

Регистрация Кильватерных гравитационных волн с помощью тайминга пульсаров.

Антипин А.В. a1_mail@mail.ru

*Гравитационная астрономия, основанная на тайминге пульсаров, открывает возможность регистрации **Кильватерных гравитационных волн**, которые, могут генерироваться **Солнцем** и **Луной**. При воздействии этих волн на Землю, должно наблюдаться «**фиолетовое**» смещение частоты импульсов пульсаров. Представлены предварительные оценки физических и геометрических характеристик для поиска таких волн.*

*Gravitational astronomy, based on pulsar timing, opens up the possibility of registering **Wake gravitational waves** that can be generated by the Sun and Moon. When these waves are exposed to the Earth, a "**purple**" shift in the pulse frequency of pulsars should be observed. Preliminary estimates of the physical and geometric characteristics for the search for such waves are presented.*

English version: <https://vixra.org/abs/2401.0019>

1. Предварительные замечания.

В статьях [1]-[4] достаточно подробно изложена наша точка зрения на весь цикл обсуждаемых ниже вопросов.

В частности, в [1] показано, что:

- современная трактовка «относительности одновременности» в Специальной теории относительности **НЕИЗБЕЖНО** приводит к **ПОЛНОМУ** отказу от понятия **Времени**, как явления,
- для преодоления этого **очевидного абсурда** и возвращения явления Времени в Физику, нами было предложено несколько вариантов,
- наиболее простым, логически непротиворечивым и научно приемлемым решением представляется возвращение в Физику обновлённого понятия **Абсолютного Пространства-Времени**, как **ЕДИНСТВЕННОЙ ФИЗИЧЕСКИ РЕАЛЬНОЙ** гиперплоскости в пространстве-времени Минковского [1].
- Т.к. **ЛЮБАЯ пространственноподобная** гиперплоскость **ПОЛНОСТЬЮ** равноправна со всеми прочими, понятно, что каждая из них подпадает под **ВСЕ** математические и физические законы и выводы **СТО**. Т.о., выделение одной из них, с теоретической точки зрения, вполне допустимо и непротиворечиво. Не затрагиваются и уже полученные экспериментальные результаты. Что касается современных, чисто теоретических построений, то здесь, в каждом конкретном случае, требуется анализ.
- Указание конкретной гиперплоскости в качестве **Абсолютной** - дело **ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО** экспериментальных усилий, т.к. математика – сама по себе – не содержит внутреннего механизма верификации своих следствий.
- Такая выделенная, пространственноподобная гиперплоскость, в реальном Мире является физической Вселенной в её **АБСОЛЮТНОЙ ПОЛНОТЕ** объектов и событий, существующих и происходящих в **ГЛОБАЛЬНЫЙ, СИНХРОННЫЙ, ЕДИНЫЙ** момент **t_j** собственного «сейчас».
- История развития Вселенной, в этом случае, будет изображаться упорядоченным набором непересекающихся гиперплоскостей в пространстве Минковского, где **КАЖДАЯ** из этих гиперплоскостей соответствует Вселенной в соответствующий момент **t_j** .

- Время играет свою обычную роль, упорядочивая движение объектов и протекание процессов, обеспечивая АБСОЛЮТНУЮ одновременность ВСЕХ событий и объектов Вселенной в момент t_j [2].

Одним из экспериментальных фактов, который явился бы чрезвычайно сильным аргументом в пользу **Абсолютного Пространства-Времени** (далее **АПВ**), оказалось бы обнаружение **Кильватерных гравитационных волн** (далее **КВ**). Идея существования таких волн была высказана нами в [3], как следствие из гипотезы **Абсолютного Пространства-Времени** и идеи геометризации гравитации.



Рис.1 Кильватерные волны на воде.

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

В силу, как уже сказано, **неверной трактовки** понятия «относительность одновременности», современная Физика использует ошибочный тезис о полном **физическом** равноправии всех допустимых Систем отсчёта, что не позволяет ей в любой из современных гравитационных теорий рассматривать такого рода явления, как **Кильватерные гравитационные волны**.

Действительно, если все системы отсчёта физически равноправны, то волны, типа **Кильватерных**, даже логически противоречивы уже в силу того, что любой объект может рассматриваться из других систем отсчёта и как неподвижный и как движущийся с любой скоростью и в любом направлении. **Кильватерная же волна** есть конкретное, наблюдаемое

физическое явление с однозначными характеристиками и не может существовать, или не существовать в зависимости от условий наблюдения.

Для **Абсолютного Пространства-Времени** явление **Кильватерных гравитационных волн** представляется нам вполне естественным, исходя из аналогий с движением тел «в», или «по» некой среде – например в газе и в/ по жидкости. **Абсолютное Пространство-Время**, в своеобразной форме, и есть такая «среда». **Кильватерные гравитационные волны**, как ожидается, генерируются **ВСЕМИ** телами, движущимися, относительно **АПВ**.

Т.к. реликтовое, **2.7** градусное излучение вполне может оказаться изотропным заполнением **АПВ**, 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**) [5], что даёт возможность *примерно* оценить - где **КВ** располагается относительно конкретного небесного тела и когда **КВ** от этого тела достигает Земной лаборатории.

В силу того, что **Кильватерная волна** является гравитационной, ВОЗДЕЙСТВИЕ её на лабораторию полностью соответствует ожидаемому воздействию гравитационной волны, что достаточно хорошо теоретически исследовано.

Однако степень воздействия **КВ** на лабораторию – величина **АБСОЛЮТНО** неизвестная, поэтому наши дальнейшие рассуждения носят, по необходимости, в основном качественный характер.

Отметим, что в данной статье мы рассматриваем эффект воздействия **Кильватерной волны**, связанный только с **гравитационным смещением частоты**. Приливной эффект мы планируем рассмотреть в другой статье.

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

Конкретные характеристики **КВ**, как мы уже отмечали, неизвестны. Поэтому, 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.

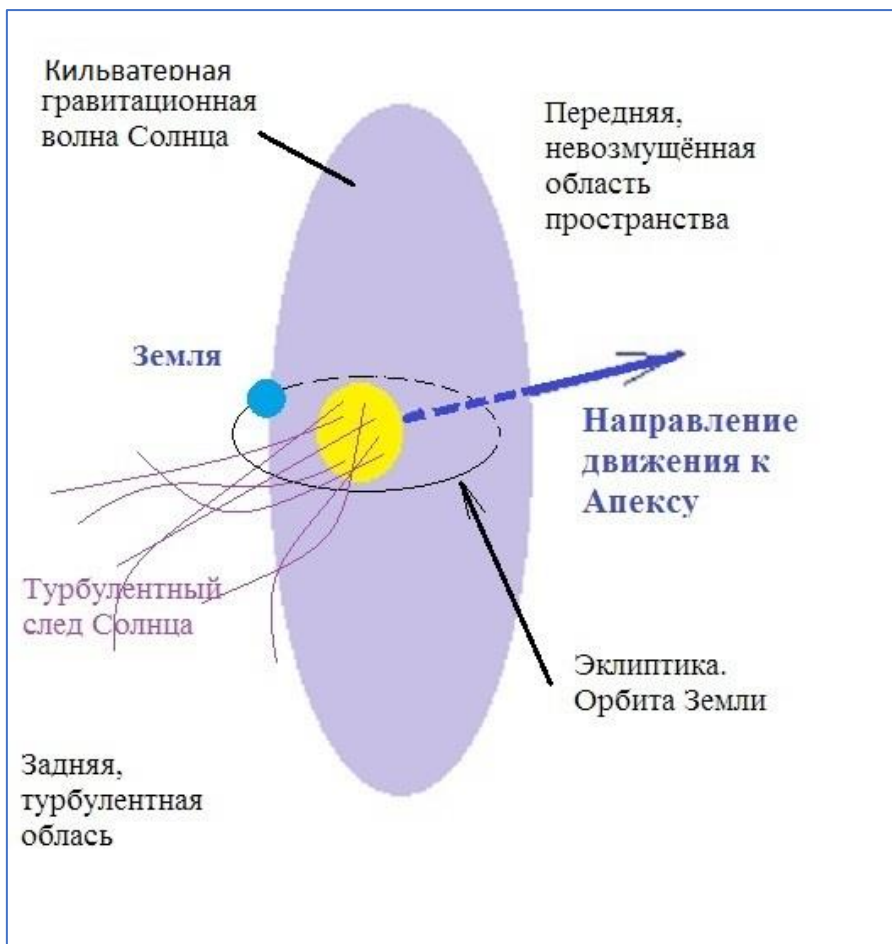


рис.2 Общий вид Кильватерной гравитационной волны Солнца и орбита Земли (эклиптика).

(Кильватерная гравитационная волна Солнца изображена диском, т.е. как объект, имеющей границу, для более простого понимания её идеи. В реальности она 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.

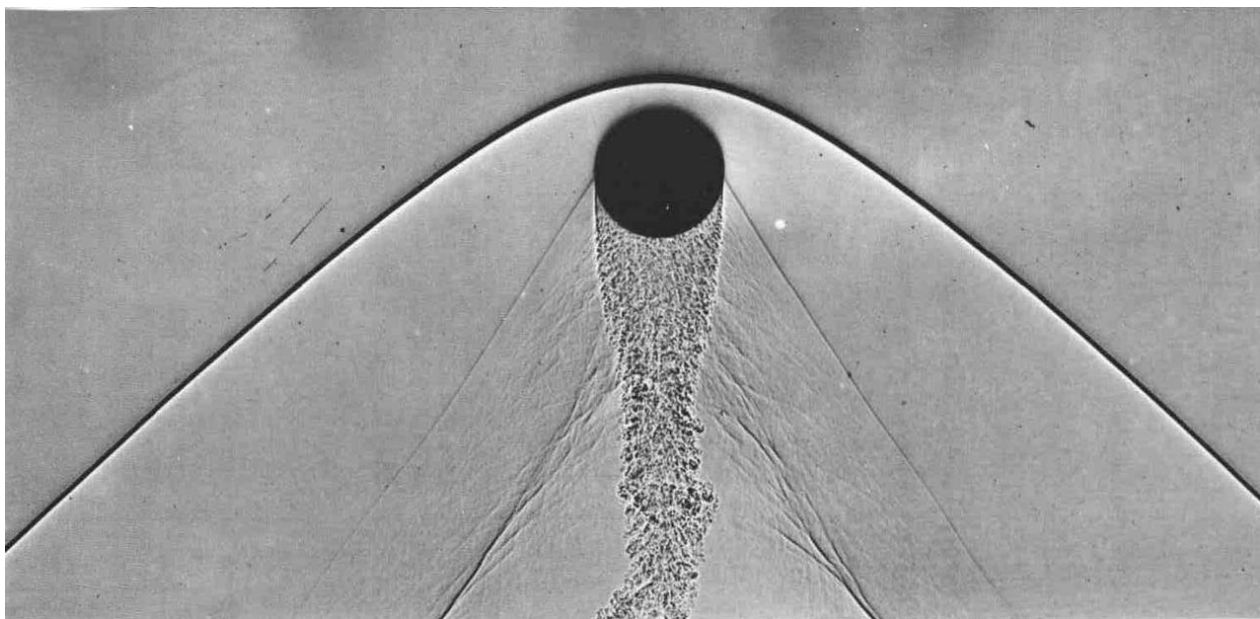


рис.3 Фотография волновых возмущений в галее, генерируемых быстро движущимся шаром.

2. Оценка величины гравитационного сдвига частоты $\Delta\nu$ и дат воздействия на Земную лабораторию для Кильватерной гравитационной волны.

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 линеаризованной теории гравитации (ОТО).

В таком приближении хорошо известно решение задачи гравитационного сдвига частоты, например [6] и [7].

Формула для гравитационного сдвига частот записывается в виде:

$$\Delta\nu = \nu \cdot (\phi_i - \phi_f) / c^2 \quad (1)$$

где ϕ_i и ϕ_f гравитационный потенциал, соответственно, в точке испускания сигнала и в точке его регистрации, а c – скорость света.

Соответственно, для тела с массой M , потенциал равен

$$\phi = (-)G \cdot M / r, \quad (2)$$

т.е. всегда отрицателен. Здесь G - классическая гравитационная постоянная, r - расстояние от тела, создающего гравитационное поле, до точки регистрации потенциала. Напоминаем, что гравитационный потенциал на Бесконечности равен 0 .

Как известно, сдвиг частоты является следствием разной скорости течения времени в точке излучения и в точке наблюдения. Скорость же течения времени есть функция гравитационного потенциала в каждой точке. В силу этого, формула (1) относится к

ЛЮБОМУ периодическому процессу и, в частности, к наблюдаемой частоте следования импульсов от пульсаров.

Вариативность частоты пульсаров было предложено использовать в целях регистрации гравитационных волн большой продолжительности ещё в 1978 году [8]. Но только в настоящее время (июнь 2023г.) появились первые уверенные сообщения о регистрации т.н. «наногерцовых» гравитационных волн. [9] - [12].

Мы считаем, что общая методика, используемая при обработке данных для целей нГц гравитационной астрономии, сможет обнаружить и **Кильватерные волны** от объектов Солнечной системы. Безусловно, на первом этапе мы возлагаем надежды на обнаружение **Кильватерной гравитационной волны от Солнца**.

Что касается направления сдвига частот, то ситуация такова, что пока Земля находится вне **КВ**, мы получаем сигналы с частотой **ν** . Когда Земля попадает в **КВ**, гравитационный потенциал увеличивается (по модулю). Т.о., мы должны наблюдать **УВЕЛИЧЕНИЕ** частоты прихода импульсов, т.е. «фиолетовое» смещение (см. раздел 3).

Максимальная амплитуда **Кильватерной волны** (для тел Солнечной системы), т.е её максимальный по модулю гравитационный потенциал, не может быть объективно 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.

Т.о., мы вынуждены определить указанную максимальную амплитуду, просто как

$$A = k * \phi(m, r) \quad (3),$$

где **k** – коэффициент < 1 , а **$\phi(m, r)$** – гравитационный потенциал по формуле (2), создаваемый телом, генерирующим **КВ**, на расстояние **r** (которое равно расстоянию до максимума **КВ** в данном направлении).

Для **Солнца** и **Луны** обычный гравитационные потенциалы на Земле составляют, соответственно, $(1e-8) * c^2$ и $(1.4e-15) * c^2$. (**c** – скорость света). Т.о., максимальные амплитуды **Кильватерных волн** от Солнца и Луны ожидается на Земле равной **$k * (1e-8) * c^2$** и **$k * (1.4e-15) * c^2$** ($k < 1$).

Т.о., в отличие от приливных сил, в данном случае **Солнце** действует на Землю гораздо сильнее, чем **Луна**. Этот факт несколько сужает возможности эксперимента, т.к. проход Земли через **Кильватерную волну Солнца** происходит **один раз в шесть месяцев**, а проход **КВ Луны** по Земле – **каждые пол месяца**.

Характерный размер (толщину) **КВ** в направлении движения на Апекс (относительно реликтового излучения), мы предполагаем соизмеримым с размером создающего эту волну небесного тела. Что касается зависимости толщины от того, для какого радиуса «блина» она определяется, то мы считаем, что толщина «блина» **КВ** на радиусе орбиты Земли (1 а.е.), также соизмеримым с размером создающего эту волну небесного тела. Т.о., на орбите Земли в направлении на Апекс, толщина **КВ** **ПО ПРЕДПОЛОЖЕНИЮ**, составляет порядка $(1e+5 \dots 1e+7)$ км для **Солнца** и $(1e+3 \dots 1e+5)$ км для **Луны**.

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 соответствии с движением Луны, т.е. со скоростью 1 км/с.

Т.о., принимая толщину **КВ**, как это указано выше, мы ожидаем, что **КВ от Солнца** воздействует на земную лабораторию в течение промежутка времени, порядка (1...100) часов. **КВ от Луны** воздействует на земную лабораторию в течение, порядка (0.3...30) часов.

Если учитывать абсолютные величины амплитуд **Кильватерных волн**, создаваемых различными источниками и указанные несколькими абзацами выше, то этот факт, безусловно, существенно понижает возможность регистрации **КВ Луны**. Поэтому прежде всего мы делаем упор на **Кильватерную волну Солнца**.

При этом, необходимо отметить, что в силу меньших геометрических размеров **Кильватерной волны Луны**, просматривается возможность дифференциального эксперимента, т.е. наблюдения её прохождения по Земле в разных пунктах в различающиеся моменты 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 Апенку, относительно **Реликтового излучения**. На сегодня эта точка хорошо известна и, поэтому, могут быть сделаны достаточно точные оценки **дат** воздействия **Кильватерных волн** на земную 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 необходимо рассчитывать. В качестве примера, можно указать, что Земля выходила из турбулентной полусферы **Луны** **13-12-2023** 03:11:03 UT и попадала в неё вновь **26-12-2023** 01:53:42 UT (расчёты производились в соответствии с [13]).

3. Возможности обнаружения Кильватерных гравитационных волн, используя тайминг пульсаров.

Тайминг пульсаров является достаточно сложным и специфическим направлением в научных исследованиях. Поэтому, прежде всего, мы возлагаем надежды на то, что компетентные научные сообщества, уже занимающиеся наногерцовой гравитационной астрономией, проявят интерес к нашей гипотезе.

Мы полагаем, что научные кооперации: **СРТА, ЕРТА, NANOGrav, РРТА** и другие, обладающие как необходимыми кадрами, так и архивной информацией тайминга пульсаров, смогут провести цикл работ с целью обнаружения **Кильватерных гравитационных волн**.

При прохождении **КВ** по лаборатории, ожидаемый эффект заключается в **СИНХРОННОМ** изменении частоты для **ВСЕХ (ЛЮБЫХ)** пульсаров на **ОДИНАКОВУЮ** относительную величину $\epsilon = \Delta\nu/\nu$.

Величина ϵ будет изменяться в течении небольшого времени – от часов до дней - по (ПРИМЕРНО) синусоидальному закону, т.е. от 0 до максимального значения и вновь до 0.

Мы ожидаем «фиолетового» смещения.

Действительно, при прохождении **КВ**, потенциал в точке наблюдения, увеличивается (по модулю). В рассматриваемом случае, ϕ_i - потенциал в отсутствие **КВ**, а $k*\phi(m,r)$ – дополнительный потенциал во время прохождения **КВ** (см. формулу (3)), т.е. полный потенциал равен $\phi_i + k*\phi(m,r)$.

Отсюда имеем: $\Delta v = v * (-k*\phi(m,r))/c^2$ и, вспоминая, что ϕ ВСЕГДА <0 , получаем «фиолетовое» смещение.

Величина такого смещения для **Солнца**: $\Delta v = k*(1e-8)$, где k , скорее всего, СУЩЕСТВЕННО меньше 1 (см. цифры после формулы (3)).

Чисто интуитивно, величину «фиолетового» смещения Δv для **Солнца** мы оцениваем величиной, начиная с $(1e-9)*v$ с весьма вероятной тенденцией к уменьшению на порядки.

События воздействия **Кильватерных гравитационных волн** на Землю, как мы ожидаем, происходят в районе предвычисленных дат.

Для **Солнца** такие воздействия ожидаются два раза в год, для **Луны** – каждые две недели. Теоретические даты, предъявляемые нами, являются датами, когда пространственный угол: *Апекс – 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**.

Необходимо постоянно помнить, что наша гипотеза содержит предположение о том, что **реликтовое излучение** является изотропным заполнением **Абсолютного ПВ**.

Поэтому **НЕ** обнаружение **фиолетового** сдвига частот пульсаров в указанные даты не ставит крест на гипотезе. Может оказаться, что, либо, максимальная амплитуда **КВ** чрезвычайно мала и «не ловится» современными средствами наблюдения, либо реликтовое излучение не является изотропным заполнением **АПВ**.

Чтобы решить вопрос с низкой амплитудой **КВ** необходимо увеличение чувствительности оборудования, что постепенно происходит просто в силу развития средств наблюдения. Т.о., в случае первоначальной неудачи, желательно вернуться к обработке более точных данных через какое-то разумное время.

В случае ошибки относительно роли **реликтового излучения**, разумно было бы провести поиск синхронного изменения частот пульсаров (как это описано выше), **за полный год**. Такое полное сканирование орбиты Земли, на первом этапе, не требует анализа ВСЕХ пульсаров. Мы полагаем, что для того, чтобы обратить внимание на «подозрительные» даты (когда происходит **синхронное фиолетовое смещение**), достаточно 3...5 пульсаров, расположенных далеко друг от друга на небесной сфере.

Относительно предложенных выше теоретических дат, дополнительно, необходимо отметить следующее. Нами было проанализировано предположение о том, что определённое число землетрясений инициируется приливными 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 не совпадают с ними.

Т.о., предварительно, при анализе тайминга пульсаров, следует ориентироваться на несколько «размытые» периоды: «**первая половина Июня**» и «**первая половина Декабря**».

В целом, мы надеемся, что точность, уже достигнутая в зарождающейся наногерцовой гравитационной астрономии, достаточна для обнаружения **Кильватерных гравитационных волн Солнца** и, возможно, **Луны** уже в ближайшее время.

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] Planck Collaboration. Planck 2018 results. I., arXiv:1807.06205v2, 2019
- [6] Ландау Л., Лифшиц Е., Теория поля, Теоретическая физика том 2, М. 2003
- [7]. Иваненко Д.Д., Сарданашвили Г.А. Гравитация. М.2012
- [8] Sazhin M.V. Opportunities for detecting ultralong gravitational waves. Astron. Zh. 55, 1978. (Provid. by the NASA Astrophysics Data System.)
- [9]. H. Xu et al., “Searching for the nano-hertz stochastic gravitational wave background with the Chinese Pulsar Timing Array Data Release I,” Res. Astron. Astrophys. 23, 075024 (2023).
- [10]. J. Antoniadis et al., “The second data release from the European Pulsar Timing Array III. Search for gravitational wave signals,” arXiv:2306.16214.
- [11]. G. Agazie et al., “The NANOGrav 15 yr data set: Evidence for a gravitational-wave background,” Astrophys. J., Lett. 951, L8 (2023).
- [12]. D. J. Reardon et al., “Search for an isotropic gravitational-wave background with the Parkes Pulsar Timing Array,” Astrophys. J., Lett. 951, L6 (2023).
- [13] Монтенбрук О., Пфлегер Т. Астрономия на ПК. СПб. 1993 (Delphi), 2002(C++)