

Дискуссии

УДК:530.1: 53.02: 53.05: 530.12

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ЗЕМЛИ И СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

©2005 Е. И. Штырков

*Казанский физико-технический институт КНЦ РАН
420029, Казань, Сибирский тракт, 10/7, Россия, shf@hitv.ru*

При слежении за геостационарным спутником было обнаружено влияние равномерного движения Земли на аберрацию электромагнитных волн от источника, установленного на спутнике. При этом впервые были измерены параметры орбитального движения Земли без применения астрономических наблюдений за звездами. Среднегодовая скорость найденной орбитальной компоненты движения оказалась равной 29.4 км/сек, что практически совпадает с известным в астрономии значением орбитальной скорости Земли 29.765 км/сек. Также были измерены параметры галактического движения Солнечной системы. Полученные значения равны: 270° - для прямого восхождения апекса Солнца (известное в астрономии значение 269.75°), 89.5° - для его склонения (в астрономии 51,5°), и 600 км/сек для скорости движения Солнечной системы. Тем самым доказано, что скорость равномерно движущейся лабораторной системы координат (в нашем случае Земли) реально может быть измерена при помощи устройства, в котором источник излучения и приемник находятся в состоянии покоя относительно друг друга и этой же системы координат. Это является основанием для пересмотра утверждения специальной теории относительности о независимости скорости света от движения наблюдателя.

ВВЕДЕНИЕ

Исторически опыты с распространением электромагнитного излучения наиболее часто служили ключевыми экспериментами для установления природы света и вещества. При этом их постановка была тесно связана с введением понятия некой гипотетической материальной среды с упругими свойствами (эфира), которая, как считали, была необходима для распространения света. Поэтому проблемы электродинамики в движущихся системах координат постоянно были в центре внимания в течение более 150 лет, когда безуспешно пытались обнаружить движение Земли относительно этой среды.

В настоящее время эти проблемы снова вызывают большой интерес. Это объясняется успехами в исследованиях свойств физического вакуума, который нельзя теперь рассматривать только как пустоту. Его наличие подтверждается реальными эффектами, наблюдаемыми в физике, такими как

нулевые колебания вакуума и его поляризация, а также рождение вещества (электронно-позитронная пара) при столкновении двух гамма-квантов в вакууме.

Хотя само наличие эфира теперь не оспаривается, эфирный ветер, по предположению вызываемый орбитальным движением Земли, до сих пор не был обнаружен экспериментально, несмотря на многочисленные попытки. В основном неудачи, как считают, были связаны с тем, что практически не учитывалось увлечение этой светонесущей среды движущимися в нем телами. Предполагалось, что в соответствии с гипотезой, предложенной Френелем и развитой позднее в работе (Лоренц, 1956), эфир находится в абсолютном покое и поэтому проходит свободно через любое движущееся в нем тело, в том числе и Землю. Как следствие этого должен иметь место эфирный ветер, скорость которого совпадает по величине с орбитальной скоростью Земли, но имеет противоположное направление. Это обстоятельство дало надежду обнаружить такое движение Земли

путем измерения скорости света в двух противоположных направлениях. Наиболее известным из опытов по поиску эфирного ветра является ставший уже классическим опыт Майкельсона-Морли (Michelson, Morley, 1887), основанный на интерференции световых волн. Поскольку отрицательный результат этого опыта не удовлетворил ни Майкельсона, ни многих других физиков, он периодически повторялся при постоянном усовершенствовании техники измерений.

Несмотря на то, что точность измерений была существенно увеличена по сравнению с первыми опытами, результат в основном оставался отрицательным. Однако отсутствие эфирного ветра не было совместимо с данными некоторых экспериментов. В частности, опыты Миллера (1921-1925), по мнению многих, дали положительный результат (Miller, 1926). Хотя полученный результат для скорости ветра (примерно 10 км/с) вызывал некоторое сомнение, сам факт смещения интерференционных полос из-за изменения ориентации прибора нельзя было игнорировать. Эксперимент был выполнен в обсерватории Маунт-Вильсон в Калифорнии, расположенной на высоте 1,86 км над уровнем моря, с целью проверки гипотезы Стокса (Stokes, 1845) о наличии переходного слоя эфира, увлеченного Землей в ее движении. В соответствии с этой гипотезой вблизи поверхности Земли эфирного ветра вообще не существует. Это могло бы служить объяснением отрицательного результата многих опытов, выполненных на уровне моря. Эксперимент был повторен позже, в том числе и на больших высотах. В эксперименте Майкельсона, Писа и Пирсона (Michelson, Pease, Pearson, 1929) (проведенного в 1926-1929 так же в обсерватории Маунт-Вильсон) результат Миллера был подтвержден, в других работах (Эфирный..., 1993; Conference..., 1928; Piccard, Stahel, 1926; Pease, 1930; Cedarholm, Bland, Havens at ol., 1958; Cedarholm, Townes, 1959) - опровергнут.

Во всех экспериментах с отрицательным результатом, которые проводились на больших высотах, увеличение точности обычно достигалось экранировкой всего прибора от внешних воздействий путем помещения его в термостат. Тем самым, не принималась во внимание сама возможность увлечения эфира измерительным прибором, то есть не учитывалась возможная экранировка эфирного ветра прибором. В результате эфир в термостате (Piccard, Stahel, 1926), в резонаторе, в мазере (Cedarholm, Bland, Havens at ol., 1958; Cedarholm, Townes, 1959) мог находиться в покое по отношению к интерферометру, что и могло приводить к отрицательному результату при *любой точности* измерения. Следует подчеркнуть, что в опытах с положительным результатом (Miller, 1926; Michelson, Pease, Pearson, 1929) световые лучи экранировались картоном или стеклом, но не металлом, который имеет коэффициент увлечения близкий к единице. Таким образом, отсутствие однозначного вывода о наличии эфирного

ветра во всех описанных выше опытах могло быть связано либо с малостью квадратичного эффекта, либо с невыполнением условий эксперимента, необходимых для его однозначной интерпретации: различная высота обсерватории, экранировка эфира и т.п. (Эфирный..., 1993; Штырков, 1988; Conference..., 1928; Piccard, Stahel, 1926; Pease, 1930; Cedarholm, Bland, Havens at ol., 1958; Cedarholm, Townes, 1959).

После многих безуспешных попыток на конференции (Conference..., 1928), посвященной эксперименту Майкельсона-Морли, Г.А. Лоренц сказал: "...все попытки использования эффектов первого порядка по отношению скорости Земли к скорости света оказались бесплодными. Сюда относятся все случаи, когда астрономы и физики пытались выделить составляющую движения Земли в оптических и электрических явлениях. Все это вновь и вновь вело к признанию того, что движение Земли никогда не сможет быть обнаружено с помощью эффектов первого порядка. В этом мнении значительно утвердились, когда Эйнштейн просто постулировал, что результаты всех экспериментов, которые мы проводим в наших лабораториях, должны быть независимы от движения Земли, каковы бы не были точности наших измерений и порядок эффектов, которых мы могли бы достичь" (в переводе В.А. Ацюковского, см. (Эфирный..., 1993)).

Однако недавно в работе (Штырков, 2005) во время слежения за поведением спутника на геостационарной орбите равномерное движение Земли было экспериментально обнаружено без привлечения астрономических наблюдений за звездами. Было доказано, что равномерное движение Земли проявляется в абберации электромагнитных волн (эффект первого порядка), распространяющихся от источника излучения, который фиксирован относительно приемника и самой Земли, и это позволило непосредственно измерить параметры ее движения.

В настоящей работе более подробно исследована связь таких параметров движения Земли и Солнечной системы, как орбитальная и галактическая компоненты скорости, а также склонение и прямое восхождение апекса Солнца с абберационными углами, измеряемыми во время такого эксперимента.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОСНОВА

Устройство состоит из источника излучения (геостационарный спутник) и приемника (антенна радиотелескопа с диаметром 11 м). Выбор спутника, работающего именно в геостационарном режиме, был обусловлен тем, что в такой ситуации относительная скорость источника и приемника равна нулю и их координаты (геоцентрическая долгота и широта спутника, геодезические координаты телескопа) остаются постоянными в течение долгого времени. С этой целью мы использовали спутник Intelsat704 (USSPACECOM Catalog No.23461) с восточной

долготой 66° и малым наклоном (0.02°). За этим спутником в режиме автоматического трекинга проводились суточные регулярные наблюдения. Наблюдения проводились в Казани в течение 1997 - 2000 гг. Для сравнения полученных экспериментальных данных с расчетными определялись положения спутника в определенные интересующие нас моменты времени при использовании алгоритма, описанного в Intelsat Earth Station Standards (IESS-412). Здесь вместо расчета всех физических эффектов, действующих на спутник, их сумма описывается тремя уравнениями с 11 параметрами, полученными в приближении метода наименьших квадратов. Такой набор параметров при использовании конкретного алгоритма дает такое же положение спутника, какое предсказывает точная программа. После генерации этих 11 эфемерид фирмой Intelsat для конкретных спутников и периодов времени информация о них еженедельно помещается на сайте www.intelsat.com. С использованием этих эфемерид, предсказанных положений спутника 704 и известных координат телескопа, рассчитывались геометрические азимут и высота для интересующих нас дат и проводилось их сравнение с наблюдаемыми значениями. Расчет проводился по программе POINT40, взятой с того же сайта, с окончательной коррективкой на атмосферную рефракцию.

Обычно с целью устранения расхождений между измеряемым положением спутника и расчетным, вызванных, как считают, дрейфом при калибровке и другими аномалиями, изготовители при монтаже наземной станции поправляют индикаторы положения антенны. Поскольку автор ожидал, что хотя бы часть этих аномалий может быть вызвана влиянием движения Земли в пространстве, было решено не устранять их подобной коррекцией. Поэтому при вычислении мы использовали не поправленные координаты станции, которые мы независимо измеряли спутниковым навигатором GPS-38. Кроме того, чтобы нейтрализовать введенную так же при монтаже станции коррекцию шкалы времени, мы при каждом измерении независимо контролировали среднее время по Гринвичу (*GMT*)

Теория и экспериментальные результаты

Явление звездной aberrации (Bradley, 1728), открытое Брадлеем в 1728 году, в настоящее время широко используется в астрономии при наблюдениях звезд и планет. Поэтому нет необходимости здесь подробно обсуждать это явление. Отметим лишь, что принципиальными являются следующие моменты. Во-первых, при наблюдениях необходимо телескоп наклонять по ходу движения Земли на угол, равный $(V_{orb}/c) \cdot \sin \chi$ радиан для звезд, наблюдаемых под углом χ по отношению к направлению орбитальной скорости Земли V_{orb} , где c - скорость света в вакууме. Во-вторых, экспериментально установлено, что этот угол aberrации не зависит от расстояния между звездой и наблюдателем и от скорости движения звезды.

Предположив, что излучение от *любого источника* (не только от астрономических тел) должно испытывать такую aberrацию, угол которой зависит только от параметров движения наблюдателя, мы учитывали возможное влияние этого явления при наблюдении поведения спутников на их орбитах (рис.1).

При этом наблюдатель (антенна) должен фиксировать не фактическое положение спутника в точке S , которое точно рассчитывается геометрически, а кажущееся - в точке S' . В связи с суточными и годовыми изменениями углов aberrации из-за движения Земли по орбите и ее вращения, кажущиеся координаты должны изменяться во времени, что, естественно, должно приводить к дополнительному изменению измеряемых наземной станцией углов (азимута и высоты спутника).

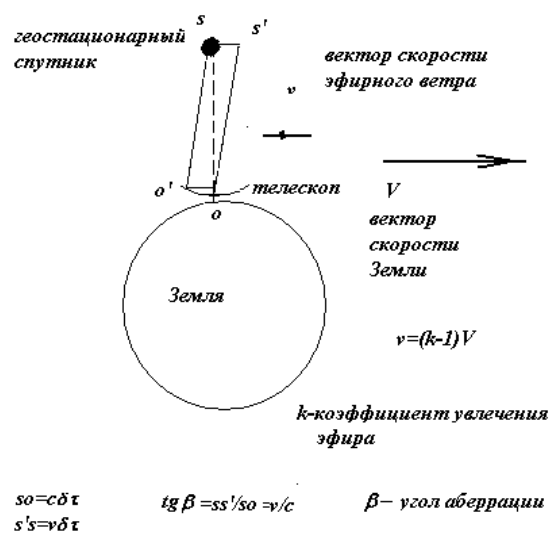


Рис. 1. Спутниковая aberrация излучения в системе координат Земли. Точки s и s' соответствуют реальному положению спутника, вычисляемому геометрически, и его кажущемуся положению.

Кроме гравитации Земли спутники подвержены воздействию многих других сил (притяжение со стороны Солнца, Луны, других планет и пр.), которые лишь незначительно возмущают траектории их орбит. Для геостационарных спутников с малым наклоном главной возмущающей силой в течение суток является давление потока излучения от Солнца. Оно определяет малое суточное периодическое смещение спутника около точки равновесия, что приводит к реальному (рассчитываемому геометрически) изменению его координат - геоцентрической долготы и широты. К этим изменениям реальных координат спутника и должны добавляться вклады, обусловленные

абберацией, приводя к искажению реального положения спутника.

Для определения векторов всех компонент движения наблюдателя в пространстве, которое и определяет динамику изменения углов абберации в течение года, необходимо отсчет времени производить от начала тропического года (00:00:00 по Гринвичу 23 сентября) против часовой стрелки от направления на точку весеннего равноденствия. Это начальное положение Земли показано на рис.2.

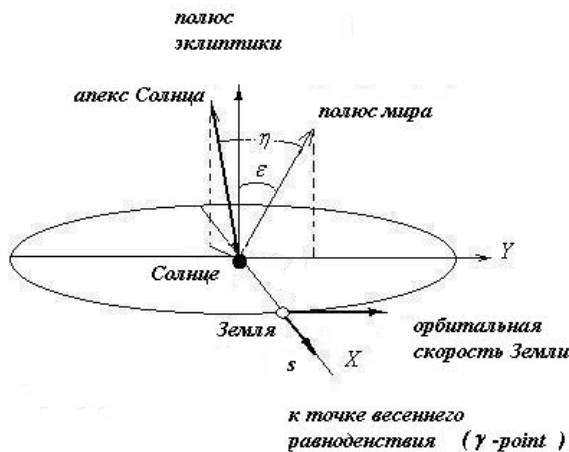


Рис. 2. Положение Земли на орбите, векторов ее движения и единичного вектора солнечного светового давления s в эпоху 23 сентября 00:00:00 GMT (начало нового тропического года).

Теперь для нахождения временного поведения этих вкладов рассмотрим геоцентрическую вращающуюся экваториальную систему координат (Земля) при конкретной ситуации, когда геостационарный спутник “висит” в плоскости нулевого меридиана и имеет нулевое наклонение орбиты (рис.3), т.е. находится на оси X . Здесь единичный вектор давления потока излучения от Солнца s изображен вместе с векторами движения с целью показать соотношение между реальным (геометрическим) и кажущимися (из-за абберации) вкладами в изменение долготы и широты спутника.

Как принято в астрономии, для апекса галактического движения Солнечной системы, обозначенного вектором V_{apx} , введем углы склонения δ , отсчитываемого от экваториальной плоскости XY , и прямого восхождения апекса α_{apx} , отсчитываемого против часовой стрелки от направления на точку весеннего равноденствия (ось X).

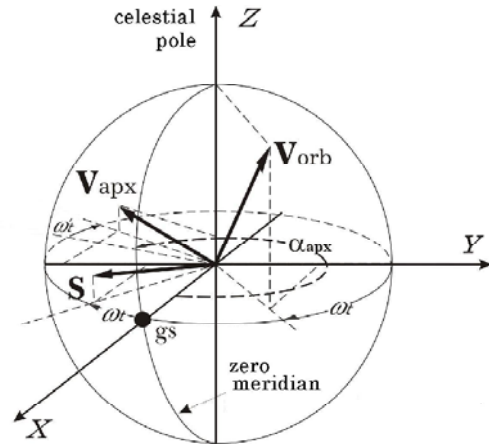


Рис.3. Положения векторов скоростей движения в геоцентрической вращающейся экваториальной системе координат через время t после начала нового тропического года.

gs - геостационарный спутник, V_{orb} - вектор орбитальной скорости Земли, V_{apx} - галактическая скорость Солнца, s - единичный вектор светового давления на спутник, α_{apx} - прямое восхождение апекса Солнца, ω - угловая частота вращения Земли, ω' - частота вращения вектора апекса

На рис. 2 и 3 в 00:00:00 GMT 23 сентября оси X совпадают с направлением на точку весеннего равноденствия. В это же время солнечный вектор s направлен в ту же сторону и лежит одновременно в плоскостях эклиптики и экватора (рис.2). Вектор V_{orb} в этот начальный момент времени лежит в плоскости YZ под углом ϵ к оси Y . В этой вращающейся системе координат все векторы на рис.3 вращаются около полярной оси по часовой стрелке и в момент времени t занимают положения, обозначенные на рисунке, а положения спутника и наземной станции остаются неизменными. При этом вектора V_{orb} и s , которые всегда ортогональны друг другу, вращаются с частотой вращения Земли ω , а их углы с осью Z в течение года медленно изменяются из-за движения Земли по орбите. Угол же между апексом V_{apx} и полярной осью остается постоянным (здесь не учитывалась нутация земной оси). При этом из-за несовпадения звездного и солнечного времени частота вращения этого вектора ω' несколько выше частоты вращения Земли и равна $\omega' = \omega + \Omega$. Здесь $\Omega = 2\pi / T$, $T = 365,2422$ дней - длительность тропического года в нашу эпоху.

Вклады в координаты спутника, обусловленные абберацией из-за движения, состоят из добавок к геоцентрической долготы $\frac{(V_{orb})_Y}{c} + \frac{(V_{apx})_Y}{c}$ и широте $\frac{(V_{orb})_Z}{c} + \frac{(V_{apx})_Z}{c}$, где c - скорость света в вакууме, а $(V_{orb})_{Y,Z}$ и $(V_{apx})_{Y,Z}$ - проекции векторов V_{orb} и V_{apx} на оси, ортогональные линии наблюдения. Для учета дополнительной абберации, которая может быть вызвана увлечением электромагнитной волны мощным потоком быстрых частиц (имеется в виду солнечный ветер), введем вектор $V_{sol} = -V_{sol} S$. Этот вектор не обозначен на рисунке и он всегда направлен в сторону, противоположную вектору s , а по величине равен скорости увлечения.

После геометрического расчета проекций векторов V_{orb} , V_{apx} и V_{sol} на ось Y и на ось Z получаем суточную и годовую динамику абберационных поправок для геоцентрической долготы (ξ) и широты (φ) спутника в виде:

$$\Delta \xi_{orb}(t) = \beta_{orb} \sqrt{1 - (\sin \varepsilon \cos \gamma)^2} \cos \omega t$$

$$\Delta \xi_{apx}(t) = -\beta_{apx} \cos \delta \cdot \sin(\omega t + \gamma - \alpha_{apx}) \quad (1)$$

$$\Delta \xi_{sol} = \beta_{sol} \sqrt{1 - (\sin \varepsilon \sin \gamma)^2} \sin \omega t$$

$$\Delta \varphi_{orb}(t) = \beta_{orb} \sin \varepsilon \cdot \cos \gamma ;$$

$$\Delta \varphi_{apx} = \beta_{apx} \sin \delta ;$$

$$\Delta \varphi_{sol}(t) = -\beta_{sol} \sin \varepsilon \cdot \sin \gamma ,$$

где $\beta_{orb} = (V_{orb} / c)$,

$\beta_{apx} = (V_{apx} / c)$, $\beta_{sol} = (V_{sol} / c)$,

$\gamma = \Omega \tau$ - медленно изменяющаяся в

течение года фаза орбитального движения Земли, τ - количество дней от начала нового тропического года (00:00:00 GMT 23 сентября). Все абберационные поправки, определяемые выражениями в (1), учитывались при дальнейшем расчете азимута и высоты (elevation) - параметров, непосредственно измеряемых в эксперименте.

Астрономический азимут спутника при учете таких поправок может быть записан в виде суммы его геометрически рассчитанного значения и абберационного вклада:

$$Az^{observed}(\xi^{obs}, \varphi^{obs}) = Az^{actual}(\xi, \varphi) + \Delta Az, \quad (2)$$

где наблюдаемые значения кажущихся долгот $\xi^{obs} = \xi + \Delta \xi$, широт $\varphi^{obs} = \varphi + \Delta \varphi$ и абберационных углов можно записать в виде:

$$\Delta \xi = \Delta \xi_{orb} + \Delta \xi_{apx} + \Delta \xi_{sol},$$

$$\Delta \varphi = \Delta \varphi_{orb} + \Delta \varphi_{apx} + \Delta \varphi_{sol}.$$

Для определения ΔAz разложим функцию $Az^{observed}(\xi^{obs}, \varphi^{obs})$ в ряд Тэйлора и, при всегда выполняемом условии $V \ll c$, пренебрегая всеми членами выше первого порядка, получим:

$$Az^{observed}(\xi + \Delta \xi, \varphi + \Delta \varphi) = Az^{actual}(\xi, \varphi) + (\partial Az / \partial \xi) \Delta \xi + (\partial Az / \partial \varphi) \Delta \varphi \quad (3)$$

Аналитическое выражение для первого члена в правой стороне равенства (3) может быть найдено обычным способом расчета, применяемым в небесной механике при переходе от экваториальной системы координат к горизонтальной, отнесенной к меридиану наземной станции. Приведем конечный результат без вывода:

$$Az(\xi, \varphi) = \arctan \left(\frac{\sin \Xi}{\cos \Xi \cdot \sin \phi - \cos \phi \cdot \tan \varphi} \right) \quad (4)$$

Здесь $\Xi = \xi - \xi_{tel}$,

где ξ_{tel} и ϕ - геодезические долгота и широта станции (телескопа). В дальнейшем функция (4) была использована для получения производных в (3). Вычисление первого члена в соотношении (3) с использованием программы POINT40 и 11 параметров (эфемерид) для различных дат и истинных координат наземной станции (49.228° восточной долготы, 55.765° северной широты при ее высоте 0.13 км над уровнем IAU-1976 reference эллипсоида Земли) показало, что геодезический азимут ($\pi - Az^{actual}$) для спутника Intelsat704 осциллирует по закону

$$Az_{geodetic}^{actual}(t) = a_o^{actual} + a_{cal} \sin \omega t$$

в фазе с вектором давления солнечного потока. Это ясно видно из данных, представленных на рис.4, на котором приведен один из примеров трехсуточного (9 - 12 августа 1998 г.) поведения как предсказываемого (нижняя кривая), так и измеряемого (верхняя кривая) геодезических азимутов. По оси абсцисс отложено местное среднее астрономическое время (local mean time-LMT) в часах, а по оси ординат - азимут в градусах. Как видно из графиков, максимальное значение азимута достигается каждый раз приблизительно в 6 часов утра (на восходе Солнца), когда вектор давления потока излучения от Солнца перпендикулярен линии наблюдения и восточная долгота спутника достигает минимума.

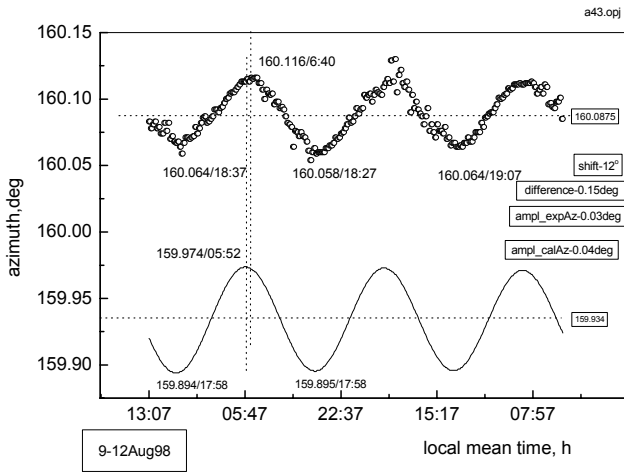


Рис.4. Наблюдаемый (верхняя кривая) и предсказываемый (нижняя) геодезический азимут для спутника Intelsat704 в течение трех суток 9 – 12 августа 1998 г.

Принимая во внимание такое поведение предсказанного азимута и наличие приборной постоянной расстройки из-за механического и электронного дрейфа при калибровке, наблюдаемый азимут (верхняя кривая на рис. 4) с учетом выражения (3) может быть записан в виде:

$$Az_{geo\ detic}^{observed}(t) = a_o^{actual} + a_{cal} \sin \omega t - q_1 \Delta \xi - q_2 \Delta \varphi + OF_{az} \quad (5)$$

где коэффициенты

$$q_1 = \frac{\sin \phi - \cos \Xi \cdot \text{tg} \varphi \cdot \cos \phi}{(\cos \Xi \cdot \sin \phi - \text{tg} \varphi \cdot \cos \phi)^2 + \sin^2 \Xi} \quad \text{и}$$

$$q_2 = \frac{(\cos^{-2} \varphi) \cdot \cos \phi \cdot \sin \Xi}{(\cos \Xi \cdot \sin \phi - \text{tg} \varphi \cdot \cos \phi)^2 + \sin^2 \Xi}$$

получены в результате дифференцирования азимута (4) по долготе и широте. Слагаемое OF_{az} - расстройка азимута (offset), в сумме с предпоследним членом в правой части уравнения (5), который так же слабо зависит от времени, образует своего рода пьедестал $D_{az} = -q_2 \Delta \varphi + OF_{az}$ для синусоидальной кривой суточного изменения наблюдаемого азимута.

Сначала рассмотрим в выражении (5) только осциллирующие с частотой вращения Земли ω члены, которые после подстановки абберационных поправок из (1), могут быть записаны в виде:

$$Az_{geo\ detic}^{observed}(t) = (a_{cal} - n\beta_{sol}) \sin \omega t - m\beta_{orb} \cos \omega t + q_1 p \cdot \sin(\omega t + \gamma - \alpha_{apx}) \quad (6)$$

$$\text{где } m = q_1 \sqrt{1 - (\sin \varepsilon \cos \gamma)^2},$$

$$n = q_1 \sqrt{1 - (\sin \varepsilon \sin \gamma)^2} \quad \text{и} \quad p = \beta_{apx} \cos \delta -$$

отношение проекции скорости галактической компоненты на экваториальную плоскость к скорости света в вакууме. После простых тригонометрических преобразований полученное выражение принимает простой вид:

$$Az_{geo\ detic}^{observed}(t) = a_{obs} \sin(\omega t - \mathcal{G}), \quad (7)$$

Из выражения (7) следует, что учет абберации приводит к появлению сдвига экспериментальной синусоиды на угол \mathcal{G} в область более поздних времен по сравнению с расчетным предсказанием. Во всех наших наблюдениях действительно имел место такой сдвиг, что можно увидеть, например, из данных, представленных на рис. 4, на котором экспериментальная кривая изображена с задержкой на 48 мин. Такая задержка соответствует сдвигу по фазе $\mathcal{G} = 12^\circ$. Для ее точного измерения использовался режим микроскопа, предусмотренный в стандартной графической программе ORIGIN, которая использовалась при обработке данных.

При выводе выражения (7) было установлено, что амплитуда a_{obs} и сдвиг фазы \mathcal{G} экспериментальной кривой наблюдаемого азимута связаны с параметрами движения Земли соотношениям:

$$a_{obs} \cos \mathcal{G} = a_{cal} - n\beta_{sol} + qp \cos(\gamma - \alpha_{apx}) \quad (8)$$

$$a_{obs} \sin \mathcal{G} = [m\beta_{orb} - qp \sin(\gamma - \alpha_{apx})].$$

Полученные уравнения (8) являются принципиальным моментом данной работы. При использовании экспериментальных значений a_{obs} and \mathcal{G} , измеряемых в различные даты, они позволяют определить орбитальную и галактическую компоненты скоростей движения Земли и Солнечной системы, а также склонение и прямое восхождение апекса Солнца, и затем сравнить их с известными в астрономии значениями.

В результате обработки экспериментальных данных, накопленных в течение трех лет (1997 – 2000гг.) была определена динамика сезонного поведения параметров $\beta_{orb}, p, \alpha_{apx}$. Расчеты проводились численным методом с использованием программы Mathcad7. При этом решалась система из трех уравнений типа второго из системы (8), взятых для трех различных дат (Штырков, 2005). Эти даты подбирались таким образом, чтобы в эти эпохи расстояния от Земли до Солнца были бы примерно одинаковыми, т.е. орбитальные скорости Земли имели бы наиболее близкие значения.

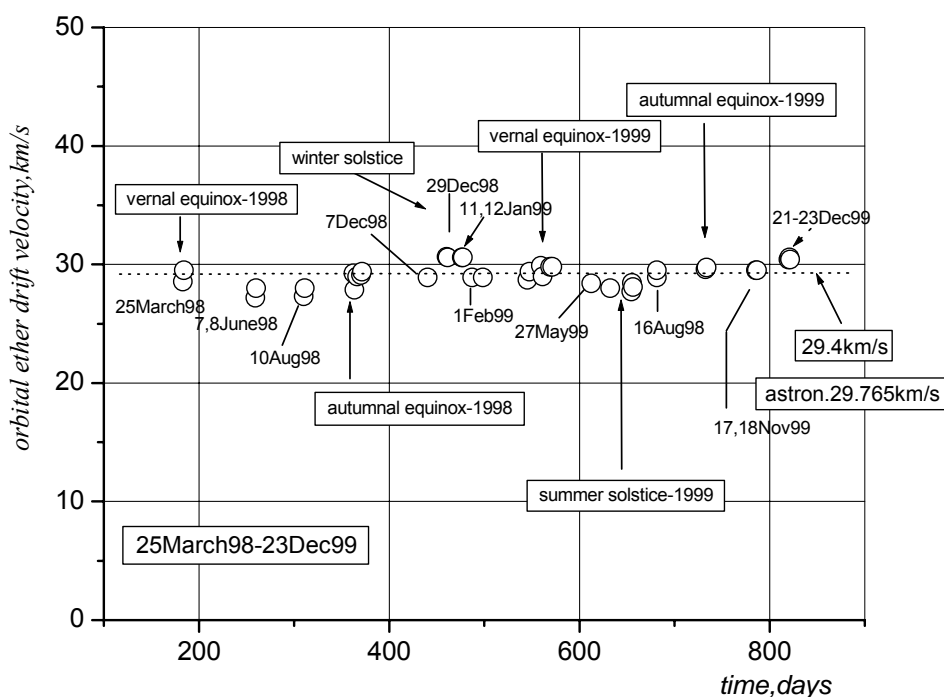


Рис. 5. Изменение измеренной скорости орбитального движения Земли V_{orb} с марта 1998 по декабрь 1999.

Вычисления выполнялись при следующих параметрах: геодезическая долгота $\xi_{\text{telescope}} = 49.228^\circ \text{ E}$ и широта $\phi = 55.765^\circ \text{ N}$ телескопа, угол наклона оси Земли к оси эклиптики $\varepsilon = 23.45^\circ$, продолжительность тропического года для нашей эпохи $T_{ty} = 365.2422$ дней, τ - количество дней от начала нового тропического года (00:00:00 GMT 23 сентября) до указанной даты.

На рис. 5 представлены полученные результаты. Каждая точка на графике для конкретной даты является результатом усреднения по всем таким наборам из трех уравнений, в которых нами была использована эта дата. Из данных, представленных на рис. 5, видно, что измеренные значения орбитальной компоненты скорости движения Земли изменяются так же, как и известные из астрономических данных: их усредненные за год величины (29.4 км/сек и 29.765 км/сек , соответственно) совпадают с точностью до 1%, а их значения зимой (перигелий орбиты Земли в начале января) несколько выше среднего, а и летом (афелий в конце июня), соответственно, ниже. Таким образом, мы можем заключить, что при наблюдениях за спутниками имеет место полная абберация ($\beta_{orb} = 10^{-4} \text{ рад}$, или $20,5 \text{ угл.сек}$), т.е. такая же, как для всех астрономических объектов.

Такой результат говорит о том, что гипотеза

Стокса, скорее всего, не верна и увлекаемый Землей переходный слой эфир не оказывает влияние на распространение электромагнитной волны.

Если обратиться к рассмотрению галактической компоненты движения Земли вместе с Солнечной системой, то следует сказать, что в каждом случае при решении таких наборов из трех уравнений мы получали $\cos \alpha_{apx} \cong 0$. Отсюда следует, что

прямое восхождение апекса Солнца α_{apx} близко значению 90° либо 270° . Одно из этих значений с достаточно высокой точностью совпадает с часовым углом апекса Солнца, принятым в астрономической литературе: $17^{\text{h}}59^{\text{min}}$, т.е. $269,75^\circ$.

В геометрии нашего эксперимента проекция галактической скорости на экваториальную плоскость оказалась малой, составляющей примерно 5 км/сек , что соответствует полученному среднему за год значению $p = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ рад}$. Используя в первой формуле выражения (8) значения α_{apx} , a_{obs} , \mathcal{G} ,

p (из эксперимента) и a_{cal} (из предсказания), мы получили оценку для скорости увлечения сигнальной волны солнечным ветром (поток быстрых частиц). Эта величина, в среднем, составила примерно 50 км/сек .

При достаточно большой ожидаемой величине скорости движения Солнца малое значение ее проекции на экваториальную плоскость (5 км/сек) можно было бы объяснить, если бы склонение апекса δ было бы больше известного в астрономии значения $51^\circ 30'$ (направление на звезду $\gamma - \text{Draconis}$). Для проверки этого мы определили склонение апекса, используя отношение $\text{tg} \delta = \Delta \varphi_{\text{apx}} / p$, где экспериментальное значение $\Delta \varphi_{\text{apx}}$ было получено из выражения

$$\Delta \varphi_{\text{apx}} = \frac{-Q_1 + [Q_1^2 + 2Q_2(D_{el} - \Delta_{\text{refraction}})]^{0.5}}{Q_2} \quad (9)$$

Здесь $Q_{1,2}$ – первая и вторая частные производные от угловой высоты спутника $El^{actual}(\xi, \varphi, \phi)$, взятые по φ , D_{el} – постоянная разница между геометрически рассчитанным и наблюдаемым значениями высоты (пьедестал в elevation), а параметр $\Delta_{\text{refraction}} = 0.01617^\circ \text{ctg} El^{actual}$ – поправка на рефракцию, обычно принимаемая в таком виде при углах места больше 10° (у нас среднесуточная высота $El^{actual} = 24.75^\circ$). Вывод формулы (9) здесь не приводится из-за громоздкости промежуточных выражений. Кратко изложим ее вывод. Сначала производится расчет высоты по программе Point40 в соответствии со стандартом IESS-412 и после сравнения ее с экспериментальным значением определяется высота пьедестала D_{el} . Затем в выражении, полученном аналогично (3) разложением функции высоты в ряд Тейлора, но с оставлением второй производной по φ , необходимо взять все неосциллирующие с частотой ω члены и приравнять их разности между D_{el} и $\Delta_{\text{refraction}}$. Полученное в результате квадратичное уравнение решить относительно $\Delta \varphi_{\text{apx}}$. Естественно, при этом предварительно для нахождения производных необходимо типовым расчетом небесной механики получить аналитическое выражение для высоты спутника.

Поправка на аберрацию $\Delta \varphi_{\text{apx}}$, вызванную галактической компонентой скорости Солнечной системы, была получена из формулы (9) при среднегодовом экспериментальном значении $D_{el} = 0.16^\circ$ и рефракции $\Delta_{\text{refraction}} = 0.035^\circ$. Она составила $\Delta \varphi_{\text{apx}} = 0.117^\circ$. Значения склонения апекса δ и верхнего предела галактической скорости Солнечной системы V_{apx} , оцененные с ее помощью при использовании (1), оказались равными $\delta =$

89.5° и $V_{\text{apx}} = 600 \text{ км/сек}$. Полученное значение неплохо согласуется с известным значением скорости для абсолютного движения Солнца (400 км/сек), ранее полученным на основании исследования фонового микроволнового излучения (Smoot, Gorenstein, Muller, 1977). Эта абсолютная скорость векторно складывается из скорости нашей галактики и орбитальной скорости Солнца относительно галактического центра (в среднем около 250 км/сек), что и приводит к периодическому изменению ее значения от перигалактия до апогалактия в пределах $400 - 800 \text{ км/сек}$ (Шпитальная, Заколдаев, Ефимов, 1993). Такое изменение скорости вызывает периодическое изменение температуры Солнца и, как следствие, пульсации в геологической жизни Земли. В настоящее время Солнечная система находится вблизи перигалактия и, таким образом, должны наблюдаться следующие явления: похолодание климата, наступление ледников, образование срединных океанических хребтов и глубинных разломов, усилением роли вертикальных движений в процессах горообразования и пр. Галактическое движение приводит к появлению асимметрии протекания ряда физических процессов, протекающих как в Солнечной системе, так и на Земле. Например, вулканическая деятельность Северного полушария Земли протекает с большей интенсивностью, чем Южного. Имеет место также значительная асимметрия активности Солнца: в его северном полушарии вспышки происходят в полтора раза чаще, чем в южном (Шпитальная, 1979). Как видим, направление север-юг совпадает с апексом Солнца, определенным нами в настоящей работе – почти на полюс мира (склонение 89.5°). Полученные в данной работе значения параметров движения Солнца, конечно, требуют уточнения и для этого необходимо провести дополнительные исследования по изучению влияния различных технических факторов и сезонных условий на величину пьедестала для elevation.

Заключение

Таким образом, совпадение измеренных в данном эксперименте параметров движения Земли со значениями, принятыми в наблюдательной астрономии, подтверждает достоверность полученных в данной работе результатов и позволяет сделать следующие выводы.

1. При слежении за спутниками наблюдается полная абберация электромагнитных волн, распространяющихся от установленного на спутнике источника излучения, $20,5 \text{ угл.сек}$ – такая же, как для астрономических объектов. Это доказывает, что явление абберации основано на общих закономерностях распространения электромагнитной волны и движения наблюдателя и имеет место для излучения, испускаемого или отражаемого **любым источником**.

2. Скорость равномерно движущейся системы координат (в нашем случае Земли) может быть реально измерена устройством, в котором **источник излучения и приемник находятся в покое как относительно друг друга, так и самой системы координат.** Этот факт является основанием для пересмотра утверждения специальной теории относительности о независимости скорости света от движения системы наблюдателя.

Список литературы

Лоренц Г.А. Теория электронов и ее применение к явлениям светового и теплового излучения // М.: Гостехтеориздат. 1956. 256 с.

Штырков Е.И. К вопросу экспериментальной проверки некоторых положений электродинамики движущихся сред // Гравитация и теория относительности. Казань: КГУ. 1988. 26. С. 133-142.

Штырков Е. И. Измерение параметра вращений движения Земли в эксперименте с геостационарным спутником // Fundamental Problems of Physics. III International Conference. Program & Abstracts. Kazan, 13-18 June 2005. Kazan: KSU. 2005. P. 101-102.

Шпитальная А.А. О пространственной несимметрии нестационарных процессов в Солнечной системе // Развитие методов астрономических исследований. М.-Л.: ВАГО АН СССР. 1979. С. 538-542.

Шпитальная А.А., Заколдаев Ю.А., Ефимов А.А. Проблема времени в геологии и звездной астрономии // Проблемы пространства и времени в современном естествознании. Серия « Проблемы исследования Вселенной». В. 15. М.: 1993. С. 95.

Эфирный ветер. М.: Энергоатомиздат. 1993. 289 с.

Bradley J. Account of a new discovered motion of the Fix'd stars // Phil. Trans. 1728. **35**. P. 637-641.

Cedarholm J.P., Bland G.F., Havens B.L., Townes C.H. A new experimental test of special relativity // Phys. Rev. Lett. 1958. **1**. 9. P. 342-349.

Cedarholm J.P., Townes C.H. A new experimental test of special relativity // Nature. 1959. **184**. № 4696. P. 1350-1351.

Conference on Michelson-Morley experiment // The Astrophys. J. 1928. **68**. 5. 341 p.

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. **34**. P. 333-345.

Michelson A., Pease F., Pearson F. Repetition of the Michelson-Morley experiment // JOSA. 1929. **18**. 3. P. 181-182.

Miller D.C. Significance of the ether-drift experiments of 1925 at Mount Wilson // Science. 1926. **63**. P. 433-443.

Pease F. Ether drift data. San Francisco, California: Publ. of the Astronomical Society of the Pacific. 1930. V. XLII. 248. P. 197-202.

Piccard A., Stahel E. Das Michelson-experiment, ausgeführt auf dem Rigi // Comptes Rendus. 1926. **183**. P. 420-422.

Smoot G., Gorenstein N., Muller R. // Phys. Rev. Lett. 1977. **39**. P. 898.

Stokes G.G. On the Aberration of Light // Philosophical Magazine and Journal of Science. 1845. Vol. XXVII. P. 9-15.

MEASURING MOTION PARAMETERS OF EARTH AND SUN SYSTEM

E.I. Shtyrkov

Kazan Phys.-Technical Institute, 420029, Kazan, Russia

Influence of uniform motion of the Earth in the space on aberration of electromagnetic waves propagating from a source installed on a satellite was discovered during tracking of the geostationary satellite. For the first time the parameters of the Earth's motion were measured on this base without studying a position of stars on the sky. The annual averaged orbital velocity of Earth turned out to be equalled of 29.4 km/s that is close to the value of 29.765 km/s accepted in Observational Astronomy. The parameters of galactic motion of Sun system have also been measured and obtained values are 270° for apex right ascension (in astronomic literature-269.75°), 89.5° for apex declination (51.30° in astronomy) and 600km/s for velocity of Sun's system.

Such results are direct evidence of fact that velocity of the uniformly moving system (in our case the Earth) can be measured with a device in which the source of radiation (geostationary satellite) and detector (antenna of the telescope) are fixed with respect to each other and the system itself. This fact is foundation for assertion of Special Relativity about light velocity constancy with respect to the observer to be revised.