

Преодоление Варп-барьера на базе гравитационных волн в рамках Новой Физики

Абстракт. В статье предлагается в рамках новой космологической модели, включающей в себя темную материю, пересмотреть «уравнение поля вакуума Эйнштейна». На базе более полного уравнения поля с учетом поляризованной среды квантового вакуума (темной материи) предлагается использовать ускоритель Уэйкфилда для разгона космических кораблей до сверхсветовых скоростей с помощью продольных гравитационных волн

Ключевые слова. Warp Drive, гравитационная волна, Уэйкфилд, темная материя

PACS: 01.10.Fv, 04.50.-h, 12.10.Kt, 95.36. + X

1. Вступление

Сегодня перед исследователями космоса действительно встает вопрос межзвездных и межгалактических перелетов, для реализации которых нужны варп-двигатель, которые фактически позволят пилотам перемещаться по пространству Вселенной со скоростью, превышающей скорость света. С 1994 г, когда мексиканский физик Мигель Алькубьерре опубликовал свою работу «Варп-двигатель: сверхбыстрое путешествие в рамках общей теории относительности» [1], исследователи предложили десятки проектов Варп –двигателей, последними из которых являются статья немецкого физика Эрика Ленца «Преодоление Варп-барьера: Сверхбыстрые солитоны в теории Эйнштейна-Максвелла-плазмы»[2], опубликованная 11 августа 2020 и статья «Знакомство с физическими варп-двигателями» исследователей из Нью-Йоркской Лаборатории прикладной физики перспективных двигателей Алексея Бобрикова (Alexey Bobrick) и Джанни Мартир (Gianni Martire) опубликованной 20 апреля 2021 года [3].

Однако, в рамках Общей Теории Относительности Альберта Эйнштейна, а именно в этих рамках идут все рассуждения о Варп-двигателе и перемещении космических аппаратов со сверхсветовой скоростью, постулаты Эйнштейна никто не отменял. Указывая на это, физики Алексей Бобрик (Alexey Bobrick) и Джанни Мартир (Gianni Martire) справедливо замечают, что «солитонная оболочка типа Алькубьерре радиусом 100 м в статье Эрика Ленца является тоже материальным объектом и для нее, как и для всякого другого тела, справедливы ограничения ОТО. Кроме того, разгонять сверхсветовые варп-двигатели известными физике способами не удастся» [3]. Фактически, в начале 20-го века Эйнштейн объявил четырехмерное геометрическое пространство Минковского математической моделью пространственно-временной СТО, а позже, в 1915 году, он распространил его на всю Вселенную в Общей теории относительности как теория гравитации. В 1917 году Альберт Эйнштейн ввел космологическую постоянную, безразмерную константу, в уравнения общей теории относительности, чтобы противостоять силам гравитации во Вселенной [4]. Космологическая постоянная, физическая константа, характеризующая свойства вакуума, была введена Эйнштейном для того, чтобы уравнения ОТО допускали пространственно однородное статическое решение как противодействие гравитационному притяжению, которое может привести к коллапсу Вселенной, при котором вся материя соберется в одной точке. Таким образом, космологическая постоянная должна выполнять функцию антигравитации (отталкивания). В универсальном законе тяготения Ньютона есть две силы: силы гравитации и инерции, которые контролируют движение планет в гелиоцентрической солнечной планетной системе. Те же силы гравитации и антигравитации в общей теории относительности Эйнштейна должны были сформировать стационарную Вселенную. Исследователей природы гравитационных сил можно условно разделить на две группы - тех, кто продолжает поиски в русле геометрического подхода, лежащего в основе общей теории относительности и тех, кто отказывается связывать гравитационное поле с геометрией пространства-времени и развивает полевую концепцию гравитации. Немецкий физик Эрика Ленца в своей статье «Преодоление Варп-барьера: Сверхбыстрые солитоны в теории Эйнштейна-Максвелла-плазмы» связывает

гравитационное поле с геометрией пространства – времени и пытается распространить эти представления на построения класса солитонных решений, способных к сверхсветовому движению, при этом автор считает, что солитоны могут быть получены из энергии напряжения проводящей плазмы в классических электромагнитных полях. Сам Эйнштейн был недоволен таким разделением геометрии и материи в уравнениях ОТО. Действительно, форма математического тензора была результатом тонких геометрических соображений, в то время как тензор напряжений, который определяет «источник» кривизны пространства-времени, описывается в терминах макроскопических понятий давления и плотности энергии. В опубликованной в 1936 г. статье Эйнштейн сравнил свои уравнения ОТО со зданием, одно крыло которого построено из драгоценного мрамора, а другое - из дешевого дерева [5]. Точно также и теория физика Эрика Ленца имеет два крыла: одно из которых является результатом тонких умозрительных заключений, а второе опирается на макроскопические понятия давления и плотности энергии и не учитывает присутствие во вселенной темной материи. При этом автор забывает, что в сегодня астрофизики установили, что Темная энергия и темная материя образуют галактическую и межгалактическую среду, на которые приходится 95% средней плотности вещества во вселенной [6]. Доктор Джейми Фарнс из Оксфордского университета в 2018г. предложил объединить темную энергию и темную материю в единую жидкость, которая составляет 95% наблюдаемой Вселенной. Его модель может предсказать наблюдаемое поведение гало темной материи — невидимой ткани, которая удерживает галактики от разрывов и образует ореолы темной материи со свойствами, подобными тем, которые выводятся из наблюдений современных радиотелескопов [7]. В сверхтекучей галактической среде темной материи в новых космологических моделях имеет место нарушение сильного принципа гравитации [8]. Макроскопический подход, при котором гидродинамическое присоединение массы к сферическим телам любой природы (включая заряженные кластеры) в сверхтекучий $^3\text{He-B}$ (аналог темной материи), был обозначен Стоксом еще в позапрошлом веке, меняет представление о геометрической гравитации. Речь идет о комплексной силе $F(\omega)$, действующей со стороны жидкости на сферу радиуса R , совершающую периодические колебания с частотой ω . В пределах малых чисел Рейнольдса имеем [9]:

$$F(\omega) = 6\pi\eta R \left(1 + \frac{R}{\delta(\omega)}\right) V(\omega) + 3\pi R^2 \sqrt{\frac{2\eta\rho}{\omega}} \left(1 + \frac{2}{9} \frac{R}{\delta(\omega)}\right) i\omega V(\omega), \quad (1)$$

$$\delta(\omega) = (2\eta/\rho\omega)^{1/2}$$

где ρ - плотность жидкости, η - вязкость, V - амплитуды скорости сферы, $\delta(\omega)$ - так называемая вязкая глубина проникновения, которая увеличивается с увеличением вязкости и уменьшением частоты колебаний.

Действительная часть выражения (1) - это известная сила Стокса, полученная из движения жидкости в сфере. Мнимая составляющая (коэффициент при $i\omega V$) естественным образом отождествляется с эффективной массой добавляемого кластера:

$$M_{eff}(\omega R) = \frac{2\pi\rho R^3}{3} \left[1 + \frac{9}{2} \frac{\delta(\omega)}{R}\right] \quad (2)$$

Начало добавленной (присоединенной) массы $M_{eff}(\omega R)$ в зависимости от частоты ω и радиуса R сферы кластера связано с возбуждением поля вокруг движущегося кластера с гидродинамической скоростью $v_i(r)$ и появлением в связи с этим дополнительной кинетической энергии [9]. Вес тела увеличивается и при этом, ни о каком изменении радиуса кривизны речи не идет.

Можно задаться вопросом, почему авторы недавних астрофизических работ и открытий постоянно указывают на присутствие космической ткани пространства-времени во Вселенной? Так последнее открытие доктора Вивека Венкатрамана Кришнана, астрофизика из Института радиоастрономии Макса Планка в Бонне, (Германия), вращения пространства-времени вокруг белого карлика в двойной звездной системе PSR J1141-6545 (рис 1) интерпретируется ими как новое доказательство правильности теории Эйнштейна [10].

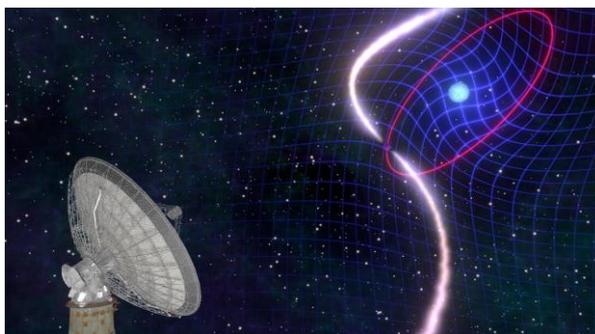


Рисунок 1. Иллюстрация перетаскивания кадра Лензе-Тирринга в результате вращения белого карлика в двойной звездной системе PSR J1141-6545.

Однако, астрофизики установили, что ореол темной материи образует сферы вокруг галактик, звезд и планет, которые вращаются вместе с ними (рис. 2) [11].

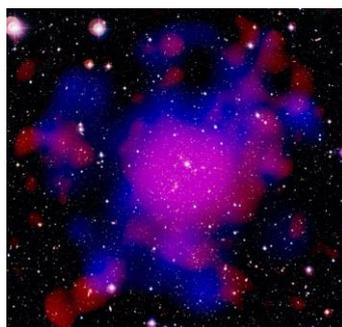


Рисунок 2. Компоненты скопления галактик Abell 2744. Белый цвет - галактики, красный цвет - горячий газ и синий цвет - темная материя.

Наблюдения астрофизика Вивек Венкатраман Кришнан 30 января 2020 года похоронили результаты экспериментов Майкельсона-Морли, а вместе с ними и Специальную теорию относительности Эйнштейна, поскольку присутствие гало темной материи (эфира), вращающейся вместе с Землей приводит к отсутствию сдвига интерференционных полос в экспериментах Майкельсона-Морли 1881-1887 гг. [12]. Сегодня можно с уверенностью сказать, что космическая ткань пространства-времени сделана из того же материала, что и одежда обнаженного короля в сказке датского писателя Ганса Христиана Андерсена «Новый костюм короля» [12]. Но почему все астрофизики ощущают его присутствие? Космическое пространство Вселенной на 95% заполнено темной материей, которая не излучает электромагнитное излучение и не взаимодействует с ней напрямую. Это свойство усложняет и, возможно, даже делает невозможным прямое наблюдение темной материи. Но астрофизики ощущают его присутствие и влияние на все процессы, происходящие в Космосе с обыкновенной (барионной) материей, которой во Вселенной около 5%. Вот почему космическая ткань пространства-времени пустила корни в науке по предложению Альберта Эйнштейна.

2. Варп-двигатель в рамках новой физики

Последние астрофизические открытия говорят о том, что лететь космическому кораблю на просторах галактики придется, деформируя не эфирную ткань пространство - времени, а физическую среду темной материи, возбуждая и поляризуя ее. Согласно данным наблюдений космической обсерватории Планка, опубликованным в марте 2013 года, наблюдаемая Вселенная состоит из:

- темная энергия (68,3%);
- темная материя (26,8%);
- «Обычное» (барионное) вещество (4,9%).

Темная энергия и темная материя образуют галактическую и межгалактическую среду, на которые приходится 95% средней плотности вещества во вселенной [6].

Для темной материи справедливо обобщенное векторное волновое уравнение Ламе. Это уравнение эквивалентно двум более простым волновым уравнениям, которые описывают упругие

волны двух типов: продольные волны, которые распространяются с фазовой скоростью V_p , и поперечные волны с фазовой скоростью V_s . Это могут быть гравитационные, электромагнитные и торсионные волны. Скорость распространения продольных волн выше, чем поперечных [13]. Гравитационные волны можно отнести к продольным волнам, поскольку согласно расчетам Лапласа их скорость должна превышать поперечные электромагнитные волны как минимум в 7000000 раз. В противном случае замедленная гравитация Солнца перестает быть строго центральной, и планетная система очень быстро разваливается из-за циклического крутящего момента [14]. В работе "Упругая модель физического вакуума" профессор В.А. Дубровский в 1985 году представил оценку скорости гравитационных волн, основанную на том факте, что соотношение сил взаимодействия по закону Кулона для поперечных электромагнитных волн и продольных гравитационных волн определяется соотношением соответствующих упругих модулей, что эквивалентно к отношению их квадрата скоростей. Отсюда следует, что скорость гравитационных волн превышает скорость электромагнитных волн в 10^9 раз [15]. В 1994 году, когда 16 июля 1994 года великое ядро кометы Шумейкер-Леви столкнулось с газовой сферой Юпитера, радиальные колебания породили поверхностные гравитационные волны, мгновенно вызвавшие колебания в нескольких геодезических спутниковых командно-измерительных комплексах России. Как правило, геодезические спутники имеют орбиту внутри трубки диаметром около 1 км. И их управление орбитой осуществляется с очень большой точностью - ошибка в координате составляет до 1 метра, а ошибка в скорости - до 1 см / сек. В период столкновения диаметр траектории трубы увеличивался в 5–8 раз. К сожалению, у автора нет аналогичной информации из США от НАСА. Скорость гравитационных волн, образующихся при столкновении кометы с Юпитером, значительно превышала скорость электромагнитных волн (распространение света от Юпитера до Земли составляет 43,2 мин). Здесь, следует отметить, что эксперименты по изучению продольных гравитационных волн в плазмopodobных средах как в лабораторных условиях, так и в космическом пространстве ведутся с использованием методов и регистрирующей аппаратуры, разработанных для приема поперечных электромагнитных волн. Видимый космос содержит более 90% вещества в плазменном состоянии, в котором возникают различные типы продольных волн. Особенно сильно генерация продольных волн огромной интенсивности проявляется во время коллапса звезд или их взрывной эволюции, например, образование новых и сверхновых звезд, когда формируются мощные выбросы и потоки плазмы. Во время этих процессов возникает разделение зарядов, приводящее к генерации продольных волн. Это же относится и к Солнцу, особенно во время циклов активности. В наземных и бортовых детекторах волны регистрируются обычно как поперечные электромагнитные волны, даже тогда, когда их продольная природа известна. Считается, что продольные волны трансформируются в поперечные на различных неоднородностях плазмы, ее границах или за счет различных взаимодействий с другими волнами. Для надежной интерпретации гравитационных волн в детекторах GW следует развивать и разрабатывать специфические методы регистрации продольных гравитационных волн.

Рассмотрим знаменитое «уравнение поля Эйнштейна», которое управляет поведением общей теории относительности. Левая часть описывает кривизну пространства-времени, в то время как правая часть описывает распределение материи [4]:

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu} \quad (3)$$

Где $R_{\mu\nu}$ - тензор Риччи; $g_{\mu\nu}$ - метрический тензор пространства событий; $T_{\mu\nu}$ - тензор энергии-импульса вещества.

Эйнштейн говорит о гравитационных волнах, распространяющихся в свободном пространстве, что означает, что там нет материи, даже электромагнитного поля, следовательно, правая часть должна быть нулевой. Таким образом, уравнение упрощается до $R_{\mu\nu} - 1/2 g_{\mu\nu} R = 0$, что эквивалентно более сжатой форме $R_{\mu\nu} = 0$, который также известен как «вакуумное уравнение поля Эйнштейна». И EFE, и VEFE являются нелинейными уравнениями в частных производных, тогда как в условиях слабого поля их можно аппроксимировать линейными уравнениями. Линейный EFE аналогичен другим волновым уравнениям, таким как уравнения Максвелла,

поэтому Эйнштейн предсказал существование поперечной гравитационной волны и предсказал, что скорость гравитационных волн равна скорости света. Однако в галактиках нет свободного пространства, там есть темная материя, которая в пять раз больше барионной, и правая часть уравнения (3) не может быть приравнена к нулю [4]. Поэтому предсказания Эйнштейна относительно типа и скорости гравитационных волн в новой космологии нуждаются в уточнении. Предсказание Эйнштейна о гравитационных волнах было основанный на линеаризации его гравитационного поля уравнения, и он не верил, что они существовали как решения исходной нелинейной системы уравнений.

Более полное уравнение поля с учетом поляризаационной среды квантового вакуума (темной материи) было представлено в 1998 году профессором Института математики РАН В. Дятловым в статье «Поляризаационная модель неоднородного физического вакуума»[16]. Новые уравнения включают плотность вещества и его скорость в качестве независимых переменных, их замыкание возможно только с использованием механики сплошных сред. Область квантового вакуума (темной материи), в которой накапливается энергия, назовем доменом. Гипотеза о существовании неоднородного квантового вакуума (темной материи) в виде вакуумных доменов позволила доктору Вячеславу Дятлову, профессору Сибирского отделения Российской академии наук, объединить теорию электродинамики Максвелла и Гравидинамики Хевисайда. Это позволило определить энергию квантового вакуумного домена (ВД) в электрическом, гравитационном, магнитном и спиновом полях [16]. Исходя из этого, доктор Вячеслав Дятлов предлагает рассчитать энергию вакуумного диполя (ВД) как четырехдиполя в четырех полях (E - электрическое, M - магнитное, G - гравитационное, S - спиновое) в следующей форме:

$$W = W_E + W_G + W_M + W_S \quad (4)$$

Где

$$W_E = -\mathbf{d}\mathbf{E}_0; \quad W_G = -\mathbf{d}_G\mathbf{E}_{0G};$$

$$W_M = -\mu_0 \mathbf{l}_M \mathbf{H}_0; \quad W_S = -\mu_{0G} \mathbf{l}_S \mathbf{H}_{0S}.$$

\mathbf{d} и \mathbf{d}_G это два диполя ВД - электрическое \mathbf{d} и гравитационное \mathbf{d}_G

\mathbf{l}_M и \mathbf{l}_S это два момента ВД - магнитный \mathbf{l}_M и спиновой \mathbf{l}_S .

μ_0, μ_{0G} магнитная и магнитоспиновая проницаемость;

$$\mu_0 = 1.257 \times 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{kg} \cdot \text{c}^{-2} \cdot \text{A}^{-2} \quad \mu_{0G} = 0.9329 \times 10^{-26} \text{ m} \cdot \text{kg}^{-1}$$

Вообще говоря, поля $\mathbf{E}_0, \mathbf{E}_{0G}, \mathbf{H}_0, \mathbf{H}_{0S}$ зависят от пространственных координат, но их можно приближенно считать константами внутри домена. Следовательно, дипольные силы, действующие на квантовую вакуумную область, руководствуясь работой академика Тамма [17], можно определить следующим образом:

$$\mathbf{F}_{DE} = -\nabla W_E; \quad (5)$$

$$\mathbf{F}_{DG} = -\nabla W_G; \quad (6)$$

$$\mathbf{F}_{DM} = -\nabla W_M; \quad (7)$$

$$\mathbf{F}_{DS} = -\nabla W_S; \quad (8)$$

Где

\mathbf{F}_{DE} -сила, действующая на ВД как на электрический диполь;

\mathbf{F}_{DG} -сила, действующая на ВД как на гравитационный диполь;

\mathbf{F}_{DM} -сила, действующая на ВД как магнитный диполь (магнитный момент);

\mathbf{F}_{DS} -сила, действующая на ВД как спиновый диполь (спиновый момент);

∇ -оператор градиента .

Эти силы участвуют в пятом фундаментальном взаимодействии между квантовым вакуумом и барионной материей. Доктор Джонатан Фенг из Калифорнийского университета в Ирвине в пресс-релизе в 2017 году сказал: «На протяжении десятилетий мы знали о четырех фундаментальных силах: гравитации, электромагнетизме, а также о сильных и слабых ядерных взаимодействиях. Открытие возможной пятой силы действующей между барионной и темной материей полностью изменит наше понимание Вселенной, что повлечет за собой объединение пятой силы и темной материи» [18]. Создание теории квантовой электродинамики гигантских энергий, многократно превосходящей плотность энергии в природном топливе, расщепляющих материалов и сырья для термоядерного синтеза, лежит на пути исследования и преобразования квантового вакуума (темной материи) в барионное вещество в пятом взаимодействии.

В 2019 году, благодаря телескопу Event Horizon было получено изображение M87 — первая в мире фотография черной дыры. Эта дыра расположена в центре одноименной галактики, также известной как NGC 4486, она примерно в 6,5 миллиардов раз массивнее Солнца, и испускает в космос потоки раскаленного «полупереваренного» звездного вещества (Рисунок 3). Вещество извергается из черной дыры со скоростью, значительно превышающей скорость света. Хотя извергаемая субстанция и принимает форму вытянутого луча, она не похожа на равномерный поток — это скорее комковатые, неоднородные сгустки раскаленной материи, летящие на гребне продольной гравитационной волны. Результаты последнего исследования представлены в работе, опубликованной в *Astrophysical Journal* [19].



Рисунок 3. Поток вещества, извергаемого из черной дыры NGC 4486 со скоростью в 6.3 раза превышающей скорость света

В 2020г. в лаборатории впервые было получено вещество, которое обладает свойствами, идентичными плазме в окрестностях черной дыры. Об этом говорится в совместной работе российских, японских и французских ученых [20]. Уникальность эксперимента в том, что параметры полученной плазмы не нужно масштабировать, они соответствуют действительным параметрам плазмы в окрестности черной дыры тесных двойных систем типа Лебедь X-1. В объеме мишени на несколько пикосекунд образовалась материя с температурой в миллиарды градусов, плотностью 10^{18} частиц на см^3 и вмороженным магнитным полем более 2 000 Тесла. Именно эти параметры можно обнаружить у плазмы в активной области рентгеновских источников. Объем раскаленной замагниченной материи был достаточным, чтобы обладать основными характеристиками своего космического прототипа. Этому также способствовали условия эксперимента, в частности то, что внутри объема плазмы магнитные поля были направлены навстречу друг другу таким образом, что в области соприкосновения встречных магнитных линий происходила аннигиляция магнитного поля, приводящая к возникновению гравитационных волн и потоков электронов и позитронов, распространяющихся со сверхсветовыми и около световыми скоростями [20].

Таким образом, гравитационные волны, порождаемые взрывными процессами, несут огромную энергию и могут перемещать барионные тела любых размеров от электрона до звезды. Конечно, они могут перемещать и межпланетные корабли, но при этом нужно использовать Уэйкфилд - механизм ускорения космического корабля путем «серфинга» на вершине продольной гравитационной волны.

3. Уэйкфилд - механизм ускорения космического корабля путем «серфинга» на вершине продольной гравитационной волны

Как в ускорителях AWAKE, где частицы ускоряются при «серфинге» на вершине плазменной волны (или поля Уэйкфилда), так и космический корабль может получить ускорение на вершине сверхсветовых гравитационных волн в квантовом вакууме (темной материи) которая содержит аналогичные зоны положительных уплотнений и разрежений в галактической и межгалактической среде (Рис.4)

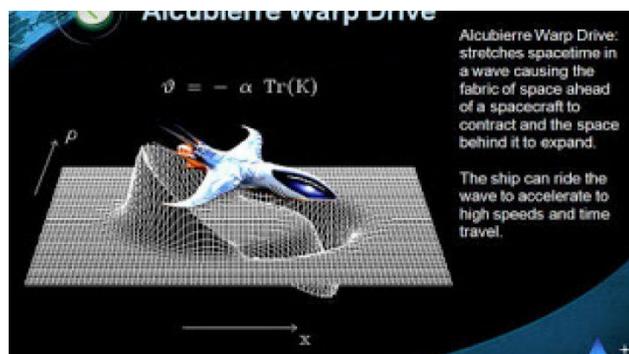


Рисунок 4. Космический корабль на вершине гравитационной волны

Команда, работающая над проектом Advanced Proton Driven Plasma Wakefield Acceleration Experiment (AWAKE) в ЦЕРНе в Женеве, работает 5 лет, после того, как ЦЕРН одобрил проект в 2013 году. В интервью с руководителем проекта AWAKE Эдда Гшвендтнер «Это фантастика: новый «Метод ускорения частиц работает», она объясняет суть эксперимента «В классической схеме электронный пучок в коллайдере ускоряется под воздействием электромагнитного поля. В нашем эксперименте пучок протонов летит в плазме, он создает волну и тем самым обеспечивает ускорение электронного пучка, который следует за ним. Пучок электронов с энергией 19 МэВ пролетел в плазме на десять метров и увеличил энергию до 2 ГэВ, то есть более чем в 100 раз. Это означает, что средняя скорость ускорения был 200 МэВ / м. »[21]. Эксперимент проводился сотрудниками AWAKE и учеными из Института ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН (ИЯФ СО РАН). Традиционные ускорители используют так называемые радиочастотные (РЧ) полости, чтобы поднять пучки частиц до более высоких энергий. Это включает в себя чередование электрической полярности положительно и отрицательно заряженных зон внутри полости RF с комбинацией притяжения и отталкивания, ускоряющих частицы внутри полости. Напротив, в ускорителях Уэйкфилда частицы ускоряются путем «серфинга» на вершине плазменной волны (или Уэйкфилда), которая содержит аналогичные зоны положительных и отрицательных зарядов. Аллен Колдуэлл, представитель сотрудничества AWAKE, сказал: «У ускорителей Уэйкфилда есть два разных луча: луч частиц, который является целью ускорения, известен как «свидетельский луч», в то время как луч, который генерирует само Уэйкфилд, известен как «дальний свет». AWAKE - первый эксперимент с использованием протонов для пучка лучей, и CERN предоставляет прекрасную возможность опробовать эту концепцию. Пучки протонов проникают глубже в плазму, чем пучки электронов и лазеров. Поэтому ускорители Уэйкфилда, использующие протоны для своих приводных пучков, могут ускорять свои свидетельские пучки на большее расстояние, что позволяет им достигать более высоких энергий». В ускорителе Уэйкфилда космический корабль ускоряется до сверхсветовой скорости, увлекаемый продольной гравитационной волной.

4. Заключение

В рамках новой физики полное уравнение поля с учетом поляризационной среды квантового вакуума (темной материи), представленное профессором Института математики РАН В. Дятловым, позволило решить задачу преодоления Варп-барьера космическим кораблем на базе гравитационных волн, не впадая в противоречия Общей Теории Относительности Эйнштейна.

Литература

1. Alcubierre, Miguel. "The warp drive: hyper-fast travel within general relativity". *Classical and Quantum Gravity*, 11 (5): L73–L77 (1994). arXiv: gr-qc/0009013. Bibcode: (1994) CQGrA..11L..73A. doi:10.1088/0264-9381/11/5/001.
2. Erik W. Lentz, *Breaking the Warp Barrier: Hyper-Fast Solitons in Einstein-Maxwell-Plasma Theory*, arXiv:2006.07125 [gr-qc], (or arXiv:2006.07125v2 [gr-qc] for this version), 10 Aug 2020
3. Alexey Bobrick and Gianni Martire, *Introducing physical warp drives*, *Classical and Quantum Gravity*, Volume 38, Number 10, Published 20 April 2021
4. A. Einstein, "The Meaning of Relativity: Four Lectures Delivered at Princeton University", Princeton Univ. Press, Princeton, (2004).
5. Einstein A. *Physik und Realitat*. Journ. Franklin Institute. (1936), 221, 313-347.
6. Jean – Loup Puget, "The sight on the relic background" *Scientific American*, No.9, (2014)
7. J. S. Farnes. A unifying theory of dark energy and dark matter: Negative masses and matter creation within a modified LambdaCDM framework, *Astronomy & Astrophysics* (2018). DOI: [10.1051/0004-6361/201832898](https://doi.org/10.1051/0004-6361/201832898), <https://arxiv.org/abs/1712.07962>
8. Konstantinov S.I., "Calculation Method the Value of the Gravitational Constant for the Non-Equilibrium System of Mercury-Sun", *International Journal of Advanced Research in Physical Science*, 5(6),pp 1-5, (2019)
9. Шикин В. «Низкочастотные аномалии эффективной массы заряженных кластеров в жидком гелии», - *Физика низких температур*, Том 39, № 10, (2013).
10. V. Venkatraman Krishnan et al., "Lense–Thirring frame dragging induced by a fast-rotating white dwarf in a binary pulsar system," *Science* (January 30, 2020). [science.sciencemag.org/cgi/doi ...1126/science.aax7007](https://science.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.aax7007)
11. Nadia Drake. "Giant 'thread' of radio emissions found linking galaxy clusters", *SCIENCE*, JUNE 6, (2019)
12. Konstantinov S.I., "Halo" of dark matter and gravitational waves", *Global Journals Inc. (USA) GJSFR-A*, Volume 20, Issue 4, Version 1.0, pp 5-11, (2020)
13. Stanislav Konstantinov, *Conversation about the Nature of Gravitational Forces and the Mechanism of Long-Range Interaction*, *Open Access Journal of Physics*, Volume 2, Issue 2, 2018, PP 24-29
14. Лаплас П.С. "Постановка системы мира". - Л.: Наука, (1982).
15. Дубровский В.А. " Упругая модель физического вакуума" *ДАН СССР*, Том 282, №1, стр. 83-88, (1985)
16. Дятлов В.Л. «Поляризационная модель неоднородного физического вакуума» -, Новосибирск, Институт математики, (1998).
17. Тамм И.Е. «Основы теории электричества».-М.: ГИТТЛ, (1954).
18. Feng Jonathan L., "Protophobic Fifth Force Interpretation of the Observed Anomaly in ⁸Be Nuclear Transitions", arXiv: 1604.07411v2 [hep-ph], (15 Aug. 2016)
19. Брэдфорд Снис, Пол Э. Дж. Нулсен, Ральф П. Крафт, К. С. Чунг, Эйлин Т. Мейер, Уильям Р. Форман, Кристин Джонс, Стивен С. Мюррей. "Обнаружение сверхсветового движения в рентгеновской струе M87", arXiv: 1905.04330 [astro-ph.HE] (2019) DOI: 10.3847 / 1538-4357 / ab2119
20. K. F. F. Law, Y. Abe, A. Morace, Y. Arikawa, S. Sakata, S. Lee, K. Matsuo, H. Morita, Y. Ochiai, C. Liu, A. Yogo, K. Okamoto, D. Golovin, M. Ehret, T. Ozaki, M. Nakai, Y. Sentoku, J. J. Santos, E. d'Humières, Ph. Korneev, and S. Fujioka "Relativistic magnetic reconnection in laser laboratory for testing an emission mechanism of hard-state black hole system", *Phys. Rev. E* 102, 033202 – Published 3 September 2020
21. Edda Gshwendtner, "This is fantastic: the new method of particle acceleration works". *Naked Science*, September, 9, (2018)