовать интегральную связь $x_0 = v_0 t_0$ невозможно, **совместное движение точек после столкновения только предполагается**. Наблюдатель часов постоянно находится в центре координат основной ИСО (A_0). Чем дальше наблюдатель от центра событий, тем меньше достоверность получаемой информации. Расстояние между центрами координат много больше нуля, при этом время в параллельной ИСО отсутствует. Принцип совпадения в пространстве и времени не работает. В общем случае, координату любой материальной точки в основной ИСО можно определить на основании отражённого электромагнитного импульса. В событии №1 импульс излучается из начала координат A_0 и отражается точкой A_1 в обратном направлении. По разнице времени излучения и отражения определяется положение искомой точки на оси τ_0 . Известно нулевое положение стрелок на первых часах и неизвестно на последующих. Пока отражённый сигнал возвращается в начало координат, часы в точке A_1 сдвинутся. Нарушается мгновенная связь координат и времени по часам основной ИСО. Эйнштейн предложил процедуру синхронизации показаний часов по среднему времени в разных точках пространства. И здесь автор полностью согласен с ним, лучше не придумаешь. Ситуация с часами представлена на рисунке 2.

Рисунок 2.



Согласно процедуре измерения времени по синхронизированным часам:

$$\text{среднее время для координаты } A_1 \text{ по часам в точке } A_0, \quad t_{0cp} = \frac{T_2 + T_1}{2}.$$

T_1 – время начала процесса локации (исход импульса);

T_2 – время конца процесса локации (возврат импульса);

При $T_1 = 0$, среднее время в основной ИСО: $t_0 \text{ ср.} = \frac{T_2}{2} = \frac{t_0}{2}$. (4)

Показания часов основной ИСО в точке A_1 должно совпадать со средним значением в точке A_0 . Аналогично синхронизируются часы и для последующих точек.

П.2.3 Время.

Синхронизированные часы основной ИСО в точке A_1 напрямую связаны с показаниями часов параллельной ИСО в начале её системы координат. Учитывая огромную величину скорости электромагнитного импульса в вакууме (скорость света), связь параметров времени необходимо анализировать на уровне бесконечно малых приращений. **При столкновении материальных точек на стыке координат, параллельная система отсчёта пытается заместить основную ИСО. Возникает конфликт систем отсчёта на ультрарелятивистских скоростях. Параметры основной ИСО начинают зависеть от параметров параллельной системы.** Найдём частную производную по времени t_0 от частей уравнения (3). Значения x_1 и t_1 принимаются как независимые параметры, по ним дифференцирование не проводится.

$$\frac{\partial x_0}{\partial t_0} = x_1 \frac{\partial}{\partial t_0} \left[\left(1 + \frac{v_0^2}{c^2} \right)^{\frac{1}{2}} \right] + t_1 \frac{\partial}{\partial t_0} \left[v_0 \left(1 + \frac{v_0^2}{c^2} \right)^{-\frac{1}{2}} \right];$$

Составляющие уравнения (3):

$$\frac{\partial x_0}{\partial t_0} = \frac{dx_0}{dt_0} = v_0 ;$$

$$x_1 \frac{\partial}{\partial t_0} \left[\left(1 + \frac{v_0^2}{c^2} \right)^{\frac{1}{2}} \right] = x_1 \frac{v_0}{c^2} \left(1 + \frac{v_0^2}{c^2} \right)^{-\frac{1}{2}} \frac{dv_0}{dt_0} ;$$

$$t_1 \frac{\partial}{\partial t_0} \left[v_0 \left(1 + \frac{v_0^2}{c^2} \right)^{-\frac{1}{2}} \right] = t_1 \left(1 + \frac{v_0^2}{c^2} \right)^{-\frac{3}{2}} \frac{dv_0}{dt_0} .$$

Сумма составляющих уравнения (3):

$$v_0 = \frac{x_1 \frac{v_0}{c^2} + t_1 \left(1 + \frac{v_0^2}{c^2} \right)^{-1}}{\sqrt{1 + \frac{v_0^2}{c^2}}} \frac{dv_0}{dt_0} ;$$

Домножим числитель и знаменатель полученного выражения на $\sqrt{1 + \frac{v_0^2}{c^2}}$. Выражение приводится к виду:

$$\frac{v_0 dt_0}{dv_0} \left(1 + \frac{v_0^2}{c^2}\right) = x_1 \frac{v_0}{c^2} \left(1 + \frac{v_0^2}{c^2}\right)^{\frac{1}{2}} + t_1 \left(1 + \frac{v_0^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}}; \quad (5)$$

Преобразуем левую часть выражения с учётом ускорения и среднего времени, $v_0 = a_{\tau 0} t_{0 \text{ ср.}}$:

$$\frac{v_0 dt_0}{dv_0} \left(1 + \frac{v_0^2}{c^2}\right) = \frac{a_{\tau 0} t_{0 \text{ ср.}}}{dv_0/dt_0} \left(1 + \frac{v_0^2}{c^2}\right) = \frac{a_{\tau 0}}{a_{\tau 0}} \left(1 + \frac{v_0^2}{c^2}\right) t_{0 \text{ ср.}} = \left(1 + \frac{v_0^2}{c^2}\right) t_{0 \text{ ср.}}$$

Материальная точка не может из состояния покоя мгновенно начать двигаться с постоянной скоростью v_0 . В начале любого равномерного движения присутствует процесс ускорения ($a_{\tau 0} \neq 0$).

Поскольку $\lim_{v_0 \rightarrow c} \left(1 + \frac{v_0^2}{c^2}\right) = 2$, то для скоростей близких к скорости света, левую часть уравнения (5) можно полагать равной $2t_{0 \text{ ср.}}$ или t_0 по синхронизированным часам. Время основной ИСО в точке A_1 , по часам находящимся в центре координат A_0 , запишется так:

$$t_0 = t_1 \left(1 + \frac{v_0^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}} + x_1 \frac{v_0}{c^2} \left(1 + \frac{v_0^2}{c^2}\right)^{\frac{1}{2}}. \quad (6)$$

П.2.4 Взаимные преобразования.

Одномерные преобразования координат и времени приводят к конечному результату в масштабах основной и параллельной ИСО. Таблица 3.

Прямые преобразования. Положение точки m_1 в основной ИСО через координаты параллельной ИСО.	Обратные преобразования. Положение точки m_0 в параллельной ИСО через координаты основной ИСО.
$x_0 = x_1 \left(1 + \frac{v_0^2}{c^2}\right)^{\frac{1}{2}} + v_0 t_1 \left(1 + \frac{v_0^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}}$ $t_0 = t_1 \left(1 + \frac{v_0^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}} + x_1 \frac{v_0}{c^2} \left(1 + \frac{v_0^2}{c^2}\right)^{\frac{1}{2}}$ $y_0 = y_1 = 0$ $z_0 = z_1 = 0$	$x_1 = \frac{x_0 - v_0 t_0}{\left(1 + \frac{v_0^2}{c^2}\right)^{1/2} \left(1 - \frac{v_0^2}{c^2}\right)}$ $t_1 = \frac{t_0 - x_0 \frac{v_0}{c^2}}{\left(1 + \frac{v_0^2}{c^2}\right)^{-1/2} \left(1 - \frac{v_0^2}{c^2}\right)}$ $y_1 = y_0 = 0$ $z_1 = z_0 = 0$

На скоростях много меньше скорости света ($v_0 \ll c$) преобразования координат **формально** переходят в преобразования Галилея, при условии $t_{0 \text{ ср.}} \approx t_0$. Время

затраченное на измерения не требует синхронизации часов. **Не формально**, происходит сдвиг координат и начала отсчёта времени. Истинная запись уравнений сильно зависит от трактовки среднего времени измерений $t_{0\text{ ср.}}$ и характеристики событий в пространстве – времени.

П.2.5 Скорости в противоположных ИСО .

В параллельной ИСО (для событий разобщённых в пространстве и времени):

$$v_{m_0} = \frac{x_1}{t_1} = \frac{x_0 - v_0 t_0}{t_0 - x_0 \frac{v_0}{c^2}} \frac{1}{\left(1 + \frac{v_0^2}{c^2}\right)} = \frac{v_0 - v_0}{\left(1 - \frac{v_0^2}{c^2}\right)\left(1 + \frac{v_0^2}{c^2}\right)} = 0. \quad (7)$$

Скорость точки m_0 в координатах параллельной ИСО отсутствует. Параллельная система отсчёта видит точку m_0 только в начале собственных координат, в состоянии покоя.

В основной ИСО (для событий разобщённых в пространстве и времени):

$$v_{m_1} = \frac{x_0}{t_0} = \frac{x_1 \left(1 + \frac{v_0^2}{c^2}\right) + v_0 t_1}{t_1 + x_1 \frac{v_0}{c^2} \left(1 + \frac{v_0^2}{c^2}\right)} = \frac{v_1 \left(1 + \frac{v_0^2}{c^2}\right) + v_0}{1 + \frac{v_1 v_0}{c^2} \left(1 + \frac{v_0^2}{c^2}\right)} \neq 0. \quad (8)$$

Существует иллюзия постоянной скорости точки m_1 из начала координат основной ИСО. Основная система отсчёта видит точку m_1 в состоянии движения.

Используем преобразования ВЕРСИИ: $v_1 = v_0 / \left(1 + \frac{v_0^2}{c^2}\right)$. Тогда, **иллюзия скорости** движения точки m_1 из центра координат A_0 равна, $v_{m_1} = \frac{2v_0}{1 + \frac{v_0^2}{c^2}}$.

П.2.6 Энергетический обмен в преобразованиях ВЕРСИИ (начальные нулевые условия).

Точка m_0 выбивает точку m_1 из центра координат A_1 , останавливается и замещает её в параллельной системе отсчёта. Её координаты в параллельной ИСО имеют нулевые значения и нулевую линейную скорость. Собственная энергия точки $m_0 c^2$ в основной ИСО сохраняется без изменений. Процесс замещения соответствует обратным преобразования Лоренца.

Точка m_1 после удара приобретает в параллельной ИСО собственный линейный механический импульс. Собственная энергия точки $m_1 c_1^2$ сохраняется без изменений. Точка движется одновременно в двух системах отсчёта. Связь координат и времени между двумя ИСО соответствует прямым преобразованиям Лоренца. Рассматривается упругое соударение материальных точек без потерь кинетической энергии в окружающую среду.

Полная энергия движения точки m_0 в основной ИСО (обобщённый вид),

$$E_{n0} = \frac{m_0 v_0^2}{2} + m_0 c_0^2 - \frac{m_0 c_0^2}{\sqrt{1 + \frac{v_0^2}{c_0^2}}}. \quad (9)$$

Где $c_0 = c$ постоянная скорость света в основной ИСО ($\approx 30 * 10^7$ м/с).

Полная энергия движения точки m_1 в параллельной ИСО (обобщённый вид),

$$E_{n1} = \frac{m_1 v_1^2}{2} + m_1 c_1^2 - \frac{m_1 c_1^2}{\sqrt{1 + \frac{v_1^2}{c_1^2}}}. \quad (10)$$

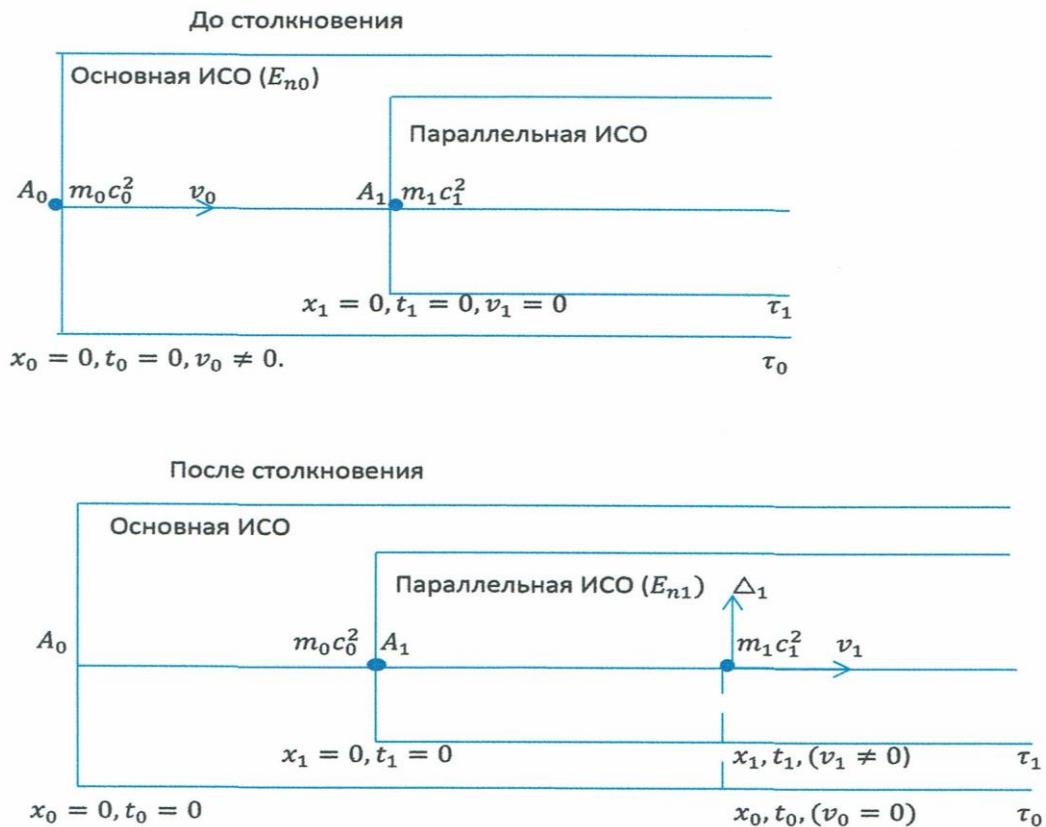
Где $c_1 = c / \left(1 + \frac{v_0^2}{c^2}\right)$ не постоянная скорость света в параллельной ИСО.

Связь энергий в альтернативных ИСО вытекает из соотношений: $\frac{v_0}{c_0} = \frac{v_1}{c_1}$; $m_0^2 v_0 = m_1^2 v_1$;

$$E_{n1} = E_{n0} \left(1 + \frac{v_0^2}{c^2}\right)^{-\frac{3}{2}}. \quad (11)$$

Ниже приведена графическая иллюстрация обмена энергией между точками.

Рисунок 3.



Для преобразований Лоренца принимают, что все расстояния в системе K_0 **светоподобные**, т.е. выполняется равенство:

$$s = \sqrt{c^2 t_c^2 - l^2} = 0.$$

Где:

t_c – время измерения расстояния с помощью светового импульса на скорости c , ($l = ct_c$);

l – расстояние измеренное на действующей скорости материальной точки v , ($l = vt$).

Выражение для действующего времени $t - l \frac{v}{c^2} = 0$, тождественно записи $t_0 - x_0 \frac{v_0}{c^2} = 0$, Таблица 3.

Следовательно время t_1 для точки m_0 в системе отсчёта K_1 тождественно равно нулю. При нулевых начальных условиях, точка m_0 постоянно отображается в начало координат параллельной ИСО(A_1).

Точка m_1 , после столкновения, приобретает линейную скорость и совершает движение в двух системах осчёта одновременно.

По теме «Интервал S» и «Преобразования Лоренца» в СТО существует целая система философских взглядов на события разобобщённые в пространстве и времени. Автор статьи не владеет этой философией и оставляет данную тему без комментариев.

3. Заключение

Преобразования координат Лоренца описывают конфликт систем отсчёта на скоростях движения частиц близких к скорости света. Параллельная система отсчёта пытается заместить основную ИСО. Математически это возможно, уравнения работают на малых скоростях движения и для безмассовых частиц типа фотон. Для массовых частиц, когда $0.01c < v_0 < 0,99c$, подобная замена систем отсчёта вызывает затруднения из за неоднозначности определения $t_{0\text{ ср}}$. В качестве предположения можно считать, что $t_{0\text{ ср}} = t_0 / (1 + v_0^2 / c^2)$ для всех интервалов скоростей. В общем случае параметры параллельной ИСО зависят от параметров основной системы. Скорость света, величина постоянная только в основной ИСО.

Литература:

1. Джеймс Трефил / 200 законов мироздания; — Москва; Гелеос, 2007.— 528 с. — ISBN978-5- 8189-0807-6(в пер.).

2. Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики., Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1970г., 478 стр.

3. Касаткина И. Л. Репетитор по физике. Электромагнетизм. Колебания и волны. Оптика. Элементы теории относительности и атомного ядра. / Под ред. Т.В. Шкиль. – Ростов н/Д; изд-во «Феникс», 2000. – 896с. – ISBN 5-222-01327-8, ББК22.3Я72 – К 38.

4. Википедия, [http://ru.wikipedia.org/wiki/ Специальная теория относительности](http://ru.wikipedia.org/wiki/Специальная_теория_относительности).

5. А. Эйнштейн, К ЭЛЕКТРОДИНАМИКЕ ДВИЖУЩИХСЯ ТЕЛ, *Binterstellar – flight*. ru/03/kedt.pdf, 15 февраля 2010.

6. 7. Журнал «ДНА» №56 / Под ред. С.И. Хмельник, «ВЕРСИЯ Элементарной теории относительности», publisherdna@gmail.com, 2022г.

