KAZAN FEDERAL UNIVERSITY
RUSSIAN GRAVITATIONAL SOCIETY

18th RUSSIAN GRAVITATIONAL CONFERENCE

INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAVITATION, ASTROPHYSICS AND COSMOLOGY

ABSTRACTS

25-29 November 2024
Kazan, Russia

Рассматривается использование наземных лазерных гироскопов большого размера для измерения малых аномалий земного вращения, в том числе вызванных эффектами ОТО. Обсуждаются проблемы использования лазерных гироскопов на базе газового лазера (HeNe) при длительных временах проведения измерений (месяцы, годы). Рассматривается необходимость построения теоретической модели зависимости выходных данных лазерного гироскопа от динамически меняющих параметров лазерной генерации (температура газового разряда, деталей датчика, накопленная остаточная намагниченность и др.) для последующей коррекции данных о значениях угловой скорости вращения и снижения дисперсии получаемых результатов. Представлены результаты экспериментов с малой (периметром резонатора 20 см) пилотной моделью лазерного гироскопа с достижением чувствительности $3\cdot10^{-7}$ рад/(с$\cdot$ Гц$^{1/2}$).

ЭНЕРГИЯ, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ПОРОЖДЕНИЯ ВАРП-ДВИГАТЕЛЕМ КРОТОВЫХ НОР

А.К. Гуц[1]

1 *aguts@mail.ru*; Сочинский государственный университет, Сочи, Россия, 354003

Как известно [1], при выходе на сверхсветовой (сверхбыстрый) режим полета варп-корабль Алькубьерре использует энергию порядка $1/4M_{\odot}$. Поскольку это значительно больше, чем энергия $1/100M_{\odot}$, требуемая для образования кротовой норы [3,4], то образуется кротовая нора и варп-пузырь D_0, содержащий варп-корабль, уходит в нее [2].

Создание кротовой норы в 3-мерном (замкнутом) физическом пространстве M^3 привоит к тому, что пространство M^3 становится либо несвязным в случае 4-мерной кротовой норы, или неодносвязным при порождении 3-мерной кротовй норы. В результате получаем новое 3-мерное пространство $\widetilde{M}^3$ с другими числами Бетти b_i. Расчет необходимой энергии без учета ее знака был сделан в [3, 4] с помощью формулы Ревентоса, относящуюся к формулам типа Гасса-Бонне-Черна. Последние связывают кривизну геометрии многообразия M^3 с ее топологическй характеристикой, например с характеристикой Эйлера-Пуанкаре, или с комбинацией чисел Бетти $b_i(M^3)$.

Формула Ревентоса имеет вид [5, Theorem 2]

$$\frac{1}{2\pi l(\xi)}\int\limits_{M^3}\{K(\xi^{\perp})+3K(\xi)\}dv = 2b_0(M^3)-b_1(M^3)+d_0, \qquad (1)$$

где $d_0 = 0$ или 1 в зависимости от четности или нечетности одномерного числа Бетти $b_1(M^3)$; $K(\xi^{\perp})$ – значение римановой кривизны в плоскости, ортогональной ξ; $K(\xi)$ – значение римановой кривизны для любой плоскости, содержащей ξ (отметим, что $K(\xi)$ не зависит от выбора плоскости); dv — форма объема; $l(\xi)$ – длина интегральной траектории поля ξ (она постоянна).

Изменения происходят в области D_0, поэтому $l(\xi)$ в D_0 характеризует линейный размер l области.

Вычитая из формулы (1), написанной для $\widetilde{M}^3$ её же, но написанную для M^3, и имея в виду уравнения Эйнштейна

$$R + K_2 = \frac{16\pi G}{c^4}\varepsilon, \quad K_2 = (K^\alpha_\alpha)^2 - K_{\alpha\beta}K^{\alpha\beta},$$

где $K_{\alpha\beta}$ – тензор внешней кривизны пространственного сечения (считаем, что средняя кривизна не меняется, хотя от этого условия можно избавиться), содержащего корабль, получим

$$\sigma \cdot \left(\frac{1}{v(D_0)} \int\limits_{D_0} \delta\varepsilon dv \right) \sim \frac{c^4}{4\pi G}[2\delta b_0 - \delta b_1 + \delta d_0], \tag{2}$$

где $\sigma = V(D_0)/l$, $\delta A = A(\widetilde{M}^3) - A(M^3)$, или

$$\langle\delta\varepsilon\rangle \sim \frac{c^4}{4\pi G\sigma}[2\delta b_0 - \delta b_1 + \delta d_0]. \tag{3}$$

Для 4-мерной кротовой норы $\delta b_0 = 1$, т. к. на 1 увеличивается число компонент связности, $\delta b_1 = 0 - 0 = 0$, $\delta d_0 = 0 - 0 = 0$ поскольку односвязность сохраняется. Потому для 4-мерной кротовой норы

$$\langle\delta\varepsilon\rangle \sim \frac{c^4}{4\pi G\sigma} = \frac{c^4}{4\pi G\sigma}[2 \cdot 1 - 0 - 0] > 0. \tag{4}$$

Как видим, **для образования 4-мерной кротовой норы варп-двигателю необходима положительная энергия!**

А для 3-мерной кротовой норы $\delta b_0 = 0$ в силу того, что число компонент связности не меняется, то $\delta b_0 = 1 - 1 = 0$. Но поскольку односвязность нарушается, появляется ручка, то $\delta b_1 = 1 - 0 = 1$, $\delta d_0 = 1 - 0 = 1$. Следовательно,

$$\langle\delta\varepsilon\rangle \sim -\frac{c^4}{4\pi G\sigma}[2 \cdot 0 - 1 + 1] = 0. \tag{5}$$

Получили достаточно странную оценку, видимо, о чем-то говорящую. Либо о том, что используется и положительная и отрицательная энергия (как в случае варп-двигателя Ван ден Брука, тем более, что считаем среднее значения $\langle\delta\varepsilon\rangle$), а, возможно, говорит о грубости наших оценок. Или о нестабильносим 3-мерных кротовых нор.

Посмотрим, что получится, если в пространстве уже была 3-мерная кротовая нора – в всяком случае, в обширном пространстве Вселенной, наверняка существует естественная 3-мерная кротовая нора), и мы порождаем новую под свой космический корабль. В таком случае, $\delta\beta_0 = 1 - 1 = 0$, $\delta\beta_1 = 2 - 1 = 1$, $\delta d_0 = 0 - 1 = -1$. Следовательно, при появлении второй 3-мерной кротовой норы

$$\langle\delta\varepsilon\rangle \sim -\frac{c^4}{4\pi G\sigma}[2 \cdot 0 - 1 + (-1)] = -2 < 0. \tag{6}$$

Видим, что для порождения 3-мерной кротовой норы требуется экзотическая материя. Автор, оценив в 1982 году в статье [3], энергию образования кротовых нор, не стал обращать внимания на ее знак – для топологических перемещений в пространстве, как видно из предыдущего, достаточно использовать 4-мерные кротовые норы и обычную энергию. Об отрицательной же энергии стали говорить после того, как Торн, изначально акцентировав внимание на 3-мерных кротовых норах, которые были нестабильны, для поддержания их стабильности, вынужденно ввел в рассмотрение отрицательную (экзотическую материю), втянув в ее поиски практически всех, кто в той или иной мере исследовал сверхбыстрые перемещения в пространстве или интересовался созданием машины времени.

Литература

1. Pfenning M.J., Ford L.H. Quantum Inequality Restrictions on Negative Energy Densities in Curved Spacetimes. arXiv: gr-qc/9805037v1.

2. Гуц А.К. Топологический характер работы варп-двигателя Алькубьерре при выходе на сверхсветовую скорость // Эффективное обеспечение научно-технического прогресса: исследование задач и поиск решений: сборник статей Международной научно-практической конференции (г. Магнитогорск, РФ, 25 августа 2024г.). Уфа: Аэтерна, 2024. С. 6–9.

3. Гуц А.К. Изменение топологии физического пространства в замкнутой вселенной // Известия вузов. Физика. 1982. № 5. С. 23–26.

4. Гуц А.К. Нарушение связности физического пространства // Известия вузов. Физика. 1983. №.8. С. 3–6.

5. Revenós A. On the Gauss-Bonnet formula on the odd-dimensional manifolds // Tohoku Math. J. 1979. V. 31. no. 2. P. 165–178.

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА НА ФОНЕ УДАРНЫХ ГРАВИТАЦИОННЫХ ВОЛН

Е.А. Давыдов[1]

1 *davydov@theor.jinr.ru*; Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

Ударными гравитационными волнами (УГВ) являются гравитационные поля объектов, движущихся с ультрарелятивистской скоростью. С их помощью можно описать широчайший спектр явлений: рассеяние элементарных частиц при сверхвысоких энергиях, процессы слияния чёрных дыр, физику доменных стенок в эпоху космологических фазовых переходов и многое другое. В большинстве реальных процессов УГВ распространяются в веществе, поэтому представляется актуальной задача исследования физики полей на фоне УГВ.

Ранее было детально изучено поведение скалярных полей [1] на фоне УГВ, обладающих pp-геометрией, что означает плоский волновой фронт и параллельно распространяющиеся лучи. Такие УГВ допускают импульсивный предел и могут быть описаны при помощи метрики:

$$ds^2 = -du dv + dy^2 + dz^2 + \delta(u) f(v, y, z) du^2, \quad u = t - x,\ v = t + x, \tag{1}$$

с ограничением на функцию профиля гравитационной волны: $\partial_v^2 f = 0$.