

Возможность регистрации Кильватерных гравитационных волн с помощью гравиметрического оборудования.

Антипин А.В. a1_mail@mail.ru

*Данная статья следует за статьёй «Регистрация Кильватерных гравитационных волн с помощью тайминга пульсаров» [5] и посвящена регистрации **Кильватерных гравитационных волн** при помощи непосредственного измерения гравитационных сил стандартным оборудованием.*

*Представлены предварительные оценки физических и геометрических характеристик для поиска **Кильватерных гравитационных волн**.*

The ability to register wake gravitational waves using gravimetric equipment.

*This article follows the article "Registration of **Wake gravitational waves** using pulsar timing" [5] and is devoted to the registration of **Wake gravitational waves** using direct measurement of gravitational forces with standard equipment.*

*Preliminary estimates of the physical and geometric characteristics for the search for **Wake gravitational waves** are presented.*

1. Предварительные замечания.

В предыдущей статье: «Регистрация Кильватерных гравитационных волн с помощью тайминга пульсаров» [5], был рассмотрен вариант обнаружения этих волн путём регистрации изменения частоты сигнала приходящего от пульсара. Такой эффект основан на разном темпе хода времени в точках с разными гравитационными потенциалами. Поэтому, частота следования импульсов пульсара X , должна испытывать «**фиолетовое**» смещение при прохождении Земли через Кильватерную гравитационную волну.

Для пояснения вопроса, указанной статье было предпослано введение, которое коротко описывало откуда и почему появилась сама идея **Кильватерных гравитационных волн** (далее **КВ**) в **Абсолютном Пространстве-Времени** (далее **АПВ**). Статьи, где эти вопросы обсуждены развёрнуто, это статьи [1]...[5]

Поэтому, здесь мы сразу переходим к обсуждению возможности регистрации **КВ** при помощи измерения гравитационных сил, не обсуждая само разыскиваемое явление.

В данную статью мы копируем, не изменяя, части текста из статьи [5], а именно, те фрагменты, которые являются общими для двух этих способов регистрации и которые желательно иметь перед глазами.



Рис.1 Кильватерные волны на воде.

Общий вид **Кильватерных волн** на воде показан на рис.1.

Мы предполагаем, что реликтовое, **2.7** градусное излучение, может оказаться изотропным заполнением **Абсолютном Пространстве-Времени**. Мы рассматриваем такую гипотезу в качестве базовой и строим дальнейшие рассуждения на ней.

В этом случае, Солнечная система, фактически плашмя (с углом атаки около 7 угловых градусов), движется со скоростью **(369.82 +/- 0.11) км/с** в направлении **$\alpha = 167.942 +/- 0.007$ [град]**, **$\delta = -6.944 +/- 0.007$ [град]** (**J2000**) [б], что даёт возможность *примерно* оценить - где **КВ** располагается относительно конкретного небесного тела и когда **Кильватерные волны** от этого тела достигает Земную лабораторию.

Воздействие гравитационной силы на лабораторию изучено достаточно хорошо. Однако интенсивность воздействия **КВ** – величина **АБСОЛЮТНО** неизвестная, поэтому наши дальнейшие рассуждения носят, по необходимости, качественный характер.

На рис.2 представлен общий вид того, как выглядит **Кильватерная гравитационная волна Солнца** в свете наших предположений.

Конкретные характеристики **КВ**, как мы уже отметили, неизвестны. Даже расположение **КВ** относительно **Солнца**, является вопросом, на который сможет ответить только эксперимент. В предварительных расчётах мы считаем Кильватерную волну проходящей через центр тела, которое её создаёт. При этом, нам кажется логичным держать «в уме», что **КВ** формируется несколько впереди (по ходу движения) этого тела.

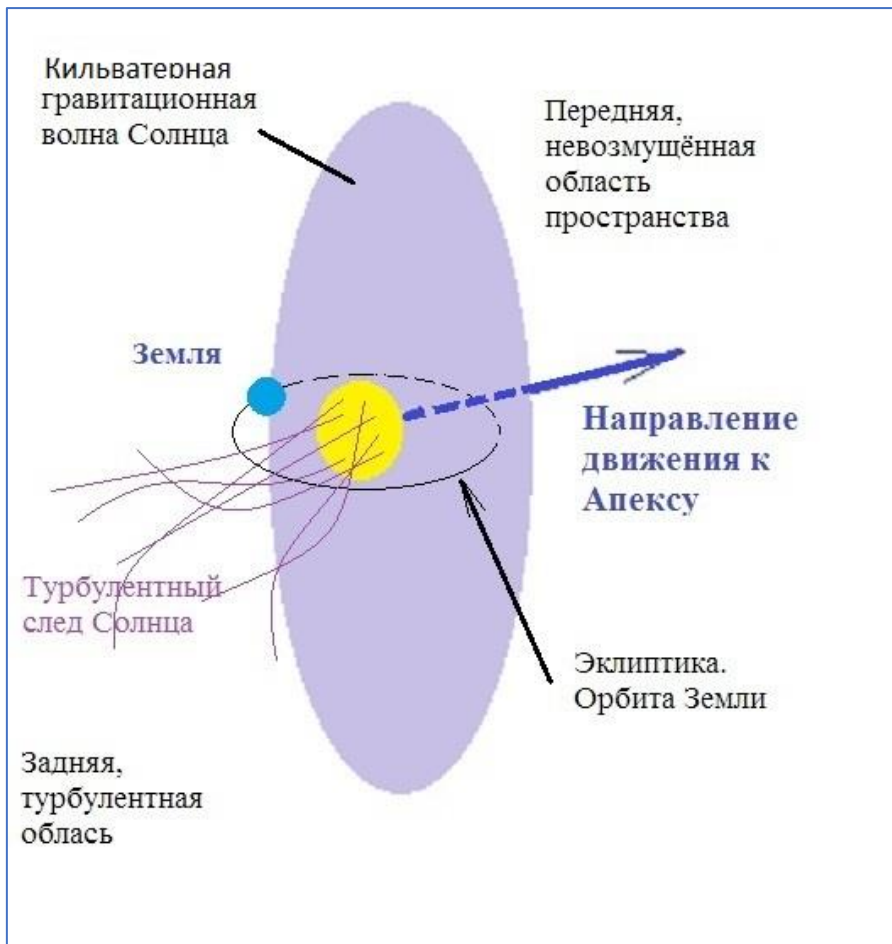


рис.2 *Общий вид Кильватерной гравитационной волны Солнца и орбита Земли (эклиптика).*

(Кильватерная гравитационная волна Солнца изображена диском, т.е. объектом, имеющим определённый радиус, для более простого понимания её идеи. В реальности КВ ослабевает с удалением от Солнца, но не ограничивается ничем, т.е., ФОРМАЛЬНО, простирается в Бесконечность.)

В силу того, что **КВ** — это гравитационная волна и скорость «агента, создающего её» равна скорости света, она, вследствие малой скорости Солнечной системы относительно **Абсолютного Пространства-Времени**, является практически плоской.

Более точно **КВ** является конусом, но с учётом того, что скорость движения **Солнца** равна 370 км/с, т.е, порядка (**1e-3**) от скорости света, конусностью в дальнейшем мы пренебрегаем.

Вторичные гравитационные волны, являющиеся аналогами вторичных волн на рис.3 (фото шара в газе), безусловно, требуют экспериментального подтверждения. Также требует экспериментального подтверждения и турбулентный след сзади **Солнца**. Однако, в целом такая конфигурация: основная волна, вторичные волны, турбулентный след, представляется нам весьма логичной.

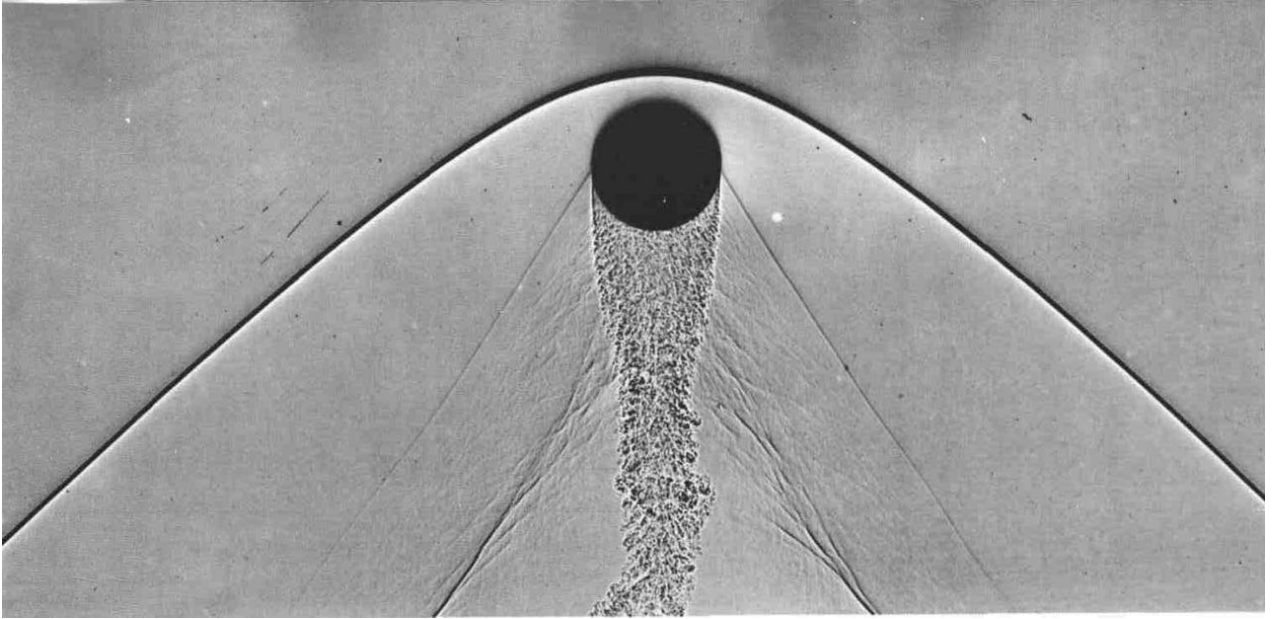


рис.3 Фотография волновых возмущений в гаше, генерируемых быстродвижущимся шаром.

2.Оценка величины приливного ускорения, создаваемого Кильватерной гравитационной волной и дат её воздействия на Землю.

Кильватерные волны галактического и внегалактического происхождения представляются нам гораздо менее мощными, чем те, что генерируются в Солнечной системе. Поэтому, в данный момент мы рассматриваем именно последние.

Понятно, что т.к. гравитационное поле слабое, то оценки эффектов в земной лаборатории вполне допустимы при помощи линеаризированной теории гравитации (ОТО).

Для анализа возникающих ускорений, прежде всего, необходимо определиться с гравитационным потенциалом в **Кильватерной волне**, т.к. ускорение является градиентом потенциала [7], [8].

Максимальная амплитуда **Кильватерной волны**, т.е её максимальный по модулю гравитационный потенциал, не может быть точно оценён в настоящий момент. Это объясняется отсутствием как теоретических, так и, прежде всего, экспериментальных работ в области **Абсолютного Пространства-Времени**. В результате, характеристики **АПВ**, играющие для Пространства-Времени ту же роль, что и коэффициенты упругости или Пуассона, сжимаемость или вязкость для обычных тел, на сегодня неизвестны и не рассматриваются как научные.

В силу этого, мы определяем указанную максимальную амплитуду, как

$$\mathbf{A} = \mathbf{k} * \Phi(\mathbf{M}, \mathbf{R}) \quad (1),$$

где **k** – коэффициент <1, (причём, скорее всего, меньше на порядки). **Φ(M, R)** – гравитационный потенциал по формуле (2).

Для тела с массой **M**, потенциал равен

$$\Phi(\mathbf{M}, \mathbf{R}) = (-)\mathbf{G} * \mathbf{M} / \mathbf{R}, \quad (2)$$

т.е. всегда отрицателен. Здесь G - классическая гравитационная постоянная, R - расстояние от тела, создающего гравитационное поле, до точки регистрации потенциала (в данном случае, R равно расстоянию до максимума KB в данном направлении). Напоминаем, что гравитационный потенциал на Бесконечности равен 0 .

Для **Солнца** и **Луны** обычные гравитационные потенциалы на орбите **Земли** составляют, соответственно, $(8.9e+12)$ и $(1.3e+6)$ $см^2/с^2$.

Т.к. напряжённость гравитационного поля в свободном пространстве может быть измерена только косвенно, нам необходимо рассматривать ПРИЛИВНЫЕ ускорения, т.е. разность ускорений в разных точках.

Обычные приливные силы на поверхности **Земли** от точечного источника (их вертикальная составляющая), записываются, как [9]:

$$F_{\text{верт}} = (3/2) * G * (M * m / R^2) * (r_0 / R) * \cos(2\theta) \quad (3)$$

где r_0 – радиус Земли, R – расстояние центра **Земли** от точечного источника, θ – угол, измеряемый, как показано на (рис.4).

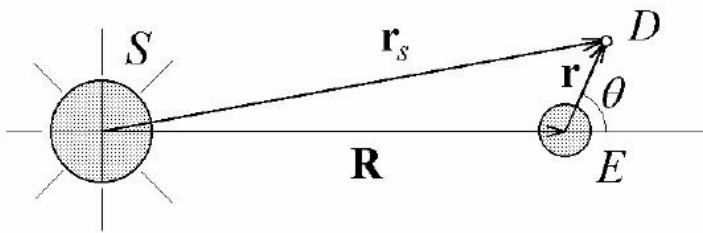


рис.4. Возникновение обычных приливных сил от точечного источника [10].

В силу зависимости приливных ускорений от $1/R^3$, обычные приливные ускорения от **Луны** в два раза больше приливных ускорений от **Солнца** и равны, соответственно, $(8.2e-5)$ и $(3.8e-5)$ $(см/с^2)$.

В нашем случае, мы имеем **ПЛОСКУЮ Кильватерную гравитационную волну** с потенциалом $k * \Phi(M, R)$. Её воздействие на тела на Земле также носит характер воздействия приливных сил.

Профиль KB в направлении её распространения неизвестен, но, *на начальном этапе исследований*, он м.б. представлен **косинусом** (рис.5).

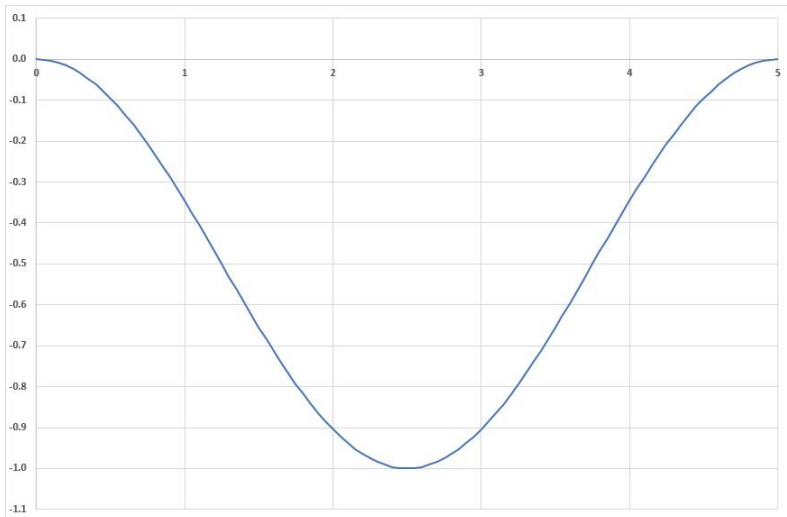


рис.5 ЭСКИЗ профиля гравитационного ПОТЕНЦИАЛА Кильватерной гравитационной волны (косинус). Сечение перпендикулярно направлению её распространения. По оси X – обычное пространственное расстояние. По оси Y – гравитационный потенциал. Его уровень НОЛЬ соответствует отсутствию КВ. Размерности по обеим осям – условные единицы.

Считая профиль (рис.5) адекватным, мы автоматически получаем, что профиль ускорения (создаваемого плоской **Кильватерной гравитационной волной**), синусообразен (рис.6). (т.к. ускорение создаётся градиентом потенциала, а $(\cos t)' = -\sin t$).

В самом первом приближении, следуя рис.5, можно записать гравитационный потенциал **Кильватерной волны**, как:

$$\Phi_{\text{КВ}} = k * \Phi(M, R) * \{\cos(2\pi * r / (q * D)) - 1\} / 2 \quad (5),$$

где k – коэффициент $\ll 1$, M – масса тела, создающего **Кильватерную волну**, R – расстояние от тела, создающего **Кильватерную волну**, до точки регистрации волны, r – расстояние от точки регистрации **КВ** до её переднего фронта (на рис.5 и 6 это расстояние по оси X от 0), q – коэффициент, порядка первых единиц ... первых десятков, D – характерный размер тела, создающего **Кильватерную волну** (в случае больших космических тел – их диаметр). Из косинуса вычитается единица и всё делится на два, чтобы выражение в фигурных скобках находилось в пределах $[-1...0]$. Т.о., $\Phi_{\text{КВ}}$ находится в пределах $[k * \Phi(M, R)... 0]$ ($\Phi(M, R) < 0$).

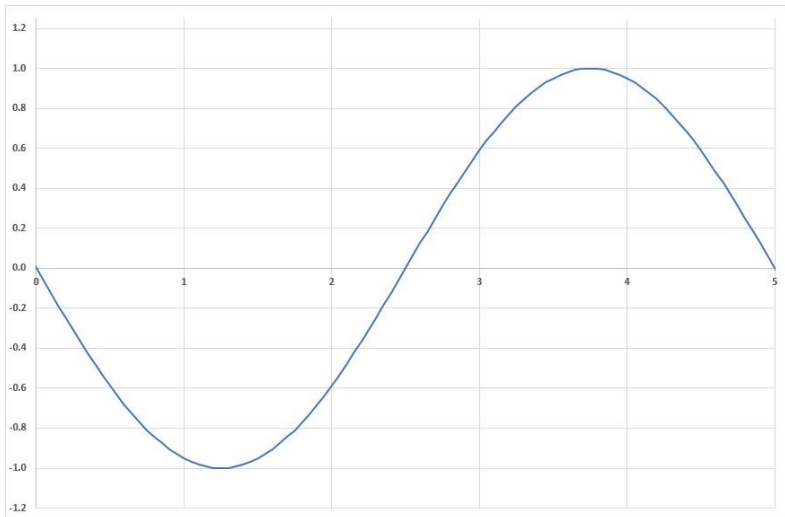


рис.6 ЭСКИЗ УСКОРЕНИЯ, создаваемого плоской Кильватерной гравитационной волной с косинусообразным профилем потенциала рис.5.

Сечение перпендикулярно направлению её распространения.

По оси X – обычное пространственное расстояние. По оси Y – ускорение.

Размерности по обеим осям – условные единицы.

Характерный размер (толщину) **KB** в направлении на Апекс (относительно реликтового излучения), мы предполагаем соизмеримой с размером создающего эту волну небесного тела, т.е. равной

$$L = q * D \quad (4)$$

где **D** – размер тела, создающего **Кильватерную волну**, **q** – неопределённый, пока, коэффициент. Из самых общих соображений, мы считаем, что он находится в диапазоне: **1...10**, хотя не исключаем и **бОльших** величин.

Что касается зависимости толщины от того, для какого радиуса «блина» она определяется, то мы считаем, что толщина «блина» **KB** на радиусе орбиты Земли (1 а.е.), также равна **L**.

Т.о., на орбите Земли в направлении на Апекс, толщина **KB** **ПО ПРЕДПОЛОЖЕНИЮ**, составляет порядка (1.4e+6...1.4e+7) км для **Солнца** и (3.5e+3...3.5e+4) км для **Луны**.

Ускорение, которое является градиентом потенциала [7], [8], запишется, как:

$$w = \frac{d(k * \Phi(M, R) * \{\cos(2\pi * r / (q * D)) - 1\} / 2)}{dr}$$

Это равно: $w = -\pi * k * \Phi(M, R) * \sin(2\pi * r / (q * D)) / (q * D) \quad (6)$

Далее, в вычислениях приливного ускорения, мы следуем идеологии [9].

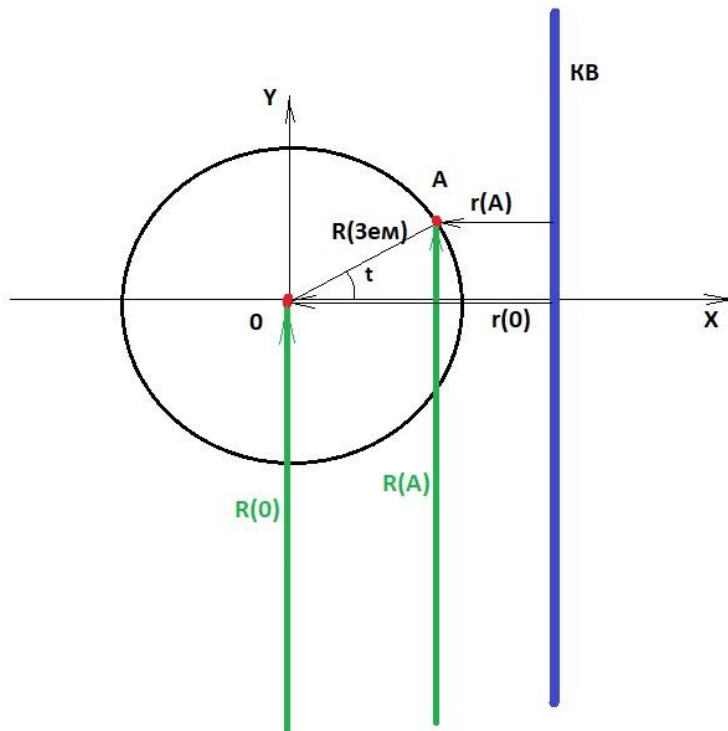


Рис.7 ЭСКИЗ для расчёта воздействия KB на Лабораторию.

Взаимное расположение Лаборатории (А) на Земле и Кильватерной гравитационной волны (KB).

KB – ПЕРЕДНЯЯ граница Кильватерной волны. KB движется СЛЕВА на ПРАВО.

$r(A)$, $r(0)$ – расстояние точек А и О от KB. t – угол.

$R(A)$, $R(0)$ – расстояние от небесного тела, создающего Кильватерную волну, до точек А и О.

$R(Зем)$ – радиус Земли.

Проекция полного ускорения в точке **А** на ось **X**, равна разности ускорений в точке «А» и точке «О» (рис.7):

$$w(X; \text{прилив}) = -g * \cos(t) - \frac{k*\pi*G*M}{q*D} * \left\{ \frac{\sin(2\pi*r(A)/(q*D))}{R(A)} - \frac{\sin(2\pi*r(0)/(q*D))}{R(0)} \right\} \quad (7)$$

Проекция полного ускорения в точке **А** на ось **Y**, равна

$$w(Y; \text{прилив}) = -g * \sin(t) \quad (8).$$

g – земное ускорение, **G** – гравитационная постоянная, **M** – масса тела, создающего Кильватерную волну, **D** – диаметр тела, создающего KB, **k** и **q** оговоренные выше коэффициенты при **$\Phi(M,R)$** и **D** .

$r(A)$, $r(0)$ – расстояние точек **А** и **О** от KB. **t** – угол (см. рис.7).

$R(A)$, $R(0)$ – расстояние от небесного тела, создающего Кильватерную волну, до точек **А** и **О**.

$R(Зем)$ – радиус Земли.

Т.к. Кильватерная волна плоская и перпендикулярна оси **X**, то ВСЁ приливное ускорение, создаваемое ею в точке **А**, равно её **X** составляющей (7) без слагаемого $(-g * \cos(t))$, т.е.:

$$w(\text{KB прилив}) = -\frac{k*\pi*G*M}{q*D} * \left\{ \frac{\sin(2\pi*r(A)/(q*D))}{R(A)} - \frac{\sin(2\pi*r(0)/(q*D))}{R(0)} \right\} \quad (9)$$

Учитывая, что:

$$R(A) = R(0) + R(Зем) * \sin(t),$$

$$r(0) = r(A) + R(Зем) * \cos(t),$$

$$R(\text{Зем})/R(0) \sim (4.3e-5),$$

$$\sin(a+b) = \sin(a) \cdot \cos(b) + \cos(a) \cdot \sin(b),$$

и проведя вычисления (с удержанием только старших членов разложения в ряд **sin** и **cos**), мы получаем **МАКСИМАЛЬНУЮ** оценку приливного ускорения от плоской **КВ**

$$|w(\text{прилив})_{\text{MAX}}| = \frac{2(\pi^2) \cdot k \cdot G \cdot M \cdot R(\text{Зем})}{R(0) \cdot (q \cdot D)^2} \quad (10).$$

Подставив численные значения, получаем для направления вдоль оси **X** (т.е. вдоль направления распространения **Кильватерной волны**, т.е. в направлении на **Апекс**):

$$\begin{aligned} \text{для Солнца: } |w(\text{прилив})_{\text{MAX}}| &\sim (k/q^2) \cdot 6 \quad (\text{см/с}^2), \\ \text{для Луны: } |w(\text{прилив})_{\text{MAX}}| &\sim (k/q^2) \cdot 0.1 \quad (\text{см/с}^2). \end{aligned} \quad (11)$$

Как следует из графика рис.б, в начале прохождения **КВ** по лаборатории, дополнительное ускорение, действующее **ВДОЛЬ направления на Апекс**, растёт (по модулю), затем проходит через ноль и действует в противоположном направлении.

Взаимное перемещение Земли и **Кильватерных волн** Солнца и Луны носит различающийся характер. Дело в том, что через **КВ Солнца** Земля проходит по своей орбите со своей орбитальной скоростью 30 км/с, а **КВ Луны** перемещается относительно Земли в соответствие с движением Луны, т.е. со скоростью 1 км/с.

Т.о., принимая толщины **КВ**, как это указано выше, мы ожидаем, что **КВ** от **Солнца** воздействует на земную лабораторию в течение промежутка времени, порядка (13...130) часов. **КВ** от **Луны** воздействует на земную лабораторию в течение, порядка (1...10) часов. При этом, необходимо отметить, что в силу меньшей толщины **Кильватерной волны Луны**, *просматривается* возможность дифференциального эксперимента, т.е. наблюдения её прохождения по Земле в разных пунктах в различающиеся моменты времени.

НАПРАВЛЕНИЕ действия ускорения получаем из следующих соображений. Считаем, что на рис.5, Волна ориентирована так, что **Апекс** расположен СПРАВА, а Лаборатория входит в **КВ** СЛЕВА. Для **Земли** и **Солнца** это означает, что **Земля** **ВЫХОДИТ** из турбулентного полупространства в спокойное. Тогда рис.б показывает проекцию вектора ускорения на ось **X**.

В этом случае физическая ситуация выглядит так, что при движении **Земли**, **СЗАДИ** по ходу движения, как бы возникает фиктивное притягивающее тело. Притяжение его усиливается, доходя на $\frac{1}{4}$ толщины **КВ** до **МАКСИМУМА**. Затем притяжение начинает спадать и обращается в **ноль** в середине толщины **КВ**.

После этого, фиктивное притягивающее тело как бы «возникает» **ВПЕРЕДИ** по ходу движения **Земли**, притяжение его усиливается до максимума на толщине $\frac{3}{4}$ Волны и затем спадает до нуля.

Т.к. Земля и движется по орбите и вращается вокруг оси, измерения будут проходить при постоянно изменяющемся угле между **Зенитом** и **нормалью к Кильватерной Волне**. Это повлечёт за собой **ПОСТОЯННОЕ** изменение проекций создаваемого ускорения.

Т.о., с точки зрения наблюдателя, ситуация прохождения **Лаборатории** по **Кильватерной волне** аналогична ситуации с обычными приливыми воздействиями **Луны** и **Солнца**: будут наблюдаться постоянно изменяющиеся по косинусу (3) вертикальная и горизонтальная составляющие дополнительного ускорения.

При практических расчётах, необходимо учитывать, что рис.7 носит **ЭСКИЗНЫЙ** характер в том смысле, что на нём **НЕ** учтено географическое расположение **Лаборатории** по **ШИРОТЕ** и реальное положение **ОСИ вращения Земли** относительно **КВ** в момент регистрации приливного ускорения.

Из самых общих соображений понятно, что т.к. наклон оси **Земли** к плоскости эклиптики равен 23 град., а **КВ**, практически, перпендикулярна ей, то обсуждаемый эффект максимален, В ОБЩЕМ, ближе к экватору и затухает, В ОБЩЕМ, в высоких широта. А именно там и сосредоточено большинство пунктов гравиметрии.

Также, величина эффекта имеет сильную (в две максимальные величины для этого дня) суточную зависимость от времени.

При всей неопределённости физических характеристик **Гравитационных Кильватерных волн**, есть достаточная определённость с датами их воздействия на Земную лабораторию. Мы уже указывали, что делаем конкретное предположение о направлении дрейфа Солнечной системы в **Абсолютном Пространстве-Времени**. За такое направление принимается направление движения к Апенксу, относительно **Реликтового излучения**. На сегодня эта точка хорошо известна и, поэтому, могут быть сделаны достаточно точные оценки **дат** воздействия **Кильватерных волн** на лабораторию.

Для **Солнца**, такими, практически постоянными датами, являются даты **ВХОДА** Земли в ЗАДНЮЮ, турбулентную полусферу Солнца примерно **13 июня каждого года** и **ВЫХОДА** Земли из турбулентной зоны примерно **14 декабря каждого года**.

Движение **Луны** существенно сложнее и моменты событий каждый раз необходимо рассчитывать. В качестве примера, можно указать, что Земля выходила из турбулентной полусферы **Луны 13-12-2023 03:11:03 UT** и входила в неё вновь **26-12-2023 01:53:42 UT** (расчёты производились в соответствии с [11]).

Т.о., воздействие **Кильватерных гравитационных волн Солнца** ожидается **два раза в год, а Луны – каждые две недели**.

Теоретические моменты, предъявляемые нами, являются моментами, когда пространственный угол: (*Апенкс -- тело, создающее Кильватерную гравитационную волну – Земля*), равен 90 угловых градусов.

Однако, скорее всего, **КВ** формируется несколько впереди тела, создающего её. Т.о., например **Кильватерную волну Солнца**, Земля пересекает несколько **РАНЕЕ 13 июня каждого года** и несколько **ПОЗЖЕ 14 декабря каждого года**.

Дополнительно, необходимо сделать следующее замечание, относительно указанных выше теоретических дат попадания **Лаборатории** в **Кильватерную волну**.

Нами было проанализировано предположение о том, что определённое число землетрясений инициируется гравитационными силами, возникающими при воздействии **Кильватерных гравитационных волн** на Землю. В [4] представлены результаты проведённого анализа **числа землетрясений за 23 года (более (1e+5) событий)**.

По результатам анализа (с помощью метода совмещения эпох), мы получили достаточно гладкую монотонную зависимость числа землетрясений от дня года с датами минимума и максимума: **05 июня и 05 декабря**, соответственно. Эти даты близки к датам, вычисленным, исходя из астрономических соображений, т.е. к **13 июня и 14 декабря**, но, всё же, не совпадают с ними.

Что касается интенсивности воздействия, то т.к. разница MAX-MIN составляет порядка **6%**, это указывает на небольшую величину приливных ускорений в **Кильватерной волне**.

Т.о., при поиске дополнительных приливных сил, следует ориентироваться на несколько «размытые» периоды: «**первая половина Июня**» и «**первая половина Декабря**».

Необходимо помнить, что наша гипотеза содержит важное предположение о том, что **Реликтовое излучение** является изотропным заполнением **Абсолютного ПВ** и, т.о., нам известно - куда дрейфует **Солнечная система** по **Абсолютному Пространству-Времени**.

Поэтому **НЕ** обнаружение **дополнительных ускорений** в указанные даты не ставит крест на гипотезе. Может оказаться, что, либо **реликтовое излучение** не является изотропным заполнением **АПВ**, либо максимальная амплитуда **Кильватерных волн** мала и «не ловится» современными средствами наблюдения.

В случае ошибки относительно роли **реликтового излучения**, разумно было бы провести поиск обсуждаемого эффекта **за полный год**, т.е. провести полное сканирование пространства.

Чтобы решить вопрос с низкой амплитудой **КВ** необходимо увеличение чувствительности оборудования, что постепенно происходит просто в силу развития приборостроения.

Т.о., в случае первоначальной неудачи, желательно вернуться к обработке более точных данных через какое-то разумное время.

Важнейшим условием для обнаружения **Кильватерных гравитационных волн**, является, с нашей точки зрения, **максимально** длительный, по возможности, непрерывный период регистрации гравитационных сил **БЕЗ ПЕРЕКАЛИБРОВКИ** измерительного оборудования. Мы имеем в виду, что, в случае изменения гравитационного потенциала, это изменение одинаково затрагивает и измеряемый и эталонный грузы. И, т.о., перекалибровка нивелирует эффект.

Организации проводящие исследования, из результатов которых может быть извлечена информация гравиметрического характера, находятся в перспективном положении. Они имеют возможности для анализа уже накопленной информации с точки зрения поиска моментов воздействия **Кильватерных гравитационных волн** на **Лабораторию**.

Как описано выше, при прохождении **КВ**, **ожидаемый эффект** заключается в изменении, по синусу (рис.6), как **ВЕСА** пробного тела, так и силы, **отклоняющей отвес**. Причём модуль измеренной силы, т.е. $(F^2_{\text{верт}} + F^2_{\text{горизонт}})$, будет, фактически, **константой**, зависящей только от того – **Кильватерная волна** от какого тела пересекается **Лабораторией** и когда (мы абстрагируемся здесь от суточных изменений, связанных с вращением Земли).

Напомним, что сделанные оценки (11), выглядят так:

для **Солнца**: $|w(\text{прилив})_{\text{max}}| \sim (k/q^2)*6 \quad (\text{см}/\text{с}^2)$,
 для **Луны**: $|w(\text{прилив})_{\text{max}}| \sim (k/q^2)*0.1 \quad (\text{см}/\text{с}^2)$.

Поэтому далее, необходимо, хотя бы приблизительно, оценить коэффициенты.

Коэффициент **k** показывает, насколько потенциал **Кильватерной волны** слабее (в точке регистрации), чем обычный гравитационный потенциал от тела, создающего **КВ** в той же точке. Предварительно, из чисто интуитивных соображений, мы приняли, что этот коэффициент составляет порядка $(1e-1) \dots (1e-3)$, хотя не исключаем и на порядки меньших значений.

Другой коэффициент **q**, показывает во сколько раз толщина **Кильватерной волны** больше геометрического размера создающего её тела. Мы оцениваем коэффициент **q** в диапазоне

1...10 (хотя не исключаем и несколько **бО**льших величин. Однако, сомневаемся, что коэффициент **q** м.б. на порядки больше).

Для дальнейших оценок мы берём **k**~ (1e-2), **q**~ 5 и получаем **(k/q²)**~ (4e-4).

Тогда:

- для **Солнца**: **|w(прилив)_{МАХ}|** ~ (2.4e-3) (см/с²), (т.е. порядка **2.4 мГал**),
- для **Луны**: **|w(прилив)_{МАХ}|** ~ (4e-5) (см/с²), (т.е. порядка **40 мкГал**).

Как уже отмечено, эффекты от **КВ** будут наблюдаться в течении непродолжительного времени – от часов до дней. Интенсивность эффекта внутри этого периода будет изменяться ПРИМЕРНО по синусоидальному закону: от нуля в MIN, оттуда в MAX и обратно в ноль: (рис.6), (либо зеркально: 0 - MAX – MIN - 0).

Одновременно будет наблюдаться суточное изменение эффекта, связанное с вращением Земли вокруг оси. В этом случае, регистрируемое ускорение **w(прилив, DD)** (где DD – дата наблюдения), будет изменяться за сутки в диапазоне от **+w(прилив, DD)** до **-w(прилив, DD)**.

Т.о., общее изменение приливного ускорения от **КВ** по времени ожидается достаточно сложным.

Теперь, безусловно, следует обсудить вопрос: почему приливное ускорение от **Кильватерной гравитационной волны** не обнаружено до сих пор? Ведь современные гравиметры имеют точность, порядка **1 мкГал**, т.е. порядка (1e-6) (см/с²) [12] и ускорение от **КВ**, казалось бы, должно быть зафиксировано.

Но, **во-первых**, если ознакомиться с литературой по гравиметрии [13], то выясняется, что современные гравиметры, при точности измерений, указанной выше, имеют неустранимый дрейф ноля. За сутки дрейф составляет несколько мГал, или единицы (1e-3) (см/с²). В силу этого, измерения и «в поле», и в лаборатории, проводятся в условиях постоянной, ежедневной, или даже чаще, калибровки оборудования, что «съедает» ожидаемый эффект. Действительно, дополнительные силы одинаково воздействуют и на грузик прибора, и на **эталон**, пропорционально утяжеляя/облегчая их. Т.о., калибруя оборудование эталонными грузами, мы уничтожаем возможность регистрации эффекта. Надо отметить, что нам неизвестны работы по гравиметрии, осуществляемые в одном пункте, при проведении которых оборудование **ГОДАМИ** не калибровалось бы эталонными грузами. А **отсутствие калибровки** – это **необходимое** условие для регистрации эффекта.

Мониторинг **обычных** приливных сил должен, казалось бы, показывать дополнительные силы и от **Кильватерной волны**, т.к. он проводится постоянно.

Но мы полагаем, что грубые измерения обсуждаемый эффект «не ловят», а точные измерения маскируют его либо перекалибровками, либо воздействием подавляющих геофизических причин.

Во-вторых, необходимо учитывать, что чем дальше от экватора по широте расположена **Лаборатория**, тем слабее эффект. Дело в том, что угол между экватором и нормалью к **Кильватерной волне** сезонно изменяется в достаточно широких пределах. Т.о., и угол между зенитом в **Лаборатории** и нормалью к **КВ** (в период прохождения **КВ**), изменяется.

Вертикальная составляющая эффекта (который и так невелик), уменьшилась бы, по сравнению с максимальной оценкой, ещё больше, приближаясь к точности лучших приборов [12] и, т.о., эффект оказался бы ещё труднее для регистрации.

В-третьих, важно и то, что **КВ** не создаёт **МГНОВЕННОГО** изменения ускорения. Поэтому, ни секундных, ни минутных «пиков» на графиках ускорений не ожидается. Изменения происходят достаточно продолжительное время (часы...сутки). Поэтому, такой постепенный тренд, скорее всего, воспринимается, как следствие геофизических процессов внутри **Земли**, или дрейфа оборудования.

В четвёртых, как уже отмечалось, в связи с вращением **Земли** вокруг оси, величина ускорения меняется сложным образом. Для вычисления точной величины, следует учитывать и положение **Земли** на орбите и фазу поворота **Земли** при вращении вокруг оси (обычные приливы от **Солнца** и **Луны** мы, в данный момент, не рассматриваем, но и они вносят вклад в общую картину).

Т.о., случайные регистрации эффекта в разные календарные даты, не будут совпадать ни по величине (вплоть до знака), ни по характеру её изменения. Это, безусловно, сильно затрудняет интерпретацию наблюдений.

Если отдельно рассмотреть случаи **Солнца** и **Луны**, то дополнительно появляются и такие аргументы:

В-пятых, для **Солнца**.

Мы повторяем ниже рис.6, чтобы были понятны величины ускорений от **КВ** во времени.

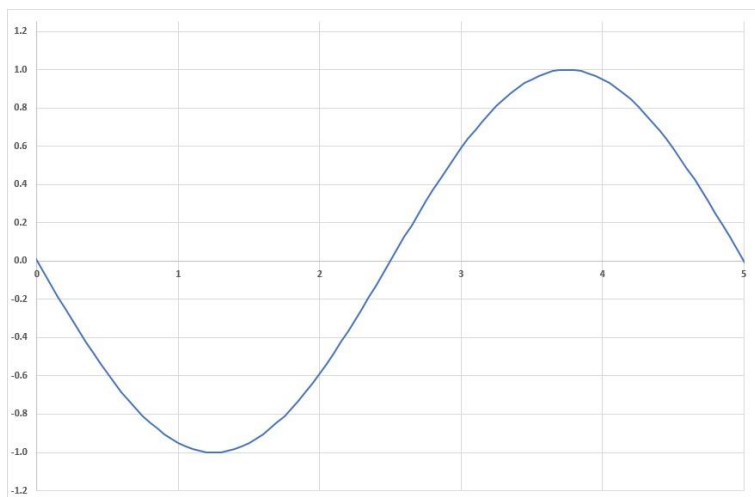


рис.7 ЭСКИЗ УСКОРЕНИЯ, создаваемого плоской Кильватерной гравитационной волной с косинусообразным профилем потенциала.

По оси X – время. По оси Y – ускорение от КВ в Лаборатории (условное значение).

Ось X разбита на 5 участков для удобства, т.к. мы оцениваем период прохождения Земли через КВ Солнца в (13...130) час., что примерно соответствует (0.5...5) суток. Т.о., такое разбиение примерно соответствует 5 суткам прохождения Земли внутри Кильватерной волны Солнца.

Прохождение **Лаборатории** по **Кильватерной волне Солнца** происходят нечасто - каждые шесть месяцев и длится, по оценке, примерно 5 суток. Помимо того, что это достаточно редкие и непродолжительные события, из графика видно, что значимые величины ускорений действуют едва ли половину времени нахождения **Лаборатории** в **КВ**, причём

меняют знак. Это, безусловно, уменьшает вероятность случайной регистрации. Поэтому, вполне вероятно, что уже происшедшая регистрации дополнительных ускорений, была сочтена краткосрочным сбоем оборудования.

Луна.

Ускорение от **КВ Луны**, в максимуме оценивается нами в **(4e-5)** (см/с²), (т.е. порядка **40 мкГал**). И, хотя прохождения через **КВ Луны** происходят, практически, каждые **две недели**, **МАКСИМАЛЬНЫЙ** эффект от **Луны** достаточно близок к лучшим (предельным) измеряемым приборами величинам [12] Понятно, что для регистрации эффектов такой величины, наблюдения должны быть специально организованы, чего не было.

3. Сводка сделанных оценок.

Общие требования:

- необходимы систематические длительные наблюдения без перекалибровки оборудования.
 - при прохождении **Лаборатории** по **Кильватерной волне**, должно наблюдаться дополнительное приливное ускорение, которое приводит к изменению веса груза и угла отклонения отвеса.
 - в силу вращения **Земли** вокруг оси, ожидаемые значения, как изменений веса, так и привязка этих изменений к моментам времени, сильно меняются. За сутки ход величины эффекта ожидается в две его максимальные величины для этого дня.
- Также, эффект **НЕ** повторяется для разных календарных дат **ТОЖДЕСТВЕННО**, ни по своей интенсивности, ни по развитию во времени. Это является следствием того, что **Земля** входит в **КВ** при разном угле между зенитом в точке наблюдения и нормалью к **Кильватерной волне** (т.е. в разной фазе своей ориентации в пространстве).

Ожидаемые моменты прохода **Земли** по **Кильватерной гравитационной волне Солнца**:

- **ВХОД** Земли в ЗАДНЮЮ, турбулентную полусферу Солнца примерно **13 июня каждого года** (или первые недели июня),
- **ВЫХОД** Земли из турбулентной зоны примерно **14 декабря каждого года** (или первые недели декабря).

Ожидаемые моменты прохода **КВ Луны** по **Земле** требуют расчёта.

Оценка продолжительности прохождения Земли через **Кильватерную волну**:

- для **КВ Солнца**: 13...130 час.
- для **КВ Луны**: 1...10 час.

Мы принимаем величины неизвестных коэффициентов, как:

k~ (1e-2),

q~ 5,

и, т.о.: **(k/q²)**~ (4e-4).

В таком случае, прохождение Земли сквозь **Кильватерные волны** оценивается:

- для **КВ Солнца**: 70 час.
 - для **КВ Луны**: 5 час,
- (т.к. толщина **КВ**= **q*D**, а скорости: **30 км/с** для **КВ Солнца** и **1 км/с** для **КВ Луны**).

Максимальные приливные ускорения от **Кильватерных гравитационных волн**:

- **Солнца**: **|w(прилив) max|** <~ **(2.4e-3)** (см/с²), (т.е. меньше/ порядка **2.4 мГал**),

- Луны: $|\mathbf{w}(\text{прилив})_{\text{MAX}}| < \sim (4e-5)$ (см/с²), (т.е. меньше/ порядка **40 мкГал**).

Мы имеем дело **НЕ С ПИКАМИ**, а с достаточно длительными и монотонными изменениями. Общий ход приливных ускорений при этом происходит синусообразно: от нуля в MIN, оттуда в MAX и обратно в ноль (см. рис.7). (либо зеркально: 0 - MAX – MIN - 0):

для Солнца: $|\mathbf{w}(\text{прилив})| \sim 2*(2.4e-3)$ (см/с²) за **70** часов,

для Луны: $|\mathbf{w}(\text{прилив})| \sim 2*(4e-5)$ (см/с²) за **5** часов.

И, т.о., градиенты по времени можно оценить как:

для Солнца: $|\Delta\mathbf{w}(\text{прилив})|/\Delta t \sim (7e-5)$ (см/с²) за **1** час, (**70 мкГал** за **1** час)

для Луны: $|\Delta\mathbf{w}(\text{прилив})|/\Delta t \sim (1.6e-5)$ (см/с²) за **1** час, (**16 мкГал** за **1** час).

Из этой сводки становится очевидно, что для уверенной регистрации монотонных изменений такого уровня, эксперимент должен носить специальный, ориентированный именно на интересующий нас эффект, характер.

С другой стороны, порядок ожидаемых величин позволяет достаточно оптимистично смотреть на перспективы гравиметрических исследований **Кильватерной волны**. В случае специально организованных экспериментов, точность, уже достигнутая в современной гравиметрии, представляется нам вполне достаточной для обнаружения **Кильватерных волн** как **Солнца**, так, возможно, и **Луны** и в самое ближайшее время.

Поэтому, в отношении регистрации **Кильватерных гравитационных волн**, мы не исключаем повторения истории с открытием **Реликтового излучения**. Как известно, это выдающееся открытие, отмеченное **Нобелевской премией**, было сделанного при рутинной работе по калибровке инженерного оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Антипин А.В. Абсолютная Система Отсчёта и Специальная теория относительности. Статья 1. <https://vixra.org/abs/2003.0403>
- [2] Антипин А.В. Абсолютная Система Отсчёта и Специальная теория относительности. Статья 2. <https://vixra.org/abs/2003.0528>
- [3] Антипин А.В. Кильватерные ударные гравитационные волны в Абсолютном Пространстве-Времени. <https://vixra.org/abs/2202.0085>
- [4] Антипин А.В. Землетрясения, как тест для обнаружения ударных гравитационных Кильватерных волн в Абсолютном Пространстве-Времени. <https://vixra.org/abs/2204.0091>
- [5] Антипин А.В. Registration of Wake Gravitational Waves Using Pulsar Timing. (НА РУССКОМ!) <https://vixra.org/abs/2401.0033>
(Регистрация Кильватерных гравитационных волн, используя тайминг пульсаров)
- [6] Planck Collaboration. Planck 2018 results. I., arXiv:1807.06205v2, 2019
- [7]. Трофимова Т.И. Курс физики. М. 1998
- [8]. Кнойбюль Ф.К. Пособие для повторения физики. М. 1981
- [9]. Мельхиор П. Земные приливы М. 1968
- [10]. Бутиков А dynamical picture of the oceanic tides. СПб. 2002
- [12]. информация по запросу, например, «Гравиметры CG-5 Autograv»
- [11] Монтенбрук О., Пфлегер Т. Астрономия на ПК. СПб. 1993 (Delphi), 2002(C++)
- [13] Лобанов А.М. Гравиразведка. М. 2017.