

НОВАЯ РЕЛЯТИВИСТСКАЯ ТЕОРИЯ ПРОСТРАНСТВА-ВРЕМЕНИ

Часть 1

А.В. Мамаев, кандидат технических наук, начальник бюро
НПО «Лианозовский электромеханический завод» (Москва), Россия

Аннотация. Предложена новая релятивистская теория пространства-времени (НРТПВ), основанная на единственном принципе относительности. Введено понятие "скорость света в вакууме движущейся инерциальной системе отсчета (ИСО)", зависящая от скорости движения ИСО по квадратичной формуле. Эта зависимость позволяет дать новое и единое объяснение таким астрономическим явлениям, как микроволновое фоновое излучение, красное смещение спектров далеких звезд, новые и сверхновые звезды, пульсары, объект SS-433 и др. Преобразования координат и времен НРТПВ, обеспечивающие инвариантность четырехмерного интервала, позволяют выявить истинные свойства движущихся тел: сокращение их продольных размеров без отставания движущихся часов от покоящихся часов, без запрета сверхсветовых скоростей движения и без зависимости массы от скорости, но с зависимостью величины электрического заряда частицы от скорости движения частицы. Приведено решение проблемы мюон-электронной универсальности и предложен коммерчески выгодный способ холодного ядерного синтеза - катализ электронами со сверхсветовой скоростью.

Ключевые слова: новая теория пространства-времени, скорость света в движущейся инерциальной системе отсчета, принцип относительности, зависимость заряда частицы от скорости движения частицы, квадратичная зависимость, решение проблемы мюон-электронной универсальности, коммерчески выгодный способ холодного ядерного синтеза.

Содержание

1. ВВЕДЕНИЕ	2
2. СУЩНОСТЬ ВТОРОГО ПОСТУЛАТА ЭЙНШТЕЙНА	3
3. ЗАКОН РАСПРОСТРАНЕНИЯ СВЕТА В ДВИЖУЩЕЙСЯ ИСО	8
4. ПРЯМЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОВЕРКИ ВТОРОГО ПОСТУЛАТА ЭЙНШТЕЙНА НЕ ОПРОВЕРГАЮТ СУЩЕСТВОВАНИЕ КВАДРАТИЧНОЙ ЗАВИСИМОСТИ СКОРОСТИ СВЕТА ОТ СКОРОСТИ ИСТОЧНИКА	13
4.1. Анализ Де-Ситтера	14
4.2. Эксперимент Майораны	14
4.3. Эксперименты в вакууме	15
4.4. Эксперименты с гамма-квантами	16
5. КВАДРАТИЧНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ СВЕТА ОТ СКОРОСТИ ИСТОЧНИКА НЕ ОПРОВЕРГАЕТСЯ АСТРОНОМИЧЕСКИМИ НАБЛЮДЕНИЯМИ	22
5.1. О пространственном группировании квантов света в космосе при переменной скорости движения источника света	22
5. 2. Квадратичная зависимость скорости света как объяснение многих астрономических явлений	25
6. ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КООРДИНАТ И ВРЕМЕНИ ПРИ НЕИНВАРИАНТНОЙ СКОРОСТИ СВЕТА	29
7. ФИЗИЧЕСКИЙ СМЫСЛ НОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ КООРДИНАТ И ВРЕМЕНИ	31
7.1. Сокращение продольных размеров движущихся тел	32
7.2. Исчезновение парадоксов времени	33
7.3. Новый закон сложения скоростей и сверхсветовые скорости	35
7.4. Сверхсветовые скорости и принцип причинности при новых преобразованиях координат и времени	36
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	38

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время специальная теория относительности (СТО), созданная Лоренцем [66], Пуанкаре [67], Эйнштейном [68], Минковским [2, 69] (переводы работ [66]...[69] имеются в [3]) и А. А. Логуновым [4], снова занимает среди множества научных теорий особое положение - она является последней научной теорией пространства-времени, признанной большинством физиков.

До недавнего времени последней научной теорией пространства-времени считалась общая теория относительности (ОТО). Но как показал А. А. Логунов [4], специальная теория относительности справедлива не только для инерциальных систем отсчета (ИСО), но также и для неинерциальных систем отсчета. Поэтому произведенное А. А. Логуновым расширение СТО на неинерциальные системы отсчета вернуло специальной теории относительности статус последней научной теории пространства-времени. А это означает, что передний край исследований, имеющих целью дальнейшее развитие наших самых фундаментальных представлений о пространстве-времени, уже переместился с общей теории относительности на специальную теорию относительности.

Согласно научной теории познания развитие фундаментальных теорий происходит путем преодоления противоречий, возникающих вследствие изменения содержания понятий под влиянием практической деятельности человека.

В теории пространства-времени основными понятиями являются "координаты события" (положение в пространстве той точки, в которой событие происходит) и "время события" (временная координата события).

В статье 1905 г. [68] А. Эйнштейн дал такое определение понятию "время события":

"Die "Zeit" eines Ereignisses ist die mit dem Ereignis gleichzeitige Angabe einer am Orte des Ereignisses befindlichen, ruhenden Uhr, welche mit einer bestimmten, ruhenden Uhr, und zwar für alle Zeitbestimmungen mit der nämlichen Uhr, synchron läuft".

В переводе на русский язык оно звучит так [1]:

«Время события» – это одновременное с событием показание покоящихся часов, которые находятся в месте события и которые идут синхронно с некоторыми определенными покоящимися часами, причем с одними и теми же часами при всех определениях времени».

Но развитие электроники и массовое производство электронных цифропоказывающих часов привело к осознанию того, что одновременное с событием показание часов представляет собой всего лишь набор цифр.

Действительно, сфотографировав показание часов в какой-нибудь момент времени, мы сможем зафиксировать на снимке лишь набор показываемых часами цифр. Чтобы с помощью часов определить время события, нам сначала потребуется превратить показываемый часами набор цифр в безразмерное число, а затем мысленно умножить это безразмерное число на продолжительность единицы измерения времени этими часами.



Рис. 1.1. Фотография циферблата стрелочных часов

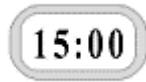


Рис.1.2. Фотография циферблата электронных часов

Как бы нам этого ни хотелось, но зафиксировать на фотографическом снимке продолжительность во времени того промежутка времени, который является единицей измерения времени этих часов, - это нам не удастся.

А под понятием "время события", обозначаемым чаще всего символом t , которое входит во многие уравнения физики, в том числе и в известные преобразования Лоренца [1]

$$c_0 \cdot t' = \gamma \cdot (c_0 \cdot t - \beta \cdot x), \quad x' = \gamma \cdot (x - \beta \cdot c_0 \cdot t), \quad y' = y, \quad z' = z, \quad (1.1)$$

где $\gamma = 1 / \sqrt{1 - \beta^2}$; $\beta = V / c_0$; V – скорость движения одной ИСО относительно другой; $x, y, z; x', y', z'$ – пространственные координаты одного и того же события в двух различных ИСО - не штрихованной и штрихованной; под символами t или t' испокон веков понимался промежуток времени между моментом начала отсчета времени (например, "рождением Иисуса Христа") и рассматриваемым событием, равный произведению безразмерного числа на продолжительность единицы измерения времени, то есть

$$t = \{t\} \cdot [t], \quad t' = \{t'\} \cdot [t'], \quad (1.2)$$

где $\{t\}$ и $\{t'\}$ характеризуют численные значения (показания часов); $[t]$ и $[t']$ являются символами единиц из-

мерения времени.

Говорят, что символами t и t' , а также $[t]$ и $[t']$ в выражениях (1.2) обозначены физические величины (физическая величина по определению представляет собой произведение безразмерного числа на единицу измерения этой физической величины) [5].

В результате изменения содержания понятия "показание часов" из понятия "время события", определённого Эйнштейном в [1] как одновременное с событием показание часов, находящихся в месте события, полностью исключены физические величины.

Что тогда следует понимать под символами t и t' в преобразованиях Лоренца? Следует ли понимать под этими символами физические величины или под символами t и t' в преобразованиях Лоренца следует подразумевать безразмерные числа?

Очевидно, что под символами t и t' в преобразованиях Лоренца следует понимать физические величины. Но тогда к чему следует относить релятивистский множитель в вытекающей из преобразований Лоренца формуле

$$\{t'\} \cdot [t'] = \{t\} \cdot [t] \cdot \sqrt{1 - V^2 / c_0^2}, \quad (1.3)$$

где c_0 – скорость света в вакууме, V – скорость движения одной ИСО относительно другой ИСО?

Если релятивистский множитель относить к безразмерным числам, получим два равенства

$$\{t'\} = \{t\} \cdot \sqrt{1 - v^2 / c_0^2}, \quad [t'] = [t]. \quad (1.4)$$

А если релятивистский множитель отнести к единице времени, вместо (1.4) получим два других равенства

$$\{t'\} = \{t\}, \quad [t'] = [t] \cdot \sqrt{1 - v^2 / c_0^2}. \quad (1.5)$$

Говорят, что было бы правильнее считать, что справедливы формулы (1.4). Ведь если справедливыми считать формулы (1.5), то утверждение Эйнштейна об отставании показаний движущихся часов от показаний покоящихся часов окажется ошибочным. Ибо согласно первому равенству из формул (1.5) имеем $\{t'\} = \{t\}$, то есть показания движущихся часов совпадает с показаниями покоящихся часов.

Но если считать справедливыми формулы (1.4), то как объяснить что один промежуток времени (принятый за единицу измерения времени) при переходе от одной ИСО к другой ИСО подчиняется одной формуле (формуле $[t'] = [t]$ - второй формуле из двух формул (1.4)), а другой промежуток времени согласно преобразованиям Лоренца подчиняется совершенно другой формуле

$$\Delta t' = \Delta t \cdot \sqrt{1 - v^2 / c_0^2}, \quad (1.6)$$

где $\Delta t'$ – промежуток времени в одной ИСО, Δt – промежуток времени в другой ИСО. Формула (1.6) вытекает из преобразований Лоренца СТО.

Здравый смысл подсказывает нам, что связь между $[t']$ и $[t]$ должна быть точно такой же, как и связь между $\Delta t'$ и Δt . Но в специальной теории относительности этого нет. Как быть?

Можно, конечно же, посрамить здравый смысл. А можно попытаться найти такие преобразования координат и времени, при которых если $[t'] = f([t])$, то и $\Delta t' = f(\Delta t)$, где f – одна и та же функция. Попытаемся сделать это, предварительно изменив определение понятия "время события" так, чтобы "время события" было физической величиной.

Для этого введем такое новое определение для понятия "время события":

Время события – это продолжительность промежутка времени между моментом начала отсчета времени и моментом, в который событие произошло, равная произведению одновременного с событием показания часов (которые в момент начала отсчета времени имели нулевое показание) на единицу измерения времени этими часами.

Входящее в это определение понятие "показание часов" соответствует безразмерному числу. А само "время события" оказывается физической величиной.

2. СУЩНОСТЬ ВТОРОГО ПОСТУЛАТА ЭЙНШТЕЙНА

Оригинальная формулировка специальной теории относительности (СТО) была основана на явном или неявном использовании двух постулатов: принципа относительности и принципа постоянства скорости света. Но согласно Эйнштейну [6]. "Цель теоретической физики состоит в том, чтобы создать систему понятий, основанную на возможно меньшем числе логически независимых гипотез, которая позволила бы установить

причинную взаимосвязь всего комплекса физических процессов".

В соответствии с этим положением в последние годы предпринимались попытки сделать это. С этой целью Л.Д. Ландау и Е.М. Лифшиц в [8], например, оба указанных принципа объединяли в один "принцип относительности Эйнштейна", А.А. Логунов в [4] утверждал, что СТО может быть построена на одном лишь постулате о псевдоевклидовой структуре пространства-времени и что постулат о постоянстве скорости света якобы является следствием псевдоевклидовой структуры пространства-времени, а Н.Д. Мермин в [9] доказывает, что второй постулат Эйнштейна (принцип постоянства скорости света) представляет собой следствие его первого постулата (принципа относительности).

Один из творцов специальной теории относительности – А. Эйнштейн тоже "объединял" два исходных принципа СТО. Например, в 1914 году он писал [10]: "Объединяя закон постоянства скорости света в пустоте и принцип относительности, приходят чисто дедуктивным путем к теории, называемой ныне "теорией относительности". Или в 1916 году [11]: "Итак, специальная теория относительности отличается от классической механики не только постулатом относительности, но и в основном постулатом постоянства скорости света в пустоте, из которого при объединении его со специальным принципом относительности известным образом вытекает относительность одновременности, преобразование Лоренца и связанные с последним законы, касающиеся поведения движущихся твердых тел и часов". И даже в 1950 году Эйнштейн писал не об одном, а о двух принципах, лежащих в основе СТО [12]: "Хотя оба упомянутые мной принципа хорошо подтверждены экспериментом, они не кажутся логически совместимыми. Специальная теория относительности сумела их примирить ценой видоизменения кинематики или, иначе говоря, ценой изменения физических представлений о пространстве и времени". Под объединением обоих принципов Эйнштейн всегда подразумевал их примирение, логическую совместимость, но считал их совершенно независимыми друг от друга [13]: "Теория, называемая в настоящее время "теорией относительности" базируется на двух принципах, совершенно независимых друг от друга, а именно: 1) на принципе относительности для равномерного прямолинейного движения; 2) на принципе постоянства скорости света".

На стр. 93 в [4] А.А. Логунов утверждает, что "постулат о постоянстве скорости света можно сформулировать в ИСО в любых допустимых координатах пространства-времени как частное следствие псевдоевклидовой структуры пространства-времени на основе введенного нами понятия физической скорости". Из этого утверждения следует, что постулат о постоянстве физической скорости света является якобы следствием псевдоевклидовой структуры пространства-времени.

Но можно показать (см. разделы 4 и 5 далее), что все до сих пор проведенные эксперименты и наблюдения не опровергают существования в реальной действительности зависимости именно физической скорости света от физической скорости движения источника вида

$$c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}, \quad (2.1)$$

где c_0 – физическая скорость распространения света в вакууме той ИСО, где неподвижным является источник света; u – физическая галилеевская (изменяющаяся в пределах от нуля до бесконечности) скорость движения источника; c_u – физическая скорость распространения света в вакууме той ИСО, которая движется относительно источника света со скоростью u .

А эта зависимость не противоречит основному постулату А. А. Логунова (см. [4, стр. 31]): "Физические процессы протекают в четырехмерном пространстве, геометрия которого псевдоевклидова".

Действительно, можно показать, что если события происходят с телом, покоящимся в ИСО с галилеевыми координатами x', y', z', t' , которая движется с постоянной физической скоростью u относительно другой ИСО с галилеевыми координатами x, y, z, t в направлении положительных значений координаты x , то координаты событий, происходящих с этим телом, в этих двух ИСО связаны друг с другом зависимостями

$$c_0 \cdot t' = \gamma \cdot (c_u \cdot t - \beta \cdot x), \quad x' = \gamma \cdot (x - \beta \cdot c_u \cdot t), \quad y' = y, \quad z' = z, \quad (2.2)$$

где
$$\beta = \frac{u}{c_u}; \quad (2.3)$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}} = \sqrt{1 + \frac{u^2}{c_0^2}}; \quad (2.4)$$

причем c_u определяется зависимостью (2.1).

Взяв дифференциалы от обеих частей равенств (2.2), получим

$$d(c_0 \cdot t') = \gamma \cdot [d(c_u \cdot t) - \beta \cdot dx], \quad dx' = \gamma \cdot (dx - \beta \cdot d(c_u \cdot t)), \quad dy' = dy, \quad dz' = dz. \quad (2.5)$$

Подставим теперь дифференциалы (2.5) в выражение для интервала в штрихованной покоящейся ИСО

$$ds^2 = [d(c_0 \cdot t')]^2 - (dx')^2 - (dy')^2 - (dz')^2. \quad (2.6)$$

Получим

$$ds^2 = \gamma^2 \cdot \{d(c_u \cdot t)^2 - 2 \cdot \beta \cdot dx \cdot d(c_u \cdot t) + \beta^2 \cdot dx^2 - \beta^2 \cdot d(c_u \cdot t)^2 + 2 \cdot \beta \cdot dx \cdot d(c_u \cdot t) - dx^2\} - dy^2 - dz^2. \quad (2.7)$$

После очевидных упрощений имеем

$$ds^2 = [d(c_u \cdot t)]^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2. \quad (2.8)$$

Ненулевые компоненты метрического тензора пространства-времени в штрихованной ИСО, определяемые интервалом (2.6), равны

$$g'_{00} = 1, \quad g'_{11} = g'_{22} = g'_{33} = -1. \quad (2.9)$$

Ненулевые же компоненты метрического тензора пространства-времени в не штрихованной ИСО, определяемые интервалом (2.8), имеют вид

$$g_{00} = 1, \quad g_{11} = g_{22} = g_{33} = -1. \quad (2.10)$$

Из выражений (2.9) и (2.10) следует, что псевдоевклидова структура геометрии пространства-времени сохраняется не только в том случае, когда физическая скорость света в ИСО не зависит от скорости движения источника, но и в том случае, когда физическая скорость света зависит от скорости источника по формуле (2.1). Поэтому, хотя постулат о постоянстве скорости света и не является следствием псевдоевклидовой структуры пространства-времени, основной постулат А.А. Логунова оказывается справедливым и при существовании зависимости физической скорости света от скорости движения источника вида (2.1). Вследствие этого специальная теория относительности в работе А.А. Логунова [4] фактически основана не только на основном постулате А.А. Логунова, но и на неявном использовании второго постулата Эйнштейна, который формулируется в [4, стр. 93] следующим образом:

"Физическая скорость света в ИСО в любых допустимых системах координат пространства-времени всегда равна c_0 и не зависит от направления движения".

Что же касается имеющих в [9] утверждений Н. Д. Мермина о зависимости второго постулата СТО от первого и о возможности построения СТО без постулата о постоянстве скорости света, то они основываются на приведенном в [9] выводе релятивистского закона сложения скоростей u и V вида

$$w = \frac{u + V}{1 + k \cdot u \cdot V} \quad (2.11)$$

без использования второго постулата Эйнштейна (в выражении (2.11) k есть неотрицательная постоянная, не зависящая ни от u , ни от V). И, действительно, принцип постоянства скорости света не используется в [9] ни при выводе закона (2.11) первым способом (с использованием мысленного эксперимента "беговые состязания в движущемся поезде"), ни при выводе закона (2.11) вторым способом (с использованием мысленного эксперимента "мяч-осциллятор").

Однако в [9] убедительнейшим образом доказано, что если не использовать принцип постоянства скорости света, то закон сложения скоростей (2.11) можно получить лишь в том случае, когда скорость V движения двух ИСО друг относительно друга значительно меньше скорости света (в пределе при $V \rightarrow 0$). В самом деле, обозначив при выводе закона (2.11) первым способом скорость одного бегуна буквой s , скорость второго бегуна буквой u , а скорость поезда - буквой V , Н. Д. Мермин получает в [9] равенство

$$\frac{1}{s^2} \cdot \left[1 - \frac{1}{h'(s)}\right] = \frac{1}{u^2} \cdot \left[1 - \frac{1}{h'(u)}\right]. \quad (2.12)$$

где $h'(z)$ - производная по аргументу z от введенной в [9] функции $h(z)$. А далее Н. Д. Мермин рассуждает следующим образом:

"Поскольку левая часть этого равенства зависит лишь от s , а правая - только от u , каждое из этих выражений должно быть равным одной и той же постоянной k , не зависящей от s и u ".

Возможная же в принципе зависимость величины k , входящей в закон (2.11), от скорости V поезда Мермин устраняет в процессе логических рассуждений при выводе равенства (2.12) переходом к пределу при $V \rightarrow 0$ (см. формулы (3.6) и (3.8) в статье [9]).

А при выводе закона (2.11) вторым способом из текста статьи [9] также следует, что величина k определяется как предел, к которому стремится одно из выражений при $V \rightarrow 0$ (см. формулу (4.12) и текст после формулы (4.11) в статье [9]).

Следовательно, в статье [9] доказано, что закон сложения скоростей (2.11), в котором величина k не зависит от скорости поезда, можно получить без использования второго постулата Эйнштейна только при $V \rightarrow 0$. А можно ли получить закон (2.11) без использования постулата о постоянстве скорости света также и

при значительно больших значениях скорости поезда - на этот вопрос в статье [9] ответа нет. Поэтому поставленную в названии статьи [9] цель (статья называется "Теория относительности без постулата о постоянстве скорости света") нельзя считать достигнутой. Ведь СТО и входящий в нее закон (2.11) должны быть справедливы при любых скоростях, не превышающих скорость света, а не только при $v \rightarrow 0$. Таким образом, предпринимавшиеся ранее попытки доказать, что СТО основана на введении минимального числа постулатов, выглядят несостоятельными. Но сам факт осуществления таких попыток доказывает, что, несмотря на почти столетний возраст СТО подлинная сущность второго постулата Эйнштейна полностью не выяснена.

Названный Эйнштейном "принципом постоянства скорости света", второй постулат СТО гласит:

"Свет в пустоте всегда распространяется с определенной скоростью c_0 , не зависящей от состояния движения излучающего тела" (см. [1, стр. 7 - 8].) или: "Каждый луч света движется в "покоящейся" системе координат с определенной скоростью c_0 , независимо от того, испускается ли этот луч света покоящимся или движущимся телом" (см. [1, стр. 10]).

В [68] эти формулировки имеют следующий вид:

"Das Licht im leeren Raume stets mit einer bestimmten vom Bewegungszustande des emittierenden Körpers unabhängigen Geschwindigkeit V fortplanze",

"Jeder Lichtstrahl bewegt sich im "ruhenden" Koordinatensystem mit der bestimmten Geschwindigkeit V , unabhängig davon, ob dieser Lichtstrahl von einem ruhenden oder bewegten Körper emittiert ist".

Для уяснения сущности второго постулата Эйнштейна рассмотрим следующую ситуацию. Пусть ИСО В движется равномерно и прямолинейно относительно "покоящейся" ИСО А (в связи с тем, что эти две ИСО полностью равноправны, мы можем точно с таким же основанием говорить, что ИСО А движется равномерно и прямолинейно относительно "покоящейся" ИСО В). Пусть теперь в каждой из них имеется источник света (генератор) и прибор для измерения скорости света. Пусть G_A - источник света, покоящийся в ИСО А, G_B - источник света, покоящийся в ИСО В, R_A - прибор (для измерения скорости света), покоящийся в ИСО А, R_B - прибор (для измерения скорости света), покоящийся в ИСО В. Тогда, пользуясь этими двумя источниками света и этими двумя приборами для измерения скорости света, мы можем получить четыре следующих численных значения скорости света (см. рис. 2.1):

$c(R_A, G_A)$ - значение, измеренное прибором R_A , скорости света, излученного источником G_A ;

$c(R_B, G_B)$ - значение, измеренное прибором R_B , скорости света, излученного источником G_B ;

$c(R_A, G_B)$ - значение, измеренное прибором R_A , скорости света, излученного источником G_B ;

$c(R_B, G_A)$ - значение, измеренное прибором R_B , скорости света, излученного источником G_A .

В соответствии со специальной теорией относительности (СТО) для этих четырех численных значений скорости света мы можем составить следующие шесть равенств (по числу сочетаний из четырех элементов по два):

$$c(R_A, G_A) = c(R_B, G_B), \quad (2.13)$$

$$c(R_A, G_B) = c(R_B, G_A), \quad (2.14)$$

$$c(R_A, G_A) = c(R_A, G_B), \quad (2.15)$$

$$c(R_B, G_B) = c(R_B, G_A), \quad (2.16)$$

$$c(R_B, G_B) = c(R_A, G_B), \quad (2.17)$$

$$c(R_A, G_A) = c(R_B, G_A). \quad (2.18)$$

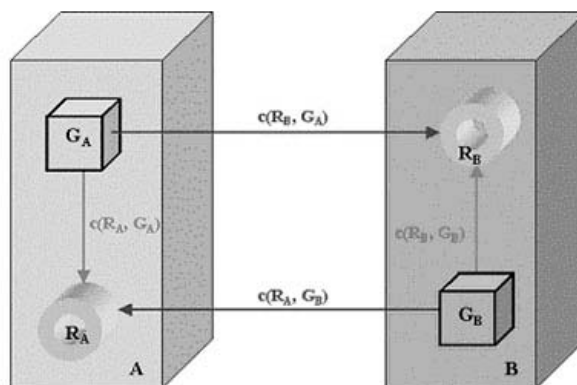


Рис. 2.1. Четыре значения скорости света $c(R_A, G_A)$, $c(R_B, G_B)$, $c(R_A, G_B)$, $c(R_B, G_A)$

Нетрудно убедиться, что из этих шести равенств независимыми друг от друга являются только три ра-

венства. Действительно, равенства (2.13) и (2.14) являются формализованной записью следствий из принципа относительности (принципа полного равноправия ИСО), согласно которому в каждой из ИСО физические процессы при одинаковых начальных условиях протекают одинаково, применительно к процессу распространения света. При этом в равенстве (2.13) одинаковость начальных условий для процесса распространения света выражается в неподвижности источников света относительно приборов, при помощи которых измеряется скорость света, а в равенстве (2.14) одинаковость начальных условий для процесса распространения света выражается в одинаковости скоростей движения источников света относительно приборов, при помощи которых измеряется скорость света.

Вполне очевидно, что равенства (2.13) и (2.14) независимы друг от друга. Ведь из справедливости равенства (2.13) отнюдь не следует справедливость равенства (2.14) и, наоборот, из справедливости равенства (2.14) отнюдь не следует справедливость равенства (2.13).

Обратим теперь внимание на структуру равенств (2.15), (2.16), (2.17) и (2.18). В равенстве (2.15) приравниваются друг другу левые части равенств (2.13) и (2.14). В равенстве (2.16) приравниваются друг другу правые части равенств (2.13) и (2.14). В равенстве (2.17) приравнивается правая часть равенства (2.13) левой части равенства (2.14). И, наконец, в равенстве (2.18) левая часть равенства (2.13) приравнивается правой части равенства (2.14). А из этого следует, что логически независимыми друг от друга являются равенства (2.13), (2.14) и какое-нибудь одно из равенств (2.15), (2.16), (2.17), (2.18).

Это обусловлено тем, что каждое из равенств (2.15), (2.16), (2.17) и (2.18) в отдельности является формализованной записью эйнштейновской формулировки принципа постоянства скорости света.

Действительно, и в левой, и в правой частях равенства (2.15) стоят численные значения скорости света, измеренные одним и тем же прибором R_A , но в левой части стоит измеренное прибором R_A значение скорости света, излученного источником G_B , движущимся относительно R_A , а в правой части стоит измеренное прибором R_A значение скорости света, излученного источником G_A , неподвижным относительно R_A . Второй же постулат Эйнштейна гласит, что "каждый луч света движется в "покоящейся" системе координат с определенной скоростью c_0 , независимо от того, испускается ли этот луч света покоящимся или движущимся телом".

Поэтому формализованной записью второго постулата Эйнштейна в "покоящейся" ИСО А является равенство (2.15), а формализованной записью второго постулата Эйнштейна в "покоящейся" ИСО В является равенство (2.16). Равенства (2.17) и (2.18) также можно рассматривать как формализованную запись второго постулата Эйнштейна, если изменить его формулировку на следующую: лучи света от одного и того же источника движутся в любой ИСО с одной и той же скоростью c_0 , независимо от того, покоится или движется эта ИСО относительно этого источника.

Эта измененная формулировка отличается от эйнштейновской формулировки только лишь тем, что в эйнштейновской формулировке неподвижным считается прибор, при помощи которого измеряются скорости света от различных источников (движущихся и неподвижных), а в измененной формулировке неподвижным считается источник света, а измерение скорости света производится различными приборами (движущимися и неподвижными). При этом равенство (2.17) является формализованной записью измененной формулировки второго постулата, если источник света покоится в ИСО В, а равенство (2.18) - если источник света покоится в ИСО А. Вследствие этого из четырех формализованных записей второго постулата Эйнштейна - равенств (2.15) (2.16), (2.17) и (2.18) - независимой от равенств (2.13) и (2.14) является лишь какая-нибудь одна запись, например, (2.15). Наличие одной независимой от равенств (2.13) и (2.14) формализованной записи второго постулата Эйнштейна и является основанием для того, чтобы считать второй постулат Эйнштейна логически независимым от первого постулата.

Сущность второго постулата Эйнштейна, таким образом, раскрывается равенством (2.15), а равенства (2.13) и (2.14) в содержание второго постулата Эйнштейна не входят. Поэтому совершенно справедливо во многих работах (см. [14], [15], [16], [17], [18], [19] второй постулат Эйнштейна называется постулатом о независимости скорости света от скорости источника.

В смысловое же содержание других названий второго постулата Эйнштейна, таких как "принцип постоянства скорости света" или "принцип инвариантности скорости света", входят фактически все три равенства (2.13), (2.14) и (2.15), что и является основанием для ошибочных утверждений о логической зависимости второго постулата Эйнштейна от его первого постулата. Чтобы таких оснований не было, целесообразно впредь именовать второй постулат Эйнштейна законом независимости физической скорости света от скорости источника.

Итак, в основе специальной теории относительности лежат два логически независимых друг от друга утверждения: принцип полного равноправия инерциальных систем отсчета (названный Эйнштейном принципом относительности) и закон независимости физической скорости света от скорости источника (названный Эйнштейном принципом постоянства скорости света). Вследствие этого дальнейшее развитие наших представлений о пространстве и времени в рамках специальной теории относительности невозможно и необходимо искать пути построения новой теории пространства-времени, изначально основанной на одном-единственном исходном принципе.

Рассмотрим поэтому, нельзя ли построить новую теорию пространства-времени, если в основу рассуждений положить один лишь принцип полного равноправия ИСО, а закон распространения света от движущегося

гося источника получить как следствие этого единственного принципа.

Следовательно, убедившись в том, что второй постулат Эйнштейна (равенство (2.15)) не является следствием его первого постулата, попытаемся заменить равенство (2.15) таким выражением, которое было бы следствием принципа полного равноправия инерциальных систем отсчета.

3. ЗАКОН РАСПРОСТРАНЕНИЯ СВЕТА В ДВИЖУЩЕЙСЯ ИСО

Рассмотрим две движущиеся друг относительно друга равномерно и прямолинейно ИСО - ИСО А (с нештрихованными координатами x, y, z, t) и ИСО В (со штрихованными координатами x', y', z', t'). Пусть в каждой из них имеется прямоугольная пространственная система координат и множество одинаковых покоящихся друг относительно друга хронометров, синхронизированных друг с другом эйнштейновским способом [1, стр. 9-10]. При этом все хронометры, покоящиеся в ИСО А, синхронизированы друг с другом эйнштейновским способом при помощи источника света, покоящегося в ИСО А, а все хронометры, покоящиеся в ИСО В, синхронизированы друг с другом эйнштейновским способом при помощи источника света, покоящегося в ИСО В.

Тогда любое событие в ИСО А может характеризоваться галилеевыми координатами x, y, z, t , а в ИСО В – галилеевыми координатами x', y', z', t' .

Пусть одноименные оси декартовых пространственных координат этих двух ИСО будут параллельны друг другу, оси x и x' совпадают друг с другом, ИСО В движется с физической скоростью u в положительном направлении оси x ИСО А, а хронометры, покоящиеся в началах координат ИСО А и В, имеют нулевые показания в то мгновение, когда начала пространственных координат ИСО А и В совпадают друг с другом. В основу рассуждений положим принцип относительности – принцип полного равноправия ИСО. Поэтому мы должны считать равенства (2.13) и (2.14) выполняющимися в реальной действительности абсолютно точно. Обозначим

$$c(RA, GA) = c(RB, GB) = c_0. \quad (3.1)$$

Тогда, чтобы получить закон распространения света в движущейся ИСО, вытекающий из принципа относительности (полного равноправия ИСО), мы должны предположить, что входящие в равенство (2.14) величины зависят от скорости и эти зависимости имеют вид

$$c(RA, GB) = c_0 \cdot \Psi(u), \quad (3.2)$$

$$c(RB, GA) = c_0 \cdot \Psi(-u), \quad (3.3)$$

$$\Psi(u) = \Psi(-u), \quad (3.4)$$

$$\Psi(0) = 1. \quad (3.5)$$

где $\Psi(u)$ - неизвестная функция от скорости движения одной ИСО относительно другой ИСО, которую (функцию) нам следует определить; $\Psi(0)$ - значение неизвестной функции $\Psi(u)$ при $u = 0$; $c_0 = 299\,792\,458$ м/с - скорость света в вакууме покоящейся ИСО.

Никакой другой информации о свойствах или виде функции $\Psi(u)$, кроме свойств (3.4) и (3.5), мы из равенств (2.13) и (2.14) получить не можем. Но это не означает, что задача отыскания закона распространения света от движущегося источника, который являлся бы следствием принципа полного равноправия инерциальных систем отсчета (принципа относительности), неразрешима. Ведь равенства (2.13) и (2.14) являются лишь частными следствиями из принципа относительности для процесса распространения света и ими содержание принципа относительности не исчерпывается.

Действительно, Эйнштейн сформулировал принцип относительности следующим образом [1]:

"Законы, по которым изменяются состояния физических систем, не зависят от того, к которой из двух координатных систем, движущихся относительно друг друга равномерно и прямолинейно, эти изменения состояния относятся".

В [66] этот принцип был сформулирован так:

"Die Gesetze, nach denen sich die Zustände der physikalischen Systeme ändern, sind unabhängig davon, auf welches von zwei relativ zueinander in gleichformiger Translationsbewegung befindlichen Koordinatensystemen diese Zustandsänderungen bezogen werden".

Принцип относительности в этой эйнштейновской формулировке справедлив для любой физической системы. Поэтому он должен быть справедлив также и для такой физической системы как хронометр (прибор для измерения времени). Заменяем поэтому в эйнштейновской формулировке принципа относительности понятие "физическая система" на понятие "хронометр". Получим утверждение:

"Законы, по которым изменяются состояния хронометра, не зависят от того, к которой из двух координатных систем, движущихся относительно друг друга равномерно и прямолинейно, эти изменения состояния относятся".

Но принцип относительности в эйнштейновской формулировке справедлив для изменения любого состояния такой физической системы как хронометр. А так как из всех возможных изменяющихся состояний прибора для измерения времени в теории пространства-времени нас прежде всего интересует такое изменяющееся состояние хронометра как показания хронометра, то мы вправе в приведенном выше утверждении заме-

нить понятие "состояния хронометра" на понятие "показание хронометра". Получим утверждение:

"Законы, по которым изменяются показания хронометра, не зависят от того, к которой из двух координатных систем, движущихся относительно друг друга равномерно и прямолинейно, эти изменения показаний относятся".

Из этого же утверждения следует, что принцип полного равноправия ИСО (принцип относительности) никакого "замедления времени" в движущихся ИСО не допускает. Вот это следствие из принципа полного равноправия ИСО (принципа относительности) мы и используем для нахождения закона распространения света в движущейся ИСО

$$c_u = c_0 \Psi(u), \quad (3.6)$$

где c_u – скорость света в вакууме движущейся ИСО; c_0 – скорость света в вакууме в покоящейся ИСО; $\Psi(u)$ – некоторая неизвестная функция, обладающая свойствами (3.4) и (3.5).

Пусть B_0 есть начало пространственной системы координат ИСО В, A_0 – начало координат ИСО А. Пусть источник света GB, покоящийся в точке B_0 , в момент времени $t' = 0$ посылает световой сигнал в направлении оси y' , перпендикулярной направлению движения ИСО А относительно ИСО В. Пусть на оси y' ИСО В на расстоянии y_0' от точки B_0 установлено зеркало B_1 , от которого этот световой сигнал отражается и возвращается в точку B_0 . Тогда (поскольку и источник света GB, и зеркало покоятся в ИСО В) этот световой сигнал распространяется в ИСО В со скоростью c_0 как при его движении из точки B_0 к зеркалу B_1 , так и при его движении от зеркала B_1 к точке B_0 , что показано на рис. 3.1а. Вследствие этого световой сигнал вернется в точку B_0 через промежуток времени

$$\Delta t' = \frac{2 \cdot y_0'}{c_0} \quad (3.7)$$

после излучения этого светового сигнала из точки B_0 . Рассмотрим теперь распространение этого же светового сигнала в ИСО А, относительно которой источник света GB и зеркало движутся вместе с ИСО В вправо со скоростью u .

Распространение света в двух движущихся друг относительно друга ИСО: а) в той системе отсчета, относительно которой источник света неподвижен, скорость света равна константе c_0 ; б) в той системе отсчета, относительно которой источник света движется, скорость света увеличивается до величины c_u .

В момент времени $t' = 0$ точки B_0 и A_0 совпадают друг с другом. Поэтому в ИСО А излучение этого светового сигнала происходит из точки A_0 . За то время, пока световой сигнал движется в ИСО В из точки B_0 к зеркалу B_1 , сама ИСО В, двигаясь со скоростью u относительно ИСО А, переместится на определенное расстояние. Поэтому отражение света от зеркала B_1 в ИСО А произойдет в точке N на рис. 3.1б. А за то время, пока световой сигнал движется в ИСО В от зеркала B_1 в точку B_0 , ИСО В тоже переместится на определенное расстояние и в тот момент времени, когда световой сигнал придет в ИСО В в точку B_0 , точка B_0 ИСО В будет совпадать с точкой М ИСО А.

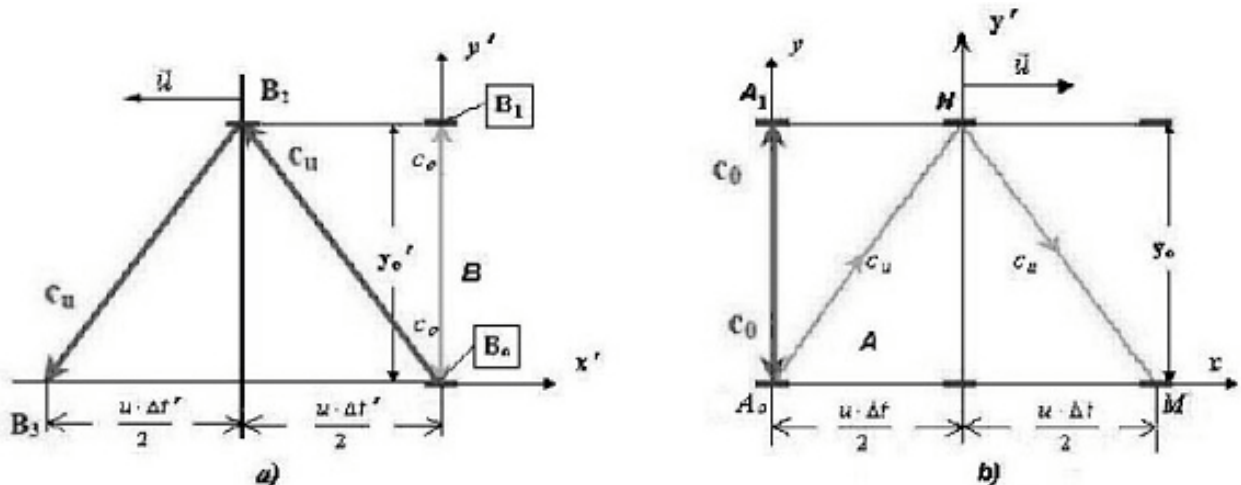


Рис. 3.1. Распространение света в двух движущихся друг относительно друга ИСО А и В:

а) в той инерциальной системе отсчета (ИСО) В, которая считается неподвижной (в которой источник света покоится в точке B_0) – в ней (в штрихованной ИСО) свет распространяется со скоростью c_0 вдоль оси y' от точки B_0 до зеркала B_1 и с такой же скоростью c_0 обратно – от B_1 до B_0 , другая инерциальная система отсчета (ИСО) А – движущаяся нештрихованная ИСО движется со скоростью u в направлении отрицательных значений координаты x' ИСО В, в ней свет распространяется со скоростью c_u вдоль отрез-

ков линий A_0N и NM (серый цвет);

б) в той ИСО А, которая считается движущейся со скоростью u относительно ИСО В в сторону отрицательных значений координаты x' ИСО А свет распространяется со скоростью c_u . Если источник света покоится в точке A_0 нештрихованной ИСО, то свет в нештрихованной ИСО А распространяется вдоль оси y до зеркала A_1 , находящегося на расстоянии y_0 от точки A_0 , и обратно в точку A_0 со скоростью c_0 . Другая ИСО В движется относительно ИСО А в сторону отрицательных значений координаты x' с той же по величине абсолютной скоростью. В этой движущейся ИСО свет распространяется со скоростью c_u (насыщенный черный цвет).

Вполне очевидно, что $A_0N = NM$. Очевидно также и то, что путь светового сигнала в ИСО А (равный длинам прямых линий A_0N и NM) будет большим, чем путь этого же светового сигнала в ИСО В (равный удвоенной длине линии B_0B_1).

Если обозначить через Δt промежуток времени между моментом излучения светового сигнала из точки A_0 и моментом приема этого светового сигнала в точке М ИСО А, то путь, проходимый световым сигналом в ИСО А от точки A_0 до точки М, можно определить по теореме Пифагора

$$s = 2\sqrt{y_0^2 + \left(\frac{u \cdot \Delta t}{2}\right)^2}. \quad (3.8)$$

Но в ИСО А и источник света, и зеркало движутся со скоростью u . Поэтому мы должны предположить, что скорость распространения этого светового сигнала в ИСО А вдоль прямых линий A_0N и NM определяется выражением (3.6). Вследствие этого промежуток времени Δt между моментом излучения светового сигнала в точке A_0 и моментом приема сигнала в точке М в ИСО А можно вычислить, разделив световой путь s , определяемый равенством (3.8), на скорость распространения света в ИСО А, определяемую выражением (3.6). Получим

$$\Delta t = 2 \cdot \frac{\sqrt{y_0^2 + \left(\frac{u \cdot \Delta t}{2}\right)^2}}{c_0 \cdot \Psi(u)}. \quad (3.9)$$

Определяя Δt из выражения (3.9), получим

$$\Delta t = \frac{2 \cdot y_0}{c_0 \cdot \sqrt{\Psi^2(u) - \frac{u^2}{c_0^2}}}. \quad (3.10)$$

Используем теперь полученное выше следствие из принципа полного равноправия инерциальных систем отсчета: "Законы, по которым изменяются показания хронометра, не зависят от того, к которой из двух координатных систем, движущихся относительно друг друга равномерно и прямолинейно, эти изменения показаний относятся".

В соответствии с этим следствием из принципа относительности если в точках A_0 и М ИСО А имеются синхронизированные друг с другом указанным выше образом хронометры, а в точке B_0 тоже имеется хронометр точно такой же конструкции, который в момент времени $t = t' = 0$ имеет одинаковые показания с хронометром, покоящимся в точке A_0 , то в момент приема светового сигнала в точке М хронометр, покоящийся в точке B_0 , должен иметь одинаковые показания с хронометром, покоящимся в точке М. Это означает, что в соответствии с этим следствием из принципа относительности мы имеем право приравнять друг другу правые части равенств (3.7) и (3.10), т. е. мы имеем право записать

$$\frac{2 \cdot y_0'}{c_0} = \frac{2 \cdot y_0}{c_0 \cdot \sqrt{\Psi^2(u) - \frac{u^2}{c_0^2}}}. \quad (3.11)$$

Чтобы продолжить рассуждения, нам необходимо показать, что поперечные размеры движущегося тела не зависят от скорости его движения.

Доказательство проведем методом "от противного" с использованием мысленного эксперимента с движущимися навстречу друг другу двумя простейшими плоскими телами: диском и кольцом, имеющими одинаковые внешние диаметры, при их движении вдоль общей оси симметрии, если их плоскости остаются при движении параллельными друг другу.

Во-первых, предположим, что поперечные размеры движущихся тел уменьшаются при увеличении скорости движения тел.

Тогда, если считать покоящимся телом кольцо, а движущимся телом – диск, согласно исходному предположению диаметр движущегося диска при достаточно большой скорости движения может стать меньшим

внутреннего диаметра кольца так, что при встрече диска с кольцом диск свободно пройдет сквозь отверстие в кольце и в дальнейшем оба тела продолжают движение неповрежденными, удаляясь друг от друга (см. рис. 3.2а).

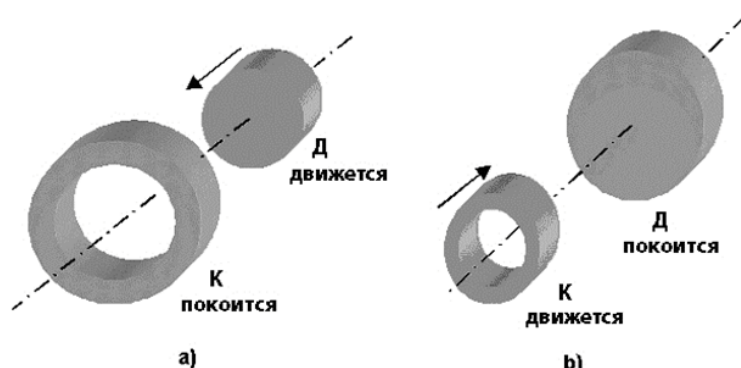


Рис. 3.2. Движущиеся тела изображены со стрелкой, показывающей направление движения, покоящиеся тела изображены без стрелки – они покоятся. Поперечные размеры тел не могут уменьшаться при увеличении скорости. Если поперечные размеры движущегося тела уменьшаются, то: а) если кольцо (К) покоится, а диск (Д) движется, после встречи диск и кольцо продолжают движение без повреждений; б) если диск (Д) покоится, а кольцо (К) движется, при встрече диск и кольцо разрушатся

Если же считать покоящимся телом диск, а движущимся телом – кольцо, то согласно исходному предположению наружный диаметр движущегося кольца станет меньшим диаметром диска и при встрече кольца с диском произойдет их столкновение и разрушение обоих тел (см. рис. 3.2б). Но так как в соответствии с принципом относительности любое из этих двух тел можно считать либо покоящимся, либо движущимся, то исходное предположение, что поперечные размеры движущихся тел уменьшаются при увеличении скорости движения тел, приводит к противоречию существования тел после их встречи. Ведь эти тела не могут одновременно и существовать, и не существовать. Это означает, что первое исходное предположение является ошибочным – поперечные размеры тел не могут уменьшаться при увеличении скорости их движения.

Во-вторых, предположим, что поперечные размеры движущихся тел увеличиваются при увеличении скорости движения.

Тогда, если считать покоящимся телом диск, а движущимся телом - кольцо, то согласно этому второму предположению внутренний диаметр движущегося кольца станет большим, чем наружный диаметр диска, что приведет к тому, что столкновения и разрушения обоих тел при их встрече не произойдет (см. рис.3.3а).

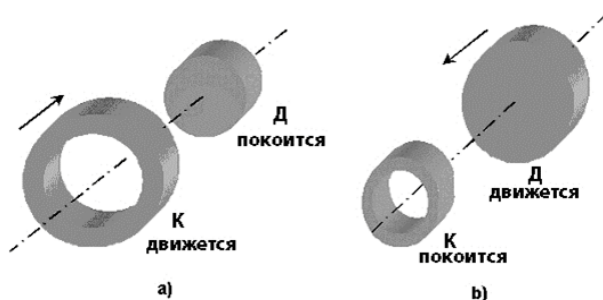


Рис. 3.3. Движущиеся тела изображены со стрелкой, покоящиеся тела изображены без стрелки. Поперечные размеры тел не могут увеличиваться при увеличении скорости. Если поперечные размеры движущегося тела увеличиваются, то: а) если диск (Д) покоится, а кольцо (К) движется, после встречи диск и кольцо продолжают движение без повреждений; б) если кольцо (К) покоится, а диск (Д) движется, при встрече диск и кольцо разрушатся

Если же считать покоящимся телом кольцо, а движущимся телом - диск, то согласно второму предположению при достаточно большой скорости наружный диаметры движущегося диска может стать большим внешнего диаметра кольца и при встрече кольца с диском столкновение и разрушение обоих тел неизбежно и в дальнейшем оба тела будут повреждены и перестанут существовать. Таким образом, и второе предположение, что поперечные размеры движущихся тел увеличиваются при увеличении скорости движения тел, приводит к противоречию существования тел после их встречи. Это означает, что и второе предположение ошибочно – поперечные размеры тел не могут увеличиваться при увеличении скорости.

Но если размеры движущихся тел и не увеличиваются, и не уменьшаются при увеличении скорости движения тел, то остается считать доказанным утверждение о том, что поперечные размеры движущихся тел не зависят от скорости движения тел.

Итак, согласно проведенному выше рассуждению мы можем считать доказанным, что входящие в формулу (3.11) величины y_0 и y_0' связаны друг с другом равенством

$$y_0' = y_0 \quad (3.12)$$

(поскольку поперечные размеры движущегося тела не могут зависеть от скорости движения тела).

Подставив теперь равенство (3.12) в выражение (3.11), получим

$$\Psi(u) = \sqrt{1 + \frac{u^2}{c_0^2}} \quad (3.13)$$

Подставляя выражение (3.13) в выражение (3.6), мы и получим закон (2.1) распространения света в движущейся ИСО, вытекающий из принципа полного равноправия ИСО (принципа относительности)

$$c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2} \quad (3.14)$$

Действительно, нетрудно убедиться, что функция (3.13) обладает свойствами (3.4) и (3.5), а равенства (2.13) и (2.14) при этом выполняются строго.

Зависимость (3.14) можно получить также и из инвариантности интервала ds^2 .

Пусть ИСО X', Y', Z', T' движется с постоянной скоростью V в направлении положительных значений координаты X не штрихованной ИСО X, Y, Z, T . Тогда выражение для квадрата интервала в декартовых координатах со штрихами будет определяться выражением

$$ds^2 = c_0^2 \cdot (dT')^2 - (dX')^2 - (dY')^2 - (dZ')^2 \quad (3.15)$$

Совершим над выражением (3.15) преобразование Галилея

$$t = T', \quad x = X' + V \cdot T', \quad y = Y', \quad z = Z' \quad (3.16)$$

Обратное преобразование имеет вид

$$T' = t, \quad X' = x - V \cdot t, \quad Y' = y, \quad Z' = z \quad (3.17)$$

Взяв дифференциалы от обеих частей равенств (3.17) и подставив их в выражение (3.15), получаем

$$ds^2 = c_0^2 \cdot (1 - V^2 / c_0^2) \cdot dt^2 + 2 \cdot V \cdot dx \cdot dt - dx^2 - dy^2 - dz^2 \quad (3.18)$$

Чтобы избавиться в правой части выражения (3.18) от перекрестного члена $dx dt$, выделим в ней полный квадрат. В результате интервал (3.18) принимает вид

$$ds^2 = \frac{c_0^2}{1 - \frac{V^2}{c_0^2}} \left[\left(1 - \frac{V^2}{c_0^2} \right) dt + \frac{V}{c_0^2} dx \right]^2 - \frac{dx^2}{1 - \frac{V^2}{c_0^2}} - dy^2 - dz^2 \quad (3.19)$$

Введем теперь новую скорость, совпадающую с составляющей четырехмерной скорости из СТО

$$u = \frac{V}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c_0^2}}} \quad (3.20)$$

а также новое время

$$T = t \cdot \left(1 - \frac{V^2}{c_0^2} \right) + \frac{V \cdot x}{c_0^2} \quad (3.21)$$

и новые координаты

$$X = \frac{x}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c_0^2}}}, \quad Y = y, \quad Z = z \quad (3.22)$$

Тогда выражение (3.19) для интервала в этих переменных будет иметь вид

$$ds^2 = \frac{c_0^2}{1 - \frac{V^2}{c_0^2}} \cdot dT^2 - dX^2 - dY^2 - dZ^2 \quad (3.23)$$

Чтобы интервал был инвариантным, выражение (3.23) должно иметь вид

$$ds^2 = c_u^2 \cdot dT^2 - dX^2 - dY^2 - dZ^2 \quad (3.24)$$

Переход от выражения (3.23) к выражению (3.24) можно осуществить, введя новую скорость света

$$c_u = \frac{c_0}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c_0^2}}} \quad (3.25)$$

Разрешив выражение (3.20) относительно скорости V , получим

$$V = \frac{u}{\sqrt{1 + \frac{u^2}{c_0^2}}} \quad (3.26)$$

Подставим теперь выражение (3.26) в формулу (3.25). Получим зависимость скорости света в движущейся ИСО от скорости движения ИСО

$$c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}, \quad (3.27)$$

совпадающую с формулами (3.14) или (2.1).

Зависимость $c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$, полученная впервые Раппе [70], дает возможность построить новую теорию пространства-времени, основанную на одном лишь принципе относительности (полного равноправия инерциальных систем отсчета). Но прежде, чем переходить к построению этой новой теории пространства-времени, необходимо убедиться в том, что все до сих пор проведенные эксперименты по проверке второго постулата Эйнштейна не противоречат существованию в реальной действительности зависимости (2.1).

Разделив обе части уравнения (3.26) на c_0 , получим

$$\frac{V}{c_0} = \frac{u}{c_0 \sqrt{1 + \frac{u^2}{c_0^2}}} \quad (3.28)$$

А теперь подставим формулу (3.27) в правую часть формулы (3.28). Получим

$$\frac{V}{c_0} = \frac{u}{c_u} \quad (3.29)$$

Подставив равенство (3.29) в формулу (3.25), получим

$$c_u = \frac{c_0}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c_u^2}}} \quad (3.30)$$

Вспомнив теперь про равенство (3.13), можем записать

$$\psi(u) = \sqrt{1 + u^2 / c_0^2} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c_0^2}}} \quad (3.31)$$

4. ПРЯМЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОВЕРКИ ВТОРОГО ПОСТУЛАТА ЭЙНШТЕЙНА НЕ ОПРОВЕРГАЮТ СУЩЕСТВОВАНИЕ КВАДРАТИЧНОЙ ЗАВИСИМОСТИ СКОРОСТИ СВЕТА ОТ СКОРОСТИ ИСТОЧНИКА

В настоящее время считается общепризнанным (см., например, [16], [21], что закон независимости скорости света от скорости источника (второй постулат Эйнштейна) надежно обоснован экспериментами, перечень которых приведен, например, в [14], [15], [16], [17], [18], [19], [22], [23], [24], [25], [26]. Поэтому, казалось бы, есть все основания заявить, что существование в реальной действительности зависимости физической скорости света в вакууме от скорости движения источника вида

$$c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2} \quad (4.1)$$

не подтверждается экспериментами. Но анализ каждого из этих экспериментов в отдельности показывает, что ни один из них не противоречит существованию в реальной действительности зависимости (4.1), а опровергают они лишь существование в реальной действительности зависимости скорости света от скорости источника, вытекающей из механики Ньютона и имеющей вид

$$c_u = c_0 + u \cdot \cos \alpha, \quad (4.2)$$

где α – угол между направлением распространения света и направлением вектора скорости источника.

При этом легко убедиться, что не опровержение зависимости (4.1) большинством из ранее проведенных экспериментов по проверке справедливости второго постулата Эйнштейна обусловлено двумя специфическими особенностями зависимости (4.1) по сравнению с зависимостью (4.2).

Первая из них заключается в том, что зависимость (4.1) мало чувствительна к небольшим (по сравнению с величиной c_0) скоростям движения источников. Действительно, даже при такой громадной по земным масштабам скорости движения источника как 30 км/с скорость излучаемого им света увеличивается в соответствии с формулой (4.1) всего лишь на 1,5 м/с. Учитывая же, что среднеквадратичная погрешность измерения самой величины c_0 в настоящее время равна 1,2 м/с [20, стр. 622], обнаружить существование зависимости (4.1) в земных экспериментах с малыми скоростями источников оказывается практически невозможным.

Вторая специфическая особенность зависимости (4.1) заключается в нечувствительности этой зависимости к направлению движения источника. Действительно, в формулу (4.1) не входит угол между направлением движения источника и направлением распространения света. Более того, согласно формуле (4.1) скорость света не зависит от знака скорости движения источника: удаляется ли источник от измерительного прибора, приближается ли к нему - измеряемая этим прибором скорость света от движущегося источника всегда будет больше величины c_0 . Это обусловлено тем, что функция (3.13) является четной возрастающей функцией своего аргумента - скорости движения источника.

Покажем теперь, что именно эти две особенности зависимости (4.1) являются главными причинами того, что к настоящему времени зависимость (4.1) и не подтверждена, и не опровергнута экспериментами по прямой проверке справедливости второго постулата Эйнштейна;

4.1. Анализ Де-Ситтера

Еще в 1914 году Де-Ситтер [72] проанализировал результаты астрономических наблюдений двойной звезды из созвездия Возничего с почти круговой орбитой (эксцентриситет эллипса равен 0,005) и средней скоростью движения 110 км/с и доказал, что зависимость вида (4.2) опровергается этими астрономическими наблюдениями, а если даже зависимость скорости света от скорости источника существует в природе и имеет вид

$$c_u = c_0 + k \cdot u, \quad (4.3)$$

где k – неизвестный коэффициент, то из этих астрономических наблюдений следует, что $k < 0,002$. Но ведь если в зависимости (4.1) квадратный корень разложить в ряд и ограничиться двумя первыми членами разложения, то получим

$$c_u = c_0 + 0,5 \cdot \frac{u}{c_0} \cdot u. \quad (4.4)$$

Это означает, что при небольших скоростях движения источников (по сравнению с константой c_0) зависимость (4.1) можно представить в виде выражения (4.3), в котором

$$k = 0,5 \cdot u / c_0 \quad (4.5)$$

Подставляя в формулу (4.5) среднюю скорость движения двойной звезды из созвездия Возничего $u = 110$ км/с, получим $k \approx 0,00018(3)$, т. е. на порядок меньше того значения, которое допускается астрономическими наблюдениями двойных звезд, проанализированных Де-Ситтером.

Следовательно, астрономические наблюдения двойных звезд, проанализированные Де-Ситтером, не противоречат существованию в природе квадратичной зависимости скорости света от скорости источника вида (4.1).

4.2. Эксперимент Майораны

Одной из первых попыток проверить справедливость второго постулата Эйнштейна в лабораторных условиях был эксперимент Майораны [73], [74], [75]. Этот эксперимент показал отсутствие в природе зависимости вида (4.2) по величине сдвига интерференционных полос в интерферометре Майкельсона с неравными плечами при замене неподвижного источника света на источник света, движущийся со скоростью около 80 м/с. Но, как заметил сам Майорана, полученный им результат нельзя считать вполне убедительным доказательством отсутствия зависимости скорости света от скорости источника. Обусловлено это тем, что в этом эксперименте фактически измерялась скорость света, прошедшего через светоделительную пластину и отразившегося от нее, вследствие чего свет может (из-за поглощения и последующего переизлучения квантов света веществом светоделительной пластины) приобрести скорость, равную c_0 , даже если какая-нибудь зависимость скорости света от скорости источника и существует в природе.

Аналогичное возражение можно высказать относительно доказательной силы и целого ряда других экспериментов по прямой проверке второго постулата Эйнштейна. Кроме того, как показал Фокс [76], [77], [78], молекулы воздуха тоже поглощают, а затем переизлучают кванты света, т. е. являются ретрансляторами света, и при обычном давлении достаточно слоя воздуха толщиной в 1 мм, чтобы сообщить большей части фотонов постоянную скорость c_0 . Поэтому во всех экспериментах, в которых на пути лучей света от движущегося источника устанавливались переизлучатели (зеркала или светоделительные пластины) или в которых луч света от движущегося источника распространялся в веществе (например, в воздухе), обнаружить какую-либо зависимость скорости света от скорости источника в принципе невозможно.

Следовательно, чтобы получить убедительные экспериментальные доказательства отсутствия или наличия в природе какой-либо зависимости скорости света от скорости источника, необходимо прежде всего исключить из процесса передачи электромагнитных колебаний от движущегося источника к измерительному прибору участие молекул любых веществ, покоящихся относительно измерительного прибора. На этом основании мы можем исключить из дальнейшего рассмотрения (даже не перечисляя их) все те эксперименты, в которых это требование не выполнено. Эксперименты, удовлетворяющие этому требованию, можно разделить на две группы: эксперименты в вакууме и эксперименты с гамма-квантами.

4.3. Эксперименты в вакууме

К экспериментам, проводившимся в вакууме, относятся:

- эксперимент Бабкока и Бергмана [79];
- эксперимент Бекмана и Мендикса [80];

В эксперименте [79] фактически повторялся эксперимент Кантора [86], который якобы подтвердил наличие в природе зависимости (4.2). Но в отличие от эксперимента Кантора в эксперименте [79] вся установка размещалась в вакууме, а путь светового луча был увеличен. Скорость движения источника света и эксперименте [79] была равна 50 м/с.

Получив в 240 раз меньшее смещение интерференционных полос, чем смещение, вытекающее из зависимости (4.2), Бабкок и Бергман сделали вывод, что зависимость (4.2) отсутствует в природе, а опыт Кантора ошибочен.

Что же касается зависимости (4.1), то возможность существования ее в природе Бабкок и Бергман не предусмотрели и эксперимент [79] в принципе не позволяет подтвердить или опровергнуть существование зависимости (4.1) в природе. Это обусловлено тем, что в эксперименте [79] сравнивалась скорость светового луча, излученного в направлении движения источника, со скоростью светового луча, излученного в направлении, противоположном направлению движения источника. В соответствии же с зависимостью (4.1) скорости обоих этих лучей света должны быть одинаковыми. Таким образом, эксперимент Бабкока и Бергмана [79] не в состоянии ни подтвердить, ни опровергнуть существование в природе квадратичной зависимости скорости света от скорости источника вида (4.1).

В эксперименте Бекмана и Мендикса [80], также проводившемся в вакууме, в качестве движущегося источника использовалось плоское зеркало, закрепленное на роторе гироскопа. В этом эксперименте фотографировалась интерференционная картина, образовавшаяся при наложении друг на друга луча света, отразившегося только от движущегося зеркала, с лучом света, отразившимся последовательно от движущегося зеркала и от неподвижного зеркала (зеркала Ллойда). Схема эксперимента приведена на рис. 4.1. При этом для облегчения измерения малого сдвига интерференционных полос, который мог бы образоваться при наличии в природе зависимости вида (4.2), на один полукадр фотопленки фотографировалась интерференционная картина, образовавшаяся при вращении ротора гироскопа с закрепленным на нем зеркалом в одну сторону, а на второй полукадр фотопленки (с небольшим перекрытием первого полукадра) фотографировалась интерференционная картина, образовавшаяся при вращении ротора гироскопа в противоположную сторону, но с той же самой по абсолютной величине угловой скоростью. Расстояние от движущегося зеркала, закрепленного на роторе гироскопа, до фотопленки, на которой формировалась интерференционная картина, в этом эксперименте было равным 4,25 м. Скорость вращения ротора гироскопа доводилась до величины, соответствующей линейной скорости движения зеркала 50 м/с.

Никакого смещения интерференционных полос в этом эксперименте не было обнаружено, что явилось убедительным доказательством отсутствия в природе зависимости вида (4.2).

Что же касается зависимости вида (4.1), то и этот эксперимент ее и не подтверждает, и не опровергает. Обусловлено это тем, что согласно зависимости (4.1) скорость света от движущегося источника не изменяет своей величины при изменении направления движения источника на противоположное. Чтобы получить убедительное доказательство наличия или отсутствия зависимости вида (4.1), в этом эксперименте необходимо было бы на первый полукадр фотопленки фотографировать интерференционную картину, образующуюся при вращении зеркала с максимально возможной скоростью, а на второй полукадр - при вращении зеркала с угловой скоростью, в сотни раз меньшей максимально возможной, при одновременном увеличении расстояния между движущимся зеркалом и фотопленкой.

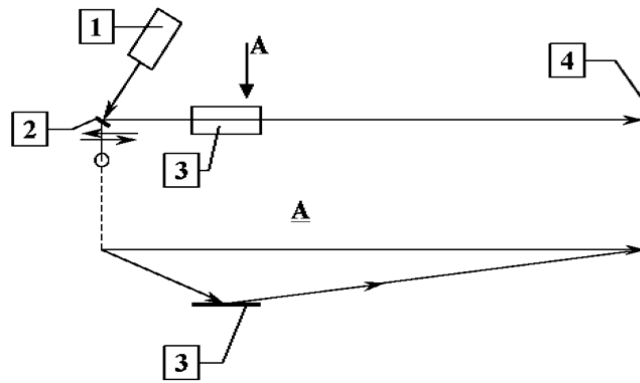


Рис. 4.1. Схема эксперимента Бекмана и Мендикса [80].

(1 – источник света; 2 – зеркало, закрепленное на роторе гироскопа, 3 – зеркало Ллойда, 4 – фотопластина)

Нетрудно показать, что убедительные экспериментальные доказательства наличия или отсутствия в природе зависимости вида (4.1) можно получить в интерференционном эксперименте с движущимся зеркалом только при условии

$$L \geq 2 \cdot \lambda \cdot \Delta \cdot \frac{c_0^2}{u_m^2}, \quad (4.6)$$

где L – расстояние между движущимся зеркалом и фотопленкой;

λ – длина волны используемых для формирования интерференционной картины электромагнитных колебаний;

u_m^2 – квадрат максимально возможной линейной скорости движения зеркала, закрепленного на роторе гироскопа;

$\Delta > 0,1$ – относительный сдвиг (в длинах волн) интерференционных полос, при котором этот сдвиг удастся надежно зафиксировать.

Например, при $u_m = 300$ м/с, $\lambda = 0,3$ мкм и $\Delta = 0,1$ из формулы (4.5) получим $L > 60$ км. В эксперименте же [80] это расстояние было равным всего лишь 4,25 м. Следовательно, эксперимент [80] тоже и не подтверждает, и не опровергает существования зависимости (4.1) в реальной действительности.

В других экспериментах с движущимися зеркалами расстояние, проходимое светом в вакууме, не превышало 100 м, а скорость движения зеркала не превышала 300 м/с. Вследствие этого эти эксперименты не удовлетворяют условию (4.5) и не обладают доказательной силой в отношении квадратичной зависимости вида (4.1). Основная причина – малая скорость движения источника.

4.4. Эксперименты с гамма-квантами

В настоящее время считается, что поскольку гамма-кванты слабо поглощаются воздухом, то они распространяются сквозь воздух так, что молекулы воздуха не принимают участия в передаче гамма-квантов из одной точки пространства в другую путем их поглощения и последующего переизлучения. Это обстоятельство позволяет проводить эксперименты с движущимися источниками гамма-квантов не в вакууме, а при обычном атмосферном давлении воздуха, что значительно облегчает осуществление экспериментов. Кроме этого, источникам гамма-квантов можно придать значительно большие скорости движения, чем зеркалам. А это позволяет использовать для фиксации результатов опытов уже не явление интерференции, а время пролета гамма-квантами фиксированного расстояния, что также значительно облегчает осуществление экспериментов.

К экспериментам с гамма-квантами относятся:

– эксперимент Альвагера, Нильссона и Кйеллмана [81], [82];

– эксперимент Саде [83];

– эксперимент Филлипаса и Фокса [84];

– эксперимент Альвагера, Фарлея, Кйеллмана и Уоллина [85], проведенный на Женевском ускорителе протонов.

4.4.1. Эксперимент с альфа-частицами Альвагера, Нильссона и Кйеллмана [81], [82]

В эксперименте [81], [82] мишени из углерода C^{12} и кислорода O^{16} бомбардировались альфа-частицами с кинетической энергией 14 МэВ, ускоренными в циклотроне. В результате бомбардировки получались возбужденные ядра с некоторой скоростью отдачи. Возбужденные ядра углерода успевают излучить гамма-кванты до своей остановки, обладая скоростью $0,018 \cdot c_0$, измеренной по доплеровскому смещению частоты. Ядра же кислорода излучают гамма-кванты после остановки (доплеровское смещение частоты обнаружено не было). Излученные гамма-кванты принимались двумя детекторами гамма-квантов. Первый детектор располагался на

расстоянии 1 метр от мишеней, а второй - на одной линии с первым на расстоянии 5 м от мишеней. Мишени располагались на расстоянии 30 см друг от друга и их можно было достаточно быстро менять местами.

В этом эксперименте измерялись моменты попадания гамма-квантов в каждый из детекторов и рассчитывалась величина

$$\Delta = \{[(\tau_2^O - \tau_1^O) - (\tau_2^C - \tau_1^C)] - [(t_2^O - t_1^O) - (t_2^C - t_1^C)]\}, \quad (4.7)$$

где τ_1, τ_2 – измеренные моменты попадания гамма-квантов в первый и второй детекторы (соответственно) в том случае, когда альфа-частицы сначала попадают в мишень из кислорода, а затем – в мишень из углерода; t_1, t_2 – измеренные моменты попадания гамма-квантов в первый и второй детекторы (соответственно) в том случае, когда альфа-частицы сначала попадают в мишень из углерода, а затем – в мишень из кислорода, причем верхний индекс показывает, каким из ядер испущен гамма-квант, момент попадания которого в детектор фиксируется.

Если же определить моменты попадания гамма-квантов в детекторы по известному расстоянию между детекторами и по предполагаемым скоростям движения гамма-квантов, вместо выражения (4.7) получим

$$\Delta = 2 \cdot s \cdot \left(\frac{1}{c_0} - \frac{1}{c_u} \right), \quad (4.7a)$$

где $s = 4$ м – расстояние между первым и вторым детекторами гамма-квантов;

c_0 – скорость гамма-квантов, испускаемых покоящимися ядрами кислорода;

c_u – скорость гамма-квантов, испускаемых движущимися ядрами углерода.

Подставив выражение (4.3) в формулу (4.7a), получим

$$\Delta = \frac{2 \cdot s \cdot k \cdot u}{c_0^2}, \quad (4.8)$$

где $u = 0,018 c_0$ – скорость движения ядер углерода;

$k = 1$ - если в реальной действительности существует зависимость $c_u = c_0 + u \cdot \cos \alpha$;

k определяется выражением (4.4) - если в реальной действительности существует зависимость (4.1)

вида $c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$.

Подставляя в выражение (4.8) численные значения величин и $k = 1$, получим значение $\Delta_{(4.2)} = 0,5 \cdot 10^{-9}$ секунд, соответствующее существованию в реальной действительности зависимости (4.2)

вида $c_u = c_0 + u \cdot \cos \alpha$.

Подставляя в выражение (4.8) численные значения величин и значение k из выражения (4.5), получим значение $\Delta_{(2.1)} = 0,5 \cdot 10^{-11}$ секунд, соответствующее существованию в реальной действительности зависимости

(2.1) вида $c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$.

Рассчитанная по формуле (4.6) и измеренным в эксперименте [81], [82] моментам попадания гамма-квантов в детекторы величина $\Delta_{\text{эксп}}$ после статистической обработки оказалась равной $\Delta_{\text{эксп}} = (0,2 \pm 0,2) \cdot 10^{-9}$ секунд.

Таким образом, вследствие того, что $\Delta_{\text{эксп}} = 0,2 \cdot 10^{-9}$ секунд $< \Delta_{(4.2)} = 0,5 \cdot 10^{-9}$ секунд, эксперимент [81], [82] доказывает отсутствие в реальной действительности зависимости (4.2) вида $c_u = c_0 + u \cdot \cos \alpha$.

Что же касается зависимости (2.1) вида $c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$, то эксперимент [81], [82] ее тоже и не подтверждает, и не опровергает. Это обусловлено тем, что среднеквадратичная погрешность измерения величины $\Delta_{\text{эксп}}$, равная в этом эксперименте 0,2 наносекунды, на два порядка превышала значение $\Delta_{(2.1)} = 0,5 \cdot 10^{-11}$ секунд,

вытекающее из зависимости (2.1) вида $c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$.

Эксперимент [81], [82] имеет еще один недостаток - гамма-кванты, попадающие во второй детектор, проходят сквозь вещество первого детектора. Поэтому можно предположить, что попадающие во второй детектор гамма-кванты являются не первичными, излученными в мишенях, а вторичными гамма-квантами, переизлученными веществом первого детектора. Если этот эффект имеет место в реальной действительности, то эксперимент [81], [82] не имеет доказательной силы также и по отношению к зависимости скорости света от скорости источника (4.2) вида $c_u = c_0 + u \cdot \cos \alpha$.

4.4.2. Эксперимент Саде [83] с позитронами

В эксперименте Саде [83] пучок позитронов направлялся на мишень толщиной 1мм из органического стекла, в которой происходила аннигиляция позитронов с электронами атомов органического стекла. Образовавшиеся при аннигиляции два гамма-кванта в системе центра масс позитрона и электрона разлетаются под

углом 180° , а в лабораторной системе отсчета - под меньшим углом, зависящим от импульса позитрона. В эксперименте [83] два детектора гамма-квантов располагались на одинаковом расстоянии (равном 60 см) от мишени по направлениям, составлявшим углы в 20° и 135° с направлением полета позитронов. При таких условиях детекторы фиксировали только те гамма-кванты, которые образовывались при строго определенной скорости движения центра масс системы "электрон - позитрон", равной порядка $0,6 \cdot c_0$. Специальная электронная схема позволяла измерять разницу во времени регистрации гамма-квантов этими двумя детекторами с точностью $0,2 \cdot 10^{-9}$ секунд. В пределах ошибок измерений никакой разницы во времени регистрации гамма-квантов в эксперименте [83] не было зарегистрировано, в то время как при существовании зависимости (4.2) вида $c_u = c_0 + u \cdot \cos \alpha$ между моментами попадания гамма-квантов в детекторы должен был наблюдаться временной промежуток порядка $0,2 \cdot 10^{-9}$ секунд. Таким образом, эксперимент Саде [83] надежно подтвердил отсутствие в природе зависимости (4.2) вида $c_u = c_0 + u \cdot \cos \alpha$.

Что же касается зависимости (2.1) вида $c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$, то эту зависимость эксперимент Саде [83] не опровергает и в принципе опровергнуть не может (даже при увеличении точности измерений разницы во времени регистрации гамма-квантов детекторами на несколько порядков). Это обусловлено тем, что согласно зависимости $c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$ скорость света зависит только от абсолютной величины (модуля) вектора скорости источника, но не зависит от угла между векторами скорости источника и скорости гамма-квантов. В самом деле, если зависимость $c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$ существует в природе, то гамма-кванты должны попасть в детекторы одновременно, если они были испущены одновременно из точки, равноудаленной от детекторов.

4.4.3. Эксперимент Филлипаса и Фокса [84]

Точно по такой же причине в принципе не может опровергнуть существование в реальной действительности зависимости $c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$ и эксперимент [84], в котором проверялась одновременность попадания гамма-квантов (рождавшихся при распаде нейтральных пи-мезонов) в детекторы, равноудаленные от той точки, в которой гамма-кванты рождались. Но отсутствие в реальной действительности зависимости $c_u = c_0 + u \cdot \cos \alpha$ эксперимент [84] доказывает с высокой степенью достоверности.

4.4.4. Эксперимент Альвагера, Фарлея, Кйеллмана и Уоллина [85]

В эксперименте [85], который был осуществлен на Женевском протонном синхротроне, измерялась скорость гамма-квантов, рождавшихся при распадах нейтральных пи-мезонов. Генерирование нейтральных пи-мезонов производилось бомбардировкой неподвижной бериллиевой мишени протонами, имевшими после ускорения импульс, равный $19,2 \text{ ГэВ}/c_0$. В эксперименте использовались гамма-кванты, летящие под углом около 6° к направлению полета протонов. На пути гамма-квантов, вылетающих из бериллиевой мишени, устанавливались два отклоняющих магнита вблизи бериллиевой мишени и один отклоняющий магнит на расстоянии около 50 м от бериллиевой мишени. Эти магниты предназначались для отклонения заряженных частиц, рождавшихся при бомбардировке протонами мишени, с траектории полета гамма-квантов. Перед третьим отклоняющим магнитом на траектории гамма-квантов располагался свинцовый коллиматор диаметром 5 мм. После третьего отклоняющего магнита гамма-кванты проходили сквозь окно в бетонной стене, которая имела толщину около 6 м, и попадали в детектор гамма-квантов, в состав которого входили установленные друг за другом:

- большой сцинтилляционный детектор;
- пластина свинца толщиной 4 мм;
- малый сцинтилляционный детектор;
- черенковский детектор.

Большой сцинтилляционный детектор служил для исключения регистрации заряженных частиц методом антисовпадений. Пластина свинца толщиной 4 мм предназначалась для превращения гамма-квантов высоких энергий в электрон-позитронные пары. Малый сцинтилляционный детектор регистрировал рождавшиеся в свинцовой пластине электрон-позитронные пары. Момент появления импульса на выходе малого сцинтилляционного детектора принимался за момент попадания гамма-кванта в этот составной детектор. Черенковский детектор служил для отбора гамма-квантов с энергией свыше 6 ГэВ.

Измерение скорости гамма-квантов в эксперименте [85] осуществлялось времяпролетным методом при помощи одного детектора гамма-квантов. Только один детектор гамма-квантов использовался в эксперименте [85] для того, чтобы устранить возможные возражения о том, что попадающие во второй детектор гамма-кванты являются гамма-квантами, переизлученными веществом первого детектора (покоящимся относительно второго детектора), а не гамма-квантами, излученными движущимся с большой скоростью источником.

Чтобы обеспечить измерение скорости гамма-квантов время-пролетным методом при помощи лишь одного детектора гамма-квантов, в эксперименте [85] использовался эффект группирования ускоряемых в протонном синхротроне протонов в компактные сгустки. Эти сгустки протонов бомбардировали бериллиевую ми-

шень с периодом 105 наносекунд, причем время бомбардировки мишени одним сгустком протонов составляло несколько наносекунд. Для сохранения сгустковой структуры ускоряемого пучка протонов на время порядка 100 миллисекунд (в каждом цикле ускорения), в течение которого сгустки неоднократно бомбардировали мишень, частота ускоряющего электромагнитного поля ускорителя поддерживалась постоянной и равной $9,53220 \pm 0,00005$ МГц.

Для реализации времяпролетного метода измерения скорости гамма-квантов при помощи одного детектора в эксперименте [85] этот детектор можно было помещать в любую точку участка траектории гамма-квантов длиной порядка 32 м, расположенного за окном в бетонной стене. При этом изменялось расстояние от бериллиевой мишени до детектора гамма-квантов. А скорость гамма-квантов при их движении от одного положения детектора (в точке А) до другого положения детектора (в точке В) в эксперименте [85] измерялось следующим образом. Электрические импульсы с выхода малого сцинтилляционного детектора, возникавшие практически в момент попадания гамма-квантов в свинцовую пластину составного детектора гамма-лучей, подавались в качестве стартовых импульсов на преобразователь "временной интервал - амплитуда импульса". В качестве стоповых импульсов время-амплитудного преобразователя использовались импульсы, синхронизированные с переменным ускоряющим напряжением с частотой 9,53220 МГц.

Промежуток времени между стартовыми и стоповыми импульсами превращался в амплитуду импульса, которая измерялась многоканальным амплитудным анализатором.

Фактически в эксперименте [85] измерялся промежуток времени

$$\Delta t = (t_M + t_{delay}) - (t_M + \frac{s}{c_u}) = t_{delay} - \frac{s}{c_u}, \quad (4.9)$$

где t_M – момент рождения гамма-кванта в мишени при бомбардировке мишени протонами;

t_{delay} – промежуток времени между моментом рождения гамма-кванта в мишени и моментом подачи стопового импульса на время-амплитудный преобразователь (время задержки);

s – расстояние от бериллиевой мишени до детектора;

c_u – искомая скорость гамма-квантов, испускаемых движущимся источником.

При этом в эксперименте [85] сначала измерялась величина Δt_1 , соответствующая расстоянию s_A от мишени до детектора гамма-квантов, установленного в положение А,

$$\Delta t_1 = t_{delay} - \frac{s_A}{c_u}, \quad (4.10)$$

а затем расстояние от мишени до детектора плавно увеличивалось до такого значения s_B , при котором промежуток времени

$$\Delta t_2 = t_{delay} + T - \frac{s_B}{c_u} \quad (4.11)$$

был бы равен промежутку времени Δt_1 с погрешностью δt

$$t_{delay} - \frac{s_A}{c_u} = t_{delay} + T - \frac{s_B}{c_u} + \delta t, \quad (4.12)$$

где $T = 1/f$ - период облучения бериллиевой мишени протонными сгустками.

Из выражения (4.12) можно получить формулу для вычисления значения скорости света от движущегося источника

$$c_u = \frac{s_B - s_A}{\delta t + T} = \frac{\Delta s}{\delta t + \frac{1}{f}}, \quad (4.13)$$

где Δs – расстояние между двумя фиксированными положениями детектора (в точках А и В).

В эксперименте [85] при $\Delta s = 31,45$ м, $\delta t = 0$, а также $f = 9,53220 \pm 0,00005$ МГц было получено

$$c_u = (2,9977 \pm 0,0004) \cdot 10^8 \text{ м/с}. \quad (4.14)$$

Для контроля полученного результата детектор из положения А удалялся на расстояние $h = 4,5$ м в сторону от мишени. При этом измерялась величина

$$\Delta t_3 = t_{delay} - \frac{s_A + h}{c_u}, \quad (4.15)$$

где $h = 4,5$ м.

Из положения В детектор также приближался к мишени на $h = 4,5$ м. При этом измерялась величина

$$\Delta t_4 = t_{delay} + T - \frac{s_B - h}{c_u}. \quad (4.16)$$

Для величин

$$\Delta t_1 - \Delta t_2 = \frac{h}{c_u}, \quad \Delta t_3 - \Delta t_4 = \frac{h}{c_u}$$

в эксперименте [85] было получено значение $15 \cdot 10^{-9}$ секунд, согласующееся со значением скорости света от движущегося источника (4.14). На этом основании авторы эксперимента [85] сделали вывод, что если скорость света от движущегося источника и зависит от скорости источника по формуле (4.2), то из эксперимента [85] следует, что $k = (-3 \pm 13) \cdot 10^{-5}$. А это фактически означает, что эксперимент [85] противоречит существованию в природе зависимости (2.1) вида $c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$. Ведь источник гамма-квантов в эксперименте [85] по мнению его авторов двигался со скоростью $0,99975 \cdot c_u$ и по формуле (4.5), вытекающей из зависимости $c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$, следовало ожидать, что $k = 0,5$. Предвидя возможные возражения против доказательной силы своего эксперимента, авторы [85] проанализировали (с использованием теории поглощения Фокса [76] – [78]) и отвергли заметное влияние на полученные ими результаты эффекта переизлучения гамма-квантов покоящимся относительно детектора веществом, сквозь которое гамма-кванты проходят в эксперименте [85] от момента своего рождения в мишени до попадания в детектор (бериллиевая мишень, окно вакуумной камеры ускорителя, слой воздуха толщиной около 60 м).

Но против доказательной силы эксперимента [85] можно выдвинуть ряд возражений, на которые в статье [85] ответов найти не удастся.

Во-первых, в статье [85] нет абсолютно никаких доказательств того, что гамма-кванты, скорость которых измерялась, были испущены именно движущимися с огромной скоростью нейтральными пи-мезонами. В тексте статьи авторы даже мысли не допускают, что гамма-кванты, скорость которых измеряется, могут быть испущены а каком-нибудь другом процессе, происходящем при бомбардировке бериллиевой мишени протонами. Они безапелляционно заявляют, что попадающие в детектор гамма-кванты испущены именно движущимися со скоростью $0,99975 \cdot c_0$ нейтральными пи-мезонами. Читателям же остается лишь верить на слово авторам (доказательств-то ведь в статье нет никаких).

Между тем известно, что при бомбардировке мишени протонами могут происходить (наряду с распадами нейтральных пи-мезонов на два гамма-кванта) и другие процессы, сопровождающиеся излучением из мишени гамма-квантов высоких энергий. К таким процессам можно, например, отнести:

а) реакции, называемые радиационным захватом протона, при которых ядро атома мишени захватывает протон, в результате чего образуется составное ядро в возбужденном состоянии, которое переходит в нормальное состояние путем испускания гамма-кванта [27, с. 284];

б) реакция [28, стр. 503]



в) реакция [29, стр. 285]



г) реакция [30, стр. 308]



д) тормозное излучение заряженных частиц, рождающихся при бомбардировке мишени протонами. Спектр образующихся при этом гамма-квантов – сплошной, с максимальной энергией, равной кинетической энергии тормозящихся частиц (см. [28, стр. 405-406]).

Во всех этих (а может быть и в некоторых других) процессах рождаются гамма-кванты высоких энергий, причем скорость источника гамма-квантов в каждом из этих процессов может быть равной (или близкой) нулю.

Поэтому те гамма-кванты, скорость которых измерялась в эксперименте [85], могли испускаться совсем не движущимися с огромными скоростями нейтральными пи-мезонами, а источниками, покоящимися относительно детектора гамма-квантов.

Во-вторых, в статье [85] не разъясняется назначение свинцового коллиматора, установленного перед третьим отклоняющим магнитом. В статье указывается только, что этот свинцовый коллиматор имел диаметр 5 мм. Но ни назначение, ни конструкция его в статье [85] не приведены.

Если это свинцовая труба с внутренним диаметром 5 мм, то, если судить по масштабу к приведенному в статье [85] рисунку, труба эта имела длину порядка 2 м. Тогда гамма-кванты, попадающие в детектор, могли оказаться не первичными гамма-квантами, излученными движущимся с большой скоростью источником, а вторичными гамма-квантами, переизлученными внутренней поверхностью трубы свинцового коллиматора и имеющими скорость c_0 (поскольку коллиматор был неподвижен относительно детектора гамма-лучей).

В самом деле, при диаметре мишени 1 мм и при диаметре коллиматора 5 мм, расположенного на расстоянии порядка 50 м от мишени, угол, под которым гамма-лучи падают на внутреннюю поверхность трубы коллиматора, будет составлять порядка 10^{-4} радиан. А это означает, что расстояние между проекциями ядер атомов кристаллической решетки свинца на плоскость, перпендикулярную направлению полета гамма-квантов, будет в 10^{-4} раз меньшим фактического расстояния между ядрами атомов в кристаллической решетке свинца вдоль внутренней поверхности трубы коллиматора (это обусловлено тем, что при малых углах α скольжения

луча кристаллическая решетка с периодом d действует как решетка с периодом $d \sin \alpha$ [31, стр. 136]. Тогда при среднем расстоянии между ядрами атомов в кристаллической решетке свинца, равном $5 \cdot 10^{-10}$ м (см. [31, стр. 459]), расстояние между проекциями центров ядер атомов на перпендикулярную к направлению полета гамма-квантов плоскость будет порядка 10^{-14} м, в то время как диаметр ядра атома свинца тоже имеет порядок 10^{-14} м [32, стр. 46]. Это означает, что все попадающие на внутреннюю стенку трубы свинцового коллиматора гамма-кванты будут отражаться от нее как от сплошной стенки из ядерного вещества.

Поэтому если даже в эксперименте [85] гамма-кванты испускались движущимися со скоростью $0,99975 \cdot c_0$ нейтральными пи-мезонами, отразившись от внутренней стенки трубы свинцового коллиматора, они приобретали скорость c_0 .

Если же гамма-кванты после коллиматора движутся со скоростью c_0 , то вместо выражения (4.9) будет справедлива формула

$$\Delta t = (t_M + t_{delay}) - (t_M + \frac{R_K}{c_u} + \frac{s - R_K}{c_0}) = t_{delay} - \frac{R_K}{c_u} - \frac{s - R_K}{c_0}, \quad (4.20)$$

где R_K – расстояние от мишени до коллиматора, а остальные обозначения те же, что и в формуле (4.9). Вместо формулы (4.10) будет справедлива формула

$$\Delta t_1 = t_{delay} - \frac{R_K}{c_u} - \frac{s_A - R_K}{c_0}, \quad (4.21)$$

вместо формулы (4.11) будет справедлива формула

$$\Delta t_2 = t_{delay} + T - \frac{R_K}{c_u} - \frac{s_B - R_K}{c_0}, \quad (4.22)$$

вместо формулы (4.12) будет справедлива формула

$$t_{delay} - \frac{R_K}{c_u} - \frac{s_A - R_K}{c_0} = t_{delay} + T - \frac{R_K}{c_u} - \frac{s_B - R_K}{c_0}, \quad (4.23)$$

вместо формулы (4.13) будет справедлива формула

$$c_0 = \frac{s_B - s_A}{\delta t + T} = \frac{\Delta s}{\delta t + \frac{1}{f}}. \quad (4.24)$$

А это означает, что если из коллиматора вылетают гамма-кванты, имеющие скорость c_0 , то в эксперименте [85] измерялась скорость света от неподвижного источника (в покоящейся ИСО).

В-третьих, некоторые из физиков (например, Кантор [86, стр. 245]) подвергали сомнению справедливость утверждения о том, что гамма-кванты не переизлучаются ядрами атомов вещества, располагающегося на пути гамма-квантов (бериллиевая мишень, окно вакуумной камеры ускорителя, слой воздуха толщиной около 60 м). Кантор [86] считал, что это утверждение не имеет экспериментального обоснования для гамма-лучей, а является экстраполяцией на область гамма-лучей теоретических положений Фокса [78, стр. 967], справедливых (как считает Кантор) только для видимого света. Но даже и для видимого света трудно найти экспериментальное подтверждение того, что кванты электромагнитных колебаний, слабо поглощаемые атомами и молекулами воздуха, не переизлучаются этими атомами и молекулами.

Итак, вследствие; указанных причин эксперимент [85] не может рассматриваться как надежное доказательство отсутствия зависимости вида $c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$ в реальной действительности.

Следовательно, ни один из проведенных ранее экспериментов по проверке справедливости второго постулата Эйнштейна не опровергает существования в природе квадратичной зависимости физической скорости света в вакууме от скорости источника вида $c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$. Они надежно доказывают лишь отсутствие в природе зависимости вида $c_u = c_0 + u \cos \alpha$. Это означает, что необходимо найти и провести такой эксперимент, который смог бы надежно подтвердить или опровергнуть существование в природе зависимости вида $c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$. А до проведения такого эксперимента зависимость $c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$ необходимо рассматривать как гипотезу, не противоречащую ни принципу полного равноправия инерциальных систем отсчета, ни результатам экспериментов по лабораторной проверке справедливости второго постулата Эйнштейна, ни астрономическим наблюдениям за двойными звездами с почти круговой орбитой, проанализированным Де-Ситтером. Рассмотрим поэтому, к каким эффектам приведет зависимость $c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$ в том случае, когда двойные звезды движутся не по круговым, а по эллиптическим орбитам с большим эксцентриситетом.

5. КВАДРАТИЧНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ СВЕТА ОТ СКОРОСТИ ИСТОЧНИКА НЕ ОПОВЕРГАЕТСЯ АСТРОНОМИЧЕСКИМИ НАБЛЮДЕНИЯМИ

5.1. О пространственном группировании квантов света в космосе при переменной скорости движения источника света

Рассмотрим, к каким изменениям в астрономических наблюдениях двойных звезд приведет существование в природе квадратичной зависимости скорости света от скорости источника вида $c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$.

При этом мы будем предполагать, что в природе выполняется принцип Ферма – основной принцип геометрической оптики, утверждающий в простейшей форме, что действительный путь света соответствует экстремальному времени распространения света [34]. В том смысле, что и в покоящейся ИСО свет распространяется со скоростью, равной скорости распространения света в движущейся ИСО и что, таким образом, скорость распространения света зависит от скорости движения источника по формуле $c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$.

Максимальная скорость звезды u_p (скорость в периастре) при движении по эллипсу с эксцентриситетом e отличается от минимальной скорости звезды u_A (скорость в апоастре) весьма значительно [33]

$$\frac{u_p}{u_A} = \frac{1+e}{1-e} = m, \quad (5.1)$$

где e – эксцентриситет эллипса.

Например, при $e = 0,99$ из этой формулы получим $m = 199$. Но скорость света, излучаемого звездой, находящейся в периастре, при существовании в природе зависимости $c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$ будет отличаться от скорости света, излучаемого звездой, находящейся в апоастре, весьма незначительно. Например, при $e = 0,99$, а также $u_A = 3 \cdot 10^4$ м/с получим

$$\frac{c_{u_p}}{c_{u_A}} - 1 = 2 \cdot 10^{-4}, \quad (5.2)$$

где c_{u_p} – скорость света, излученного источником, движущимся со скоростью u_p ;

c_{u_A} – скорость света, излученного источником, движущимся со скоростью u_A .

Но громадные астрономические расстояния от Земли до двойной звезды могут привести к возникновению для земного наблюдателя необычных эффектов даже при незначительных изменениях скорости света. Рассмотрим для простоты астрометрическую двойную звезду, т. е. такую систему из двух звезд, одна из которых не излучает свет в видимом диапазоне волн. Пусть A – это апоастр той звезды, которая излучает свет в видимом диапазоне волн, а P – периастр этой звезды. Тогда, если в природе существует квадратичная зависимость скорости света от скорости источника вида $c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$, свет, излученный этой звездой в момент времени t_A , когда звезда находилась в апоастре, придет к земному наблюдателю, находящемуся на расстоянии R от этой двойной звезды, в момент времени

$$\tau_A = t_A + \frac{R}{c_0 \sqrt{1 + u_A^2 / c_0^2}}, \quad (5.3)$$

где u_A – скорость звезды в апоастре, а свет, излученный звездой в момент времени $t_p = t_A + \frac{T_0}{2}$ (где T_0 – истинный период обращения звезды по эллиптической траектории, т. е. тот период обращения, который измерил бы наблюдатель, находящийся вблизи рассматриваемой двойной звезды), когда звезда находилась в периастре, придет к земному наблюдателю в момент времени

$$\tau_p = t_p + \frac{R}{c_0 \sqrt{1 + u_p^2 / c_0^2}}, \quad (5.4)$$

где u_p – скорость звезды в периастре (см. рис. 5.1).

Свет же, излученный звездой в момент времени $t_{A_2} = t_A + T_0$, т. е. в момент времени, когда звезда снова окажется в апоастре, придет к земному наблюдателю в момент времени

$$\tau_{A_2} = t_{A_2} + \frac{R}{c_0 \sqrt{1 + u_{A_2}^2 / c_0^2}}. \quad (5.5)$$

В формулах (5.3), (5.4) и (5.5) мы для простоты считаем, что расстояние от Земли до апоастра двойной звезды равно расстоянию от Земли до периастра двойной звезды и равно расстоянию от Земли до любой точки эллиптической траектории двойной звезды.

Это справедливо в том случае, когда R очень велико, плоскость эллиптической орбиты двойной звезды перпендикулярна линии, соединяющей Землю с центром масс двойной звезды, и центр масс двойной звезды не движется относительно Земли.

Из выражений (5.3), (5.4) и (5.5) следует, что если для земного наблюдателя точки А (апоастро) и Р (периастро) эллипса не сливаются в одну точку, то земной наблюдатель должен увидеть, что на перемещение звезды из точки А эллипса в точку Р эллипса звезде потребуется промежуток времени

$$T_1 = \tau_p - \tau_A \approx 0,5 \cdot T_0 - \frac{0,5 \cdot R \cdot (u_p^2 - u_A^2)}{c_0^3}, \quad (5.6)$$

а на перемещение из точки Р эллипса обратно в точку А эллипса звезде потребуется промежуток времени

$$T_2 = \tau_{A_2} - \tau_p \approx 0,5 \cdot T_0 + \frac{0,5 \cdot R \cdot (u_p^2 - u_A^2)}{c_0^3}. \quad (5.7)$$

Из формул (5.6) и (5.7) следует, что чем дальше от Земли находится двойная звезда (чем больше R на рис. 5.1), тем, при прочих равных условиях, меньше величина T_1 и тем больше величина T_2 . Например, при $R = D_0$ (см. рис. 5.1) окажется, что $T_1 = 0$, а $T_2 = T_0$. Из формул (5.6) и (5.7) следует, что это произойдет при

$$D_0 = \frac{T_0 c_0}{u_p^2 / c_0^2 - u_A^2 / c_0^2}. \quad (5.8)$$

Равенство нулю величины T_1 из формулы (5.6) означает, что тот свет, который звезда излучала, находясь в апоастре, приходит к удаленному наблюдателю одновременно со светом, который звезда стала излучать спустя половину периода своего обращения по орбите, находясь в периастре (на рис. 5.1 это точка, находящаяся на удалении D_0 от начала координат).

К удаленному наблюдателю, находящемуся на удалении D_0 от двойной звезды, свет, испущенный звездой на протяжении полупериода обращения звезды $0,5T_0$ при её движении из апоастро в периастр с увеличивающейся во времени скоростью, приходит в течение небольшого промежутка времени, значительно меньшего величины полупериода обращения звезды по эллиптической траектории. Наблюдатель воспринимает этот свет как грандиозную вспышку яркости звезды вследствие того, что свет, который звезда испускала в течение многих лет (например, в течение нескольких тысяч лет), приходит к наблюдателю за счет эффекта пространственного группирования световых квантов почти одновременно (например, в течение нескольких месяцев). При этом удаленный на очень большое расстояние от двойной звезды наблюдатель не различает точку апоастро от точки периастро – ему кажется, что свет приходит из одной точки космоса.

Действительно, пусть за период T_0 обращения двойная звезда излучает во всех направлениях энергию W . Тогда при неподвижной звезде, находящейся на удалении R от земного наблюдателя, плотность потока мощности излучения на Земле была бы постоянной во времени и равной

$$P_0 = \frac{W}{4 \cdot \pi \cdot R^2(0,5 \cdot T_0)}. \quad (5.9)$$

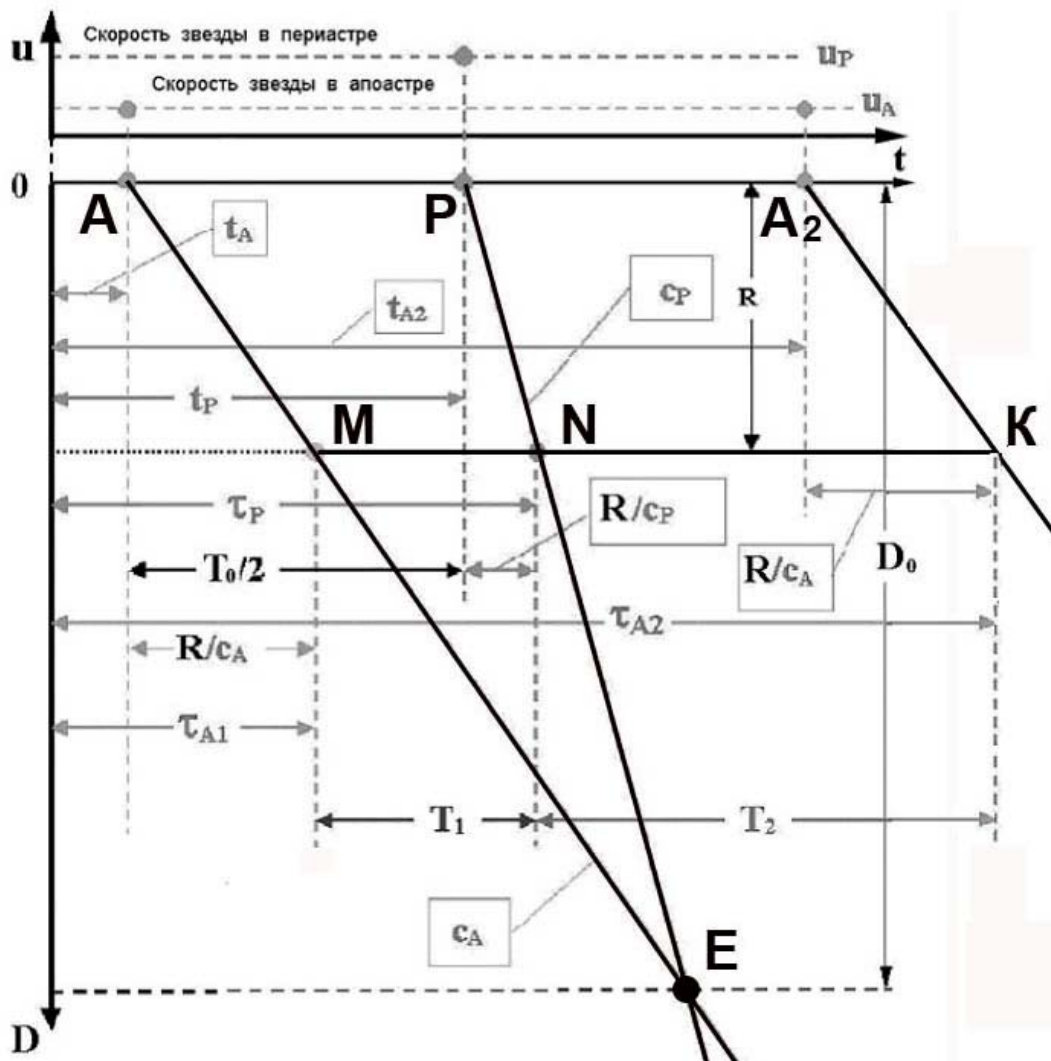


Рис. 5.1. Распространение в космосе света, испущенного звездой, перемещающейся по эллиптической траектории, при наличии в природе квадратичной зависимости скорости света от скорости источника

Но если энергия, которую звезда излучила за половину периода, двигаясь с увеличивающейся во времени скоростью по дуге эллипса из апоцентра в перицентр, принимается земным наблюдателем в течение времени $\Delta t \ll T_0$, то плотность потока мощности в течение времени Δt станет равной (при равномерном распределении мощности на промежутке времени Δt)

$$P_1 \approx \frac{0,5 \cdot W}{4 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot \Delta t} \quad (5.10)$$

Другая же часть энергии, излучаемой звездой в течение полупериода её обращения при ее замедленном движении из перицентра обратно в апоцентр, будет приниматься земным наблюдателем в течение времени $(T_0 - \Delta t)$. Поэтому плотность потока мощности излучения звезды в течение этого промежутка времени будет равна

$$P_2 \approx \frac{0,5 \cdot W}{4 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot (T_0 - \Delta t)} \quad (5.11)$$

Тогда

$$\frac{P_1}{P_2} \approx \frac{T_0 - \Delta t}{\Delta t} \gg 1 \quad (5.12)$$

Следовательно, для земного наблюдателя такая звезда должна испытывать периодические вспышки (с периодом, равным периоду T_0 обращения звезды по эллиптической траектории).

Исследование этого процесса на ЭВМ методом моделирования (см. [64, стр. 243 - 297]) показывает, что действительно при кеплеровском движении звезды наблюдаются грандиозные вспышки яркости звезды с периодом T_0 , причем вспышка будет тем большей, чем большим оказывается период T_0 обращения звезды (см. Рис. 5.2).

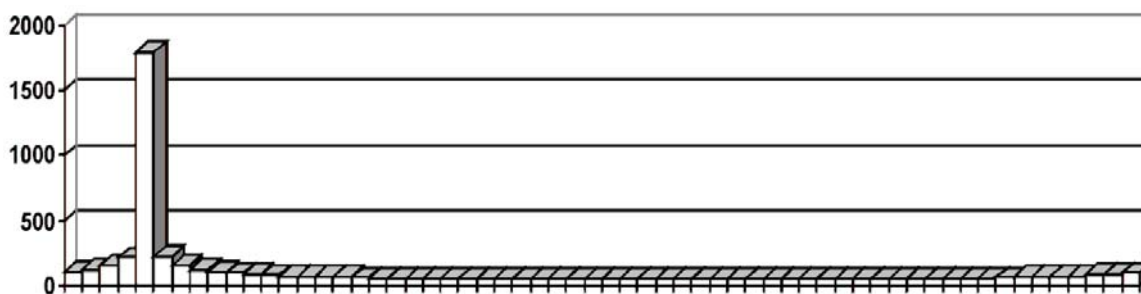


Рис. 5.2. Вспышка двойной звезды (на протяжении периода T_0 обращения звезды), обусловленная квадратичной зависимостью скорости света от скорости источника

Но периодически вспыхивающие звезды с таким свойством давно уже известны. Это так называемые "новые" звезды, причем установлено, что новые звезды действительно являются двойными звездами и за время между вспышками новая звезда излучает примерно столько же энергии, сколько высвобождает при вспышке [35].

Моделирование на ЭВМ показывает также, что если расстояние до двойной звезды меньше некоторой величины, то наблюдатель видит такую двойную звезду (если точки А и Р по-прежнему не различаются) как цефеиду - звезду с периодическим плавно изменяющимся блеском (см. рис. 5.3).

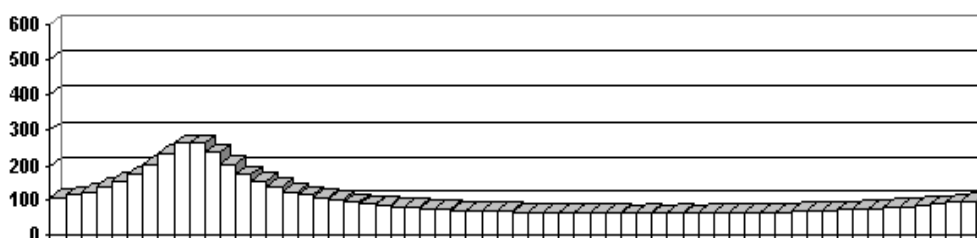


Рис. 5.3. Плавное изменение блеска двойной звезды (на протяжении периода обращения звезды), обусловленное квадратичной зависимостью скорости света от скорости источника

Предположение о том, что цефеиды являются двойными звездами, впервые было выдвинуто А. А. Белопольским в начале XX века. Но в те времена трудно было объяснить причину изменения блеска двойных звезд. Поэтому это предположение в то время и не нашло поддержки у научной общественности [36, стр. 97-100].

Таким образом, астрономические наблюдения за двойными звездами, перемещающимися по эллиптическим траекториям, не противоречат существованию в реальной действительности квадратичной зависимости скорости света от скорости источника вида $c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$. Скорее их можно рассматривать как косвенное подтверждение существования в природе этой зависимости.

5. 2. Квадратичная зависимость скорости света как объяснение многих астрономических явлений

Если квадратичная зависимость (2.1) скорости света от скорости движения источника вида $c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$ существует в природе, появляется возможность дать новое истолкование многим астрономическим явлениям.

В приведенных ниже таблицах 5.1 (а), (б) и (в) (как они получены - см. [64, стр. 243 - 275]) показано изменение отношения блеска звезды в момент вспышки к среднему значению блеска звезды за период ее обращения по кеплеровской орбите (параметр N_{max}/N_{av}) в зависимости от расстояния до звезды (параметр R/D_0 , где R - расстояние до звезды, D_0 - определяется по формуле (5.8)) и эксцентриситета e эллипса (при трех значениях эксцентриситета, равных 0,6 и 0,2 и 0,02) при трех различных периодах обращения звезды по кеплеровской орбите (4 суток, 20 суток и 41 сутки).

Таблица 5.1 (а)

$T_0 = 3,6 \cdot 10^5 \text{ с} \approx \text{сутки}; V_0 = 4 \cdot 10^{-4} c_0; \Delta t = 3 \text{ секунды}; \Delta \tau = 300 \text{ секунд}$			
R/D_0	Эксцентриситет e		
	0,6	0,2	0,02
	N_{max}/N_{av}		
0,3	24,70	2,17	1,90
0,5	17,36	9,54	4,68
0,7	18,12	40,10	46,77
0,9	21,21	28,14	31,57

1,1	20,44	32,14	27,16
1,3	28,97	21,64	24,48
1,5	20,06	27,69	21,99
1,7	23,25	23,32	17,90
1,9	24,84	28,99	23,87
2,0	20,24	23,10	15,90
2,3	27,20	17,44	19,60
2,8	30,50	18,64	15,45

Таблица 5.1 (б)

$T_0 = 1,8 \cdot 10^6 \text{ с} \approx 20 \text{ суток}; V_0 = 4 \cdot 10^{-4} c_0; \Delta t = 3 \text{ секунды}; \Delta \tau = 300 \text{ секунд}$			
R/D ₀	Эксцентриситет e		
	0,6	0,2	0,02
	Nmax/Nav		
0,3	36,99	2,17	1,90
0,5	57,35	9,59	4,69
0,7	60,54	66,57	123,07
0,9	45,32	64,18	55,15
1,1	58,34	50,67	64,16
1,3	45,38	68,62	54,32
1,5	60,56	46,95	48,18
1,7	52,63	49,15	50,56
1,9	68,83	48,73	47,37
2,0	69,08	59,70	49,48
2,3	43,26	56,69	47,87
2,8	74,91	37,52	38,26

Таблица 5.1. (в)

$T_0 = 3,6 \cdot 10^6 \text{ с} \approx 41 \text{ суток}; V_0 = 4 \cdot 10^{-4} c_0; \Delta t = 3 \text{ секунды}; \Delta \tau = 300 \text{ секунд}$			
R/D ₀	Эксцентриситет e		
	0,6	0,2	0,02
	Nmax/Nav		
0,3	57,26	2,17	1,90
0,5	79,28	9,59	4,69
0,7	84,14	113,99	161,77
0,9	90,42	78,52	95,14
1,1	68,92	100,62	99,40
1,3	90,57	72,85	60,64
1,5	80,58	82,52	57,72
1,7	76,09	98,07	59,20
1,9	91,63	59,58	55,27
2,0	91,61	68,03	64,66
2,3	84,54	65,58	66,09
2,8	104,47	74,85	50,98

Из этих таблиц видно, что:

1) При увеличении расстояния до звезды блеск звезды в момент вспышки сначала монотонно увеличивается (например, при $e = 0,02$ и периоде обращения в 41 сутки величина Nmax/Nav монотонно увеличивается от 1,19 при R/Do = 0,1 до 161,77 при R/Do = 0,7), а по мере дальнейшего увеличения расстояния до звезды ее блеск в момент вспышки колеблется, то уменьшаясь, то увеличиваясь.

2) При увеличении периода обращения звезды ее блеск в момент вспышки возрастает (при прочих одинаковых условиях). Например, при эксцентриситете 0,2 при $T_0 = 4$ суткам Nmax/Nav = 60,84, при $T_0 = 20$ суткам Nmax/Nav = 97,97, а при $T_0 = 41$ суткам Nmax/Nav = 175,73.

3) При уменьшении эксцентриситета эллиптической орбиты блеск звезды в момент вспышки увеличивается.

4) Блеск звезды в период вспышки имеет первый локальный экстремум в районе расстояния R/D₀ = 0,6 ... 0,7.

5.2.1. Сверхновые звезды

Анализ результатов моделирования (см. [64, стр. 243-275]) показывает, что, начиная с определенного расстояния (см. рис. П2.43 здесь [64, стр. 268]), на периоде обращения звезды возникает вторая вспышка. С увеличением расстояния до звезды временное расстояние между двумя вспышками увеличивается. Но обе вспышки имеют примерно одинаковую величину. Обращает на себя внимание также и различный характер уменьшения яркости звезды после достижения каждого из двух максимумов. Если посмотреть на рис. 5.3 (этот же рисунок см. здесь [64, стр. 268] как рис. П2.44), можно увидеть, что после первого максимума яркость звезды очень резко уменьшается, а после второго максимума яркость звезды уменьшается сравнительно медленно (этот же характер изменения яркости звезды можно видеть и на рис. П2.47, П2.48, П2.49 здесь [64, стр. 269-270]).

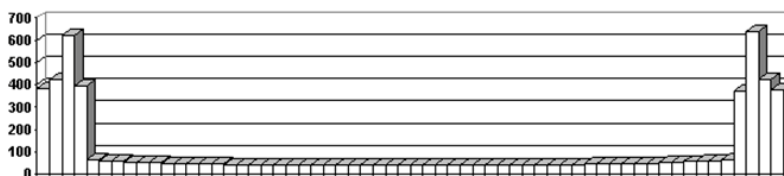


Рис.5.3. Пример двух вспышек яркости двойной звезды на протяжении одного периода обращения

Это позволяет предположить, что так называемые сверхновые первого и второго типов представляют собой просто-напросто либо первую, либо вторую вспышки на периоде обращения звезды.

5.2.2. Пульсары

Анализ результатов моделирования (см. [64, стр. 276-297]) показывает, что так называемые пульсары тоже получают объяснение с позиций существования квадратичной зависимости скорости света от скорости источника. Анализ показывает, что пульсации излучения, известные нам как пульсары, возникают только при движении звезды с увеличивающейся во времени скоростью. При движении звезды с уменьшающейся скоростью пульсаций не возникает. Это объясняет эффект исчезновения пульсаций пульсаров. До тех пор, пока звезда движется с увеличивающейся скоростью, пульсации существуют. Когда звезда начинает двигаться с уменьшающейся во времени скоростью, пульсации отсутствуют. В табл. 5.2 приведена зависимость периода пульсаций пульсара в зависимости от эксцентриситета эллиптической орбиты двойной звезды. В табл. 5.3 приведена зависимость периода пульсаций от расстояния до двойной звезды.

Таблица 5.2

Эксцентриситет e	Период, секунды
0,9	$5,126 \cdot 10^{-5}$
0,8	$8,111 \cdot 10^{-4}$
0,7	$3,757 \cdot 10^{-3}$
0,6	$8,111 \cdot 10^{-3}$
0,5	$3,125 \cdot 10^{-2}$
0,4	$3,125 \cdot 10^{-2}$
0,3	$6,250 \cdot 10^{-2}$
0,2	$1,25 \cdot 10^{-1}$
0,1	$2,5 \cdot 10^{-1}$
$9 \cdot 10^{-2}$	$2,5 \cdot 10^{-1}$
$9 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-1}$
$9 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-1}$
$9 \cdot 10^{-5}$	$2,5 \cdot 10^{-1}$
$9 \cdot 10^{-6}$	$2,5 \cdot 10^{-1}$
$9 \cdot 10^{-7}$	1
$9 \cdot 10^{-8}$	8
$9 \cdot 10^{-9}$	128
$9 \cdot 10^{-10}$	1024
$9 \cdot 10^{-11}$	4096

Таблица 5.3

R/D ₀	1	2	4	6	8	10	20
Период, секунд	$5,126 \cdot 10^{-5}$	$3,757 \cdot 10^{-3}$	$3,125 \cdot 10^{-2}$	$6,25 \cdot 10^{-2}$	$1,25 \cdot 10^{-1}$	$2,5 \cdot 10^{-1}$	1

Из табл. 5.2. видно, что чем меньше эксцентриситет эллиптической орбиты звезды, тем больше период пульсаций. Из таб. 5.3. видно, что чем больше расстояние до двойной звезды, тем больше период пульсаций.

5.2.3. Красное смещение спектров далеких звезд и микроволновое фоновое излучение

Если зависимость $c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$ существует в реальной действительности, появляется возможность дать новое истолкование как космологическому красному смещению спектров далеких галактик, которое возрастает с увеличением расстояния до галактик, так и "реликтовому" излучению.

Действительно, во Вселенной, строго говоря, нет одиночных звезд. Все звезды более или менее тесно связаны друг с другом. Под действием взаимных влияний они движутся друг относительно друга, то ускоряясь, то замедляясь. В среднем интервалы времени ускоренного и интервалы времени замедленного движения равны друг другу (для наблюдателей, располагающихся вблизи каждой из звезд). Но для удаленного наблюдателя вследствие зависимости скорости света от скорости источника вида $c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$ интервалы времени ускоренного движения "сжимаются" (см. формулу (5.6) для T_1), а интервалы времени замедленного движения "растягиваются" (см. формулу (5.7) для T_2). Вследствие этого, чем более далекие области космического пространства мы рассматриваем при астрономических наблюдениях, тем больше вероятность того, что мы наблюдаем свет, испущенный в интервалы времени замедленного движения звезд. А световые кванты, испущенные в интервалы времени замедленного движения звезд, будут иметь тем большую длину волны, чем больше расстояние до той звезды, которой они излучены (если в природе существует зависимость $c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$). В самом деле, если "начало" светового кванта излучено при большей скорости звезды, чем "конец" кванта, то чем дальше световой квант движется, тем на большее расстояние убегает "начало" кванта от "конца" кванта (ведь при замедленном движении источника квантов и при существовании зависимости $c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$ скорость движения "начала" кванта будет большей скорости движения "конца" кванта).

Вследствие этого световые кванты, излученные в интервалы времени замедленного движения звезд, тем больше "растягиваются" (тем больше увеличивается их длина волны), чем дальше они движутся. При этом эффект "растяжения" кванта, испущенного источником, движущимся с замедлением, приводит к тому, что для различных линий одного и того же спектра одинаково не изменение длины волны, а отношение этого изменения к самой длине волны.

Действительно, если квант света с длиной волны λ_0 в момент времени, когда только закончилось излучение, содержит n_0 колебаний, то в этот момент времени "длина" такого кванта вдоль направления его распространения будет равна $L_0 = n_0 \cdot \lambda_0$. Тогда (если зависимость $c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$ существует в природе) на расстоянии R от места излучения длина такого кванта вдоль направления распространения будет равна

$$L = L_0 + \frac{(c_1 - c_2) \cdot R}{c_0} \quad (5.13)$$

где c_1 , c_2 – скорости движения "начала" и "конца" кванта, соответственно. Тогда, поскольку число n_0 при движении кванта измениться не может, длина волны этого кванта на расстоянии R будет равна

$$\lambda = \frac{L}{n_0} = \lambda_0 \cdot \left[1 + \frac{(c_1 - c_2) \cdot R}{c_0 \cdot L_0} \right]. \quad (5.14)$$

Из этой же формулы следует, что

$$\frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} = \frac{(c_1 - c_2) \cdot R}{c_0 \cdot L_0} \quad (5.15)$$

Следовательно, эффект "растяжения" кванта приводит именно к такому изменению длины волны различных линий спектра, которое и наблюдается в реальной действительности. Так можно объяснить красное смещение спектров далеких галактик, не привлекая гипотезу о расширении Вселенной.

Если же световые кванты излучены в полупериоды ускоренного кеплеровского движения звезды, то в этом случае "конец" кванта движется быстрее, чем "начало" кванта. Вследствие этого до тех пор, пока "конец" кванта догонит "начало" кванта, такой квант как бы сжимается (уменьшается длина волны его электромагнитных колебаний). При этом для удаленного наблюдателя "сжимаются" и сами полупериоды ускоренного кеплеровского движения звезды (см. формулу (5.6) для T_1). Если зависимость $c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$ существует в реальной действительности, эффект "сжатия" квантов света может быть причиной всплесков рентгеновских и гамма-лучей, регистрируемых астрономами.

До какой степени возможно уменьшение длины волны квантов электромагнитного излучения вследствие эффекта "сжатия", в настоящее время не ясно. Но если рассуждать чисто формально, то на определенном расстоянии от звезды, движущейся ускоренно, "конец" кванта перегонит "начало" кванта и при дальнейшем

движении кванта длина его волны неограниченно увеличивается. Это означает, что для весьма удаленных звезд как кванты, излученные в полупериоды замедленного кеплеровского движения звезд, так и кванты, излученные в полупериоды ускоренного кеплеровского движения звезд, подвергаются эффекту "растяжения", причем столь значительному, что они переходят из диапазона оптических волн в диапазон радиоволн. Действительно, из формулы (5.15) следует, что если выражение $(c_1 - c_2)$ не равно нулю точно, то при увеличении R отношение $(\lambda - \lambda_0) / \lambda_0$ может стать как угодно большим.

Так зависимость $c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$ позволяет объяснить существование микроволнового фонового ("реликтового") излучения. При существовании этой зависимости "реликтовое" излучение оказывается суммарным излучением всех звезд Вселенной. При этом вполне естественное объяснение получают все свойства "реликтового" излучения: и высокая степень изотропности и низкая температура, и близкий к чернотельному характер спектра. Такое объяснение реально наблюдающегося красного смещения спектров далеких звездных скоплений, увеличивающегося с увеличением расстояний до звездных скоплений, позволяет также вполне естественно объяснить отсутствие фотометрического парадокса Ольберса без введения гипотезы о том, что чем дальше от нас находится звезда, тем с большей скоростью она от нас удаляется.

Появление нового объяснения красного смещения спектров далеких галактик и реликтового излучения дает возможность отказаться от экстравагантной гипотезы (очень похожей на божественный акт сотворения мира) о конечном времени существования Вселенной (порядка 10 - 20 млрд. лет), которая входит в противоречие с возрастом земных горных пород [37, стр. 79] и о конечности Вселенной в пространстве.

Таким образом, не только лабораторные эксперименты по проверке справедливости второго постулата Эйнштейна, рассмотренные в разделе 4, но также и астрономические наблюдения не противоречат гипотезе о существовании в природе зависимости скорости света от скорости источника вида $c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$. Наоборот, некоторые астрономические наблюдения можно рассматривать как косвенное подтверждение существования в природе этой зависимости. Поэтому целесообразно выявить те изменения в теории пространства-времени, к которым приведет экспериментальное обнаружение квадратичной зависимости скорости света от скорости источника вида $c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$. Ведь если ни эксперимент, ни теория не противоречат существованию в природе этой зависимости, то эта зависимость может реально существовать в природе (какой бы маловероятной эта возможность кое-кому ни казалась в настоящее время).

6. ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КООРДИНАТ И ВРЕМЕНИ ПРИ НЕИНВАРИАНТНОЙ СКОРОСТИ СВЕТА

Если скорость света в движущейся инерциальной системе отсчета (ИСО) не равна скорости света c_0 в покоящейся ИСО, а зависит от скорости u движения движущейся ИСО относительно покоящейся ИСО по формуле $c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$, то известные преобразования Лоренца окажутся не строгими, а лишь приближенными преобразованиями координат и времени событий от одной ИСО к другой ИСО, справедливыми только для не слишком больших скоростей относительного движения ИСО, при которых зависимостью скорости света от скорости движения ИСО можно пренебречь. Тогда сразу же возникает вопрос, а каковы точные преобразования координат и времени событий от одной ИСО к другой, согласующиеся с законом распространения света в движущейся ИСО вида $c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$.

Ответ на этот вопрос проще всего удастся получить при выводе преобразований координат и времени методом А. А. Логунова [4, стр. 27 - 29].

Рассмотрим те же две движущиеся друг относительно друга инерциальные системы отсчета А и В, которые мы рассматривали в разделе 3. Пусть ИСО В со штрихованными координатами (x', y', z', t') является покоящейся ИСО, а ИСО А с нештрихованными координатами (x, y, z, t) движется со скоростью u в отрицательном направлении оси x' инерциальной системы отсчета В.

Тогда в ПОКОЯЩЕЙСЯ инерциальной системе отсчета В свет имеет скорость c_0 , а в ДВИЖУЩЕЙСЯ со скоростью u инерциальной системе отсчета А, свет этот распространяется со скоростью, определяемой выражением $c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$. Вследствие этого выражение для интервала в галилеевых координатах ДВИЖУЩЕЙСЯ инерциальной системы отсчета А имеет вид

$$ds^2 = c_u^2 \cdot dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2, \quad (6.1)$$

где c_u определяется выражением $c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$.

Совершим над выражением (6.1) преобразования Галилея

$$x'' = x - u \cdot t, \quad t'' = t, \quad y'' = y, \quad z'' = z. \quad (6.2)$$

Для этого запишем преобразования, обратные (6.2)

$$x = x'' + u \cdot t'', \quad t = t'', \quad y = y'', \quad z = z''. \quad (6.3)$$

где x, y, z, t – галилеевы координаты события в инерциальной системе отсчета А.

Взяв дифференциалы от обеих частей равенств (6.3) и подставив dx, dy, dz, dt в выражение для интервала (6.1), получим

$$ds^2 = c_u^2 \cdot (dt'')^2 \cdot (1 - u^2 / c_u^2) - 2 \cdot u \cdot dx'' \cdot dt'' - (dx'')^2 - (dy'')^2 - (dz'')^2. \quad (6.4)$$

От возникшего в выражении (6.4) перекрестного члена $dx'' \cdot dt''$ можно избавиться. Для этого выделим в выражении (6.4) полный квадрат. В результате интервал (6.4) примет вид

$$ds^2 = c_0^2 \cdot \left[\psi(u) \cdot dt'' \cdot (\sqrt{1 - u^2 / c_u^2}) - \frac{u \cdot dx''}{c_0 \cdot c_u \cdot \sqrt{1 - u^2 / c_u^2}} \right]^2 - \frac{(dx'')^2}{1 - u^2 / c_u^2} - (dy'')^2 - (dz'')^2, \quad (6.5)$$

где $\psi(u) = \frac{1}{\sqrt{1 - u^2 / c_u^2}} = \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$, т. е. определяется выражением (3.31). Теперь введем новое время

$$t' = \psi(u) \cdot t'' \cdot \sqrt{1 - u^2 / c_u^2} - \frac{u \cdot x''}{c_0 \cdot c_u \cdot \sqrt{1 - u^2 / c_u^2}} \quad (6.6)$$

и новые координаты

$$x' = \frac{x''}{\sqrt{1 - u^2 / c_u^2}}, \quad y' = y'', \quad z' = z''. \quad (6.7)$$

Тогда выражение (6.5) принимает вид

$$ds^2 = c_0^2 \cdot (dt')^2 - (dx')^2 - (dy')^2 - (dz')^2. \quad (6.8)$$

Но выражение (6.8) есть выражение для интервала в галилеевых координатах ПОКОЯЩЕЙСЯ инерциальной системы отсчета В.

Следовательно, применив последовательно преобразования (6.2) и преобразования (6.6)-(6.7), мы от интервала (6.1) в ДВИЖУЩЕЙСЯ инерциальной системе отсчета А перешли к интервалу (6.8) в ПОКОЯЩЕЙСЯ инерциальной системе отсчета В. Это означает, что, подставляя выражения (6.2) в выражения (6.6) и (6.7), мы получим преобразования координат и времени событий от ДВИЖУЩЕЙСЯ инерциальной системы отсчета А к ПОКОЯЩЕЙСЯ инерциальной системе отсчета В

$$c_0 \cdot t' = \gamma \cdot (c_u \cdot t - \beta \cdot x), \quad x' = \gamma \cdot (x - \beta \cdot c_u \cdot t), \quad y' = y, \quad z' = z. \quad (6.9)$$

где $\beta = \frac{u}{c_u}, \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}}, \quad c_u = c_0 \sqrt{1 + \frac{u^2}{c_0^2}}.$

Разрешив преобразования (6.9) относительно нештрихованных координат и времени, получим преобразования

$$c_u \cdot t = \gamma \cdot (c_0 \cdot t' + \beta \cdot x'), \quad x = \gamma \cdot (x' + \beta \cdot c_0 \cdot t'), \quad y = y', \quad z = z'. \quad (6.10)$$

где $\beta = \frac{u}{c_u}, \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}}, \quad c_u = c_0 \sqrt{1 + \frac{u^2}{c_0^2}}.$

Выражения (6.9) и (6.10) являются прямыми и обратными преобразованиями координат и времени событий от одной ИСО к другой ИСО для того частного случая, когда ПОКОЯЩЕЙСЯ является штрихованная ИСО В, а движущейся является нештрихованная ИСО А.

Если ввести в рассмотрение четырехмерные радиус-векторы [38, с. 114]

$$\vec{R}' \begin{pmatrix} x'_1 & x'_2 & x'_3 & x'_4 \\ x' & y' & z' & i \cdot c_0 \cdot t' \end{pmatrix}, \quad (6.11)$$

а также

$$\vec{R} \begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ x & y & z & i \cdot c_u \cdot t \end{pmatrix} \quad (6.12)$$

(покоящейся является штрихованная ИСО, а движущейся является нештрихованная ИСО), то преобразования (6.9) и (6.10) приобретают вид, соответственно:

$$x_1' = \gamma \cdot (x_1 - \beta \cdot x_4), \quad x_2' = x_2, \quad x_3' = x_3, \quad x_4' = \gamma \cdot (x_4 - \beta \cdot x_1); \quad (6.9a)$$

$$x_1 = \gamma \cdot (x_1' + \beta \cdot x_4'), \quad x_2 = x_2', \quad x_3 = x_3', \quad x_4 = \gamma \cdot (x_4' + \beta \cdot x_1'). \quad (6.10a)$$

Из одного внешнего вида уравнений (6.9a) и (6.10a) видно, что они обладают такими же групповыми свойствами как и преобразования Лоренца из специальной теории относительности. Потому что преобразования (6.9a) и (6.10a) совпадают с преобразованиями Лоренца, записанными в четырехмерных обозначениях.

Аналогичным образом можно показать, что если ПОКОЯЩЕЙСЯ является нештрихованная ИСО А, а ДВИЖУЩЕЙСЯ является штрихованная ИСО В, то прямые и обратные преобразования координат и времени любого события от одной инерциальной системы отсчета к другой имеют вид

$$c_0 \cdot t = \gamma \cdot (c_u \cdot t' + \beta \cdot x'), \quad x = \gamma \cdot (x' + \beta \cdot c_u \cdot t'), \quad y = y', \quad z = z', \quad (6.11)$$

$$c_u \cdot t' = \gamma \cdot (c_0 \cdot t - \beta \cdot x), \quad x' = \gamma \cdot (x - \beta \cdot c_0 \cdot t), \quad y' = y, \quad z' = z, \quad (6.12)$$

$$\text{где } \beta = \frac{u}{c_u}, \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}}, \quad c_u = c_0 \sqrt{1 + \frac{u^2}{c_0^2}}.$$

Нетрудно заметить, что если зависимостью скорости света от скорости движения ИСО можно пренебречь (при малых скоростях движения по сравнению с константой c_0), то преобразования (6.9), (6.10), (6.11) и (6.12) превращаются в преобразования Лоренца из специальной теории относительности

$$c_0 \cdot t' = \gamma \cdot (c_0 \cdot t - \beta \cdot x), \quad x' = \gamma \cdot (x - \beta \cdot c_0 \cdot t), \quad y' = y, \quad z' = z, \quad (6.13)$$

$$c_0 \cdot t = \gamma \cdot (c_0 \cdot t' + \beta \cdot x'), \quad x = \gamma \cdot (x' + \beta \cdot c_0 \cdot t'), \quad y' = y, \quad z' = z, \quad (6.14)$$

где $\beta = \frac{V}{c_0}$, $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}}$, V – скорость движения одной из инерциальных систем отсчета относительно дру-

гой, которая не может быть больше c_0

Если в преобразованиях Лоренца (6.13) - (6.14) ввести четырехмерные величины по формулам

$$\bar{R}' \begin{pmatrix} x_1' & x_2' & x_3' & x_4' \\ x' & y' & z' & c_0 \cdot t' \end{pmatrix} \quad (6.15)$$

а также

$$\bar{R} \begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ x & y & z & c_0 \cdot t \end{pmatrix} \quad (6.16)$$

то эти преобразования Лоренца принимают вид

$$x_1' = \gamma \cdot (x_1 - \beta \cdot x_4), \quad x_2' = x_2, \quad x_3' = x_3, \quad x_4' = \gamma \cdot (x_4 - \beta \cdot x_1); \quad (6.13a)$$

$$x_1 = \gamma \cdot (x_1' + \beta \cdot x_4'), \quad x_2 = x_2', \quad x_3 = x_3', \quad x_4 = \gamma \cdot (x_4' + \beta \cdot x_1'). \quad (6.14a)$$

Преобразования Лоренца (6.13a) - (6.14a) имеют такой же вид, что и преобразований (6.9a) - (6.10a) новой теории. А это означает, что преобразования новой теории (6.9a) - (6.10a) обладают всеми теми свойствами (в том числе и групповыми), что и преобразования Лоренца (6.13a) - (6.14a).

Итак, если в природе существует квадратичная зависимость физической скорости света от скорости движения инерциальной системы отсчета вида (2.1), то вместо прямых и обратных преобразований Лоренца (6.13) и (6.14) из специальной теории относительности в новой теории пространства-времени необходимо использовать:

а) прямые и обратные преобразования (6.11) и (6.12) – если покоящейся является инерциальная система отсчета А;

б) прямые и обратные преобразования (6.9) и (6.10) – если покоящейся является инерциальная система отсчета В.

Преобразования (6.9) получены впервые (с точностью до обозначений) Котельниковым Г.А. [39, стр. 371-374]. Однако подлинный физический смысл полученных им преобразований (см. формулы (2) из [39]) Котельникову Г.А. найти не удалось. Отличие этих преобразований от преобразований Лоренца из специальной теории относительности Котельников Г.А. объяснил отсутствием синхронизации хронометров, покоящихся в движущихся друг относительно друга инерциальных системах отсчета. На этом основании Котельников Г.А. сделал ошибочный вывод о том, что полученные им преобразования сохраняют все кинематические и динамические эффекты специальной теории относительности.

7. ФИЗИЧЕСКИЙ СМЫСЛ НОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ КООРДИНАТ И ВРЕМЕНИ

7.1. Сокращение продольных размеров движущихся тел

Существует два способа измерения длины движущегося тела из той "покоящейся" инерциальной системы отсчета, относительно которой это тело движется.

При первом способе необходимо отметить положения концов движущегося тела в один и тот же момент времени по хронометрам той "покоящейся" инерциальной системы отсчета, относительно которой это тело движется, а затем измерить расстояние между полученными отметками масштабом, неподвижным в "покоящейся" инерциальной системе отсчета.

При втором способе необходимо измерить скорость движущегося тела относительно "покоящейся" инерциальной системы отсчета, затем измерить продолжительность промежутка времени между моментами нахождения в одной и той же точке "покоящейся" системы переднего и заднего концов движущегося тела и рассчитать длину движущегося тела, умножив измеренную величину скорости тела на величину измеренного промежутка времени.

Для определения длины движущегося тела рассмотрим те же две инерциальные системы отсчета А и В, о которых шла речь в разделе 3 и преобразования (7.1), совпадающие с преобразованиями (6.9) предыдущего раздела.

$$c_0 \cdot t' = \gamma \cdot (c_u \cdot t - \beta \cdot x), \quad x' = \gamma \cdot (x - \beta \cdot c_u \cdot t), \quad y' = y, \quad z' = z, \quad (7.1)$$

$$\text{где } \beta = \frac{u}{c_u}, \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}}, \quad c_u = c_0 \sqrt{1 + \frac{u^2}{c_0^2}}.$$

Пусть в штрихованной покоящейся ИСО В, относительно которой рассматриваемое тело (например, линейка) покоится, координаты концов этого тела равны

$$x'_1 = 0, \quad x'_2 = L_0, \quad (7.2)$$

где L_0 есть собственная длина тела (длина тела в той инерциальной системе отсчета, относительно которой это тело покоится).

Из второго уравнения преобразований (7.1) следует, что

$$x'_2 - x'_1 = \gamma \cdot (x_2 - x_1) - u \cdot (t_2 - t_1). \quad (7.3)$$

Подставляя в уравнение (7.3) значения (7.2) координат линейки, покоящейся в штрихованной ИСО, получим

$$L_0 = \gamma \cdot (x_2 - x_1) - u \cdot (t_2 - t_1), \quad (7.4)$$

где t_1, t_2 – моменты времени по хронометрам движущейся ИСО А (покоящимся в точках x_1, x_2 движущейся ИСО А), в которые отмечаются положения переднего и заднего концов тела.

Величина $(x_2 - x_1)$ в правой части выражения (7.4) будет длиной L движущегося тела в нештрихованной ИСО А только при условии, если в правой части выражения (7.4) будет справедливо равенство

$$(t_2 - t_1) = 0, \quad (7.5)$$

т. е. если положения обоих концов движущегося тела в инерциальной системе отсчета А отмечаются в один и тот же момент времени по хронометрам системы отсчета А. Вследствие этого получим

$$L = \frac{L_0}{\gamma} = \frac{L_0}{\sqrt{1 + u^2 / c_0^2}}. \quad (7.6)$$

Для нахождения длины движущегося тела вторым способом определим, в какие моменты времени системы отсчета А точки $x'_1 = 0$ и $x'_2 = L_0$ системы отсчета В совпадают с началом координат $x = 0$ системы отсчета А.

Начала координат ИСО А и В совпадают друг с другом в момент начала отсчета времени в обеих ИСО. Это означает, что точка $x'_1 = 0$ совпадает с точкой $x_1 = 0$ в момент времени $t_1 = 0$.

Подставляя во второе уравнение преобразований (7.1) значения $x = 0$ и $x' = L_0$ получим, что точка $x'_2 = L_0$ ИСО В совпадает с началом координат системы ИСО А в момент времени (по хронометрам, покоящимся в ИСО А)

$$t_2 = -\frac{L_0}{u \cdot \gamma}. \quad (7.7)$$

Умножая промежуток времени (7.7) в ИСО А, за который объект, покоящийся в ИСО В, пролетел мимо начала отсчета ИСО А, на измеренную скорость u , получим длину движущегося тела, измеренную вторым способом

$$L = u \cdot t_2 = \frac{L_0}{\gamma} = \frac{L_0}{\sqrt{1 + u^2 / c_0^2}}. \quad (7.8)$$

Сравнивая формулы (7.6) и (7.8), видим, что результаты измерения длин движущегося тела обеими способами совпадают, то есть что согласно новой теории пространства-времени длина движущегося тела оказывается меньшей собственной длины тела.

Если провести аналогичные рассуждения с преобразованиями Лоренца из специальной теории относительности, получим, что при обоих способах [38, стр. 70].

$$L = L_0 \sqrt{1 - V^2 / c_0^2}. \quad (7.9)$$

Сравнивая выражение (7.9) с выражением (7.8), можно отметить, что как в специальной теории относительности, так и в новой теории пространства-времени при увеличении скорости движения тела длина движущегося тела в той ИСО, относительно которой это тело движется, уменьшается, т. е. характер зависимости длины движущегося тела от скорости движения тела в новой теории пространства-времени качественно совпадает с характером аналогичной зависимости в специальной теории относительности. Отличия носят только количественный характер.

Здесь уместно пояснить, почему в преобразованиях Лоренца (6.13) и (6.14) из СТО мы обозначили скорость движения одной ИСО относительно другой ИСО буквой "V", а в новых преобразованиях координат и времени для обозначения скорости движения одной инерциальной системы отсчета относительно другой мы использовали букву "u".

Дело в том, что как входящий в преобразования Лоренца параметр

$$\beta = \frac{V}{c_0}, \quad (7.10)$$

так и входящий в новые преобразования параметр

$$\beta = \frac{u}{c_u} = \frac{u / c_0}{\sqrt{1 + u^2 / c_0^2}} \quad (7.11)$$

изменяются в пределах от нуля до единицы. Это позволяет предположить, что это один и тот же параметр. Для обозначения этого параметра мы и использовали одну и ту же букву β в обеих теориях пространства-времени.

Тогда, приравняв правые части выражений (7.10) и (7.11), получим

$$V = \frac{u}{\sqrt{1 + u^2 / c_0^2}}. \quad (7.12)$$

Разрешив выражение (7.12) относительно u , получим

$$u = \frac{V}{\sqrt{1 - V^2 / c_0^2}} \quad (7.13)$$

При этом в выражениях (7.12) и (7.13): u – это скорость движения одной ИСО относительно другой ИСО в новой теории; V – это скорость движения одной ИСО относительно другой ИСО в специальной теории относительности.

Из выражений (7.12) и (7.13) следует, что область допустимых значений "скорости V" лежит в пределах от нуля до c_0 , а область допустимых значений "скорости u" лежит в пределах от нуля до бесконечности. Из этого можно сделать вывод, что либо "скорость u" из новой теории пространства-времени, либо "скорость V" из специальной теории относительности не является физически измеримой скоростью движения. Ряд соображений свидетельствует в пользу того, что физически измеримой скоростью движения одной ИСО относительно другой ИСО является не "скорость V", а именно "скорость u" новой теории пространства-времени. Нетрудно заметить, что выражения (7.12) и (7.13) можно также получить, если приравнять друг другу правые части формул (7.8) и (7.9).

7.2. Исчезновение парадоксов времени

Согласно СТО движущийся хронометр идет медленнее чем неподвижный. Эффект замедления хода движущегося хронометра, приводящий к известным парадоксам времени СТО (парадоксу часов, парадоксу близнецов) можно объяснить следующим образом. Рассмотрим хронометр следующей конструкции. Между двумя параллельными неподвижными друг относительно друга зеркалами, разнесенными на расстояние L_0 , движется световой импульс, попеременно отражаясь от каждого из зеркал. На одном из зеркал установлен фотоэлемент, а на другом – лазерный усилитель, так чтобы эти часы могли работать бесконечно долго. К выходу фотоэлемента подсоединен счетчик импульсов. При отражении света от зеркала с фотоэлементом часть света падает на фотоэлемент и на выходе фотоэлемента образуется электрический импульс. Счетчик, подсчитывающий количество импульсов с выхода фотоэлемента, подсчитывает тем самым количество временных промежутков, за каждый из которых свет дважды проходит расстояние между зеркалами (от зеркала с фотоэлементом до другого зеркала и обратно). Покоящиеся в системе отсчета В хронометры такой конструкции будем назы-

вать В-хронометрами, а покоящиеся в системе отсчета А хронометры такой же конструкции будем называть А-хронометрами. В штрихованной ИСО В промежуток времени между двумя соседними импульсами на выходе фотоэлемента В-хронометра будет равен

$$\Delta t'_{BB} = \frac{2 \cdot L_0}{c_0}. \quad (7.14)$$

В нештрихованной ИСО А промежуток времени между двумя соседними импульсами на выходе фотоэлемента А-хронометра будет равен

$$\Delta t_{AA} = \frac{2 \cdot L_0}{c_0}. \quad (7.15)$$

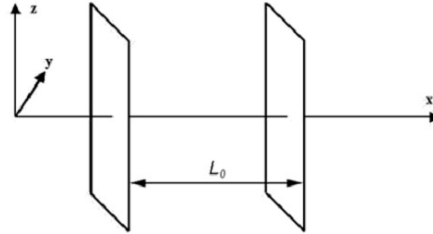


Рис. 7.1. Взаимное расположение зеркал хронометра и осей координат неподвижной ИСО (вектор скорости другой ИСО совпадает с направлением оси x)

Если плоскости зеркал хронометра перпендикулярны оси X инерциальной системы отсчета А (см. рис. 7.1), то согласно СТО в ИСО А (относительно которой В-хронометр движется согласно СТО со скоростью V вдоль оси X в сторону возрастающих значений координаты x) расстояние между зеркалами В-хронометра будет равно

$$L^{CTO} = L_0 \sqrt{1 - V^2 / c_0^2}. \quad (7.16)$$

Вследствие этого промежуток времени между двумя соседними импульсами на выходе фотоэлемента В-хронометра по А-хронометрам будет согласно СТО равен

$$\Delta t_{BA}^{CTO} = \frac{L^{CTO}}{c_0 - V} + \frac{L^{CTO}}{c_0 + V} = \frac{2 \cdot L_0}{c_0} \cdot \gamma = \frac{2 \cdot L_0}{c_0} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - V^2 / c_0^2}}. \quad (7.17)$$

Рассмотрим теперь эту же ситуацию согласно новой релятивистской теории пространства-времени (НРТПВ), то есть в том случае, если в природе существует зависимость скорости света от скорости источника (2.1) вида $c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$. В этом случае расстояние между зеркалами В-хронометра (равное L_0 в ИСО В) в ИСО А будет равно (см. формулы (7.6) и (7.8))

$$L^{НРТПВ} = \frac{L_0}{\gamma} = \frac{L_0}{\sqrt{1 + u^2 / c_0^2}}. \quad (7.18)$$

Тогда согласно НРТПВ промежуток времени между двумя соседними импульсами на выходе фотоэлемента В-хронометра по А-хронометрам ИСО А будет равен

$$\Delta t_{BA}^{НРТПВ} = \frac{L^{НРТПВ}}{c_u - u} + \frac{L^{НРТПВ}}{c_u + u} = \frac{L_0}{\gamma} \left(\frac{1}{c_u - u} + \frac{1}{c_u + u} \right) = \frac{L_0}{\gamma} \cdot \frac{2 \cdot c_u}{c_u^2 - u^2} = \frac{2 \cdot L_0}{c_0} \quad (7.19)$$

Таким образом, согласно теории пространства-времени, вытекающей из зависимости (2.1), движущийся хронометр "идет" точно с такой же скоростью, что и неподвижные хронометры. Поэтому в новой теории пространства-времени никаких парадоксов времени не возникает.

Отсутствие парадоксов времени вытекает также и из самих преобразований координат НРТПВ. Действительно, подставив в преобразования

$$c_u \cdot t = \gamma_u \cdot (c_0 \cdot t' + \beta \cdot x'), \quad x = \gamma_u \cdot (x' + \beta \cdot c_0 \cdot t'), \quad y = y', \quad z = z', \quad (7.20)$$

где
$$\gamma_u = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta_u^2}}, \quad \beta_u = \frac{u}{c_u}, \quad c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}, \quad (7.21)$$

совпадающие с преобразованиями (6.10) предыдущего раздела, значение $x' = 0$, для часов, покоящихся в точке $x' = 0$, получим $t = t'$. $x = u \cdot t'$. Это означает, что показание часов, покоящихся в точке $x' = 0$ движущейся

ИСО, всегда совпадает с показанием часов неподвижной ИСО, находящихся в момент времени $t' = t$ в точке $x = u \cdot t' = u \cdot t$.

Впрочем, отсутствие "замедления времени" в движущихся ИСО по сравнению со "скоростью течения времени" в неподвижной ИСО вытекает непосредственно из принципа полного равноправия ИСО. Вспомним, ведь саму зависимость (2.1) мы получили в разделе 2 только благодаря тому, что из принципа полного равноправия ИСО (принципа относительности) нам удалось получить утверждение: "Законы, по которым изменяются показания хронометра, не зависят от того, к которой из двух координатных систем, движущихся относительно друг друга равномерно и прямолинейно, эти изменения показаний относятся".

7.3. Новый закон сложения скоростей и сверхсветовые скорости

Рассмотрим те же две инерциальных системы отсчета (ИСО) А и В из раздела 3. Координаты событий в инерциальной системе отсчета А обозначаем по-прежнему как нештрихованные величины x, y, z, t . А координаты событий в ИСО В обозначаем по-прежнему штрихованными величинами x', y', z', t' . Пусть ИСО В движется со скоростью u в направлении положительных значений координаты x ИСО А, одноименные оси координат этих двух ИСО пусть будут взаимно параллельны, а оси x и x' совпадают друг с другом. Преобразованиями координат событий между этими двумя ИСО А и В для случая покоящейся ИСО В являются преобразования (7.20).

Введем в рассмотрение (кроме указанных выше двух инерциальных систем отсчета А и В) третью инерциальную систему отсчета Ж, которая движется со скоростью s в положительном направлении оси x' системы отсчета В, причем ось x'' системы отсчета Ж пусть совпадает с осями x и x' , а оси y'' и z'' системы отсчета Ж пусть будут параллельны соответствующим осям инерциальных систем отсчета А и В. Пусть также в нулевой момент времени всех трех рассматриваемых инерциальных систем отсчета А, В и Ж их начала координат совпадают друг с другом. Обозначим через w скорость движения системы отсчета Ж относительно системы отсчета А, которую (скорость) необходимо найти по известным скоростям u (скорость движения системы отсчета В относительно системы отсчета А) и s (скорость движения системы отсчета Ж относительно системы отсчета В).

Запишем преобразования координат и времени событий от покоящейся ИСО Ж к движущейся ИСО В и от покоящейся ИСО Ж к движущейся ИСО А (опуская тривиальные равенства для координат y'', y', y и z'', z', z)

$$c_s t' = \gamma_s (c_0 t'' + \beta_s x''), \quad x' = \gamma_s (x'' + \beta_s c_0 t''), \quad (7.22)$$

$$\text{где } \gamma_s = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta_s^2}}, \quad \beta_s = \frac{s}{c_s}, \quad c_s = c_0 \sqrt{1 + s^2 / c_0^2}; \quad (7.23)$$

$$c_w t = \gamma_w (c_0 t'' + \beta_w x''), \quad x = \gamma_w (x'' + \beta_w c_0 t''), \quad (7.24)$$

$$\text{где } \gamma_w = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta_w^2}}, \quad \beta_w = \frac{w}{c_w}, \quad c_w = c_0 \sqrt{1 + w^2 / c_0^2}. \quad (7.25)$$

Разрешив преобразования (7.22) относительно дважды штрихованных координат событий в ИСО Ж, получим

$$x'' = \gamma_s \cdot (x' - \beta_s \cdot c_s \cdot t'), \quad c_0 \cdot t'' = \gamma_s \cdot (c_s \cdot t' - \beta_s \cdot x'). \quad (7.26)$$

Подставив выражения (7.26) в преобразования (7.24), получим

$$x = \gamma_s \cdot \gamma_w \cdot (1 - \beta_s \cdot \beta_w) \cdot (x' + \frac{\beta_w - \beta_s}{1 - \beta_s \cdot \beta_w} \cdot c_s \cdot t'), \quad (7.27)$$

$$c_w \cdot t = \gamma_s \cdot \gamma_w \cdot (1 - \beta_s \cdot \beta_w) \cdot (c_s \cdot t' + \frac{\beta_w - \beta_s}{1 - \beta_s \cdot \beta_w} \cdot x').$$

Преобразования (7.27) являются преобразованиями координаты x и времени событий, происходящим с телом, покоящимся в движущейся со скоростью s ИСО Ж относительно ИСО В к ИСО А. Сравняя преобразования (7.27) с преобразованиями (6.10), мы можем записать преобразования (7.27) в виде

$$x = \gamma_u \cdot (x' + \beta_u \cdot c_s \cdot t'), \quad c_w \cdot t = \gamma_u \cdot (c_s \cdot t' + \beta_u \cdot x'). \quad (7.28)$$

где

$$\beta_u = \frac{\beta_w - \beta_s}{1 - \beta_s \cdot \beta_w}, \quad (7.29)$$

$$\gamma_u = \gamma_s \cdot \gamma_w \cdot (1 - \beta_s \cdot \beta_w), \quad (7.30)$$

$$\gamma_w = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta_w^2}}, \quad \beta_u = \frac{u}{c_u}, \quad c_u = c_0 \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}. \quad (7.31)$$

Из выражения (7.29) находим

$$\beta_w = \frac{\beta_u + \beta_s}{1 + \beta_s \cdot \beta_u}. \quad (7.32)$$

Подставляя выражение (7.32) в первое выражение из (7.31), находим

$$\gamma_w = \gamma_s \cdot \gamma_u \cdot (1 + \beta_s \cdot \beta_u). \quad (7.33)$$

Из выражений (7.33) находим

$$(1 + \beta_s \cdot \beta_u) = \frac{\gamma_w}{\gamma_s \cdot \gamma_u}. \quad (7.34)$$

Теперь подставляем (7.34) в (7.32) и получим

$$w = (u \cdot \gamma_s + s \cdot \gamma_u). \quad (7.35)$$

Выражения (7.32) и (7.35) являются двумя различными формами записи закона сложения скоростей новой теории пространства-времени. Величины u и s входят в новый закон сложения скоростей (7.32) и (7.35) симметричным образом. При этом новый закон сложения скоростей превращается в закон сложения скоростей специальной теории относительности при условии, что скорости u , s и w малы по сравнению со скоростью света c_0 . Действительно, выражение (7.32) можно записать в виде

$$\frac{w}{c_0 \cdot \sqrt{1 + w^2 / c_0^2}} = \frac{\frac{u}{c_0 \cdot \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}} + \frac{s}{c_0 \cdot \sqrt{1 + s^2 / c_0^2}}}{1 + \frac{u}{c_0 \cdot \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}} \cdot \frac{s}{c_0 \cdot \sqrt{1 + s^2 / c_0^2}}} \quad (7.36)$$

При малых значениях u , s и w каждый квадратный корень в выражении (7.36) приближенно равен единице. Тогда выражение (7.36) превращается в закон сложения скоростей из специальной теории относительности

$$w / c_0 = \frac{u / c_0 + s / c_0}{1 + \frac{u \cdot s}{c_0^2}}. \quad (7.37)$$

Если же в выражении (7.35) малы величины u и s , то γ_s и γ_u близки к единицам и выражение (7.35) превращается в закон сложения скоростей механики Галилея-Ньютона

$$w = u + s. \quad (7.38)$$

Рассматривая преобразования (7.22), (7.24), (7.26) и (7.28), можно заметить, что последовательное проведение двух преобразований (7.26) и (7.24) результатом которого является преобразование (7.28), может быть заменено одним преобразованием (7.28), относящимся к той же совокупности преобразований, что и преобразования (7.26) и (7.24).

Но известно, что если в качестве элементов совокупности рассматривать преобразования, произведением двух преобразований называть преобразование, полученное в результате двух последовательных применений преобразований и это произведение двух преобразований может быть заменено одним преобразованием, относящимся к той же совокупности, что и преобразования-сомножители, то такая совокупность преобразований представляет из себя группу (см. [17, стр. 262 - 268]). Следовательно, преобразования координат и времени новой теории пространства-времени обладают групповыми свойствами как и преобразования Лоренца из специальной теории относительности.

Из закона сложения скоростей (7.35) новой теории следует, что в новой теории пространства-времени нет верхнего предела для скорости движения тел. Например, при $u / c_0 = 0,8$ и $s / c_0 = 0,6$ в соответствии с формулой (7.35) получим $w = 0,8 \cdot c_0 \cdot \sqrt{1,36} + 0,6 \cdot c_0 \cdot \sqrt{1,64} = 1,7 \cdot c_0$, то есть суммарная скорость в 1,7 раза больше скорости света в вакууме c_0 .

Это означает, что если в природе существует зависимость скорости света от скорости источника (2.1) вида $c_u = c_0 \cdot \sqrt{1 + u^2 / c_0^2}$, то утверждения специальной теории относительности о невозможности движения со сверхсветовой скоростью и о невозможности существования взаимодействия, которое распространяется быстрее, чем свет в вакууме, являются ошибочными. Если в природе существует квадратичная зависимость скорости света от скорости источника (2.1), то должны быть реальностью и сверхсветовые скорости движения элементарных частиц. Тем более, что в новой теории пространства-времени сверхсветовые скорости не приводят к нарушению принципа причинности.

7.4. Сверхсветовые скорости и принцип причинности при новых преобразованиях координат и времени

Пусть в инерциальной системе отсчета Ж, которую мы рассматривали в подразделе 7.3, покоится тело и с этим телом происходят два события.

Первое событие с этим телом пусть происходит тогда, когда это тело находится в точке x_1 системы отсчета А и хронометр, покоящийся в точке x_1 системы отсчета А, показывает время t_1 . Второе событие с этим телом пусть происходит в момент времени t_2 ИСО А, когда это тело находится в точке x_2 системы отсчета А.

Преобразованиями координат и времени этих двух событий от одной из тез ИСО А, В и Ж к любой другой из них являются выражения (7.22), (7.24) и (7.28).

Разрешив преобразования (7.28) относительно штрихованных величин, получим

$$x' = \gamma_u \cdot (x - \beta_u \cdot c_w \cdot t), \quad c_s \cdot t' = \gamma_u \cdot (c_w \cdot t - \beta_u \cdot x). \quad (7.39)$$

Из второго выражения преобразований (7.39) следует, что в ИСО В промежуток времени между этими двумя событиями с телом, покоящимся в ИСО Ж, определяется через координаты этих же двух событий в ИСО А выражением

$$c_s \cdot (t_2' - t_1') = \gamma_u \cdot [c_w \cdot (t_2 - t_1) - \beta_u \cdot (x_2 - x_1)]. \quad (7.40)$$

Но в ИСО А тело, с которым происходят два рассматриваемых события, движется со скоростью W . Поэтому координаты рассматриваемых двух событий в системе отсчета А связаны друг с другом выражением

$$x_2 - x_1 = w \cdot (t_2 - t_1). \quad (7.41)$$

Тогда, подставляя выражение (7.41) в выражение (7.40), получим

$$c_s \cdot (t_2' - t_1') = \gamma_u \cdot c_w \cdot (1 - \beta_u \cdot \beta_w) \cdot (t_2 - t_1). \quad (7.42)$$

Из выражения же (7.42) следует, что при любых значениях скоростей u и W если $(t_2 - t_1) > 0$, то и $(t_2' - t_1') > 0$.

Действительно, в выражении (7.42)

$$\begin{aligned} \gamma_u &= \sqrt{1 + u^2 / c_0^2} > 0, \\ c_w &= c_0 \cdot \sqrt{1 + w^2 / c_0^2} > 0, \\ c_s &= c_0 \cdot \sqrt{1 + s^2 / c_0^2} > 0, \\ \beta_u &= \frac{u / c_0}{\sqrt{1 + u^2 / c_0^2}} < 1, \\ \beta_w &= \frac{w / c_0}{\sqrt{1 + w^2 / c_0^2}} < 1, \\ (1 - \beta_u \cdot \beta_w) &> 1. \end{aligned} \quad (7.43)$$

Вследствие этого выражение $(1 - \beta_u \cdot \beta_w)$ ни при каких значениях скоростей W и u не может стать отрицательным.

В специальной же теории относительности аналогом выражения (7.42) является формула [40, стр. 74]

$$t_2' - t_1' = \frac{1 - (u \cdot w) / c_0^2}{\sqrt{1 - u^2 / c_0^2}} (t_2 - t_1) \quad (7.44)$$

Из формулы (7.44) из СТО вытекает, что в специальной теории относительности при $w < c_0$ и $u < c_0$, если $(t_2 - t_1) > 0$, то и $(t_2' - t_1') > 0$, но при $w > c_0$ можно подобрать такую скорость u , при которой $[1 - (u \cdot w) / c_0^2] < 0$ и, следовательно, при $(t_2 - t_1) > 0$ получим $(t_2' - t_1') < 0$. А это и означает, что согласно специальной теории относительности допущение о существовании сверхсветовых скоростей приводит к нарушению принципа причинности.

В соответствии же с новой теорией пространства-времени сверхсветовые скорости не приводят к нарушению принципа причинности. Это следует из того, что выражение (7.43) выполняется в новой теории при любых значениях скоростей.

Чтобы выяснить, при каких условиях в новой теории пространства-времени появляются сверхсветовые скорости, нам необходимо сначала получить вытекающие из новой теории пространства-времени уравнения связи между параметрами электромагнитного поля в двух движущихся друг относительно друга инерциальных системах отсчета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эйнштейн, А. К электродинамике движущихся тел, Собрание научных трудов. – т. 1. – М. : Наука, 1965. – с. 7-38.
2. Минковский, Г. Пространство и время. В кн. «Принцип относительности». – М. : Атомиздат, 1973. – с. 167.
3. Принцип относительности / Под ред. А.А. Тяпкина. – М. : Атомиздат, 1973.
4. Логунов, А.А. Лекции по теории относительности и гравитации. Современный анализ проблемы. 3-е изд., доп., – М. : Изд-во МГУ, 1985.
5. Обозначения, единицы измерения и терминология в физике, http://ufn.ru/ufn79/ufn79_10/Russian/r7910g.pdf.
6. Эйнштейн, А. О современном кризисе теоретической физики. Собрание научных трудов, т. 4. – М. : Наука, 1967. – с. 55.
7. Козодаев, М.С. Экспериментальные аспекты специальной теории относительности // Вестник АН СССР. – 1966. – № 2. – с. 177-182.
8. Ландау, Л.Д., Лифшиц, Е.М. Теория поля. – М. : Физматгиз, 1962. – с. 10-11.
9. Мермин, Н.Д. Теория относительности без постулата о постоянстве скорости света // Физика за рубежом. 1986. Серия Б (преподавание): Сб. статей. Пер. с англ. / Сост. Ю.А. Данилов. – М. : Мир, 1986. – с. 173-192.
10. Эйнштейн, А. О принципе относительности. Собрание научных трудов, т. 1. – М. : Наука, 1965. – с. 397.
11. Эйнштейн, А. Основы общей теории относительности. Собрание научных трудов, т.1. – М. : Наука, 1965. – с. 459.
12. Эйнштейн, А. Время, пространство и тяготение. Собрание научных трудов, т. 2. – М. : Наука, 1966. – с. 715.
13. Эйнштейн, А. Относительность и гравитация. Собрание научных трудов, т. 1. – М. : Наука, 1965. – с. 217.
14. Молчанов, А.Г. Опытная проверка постулатов специальной теории относительности // Успехи физических наук. – 1964. – т.83. – вып. 4. – с. 753-755.
15. Френк, А.М. Некоторые вопросы экспериментальных основ теории относительности // Франкфурт У.И. Специальная и общая теория относительности. – М. : Наука, 1968. – с. 250.
16. Франкфурт, У.И., Френк, А.М. Оптика движущихся тел. – М. : Наука, 1972. – с. 113-124.
17. Мандельштам, Л.И. Лекции по оптике, теории относительности и квантовой механике. – М. : Наука, 1972. – с. 161.
18. Гольденблат, И.И. “Парадоксы времени” в релятивистской механике. – М. : Наука, 1972. – с. 66.
19. Сацункевич И.С. Современное экспериментальное подтверждение специальной теории относительности. – Минск : Высшейшая школа, 1979. – с. 8.
20. Сажин, М.В. Скорость света // Физика космоса. Маленькая энциклопедия. – М. : Сов. энциклопедия, 1986. – с. 622.
21. Гольденблат, И.И., Ульянов, С.В. Введение в теорию относительности и ее приложения к новой технике. – М. : Наука, 1979. – с. 17.
22. Страховский, Г.М., Успенский, А.В. Экспериментальная проверка теории относительности // Успехи физических наук, 1965. – т. 86. – с. 421-432.
23. Баранов, А.Г. О некоторых экспериментах по проверке постулатов специальной теории относительности // Эйнштейновский сборник. 1966. – М. : Наука, 1966. – с. 284-297.
24. Анисович, К.В. К экспериментальным основаниям специальной теории относительности // Эйнштейновский сборник. 1973. – М. : Наука, 1974. – с. 360-395.
25. Франкфурт, У.И. Оптика движущихся сред и специальная теория относительности // Эйнштейновский сборник. 1977. – М. : Наука, 1980. – с. 321-326.
26. Шмидт-Отт, В.-Д. Некоторые новые измерения в связи с доказательством справедливости специальной теории относительности // Успехи физических наук. – 1968. – т. 96. – вып. 3. – с. 519-527.
27. Колпаков, П.Е. Основы ядерной физики. – М. : Просвещение, 1968. – с. 284.
28. Мухин, К.Н. Введение в ядерную физику. – М. : Госатомиздат, 1963. – с. 503.
29. Вальтер, А.К., Залюбовский, И.И. Ядерная физика. – Харьков : Выща школа, 1974. – с. 285.
30. Лебедев, А.И. Пи-мезоны // Физика микромира. Маленькая энциклопедия. Гл. ред. Д.В. Ширков. – М. : Советская энциклопедия, 1980. – с. 308.
31. Шпольский, Э.В. Атомная физика, т. 1. – М. : Физматгиз, 1963. – с. 136.
32. Баретт, Р., Джексон, Д. Размеры и структура ядер / Пер. с англ. – Киев : Наукова думка, 1981. – с. 46.
33. Дубошин, Г.Н. Небесная механика. Основные задачи и методы. – М. : Наука, 1968. – с. 490.
34. Энциклопедия физики и техники см. http://femto.com.ua/articles/part_2/4290.html.
35. Псковский, Ю.П. Новые и сверхновые звезды. – М. : Наука, 1985. – с. 77, 86.
36. Бронштэн, В.А. Гипотезы о звездах и Вселенной. – М. : Наука, 1974. – с. 97-100.
37. Косыгин, Ю.А. Земля и Вселенная // Природа. – 1986. – № 12. – с. 79 - 85.
38. Угаров, В.А. Специальная теория относительности. – М. : Наука, 1977. – с. 70.
39. Котельников, Г.А. Об инвариантности скорости света в специальной теории относительности // Вестник Моск. ун-та. Физ., астроном. – М. : Изд-во МГУ. – 1970. – № 4. – с. 371-374.
40. Терлецкий, Я.П. Парадоксы теории относительности. – М. : Наука, 1966. – с. 74.
41. Бредов, М.М. и др. Классическая электродинамика / Бредов М.М. Румянцев В.В., Топтыгин И.Н. – М. : Наука, 1985. – с. 76.
42. Миллер, М.А. и др. Ковариантность уравнений Максвелла и сопоставление электродинамических систем / Миллер М.А., Сорокин Ю.М., Степанов Н.С. // Успехи физических наук. – 1977. – т. 121. – вып. 3. – с. 525-538.
43. Чемпни, Д.К., Мун, П.Б. Отсутствие доплеровского сдвига при движении источника и детектора гамма-излучения по одной круговой орбите // Эйнштейновский сборник, 1978-1979. – М. : Наука, 1983. – с. 319-322.
44. Колыхалов, П.И. Любарский, Ю.Э. Уникальный объект SS433 // Природа. – 1981. – № 12. – с. 19-23.

45. Ливингстон, М.С. Ускорители. Установки для получения заряженных частиц больших энергий. Пер. с англ. Под ред. М.С. Рабиновича. – М. : Изд-во иностранной литературы, 1956. – с. 28-30.
46. Арутюнян, И.Н. Ускорители нового поколения и их задачи. // Природа. – 1981. – № 12. – с. 37-48.
47. Быстров, Ю.А., Иванов, С.А. Ускорительная техника и рентгеновские приборы. – М. : Высшая школа, 1983. – с. 159-162.
48. Бурштейн, Э.Л. Ускорители заряженных частиц // Большая советская энциклопедия, 3-е изд., т. 27. – М. : Советская энциклопедия, 1977. – с. 108.
49. Измерение среднего импульса и состава вторичных пучков частиц от ускорителя // Коптев В.П., Круглов С.П., Кузьмин Л.А., Малов Ю.А., Страховский И.И., Щербаков Г.В. // Приборы и техника эксперимента. – 1976. – № 4. – с. 55-58.
50. Серавин, А.И. Исследование творчества. Возможность определения творчества. <http://azps.ru/polpsy/lib/seravintvor/3.html>.
51. Федоров, Ф.И. Группа Лоренца. – М. : Наука, 1979. – с. 167.
52. Крылов, О. В. "Будет ли конец науки?" Российский химический журнал. – № 6. – 1999.
53. Хлопов, М.Ю. Нейтрино. В кн.: Физика космоса. Маленькая энциклопедия. – М. : Сов. энциклопедия, 1986. – с. 428-430.
54. Мури́н, А.Н. Физические основы радиохимии / Под ред. П.П. Серегина. – М. : Высшая школа, 1971. – с. 62.
55. Мухин, К.Н. Экспериментальная ядерная физика. В двух томах. Т. 2. Физика элементарных частиц. – М. : Атомиздат, 1974. – с. 216.
56. Зацепин, Г.Т., Копысов, Ю.С., Смирнов, А.Ю. Нейтрино. - В кн. Физика микромира. Маленькая энциклопедия. / Гл. ред. Д.В. Ширков. – М. : Сов. энциклопедия, 1980. – с. 271-281.
57. «Холодный синтез», или третий путь получения ядерной энергии». Гипотезы. Прогнозы (Будущее науки): Международный ежегодник. – М. : Знание. – 1988. – 272 с. – Вып. 21.
58. Мамаев, А.В. "Сущность новой теории пространства-времени, уточняющей специальную теорию относительности", Россия. – Тула : ТВАИУ. – 1990. – 76 с. // Деп. В ВИНТИ 03.09.1990, № 4861-В90.
59. Катализ отрицательными мюонами ядерных реакций $d\mu + p \rightarrow He^3 + \mu^-$ и $d\mu + t + \mu^-$ и образование молекул $rd\mu$ и ddd в газообразном водороде. / В.П. Дзелепов, П.Ф. Ермолов, В.И. Москалев, В.В. Фильченков // "Журнал экспериментальной и теоретической физики". – 1966. – т. 50. – вып. 5. – с. 1235-1251.
60. Шапиро, И.И. Расчет траекторий баллистических снарядов по данным радиолокационных наблюдений. Пер. с англ. Под ред. Мильграмма Ю.Г. – М. : Изд-во иностранной литературы, 1961.
61. Манчестер, Р., Тейлор, Дж., Пульсары. Пер. с англ. В.А. Извековой и к.ф.м.н. С.Н. Радионова. Под ред. д.ф.м.н. А.Д. Кузьмина. – М. : Мир, 1980.
62. Корн, Г., Корн, Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М. : Наука, 1973.
63. Мамаев, А.В. Скорость света в вакууме движущейся инерциальной системы отсчета./ А.В. Мамаев // Наука и мир: международный научный журнал. – 2014. – №1 (5) – с. 36-40.
64. Мамаев, А.В. Новая релятивистская теория пространства-времени. Физика с зависимостью заряда от скорости, без запрета сверхсветовых скоростей и без замедления времени. LAP Lambert Academic Publishing. – 2013. – 328 с.
65. Фейнман, Р. и др. Фейнмановские лекции по физике, вып. 6. Электродинамика. / Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Пер. с англ. Под ред. Я.А. Смородинского. – М. : Мир, 1977/ – с. 271-272.
66. Lorentz, H. Electromagnetic Phenomena in a System Moving with any Velocity Smaller then of Light // Proceedings of the Academy of Science. Amsterdam, 1904. – v. 6. – p. 809.
67. Poincare, H. Sur la Dynamique de l'Electron // Comptes Rendues, 1905. – v. 140. – p.p. 1504-1508.
68. Einstein, A. Zur Electrodynamik bewegten Korper // Annalen der Physik. – 1905. – B. 17. – s. 891-921.
69. Minkowski, H. Raum und Zeit // Physikallisch Zeitschrift. – 1909. – B. 10. – S. 104.
70. Rapier, P.M. An Extension of Newtonian Relativity to Include Electromagnetic Phenomena // Proceedings of the IRE. – 1961. – V. 49. – P. 1691-1692.
71. Rapier, P.M. A Proposed Test for the Existance of a Lorentz-Invariant Aether. //Proc. IRE. – 1962. – v. 50. – N 2. – p. 229-230.
72. De-Sitter, W. Ein astronomischer Beweis fur die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit // Physikalisch Zeitschrift. – 1913. – B.14.-S.429. – S. 1267-1268.
73. Majorana, Q. Experimental Demonstration of the Constancy of Velocity of Light emitted by a Moving Source // Lincei Rendues. – 1918. – v. 27. – p. 402-406.
74. Majorana, Q. Experimental Demonstration of the Constancy of Velocity of the Light emitted by a Moving Source // Physical Review. – 1918. – v. 11 – p. 411-420.
75. Majorana, Q. Experimental Demonstration of the Constancy of Velocity of the Light emitted by a Moving Source // Philosophical Magazine. – 1919. – v. 37. p. 145-150.
76. Fox, J. Experimental Evidence for the Second Postulate of Special Relativity // American Journal of Physics. – 1962. – v. 30. – p. 297-300.
77. Fox, J. Evidence against Emission Theories // American Journal of Physics. – 1965. – v. 33. – p. 1-17.
78. Fox, J. Constancy of the Velocity of Light // Journal of Optical Society of America. – 1967. – v. 57. – p. 967-968.
79. Babcock, G.C., Bergman, T.G. Determination of the C onstancy of the Speed of L ight // Journal of Optical Society of America. – 1964. – v. 54. – No. 2. – p. 147-151.
80. Beckmann, P., Mandics, P. Test of the Constancy of the Velocity of Electromagnetic Radiation in High Vacuum // Radio Science Journal of R.N.B.S.. – 1965. – v. 69D. – No. 4. – p. 623-628.
81. Alvager, T., Nilsson, A., Kjellrian, J. On the Independence of the Velocity of Light on the Motion of the Light Source // Arkiv fur Fysik. – 1964. – B. 26. – No. 16. – S. 209-221.
82. Alvager, T., Nilsson, A., Kjellrian, J. A Direct Terrestrial Test of the Second Postulate of Special Relativity // Nature. – 1963. – v. 197. – p. 1191.
83. Sadeh, D. Experimental Evidence for the Constancy of the Velocity of Gamma Rays, Using Annihilation in Flight // Physical Review Letters. – 1963. – v. 10. – p. 271-273.

84. Fillipas, T.A., Fox, J.G. Velocity of Gamma Rays from a Moving Source // Physical Review. – 1964. – v. 135. – p. 1071-1075.
85. Test of the Second Postulate of Special Relativity in the GeV Region / Alvager T., Farley F., Kjellman J., Wallin J. // Physical Letters. – 1964. – v. 12. – No. 3. – p. 260-262.
86. Kantor, W. Speed of Gamma Rays Emitted by High Speed Particles // Spectroscopy Letters. – 1971. – v. 4. – p. 245-253.
87. Mass Analysis of the Secondary Particles Produced by the 25-GeV Proton Beam of the CERN Proton Synchrotron // Physical Review Letters. – 1960. – V. 5. – No. 1. – p.19-21.
88. Bertozzi, W. “Speed and Kinetic Energy of Relativistic Electrons”, American Journal of Physics. – 1964. – v.32. – p. 551-555.
89. Mamaev, A.V. Light Speed in Moving Inertial Reference Frame. //Science, Technology and Higher Education: Materials of the II International Research and Practice Conference. Vol. II, Westwood, Canada 2013, April 17th, 2013. – p.p. 74-79.
90. Neddermeyer, S.H., Anderson, C.D. Cosmic-ray particles of intermediate mass. // Physical Review. – 1938. – v. 54. – p. 88-89.
91. Ellis, C.D., Wooster, W.A. The average energy of disintegration of Radium E // Proc. Roy. Soc. – 1927. – v. 117. – p. 109-123.
92. Emeleus, K.G. The number of β -particles from Radium E // Proc. Camb. Phil. Soc. – 1924. – v. 22. – p. 400-403.
93. Kovaric, A.F., McKeehan, L.W. Messung der Absorptich und Reflexion von β -Teilchen durch directer Zahlung // Physikalisch Zeitschrift. – 1914. – B. XV. – S. 434-440.

NEW RELATIVISTIC SPACE-TIME THEORY

Part 1

A.V. Mamaev, Candidate of Technical Sciences, Bureau Chief
Research and Production Corporation Lianozovo Electromechanical Plant (Moscow), Russia

Abstract. *A new relativistic space-time theory (NRSTT) basing upon a single principle of relativity is offered. A new concept of “speed of light in vacuum of a moving inertial reference frame” (IRF) is introduced, depending upon speed of the IRF motion according to a quadratic formula. This dependence provides introduction of a new and uniform understanding of such astronomical phenomena as microwave background radiation, red shift of far star spectrums becoming more shifted as the distance to a star increases, novae and supernovae, pulsars, object SS-433 etc. Coordinates and time transformations of the NSTT provide invariance of the four-dimensional interval and give a possibility to detect real properties of moving bodies: contraction of their longitudinal sizes without time dilation, without prohibition of superlight speeds, without dependence of mass upon the speed, but with dependence of particles electrical charge values upon their speeds. A solution of the muon-electron universality is given and a merchantable method of cold nuclear fusion is offered – catalysis by superlight electrons.*

Keywords: *new space-time theory, light speed in a moving inertial reference frame, principle of relativity, dependence of a particle electric charge upon speed of particle motion, quadratic dependence, solving the problem of muon-electron universality, merchantable method of cold nuclear fusion.*