

«ЭФФЕКТ ЛОДКИ» А.МАЙКЕЛЬСОНА И ИЗМЕРЕНИЕ ЭФИРНОГО ВЕТРА

© Чертанов Р.Г., 2012

E-mail: roman_chertanov@mail.ru

Рассмотрен эффект течения реки на скорость лодки как наглядный пример, при помощи которого А.Майкельсон представлял себе суть опыта по измерению эфирного ветра. На близком примере (последовательность лодок) показана некорректность измерения сдвига частоты вместо сдвига фазы в некоторых «современных повторениях опыта Майкельсона». Показаны исторические факты измерения эфирного ветра, на реальности которых настаивали профессора А.Майкельсон и Д.К.Миллер. Замедление хаотично движущихся частиц (молекул воздуха) эфирным ветром по аналогии с действием течения на лодку в примере Майкельсона рассмотрено как причина глобальных асимметрий (южное полушарие холоднее северного, южная полярная шапка на Земле и на Марсе больше северной), а аналогичное действие эфирного ветра на ионы плазмы – как причина двукратного различия количества вспышек на Солнце между северным и южным полушариями. Предложены синхронные замеры эфирного ветра в двух или более городах для исключения «неизвестных источников помех».

Введение

В настоящей работе рассмотрен численный пример А.Майкельсона, который был представлен самим Майкельсоном² в его публикации 1903 года [1][2][3]. Пример показывает движение лодки (моторной или с гребцом) с известной постоянной скоростью сначала в спокойном озере, а затем — на реке в прямом и обратном направлении между двумя лодочными станциями.

Несмотря на простоту примера, важность его рассмотрения диктуется известными следствиями (см. раздел «Возникновение теории относительности»), а также попытками ошибочной модификации эксперимента Майкельсона (см. раздел «Ошибочное измерение сдвига частоты вместо сдвига фазы») или попытками и вовсе отрицания его правильности [4].



² Числа примеров А.Майкельсона (12 миль, 4 мили в час, 1 миля в час) для удобства устного счета здесь изменены.

Движение в спокойном озере

Если представить лодку (весельную или моторную), и принять ее скорость в спокойном озере за 2 м/с, а расстояние между двумя лодочными станциями А и Б – за 300 метров, то лодка, которая движется между станциями туда и обратно, пройдет это расстояние за 150 секунд и вернется обратно за те же 150 секунд, что в сумме составит 300 секунд.

Расстояние между станциями А и Б	Скорость гребца в спокойном озере	Время пути (туда и обратно)
300 м	2 м/с	150+150 = 300 с

Таково время пути в спокойном озере, но ситуация изменится, если представить эту же лодку в условиях течения реки со скоростью, например, 1 м/с.

Движение против течения реки и по течению реки

При наличии течения 1 м/с лодка пройдет расстояние между станциями 300 м за 300 секунд, если будет двигаться против течения, поскольку ее скорость 2 м/с уменьшится на скорость течения 1 м/с.

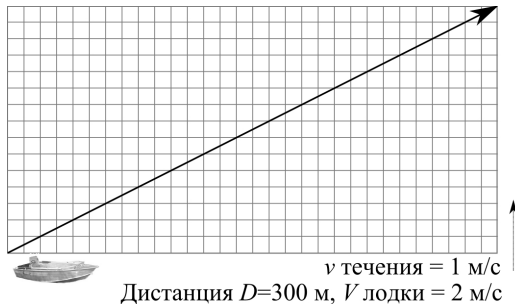
В обратную сторону – по течению – лодка будет двигаться со скоростью уже 3 м/с, поскольку ее скорость 2 м/с сложится со скоростью течения 1 м/с. Время пути составит 100 секунд.

Расстояние между станциями А и Б	Скорость лодки по течению и против течения	Время пути (туда и обратно)
300 м	3 м/с и 1 м/с	100+300 = 400 с

Столь подробное рассмотрение простого примера необходимо, чтобы показать, что тут есть расхождение: лодка приходит с задержкой, хотя в одной половине пути течение «мешает», а в другой — «помогает» лодке проплыть дистанцию. Результат: 300 с без течения и 400 с — с течением.

Движение лодки перпендикулярно течению реки

Если лодка движется перпендикулярно течению реки, то пройденный путь требуется, в простейшем случае, рассчитывать по правилу треугольника (теореме Пифагора) — корень квадратный из $(300^2 + 150^2) = 335.4$ м.



Эту дистанцию лодка со скоростью 2 м/с проходит туда и обратно за 335.4 с. При этом значение 150 м (расстояние, на которое будет унесена лодка течением) взято из пропорции скоростей лодки и реки.

Итоговая таблица

В спокойном озере (туда и обратно)	По течению и против течения	Поперек течения (туда и обратно)
$150+150 = 300$ с	$100+300 = 400$ с	$\sqrt{300^2 + 150^2} = 335.4$ с

Подставляя в условия задачи различные скорости лодки и реки, легко убедиться, что чем сильнее течение, тем большей окажется задержка лодки при движении вверх и вниз по течению по сравнению с аналогичным ее движением в спокойном озере или поперечным ее движением относительно течения реки.

Применение к интерферометрии и эфирному ветру

А.Майкельсон в 1881 г. построил свой интерферометр, где расщепленный на две части луч света проходил световые пути во взаимно перпендикулярных направлениях и вновь соединялся в окуляре прибора, а по смещению полос интерференции между лучами можно было судить о запаздывании одного из лучей относительно другого [6][7].

В обозначениях Майкельсона и Морли (1887) [7]

Время пути по течению: $T_1 = \frac{D}{V + v}$, против: $T = \frac{D}{V - v}$.

Путь перпендикулярно течению: $2D\sqrt{1 + \frac{v^2}{V^2}}$.

V – скорость света (скорость лодки);

v – скорость Земли на ее орбите (скорость течения);

D – длина плеча интерферометра (расстояние между станциями).

Любопытно, что случай для перпендикулярного движения не был рассмотрен в первой статье Майкельсона 1881 г. [6], и это упущение было исправлено Майкельсоном и Морли лишь в статье 1887 года [7].

Возникновение теории относительности

Первоначальные заявления Майкельсона о «нулевом результате» эксперимента привели к выдвиганию Фитцджеральдом [12] и Лоренцем [13] так называемой контракционной гипотезы [14] о сокращении движущихся тел. Сокращение молекулы по Лоренцу из статьи [13] 1895 года:

1: $\sqrt{1 - \frac{p^2}{V^2}}$ где p – скорость движения через эфир.

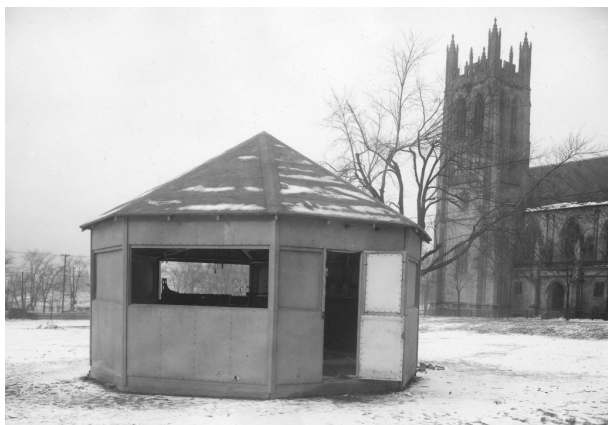
Выступая на конференции 1927 г. по эфирному ветру, Майкельсон заявил, что преобразования Лоренца (лоренцево сокращение) для объяснения нулевого

результата в эфирном опыте составляют «сущность всей теории относительности» [11].

В 1927 г. Эйнштейн писал: «Хорошо известно, что интерференционный опыт Майкельсона (а также Майкельсона и Морли) послужил могучим стимулом для создания теории относительности» [15].

Положительные результаты Миллера

Однако, неудачи эксперимента, который выполнялся Майкельсоном (1881), Майкельсоном и Морли (1887), Морли и Миллером (1904—1906) [5][16][17] сменились получением Миллером ясного положительного результата, который совпадал с ожидаемым эфирным ветром космического происхождения, начиная с публикаций 1922 г. [18] Интерферометр Миллера многие годы был доступен для осмотра в обсерватории Маунт Вилсон (США) [23], где в то же самое время работали А.Майкельсон, астрономы Э.Хаббл, Г.Штрюмберг и другие. Прибор Миллера, в основу которого были положены части и общая идеология от исходного прибора Майкельсона [5], все желающие могли наблюдать в действии также и позднее — в кампусе Кейсовской школы прикладных наук (университет Кейс Вестерн Резерв), где в течение 51 года [26] преподавал профессор Миллер [19]. С 1926 по 1937 год интерферометр находился в легком деревянном восьмиугольном строении на лужайке Кейсовской школы прикладных наук, прямо перед окнами учебных корпусов, что отражено на интернет-сайте этого университета [20]. Другими словами, интерферометр, который показывал сдвиги полос, соответствующие реальному эфирному ветру, простоял перед окнами учебного заведения США 11 лет, и все интересующиеся при желании могли это проверить.



Домик с интерферометром Миллера в кампусе Кейсовской школы прикладных наук (США), 1926–1937 [20]. Он показывал скорость эфирного ветра 10 км/с.[19]

Интерферометр, по заявлению Миллера, показывал сдвиг полос интерференции два раза (цикла) при каждом его обороте на ртутной платформе, что и ожидалось от искомого эфирного ветра [5][19]. Кроме того, систематическая запись Миллером и его помощниками направления (азимута) наибольшего сдвига и величины сдвига полос четко показывали определенное космическое направление эфирного дрейфа [5][27].



Д.К.Миллер производит расчеты звездных кривых эфирного ветра при помощи гармонического анализатора, 1931 г.

В 1929 г. Майкельсон с группой сотрудников на Маунт Вилсон подтвердили космические направления для наибольшей величины сдвига полос интерференции в обновленном приборе. Выявленная Майкельсоном скорость эфирного ветра составляла 6 км/с [24], после чего до конца жизни (1931 г.) Майкельсон считал специальную теорию относительности, которая отвергала эфир, «чудовищем», порожденным его собственными неудачными экспериментами [8].

Критики Миллера (Кеннеди, Йоос, Пикар, Стаэль) [5] заключали интерферометр в металлический кожух, о недопустимости чего предупреждали Майкельсон и Морли в 1887 г. [7] (заявление о том, что кожух должен быть из стекла или отсутствовать), и позднее — сам Миллер [21].

Изображения приборов со снятой крышкой можно встретить у деятелей, которые заявили положительный результат эксперимента по эфирному ветру (например, у Миллера, Галаева [5], Cahill-а [22]). Миллер в 1922 г. отснял около 700 футов киноплёнки на Маунт Вилсон, чтобы показать расположение и конструкцию аппарата и способ получения наблюдений, давших положительные результаты [18]. Где этот фильм (а также сам интерферометр), и почему то же самое (например, фото приборов, подтверждающих реальность производимых экспериментов) трудно найти у критиков Миллера, пока остается загадкой.



Профессор Д.К.Миллер измеряет эфирный ветер. Смещения полос интерферометра в процессе многомесячных наблюдений были не просто не нулевыми, а пригодными для записи, сведения в таблицы и графики, которые показывали звездное направление эфирного ветра.

Ошибочное измерение сдвига частоты вместо сдвига фазы

Существует целый класс «подтверждений теории относительности» на основании якобы повторений опытов Майкельсона, которые, однако, измеряют не сдвиг фазы световых волн, как это делали Майкельсон и Миллер, а сдвиг частоты излучения (см. например, [25], где авторы писали: «Our measurement compares the resonance frequencies of two orthogonal optical resonators»...)³. На эту ошибку экспериментаторов, начиная с Седархольма и Таунса, указал В.А.Ащюковский в сборнике «Эфирный ветер» [5] Показать сущность этой ошибки можно опять же при помощи примеров с лодкой, близких к примеру А.Майкельсона [1][2][3], взяв не одну, а последовательный ряд лодок.

Если мы представим, что при тех же условиях задачи (расстояние между станциями – 300 м, скорость моторной или весельной лодки в спокойном озере – 2 м/с) из станции А к станции Б отправляется не одна лодка, а несколько лодок с одинаковыми интервалами в 10 секунд, то в спокойном озере все лодки придут на станцию Б также с интервалами 10 секунд. Но при наличии течения (1 м/с) ситуация не изменится, лодки также будут приходить на станцию Б с

³ Herrmann 2009, Tobar 2009, Eisele 2009, Muller 2007, Stanwix 2006, Herrmann 2005, Stanwix 2005, Antonini 2005, Wolf 2004, Muller 2003, Wolf 2003, Braxmeier 2002, Hils & Hall 1990, Brillet & Hall 1979 и др. (сводку авторов работ см., например, в Википедии).
http://en.wikipedia.org/wiki/Michelson-Morley_experiment

интервалами в 10 секунд, что можно проиллюстрировать показанной ниже таблицей.

Движение без течения

Лодка	Отправление	Прибытие	Разница
1	0 с	150 с	-
2	10 с	160 с	10 с
3	20 с	170 с	10 с
4	30 с	180 с	10 с

Движение по течению реки

Лодка	Отправление	Прибытие	Разница
1	0 с	100 с	-
2	10 с	110 с	10 с
3	20 с	120 с	10 с
4	30 с	130 с	10 с

Движение против течения реки

Лодка	Отправление	Прибытие	Разница
1	0 с	300 с	-
2	10 с	310 с	10 с
3	20 с	320 с	10 с
4	30 с	330 с	10 с

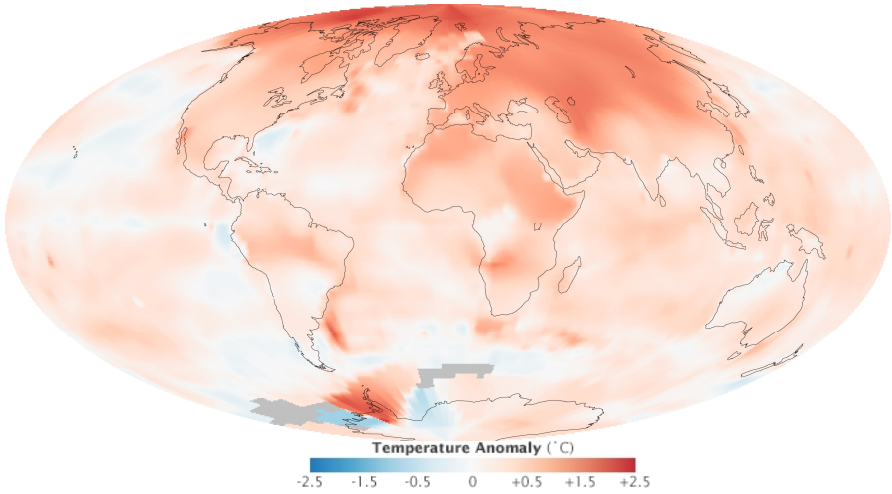
Таким образом, из этой аналогии следует, что опыт Майкельсона показывает лишь сдвиг фазы («время прихода первой лодки»), но не показывает сдвиг частоты. Другой аналогией может послужить поезд — выбрасывание n предметов каждые 10 секунд из головного вагона приведет к подсчету n предметов наблюдателем в хвостовом вагоне опять же каждые 10 секунд (с той же частотой), если поезд движется равномерно и без ускорения, с какой бы скоростью он ни двигался.

Важность измерения эфирного ветра

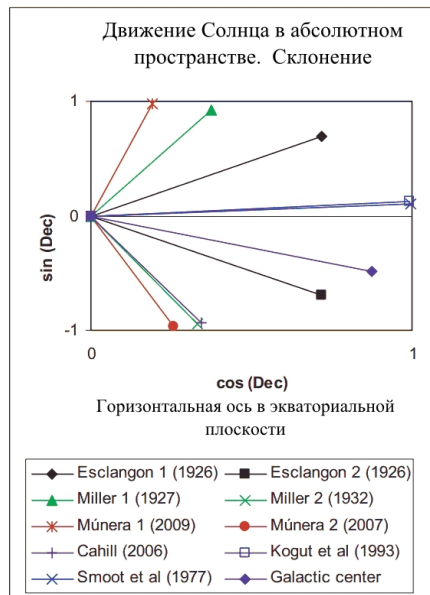
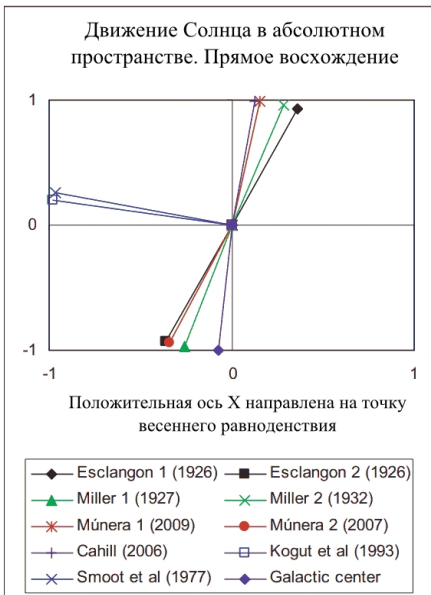
Эфирный ветер, который, согласно Миллеру в публикациях до 1932 г. [18]—[19] обдувает Землю в направлении север–юг⁴ почти перпендикулярно плоскости эклиптики Солнечной системы, может быть причиной глобальных северо-южных климатических и других асимметрий, таких как асимметрии полярных шапок на Земле и на Марсе, рассмотренные В.А.Ацюковским в заключительной главе сборника «Эфирный ветер» [5]. Известно асимметричное

⁴ Или юг–север — неоднозначность связана с тем, что интерферометр Майкельсона и Миллера совершает два цикла показаний за оборот. Статьи Миллера после 1932 г. [21][28][29] заявляют об обнаружении еще и орбитальной составляющей эфирного ветра (за счет различия сезонных аперсов) и полное соответствие расчета не северному, а южному направлению эфирного ветра с координатами $\alpha = 4$ ч 56 м, $\delta = -70^\circ 33'$ (созвездие Золотой рыбы южного полушария) и космической скорости 208 км/с.

распределение вспышек на Солнце: по данным А.А.Шпитальной (1979) в северном полушарии Солнца вспышек вдвое больше, чем в южном. [9] (С. 269).



Карта повышения температуры по данным НАСА за 2000–2009 гг. [31]
<http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=42392>



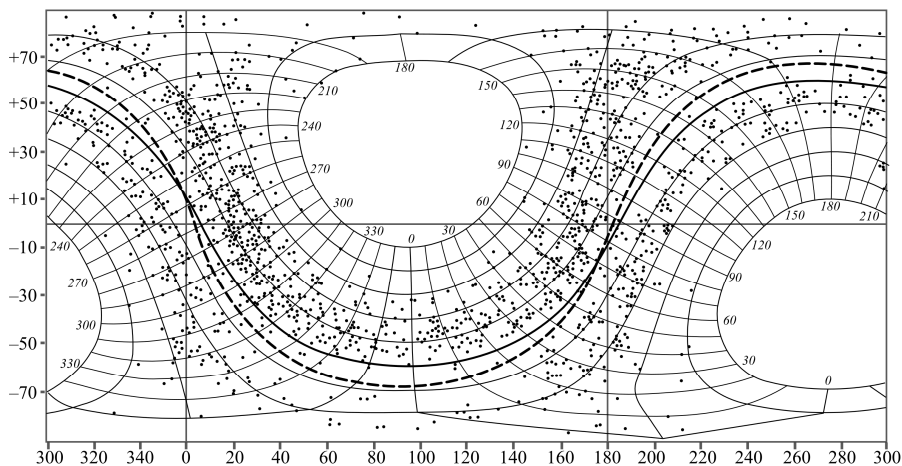
Направления движения Солнца в пространстве, по данным разных авторов [32]
<http://www.orgonelab.org/EtherDrift/MuneraEtAlBeijing2009.pdf>

А.А.Шпитальная отмечала также связь землетрясений на Земле и перигелиев кометных орбит в Солнечной системе с апексом движения Солнечной системы в пространстве. [9] (С. 540).

Д.К.Миллер в 1930 г. писал: «Наблюдения положений звезд при помощи меридианного круга, произведенные для прямых и отраженных лучей, показали особенности, которые объясняются предположением о движении Солнечной системы в направлении звездного меридиана около 17 часов. Этот эффект был обнаружен независимыми наблюдениями Курвуазье (Courvoisier, Берлин) и Эсклангона (Esclançon, директор Парижской обсерватории). Эсклангон обнаружил доказательства подобного движения в наблюдениях покрытий Луной звезд, и еще более убедительно – в детальном исследовании земных приливов (деформации земной коры) и океанских приливов. В своей последней работе он произвел 166500 наблюдений, охватывающих период в девятнадцать лет». [19]

Температурные эффекты

Асимметричное воздействие эфирного ветра на температуру воздуха или плазму Солнца может быть связано с торможением хаотично движущихся частиц (броуновских молекул воздуха или ионов в плазме) по аналогии с торможением лодки в потоке в примере А.Майкельсона.



Карта Солнца из статьи А.А.Шпитальной 1979 г., где нанесены 1403 вспышки за период наблюдений с 1958 г. по 1976 г. Штриховой линией показано положение солнечного экватора. Отмечается широтная асимметрия вспышек: в северном эклиптическом полушарии за этот период (19 лет) наблюдалось 934 вспышки, в южном — 469 вспышек [9].

Другая возможная причина перераспределения температур – «сдувание» наиболее быстрых частиц эфирным ветром в направлении потока. Ведь чем быстрее движется лодка, тем большее она испытывает сопротивление. Аналогичным свойством может обладать и частица.

Синхронные замеры несколькими наблюдателями

По словам теоретика науки К.Поппера, положительные результаты Миллера критики объявили воздействием «неизвестного источника ошибки» [10]. Отфильтровать действительно неизвестную причину ошибки можно синхронными замерами с нескольких устройств в разных городах. Если приборы во всех городах «все как один» покажут одно и то же значение азимута и величины эфирного ветра, которое коррелирует со звездными направлениями, то это окажется вовсе не ошибкой и не случайностью, а как раз ожидаемым с самого начала воздействием искомого эфирного ветра, на реальности которого до конца жизни настаивали А.А.Майкельсон и Д.К.Миллер.

Выводы

Учитывая важность любых климатических, кометных (пролетающие вблизи Земли небесные тела) или сейсмологических данных, а также важность свидетельств самых первых экспертов в области измерения эфирного ветра: А.А.Майкельсона и Д.К.Миллера, измерение этой величины синхронно сразу несколькими наблюдателями, которые сообщают о положительных результатах этого эксперимента,⁵ становится одной из важных научных и практических задач XXI века.

ЛИТЕРАТУРА⁶

1. Michelson A. “Light waves and their uses”, *The University of Chicago Press*. P. 157 (1903).
URL: <http://bit.ly/hZscjs>.
2. Майкельсон А. **Свѣтвоя волны и ихъ примѣненія**. Одесса, 1912. С. 172.
URL: <http://www.mathesis.ru/book/michelson> (PDF).
3. Майкельсон А. **Световые волны и их применение**. М., Л.: Гостехиздат, 1934. С. 127
4. Базилевский С.А., Варин М.П. “Ошибка Эйнштейна”, *Сборник статей “Проблемы исследования Вселенной”*, 15 (1989). С.А.Базилевский – главный конструктор подлодок СССР с единым двигателем.
5. “Эфирный ветер”. **Сб. статей под ред. В.А.Ащоковского. 2-е издание**. М.: Энергоатомиздат, 2011. 419 с. ISBN 978-5-283-03319-8.
URL: <http://ether-wind.narod.ru>.
6. Michelson A.A. “The Relative Motion of the Earth and the Luminiferous Ether”, *American Journal of Science*, 22. P. 120–129 (1881). сб. [5]. Майкельсон А. “Относительное движение Земли и светоносный эфир”.

⁵ В качестве примера таких авторов можно привести DeWitte, Munera, Cahill, Галаев и других, сводка работ которых приведена в [30].

⁶ Ряд статей Д.К.Миллера и его биография были переведены автором и выложены на сайт <http://ether-wind.narod.ru/> в виде параллельных текстов по приведенным здесь ссылкам.

7. Michelson A.A., Morley E.W. “On the Relative Motion of the Earth and the Luminiferous Ether”, *The American Journal of Science*, **Third Series. 1887. Vol XXXIY. No 203. Nov.** (1887). сб. [5]. Майкельсон А., Морли Э. “Об относительном движении Земли и светоносном эфире”.
8. Холтон Дж. “Эйнштейн и „решающий“ эксперимент”, *УФН*, **104(6)**. С. 303 (1971).
URL: <http://ufn.ru/ru/articles/1971/6/d>.
9. 1979: Шпитальная А.А. *Проблемы исследования Вселенной*, **вып. 8, 1979**.
URL: http://ether-wind.narod.ru/shpitalnaya_1979.htm.
10. Поппер К. **Логика и рост научного знания. Избранные работы.** Под ред. В.Н. Садовского. М.:Прогресс, 1983. С. 69.
URL: <http://ether-community.livejournal.com/12082.html>.
11. Конференция по эксперименту Майкельсона–Морли, состоявшаяся в обсерватории Маунт Вилсон, г. Пасадена, Калифорния, 4 и 5 февраля 1927 г. Выступление А.Майкельсона. сб. [5].
12. Fitzgerald Geo. Fras. “The Ether and the Earth's Atmosphere”, *Science*, **Vol. XIII. No. 328.** P. 390 (1889).
рус. перевод *URL*: http://ether-wind.narod.ru/Fitzgerald_1889.
13. Лоренц Г.А. “Интерференционный опыт Майкельсона”, **Принцип относительности. Сборник работ классиков релятивизма.** Под редакцией В.К. Фредерикса и В.В. Иваненко. ОНТИ. Ленинград 1935. С.9-15.
14. Ландсберг Г.С. **Оптика. 6-е изд.** М.:Физматлит, 2003. С. 412.
15. А.Эйнштейн. “Новые опыты по влиянию движения Земли на скорость света относительно Земли (1927)”, **Собрание научных трудов в четырех томах. Том 2.** М:Наука, 1966. С. 188–189.
16. Morley Edward W., Miller Dayton C. “Report of Progress in Experiments on Ether Drift”, *Science*, **Vol. XXIII. No. 585 March 16.** P. 417 (1906).
рус. перевод *URL*: http://ether-wind.narod.ru/Morley_Miller_1906.
17. Morley Edward W., Miller Dayton C. “Final Report on Ether-drift Experiments”, *Science*, **Vol. XXV, No. 2, April 5.** P. 525 (1907).
рус. перевод *URL*: http://ether-wind.narod.ru/Morley_Miller_1907.
18. Miller Dayton C. “Ether-drift experiments at Mount Wilson in 1921 and at Cleveland in 1922”, *Science*, **Vol. LV, No. 1427, May 5.** P. 495 (1922).
рус. перевод *URL*: http://ether-wind.narod.ru/Miller_1922_Science.
19. Miller Dayton C. “Ether Drift Experiments in 1929 and Other Evidences of Solar Motion”, *J. Royal Ast. Soc. Canada*, **24.** P. 82-84 (1930).
рус. перевод *URL*: http://ether-wind.narod.ru/Miller_1930.
20. Ether Drift Research House, Case Western Reserve University.
URL: <http://www.case.edu/its/archives/Buildings/ethdri.htm> (14.05.2012).
21. Миллер Д.К. “Эксперимент по эфирному ветру и определение абсолютного движения Земли” (1933). сб. [5]
22. Cahill Reginald T., Stokes Finn. “Correlated Detection of sub-mHz Gravitational Waves by Two Optical-Fiber Interferometers”, *Progress in Physics*, **2.** P. 103–110 (2008).

- URL*: <http://www.orgonelab.org/EtherDrift/CahillStokes2008.pdf>.
23. Тимирязев А.К. “По поводу дискуссии об опытах Дейтона Миллера на V съезде русских физиков”, *Под знаменем марксизма*, **2–3**. С. 178–187 (1927). сб. [5].
URL: http://ether.wikiext.org/wiki/Timiryazev_1927.
 24. Micheson F.F., Pease F.G., Pearson F. “Repetition of the Michelson-Morley experiment”, *Optical Society of America. Journal of the Optical Society of America and Review of Scientific Instruments*, **Vol 18, No 3**. P. 181–182 (1929). Майкельсон А.А., Пис Ф.Г., Пирсон Ф. “Повторение эксперимента Майкельсона-Морли” (1929). сб. [5]
 25. Herrmann S., Senger A., Möhle K., Nagel M., Kovalchuk E.V., Peters A. “Rotating optical cavity experiment testing Lorentz invariance at the 10^{-17} level”, *Physical Review*, **D 80(100)**: 105011 (2009).
URL: <http://arxiv.org/pdf/1002.1284.pdf>.
 26. Harvey Fletcher, **Biographical Memoir of Dayton Clarence Miller 1866-1941**, National Academy of Sciences of the USA, *Biographical Memoirs*, **V.23, N.3**. 16pp (1943).
рус. перевод *URL*: http://ether-wind.narod.ru/Miller_Biog/
 27. Miller Dayton C. “Ether-drift experiments at Mount Wilson”, *Proceedings of the National Academy of Sciences of USA*, *1925 June*, **11(6)**. P. 306–314 (1925).
рус. перевод *URL*: http://ether-wind.narod.ru/Miller_1925_PNAS.
 28. Miller Dayton C. “The absolute motion of the solar system and the orbital motion of the earth determined by the ether-drift experiment”, *Science*, June 16, 1933, **Vol. 77, No. 2007**. P. 587–588 (1933).
рус. перевод *URL*: http://ether-wind.narod.ru/Miller_1933_Science/
 29. Miller Dayton C. “The ether-drift experiment and the determination of the absolute motion of the Earth”, *Nature*, **Vol. 133**. P. 162 (1934).
рус. перевод *URL*: http://ether-wind.narod.ru/Miller_1934/
 30. Cosmic Ether-Drift and Dynamic Energy in Space Bibliography and Resources. *URL*: <http://www.orgonelab.org/energyinspace.htm>
 31. 2009 Ends Warmest Decade on Record: Image of the Day. NASA images by Robert Simmon, based on data from the Goddard Institute for Space Studies.
URL: <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=42392>
 32. Múnera, H.A., et al: “Observation of a Non-conventional Influence of Earth's Motion on the Velocity of Photons, and Calculation of the Velocity of Our Galaxy” *Conference in Beijing*.
URL: <http://www.orgonelab.org/EtherDrift/MuneraEtAlBeijing2009.pdf>