

## **РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ХОРОШО ИЗВЕСТНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ**

А.В. Емельянов, И.А. Емельянов

Представлен русский оригинал статьи: Alexander V. Emelyanov, Ilya A. Emelyanov. Retrospective Analysis of the Well-Known Experiment. International Journal of Fundamental Physical Sciences (IJFPS). Vol 5, No 1, pp 1-11, March, 2015. ([http://fundamentaljournals.org/ijfps/downloads/80\\_IJFPS\\_March\\_2015\\_1\\_11.pdf](http://fundamentaljournals.org/ijfps/downloads/80_IJFPS_March_2015_1_11.pdf))

Анализируется ход лучей в экспериментальных установках Саньяка, Майкельсона-Гейля и в интерферометрах Майкельсона. Доказано, что работа вращающихся интерферометров находится в полном согласии с концепцией неподвижного эфира. Развита теория интерферометра Майкельсона при его работе как в вакууме, так и в газообразных средах. Учтены три фактора второго порядка малости, обозначенные в работах Демьянова и Шамира-Фокса. Новые результаты существенно отличаются от выводов названных работ. Абсолютная скорость лаборатории в 10 км/с, найденная Миллером, пересчитана по новым формулам в скорость 236 км/с. Новая теория интерферометра Майкельсона полностью отвечает идее неподвижного эфира. Предсказано, что в известном эксперименте OPERA на суточном графике скорости нейтрино должен быть один максимум и один минимум, разделенные 12-часовым интервалом.

### **Введение**

Концепция неподвижного эфира владела умами физиков больше столетия. Эфиру отводилась ведущая роль в динамических процессах механики, в электродинамике и в оптике. Но в 1881 году Майкельсон на своем интерферометре пытался определить скорость движения земной лаборатории через неподвижный эфир. Ожидаемого эффекта он не получил и заявил о том, что гипотеза неподвижного эфира ошибочна.

После этого стало невозможно понять, какова физическая природа инерциальных систем отсчета и принципа относительности, и есть ли у этого принципа границы применимости, и что такое свет и электромагнитные волны вообще.

Последовали эксперименты Майкельсона-Морли, Морли-Миллера и Миллера, в которых повышалась чувствительность интерферометра Майкельсона с одновременным увеличением жесткости его вращающейся платформы.

Миллер обнаружил, что во всех экспериментах с интерферометром Майкельсона присутствует смещение интерференционных полос, повторяющееся через поворот платформы. Но этот эффект был более чем на порядок меньше теоретического прогноза. Получалось, что скорость движения Земли через эфир в несколько раз меньше ее орбитальной скорости.

Понять и принять это было почти невозможно. И стало укрепляться суждение о том, что Миллер принял помехи за реальный эффект. Это суждение было несостоятельным, потому что среди помех разной природы не было таких, какие могли бы повторяться с пространственной периодичностью, соответствующей половине одного оборота платформы. Но возникшие сомнения в выводах Миллера тем не менее все расширялись и укреплялись.

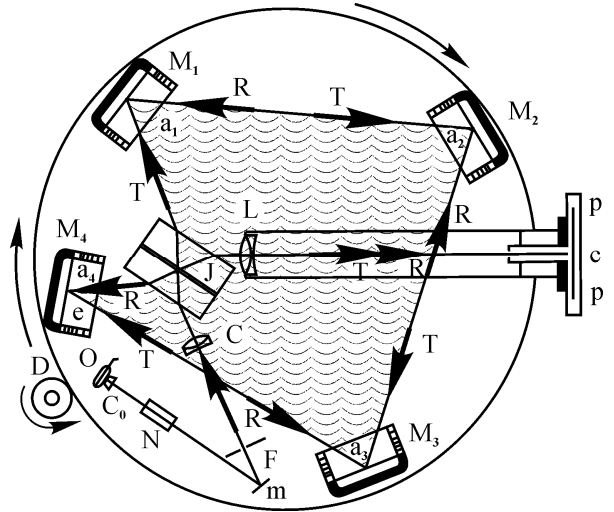
В 1913 году Саньяк осуществил эксперимент с вращающимся интерферометром, который оказался в полном согласии с концепцией неподвижного эфира. В 1925 году Майкельсон и Гейль реализовали эксперимент с грандиозным интерферометром, вращавшимся вместе с Землей. Никаких расхождений с гипотезой неподвижного эфира не обнаружилось.

Но за прошедшие два десятилетия сильно укрепилась позиция противников эфира, а его сторонники оказались в меньшинстве и в изоляции.

Сегодня, когда сражения из-за эфира уже скрылись от нас в дыму прошедшего столетия, мы имеем возможность беспристрастно проанализировать эти исторические эксперименты. Наша задача облегчается тем, что мы располагаем новыми работами Демьянова, Шамира-Фокса и Штыркова. И нам совсем не обязательно придерживаться хронологии: мы намерены рассматривать исторические эксперименты в том порядке, какой ведет к большей ясности весьма сложных физических процессов.

### Эксперименты Саньяка и Майкельсона-Гейля

На фиг. 1 изображено принципиальное устройство экспериментальной установки Саньяка. На горизонтальном жестком диске диаметром 50 см, который приводился во вращение валиком D, прочно закреплены зеркала  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ ,  $M_4$  и прочие элементы оптики. Источником света служила маленькая лампочка накаливания O. Объектив от микроскопа  $C_0$  отбрасывал изображение нити накаливания через призму Николя N посредством зеркальца m на щель F. Пучок параллельных поляризованных лучей падает через объектив C на устройство J для расщепления и соединения лучей. И здесь пучок лучей разделяется на два луча: отраженный и проходящий. На фиг. 1 показан ход проходящего луча T и отраженного R. Пройдя означенные пути в противоположных направлениях, оба луча вновь соединяются в устройстве J и идут вместе в одном направлении через линзу L. На фотопластинке p получают интерференционные полосы.



Фиг. 1. Устройство прибора Саньяка.

В целях уменьшения деформации зеркал  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ ,  $M_4$  и во избежание вредного усиления воздушных вихрей скорость вращения установки не превышала трех оборотов в секунду. Делалось два снимка интерференционных полос, соответствующих двум вращениям в противоположные стороны с одинаковой угловой скоростью.

Безразмерное смещение  $\Delta$  центральной интерференционной полосы от ее нейтрального положения, соответствующего случаю  $\omega = 0$ , где  $\omega$  – угловая скорость установки, зависит не от конфигурации светового контура, а от охваченной им площади  $S$ . На фиг. 1 эта площадь выделена темным фоном [1, 2].

$$\Delta = \frac{4\omega S}{c\lambda}, \quad (1)$$

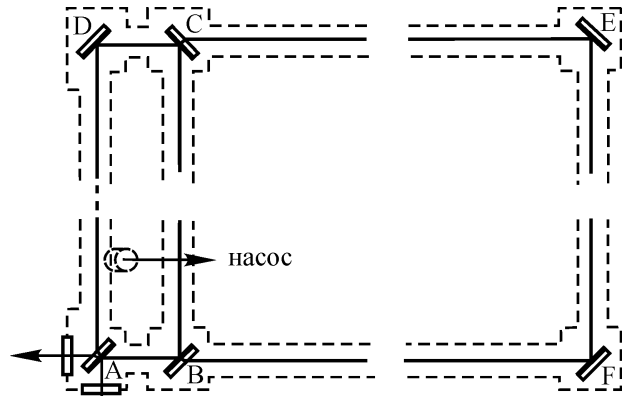
где  $c$  – скорость света в неподвижном эфире,  $\lambda$  – длина световой волны.

Если же под  $\Delta$  понимается относительное смещение полос при смене направления вращения, то в формуле (1) множитель 4 должен быть заменён на 8.

При скорости вращения 143 об/мин и площади  $S = 866 \text{ см}^2$  ожидаемое значение  $\Delta$  было 0,079 при наблюдаемом 0,077. Эти данные соответствуют длине волны  $\lambda = 4360$  ангстрем. Полученное расхождение в значении  $\Delta$  соответствовало точности эксперимента. Саньяк был сторонником концепции неподвижного эфира, и его эксперимент подтвердил надежность опытного определения угловой скорости вращения относительно эфира.

Но после этого эксперимента остались невыясненными два вопроса: не увлекают ли большие тела в свое движение эфир и не экранируется ли действие эфира металлическими поверхностями.

На эти вопросы с исчерпывающей ясностью ответил эксперимент Майкельсона-Гейля [3, 4]. На фиг. 2 представлена схема их экспериментальной установки. В отличие от установки Саньяка со световыми лучами, распространяющимися прямо в атмосферном воздухе, в установке Майкельсона-Гейля встречные лучи обходили замкнутый контур из железных труб диаметром примерно 30 сантиметров, уложенных на поверхности земли. Периметр большого контура AFED составлял почти два километра. Маленький контур ABCD был нужен для определения нейтрального положения интерференционной полосы, соответствующего нулевому значению  $\omega$ . Мощный насос за три часа непрерывной работы доводил давление в трубах до одного сантиметра ртутного столба.



Фиг. 2. Световые контуры в эксперименте Майкельсона-Гейля.

В соответствии с концепцией неподвижного эфира на широте  $\varphi$  безразмерное смещение  $\Delta$  центральной интерференционной полосы должно было определяться формулой [4]

$$\Delta = \frac{4S\omega \sin \varphi}{c\lambda}. \quad (2)$$

При  $\varphi = 90^\circ$  плоскость светового контура ортогональна оси вращения Земли, и формула (2) совпадает с выражением (1).

Эксперимент Майкельсона-Гейля проводился на широте  $41^\circ 40'$ . Вычисленное по формуле (2) значение  $\Delta$  составляло 0,236 при экспериментально зарегистрированном  $\Delta = 0,230$ . Это расхождение соответствовало точности эксперимента.

Итак, эксперимент Майкельсона-Гейля доказал, что, во-первых, эфир свободно проходит через металлические оболочки и влияет на процессы, протекающие внутри них, также, как если бы этих оболочек не было; во-вторых, эфир неподвижен и не увлекается движением даже столь больших тел, каким является планета Земля.

#### Анализ хода лучей во вращающемся световом канале

В качестве обобщения экспериментов Саньяка и Майкельсона-Гейля рассмотрим мыслимый, но не вызывающий никаких сомнений, опыт.

Во-первых, перенесем опыт Майкельсона-Гейля на северный полюс. Во-вторых, при той же площади основного контура  $S = 0,208 \text{ км}^2$  придадим ему форму кольца с множеством расставленных по хордам зеркал с вводом и выводом интерферирующих лучей, как у Саньяка.

Пусть  $R$  – радиус кольцевого контура. Тогда, записав его площадь  $S$  как  $0,208 \cdot 10^6 \text{ м}^2$ , найдем

$$R = \sqrt{\frac{0,208}{3,14}} \cdot 10^3 \text{ м} = 257 \text{ м}.$$

Наш кольцевой канал получился диаметром чуть больше полукилометра. Лучи света будут скользить в нём по периметру правильного многоугольника, максимально приближенного к окружности. Формулу (2) преобразуем, положив в ней  $S = \pi R^2$ ,  $\omega = v/R$ ,  $\varphi = 90^\circ$ . В результате получим

$$\Delta = \frac{4\pi Rv}{c\lambda}. \quad (3)$$

Отсюда находим окружную скорость кольцевого световода  $v$  в виде

$$v = c \frac{\lambda\Delta}{4\pi R}. \quad (4)$$

Разумеется, в условиях земного эксперимента скорость  $v$  может быть найдена и без нашего интерферометра. Но для нас здесь самое существенное заключается в том, что эта скорость (4) не зависит от переносной скорости Земли по отношению к эфиру. Причина этой независимости понятна. Мысленно пересечем кольцевой канал ортогональной плоскостью, проходящей через вектор переносной скорости, исходящей из центра канала. В точках этого кольцевого канала, симметричных относительно построенной плоскости, переносная скорость будет составлять один и тот же угол с касательной к кольцевому каналу. Поэтому два встречных луча, проходя одни и те же участки канала, но в противоположных направлениях и в обратном порядке, не сохраняют к моменту соединения ничего от переносной скорости.

Это значит, что эксперименты Саньяка и Майкельсона-Гейля протекали бы точно так же и в том случае, если бы земная ось покоилась относительно эфира.

Теперь мы можем перенести наш мыслимый эксперимент в космос, но так, чтобы ось вращения кольцевого канала покоилась относительно эфира, а его окружная скорость  $v$  никакого отношения к суточному вращению Земли не имела бы.

Рассмотрим сначала ход лучей в абсолютной системе отсчета, связанной с неподвижным эфиром.

Присвоим лучу, движущемуся навстречу кольцевому каналу, индекс 1, а лучу, сопутствующему ему, – индекс 2. Обозначим символами  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  пути, пройденные этими лучами от точек расщепления до точки соединения. А символами  $t_1$  и  $t_2$  обозначим интервалы времени, затраченные на путях  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$ . Тогда

$$\sigma_1 = ct_1, \quad \sigma_2 = ct_2, \quad (5)$$

поскольку каждый луч движется в эфире с одной и той же скоростью  $c$ .

Пока первый луч обходит кольцевой канал, сам канал смещается навстречу ему на расстояние  $vt_1$ , а путь второго луча удлиняется на величину  $vt_2$ . Поэтому справедливы равенства

$$\sigma_1 = 2\pi R - vt_1, \quad \sigma_2 = 2\pi R + vt_2. \quad (6)$$

Рассматривая соотношения (5) и (6) совместно, находим

$$t_1 = \frac{2\pi R}{c+v}, \quad t_2 = \frac{2\pi R}{c-v}, \quad \sigma_1 = \frac{2\pi R}{1+v/c}, \quad \sigma_2 = \frac{2\pi R}{1-v/c}.$$

В эксперименте, регистрирующем эффекты порядка  $v/c$ , каким и является рассматриваемый вариант экспериментов Саньяка и Майкельсона-Гейля, слагаемые порядка  $v^2/c^2$  никакого заметного влияния иметь не могут, поэтому

$$\Delta\sigma = \sigma_2 - \sigma_1 = \frac{4\pi R}{1-v^2/c^2} \cdot \frac{v}{c} \approx 4\pi R \frac{v}{c}.$$

Разделив  $\Delta\sigma$  на длину волны  $\lambda$ , найдем относительное отставание первого луча от второго, выраженное в долях волны. И этот результат равен относительному смещению  $\Delta(3)$  интерференционной полосы.

Итак, полагая, что свет – это волны, распространяющиеся в неподвижном эфире со скоростью «с», мы получим результат (3), подтвержденный экспериментами Саньяка и Майкельсона-Гейля. А это значит, что *названные эксперименты доказывают реальность неподвижного эфира*.

Заметим, что лучи, ход которых мы рассмотрели, прошли точку расщепления в разные моменты времени, разделенные временным интервалом  $\Delta t = t_2 - t_1$ .

Проанализируем теперь ход лучей в системе отсчета, связанной с вращающимся кольцевым каналом. В этом случае каждый луч проходит одно и то же расстояние  $2\pi R$ , но скорости лучей оказываются разными. Приписав, как и раньше, номер 1 лучу, идущему навстречу окружной скорости  $v$  кольцевого канала, а встречному лучу – номер 2, обнаружим, что скорость первого луча во вращающейся системе отсчета будет равна

$$c + v, \quad (7)$$

а скорость второго луча составит

$$c - v, \quad (8)$$

где  $c$ , как и прежде, – абсолютная скорость света в неподвижном эфире.

Получается, что первый луч сделает полный обход кольцевого канала за время  $t_1$ , а второй – за  $t_2$ , где

$$t_1 = \frac{2\pi R}{c + v}, \quad t_2 = \frac{2\pi R}{c - v}.$$

Пусть  $\Delta t = t_2 - t_1$  – тот промежуток времени, какой прошел с момента отделения первого луча от нерасщепленного светового пучка до момента отделения второго луча

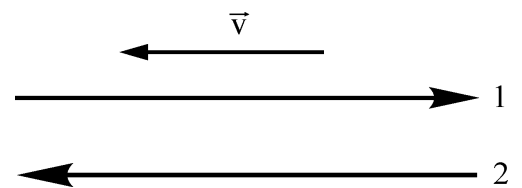
$$\Delta t = 2\pi R \left( \frac{1}{c - v} - \frac{1}{c + v} \right) = \frac{4\pi R v}{c^2 (1 - v^2/c^2)} \approx \frac{4\pi R v}{c^2}.$$

Поясним, что при анализе хода лучей в неподвижном эфире лучам свойственна и пространственная, и временная когерентность. Однако во вращающейся системе отсчета у луча 1 волны немного короче, чем у луча 2, так что сохраняется только временная когерентность. Отношение  $c/\lambda$  определяет число волн в единицу времени. Поэтому, умножив  $\Delta t$  на отношение  $c/\lambda$ , мы найдем ту разницу в долях волны, какая образовалась к моменту соединения лучей. И эта величина равна относительному смещению интерференционной полосы, т. е.

$$\Delta = \frac{4\pi R v}{c\lambda}.$$

Мы получили тот же самый результат (3), какой был получен при анализе хода лучей в неподвижном эфире, т. е. в абсолютной системе отсчета. Тем самым доказано, что *относительная скорость светового луча в любой подвижной системе отсчета равна векторной разности между абсолютной скоростью света  $\vec{c}$  в неподвижном эфире и переносной скоростью  $\vec{v}$  подвижной системы отсчета.*

На фиг. 3 изображены фрагменты встречных лучей между двумя соседними отражающими зеркалами. Здесь же указано локальное направление переносной скорости  $\vec{v}$  кольцевого канала. Весьма существенно, что световые лучи 1 и 2 не вовлекаются во вращательное движение нашего канала в том смысле, что в неподвижном эфире их направление остается неизменным. Это позволяет нам ввести локальную инерциальную систему отсчета, движущуюся со скоростью  $\vec{v}$  (фиг. 3). И в этой системе отсчета скорость луча 1 будет определяться выражением (7), а скорость луча 2 – выражения (8).



Фиг. 3. Встречные лучи 1 и 2 в системе отсчета, движущейся со скоростью  $\vec{v}$

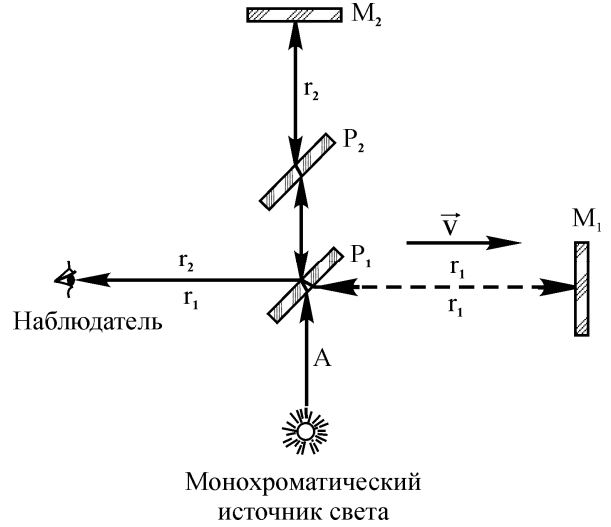
В этом примере совершенно несущественно, являются ли лучи 1 и 2 на фиг. 3 фрагментами встречных лучей в кольцевом канале или они пришли к земному наблюдателю от далеких звезд, если  $\vec{v}$  – это скорость наблюдателя относительно эфира.

### Эксперименты с интерферометром Майкельсона

Первый интерферометр Майкельсона, предназначенный для обнаружения переносной скорости земной лаборатории относительно неподвижного эфира, был

создан в 1881 году и эксперименты с ним проводились в астрофизической обсерватории Потсдама [5].

На фиг. 4 представлена принципиальная схема этого интерферометра. Монохроматический пучок света  $A$  падает под углом  $45^\circ$  на стеклянную пластину  $P_1$ , тыльная сторона которой покрыта тонким слоем напыленного серебра. Поэтому пучок  $A$  расщепляется на два ортогональных луча  $r_1$  и  $r_2$ . Отразившись от зеркал  $M_1$  и  $M_2$ , оба луча возвращаются обратно, попадают на экран (где изображён глаз) и интерферируют. Прозрачная пластинка  $P_2$ , установленная под углом  $45^\circ$  к лучу  $r_2$ , нужна, чтобы уровнять расстояния, проходимые лучами  $r_1$  и  $r_2$  в стекле.



Фиг. 4. Принципиальная схема интерферометра Майкельсона

Пусть  $l$  — расстояние между той точкой пластинки  $P_1$ , где происходит расщепление и соединение лучей, и зеркалами  $M_1$ ,  $M_2$ . Пусть далее  $\vec{v}$  — скорость, с которой лаборатория движется через эфир, направленная в данный момент от  $P_1$  к  $M_1$  строго по лучу  $r_1$ , а  $c$  — скорость света в неподвижном эфире. Тогда, согласно первоначальному замыслу Майкельсона [5], на движение света от  $P_1$  к  $M_1$  и обратно потребуется время  $t_1$

$$t_1 = \frac{l}{c-v} + \frac{l}{c+v} = \frac{2l}{c} \cdot \frac{1}{1-v^2/c^2}, \quad (9)$$

тогда как луч  $r_2$  вернется к точке расщепления через отрезок времени

$$t_2 = \frac{2l}{c}.$$

Отсюда Майкельсон получил соотношение

$$\Delta t = t_1 - t_2 = \frac{2l}{c} \left( \frac{1}{1-v^2/c^2} - 1 \right) \approx \frac{2l}{c} \cdot \frac{v^2}{c^2}. \quad (10)$$

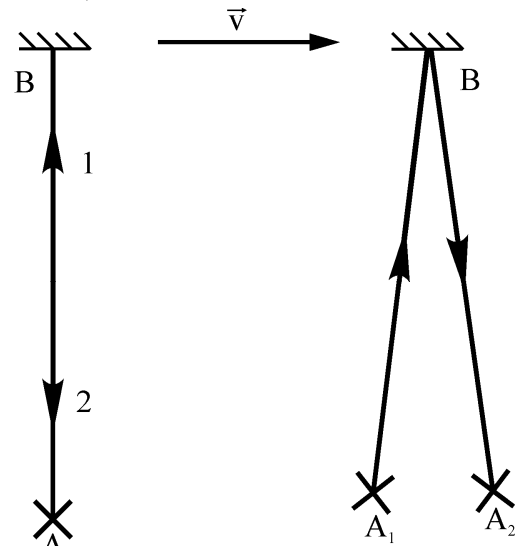
Такое значение  $\Delta t$  прогнозировал Майкельсон. Но Лорентц обнаружил ошибку в этих рассуждениях. Рассмотрим суть этой ошибки.

На фиг. 5 слева изображен ход луча  $r_2$  в лабораторной системе отсчета, а справа — след этого же луча в неподвижном эфире. Майкельсон ошибся, приняв скорость луча  $r_2$  в лабораторной системе отсчета равной  $c$ . На самом деле  $c$  — это скорость света в неподвижном эфире, т. е. на правом рисунке фиг. 5.

А скорость луча  $r_2$  в лаборатории равна  $c \cos \alpha$ ,

где  $\alpha$  — половина угла  $A_1BA_2$ . Поэтому полное время движения луча  $r_2$  составит

$$t_2 = \frac{2l}{c \cos \alpha} = \frac{2l}{c \sqrt{1-v^2/c^2}}.$$



Фиг. 5. Ход луча  $r_2$  в лабораторной (слева) и в абсолютной (справа) системах отсчета.

(11)

Теперь вместо  $\Delta t(10)$  мы получаем более правильное выражение

$$\Delta t = \frac{2l}{c} \left( \frac{1}{1 - v^2/c^2} - \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \right) \approx \frac{l}{c} \cdot \frac{v^2}{c^2}. \quad (12)$$

Итак, Майкельсон ожидал получить в своей установке вдвое большее отставание луча  $g_1$  от луча  $g_2$  при их падении на экран, по сравнению с более верным значением (12).

Этот первый интерферометр Майкельсона был слишком чувствителен к помехам. Даже когда он был помещен в подвале Потсдамской обсерватории, шаги на тротуаре в ста метрах от обсерватории давали такие помехи, при которых интерференционная картина исчезала полностью.

Умножив  $\Delta t(12)$  на отношение  $c/\lambda$ , найдем относительное смещение  $\Delta_0$  центральной интерференционной полосы от ее нейтрального положения

$$\Delta_0 = \frac{l}{\lambda} \cdot \frac{v^2}{c^2}. \quad (13)$$

Но этот результат соответствует тому положению плеч интерферометра, какое представлено на фиг. 4. При повороте платформы вокруг вертикальной оси на угол  $90^\circ$  интерференционная картина смещается от нейтрального положения в противоположную сторону, но опять на  $\Delta_0(13)$ .

В интерферометре Майкельсона регистрируется относительное смещение  $\Delta$  центральной интерференционной полосы между этими двумя экстремальными положениями платформы, когда  $\Delta = 2\Delta_0$ . Поэтому

$$\Delta = \frac{2l}{\lambda} \cdot \frac{v^2}{c^2}. \quad (14)$$

Из этой формулы можно найти выражение переносной скорости  $v$ , с какой лаборатория движется через неподвижный эфир

$$v = c \sqrt{\frac{\lambda \Delta}{2l}}. \quad (15)$$

В Потсдамском эксперименте Майкельсон руководствовался вполне разумным суждением о том, что переносная скорость лаборатории должна быть не менее орбитальной скорости Земли, равной 30 км/с. Исходя из такой оценки  $v$ , он вычислил ожидаемое  $\Delta$ , вдвое завысив результат из-за ошибки в  $\Delta t(10)$ . Но никаких регулярных смещений интерференционной картины, зависящих от ориентации платформы, замечено не было, потому что эти смещения были более чем на порядок меньше ожидаемых, и они тонули в помехах.

И Майкельсон опубликовал вывод о том, что гипотеза неподвижного эфира ошибочна [5].

В 1887 году Майкельсон и Морли осуществили новый эксперимент с существенно усовершенствованным интерферометром [6]. Платформа была выполнена из цельного камня. Она весила более полутора тонн при толщине 30 сантиметров и при размерах в плане  $1,5 \times 1,5$  метра. Опиралась она на кольцообразный поплавков, плавающий в ртути. Емкость для ртути была отлита из чугуна. Путь каждого луча был увеличен до 11 метров за счет многократного отражения от дополнительных зеркал. Для установки был сделан глубокий бетонный фундамент, достигающий до коренной породы.

С этим дорогостоящим прибором, одна регулировка которого заняла несколько месяцев, наблюдения велись всего шесть часов: по одному часу в полдень 8, 9 и 11 июля и по одному часу вечером 8, 9 и 12 июля [7]. Место проведения эксперимента – Кливленд ( $42^\circ$  северной широты).

Ожидалось обнаружить смещение интерференционной полосы в 0,4 ее ширины. Вместо этого регистрировались смещения, не превышающие 0,01 одной полосы [6].

Удивительно, что в этом, ставшем самым знаменитом, эксперименте на суточном графике относительного смещения интерференционной полосы в

зависимости от времени экспериментаторы трижды протестировали только две, причем одни и те же точки.

Чтобы оценить вероятность обнаружения максимального эффекта при такой организации наблюдений, представим, что имеется суточный график относительных смещений  $\Delta$ . На нем есть один максимум и один минимум. Некто закрывает кривую листом бумаги и просит вас указать две точки на оси времен. Вы их указываете и после этого график открывают. Какова вероятность того, что одна из выбранных точек соответствует максимуму? Вот такая же вероятность была обнаружить максимальный эффект в эксперименте Майкельсона-Морли.

Новый и высший этап совершенствования интерферометра Майкельсона связан с именем Миллера [7, 8]. В 1902 – 1905 годах этот выдающийся искатель научной истины работал вместе с Морли. Затем Морли вышел в отставку, и Миллер продолжал начатое дело один.

В новом интерферометре от прибора Майкельсона использовалась только чугунная емкость для ртути. Каменная платформа была заменена стальной крестовиной, что увеличило ее жесткость на порядок. Чувствительность прибора возросла в четыре раза.

Миллер и Морли экспериментировали в Кливленде, т.е. там же, где вели наблюдения Майкельсон и Морли. Был зарегистрирован регулярный эффект, повторяющийся дважды за один полный оборот прибора. По формуле (15) этот эффект пересчитывался в абсолютную скорость лаборатории величиной в 3 км/с.

После 1905 года Миллер экспериментировал преимущественно вблизи обсерватории Маунт Вильсон (34° северной широты). И здесь он обнаружил, что скорость  $v(15)$  получается равной примерно 10 км/с [7, 8].

В статьях [7] и [8] мы не находим никаких объяснений более чем трехкратного увеличения переносной скорости (15) на Маунт Вильсон по сравнению с Кливлендом. К сомнительным суждениям о том, что эффект якобы возрастает по мере увеличения высоты над уровнем океана, Миллер никакого отношения не имеет. Более того, С. Вавилов [9] приводит слова Миллера: «Новые данные показывают, что эфирный ветер на Маунт Вильсон не отличается значительно по величине от ветра в Кливленде».

Нас не должны смущать слова Миллера об «эфирном ветре». Не обнаружив заметной связи между направлением орбитальной скорости Земли и эффектом, регистрируемым на экране интерферометра, он понял, что на самом деле скорость, с которой Солнце движется через эфир, превышает 200 км/с [7]. Но он, как и все его современники, не догадывался, что формула (15) неверна, и стал склоняться к газоподобной модели эфира.

Миллер проводил сотни и тысячи наблюдений в разное время суток и года. Он догадался, как правильно очищать регистрируемые эффекты от многочисленных помех разной природы и ввел в практику статистическую обработку опытных данных. Тому, кто внимательно изучил его большую статью [7], должно быть совершенно очевидно, что в поисках истины Миллер был свободен от предвзятых представлений и тем более от стремления непременно обосновать какую-то заранее овладевшую им идею. Он искал истину и отбрасывал любые рабочие гипотезы, если они вступали в противоречие с опытом.

К самым ценным научным открытиям Миллера следует отнести определение пространственного положения той прямой, по которой направлена абсолютная скорость Солнца и Солнечной системы в целом. Положение этой прямой оказалось почти ортогональным плоскости эклиптики и соответствует направлению на звезду  $\zeta$  в созвездии Дракона. Это незаходящая звезда северного полушария. Но на широте Маунт Вильсон  $\zeta$  Дракона опускается на 8 градусов ближе к горизонту, чем в Кливленде. Если вспомнить, что плечи интерферометра Майкельсона с вертикальной осью вращения всегда ориентированы на линию горизонта, то

становится очевидным, что на Маунт Вильсон регистрируемый эффект должен быть больше, чем в Кливленде, соответственно этой разнице широт в 8 градусов.

В 1926 году Кеннеди провел новые эксперименты с модернизированным интерферометром Майкельсона. Основной целью этих экспериментов была проверка выводов Миллера, о чем прямо сообщается в начале статьи [10]. Мы не будем касаться всех элементов новизны прибора Кеннеди, а ограничимся только теми нововведениями, какие посеяли сомнения в достоверности научных достижений Миллера. Кеннеди в 16 раз сократил пути световых лучей и закрыл прибор кожухом, внутри которого был гелий при атмосферном давлении.

Как отмечает сам Кеннеди [10], разность  $n - 1$ , где  $n$  – показатель преломления среды, у гелия в 10 раз меньше, чем у атмосферного воздуха. Далее мы обнаружим, что вследствие одного этого фактора смещение интерференционных полос должно было уменьшиться на порядок. И Кеннеди на своем приборе не обнаружил заметных смещений интерференционных полос при поворотах платформы. Но вместо того, чтобы подметить взаимосвязь регистрируемого эффекта с показателем преломления среды, было заявлено, что эффект Миллера не подтвердился.

В 1927 году Иллингворт экспериментировал с усовершенствованным прибором Кеннеди. Рабочей средой оставался гелий. Небольшой регулярный эффект был зарегистрирован. На основе формулы (15) переносная скорость лаборатории была оценена в 1 км/с [11].

В 1929 году Майкельсон, Пис и Пирсон провели новые наблюдения с большим интерферометром. Платформой служило чугунное монолитное ложе от шлифовальной машины для 100-дюймового зеркала телескопа. Вес платформы превышал 3 тонны. Она опиралась на кольцеобразную металлическую полость, плавающую в ртути. Длина световых путей была 26 метров – в 2,4 раза больше, чем в эксперименте Майкельсона-Морли [12].

Был обнаружен регулярный эффект, повторяющийся через повороты платформы. В пересчете по формуле (15) максимальный эффект соответствовал скорости в 6 км/с. Азимут северной точки Миллера ( $\zeta$  Дракона) был подтвержден в присутствии сотрудника обсерватории Маунт Вильсон.

### **Анализ хода лучей в вакуумированном интерферометре Майкельсона**

Когда мы узнаем об экспериментах с интерферометром Майкельсона после изучения экспериментов Саньяка и Майкельсона-Гейля, возникает закономерный вопрос: почему во вращающихся интерферометрах ход лучей происходит в полном согласии с концепцией неподвижного эфира, в то время как эксперименты с интерферометром Майкельсона приводят к совершенно неожиданным и непонятным результатам.

Размышляя над этим вопросом, мы замечаем, что во вращающихся устройствах каждый луч обходит кольцевой канал только в одном направлении, и эти направления противоположны. Благодаря этому временная разность хода лучей получается пропорциональной отношению  $v/c$ , где  $v$  – вращательная скорость канала. В интерферометрах Майкельсона каждый из двух ортогональных лучей возвращается назад по тому же пути, по какому был отправлен. Это обуславливает временную разность хода лучей порядка  $v^2/c^2$ , а это величина второго порядка малости.

Мы даем такое объяснение странным результатам, полученным в экспериментах с интерферометром Майкельсона: эти эксперименты сопровождаются какими-то побочными явлениями порядка  $v^2/c^2$ , о существовании которых мы не догадываемся и которые в экспериментах с вращающимися интерферометрами не проявляются, потому что они составляют там тысячные доли от регистрируемого эффекта.

Первое из таких явлений можно назвать сразу. Это эффект Фитцджеральда. В выпуске Природы (Nature) от 16 июня 1892 года О. Лодж (1851-1940) сообщил, что узнал от Фитцджеральда, как можно объяснить отрицательный результат опыта Майкельсона. Идея состояла в том, что тела, движущиеся через эфир, немного сокращаются в размерах по направлению их абсолютной скорости.

Рассмотрим, к каким результатам приводит эта гипотеза. На фиг.6 показан ход прямого луча 1 в направлении вектора  $\vec{v}$  и луча 2 при его возвращении в лабораторной системе отсчета.

Допустим, что расстояние АВ стало не  $l$ , а  $kl$ , где  $k$  – коэффициент фитцджеральдова сокращения, подлежащий определению. Тогда время  $t_1$  (9) станет другим

$$t_1 = \frac{2l}{c} \cdot \frac{k}{1 - v^2/c^2}. \quad (16)$$

Как видно, это выражение будет равно  $t_2$  (11) в том и только в том случае, если коэффициент  $k$  определяется корнем

$$k = \sqrt{1 - v^2/c^2}.$$

Это значит, что если длина стержня, ортогонального его абсолютной скорости  $\vec{v}$  равна  $l$ , то его же длина  $l_1$ , когда он сонаправлен скорости  $\vec{v}$ , определится выражением

$$l_1 = l\sqrt{1 - v^2/c^2}. \quad (17)$$

Формула Фитцджеральда (17) носит абсолютный характер и справедлива в любой системе отсчета.

С учетом найденного значения  $k$  промежутки времени  $t_1$  (16) и  $t_2$  (11) уравниваются

$$t_1 = t_2 = \frac{2l}{c} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}, \quad \Delta t = t_1 - t_2 = 0. \quad (18)$$

Второе равенство (18) означает, что при повороте платформы интерферометра на прямой угол положение интерференционных полос на экране не изменится.

Рассмотрим ход лучей в неподвижном эфире. На фиг.7 отрезок  $A_1B$  – это путь луча 1 в направлении вектора  $\vec{v}$ , а отрезок  $BA_2$  – путь обратного луча 2.

Справедливы соотношения

$$A_1B = l\sqrt{1 - v^2/c^2} + v\tau_1, \quad BA_2 = l\sqrt{1 - v^2/c^2} - v\tau_2, \quad (19)$$

где  $\tau_1$  и  $\tau_2$  – затраты времени на прохождение расстояний  $A_1B$  и  $BA_2$ . Но скорость света в эфире всегда постоянна и равна  $c$ , поэтому справедливы очевидные равенства

$$A_1B = c\tau_1, \quad BA_2 = c\tau_2. \quad (20)$$

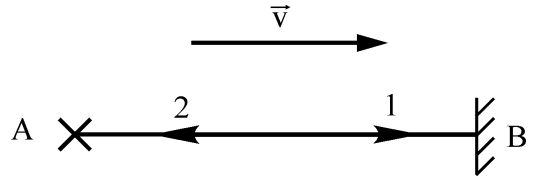
Рассматривая соотношения (19) и (20) совместно, находим

$$\tau_1 = \frac{l\sqrt{1 - v^2/c^2}}{c - v}, \quad \tau_2 = \frac{l\sqrt{1 - v^2/c^2}}{c + v}.$$

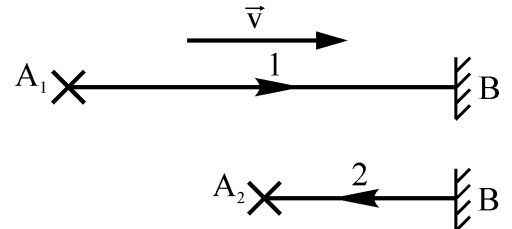
Сложив  $\tau_1$  и  $\tau_2$ , найдем время полного движения луча  $r_1$  (фиг. 4)

$$t_1 = \frac{2l}{c} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}. \quad (21)$$

Обратимся теперь к правому рисунку фиг.5, на котором изображен путь в эфире луча  $r_2$  (фиг.4). Пусть  $t_2$  – время движения луча по сторонам угла  $A_1BA_2$ .



Фиг. 6. Ход прямого 1 и обратного 2 фрагментов луча  $r_1$  в лабораторной системе отсчета



Фиг. 7. Пути прямого 1 и обратного 2 фрагментов луча  $r_1$  в абсолютной системе отсчета

Поскольку расстояние  $A_1A_2$  равно пути, пройденному лабораторией за время  $t_2$ , то полный путь луча  $r_2$  определится выражением

$$2\sqrt{t^2 + (vt_2/2)^2}. \quad (22)$$

Но этот же путь в эфире равен  $ct_2$ , поэтому, приравняв второе первому (22), найдем

$$t_2 = \frac{2l}{c} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}. \quad (23)$$

Поскольку выражения (21) и (23) совпали, то  $\Delta t = 0$ , и мы опять пришли к выводу, что формула Фитцджеральда (17) действительно объясняет отсутствие какого-либо эффекта в экспериментах с вакуумированным интерферометром Майкельсона. Этот вывод подтверждается экспериментами [14].

И Майкельсон, и Миллер полагали, что сокращение Фитцджеральда, если оно реально, должно зависеть от упругих свойств материала. Миллер пытался экспериментально проверить это суждение, укрепляя зеркала  $M_1$  и  $M_2$  и пластины  $P_1$ ,  $P_2$  (фиг.4) на брусках разной материальной природы. Никакой разницы он не обнаружил. И это закономерно.

Нельзя думать, что эфир сжимает тела, а сами тела сопротивляются этому сжатию. На самом деле размеры тел определяются межмолекулярными и межатомными расстояниями в них. А эти расстояния полностью определяются и контролируются эфиром. Если при движении в эфире его свойства внутри тел меняются вдоль линии движения, то это отражается на размерах любых тел одинаково, независимо от их упругих свойств, которые тоже обусловлены эфиром.

Обратим внимание на нечто весьма существенное. Мы провели анализ хода лучей как в лабораторной системе отсчета, так и в абсолютной, связанной с эфиром. И получили полное совпадение результатов. Но если бы мы рассматривали эфир совместно с гипотезой постоянства скорости света, то пришли бы к преобразованиям Лорентца, трактуемым в абсолютном смысле. И ложность такого подхода обнаружилась бы в противоречии результатов анализа хода лучей, выполненных в разных системах отсчета. Это значит, что анализ хода лучей в интерферометре Майкельсона должен обязательно проводиться как в лабораторной, так и в абсолютной системах отсчета. Это поможет избавиться от ложных моделей физических процессов.

### **Работа интерферометра Майкельсона в газообразной среде**

Эффект Фитцджеральда уравнивает время движения двух ортогональных лучей  $r_1$  и  $r_2$  на фиг. 4 только в условиях вакуума. Но эксперименты Майкельсона, Майкельсона-Морли, Миллера и Майкельсона-Писа-Пирсона проводились в атмосферном воздухе, следствием чего и был регулярный сдвиг интерференционных полос, связанный с пространственным положением платформы. Об этом раньше всех догадался В.Демьянов. Это произошло в 1968 году. Но Академия наук Советского Союза препятствовала публикации работ, противоречащих трактовке эксперимента Майкельсона-Морли как безусловно отрицательного. По этой причине здравые идеи В.Демьянова стали известны [13, 14] с большим опозданием.

Рассмотрим сначала, какое влияние оказывает уменьшение скорости света в газообразной среде на эффекты, регистрируемые в интерферометре Майкельсона.

Проанализируем ход лучей через среду в абсолютной системе отсчета. Обратимся к фиг.7, где изображены пути прямого и обратного луча  $r_1$  (фиг. 4). Поскольку выражения (19) для расстояний  $A_1B$  и  $BA_2$  сохраняют справедливость, то справедливы равенства

$$\tau_1 = \frac{l\sqrt{1 - v^2/c^2} + v\tau_1}{c/n}, \quad \tau_2 = \frac{l\sqrt{1 - v^2/c^2} - v\tau_2}{c/n}, \quad (24)$$

где  $n$  – показатель преломления среды, а  $\tau_1$  и  $\tau_2$  имеют прежний смысл.

Из соотношений (24) находим новые выражения  $\tau_1$  и  $\tau_2$

$$\tau_1 = \frac{nl}{c} \cdot \frac{\sqrt{1-v^2/c^2}}{1-nv/c}, \quad \tau_2 = \frac{nl}{c} \cdot \frac{\sqrt{1-v^2/c^2}}{1+nv/c}.$$

Сложив  $\tau_1$  и  $\tau_2$ , найдем новое время  $t_1$  полного движения луча  $r_1$  (фиг. 4).

$$\begin{aligned} t_1 &= \frac{nl}{c} \cdot \sqrt{1-v^2/c^2} \left( \frac{1}{1-nv/c} + \frac{1}{1+nv/c} \right) = \frac{2nl}{c} \cdot \frac{\sqrt{1-v^2/c^2}}{1-n^2v^2/c^2} \approx \\ &\approx \frac{2nl}{c} \left( 1 - \frac{v^2}{2c^2} \right) \left( 1 + \frac{n^2v^2}{c^2} \right) \approx \frac{2nl}{c} \left( 1 + \frac{n^2v^2}{c^2} - \frac{v^2}{2c^2} \right). \end{aligned} \quad (25)$$

Путь, пройденный в эфире лучом  $r_2$  (фиг. 4) по сторонам угла  $A_1BA_2$  (фиг. 5), определяется выражением (22), но скорость света теперь равна  $c/n$ , так что новое время  $t_2$  теперь станет другим

$$t_2 = \frac{2\sqrt{l^2 + (vt_2/2)^2}}{c/n},$$

следовательно,

$$t_2 = \frac{2nl}{c} \cdot \frac{1}{\sqrt{1-(nv/c)^2}} \approx \frac{2nl}{c} \left( 1 + \frac{n^2v^2}{2c^2} \right). \quad (26)$$

Вычтя  $t_2$  (26) из  $t_1$  (25), найдем временную разность хода лучей  $r_1$  и  $r_2$  (фиг.4)

$$\Delta t = \frac{n(n^2-1)l}{c} \cdot \frac{v^2}{c^2}.$$

Умножив  $\Delta t$  на частоту, которая всегда равна отношению  $c/\lambda$ , где  $\lambda$  – длина световых волн в вакууме, найдем, на какую часть волны сместились лучи  $r_1$  и  $r_2$  при падении на экран. А эта величина, как уже говорилось, равна безразмерному смещению центральной интерференционной полосы  $\Delta_0$  от нейтрального положения

$$\Delta_0 = n(n^2-1) \frac{l}{\lambda} \cdot \frac{v^2}{c^2}.$$

Удвоив этот результат, найдем максимальное относительное смещение центральной интерференционной полосы  $\Delta$ , повторяющееся через каждые поборота платформы

$$\Delta = N_0 \frac{2l}{\lambda} \cdot \frac{v^2}{c^2}, \quad N_0 = n(n^2-1). \quad (27)$$

Отсюда следует новое выражение переносной скорости лаборатории

$$v = c \sqrt{\frac{\lambda \Delta}{2l N_0}}. \quad (28)$$

В эксперименте Майкельсона-Морли [6] были следующие параметры

$$l = 11 \text{ м}, \quad \lambda = 0,55 \cdot 10^{-6} \text{ м}, \quad \Delta = 0,01. \quad (29)$$

Для атмосферного воздуха  $n = 1,0003$ , поэтому

$$N_0 = 6 \cdot 10^{-4}, \quad v = 194 \text{ км/с}. \quad (30)$$

Но этот результат получен без учета эффекта Френеля. Этот эффект, подтвержденный экспериментом Физо, состоит в увлечении световых волн средой, движущейся через эфир.

Если  $c_1$  и  $c_2$  – скорости прямого и обратного лучей на фиг.7, то в среде с показателем преломления  $n$  эти скорости определяются формулами Френеля

$$c_1 = \frac{c}{n} \left[ 1 + \left( n - \frac{1}{n} \right) \frac{v}{c} \right], \quad c_2 = \frac{c}{n} \left[ 1 - \left( n - \frac{1}{n} \right) \frac{v}{c} \right]. \quad (31)$$

С учетом этих выражений равенства (24) принимают форму

$$\tau_1 = \frac{nl\sqrt{1-v^2/c^2} + nv\tau_1}{c\left[1 + \left(n - \frac{1}{n}\right)\frac{v}{c}\right]}, \quad \tau_2 = \frac{nl\sqrt{1-v^2/c^2} - nv\tau_2}{c\left[1 - \left(n - \frac{1}{n}\right)\frac{v}{c}\right]}.$$

Отсюда находим

$$\tau_1 = \frac{nl\sqrt{1-v^2/c^2}}{c(1-v/nc)}, \quad \tau_2 = \frac{nl\sqrt{1-v^2/c^2}}{c(1+v/nc)}. \quad (32)$$

Сложив  $\tau_1$  и  $\tau_2$ , найдем полное время  $t_1$  движения луча  $r_1$  (фиг. 4) к зеркалу  $M_1$  и обратно

$$\begin{aligned} t_1 &= \frac{nl}{c} \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \left\{ \frac{1}{1 - v/nc} + \frac{1}{1 + v/nc} \right\} = \\ &= \frac{2nl}{c} \frac{\sqrt{1 - v^2/c^2}}{1 - v^2/n^2 c^2} \approx \frac{2nl}{c} \left( 1 + \frac{v^2}{n^2 c^2} - \frac{v^2}{2c^2} \right). \end{aligned} \quad (33)$$

Выражение (26) для полного времени  $t_2$  движения второго луча  $r_2$  (фиг. 4) сохраняется. Если же кто-то думает [15], что поскольку этот луч увлекается в боковое движение, то это влияет на  $t_2$ , то мы с такой точкой зрения не согласимся. Действительно,  $t_2$  равно расстоянию  $2l$ , разделенному на скорость, с какой луч движется в направлении нормали к вектору  $\vec{v}$ . А эта скорость не зависит от эффекта Френеля.

Поскольку теперь  $t_1$  (33) меньше  $t_2$  (26), то временную разность хода лучей  $\Delta t$  мы определим как  $t_2 - t_1$  (минус при  $\Delta t$  никакого влияния на работу интерферометра Майкельсона не оказывает).

$$\Delta t = \frac{nl}{c} \left( 1 + n^2 - \frac{2}{n^2} \right).$$

Теперь, действуя, как и ранее, мы вместо формул (27) получим новые

$$\Delta = N \frac{2l}{\lambda} \cdot \frac{v^2}{c^2}, \quad N = 1 + n^2 - \frac{2}{n^2}. \quad (34)$$

Используя данные (29) и  $n = 1,0003$ , мы получим отличные от (30) значения  $N$  и  $v$

$$N = 18 \cdot 10^{-4}, \quad v = 112 \text{ км/с}. \quad (35)$$

Можно не сомневаться в том, что значение  $v$  (35) точнее, чем (30). Однако формулы Френеля (31) никогда не проверялись с точностью порядка  $v^2/c^2$ , а именно такая точность нужна при анализе работы интерферометра Майкельсона. Это значит, что формулы (34) и результат (35) следует считать приближенными. И мы не утверждаем, что формулы (34) годятся для жидкостных и твердотельных светоносителей.

Шамир и Фокс [15] пробовали экспериментировать со светоносителями из оргстекла, но ожидаемых результатов не получили. В. Демьянов [13] доказывает, что в эксперименте [15] интерферировали лучи, прошедшие короткие пути в воздухе до отполированных торцов оргстекла и обратно.

Из первой формулы (34) следует результат

$$v = c \sqrt{\frac{\lambda \Delta}{2lN}}. \quad (36)$$

Сравнивая выражения (15) и (36), обнаруживаем справедливость равенства.

$$v = v_m / \sqrt{N}, \quad (37)$$

где  $v_m$  – значение переносной скорости, вычисленное по неверной формуле (15), которой пользовались Майкельсон, Морли и Миллер.

Миллерова скорость  $v_m = 10$  км/с пересчитывается по формуле (37) с учетом найденного значения  $N$  (35) в более значительную скорость

$$v = 236 \text{ км/с}. \quad (38)$$

В статьях [13-15] анализируется движение лучей в интерферометре Майкельсона с учетом трех рассмотренных факторов. Но наши результаты (34), (36) и (37), как и промежуточные рассуждения, отличаются и от работ В.Демьянов [13, 14], и от данных статьи [15].

Новая формула для  $\Delta$  (34) позволяет понять, почему Кеннеди [10] не обнаружил эффект Миллера. Уменьшив в 16 раз длину  $l$  пути каждого луча и в 10 раз уменьшив функцию  $N$  заменой атмосферного воздуха гелием, Кеннеди в 160 раз ослабил чувствительность своего прибора. Этот эксперимент [10] полезен только в том отношении, что демонстрирует зависимость регистрируемого эффекта от показателя преломления среды. Но будучи неверно истолкован, он сыграл негативную роль в истории физики.

Убедимся теперь, что анализ хода лучей в лабораторной системе отсчета приводит к тем же самым результатам. Обратимся к фиг.6, где лучи 1 и 2 проходят одинаковое расстояние  $l\sqrt{1-v^2/c^2}$ , но с разными скоростями. Скорость прямого луча 1 теперь равна  $c_1 - v$ , а у второго луча составляет  $c_1 + v$ , где  $c_1$  и  $c_2$  – скорости этих лучей в неподвижном эфире (31). Интервалы времени  $\tau_1$  и  $\tau_2$ , в течение которых лучи 1 и 2 проходят установленное расстояние, теперь определяются выражениями.

$$\tau_1 = \frac{l\sqrt{1-v^2/c^2}}{\frac{c}{n}\left[1 + \left(n - \frac{1}{n}\right)\frac{v}{c}\right] - v} = \frac{nl}{c} \cdot \frac{\sqrt{1-v^2/c^2}}{1 - v/nc},$$

$$\tau_2 = \frac{l\sqrt{1-v^2/c^2}}{\frac{c}{n}\left[1 - \left(n - \frac{1}{n}\right)\frac{v}{c}\right] + v} = \frac{nl}{c} \cdot \frac{\sqrt{1-v^2/c^2}}{1 + v/nc}.$$

Эти выражения совпали с прежними (32). Значит и их сумма  $t_1$  (33) не изменится.

Выражение (26) для полного времени  $t_2$  движения луча  $r_2$  (фиг.4) от А к В и обратно (фиг.5) тоже сохраняется, поскольку оно равно расстоянию  $2l$ , разделенному на скорость луча  $r_2$  в направлении нормали к вектору  $\vec{v}$ . А это и есть время  $t_2$ , вычисленное в лабораторной системе отсчета.

Лорентц предлагал рассматривать отсутствие ожидаемого результата в экспериментах Майкельсона и Майкельсона-Морли как опытное подтверждение эффекта Фитцджеральда. На самом деле существует и другая гипотеза, приводящая к полной неподвижности интерференционной картины в любых экспериментах с интерферометром Майкельсона. Это гипотеза постоянства скорости света в любых инерциальных системах отсчета, упраздняющая эфир. Однако эта гипотеза несовместима с положительными результатами эксперимента Миллера и Майкельсона-Писа-Пирсона. Получается, что только эффект Фитцджеральда находится в согласии со всеми известными экспериментами с интерферометром Майкельсона, в том числе с пресловутым экспериментом Кеннеди.

### Абсолютная и среднеземная скорости света

То, что мы обозначаем символом  $c$ , есть скорость света в неподвижном эфире, или абсолютная скорость света. А то, что принято именовать просто скоростью света в вакууме, мы обозначим символом  $c_m$ , где индекс  $m$  взят от фамилии Майкельсона, существенно уточнившего величину  $c_m$ . По последним данным

$$c_m = (299792458 \pm 1,2) \text{ м/с.} \quad (39).$$

Объясним, что по своему смыслу  $c_m$  есть среднеземная скорость света.

Действительно, Майкельсон отправлял луч света от обсерватории Маунт Вильсон к зеркалу на горе Сан-Антонио на расстояние 35 км. Затем путь в 70 км, пройденный световым лучом «вперед-назад» по одному и тому же маршруту, делился на полное время движения луча. Найденная таким образом скорость  $c_m$  есть

некоторая средняя скорость света в земной лаборатории, отличающаяся от истинной скорости светового луча относительно Земли высокой стабильностью.

Рассмотрим природу этой стабильности. На фиг. 4 лучи  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$  представляют собой два крайних случая, которые должны давать наибольший разброс значения  $c_m$ , если этот разброс имеет место. Но формулы  $t_1$  (21) и  $t_2$  (23) свидетельствуют о том, что оба луча проходят расстояние  $2l$  за одно и то же время. Что касается фитцджеральдова сокращения пути луча  $\gamma_1$  (фиг. 4), то в процедуре измерения среднеземной скорости света  $c_m$  расстояние  $l$  измеряется один раз и затем считается независимым от пространственной ориентации той прямой, по которой уходит и возвращается луч света. Это значит, что среднеземная скорость света  $c_m$  стабильна, поскольку определяется так:

$$c_m = \frac{2l}{t_1} = \frac{2l}{t_2} = c \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \approx c - \frac{v^2}{2c}. \quad (40)$$

Округлив абсолютную скорость Солнца (38) до 250 км/с и положив орбитальную скорость Земли равной 30 км/с, мы можем оценить квадрат абсолютной скорости Земли в виде

$$v^2 = (250^2 + 30^2) \text{ км}^2/\text{с}^2 = 634 \cdot 10^8 \text{ м}^2/\text{с}^2,$$

поскольку, согласно Миллеру, абсолютная скорость Солнца почти ортогональна орбитальной скорости Земли. Следовательно,

$$\frac{v^2}{2c} \approx \frac{634 \cdot 10^8}{2 \cdot 3 \cdot 10^8} \approx 106 \text{ м/с}. \quad (41)$$

Итак, мы пришли к выводу, что любая стабильная скорость света, измеренная в земной лаборатории, есть среднеземная скорость  $c_m$  (39). И эта скорость, согласно соотношениям (40) и (41), примерно на 106 м/с меньше абсолютной скорости света в неподвижном эфире. Истинная же скорость светового луча в земных условиях зависит от его направления и может меняться в примерных пределах

$$c_m \pm 250 \text{ км/с}.$$

Стабильность  $c_m$  лежит в основе точности радарных методов измерения расстояний, поскольку электромагнитный сигнал радара возвращается по тому же самому пути, по какому был отправлен.

### **Возможность опытной проверки новых результатов**

Формула Фитцджеральда (17) свидетельствует о том, что ни одно тело не может перемещаться в эфире со скоростью света, а тем более – со сверхсветовой скоростью. Но в лабораторной системе отсчета скорость элементарных частиц может превышать скорость света в эфире. В земных условиях скорость элементарных частиц вполне может достигать значения  $(299792 + 200)$  км/с.

Невольно вспоминается известный эксперимент OPERA. Он позволяет измерять скорость в потоках нейтрино, полученных в Женеве (CERN) и затем через земную толщу направленных в лабораторию Гран-Сассо в окрестности Рима. Путь нейтрино равен 732 километрам. Время движения определяется по атомным часам.

Если учесть географическое положение Женевы и Рима, то оказывается, что в любое время года есть такое время суток, когда направление от Женевы к Риму составляет с вектором относительной скорости эфира минимальный угол, равный примерно двадцати градусам. В это время скорость нейтрино будет максимальной, а через 12 часов – минимальной. И дело не в том, окажется ли максимальная скорость нейтрино сверхсветовой. Это зависит от энергии, при которой рождается поток нейтрино. Но при одной и той же энергии коллайдера скорость нейтрино на суточном графике будет иметь один максимум и один минимум.

## Основные результаты и выводы

1. Анализ хода лучей во вращающихся интерферометрах с обходом светового контура двумя встречными лучами без смены направления обхода каждым лучом (эксперименты Саньяка и Майкельсона-Гейля) полностью согласуется с концепцией неподвижного эфира.

2. Эксперимент Майкельсона-Гейля доказал, что, во-первых, даже такое массивное тело, как планета Земля, не увлекает эфир во вращательное движение, а во-вторых, металлические трубы не оказывают экранирующего действия на эфир, который и внутри труб сохраняет все свои свойства.

3. Эксперименты с интерферометром Майкельсона, предназначенные для определения скорости движения лаборатории через эфир за счет регистрации эффектов второго порядка малости, были неверно истолкованы и привели к отрицанию эфира. Главная причина этой ошибки состоит в том, что теоретическая оценка ожидаемого эффекта была завышена в 20-40 раз из-за неучета трех факторов того же порядка малости, как и ожидаемый эффект. Первый фактор – это эффект Фитцджеральда, проявляющийся в сокращении размеров тел в направлении скорости их движения через эфир. Второй фактор – уменьшение скорости света в среде, например, в атмосферном воздухе. Третий фактор – это эффект Френеля, согласно которому световые волны частично увлекаются движущейся средой.

4. Анализ хода лучей в интерферометре Майкельсона с учетом трех факторов, перечисленных в предыдущем пункте, приводит к удовлетворительному соответствию между прогнозами теории и экспериментом. При этом концепция неподвижного эфира подтверждается.

5. Среди множества экспериментов с различными модификациями интерферометра Майкельсона наиболее ценные научные результаты получены Миллером [7, 8]. Он определил направление скорости движения Солнца через эфир даже точнее, чем можно было ожидать от столь чувствительного к помехам прибора, каким является интерферометр Майкельсона. Эта скорость направлена примерно к звезде  $\zeta$  Дракона (точка Миллера).

Абсолютная скорость Солнца, оцененная Миллером в 10 км/с из-за общепринятой, но неверной формулы (15), пересчитывается в скорость величиной 236 км/с на основе новых формул (36) и (37).

6. Расхожее суждение о том, будто-бы улучшенный эксперимент Кеннеди [10] опроверг выводы Миллера, несостоятельно и вызвано непониманием реальных последствий нововведений Кеннеди. В его приборе был использован гелий, а длина световых путей была сокращена в 16 раз. Это привело к 160-кратному понижению чувствительности интерферометра. И как следствие – полная неподвижность интерференционных полос.

7. Анализ хода лучей в системе отсчета, связанной с движущимся интерферометром, только тогда приводит к тому же результату, какой получается в абсолютной системе отсчета, связанной с неподвижным эфиром, когда относительная скорость световых лучей находится как векторная разность между абсолютной скоростью света в эфире и переносной скоростью интерферометра. Непостоянство скорости света в подвижных системах отсчета подтверждается экспериментом Е.Штыркова по контролю за абберрацией электромагнитного излучения от геостационарного спутника [16].

8. Эффект Фитцджеральда, положение точки Миллера вблизи северного полюса эклиптики и вывод о том, что скорость света для земного наблюдателя не постоянна, подсказывают идею модернизации известного эксперимента OPERA. На суточном графике скорости нейтрино должен быть один максимум и один минимум, разделенные 12-часовым интервалом. Максимальная скорость нейтрино может превзойти скорость света, но не более, чем на 200 км/с – это зависит от энергии процессов, при которых рождаются нейтрино.

Авторы благодарят М.И. Подобедова, обратившего их внимание на работы В.В. Демьянова.

### Литература

1. Sagnac Georges. L'ether lumineux démontré par l'effect du vent relatif d'ether dans un interféromètre en rotation uniforme. Comptes Rendus 1913; 157:708–710.
2. Sagnac Georges. Sur la preuve de la réalité de l'ether lumineux par l'expérience de l'interferographe tournant. Comptes Rendus 1913; 157:1410–1413.
3. Michelson A.A. The effect of the earth's rotation on the velocity of light. Part.I. The Astrophys. J. 1925; V. LXI №5:137–139.
4. Michelson A.A. Gale Henry G. The effect of the earth's rotation on the velocity of light, Part.II. The Astrophys. J. 1925; V. LXI №5:140–145.
5. Michelson A.A. The relative motion of the Earth and the Luminiferous ether. The American Journal of Science. 1881; V. XXII №128:120–129.
6. Michelson A.A., Morley Edward W. On the relative motion of the Earth and the Luminiferous ether. Sidereal Messenger. 1887; V.6:306–310.
7. Miller D.C. The ether-drift experiment and the determination of the absolute motion of the Earth. Reviews of modern physics. 1933; V.5; 203–242.
8. Miller D.C. Significance of the ether-drift experiments of 1925 at Mount Wilson. Science. 1926; V. LXIII, №1635: 433–443.
9. Вавилов С.И. Экспериментальные основания теории относительности. Москва–Ленинград, Государственное издательство. 1928: 178с.
10. Kennedy Roy J. A refinement of the Michelson-Morley experiment. Proc. Nat. Ac. of USA. 1926; V.12: 621–629.
11. Illingworth, K. K. A repetition of the Michelson-Morley experiment using Kennedy's refinement. Physical Review. 1927; V.30: 692-696.
12. Michelson A.A., Pease F.G. and Pearson F. Repetition of the Michelson-Morley experiment. Journal of the Optical Society of America. 1929; V.18 №3: 181–182.
13. Demjanov V.V. Why Shamir and Fox did not detect «aether wind» in 1969? ViXra 1008.003;2010.
14. Demjanov V.V. Physical interpretation of the fringe shift measured on Michelson interferometer in optical media. Phys.Lett. A 374.2010:1110–1112.
15. Shamir J. and Fox R. A new experimental test of special relativity. Nuovo Cimento. 1969; V. LXII, №2: 258–264.
16. Shtyrkov, E. I.: Observation of ether drift in experiments with geostationary satellites. In: Proc. the NPA 12<sup>th</sup> Annual Conf., Storrs CT, USA, 2005; V.2:201–205.