



**ЭФФЕКТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА:
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАДАЧ
И ПОИСК РЕШЕНИЙ**

**Сборник статей
Международной научно-практической конференции
25 августа 2024 г.**

АЭТЕРНА
УФА
2024

Учитель сегодня не столько тот, кто учит, сколько тот, кто помогает овладеть способами, как ребёнку учиться. Целями проектного обучения является развитие у школьников исследовательских умений, критического мышления, умение искать пути решения поставленной задачи, творчески подходить к способу подачи материала, сотрудничать. Цели будут достигнуты при условии «Я хочу это сделать сам».

Тематика проектов, особенно предназначенных для внеурочной деятельности, может быть предложена и самими учащимися, которые, естественно, ориентируются при этом на собственные интересы, не только чисто познавательные, но и творческие, прикладные. Результаты выполненных проектов должны быть материальны, т.е. как - либо оформлены (видеофильм, альбом, боржурнал «путешествий», альманах).

Дети совершенно свободно могут выбирать, в каком из проектов, предложенных учителем, они будут участвовать. Для обеспечения свободы и расширения поля выбора рекомендуется предлагать разные по своим характеристикам проекты (длительные и краткосрочные, индивидуальные, групповые и коллективные).

Создание в школе условий для проектной работы способствует активному вовлечению детей в творческий поиск, увеличивает объём знаний, добытых самостоятельно; возрастает интерес среди обучающихся, которые недостаточно активно проявляют себя в привычной для них урочной системе. Проектная работа становится средством индивидуализации образовательного процесса.

Список использованной литературы:

1. Нефедова Л.А., Ухова Н.М. Развитие ключевых компетенций в проектном обучении. Школьные технологии. — 2006. - № 4. - с.61
2. Новиков А.М. Образовательный проект: методология образовательной деятельности. - М.,2004.
3. Пахомова Н.Ю. Метод учебного проекта в образовательном учреждении: Пособие для учителей и студентов педагогических вузов. – М.: АРКТИ, 2003.

© Л.К. Гаврюшина, 2024

УДК 530.12: 629.7.03

Гун А.К.

доктор физ. - мат. наук, профессор

СГУ

г. Сочи, РФ

ТОПОЛОГИЧЕСКИЙ ХАРАКТЕР РАБОТЫ ВАРП - ДВИГАТЕЛЯ АЛЬКУБЬЕРРЕ ПРИ ВЫХОДЕ НА СВЕРХСВЕТОВУЮ СКОРОСТЬ

Аннотация:

Установлен топологический принцип работы варп - двигателя Алькубьерре, способного сверхбыстро по часам Земли перемещаться к далеким звездам. При переходе к сверхсветовому режиму происходит изменение топологии.

Ключевые слова:

Варп - двигатель, разрушение топологии, проект Алькубьерре, сверхсветовой режим полета.

Guts A.K.

D.Sc. in Physical and Mathematical Sciences, Professor

SSU

Sochi, RF

THE TOPOLOGICAL NATURE OF THE ALCUBIERRE WARP ENGINE OPERATION WHEN REACHING SUPERLUMINAL SPEED

Abstract:

The topological principle of the Alcubierre warp drive, capable of moving to distant stars super-fast according to Earth's clock, has been established. When switching to a superluminal mode, the topology changes.

Keywords:

Warp drive, topology destruction, the Alcubierre project, superluminal flight mode.

Расчет затрат энергии, необходимой для сверхбыстрого по часам Земли перемещения межзвездного корабля за счет нарушения связности или односвязности физического 3 - мерного пространства, был впервые осуществлен автором в статье [1] в 1982 году. В 1994 году Алькубьерре предложил аналогичный проект, но в рамках сохранения топологии пространства [2]. Двигатель такого корабля был назван им варп - двигателем (warp drive), поскольку он считал, что при перемещении пространство перед кораблем сжимается (warp), а за кораблем – расширяется.

В статье [1] корабль находился в центре шара B радиуса R . При $R=100m$, если за счет работы двигателя в сферической оболочке толщиной Δ создается плотность энергии больше 10^{39} эрг / $см^3$, а это энергия

$$M_{\text{крит.}} = 1 / 100 M_{\text{Солнце}}, \quad (1)$$

то происходит изменение топологии пространства M^3 . Либо образуется 4 - мерная кротовая нора в пространстве - времени M^4 – шар B полностью отрывается от пространства M^3 , оно теряет связность, появляются две компоненты связности, и в новом несвязном пространстве \tilde{M}^3 0 - мерное число Бетти $\beta_0(\tilde{M}^3) = 2$, т.е. увеличивается на 1. Либо шар B начнет образовывать ручку (3 - мерную кротовую нору), что приведет к неодносвязности пространства и к изменению, скажем, 1 - мерного числа Бетти $\beta_1(M^3) = 0 \rightarrow \beta_1(\tilde{M}^3) \neq 0$.

В статье Алькубьерре [2] показано, что для сверхсветового полета корабль, находящийся в центре шара B с радиусом $R=100$ м и со сферической оболочкой толщиной $\Delta=1$ м, должен порождать энергию, оцениваемую как энергия $1 / 4 M_{\text{Солнце}}$. Но это больше критической энергии (1). Следовательно, варп - корабль Алькубьерре должен «вырыть» кротовую нору.

Варп - двигатель Алькубьерре потребляет отрицательную энергию, или, смесь традиционной, положительной энергии, и экзотической, отрицательной энергии [3]. Но в

любом случае это гигантская энергия, которая нужна для сверхсветового разгона корабля, и она превышает предел (1), а это, как уже отмечалось, влечет изменение топологии пространства. Вопрос, по какому пути устремится корабль: по 3 - мерной кротовой норе или по 4 - мерной? Это определяется знаком разницы характеристики Эйлера - Пуанкаре

$$\delta\chi = \chi(\tilde{M}^3) - \chi(M^3),$$

или иной комбинации чисел Бетти, входящей в формулу типа Гаусса - Бонне - Черна, которая увязывает кривизну пространства с топологической характеристикой риманова многообразия.

Покажем это. Для простоты рассматриваем замкнутое 3 - мерное риманово пространство M^3 . Берем одну из подходящих формул типа Гаусса - Бонне - Черна, например формулу Ревентоса (обзор таких формул дан в [4]), которая связывает функцию от тензора кривизны $f(R)$ с числами Бетти $\beta_0(M^3)$ и $\beta_1(M^3)$. Первая из которых говорит о числе компонент связности, а вторая о количестве ручек, или о количестве 3 - мерных кротовых нор в пространстве. Символически это выльдит, например [1], как

$$\int_{M^3} f(R)dv = 2\beta_0(M^3) - \beta_1(M^3) + d,$$

где $d=0$, если $\beta_1(M^3)$ – четное, и $d=1$, если $\beta_1(M^3)$ – нечетное.

Если породить 4 - мерную кротовую нору, т.е. просто оторвать от M^3 кусок пространства V вместе с кораблем, то получим многообразие \tilde{M}^3 с двумя компонентами связности, т.е.

$$\int_{\tilde{M}^3} f(R)dv = 2\beta_0(\tilde{M}^3) - \beta_0(\tilde{M}^3) + \tilde{d} = [\beta_0(M^3) + 1] - \beta_0(M^3) + \tilde{d}.$$

Мнообразия M^3 и \tilde{M}^3 моделируем на одном множестве B , за счет изменения топологии и метрики [1]. Тогда

$$\int_{\tilde{M}^3} f(R)dv - \int_{M^3} f(R)dv = \int_B \delta f(R)dv = 1.$$

Функцию $\delta f(R)$ вычисляем с помощью уравнений Эйнштейна (или их аналога в других теориях гравитации):

$$\delta f(R) = k\delta\varepsilon,$$

где ε – плотность энергии, используемой для порождения кротовой норы, и $k = const > 0$.

В итоге имеем оценку для среднего значения плотности энергии:

$$\langle \delta\varepsilon \rangle \sim \frac{1}{kv(B)} > 0. (2)$$

Если теперь проделать такую же процедуру для получения оценки энергии в случае 3 - мерной кротовой норы, то получим

$$\langle \delta\varepsilon \rangle \sim 0, (3)$$

поскольку изменялось на 1 число Бетти $\beta_1(M^3)$ (добавилась ручка). При этом абсолютное значение энергетических затрат имеет также значение порядка $1 / kv(B)$. (Это устанавливается, если рассмотреть случай, при котором $\beta_1(\tilde{M}^3) = 2$).

Сравнивая оценки энергии для образования кротовых нор (2) и (3), мы видим, что для образования 4 - мерной кротовой норы требуемая энергия положительна, а для 3 - мерной кротовой норы – это смесь положительной и отрицательной энергий. Отрицательная энергия тратится на поддержание 3 - мерной кротовой норы в стабильном состоянии. В противном случае, она «схлопнется». Становится понятным, почему Ленцу и Сегмену удалось найти варп - двигатель, работающий на положительной энергии – на

сверхсветовом режиме соответствующий варп - корабль уходит в **4 - мерную** кротовую нору.

Таким образом, мы показали, что проект Алькубьерре в действительности при переходе в сверхсветовой режим предполагает разрушение топологии, и, как следствие, появление горизонта событий.

Список использованной литературы:

1. Гуц А.К. Изменение топологии физического пространства в замкнутой вселенной // Известия вузов. Физика. 1982. № 5. С.23–26.
2. Alcubierre M. The Warp drive: Hyper - fast travel within general relativity // Class. Quant. Grav. 1994. V.11. P.73–77.
3. Van Den Broeck C. A `warp drive' with more reasonable total energy requirements // Class. Quant. Grav. 1999. V.16. P. 3973.
4. Гуц А.К. Формулы типа Гаусса - Бонне - Черна для псевдоримановых и римановых многообразий и формула Хирцебруха // Математические структуры и моделирование. 2009. Вып.20. С.12 - 26.

© Гуц А.К., 2024