

О НЕКОТОРЫХ ТЕНДЕНЦИЯХ РАЗВИТИЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Несмотря на то, что после формулировки основных положений специальной теории относительности (СТО) прошло практически столетие, обсуждение ее основ продолжается достаточно интенсивно и в наши дни. Обсуждается прежде всего, причем с опорой на эксперименты, принцип относительности Эйнштейна. Вопрос о существовании или отсутствии привилегированной системы отсчета в определенном смысле остается открытым и сегодня. Речь идет в принципиальном плане об известных двух подходах – Лоренца и Эйнштейна – к пространственно-временным соотношениям в различных системах отсчета. Лоренц исходил из представления о существовании неподвижной эфирной среды и допущения, что размер тел уменьшается в направлении вектора их скорости по отношению к этой среде, а ход движущихся часов замедляется. Поскольку все инерциальные системы (кроме эфирной) остаются равноправными, то все линейки и эталоны времени деформируются в равной степени. По отношению к ним сохраняет силу принцип относительности, но вместо галилеевых преобразований необходимо пользоваться лоренцевыми преобразованиями. При этом, по Лоренцу, абсолютная “эфирная” система отсчета обладает особыми свойствами, физические процессы в ней могут протекать не так, как во всех других системах. Ясно, что это нарушает принцип относительности и позволяет путем сравнения с “абсолютными стандартами” установить, движется данная конкретная система отсчета или имеет нулевую абсолютную скорость.

Эйнштейн изменение пространственно-временных интервалов считал не свойством самих тел, а кинематическим следствием различного определения одновременности в системах координат.

Можно сказать, что в теории Лоренца сжатие движущихся часов и запаздывание их хода имеют динамическую природу, а в теории Эйнштейна – чисто кинематическую. Как известно, общепринятой стала точка зрения Эйнштейна. И теория Лоренца, и теория Эйнштейна могут быть изложены на языке известных преобразований Лоренца. Однако, различие должно существенно проявляться в тех случаях, когда дело касается существования абсолютной системы координат. Существование либо отсутствие такой системы координат может быть установлено только экспериментальным путем.

Известный опыт Майкельсона-Морли и последующие его модификации дали, как известно, отрицательный ответ на этот вопрос. Тем не менее, в течении XX столетия опыты по выявлению абсолютной системы отсчета не прекращались.

К наиболее значительным и многочисленным относятся опыты С. Маринова. Их описание и основные результаты можно найти, например, в статье автора [1]. Типичный прибор, использовавшийся Мариновым, представляет собой устройство с двумя дисками с отверстиями, закрепленными жестко на общей оси. Свет от двух лазеров, проходя во встречных лучах через отверстия двух дисков, детектируется парой фотоэлементов. Применяемый далее детектор в виде мостика сопротивлений позволяет измерить суммарный и дифференциальный токи,

соответствующие сумме и разности интенсивностей света. При вращении оси с дисками происходит изменение интенсивностей. Предполагая движение Земли относительно "эфирной" системы отсчета со скоростью V вдоль линии распространения лазерных лучей, и считая скорости параллельного этой скорости и встречного лучей соответственно $V \pm c$, Маринов пришел к выводу, что должна иметь место зависимость

$$\frac{V}{c} = \frac{\Delta I_p}{\Delta I_c},$$

где ΔI_p и ΔI_c – изменения разности и суммы интенсивностей света по сравнению с покоящимися дисками. Величины ΔI пропорциональны дифференциальному и суммарному токам. Тогда, находясь внутри земной системы отсчета, можно, измерив эти токи, в рамках эффекта 1-го порядка оценить скорость Земли V относительно "эфирной" абсолютной системы отсчета.

В опытах Сильвертуса [2] вместо механического устройства с дисками использовалась оптическая схема, где между двумя зеркалами образуется в результате интерференции встречных лазерных лучей стоячая световая волна. Если допустить, что лабораторная система координат движется с некоторой скоростью V относительно "эфирной" системы, то согласно гипотезе Сильвертуса скорость света в лабораторной системе координат, а также длина световой волны должны зависеть от абсолютной скорости V , в результате чего в расположении минимумов и максимумов стоячей волны появится дополнительный фазовый сдвиг, который может быть экспериментально зафиксирован и по величине его можно измерить величину V . Согласно сообщению Маринова и Сильвертуса ожидаемые эффекты имели место и получена величина абсолютной скорости близкая к той, которая получена из астрономических наблюдений как скорость Земли по отношению к фону реликтового излучения и составляет при относительной погрешности в пределах 10% величину $V=380 \pm 40$ км/с.

Однако утверждать, что экспериментально установлено существование "эфирной" системы и найдена абсолютная скорость Земли все же преждевременно, ибо для этого нужны общепризнанные воспроизводимые другими экспериментаторами опыты, а также идентичность результатов, проводимых по иным методикам. Но ситуация в этом плане иная. В эксперименте, выполненном М.В. Ляблиным и Д.Е. Шабалиным из ОИЯИ (Дубна) [3], который близок к опыту Сильвертуса, но несколько проще в методическом отношении, по схеме, предложенной Мариновым, получен нулевой результат, т.е. смещения интерференционной картины на экране осциллографа в результате разового сдвига интерферирующих встречных лазерных пучков не наблюдалось.

В опытах, описанных в работе [4], исследования проводились на установке, схема которой показана на рисунке 1.

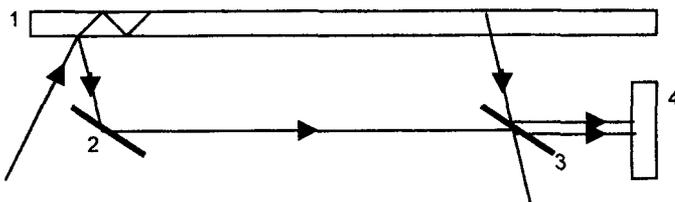


Рис. 1

Установка предназначена для интерференционного эксперимента параллельных лучей. Здесь 1 – плоскопараллельная пластинка с зеркальными внутренними поверхностями, 2 и 3 – зеркала, 4 – фотодетектор. Пучок света, попав на пластину 1, расщепляется на два, один из которых распространяется внутри пластины со 125-кратным отражением между ее посеребренными поверхностями, другой между зеркалами 2 и 3, затем лучи интерферируют. Многократные отражения, каждое из которых связано с определенной задержкой, существенно увеличивает запаздывание луча. Если допустить, что установка, находясь на Земле, обладает некоторой скоростью относительно “эфирной” системы координат, то поворот ее от параллельной ориентации плеч относительно этой скорости к перпендикулярному их расположению должен приводить к смещению интерференционных полос. Идея та же, что и в опыте Майкельсона-Морли, с той разницей, что свет распространяется здесь в параллельных, а не в перпендикулярных плечах. Это весьма существенно, т.к. в рассматриваемом случае разность времени запаздывания в результате поворота интерферометра, определяющая сдвиг интерференционной картины, пропорциональна величине пер-

$$\text{вого порядка } \beta = V/c.$$

Однако, на опыте сдвига полос не наблюдалось. Противоречивость результатов в различных экспериментах оставляет открытым вопрос о существовании абсолютной системы координат. Впрочем, в настоящее время большинство релятивистов считают пока верной точку зрения Эйнштейна.

Наряду с дискуссиями и экспериментами по обнаружению абсолютной системы отсчета и видоизменению на основе этого принципа относительности, имеются и другие соображения, относящиеся к этому принципу. В частности предлагается [5] в качестве единственного постулата СТО принять утверждение: скорость света в вакууме изотропна и постоянна относительно источника излучения. Не высказываясь ни за ни против такого утверждения отметим, что автор процитированного утверждения исходит из необходимости проведения на новой основе прямого эксперимента по измерению зависимости групповой скорости света в вакууме от скорости движения источника излучения. В упомянутой работе предложена схема такого эксперимента с использованием спутниковой базы, изображенная на рис. 2. Суть эксперимента: на искусственном спутнике Земли устанавливается вращающаяся с высокой скоростью передающая антенна, имеющая два излучающих рупора. Короткие радиоимпульсы поступают одновременно на оба рупора, например, через ось вращения (возможно использование лазера, который импульсно облучает два зеркала, укрепленные вместо рупоров).

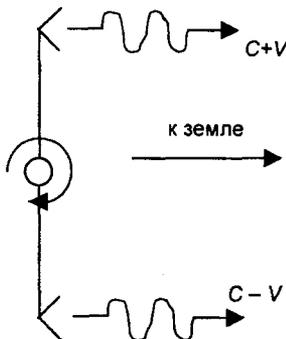


Рис. 2

Если принять приведенный выше постулат, то скорости распространения излучения по отношению к Земле от двух рупоров будут очевидно $(c+V)$ и $(c-V)$, где V скорость вращения рупора. Тогда разность времен принимаемых на Земле импульсов будет

$$\Delta t = \frac{L}{c-V} - \frac{L}{c+V},$$

где L – расстояние от спутника до Земли. Сама идея опыта близка к известным опытам Ремера со спутниками Юпитера.

При $L \approx 40 \cdot 10^6$ м, $V = 100$ м/с будет $\Delta t \approx 10^{-7}$ с, что вполне измеряемо на опыте. Как бы ни относиться к приведенному постулату, постановка прямого эксперимента приведенного типа (в литературе имеются и другие схемы), по всей вероятности, назрела, и возможности для этого имеются. Вероятно, не в очень отдаленном будущем мы станем этому свидетелями.

Наконец, нельзя сегодня не заметить многочисленных работ, автор которых А.Н. Черний предметно ставит вопрос о радикальном пересмотре всей сущности СТО. Основные результаты его исследований изложены в вышедшей в 1999 г. книге [6].

Новая релятивистская теория строится на двух известных постулатах Эйнштейна, но в отличие от СТО Эйнштейна эта теория динамическая. Физическим корнем ее является т.н. обратный гравитационный эффект (ОГЭ). Суть его в следующем: прирост инертной массы со скоростью должен вызвать адекватное увеличение тяжелой массы тела, а это в свою очередь ведет к росту гравитационного потенциала и дополнительному сжатию пространства-времени вокруг движущегося тела, что и называется ОГЭ.

Указанный подход ведет к новым пространственно-временным преобразованиям, отличным от преобразований Лоренца. Преобразования эти имеют следующий вид:

$$\begin{aligned} x' &= (x - Vt)P; & t'_x &= \left(t_x - \frac{Vx}{c^2} \right) P \\ y' &= yP; & t'_y &= t_y P \\ z' &= zP; & t'_z &= t_z P \end{aligned}$$

$$\text{где } t = (t_x^2 + t_y^2 + t_z^2)^{1/2}, \quad P = \frac{1}{\left[\left[1 - \left(\frac{V}{c} \right)^2 \sin^2 \Theta' \right]^{1/2} - \left(\frac{V}{c} \right) \cos \Theta' \right]}$$

Θ' – угол между вектором скорости системы отсчета K' и направлением на целевую точку.

Коэффициент преобразования $P = \gamma k$,

$$\text{где } \gamma = \frac{1}{\left(1 - \frac{V^2}{c^2} \right)^{1/2}}; \quad k = \frac{\left(1 - \frac{V^2}{c^2} \right)^{1/2}}{\left[1 - \left(\frac{V}{c} \right)^2 \sin^2 \Theta' \right]^{1/2} - \left(\frac{V}{c} \right) \cos \Theta'}$$

Автор работы [6] утверждает, что в рамках развитого им подхода удается разрешить ряд трудностей и парадоксов, возникающих при объяснении ряда физических явлений с использованием преобразований Лоренца, в частности, геометрического парадокса при описании деформации вращающегося диска, установленного еще П. Эренфестом, погрешностей в релятивистских формулах аберрации света, эффекта Доплера, экспериментально установленного Тернером и Хиллом явления голубого релятивистского смещения и некоторых других.

Особый интерес представляет последний эксперимент. Напомним вкратце его суть и результаты. Проводились мессбауэровские опыты по обнаружению изменения частоты излучения как поперечного эффекта Доплера. Источник радиоактивного излучения находился в центре ротора (ультрацентрифуги), поглотитель – на боковой поверхности. Сдвиг линий поглощения при этом зависит от скорости вращения ротора и хорошо согласуется с формулой СТО: происходило соответствующее уменьшение частоты гамма-квантов – красное смещение. Однако, перестановка местами источника и поглотителя вела к увеличению частоты – голубому смещению, чего не должно быть согласно СТО, так как поперечный эффект Доплера объясняется замедлением времени. Авторы эксперимента объяснили свой неожиданный результат влиянием неизвестного космологического векторного поля, что, конечно, весьма проблематично.

А.Н. Черний объясняет этот аномальный с точки зрения СТО результат в рамках своей теории ОГЭ, как уже упоминалось выше.

Несмотря на это, физический мир не спешит пока с признанием идей ОГЭ как нового этапа в развитии СТО. Во что выльются дискуссии о ее основах, станет ясно, вероятно, в ближайшие годы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Маринов С.* Физическая мысль России. – № 2. – 1995. – С.52-77.
2. *Silvertooth E.W.* *Specul. Sc. and Technol.* – V.10. – 1986. – p.3.
3. *Барашенков В.С., Юрьев М.З.* Физическая мысль России. – № 1/2. – 1999. – С.13.
4. *Барашенков В.С., Юрьев М.З.* ОИЯИ Р2-93-147. – Дубна, 1993.
5. *Шибанов А.П.* Проблемы безопасности полетов. – № 7. – ВИНТИ, 1998. – С.46-52.
6. *Черний А.Н.* Теория относительности. Проблемы и перспективы. – М.: Картогеоцентр-Геодиздат, 1999. – 167с.

SUMMARY

The article gives the review of major modern experimental and theoretical researches concerning the fundamentals of special theory of relativity.