

[Яндекс.Директ](#) [Дать объявление](#)[Заккрыть \[×\]](#)**[Искусство Убедать!](#)**

Как внушить кому угодно что угодно! Уникальный тренинг в г.Томске!

www.nlp-sibir.ru**[Закажи Гипноз для власти](#)**

Метод х-Гипноза впервые доступен всем! Управляй поведением людей.

gipnoz-new.ru**[Узнайте значение своего имени](#)**

а также Ваш талисман, цвет, камень и Вашу совместимость по имени, заходите www.bazaimen.ru

[\[вернуться к содержанию сайта\]](#)

НОВЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ РЕЛЯТИВИСТСКИЙ ОПЫТ

А.М. Бонч-Бруевич и В.А. Молчанов

(статья из журнала "Оптика и спектроскопия", том I, вып. 2, 1956 г., с. 113–124)

Статья посвящена прямой экспериментальной проверке релятивистского положения о независимости скорости света от скорости источника излучения относительно наблюдателя. Описана экспериментальная установка и приведены результаты сравнения времени прохождения фиксированного пути светом, излучённым правым и левым экваториальными краями Солнца. Результаты измерений отвечают второму постулату теории относительности.

Введение

Как известно, в основе специальной теории относительности лежат два постулата – постулат относительности движения и постулат постоянства скорости света [1]. Первый представляет собой непосредственное следствие отрицательных результатов многочисленных экспериментальных попыток обнаружить привилегированную систему отсчёта при наблюдении оптических и электрических явлений. Опыты, имеющие такой же смысл, повторявшиеся в течение нескольких десятилетий после формулировки специальной теории относительности, подтверждали первый принцип со всё возрастающей точностью [2–5]. Положение о независимости скорости света от скорости движения источника излучения не противоречит представлению о распространении электромагнитных колебаний в неподвижном эфире. Согласование этого положения с утверждением об отсутствии абсолютной системы отсчёта и составляет ядро специальной теории относительности Эйнштейна. Ко времени формулировки последнего утверждения, что скорость света не зависит от скорости движения источника излучения, не было основано на прямых экспериментальных результатах. Специальная теория относительности привела к радикальному пересмотру понятий о пространственном и временном описании событий. В связи с этим были сделаны попытки отказаться от принципа постоянства скорости света и, сохраняя только принцип относительности, построить последовательную систему физических воззрений, согласующихся с опытом и вместе с тем не приводящих к пересмотру понятий пространства и времени. В основу этих теорий, получивших название “баллистических”, было положено предположение, что скорость света определяется как векторная сумма скорости света в свободном пространстве от неподвижного источника и скорости последнего. Эта точка зрения в своё время защищалась рядом учёных (Стюарт, Толмен, Томсон, Комсток, Кунц [6–10] и др.), но большей частью она связывается с именем Ритца, который построил в её рамках систематическую электродинамику и сделал попытку применить её к теории тяготения [11]. Ряд трудностей баллистической теории не мог рассматриваться как

доказательство её несостоятельности. В связи с важностью вопроса о зависимости скорости света от скорости движения источника излучения были сделаны попытки решить его экспериментально. Наиболее значительными были работы Де-Ситтера, представляющие собой результат обработки наблюдений закономерностей движения двойных звёзд. Если бы скорость света зависела от скорости источника, то наблюдаемые закономерности движения отдалённых двойных звёзд оказались бы сильно осложнёнными. На это впервые указал Комсток [9], а Де-Ситтер, обработав результаты исследования спектроскопических двойных звёзд, показал, что с известной точностью можно утверждать, что наблюдаемые траектории согласуются с законами Кеплера [12]. Результаты Де-Ситтера подверглись оживлённому обсуждению [13–15], которое было затем вновь возобновлено более чем через 10 лет в связи с привлечением новых аргументов [16–19]. Наконец, в 1953 г. к выводам Де-Ситтера вернулись Муун и Спенсер [20]. Они показали, что при известных предположениях о радиусе кривизны астрономического пространства (которые впрочем сами нуждаются в серьёзном обосновании) результаты обработки наблюдений закономерностей движения двойных звёзд не позволяют утверждать, что скорость света не зависит от скорости источника излучения. Таким образом, работы Де-Ситтера вследствие астрономических масштабов наблюдаемого явления оставляют возможность для сомнений в однозначности их результата.

Специальная теория относительности в настоящее время едва ли нуждается в каких-либо дополнительных обоснованиях. Тем не менее, можно думать, что надёжный прямой опыт, показывающий, что скорость света не зависит от скорости движения источника излучения относительно наблюдателя, имеет смысл вследствие фундаментального значения этого положения. Это кажется тем более желательным, что до настоящего времени делаются попытки обходить теорию относительности даже там, где её привлечение очевидно. Так, известно, что Айвс, которому в 1938 г. удалось наблюдать предсказанный Эйнштейном поперечный эффект Доплера, пытается трактовать это явление на основании доэйнштейновских представлений [21]. В настоящей статье излагается постановка и результаты прямой экспериментальной проверки независимости скорости света от скорости движения источника, выполненной по предложению С. И. Вавилова в лаборатории, которой он руководил до последних дней своей жизни.

1. Постановка опыта

Общая схема поставленного опыта ясна из рис. 1. Опыт заключается в сопоставлении времён t_1 и t_2 , затрачиваемых светом на прохождение пути L между точками A и B при изменении скорости движения источника излучения. Очевидно, что если скорость источника в направлении AB изменяется на величину $v = v_2 - v_1$, то, согласно баллистической гипотезе,

$$\Delta t = \Delta t_B = t_2 - t_1 = \frac{L}{c^2} \frac{v_2 - v_1}{\left(1 - \frac{v_1}{c}\right) \left(1 - \frac{v_2}{c}\right)}, \quad (1)$$

в то время как при постоянстве скорости света

$$\Delta t = \Delta t_p = 0. \quad (2)$$

Задача опыта заключается в том, чтобы решить, какое из двух значений Δt наблюдается экспериментально. Можно предвидеть, что при постановке такого опыта встретятся столь значительные трудности, что его осуществление окажется невозможным. Поэтому до настоящего времени не были сделаны попытки

непосредственного сопоставления в земных условиях скорости света от источников, движущихся с разными скоростями.



Рис. 1. Схема опыта.

s — движущийся источник излучения.

Г. С. Ландсберг обратил наше внимание на то, что подвижным источником излучения могут служить экваториальные края Солнца. Экваториальная линейная скорость вращения Солнца хорошо известна из наблюдений доплеровского смещения спектральных линий. По измерениям Белопольского она равна 1.95 ± 0.01 км/сек. [22], что хорошо согласуется с данными других исследователей. Поэтому переход от излучения восточного к излучению западного экваториальных краёв Солнца соответствует изменению скорости излучателя в плоскости эклиптики на величину 3.9 км/сек., т. е. на величину порядка 0.001% от скорости света. При выбранной нами длине базы 2000 м (см. ниже) такому изменению скорости соответствует Δt_B порядка 90 мкмсек. Для того чтобы с достаточно большой точностью показать, что предсказываемое баллистической теорией изменение времени прохождения сигналов не имеет места, мы выбрали фазовый метод измерений. Свет, излучаемый левым или правым экваториальным краем, до направления на базу проходил через модулирующее устройство, периодически изменяющее его интенсивность с частотой $F_M \approx 12.4$ мгц. Очевидно, что фаза модуляции в точке B (рис. 1) запаздывает относительно фазы модуляции света, вышедшего из модулятора, помещённого в точке A, на величину, пропорциональную времени распространения света по базе L . Поэтому выражения (1) и (2) могут быть переписаны в следующем виде (пренебрежение малыми величинами v_1/c и v_2/c даёт ошибку, лежащую за пределами точности измерений)

$$\Delta\varphi = \Delta\varphi_B = 2\pi(v/c) L/\lambda_M. \quad (3)$$

(λ_M — длина волны модуляции света) и

$$\Delta\varphi = \Delta\varphi_p = 0. \quad (4)$$

Таким образом, ожидаемый с точки зрения баллистических представлений эффект пропорционален значению v/c , т. е. поставленный опыт представляет собой опыт первого порядка относительно этого отношения.

Для измерения $\Delta\varphi$ в опыте была использована фазометрическая часть флуорометра высокой разрешающей силы [23].

Основные узлы экспериментальной установки (исключая возвратное зеркало на базе), специально построенной на территории Главной Астрономической обсерватории АН СССР в Пулковке, изображены в схематическом виде на рис. 2. Система из двух зеркал 3_1 и 3_2 , и объектива O_1 позволяет при любом положении Солнца в течение дня получить его изображение (диаметром 3 мм) в плоскости ab . В этой плоскости, совпадающей с передним фокусом объектива O_2 , расположена входная щель дифракционного модулятора, построенного с использованием стоячих ультразвуковых волн в жидкости.¹ Обычно в дифракционном модуляторе имеется вторая (выходная) щель, помеченная в фокальной плоскости выходного объектива (O_3) и совпадающая с одним из дифракционных максимумов. В нашей работе в такой щели не было надобности (см. ниже), и поэтому весь свет, прошедший через модуляционную кювету,

после отражения от зеркал $З_3$, $З_4$ и $З_5$, направлялся на базу. На расстоянии 1 км от описываемого устройства, расположенного на центральной башне главного корпуса Обсерватории, было помещено возвратное вогнутое зеркало диаметром 80 см с фокусным расстоянием 1000 м. В плоскости возвратного зеркала пучок света, вышедший из отправительного устройства и принадлежащий каждому дифракционному максимуму, занимает полосу шириной несколько более 80 см. Поэтому путём небольшого поворота всего отправительного устройства вокруг вертикальной и горизонтальной осей можно направить на возвратное зеркало свет, соответствующий только одному дифракционному максимуму. Юстировка облегчалась благодаря наличию в оптическом отправительном устройстве призмы $П$, отбирающей часть света, посылаемого на базу, и зрительной трубы $Т$. В поле зрения последней было видно возвратное зеркало и ряд дифракционных максимумов.

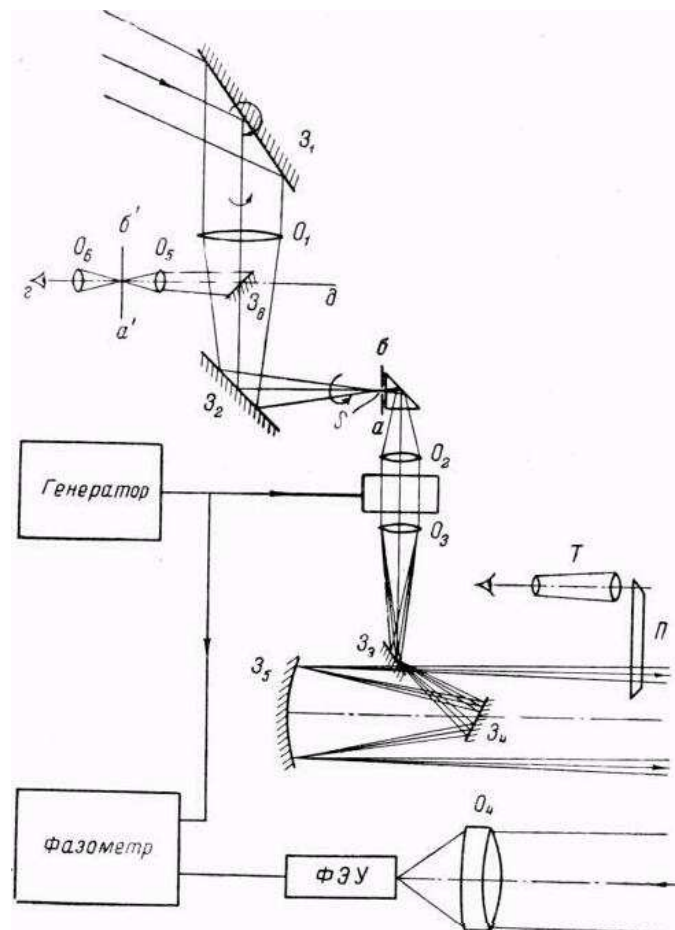


Рис. 2. Схема основных узлов экспериментальной установки.

Отражённый от возвратного зеркала свет направляется на приёмный объектив O_4 , имеющий диаметр входного отверстия 25 см. Размер изображения ширины щели в плоскости объектива O_4 около 50 см, и, следовательно, объектив O_4 захватывает свет только от части щели шириной ~ 0.1 мм. Соответственно используется такой же участок длины щели S , т. е., иначе говоря, оптической системой из всего изображения Солнца в фокальной плоскости объектива O_3 используется лишь малый участок с линейными размерами около 0.1 мм.

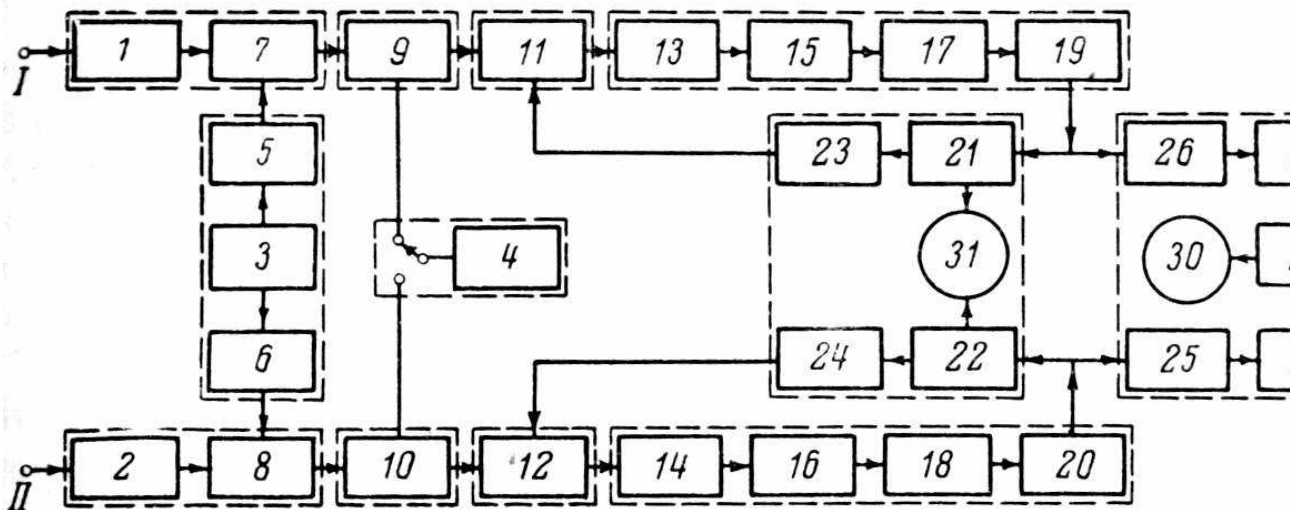


Рис. 3. Блок-схема фазометра.

I и *2* – усилители высокой частоты; *3* – гетеродин; *4* – ламповый вольтметр; *5* и *6* – буферные каскады; *7* и *8* – смесители; *9* и *10* – градуированные фазо-вращатели; *11* и *12* – блоки управляемых усилителей системы автоматической регулировки амплитуды; *13*, *14*, *17* и *18* – усилители промежуточной частоты; *15* и *16* – неградуированные фазовращатели; *19*, *20* – катодные повторители; *21*, *22*, *27* и *28* – оконечные каскады; *23* и *24* – детекторы системы автоматической регулировки амплитуды; *25* и *26* – парафазные каскады; *29* – фазочувствительный мост; *30* – индикатор фазового детектора; *31* – осциллографическая трубка.

В фокальной плоскости объектива *O4* расположен фотокатод фото-электронного умножителя (ФЭУ-25). Напряжение, снятое с нагрузки ФЭУ (колебательный контур, настроенный на частоту модуляции света), подаётся на один из входов фазометрического устройства. На его второй вход подаётся электрический сигнал от генератора, питающего излучатели ультразвука в модуляционной кювете. Блок-схема фазометра приведена на рис. 3. Он включает в себя, помимо усилительных и преобразовательных каскадов, ряд вспомогательных блоков и градуированные и неградуированные фазовращатели. На выходе фазометра имеются два фазовых индикатора: *I* – осциллографическая трубка и *II* – инерционный фазовый детектор. Последний относительно мало чувствителен к флюктуационным помехам и позволяет по показаниям стрелочного прибора отмечать изменения разности фаз между входными сигналами с большей точностью, чем осциллографическая трубка. Специальное рассмотрение вопроса о погрешностях фазовых измерений и их источников [26] позволило при построении фазометра принять меры для исключения ряда паразитных эффектов, связанных с возможным изменением амплитуды сигналов в процессе измерений, паразитными связями между каналами фазометра и т. д. В лабораторных условиях разрешающая способность фазометра, используемого в составе флуорометра, – порядка $6'$, причём возможность её увеличения ограничена нестабильностями, связанными с работой дифракционного модулятора.

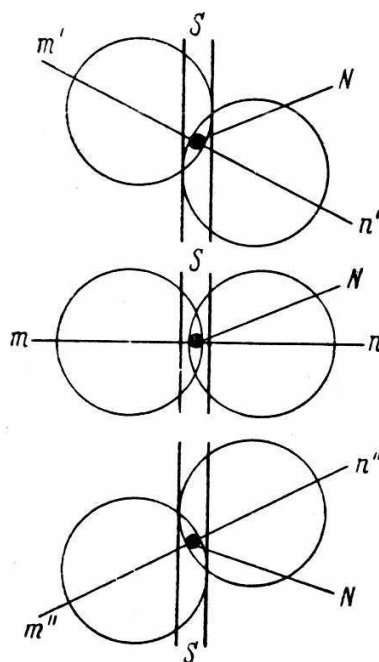


Рис. 4. Схема, иллюстрирующая расположение изображения солнечного диска относительно входной щели модулятора S при выделении экваториальных краёв Солнца.

N – рабочая область входной щели модулятора; mn , $m'n'$ и $m''n''$ – линии диаметра Солнца для разного времени дня.

2. Результаты измерений и их обработка

При измерениях один из экваториальных краёв Солнца (например правый) соответствующей ориентировкой зеркал и 32 (рис. 2) совмещался с входной щелью дифракционного модулятора S . С помощью фазовращателей, имеющих в фазометрическом устройстве, устанавливался начальный отсчёт фазового индикатора. Затем на входную щель модулятора проектировался второй экваториальный край Солнца и наблюдались изменения показаний прибора фазового детектора. Для фиксирования правого и левого краёв Солнца в установке (рис. 2) имеется вспомогательное устройство (зеркало 36 и объектив $O5$), позволяющее получить вспомогательное изображение Солнца в плоскости $a'b'$, в которой помещён полупрозрачный экран с нанесённым на нём перекрестием, которое можно поворачивать вокруг оси gd . Это вспомогательное изображение Солнца рассматривается в окуляр $O6$. Перед измерениями определялась ориентировка изображения солнечного экватора в данное время дня (по естественному перемещению изображения Солнца с течением времени) и одна из линий перекрестия на экране совмещалась с линией солнечного экватора. После этого находились положения зеркал 31 и 32 , соответствующие посылке на базу света от левого и правого экваториальных краёв Солнца. При этом, помимо всего прочего, вся отправительная часть юстировалась таким образом, чтобы совпадали положения левого и правого краёв Солнца на экваториальной линии, соответствующие исчезновению сигналов на входе фазометра, связанного с ФЭУ. Это отвечает тому, что в приёмный объектив установки попадает (после прохождения по базе) свет только от части щели S модулятора, лежащей на экваториальной линии изображения Солнца, независимо от ориентации последней по отношению к входной щели модулятора. Эта линия пересекает щель S под тем или иным углом в зависимости от времени дня (рис. 4). Оценка точности совмещения краёв Солнца со щелью показывает, что источником регистрируемого излучения могут быть области Солнца, составляющие скорости которых в плоскости эклиптики отличаются на величину порядка 3.5 км/сек. (а не 3.9 км/сек.; см. стр. 115). Поэтому, согласно баллистической гипотезе, переход от правого к левому экваториальным краям Солнца

должен сопровождаться в нашей установке сдвигом фазы $\Delta\varphi=21'$ или, что то же, $\Delta t_B=75 \cdot 10^{-12}$ сек.

Предварительные испытания всей установки в Пулковке показали, что наблюдаются большие беспорядочные колебания отсчёта на выходе фазометра при неизменном положении зеркал целостата, значительно превосходящие нестабильность отсчёта фазометра в лабораторных условиях. Они исчезали при исключении из оптической части установки базы в 2000 м. По-видимому, дополнительные нестабильности, связанные с прохождением светом большого пути по открытой местности, обусловлены тепловыми свиями в атмосфере, а также колебаниями применявшихся в установке зеркал и различиями в фазах модуляции в разных участках сечений светового пучка, вышедшего из дифракционного модулятора (см. работу [24]). Соответственно и при переходе от одного экваториального края Солнца к другому наблюдались большие колебания изменения отсчёта фазы. Это иллюстрирует рис. 5, на котором приведены результаты измерений величин $\Delta\varphi$ для одной серии наблюдений, состоявшей из 42 отсчётов. Длины отрезков равны величинам $\Delta\varphi$ (в числе делений выходного прибора, цена деления которого $4.4'$ или $1.64 \cdot 10^{-11}$ сек.). Очевидно, что при столь большом разбросе отсчётов определённый результат может быть получен только при достаточно большом числе измерений. Всего в опыте было сделано свыше 1700 измерений разностей фаз при переходе от одного экваториального края Солнца к другому. Для исключения возможности систематических ошибок, обусловленных небольшим дрейфом отсчёта на выходе фазометра, поочерёдно измерялись значения $\Delta\varphi$ при переходе от правого к левому экваториальным краям Солнца, а затем при обратном переходе (возможность ошибок, связана с дрейфом, помимо этого, уменьшается тем, что его направление с течением времени изменяется). При обработке результатов измерений значения $\Delta\varphi$, соответствующие переходам от левого к правому краям Солнца, брались с обратным знаком. Включение световой стрелки измерительного прибора только на время отсчёта позволяло уменьшить индивидуальные ошибки наблюдателя.

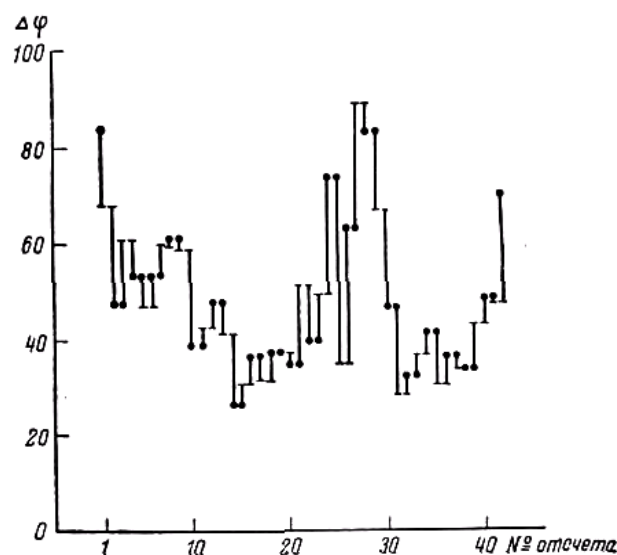


Рис. 5. Результаты одной серии наблюдения изменения фазового сдвига при переходе от правого к левому экваториальным краям Солнца.

Точкой отмечен отсчёт, соответствующий правому краю Солнца; *чёрточкой* — отсчёт, соответствующий левому краю.

На рис. 6 приведён график распределения полученных в работе 1727 отсчётов по их значениям,² причём они объединены в группы, каждая из которых соответствует разностям отсчётов, заключённым в пределах трёх делений прибора (от -1.5 до $+1.5$ деления, от 1.5 до 4.5 деления и т. д.). Как видно, это распределение весьма близко к

симметричному, а максимальное число отсчётов лежит в области, близкой к $\Delta\varphi = 0$. Статистическая обработка результатов измерений даёт для наиболее вероятного значения измеряемой величины

$$\Delta\varphi_0 = \frac{\sum n\Delta\varphi}{\sum n} = 0.37'.$$

Далее среднеквадратичное отклонение $\sigma_{\Delta\varphi_0}$ от найденного наиболее вероятного значения равно

$$\sigma_{\Delta\varphi_0} = \frac{1}{\sqrt{\sum n}} \sqrt{\frac{\sum n\Delta\varphi^2}{\sum n}} = 1.4'.$$

Наконец, вероятное отклонение (которое большей частью принимается за меру точности) значения $\Delta\varphi_0$ от найденной величины равно

$$p\Delta\varphi_0 = 0.94'.$$

Соответственно для разности времён прохождения по базе света от правого и левого экваториальных краёв Солнца имеем

$$\Delta t = (1.4 \pm 3.5) \cdot 10^{-12} \text{ сек.}$$

Величина, предсказываемая баллистической теорией ($\Delta\varphi_B = 21'$ и $\Delta t_B = 75 \cdot 10^{-12}$ сек.) более чем в 50 раз больше этой величины и лежит далеко за пределами погрешности измерений. С другой стороны, предсказываемая релятивистской теорией величина $\Delta t = 0$ в пределах погрешности опыта совпадает с результатами экспериментов.

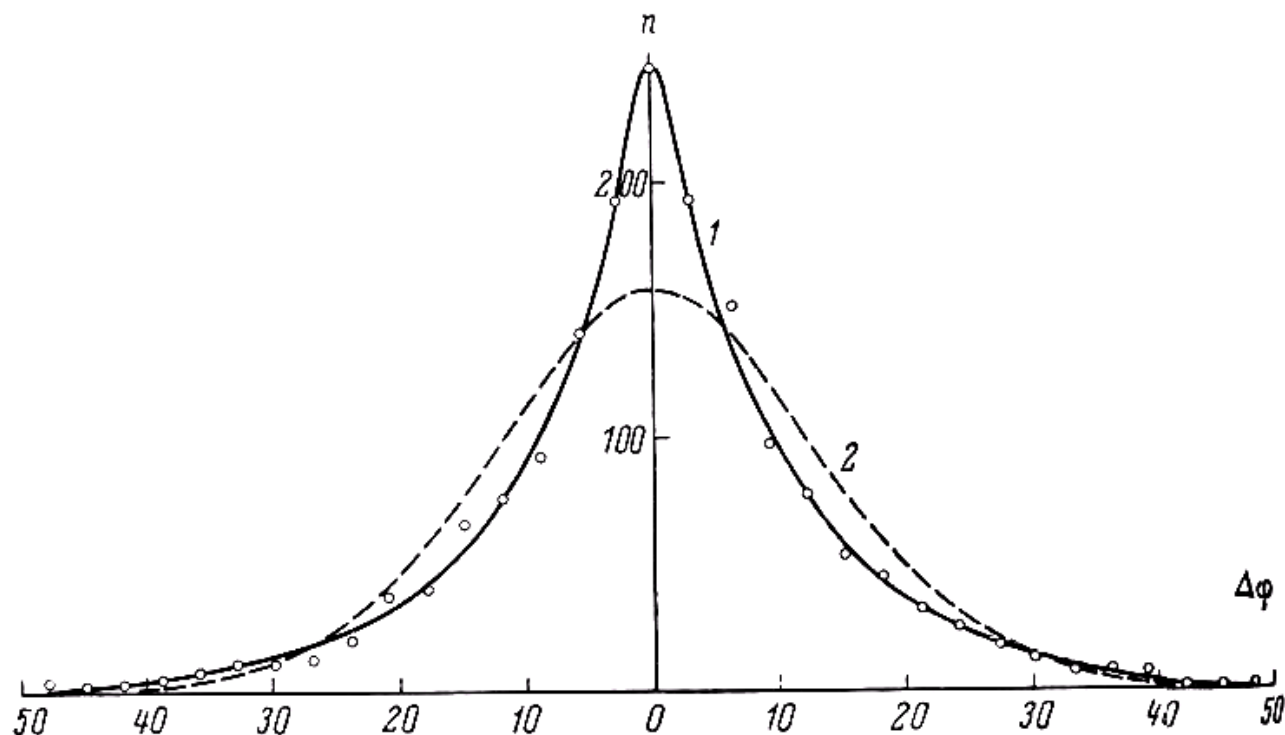


Рис. 6.

1 — график распределения отсчётов $\Delta\varphi$ по их значениям (цена деления прибора $4.4'$); 2 — расчётный график, отвечающий нормальному распределению отсчётов $\Delta\varphi$.

Необходимо отметить, что приведённая статистическая обработка результатов измерений предполагает, что ошибки измерений распределены по нормальному закону. На рис. 6, помимо экспериментального, нанесён также расчётный график, соответствующий нормальному распределению значений $\Delta\varphi$, отвечающему найденной величине σ , и общему числу измерений. Численная оценка расхождений между обеими зависимостями $n=f(\Delta\varphi)$ с помощью критерия Пирсона [27] показывает, что наблюдаемое отклонение экспериментального закона распределения отсчётов от нормального нельзя считать случайным. Аналогичного характера отклонения встречаются и в других работах, связанных с измерением времени прохождения света фиксированного расстояния (см. работу [28]). Некоторые авторы считают, что вообще ниоткуда не следует, что при физических экспериментах нормальный закон должен выполняться [29]. Оставляя в стороне обсуждение этого вопроса, отметим, что отклонение от нормального распределения полученных нами данных может потребовать некоторого уточнения оценки приведённой выше погрешности измерений. Однако можно думать, что это уточнение не приведёт к существенному изменению приведённых значений $\sigma_{\Delta\varphi_0}$ и $p_{\Delta\varphi_0}$, а последние не являются заниженными. Действительно, например, оценка вероятной погрешности однократного измерения, которая легко может быть сделана графически, путём определения значения $\Delta\varphi^*$, отвечающего условию

$$\int_{-\Delta\varphi^*}^{+\Delta\varphi^*} F(\Delta\varphi) d(\Delta\varphi) = \frac{1}{2},$$

где $F(\Delta\varphi)$ – функция распределения вероятности отсчётов, даёт $\Delta\varphi^* = 31'$. В то же время подсчёт по обычным выражениям, соответствующим нормальному распределению, приводит к величине $\Delta\varphi^*=39'$.

3. Замечание о применении в опыте зеркал

В рамках теории относительности Эйнштейна вопрос о возможности изменения скорости света при отражении от зеркала не имеет смысла. В баллистических же теориях этот вопрос подвергался специальному обсуждению, причём последователи этих теорий не придерживались единых взглядов. Толмен, основываясь на электронной теории, считал, что зеркало действует как новый источник излучения и поэтому отражённый свет распространяется относительно неподвижного наблюдателя с такой же скоростью, как и от неподвижного источника (см. работу [7]). Томсон и Стюарт, представляя распространение света как возмущение, передаваемое по силовым линиям, движущимся вместе с зарядами-излучателями, полагали, что скорость света совпадает со скоростью зеркального изображения источника излучения [6, 8]. Наконец, Ритц, развивший представление о распространении света в форме гипотетических частиц, скорость которых равна векторной сумме скорости источника излучения и скорости частиц при неподвижном источнике, пришёл к выводу, что после отражения от зеркала скорость света совпадает со скоростью света, излучаемого источником в параллельном направлении [30]. Очевидно, что с точки зрения взглядов Томсона и Стюарта применение зеркал в нашем опыте допустимо, но в рамках представлений как Толмена, так и Ритца, опыт недоказателен и его результат тривиален вследствие использования зеркал соответственно в целостате и на базе. В связи с этим описанный опыт должен быть дополнен достаточно убедительными экспериментальными данными, показывающими допустимость применения зеркал.

Известно, что взгляды Толмена и Томсона и Стюарта противоречат результатам прямых экспериментов по наблюдению доплеровского изменения длины волны света, отражённого от движущихся зеркал [7]. Эти результаты настолько убедительны, что, говоря о трудности проверки баллистической гипотезы путём интерференционных

опытов или изменения скорости света с использованием движущихся источников излучения, обычно имеют в виду только выводы Ритца. Покажем, что они не согласуются с рядом экспериментов с движущимися источниками излучения. Для этого, во-первых, рассмотрим наблюдение явления Доплера с помощью дифракционной решётки, полагая, что при отражении скорость света изменяется. Положим, что источник излучения, двигаясь в направлении AB , приближается со скоростью v к решётке, которая ориентирована таким образом, что вся разность хода имеет место после отражения (рис. 7, a). Тогда условие наблюдения максимума под углом θ к линии AB будет

$$\frac{k}{\nu} = \frac{d \sin \theta}{c} \frac{c+v}{c+v^*}, \quad (5)$$

где ν – частота света, излучаемого движущимся источником; k – целое число, а v^* – скорость света после отражения.

Баллистические теории не вводят необратимости изменения скорости света при отражении, и в теории Ритца соотношение между v и v^* есть однозначная функция угла θ . Поэтому, если источник излучения будет двигаться с прежней скоростью относительно решётки, но в направлении EB (рис. 7, b), то дифракционный максимум, отвечающий частоте излучаемого им света ν , должен по-прежнему наблюдаться под углом θ , т. е. в направлении BA . Поскольку теперь вся разность хода имеет место до решётки, то для этого необходимо выполнение соотношения

$$k/\nu = d \sin \theta / (c+v) + kv / \nu(c+v),$$

т. е.

$$k/\nu = d \sin \theta / c. \quad (6)$$

Неоднократные опыты свидетельствуют, что наблюдаемое доплеровское смещение в излучении каналовых лучей не зависит от ориентации решётки [7]. Из рассмотрения формы (5) и (6) следует, что для этого необходимо, чтобы $(c+v)/(c+v^*)=1$, т. е. $v=v^*$. Таким образом, независимость результатов наблюдения эффекта Доплера от ориентации решётки может служить доказательством неизменности скорости света при отражении. Это, разумеется, не может само по себе служить доказательством независимости скорости света от скорости источника излучения.

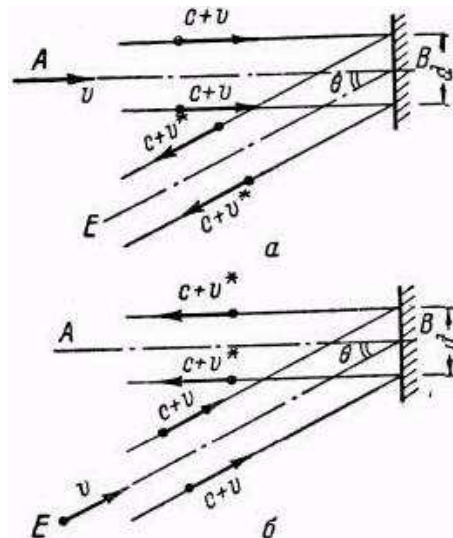


Рис. 7. К рассмотрению наблюдения явления Доплера с помощью решётки при разных

ориентациях последней.

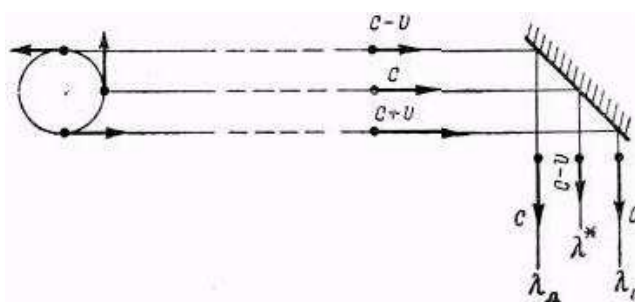


Рис. 8. Схема наблюдения скорости вращения Солнца с применением отражательного зеркала.

В дополнение к сказанному отметим утверждение Ритца, что при отражении изменяются скорость света и длина волны, а частота остаётся неизменной, противоречит результатам многочисленных экспериментальных наблюдений скорости вращения Солнца по измерению эффекта Доплера. При этих наблюдениях с помощью спектрографа с решёткой одновременно фотографируют спектры, отвечающие излучению от краёв солнечного диска и от его центра. Последний в отношении скорости света с точки зрения взглядов Ритца не эквивалентен неподвижному источнику. Поэтому, если, например, наблюдение ведётся под прямым углом к линии, соединяющей наблюдателя и Солнце, в опыте используется, как это всегда и имеет место, зеркальный целостат, то длины волн, соответствующие, по Ритцу, краям Солнца $\lambda_{л.} = \lambda_0 c/(c+v)$ и $\lambda_{п.} = \lambda_0 c/(c-v)$, сопоставляются не с длиной волны λ_0 , отвечающей неподвижному источнику, а с $\lambda^* = \lambda_0(c-v)/c$ (в случае расположения, отвечающего рис. 8). Поэтому эффект Доплера в излучении от левого (набегающего) края Солнца даётся величиной $\Delta\lambda_{л.}/\lambda^* = v^2/c^2$, а от правого (уходящего) края — $\Delta\lambda_{п.}/\lambda^* = 2v/c$. Следовательно, смещение линии в излучении одного края Солнца оказывается вдвое большим, чем это следует, а от второго имеет то же направление и пропорционально лишь второй степени отношения v/c . Нетрудно убедиться, что изменение положения зеркал целостата в течение дня сопровождалось бы изменением наблюдаемого смещения линий, т. е. изменением измеренной величины скорости движения краёв Солнца.

Таким образом, представления Ритца об изменении скорости света при отражении противоречат независимости доплеровского смещения от ориентации решётки и приводят к возможности парадоксальных явлений при наблюдении вращения Солнца. Это свидетельствует о неизменности скорости света при отражении и служит обоснованием возможности применения зеркал в нашем опыте.

Заключение

Описанный опыт по непосредственной проверке независимости скорости света от движения источника излучения относительно наблюдателя был поставлен по предложению С. И. Вавилова. Опыт показал, что результат, предсказываемый баллистической теорией, находится далеко за пределами погрешности измерений. В то же время результаты измерений находятся в согласии со вторым постулатом теории относительности.

Приведённое в работе обоснование возможности использования в опыте замкнутого оптического пути одновременно указывает на несостоятельность баллистических представлений об изменении при отражении скорости света, излучённого движущимся источником. Следует отметить, что возможно такое изменение опыта, при котором сравнение скоростей света от источников, движущихся с

разными скоростями относительно наблюдателя, не потребует замкнутого оптического пути. Для этого фазометрическое устройство с фотоприёмником должно быть расположено в конце базы, построенной без возвратного зеркала, а сигнал сравнения должен подаваться по кабелю или с помощью радиолнии.

В заключение считаем своим долгом поблагодарить члена-корреспондента АН СССР А. А. Михайлова, профессора О. А. Мельникова и профессора В. А. Крата за содействие в постановке настоящего опыта в Главной Астрономической обсерватории в Пулкове, В. И. Широкова за большую и существенную помощь в проведении настоящей работы и Ю. В. Попова за сообщение о разработанном им модуляторе.

Примечания

1. Первоначально в опыте применялся модулятор с одним излучателем [24], а затем модулятор конструкции Ю. В. Попова с двумя излучателями ультразвуковых колебаний [25].
2. 9 наблюдений разностей $\Delta\phi$, лежащих за пределами ± 50 делений прибора, из рассмотрения исключены. Это не может существенно сказаться на результатах измерений, поскольку вероятность появления этой группы измерений всего порядка 0.005.

Литература

1. A. E i n s t e i n. Ann. d. Phys., 16, 1905.
2. R. K e n n e d y. Proc. Nat. Ac. USA, 12. 621, 1926.
3. A. P i c c a r d et E. S t a h e l. Rev. d'Optique, 5. 563, 1926
4. A. P i c c a r d et E. S t a h e l. C. R., 184, 451, 1927.
5. A. M i c h e l s o n. Astrophys. Journ., 65, 12, 1927.
6. O. S t e w a r t. Phys. Rev., 32, 418, 1911.
7. C. T o l m a n. Phys. Rev., 35, 136, 1912.
8. J. T h o m s o n. Phil. Mag., 19, 301, 1910.
9. D. C o m s t o c k. Phys. Rev., 30, 267, 1910.
10. J. K u n z. Am. J. of Science, 30, 1313, 1910.
11. W. R i t z. Ann. de Chim. et Phys., 13, 145, 1908.
12. W. D e-S i t t e r. Phys. Zs., 14, 429, 1267, 1913.
13. P. G u t n i k. Astr. Nachr., 195, 4670, 1913.
14. E. F r e u n d l i c h. Phys. Zs., 14, 835, 1913.
15. W. Z u r h e l l e n. Astr. Nachr., 198, 1, 1914.
16. W. D e-S i t t e r. Bull. Astr. Inst. Netherl, 2, 121, 163, 1924.
17. M. L a-R o s a. Zs. f. Phys., 21, 333, 1924; 34, 698, 1925.
18. W. B e r n h e i m e r. Zs. f. Phys., 36, 302, 1926.

19. H. T h i r r i n g. Zs. f. Phys., 31, 133, 1925.
20. P. M o o n a. D. S p e n s e r. JOSA, 43, 635, 1953.
21. J. I v e s a. G. S t i l l w e l l. JOSA, 28, 215, 1938.
22. А. А. Б е л о п о л ь с к и й. Бюлл. КИСО, № 2, 5, 1932; № 9, 5, 1934.
23. А. М. Б о н ч-Б р у е в и ч, В. А. М о л ч а н о в и В. И. Ш и р о к о в. Доклад на IV совещании по люминесценции. Изв. АН СССР, сер. физ., в печати.
24. А. М. Б о н ч-Б р у е в и ч и В. А. М о л ч а н о в. ЖТФ, 25, 1653, 1955.
25. Ю. В. П о п о в. Автореферат диссертации "Точное измерение расстояний по времени распространения света". Гос. Опт. инст., Л., 1955.
26. А. М. Б о н ч-Б р у е в и ч и В. И. Ш и р о к о в. ЖТФ, 25, 1825, 1955.
27. В. М. Р о м а н о в с к и й. Применение математической статистики в опытном деле, ГТТИ, М.–Л., 1947.
28. A. M i c h e l s o n, F. P e a s e a. F. P e a r s o n. Astrophys. Journ., 82, 56, 1935.
29. М. О К о р н ф е л ь д. ДАН СССР, 103, 213, 1955.
30. W. R i t z. Arch. de Genève, 16, 209, 1908.

Поступило в Редакцию 28 февраля 1956 г.

Дата установки: 19.12.2006.

[\[вернуться к содержанию сайта\]](#)

W

