

Оптические опыты «звездной aberrации», Майкельсона и Физо в представлениях эфиродинамики.

Профессор, д.т.н. Бураго С.Г.

(buragosg.narod.ru)

Известно, что более 100 лет назад в физике разразился кризис из-за неумения ученых согласовать между собой результаты указанных в названии опытов и представления о том, что весь материальный мир представляет собой океан эфирного газа. В то время на повестке дня стоял вопрос, увлекает ли за собой Земля в своем движении по орбите вокруг Солнца эфир или нет. Из явления звездной aberrации следовало, что эфир не увлекается Землей. Из опыта Майкельсона, наоборот, следовало, что Земля в своем движении полностью увлекает эфир за собой. Опыт Физо утверждал, что текущая вода частично увлекает за собой эфир. В результате появилась теория относительности Эйнштейна, примирившая эти противоречия путем ошибочного, с нашей точки зрения, отказа от представления о существовании эфира и введения постулата о постоянстве скорости света в пустоте, то есть независимости скорости света от скоростей источника и приемника света.

В данной статье мы возвращаемся к анализу указанных оптических опытов на основе новых представлений эфиродинамики [1] для того, чтобы разрешить упомянутые выше кажущиеся противоречия. Ниже показывается, что кризис физики возник из-за того, что анализ указанных опытов и их интерпретация проводилась физиками, не знакомыми с гидрогазодинамикой и трактовавшими явления в сплошной эфирной газовой среде без учета специфики законов течений жидкости и газа, во многом отличающихся от законов движения твердых тел.

Важно подчеркнуть, что предлагаемый анализ указанной проблемы выполнен именно с позиций теории эфиродинамики, предложенной автором и изложенной в книге [1]. Альтернативные эфиродинамические теории (см. например [2-5]), существенно отличаются от [1] и не способны объяснить рассматриваемые оптические опыты.

В нашей теории [1] предполагается, что эфирный газ состоит из атомов эфира и равномерно заполняет всю Вселенную, образуя эфирный континуум (сплошную эфирную среду). То есть, эфирный континуум и представляет собой Вселенную. Все барионные (обычные) материальные тела состоят из элементарных частиц. Элементарные частицы

являются вихревыми структурами в эфирном континууме. Элементарные частицы непрерывно поглощают эфир, поэтому их массы растут со скоростью, пропорциональной скорости поглощения ими эфира. Время жизни элементарных частиц может исчисляться миллиардами лет, так как благодаря отсутствию вязкости по теореме Гельмгольца вихри в эфирной сплошной среде существуют “вечно”, а скорость роста масс элементарных частиц невелика. Предполагается, однако, что при некоторых условиях элементарные частицы могут рождаться и, наоборот, прекращать свое существование, как вихревые структуры, вновь распадаясь на “свободные” атомы эфира. При этом происходит вечный круговорот материи и энергии. Внутренняя энергия эфирного газа является “энергией космоса”. Наряду с явлением рассеяния тепла (гипотеза Клаузиуса о тепловой смерти) во Вселенной идут мощные созидательные процессы. Поставщиком и регулятором этого круговорота материи и энергии является эфир. Эфир первичен, а материальные тела и их свойства вторичны.

В теории [1] на основании общеизвестных физических данных определены основные параметры эфирного газа и составляющих его атомов. Показано, что в отличие от всех альтернативных вариантов эфирных теорий, в теории [1] эфирный континуум обладает очень большой плотностью и в нем отсутствует вязкость.

Ключевым вопросом, на который искали ответ при проведении рассматриваемых оптических опытов, являлся вопрос об увлечении эфира барионными материальными телами, например, Землей. При рассмотрении обтекания барионных тел эфирным газом нужно помнить ряд перечисляемых ниже фактов. А именно, все барионные тела состоят из атомов. Характерная плотность барионной материи, измеряемая в кг/м^3 , не превосходит нескольких единиц. И только ядра атомов (протоны+нейтроны) имеют огромные плотности порядка 10^{18} кг/м^3 и очень маленькие размеры с радиусами порядка 10^{-15} м . Радиусы атомов имеют порядок 10^{-10} м . То есть малюсенькие ядра атомов разделены друг от друга гигантскими расстояниями порядка 10^5 радиусов ядра. Отсюда видно, что барионная материя представляет собой решетку или сито, сквозь которое свободно протекает сплошная среда газообразного эфира. Причем, независимо от плотности эфира и благодаря отсутствию в нем вязкости, обтекание барионных тел эфирным газом при равномерном движении не встречает сопротивления (парадокс Даламбера). Для ученых, не являющихся специалистами в гидрогазодинамике, данная ситуация представляется невероятной и парадоксальной – ситуация, при которой материальные (барионные) тела, движущиеся в эфирном газе, пропускают сквозь себя (между ядрами атомов) потоки эфира и поэтому не создают вокруг себя поля возмущенного течения эфира.

Препятствиями для эфира, возмущающими его течение, являются только ядра атомов внутри тел. Но и ядра, возмущая местное поле скоростей в эфире, как уже было сказано выше, при равномерном движении не встречают сопротивления своему движению в эфире.

Чтобы дать правильное истолкование рассматриваемых оптических опытов, надо рассмотреть задачу обтекания спокойным эфиром (невозмущенным движением сферы) движущегося с постоянной скоростью сферического тела. При малых скоростях движения сферы эфирный газ будем считать невязким и несжимаемым. Картина возмущенного течения эфира около сферы (см. Рис. 1) будет одинакова в любой полуплоскости, содержащей ось, проходящую через центр сферы в направлении ее движения.

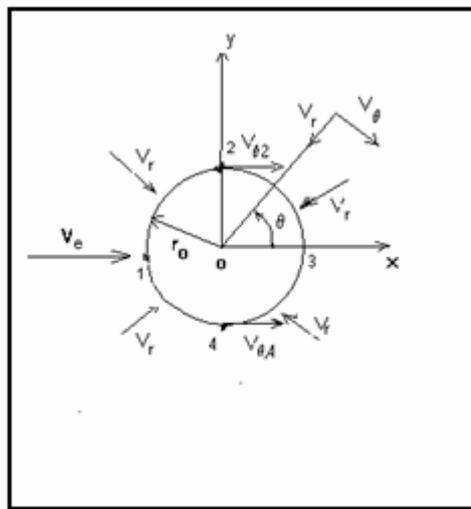


Рис.1

В полярной системе координат (r, θ) с началом координат в центре сферы решение задачи в любой из упомянутых полуплоскостей дается следующими известными выражениями для потенциала и компонент скорости [1,10]:

$$\varphi^* = q/4\pi\rho_3r + \epsilon V_\infty r_0^3 \cos\theta / 2r^2, \quad (1)$$

$$V_r^* = -q/4\pi\rho_3r^2 - \epsilon V_\infty r_0^3 \cos\theta / r^3, \quad (2)$$

$$V_\theta^* = -\epsilon V_\infty r_0^3 \sin\theta / 2r^3. \quad (3)$$

где V_r^* и V_θ^* - скорости возмущенного движения эфира относительно спокойного эфира; q – массовый расход эфира через сферическую поверхность, характеризующий способность барионных тел поглощать эфир; ρ_3 – плотность эфирного газа; r_0 – радиус сферического тела; ϵ - коэффициент проницаемости; который равен нулю для сферы, состоящей из проницаемой барионной материи и равен единице для сферы, представляющей отдельное непроницаемое атомное ядро; V_∞ - скорость равномерного движения рассматриваемого сферического тела. Собственная скорость спокойного эфира V_e принята равной нулю. Из выражений (2) и (3)

видно, что по мере удаления от центра сферы (при $r \rightarrow \infty$) скорости возмущенного движения V_r^* и V_θ^* очень быстро стремятся к нулю.

Формулы (1)-(3) учитывают эффект проницаемости сферы. Абсолютно проницаемые тела ($\epsilon=0$) свободно пронизываются эфиром, не вовлекая его в свое движение. Для непроницаемых тел ($\epsilon=1$) при $r = r_0$ радиальная скорость V_r^* складывается из абсолютных радиальных скоростей точек тела и радиальных скоростей, вызванных способностью тела поглощать эфирный газ. Внутри тела попадает только тот эфир, который поглощается телом, что описывается слагаемым, содержащим расход q . Остальной эфир обтекает непроницаемое тело. Окружная скорость V_θ^* направлена по касательной к поверхности тела. Она изменяется по синусоидальному закону от нуля в точках 1 и 3 до половины скорости V_∞ в точках 2 и 4.

Какой коэффициент проницаемости ϵ должен быть у Земли? Поскольку для эфирного газа Земля является решетом и свободно пронизывается эфиром, то для Земли $\epsilon=0$. Представление Земли проницаемой, словно сито или решето, не является новым, так как известна элементарная частица “нейтрино”, которая легко пронизывает Землю насквозь, не встречая при этом никакого сопротивления [7,11].

Можно оценить влияние движения Земли на поле скоростей эфирного газа. Учитывая, что обтекаются только ядра атомов, из которых, в конечном счете, состоит Земля, определим окружную скорость в точках 2 и 4 (рис.1) около ядра атома из уравнения (3) $V_\theta^* = -\epsilon V_\infty r_0^3 \sin \theta / 2r^3$. Предположим, что ядро такого атома, находится на поверхности Земли. Примем следующие значения для величин, входящих в это уравнение: $\epsilon = 1$, $V_\infty = 3 \cdot 10^4$ м/с (скорость Земли на орбите вокруг Солнца), $r_0 = 10^{-15}$ м (радиус ядра атома на поверхности Земли), $\theta_2 = 90^\circ$, $\theta_4 = 270^\circ$ (полярные углы лучей, проходящих через точки 2 и 4 на поверхности ядра атома), r – радиальное расстояние от центра ядра атома вдоль лучей. Если $r=r_0$, то окружная скорость на поверхности ядра атома $V_\theta^* = 0,5 \cdot V_\infty = 1,5 \cdot 10^4$ м/с, но уже на расстоянии одного миллиметра от центра ядра атома и, следовательно, от поверхности Земли при $r=10^{-3}$ м эта скорость будет равна $V_\theta^* = \pm 1 \cdot 3 \cdot 10^4 \cdot (10^{-15})^3 / (2 \cdot 10^{-3}) = 1,5 \cdot 10^{-32}$ м/с, т.е. совершенно незначительной величине по сравнению со скоростью Земли.

Тот факт, что по нашей теории Земля в своем движении практически не увлекает за собой эфир, полностью соответствует явлению звездной аберрации. Явление звездной аберрации было открыто Брадлеем и состоит в следующем. Если наблюдать любую звезду в зрительную трубу, то изображение звезды не получится по направлению линии зрения, так как за то время, что световые лучи пробегают по длине трубы, труба перемещается вместе с Землей, и это обуславливает небольшое отклонение изображения, называемое аберрацией. Из

наблюдений следовало, что звездная абберация имеет место при наблюдении всех звезд и не зависит от направления, и, следовательно, эфир не увлекается Землей.

Чтобы обнаружить влияние движения Земли на поле скоростей эфира, разными исследователями были выполнены дополнительные оптические опыты. Самым известным из них был опыт Майкельсона (1881 г.) [7]. Результат этого опыта привел ученых к выводу, что эфир полностью увлекается Землей, что противоречило выводу из явления звездной абберации.

В своем анализе результатов опыта Майкельсона ученые основывались на постулате Эйнштейна о постоянстве скорости распространения света в пустоте и независимости этой скорости от скоростей излучающей и отражающей поверхностей. Это было, с нашей точки зрения, роковой ошибкой. Проистекала эта ошибка из господствовавшего в то время представления о свете, как о волне, распространяющейся в эфирном газе. В то время уже было известно, что скорость распространения волн в сплошных средах не зависит от собственных скоростей источника и приемника этих волн. И это свойство было “механически” распространено на “световую волну”. В настоящее время распространение света связывают с движением фотонов, которые уже рассматриваются в качестве очень мелких материальных частиц. То есть, в известном смысле физика уже сделала большой шаг в направлении отхода от догмата о постоянстве скорости света, признав, что носителем света являются фотоны, то есть материальные тела, а не волны наподобие звуковых волн в газах и жидкостях. Уже одно это требует пересмотра системы взглядов о законах испускания и отражения света и возвращения к законам сложения скоростей тел, принятым в классической механике в соответствии с принципами относительности Галилея и Ньютона.

Продолжая развивать наметившуюся тенденцию, заметим, что согласно механизму излучения фотонов (и электронов), описанному нами в [1] фотон покидает излучающий его атом со скоростью света \vec{C} в спокойном поле эфира (“в пустоте”) относительно самого атома. Если же атом, излучающий свет, сам движется со скоростью \vec{V} относительно невозмущенного поля эфира, то скорость фотона будет векторной суммой этих скоростей и может быть записана формулой

$$\vec{C}' = \vec{C} \pm \vec{V} \quad (4)$$

В связи с этим можно попробовать уточнить формулировки законов излучения и отражения света в соответствии с принципами относительности Галилея и Ньютона для скоростей твердых частиц, не входя при этом в противоречие с известными способами определения скорости света.

Закон излучения света. При движении источника излучения света относительно спокойного поля эфира со скоростью \vec{V} скорость и направление движения тяжелой световой волны

относительно поля эфира \vec{C}' определяется векторной суммой скоростей. С и V:

$$\vec{C}' = \vec{C} \pm \vec{V} \quad (5)$$

Скорость распространения света в спокойном эфире равна скорости света в пустоте $C = |\vec{C}| = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$. Из формулы (5) следует, что скорость света в эфире относительно самого источника излучения или наблюдателя, движущегося относительно эфира с той же скоростью V, будет равна C.

Закон отражения света: Закон отражения света должен учитывать скорость движения отражающей поверхности относительно источника излучения. Скорость падающего луча света относительно отражающей поверхности будет в этом случае выражаться формулой

$$\vec{C}_l = \vec{C}' \mp \vec{U} = \vec{C} \pm \vec{V} \mp \vec{U}. \quad (6)$$

Здесь \vec{V} и \vec{U} - соответственно скорости источника света и отражающей поверхности относительно эфира. Относительная скорость падения C_l равна относительной скорости отражения света C_l' . Угол падения равен углу отражения. Скорость отраженного луча света относительно поля эфира \vec{C}'' , как и в случае излучения, определяется векторной суммой:

$$\vec{C}'' = \vec{C}_l \pm \vec{U}. \quad (7)$$

Знак “-” перед скоростью отражающей поверхности U соответствует ее движению в направлении движения источника света, а “+” в противоположном. Поэтому, как видно из (6), при равенстве скоростей V и U скорость света относительно источника и отражающей поверхности равна скорости света в пустоте.

Для объективности отметим, что подобные взгляды на законы распространения света впервые были высказаны Ритцем. В истории науки это известно как «баллистическая гипотеза Ритца». Известно также возражение против сложения скоростей вида (4), основанное на наблюдениях за двойными звездами [4,8]. В нашей книге[1] обсуждению этой проблемы посвящена глава 4.7. В ней, основываясь на работе [8], мы показываем, что эти наблюдения не только не опровергают законы (4)-(7), но лишний раз подтверждают их правильность. В данной статье мы не будем повторять анализ опыта Майкельсона. С ним можно познакомиться в [1]. Отмечу лишь, что каждый читатель может самостоятельно повторить этот вывод, отказавшись от догмата Эйнштейна о постоянной скорости света в пустоте, независимой от скорости источника и наблюдателя и рассмотреть опыт Майкельсона в соответствии с принципами относительности Галилея (механики Ньютона) в понимании законов излучения, распространения и отражения света. Это позволит убедиться, что опыт Майкельсона не дает смещения интерференционных полос и не выявляет ожидаемого влияния движения Земли в неподвижном эфире на оптические характеристики луча света. **Какой бы большой ни была скорость Земли относительно эфира, опыт Майкельсона не может этого выявить. На самом деле явление звездной абберации Брайля и опыт Майкельсона не противоречат друг другу.**

Нам остается еще разобраться с опытом Физо [9]. Этот опыт был выполнен в 1871 г. Из него следовало, что текущая вода, вдоль которой пускался луч света, частично увлекает за собой эфир в отношении, равном коэффициенту увлечения :

$$\xi = \Delta V_{\infty} / V_{\infty} = 1 - 1/n^2 = 0.4347, \quad (8)$$

где V_{∞} - скорость текущей воды; ΔV_{∞} - скорость эфира, увлекаемого водой; n - показатель преломления света в воде ($n = 1.33$). Очевидно, что если вода увлекает за собой эфир, то и другие материальные тела должны увлекать за собой эфир, но как мы видели это противоречило бы явлению звездной аберрации.

Поэтому нужно глубже разобраться с опытом Физо и понять, что там происходит. Особенность этого эксперимента заключается в том, что свет распространяется не снаружи, а внутри потока воды, в непосредственной близости к ядрам атомов водорода и кислорода, составляющих молекулы воды. На это указывает факт уменьшения скорости распространения света в спокойной воде до $V = 225\ 000$ км/с вместо $C = 300\ 000$ км/с при распространении света в спокойном эфире, вдали от барионных материальных тел, или, как говорят, “в пустоте”.

Таким образом, при анализе происходящего в опыте Физо следует в уравнениях (1) - (3) в качестве коэффициента ϵ брать его значение, равное единице. В этом случае в точках 2 и 4 (см. рис. 1) на поверхности ядер атомов, составляющих молекулы воды, при $r = r_0$ и $\theta = \pm 90^\circ$ проекция на ось x радиальной скорости равна нулю. В точке 2 окружная скорость $V_{\theta}^* = -1/2V_{\infty}$. Минус означает, что скорость направлена в сторону, противоположную увеличению угла θ . Положительные углы θ согласно рис.1 направлены против часовой стрелки. В точке 4 скорость $V_{\theta}^* = 1/2V_{\infty}$. Важно отметить, что эти скорости являются абсолютными скоростями течения эфира. Они направлены в сторону положительной оси Ox , то есть в сторону, противоположную движению самого тела (атома воды).

В опыте Физо луч света, пропускаемый через текущую воду, проходит в непосредственной близости от поверхности ядер атомов, составляющих молекулы воды. Учитывая это, примем в формуле (3) $r_0/r = 0.9545$ и $\theta = \pm 90^\circ$, где r_0 - радиус ядра атома; r - расстояние от центра атома до линии распространения луча света, направленного вдоль оси Ox . В этом случае скорость эфира V_x^* на линии распространения луча света, вызванная движением ядер атомов водорода и кислорода, составляющих молекулы воды, запишется как:

$$V_x^* = -0.4347 V_{\infty} = \Delta V. \quad (9)$$

Следовательно, коэффициент увлечения эфира примет значение, совпадающее по модулю с коэффициентом, полученным в опыте Физо:

$$\xi = \Delta V/V = |V_x^*|/V_{\infty} = 0.4347 \quad (10)$$

Интересным и парадоксальным обстоятельством является направление течения эфира. На линии светового луча оно направлено не вслед за движущимися молекулами воды, а в противоположном направлении. Это означает, что в текущей воде обтекание эфиром молекул воды приводит к образованию местного течения эфира на линии луча света в обратном направлении. Этого не могли знать ученые - современники Физо. Поэтому, сообразуясь с бытовыми представлениями о течении воды, они предположили, что частицы эфира подобно соринкам увлекаются вслед за частицами текущей воды. Это не соответствует действительности, но, как мы увидим дальше, приводит к тому же правильному результату. Чтобы убедиться в этом, придется восстановить схему опыта Физо (рис. 2). Позаимствуем её из [9].

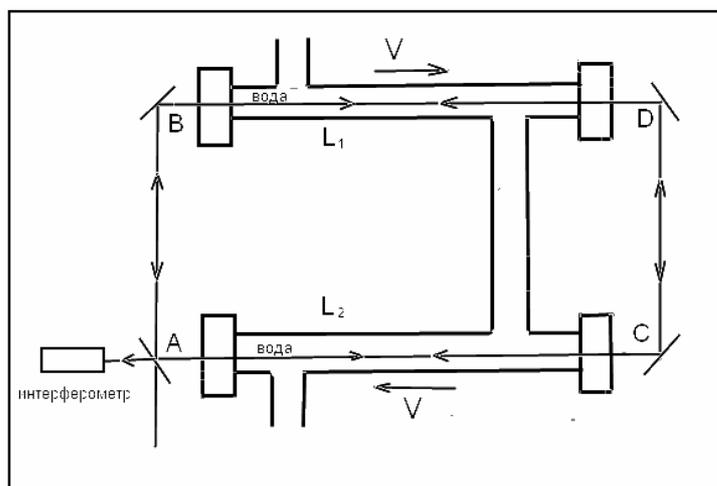


Рис.2

Опыт Физо проводился по следующей схеме. Световой луч S падал на полупосеребренную пластинку A , разделяющую его на два луча: AB и AC . Зеркала B, C и D , поставленные под углом 45° к падающим на них лучам, поворачивали их на углы 90° . Вследствие этого разделенные в точке A когерентные лучи света обходили установку: один по часовой, другой - против. Упав снова на полупрозрачное зеркало A , они соединялись вместе, что позволяло наблюдать картину интерференции. На пути лучей располагались трубы L_1 и L_2 , наполненные текущей со скоростью V_∞ водой в направлении, указанном на рисунке. Один луч, проходя сквозь трубы, шел все время по течению, а другой - против. Физо полагал, что эфир, находящийся в воде, этой водой увлекался, и оба луча, пройдя установку и соединяясь в точке A будут иметь некоторую разность фаз, обусловленную разным временем, которое лучам понадобилось на прохождение всего пути. Эта разность фаз определит характер интерференции в интерферометре. Разность времен прохождения лучами установки создается ходом лучей лишь в движущейся воде, так как в остальном их пути одинаковы.

Обозначим скорость света в покоящейся воде через V_C ($V_C = 225\ 000$ км/с). Тогда скорость света в текущей воде относительно установки для луча, распространяющегося

против течения, равна $V_C - \xi V_\infty$, а для луча, распространяющегося по течению, равна $V_C + \xi V_\infty$. Отсюда находим, что разность времен Δt , в течение которых оба луча обходят установку, будет:

$$\begin{aligned} \Delta t = t_1 - t_2 &= 2l / (V_C - \xi V_\infty) - 2l / (V_C + \xi V_\infty) = \\ &= 4l \xi V_\infty / (V_C^2 - \xi^2 V_\infty^2) \cong 4l \xi V_\infty / V_C^2. \end{aligned} \quad (11)$$

Здесь величиной $\xi^2 V_\infty^2$ пренебрегают, так как она много меньше, чем V_C^2 ; l - длина каждой из труб L_1 и L_2 , наполненных водой. Разность фаз между обоими лучами будет равна $2\pi\nu\Delta t$, где ν - частота света. Физики создали установки и приборы, с помощью которых могут, изучая картину интерференции, проводить измерения с большой точностью.

Вернемся к нашему исследованию. Было показано, что на линии распространения луча света местное течение эфира имеет скорость ξV_∞ и направлено в противоположную сторону по отношению к течению воды. Поэтому в выражениях, определяющих скорость света в текущей воде относительно установки, нужно поменять знаки перед величиной ξV_∞ на противоположные. В соответствии с этим скорость света относительно установки для луча света, распространяющегося в трубах L_1 и L_2 против течения воды, будет $V_C + \xi V_\infty$, а для луча света, распространяющегося по течению воды, эта скорость равна $V_C - \xi V_\infty$. При этом время $t_1 = 2l / (V_C + \xi V_\infty)$, затрачиваемое лучом света на прохождение пути $2l$ против течения воды, оказывается меньше времени движения по течению: $t_2 = 2l / (V_C - \xi V_\infty)$. Однако разность времен, за которую оба луча обходят установку и которая теперь определяется как:

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 2l / (V_C - \xi V_\infty) - 2l / (V_C + \xi V_\infty) = 4l \xi V_\infty / V_C^2, \quad (12)$$

Она не меняется по сравнению с тем, что получил Физо (11).

В заключение данного раздела отметим, что у некоторых жидкостей коэффициент преломления света существенно больше, чем у воды. Например, у бензола он равен 1,501. Вследствие этого коэффициент увлечения эфира движущимися молекулами бензола

$$\xi = \Delta V_\infty / V_\infty = 1 - 1/n^2 = 0,556.$$

По существующим воззрениям движущиеся молекулы бензола должны были бы увлекать за собой эфир со скоростью $|\Delta V_x^*| = 0,556 V_\infty$.

В то же время при движении сферы в сплошной среде самые большие теоретические значения скоростей в точках 2 и 4 (рис. 1) не могут превысить значение $V_x^* = 0,5 V_\infty$. Снова загадка. Однако она имеет разгадку. Известно [6], что при обтекании цилиндра абсолютные скорости в аналогичных точках больше, чем у сферы и достигают значения $V_x^* = V_\infty$. Если молекулы бензола и других жидкостей с большими коэффициентами преломления света отличаются от сферической формы и приближаются к цилиндрической, то это объясняет,

почему их коэффициенты увлечения эфира приближаются к единице, но не могут её превысить.

Таким образом, наш анализ показал, что все три опыта имеют свое простое, естественное объяснение с позиций эфиродинамики, и что они не противоречат друг другу. **Нужно прямо сказать, что физика сама себе придумала трудности, отказавшись от эфира и постулировав постоянство скорости света, ее независимость от скорости источника и отражающей поверхности и отойдя от известных принципов относительности Галилея (Ньютона).**

В заключение отметим, что в работе [1] с позиций эфиродинамики даны объяснения и доказательства других особенностей света, таких как явления Доплера, гравитационного красного смещения в спектрах звезд, искривления траектории световой волны при прохождении мимо Солнца (массивной звезды), красного смещения в спектрах далеких галактик (закон Э.Хаббла), парадокса Ольберса и ряда других.

Библиографический список

1. Бураго С.Г. Эфиродинамика-ключ к тайнам Вселенной. (Эфиродинамическая природа основополагающих явлений и законов физики), М.: УРСС 2009. - 230с.
2. Ацюковский В.А. Общая эфиродинамика.– М.: Энергоатомиздат , 1990.
3. Ацюковский В.А. Эфиродинамические гипотезы. - М.: Энергоатомиздат, 1990. НТИ, 1997.
4. Болдырева Л.Б., Сотина Н.Б. Возможность построения теории света без специальной теории относительности. – М.: Логос, 1999. – 64с.
5. Брусин С.Д. Брусин Л.Д. К новым основам физики. М., 1997.
6. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика ч.2 М.: Физматгиз 1963.
7. Хвольсон О.Д. Курс физики. Т. 1,-М.:ГТТЦ, 1934.
8. Чикин П.С. Проблема статистики звезд и скорость света// Доклад на VI международной конференции. «Современные проблемы естествознания» Санкт-Петербург, 2000.
9. Фриш С.Э, Тимофеева А.В. Курс общей физики. Т.1,2,3.-М.: Физматгиз, 1961.
10. Фабрикант Н.Я. Курс аэродинамики ч.1 М.: ГОНТИ, НКТП, 1938.
11. Нарликар Дж. Неистовая Вселенная.–Мир, 1985.