viXra:1008.0003

Почему Шамир и Фокс "не обнаружили" эфирный ветер в 1969-ом году?

В.В.Демьянов

Государственная Морская Академия им. В.Ф.Ушакова, Новороссийск
e-mail: demjanov@nsma.ru

До 1960-х годов измерение скорости эфирного ветра по технологии Майкельсона предполагало, что среда на пути лучей не имеет никакого существенного (кроме мешающего) значения для получения ожидаемого сдвига интерференционной полосы от сведённых ортогональных лучей на интерференционном экране разворачиваемого прибора. В 1960-х годах несколькими авторами начались независимые исследования интерферометра типа Майкельсона со светоносами из разных оптических сред. Свои результаты измерений на плексигласе Шамир и Фокс объявили "отрицательными" (хотя ими зафиксирован сдвиг полосы на ~1/3000 от её ширины, и определена соответствующая ей скорость эфирного ветра ~6,6 км/с). Авторы посчитали, что эти результаты, как и опыты Майкельсона, "усиливают экспериментальную основу СТО". Их опубликовали. Мои результаты тех же лет оказались положительными. Мне удалось зафиксировать на газах, жидкостях и твёрдых оптопрозрачных телах стократно большие относительные сдвиги полосы (0.01÷5.0), выявившие горизонтальную проекцию скорости эфирного ветра в сотни км/с. В разное время дня и ночи на широте г. Обнинска я обнаружил её изменения в интервале 140÷480 км/с. Т.к. мои результаты "ослабляют экспериментальную основу СТО", их публиковать до сих пор отказываются.

Я аргументировано доказываю в этой работе, основываясь на своём экспериментальном опыте, что Шамир и Фокс, в действительности, получили положительные результаты измерения эфирного ветра величиной в несколько сот км/с. Но они столкнулись с новым артефактом в интерферометре с твёрдотельным светоносителем из плексигласа и не поняли его. Предложенная ими формула обработки результатов измерений сдвига интерференционной полосы оказалась непригодной для сред с проницаемостью ~2. Их формула могла бы пролить свет на положительность измерений эфирного ветра Майкельсоном и Миллером с удлинёнными воздушными светоносами лучей. Но Шамир и Фокс не поняли ни своих результатов, ни результатов предшественников и поспешили объявить свои измерения отрицательными. В настоящей работе найдено объяснение причины, скрывшей от Шамира и Фокса правду экспериментального обнаружения эфира, подрывающую экспериментальную основу СТО.

1. Объявленные в [1] результаты измерений

Измеренный сдвиг интерференционной полосы (сохраняю нумерацию и обозначения физических величин в формулах по [1]):

- относительная амплитуда сдвига интерференционной полосы

$$\Delta < \frac{1}{3000}\ \text{fringe}\ ; \tag{1}$$

- рабочая формула для расчёта скорости υ эфирного ветра:

$$\beta^2 = \frac{\Delta \cdot \lambda}{2l \cdot n\left(1 - n^{-2}\right)}\ ,\quad \text{где}\ \beta = \upsilon / c\ . \tag{2}$$

- величины параметров в эксперименте:

$$\lambda = 6330\,\mathring{A}\ ,\ l = 26\ cm,\ n = 1{,}49\ , \tag{3}$$

- измеренный сдвиг интерференционной полосы:

$$\Delta = 1/3000\ . \tag{4}$$

С помощью этих параметров было получено значение:

$$\beta^2 = 4.95 \cdot 10^{-10}\ , \tag{5}$$

из которого авторы [1] получили величину скорости эфирного ветра:

$$\upsilon = 6.64\ \text{km/s}\ . \tag{6}$$

В итоге Шамир и Фокс заключают работу двумя тезисами: Поскольку полученная скорость Земли через эфир (6.64 km/s) много меньше скорости движения Земли вокруг Солнца (~30 km/s), этот результат следует рассматривать, во-первых, как отрицательный, и, во-вторых, как усиливающий экспериментальную основу СТО. Этот вывод вполне отвечал той эйфории 60-летнего пиара СТО в 1960-х годах, который сохраняется и сегодня. Рассмотрим внимательно, на сколь зыбкой основе держатся результаты авторов [1].

2. Разрешающая способность интерферометра Майкельсона при наблюдении сдвига полосы

На рис.1 я привожу в виде кривой 1' "генеральную эмпирическую закономерность" $\delta(l)$ разрешающей силы δ интерферометра типа Майкельсона по сдвигу интерференционной картины в зависимости от длин путей ($2l=2\cdot l_{\parallel}=2\cdot l_{\perp}$), пройденных двумя интерферирующими лучами по воздуху нормального давления. Видно, что δ (т.е. минимально заметный сдвиг, отнесённый к ширине полосы), сильно зависит от длины l пробегов лучей по воздуху, перед тем, как попасть на интерференционный экран. Кривая 1 измерена мной в интервале длин лучей $3\leq l\leq 1.2\cdot 10^3$ см от источника, монохроматичность которого оценивалась (по полуширине) величиной $\delta_s\sim 3\cdot 10^{-5}$.

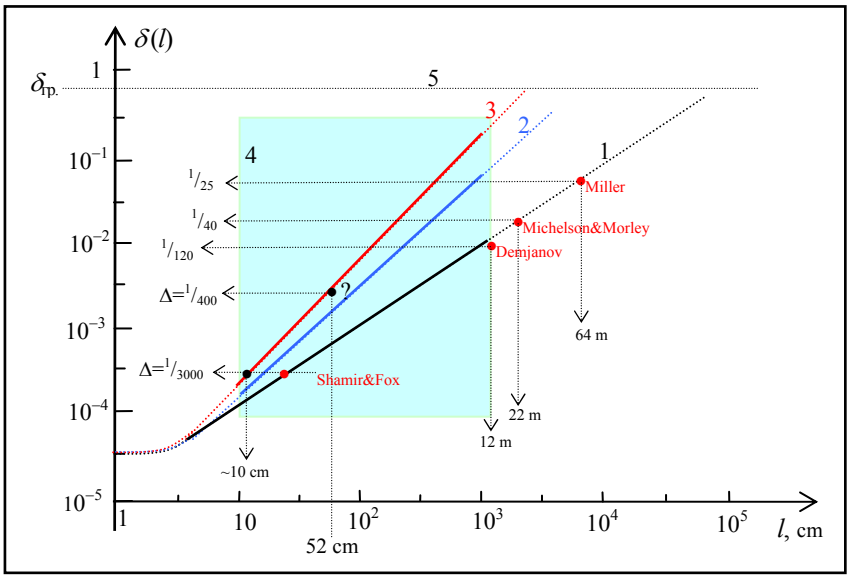

Рис.1. Зависимости $\delta(l)$ разрешающей способности δ от длины l пробега ("туда" и "обратно") луча видимого света в интерферометре в оптических средах (5 – граница $\delta_{гр.}$ полного диффузного размытия полосы): 1 – воздух нормального давления; 2 – дистиллированная вода; 3 – плавленый кварц; 4 – область параметров $\delta\times l$, в которой выполнены практически все мои эксперименты со светоносами из перечисленных сред (см. жирные участки кривых 1-3). Точки (•) определяют величину объявленной разрешающей способности интерферометра в четырёх экспериментальных работах (Michelson&Morley, Miller, Demjanov, Shamir&Fox), зарегистрировавших ненулевой сдвиг интерференционной полосы.

Применив на рис.1 линейную экстраполяцию измеренной мной кривой 1' в область длин лучей $l\sim 1$ км, мы получаем "генеральный тренд" (1), на который укладываются все уровни разрешающей способности интерферометров Майкельсона с воздушными светоносами, которые получались в опытах, опубликованных за сто лет разными экспериментаторами. В частности, у Майкельсона&Морли [3] – $\delta\sim 1/40$, у Миллера [4] – $\delta\sim 1/20$, у Демьянова [2, 5, 6] – $\delta\sim 1/120$, наконец, у Шамира&Фокса [1] – $\delta\sim 1/3000$. Замечу, выделенное на рис.1 окно 4 определяет область параметров $\delta\times l$, при которых были выполнены практически все мои измерения [2] на интерферометрах с разными оптическим средами (в частности, с водными 2', стеклянными и из плавленого кварца 3').

Сравнение трендов $\delta(l)$ разрешающей способности интерферометров по минимально наблюдаемому сдвигу полосы от двух лучей, распространяющихся в разных оптически про-

зрачных средах, приводит к качественно очевидному результату: диффузное рассеяние лучей растёт пропорционально длине их пролёта в среде, причём, в оптопрозрачных твёрдых телах и жидкостях сильнее, чем в газах. Для целей нашего анализа результатов [1] особо важны количественные эмпирические данные на рис.1. Как видно из п.1 выше, авторы [1] зафиксировали на светоносителях из плексигласа полной длиной $2l=2\cdot l_{\|}=2\cdot l_{\perp}=52$ cm беспрецедентно малый относительный сдвиг полосы на $\Delta = 1/3000$ от ширины самой полосы. Это в 22 раза лучше, чем удавалось мне в моих измерениях [2], и в 80-120 раз лучше, чем достигали Майкельсон&Морли [3] и Миллер [4]. За 40 лет никто не усомнился в том, что в 1969 году фиксация сдвига полосы в $\Delta = 1/3000$ уже была возможной с той техникой, которая описана кратко в [1] (лазер с монохроматизмом выше 10^{-5}, проекционная система полосы на большой экран с фоторезисторами, прецизионная мостовая схема разбаланса от сдвига полосы, двухкоординатный самописец этого разбаланса). Не сомневаюсь в этом и я, постигший все тонкости измерений на интерферометре Майкельсона.

Дело в том, что этот феноменальный для 1969-го года результат разрешения сдвига полосы на $\Delta = 1/3000$ проливает свет на то, что же измерили авторы [1]. А измерили они сдвиг полосы от мощной и контрастной интерференционной картины, получаемой от двух артефактных лучей $S_{r\perp}$ и $S_{r\|}$, циркулирующих в двух коротких воздушных зазорах $\Delta l_{\perp}$ и $\Delta l_{\|}$ между частично отражающими свет прямыми торцами плексигласовых стержней и полупрозрачной пластинкой P (рис.2$_a$). Прошедшие во внутрь плексигласовых стержней лучи $S_{n\|}$ и $S_{n\perp}$ распространяются в них по более длинным путям $l_{\perp}$ и $l_{\|}$ до зеркал $Z_{\perp}$ и $Z_{\|}$, отражаются от них и сильно ослабленные и диффузно размытые после пробега $2l=52$ cm тоже приходят к пластинке P. Интенсивность полезных, но сильно ослабленных и диффузно размытых лучей $S_{n\|}$ и $S_{n\perp}$ оказывается в 10-30 раз меньше, чем артефактных лучей $S_{r\perp}$ и $S_{r\|}$. Если артефактные лучи не устранены специально, как показано на рис.2 (подробное описание дано в [7]), то полоса от интерференции лучей $S_{r\perp}$ и $S_{r\|}$ в воздушных зазорах $\Delta l_{\perp}$ и $\Delta l_{\|}$ полностью подавляет полезную полосу от ослабленных и диффузно размытых лучей $S_{n\|}$ и $S_{n\perp}$. В итоге полезная полоса, несущая всю информацию о скорости эфирного ветра, наблюдаться не будет (что, вероятно, имело место в опыте авторов [1]).

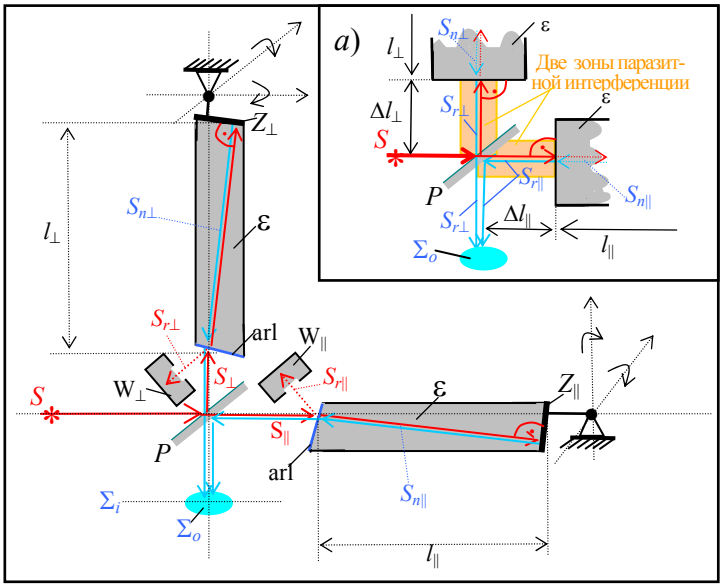

Рис.2. Оптическая схема формирования лучей интерферометра типа Майкельсона с светоносами из оптопрозрачных сред, требующих кюветного (в случае замены воздуха вакуумом, другими газами или жидкостями) или стержнеобразного оформления, устраняющего паразитные интерференционные помехи, мешающие наблюдению базовой интерференции лучей (с помощью W – ловушек отражённых лучей; Z –зеркал; и arl – просветляющих слоёв).

а) зона локализации паразитной интерференции при неправильном (нормальном к лучам) расположении торцевого конца светоносной кюветы или стержня неправильной конструкции;

Правильность этой моей оценки полученных в [1] результатов, как она не прискорбна для тех, кто свыкся с выводами авторов [1] в пользу СТО, подтверждают сами результаты ра-

боты [1]. Из рис.1 видно, что зафиксировать феноменально слабый сдвиг полосы уровня $\Delta = 1/3000$ от её ширины возможно только на коротких воздушных светоносных пролётах до l=10÷15 см (см. красную точку на кривой 1). Если же допустить, что авторы [1] наблюдали интерференционную картину от лучей $S_{n\|}$ и $S_{n\perp}$, совершивших в плексигласовых стержнях полный пробег 2l=2·26=52 cm, то зафиксированный ими сдвиг $\Delta = 1/3000$ они не смогли бы измерить. Более того, они не смогли бы даже заметить этот сдвиг, т.к. разрешающая сила такого интерферометра десятикратно недостаточна (т.к. она не лучше $\delta = 1/400$). Это хорошо видно по положению чёрных точек на кривых 1 и 3 рис.1, определяющих по этим трендам разрешающую способность интерферометра с воздушным светоносом и твёрдотельными оптическими средами (подобными плексигласу). Уровень её реализации в плексигласе при 2l=2·26=52 cm всего $\delta = 1/400$, а значение $\Delta = 1/3000$ было бы достигнуто при 2l≈10 cm. Таким образом, только воздушные зазоры длиной 2l=10-20 cm (см. красную точку на кривой 1 рис.1) способны были обеспечить в эксперименте Шамира и Фокса разрешение сдвига полосы на $\Delta = 1/3000$.

3. Систематическая погрешность в интерферометре Майкельсона выполняет позитивную роль в объяснении результатов [1]

Правильность приведённой мной оценки полученных в [1] результатов подтверждает ещё один факт, упомянутый в контексте в [1]. Этот факт не оставляет сомнений, что Шамир и Фокс наблюдали высококонтрастную интерференционную полосу от артефактных переотражений на коротких воздушных (именно ***коротких и воздушных***) участках между прямыми торцами плексигласовых стержней и собирающей пластинкой P, как показано на рис.1$_a$. Дело в том, что в процессе измерения гармонического сдвига интерференционной полосы при повороте интерферометра вокруг точки бифуркации луча S источника света на два взаимно перпендикулярных луча $S_\perp$ и $S_\|$ кроме искомой (полезной) гармоники с размахом Δ всегда имеет место паразитный систематический сдвиг ∇(x), пропорциональный приращению угла разворота (x) интерферометра и наследующий знак направления этого разворота (см. рис.3, на котором я сохраняю обозначения из [1]).

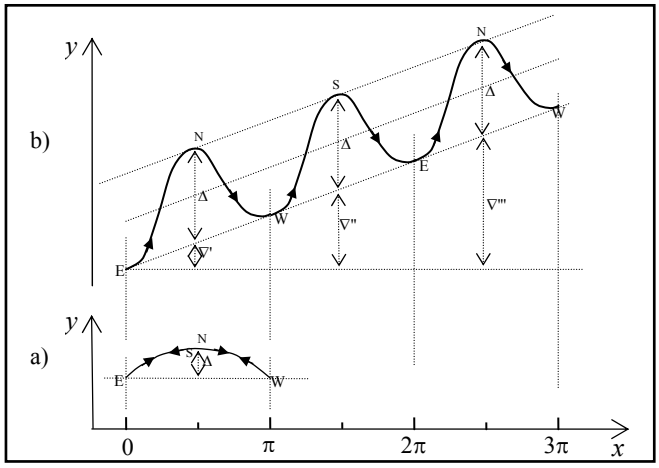

Рис.3. Схема процесса смещения $Y(X)$=Δ+∇ интерференционной полосы при повороте интерферометра на угол (X), состоящего из суммы двух независимых компонент: гармонической (с размахом Δ), обусловленной искомой реакцией эфира, и систематической-приборной (∇), пропорциональной дифференциалу угла отворота прибора:

a) идеализированная обратимая схема процесса смещения $Y(X)$ по Шамиру и Фоксу, соответствующая рис.3 из [1] для случая ∇(π)<<Δ (т.е. для очень короткого плеча интерферометра, практически для 2l<10 cm);

b) реальная схема процесса смещения $Y(X)$, которая наблюдается во всех измерениях, когда интерферометр имеет показатель преломления светоносной среды n>1 и фиксирует ненулевую амплитуду гармоники, Δ≠0 и ∇(π)≈Δ [2] (наклон E-W-E-W соответствует 2l>100 cm).

На рис.3a показана идеализированная (как признают авторы [1]) схема записи функции $y(x)$, которая (с некоторыми погрешностями) совпадала у них на интервалах поворота прибора от 0 до π и от π до 2π. На первом интервале плечо прибора разворачивалось от направления E к

W через N, на втором – от W к E через S (здесь E, W, N, S – направления на Восток, Запад, Север и Юг). Обнаруженное совпадение траектории записи фазового сдвига полосы позволило авторам [1] считать линии от E к W и от W к E горизонтальными (как показано на рис.3_a, повторяющем рис.3 из [1]). Тем самым в их опыте зафиксирован почти нулевой уровень систематической погрешности ∇. Этот факт так же указывает на то, что измеренный в [1] гармонический сдвиг $\Delta(x)$ является следствием наблюдения интерференционной полосы от очень коротких плеч интерферометра с воздушным светоносителем. Такой "короткоплечный интерферометр" образуется паразитными лучами $S_{r\perp}$ и $S_{r\|}$, отражёнными от прямых торцов плексигласовых стержней. Они действуют в воздушных зазорах $\Delta l_\perp$ и $\Delta l_\|$, показанных здесь на рис.2_a. У меня есть эмпирическое доказательство этого вывода.

Я прямыми измерениями $\nabla(x)$ показал [2], что величина этой систематической ошибки [фактически, наклон прямой $\nabla(x)$ на рис.3_b], уменьшается при:

- укорочении длины светоносных плеч $l_\perp$ и $l_\|$;
- уменьшении показателя преломления n светоносной среды;
- уменьшении скорости разворота прибора.

Исследуя эти закономерности, я обнаружил, что при уменьшении $l=l_\perp=l_\|$ и n шумы-дрожания полосы снижаются быстрее, чем убывает величина наблюдаемого гармонического сдвига полосы $\Delta(x)$, изображённого на рис.$3_б$. При длине воздушных пролётов $l=l_\perp=l_\|=10\div15$ см систематическая погрешность $\nabla\approx0$, устанавливается отношение $\nabla<<\Delta$, а линия E–W–E–W становится почти горизонтальной. Полагаю, что это обнаруженное мной экспериментально явление лежит в основе правильного объяснения причин, почему авторам [1] удалось зафиксировать уникально высокое ($\Delta = 1/3000$) разрешение сдвига полосы. Ответ однозначен – потому, что она формируется короткими лучами паразитных отражений $S_{r\perp}$ и $S_{r\|}$ от прямых торцов плексигласовых стержней (как показано на рис.2а), которые практически не размыты и потому контрастны, высокоразрешаемы и интенсивны по сравнению с ослабленными и диффузно размытыми лучами, прошедшими дважды гораздо более длинный оптический путь в твёрдых стержнях. На рис.2 приведена схема интерферометра со скошенными торцами, которая устраняет описанный выше артефакт и позволяет наблюдать сдвиг интерференционной полосы, формируемой только лучами, прошедшими через твёрдотельные стержни "туда" и "обратно", т.к. в этой схеме устраняется паразитная интерференция от лучей $S_{r\perp}$ и $S_{r\|}$ (подробности даны в [7]).

4. Какую скорость эфирного ветра намеряли авторы [1]?

Таким образом, я доказал, что авторы [1] не могли наблюдать смещения интерференционной полосы, формируемой лучами $S_{n\|}$ и $S_{n\perp}$ (рис.2), прошедшими "туда" и "обратно" в плексигласовых стержнях. Наблюдаемая ими контрастная высокоразрешаемая на уровне $\Delta = 1/3000$ картина могла быть сформирована только короткими лучами в воздухе. Поскольку Шамир и Фокс признали свой эксперимент положительным (зафиксирован сдвиг полосы $\Delta = 1/3000$) и этого никто не опроверг (а я, исходя из своего опыта, подтверждаю, что это так), то с учётом сказанного выше вычислим скорость эфирного ветра, соответствующую их измерению. Расстояние между полупрозрачной пластинкой P и прямыми торцами плексигласовых стержней в [1] не приведена, но это расстояние не меньше 5 cm и вряд ли больше 20 cm. Между пластинкой P и торцами плексигласовых стержней воздух. Значит уточнённые истинные величины параметров в не отрицательном эксперименте авторов [1] должны быть следующими:

$$\Delta = 1/3000\ ,\ \lambda = 6330\,\overset{o}{\mathrm{A}}\ ,\ l_{air} = 7-10\ cm,\ n_{air} = 1{,}0003\ .$$

Подстановка этих параметров в формулу (20) работы [1] (она приведена выше) и разрешение её относительно υ, даёт следующую величину скорости эфирного ветра:

$$\upsilon = c\cdot\sqrt{\frac{\Delta\cdot\lambda}{2l\cdot n(1-n^{-2})}} = c\cdot\sqrt{\frac{\Delta\cdot\lambda\cdot n}{2l\cdot\Delta\varepsilon}} \approx 550\ \mathrm{km/s}\ . \qquad (7)$$

Этот экспериментальный результат говорит сам за себя. Очевидно также, какую теорию он подтверждает, а какую опровергает.

5. Обсуждение противоречий предложенной в [1] интерпретации экспериментальных результатов

Формула (7) из [1] при n=1 превращается в формулу Майкельсона. Появление в (7) зависимости результатов обработки измерений на интерферометре позитивного сдвига полосы от величины показателя преломления n является следствием применения при её выводе формулы Френеля для скорости света в движущейся прозрачной среде. В настоящее время известны два подхода использования формулы Френеля для расчёта скорости эфирного ветра по результатам измерения позитивного сдвига полосы на интерферометре типа Майкельсона. Это мой подход 1968-го года [2] и метод авторов [1], опубликованный в 1969-ом году. Метод работы [1] дал формулу (7). Её правая часть дана в современных обозначениях диэлектрических характеристик оптических сред: $n^2=\varepsilon$, $n^2-1.=\varepsilon-1.=\Delta\varepsilon$, где $\Delta\varepsilon$ – вклад поляризации частиц в $\varepsilon=1.+\Delta\varepsilon$ оптической среды, а 1. – вклад поляризации эфира в полную проницаемость среды ε.

Мой метод использования формулы Френеля для вывода формулы расчёта скорости эфирного ветра существенно отличается от предложенного в [1] тем, что я сохраняю её релятивистскую инвариантность и по-другому, чем в [1], ввожу влияние Лоренцева сокращения на длину светоносных путей в интерферометре. Полученная мной формула имеет вид [2]:

$$\upsilon = c \cdot \sqrt{\frac{\Delta \cdot \lambda \cdot n}{2l \cdot \Delta\varepsilon(1-\Delta\varepsilon)}} \quad . \tag{8}$$

Формула (3) описывает все известные на сегодня экспериментальные данные измерений на интерферометре Майкельсона в средах (включая область $\Delta\varepsilon\approx1$, в которой Δ меняет знак) и в вакууме (где $\Delta=0$). Формула же (2) описывает эксперимент только в области $\Delta\varepsilon<<1$. Ограничение $\Delta\varepsilon<<1$ исключало её приложение к обработке опытов с плексигласом ($\Delta\varepsilon\sim1$). Именно это и не позволило авторам [1] построить позитивную интерпретацию своих, безусловно, положительных опытов (хотя бы такую, какую предложил я выше).

Литература

[1] J.Shamir, R.Fox. A new experimental test of special relativity. Nuovo Cim., v.62, No 2, pp.258-264 (1969).

[2] V.V.Demjanov, Undisclosed mistery of the great theory, Ushakov State Maritime Academy, Novorossyisk, 1-st ed. 2005, 2-nd ed. 2009, 330 p.

[3] A.A.Michelson, E.W.Morley. The relative motion of the Earth and the luminiferous aether. Am.J.Sci., ser.3, v.34, pp.333-345 (1887).

[4] D.C.Miller. Significance of the ether-drift experiment of 1925 at Mount Wilson, Science. v.68, No 1635, pp.433-443 (1926).

[5] V.V.Demjanov, Physical interpretation of the fringe shift measured on Michelson interferometer in optical media, arXiv:0910.5658, v1, v2 , v3, 29 oct. 2009.

[6] V.V.Demjanov, Physical interpretation of the fringe shift measured on Michelson interferometer in optical media, Phys.Lett.A 374, (2010) 1110-1112 (принята в декабре 2009 г., retract в феврале 2010 г.).

[7] V.V.Demjanov, What and how does a Michelson interferometer measure?, arXiv:0910.5658v1, 15 March 2010.