

# Преобразования Лоренца (ВЕРСИЯ – ЭТО)

---

*Халецкий Михаил Борисович*

*Израиль, г.Хадера, 2022г.*

( [hal123mih@gmail.com](mailto:hal123mih@gmail.com) )

## АННОТАЦИЯ

Исследуется связь координат альтернативных систем отсчёта для событий, разобъённых 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  $\varphi$  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.

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

$\Delta$  – обобщённая относительная скорость,

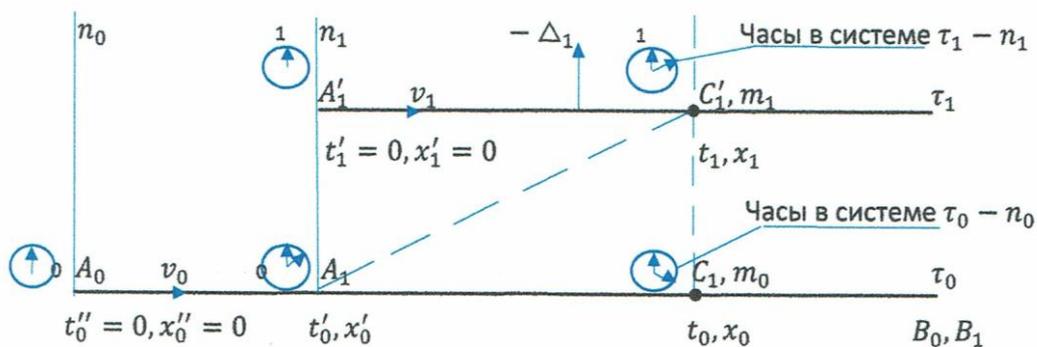
0 или 1 – нижние индексы противоположных ИСО.

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  $\tau$ . 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.



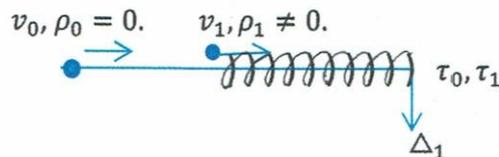
Основные положения (кратко).

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

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  $\Delta_1$  – расчётная относительная скорость.

**Следовательно** точки изначально будут альтернативными, если выполняется соотношение:

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

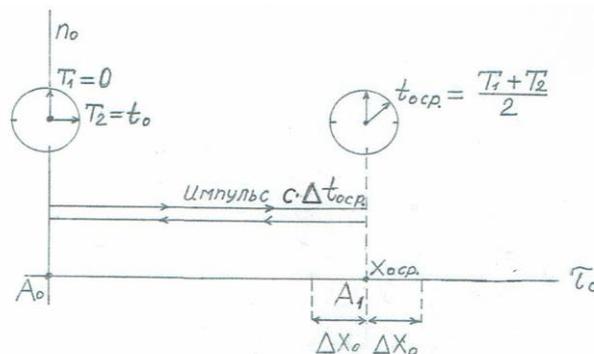
Пологая начальные условия:  $x_0'' = 0$ ,  $x_1' = 0$ ,  $t_1' = 0$  и  $\Delta_1 = \frac{v_0}{\sqrt{1 + \frac{v_0^2}{c^2}}}$ ; получим окончательный вид уравнения связи пространственных координат,

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

### 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  $\tau_0$ . 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:

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

$T_1$  – 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.

<b>Прямые преобразования.</b> Положение точки $m_1$ в основной ИСО через координаты параллельной ИСО.	<b>Обратные преобразования.</b> 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),

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

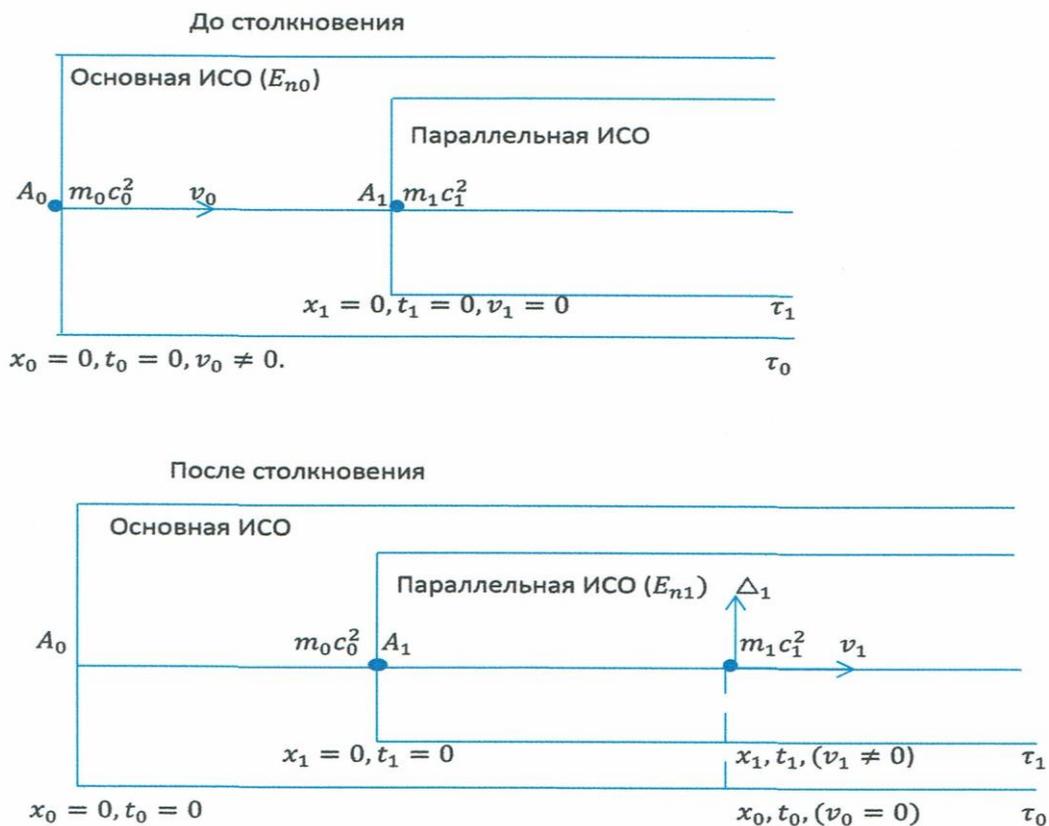
Где  $c_1 = c / \left(1 + \frac{v_0^2}{c^2}\right)$  не постоянная скорость света в параллельной ИСО.

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](http://ru/03/kedt.pdf), 15 февраля 2010.

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

