МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Ф.М. ДОСТОЕВСКОГО

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Сборник материалов
XII Международной научной конференции

(Омск, 14 марта 2025 г.)

ISBN 978-5-7779-2728-6

Омск
Издательство
Омского государственного
университета им. Ф.М. Достоевского
2025

УДК 530.13 + 523.112

А.К. Гуц

Сочинский государственный университет, г. Сочи, Россия
SPIN-код: 3792-6510

ПОТОКИ РИЧЧИ КАК МЕТОД МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ ВАРП-ДВИГАТЕЛЯ АЛЬКУБЬЕРРЕ

В статье [1] было показано, что потоки Риччи, предложенные американским математиком Гамильтоном, т.е. решения дифференциального уравнения

$$\frac{\partial g}{\partial t} = -2\ \mathrm{Ric}_g, \tag{1}$$

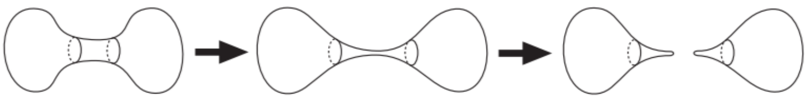
рассматриваемого на 3-мерном римановом многообразии (M,q), могут использоваться для детального моделирования полета в космическом пространстве сверхбыстрого корабля Алькубьерре, который с точки зрения земного наблюдателя воспринимается как сверхсветовой.

Изначально, варп-корабль Алькубьерре определялся как корабль, который перед собой сжимал пространство без внесения изменений в топологию пространства, а за собой расширял. Иначе говоря, он существенно укорачивал расстояние до цели. Однако высокие значения энергии [2], реализующие такое движение корабля, радикально меняют топологию, порождая по курсу корабля короткую 4-мерную кротовую нору, нарушающую связность пространства. По сути дела, это тоже сжатие расстояния до цели. Аппарат потоков Риччи с хирургией как раз и описывает такие ситуации.

Известно, что время T существования решения уравнения (1) крайне мало [3, p. 42] и хотелось бы уточнить, что происходит на этот промежуток времени. Выясняется, во-первых, что при работе варп-двигателя за конечное время [0,T) происходит образование сингулярностей римановой метрики q (Гамильтон), в которых

$$\lim_{x\in M}\sup\left|Riem\left(x,t\right)\right|=\infty \text{ при } t\to\text{T},$$

а, во-вторых, выявляется разделение образующихся сингулярностей потоков Риччи на два типа [3, p. 86], один из которых при применении *хирургии* ведет к потере связности многообразием, то есть это полеты корабля с отрывом от пространства за счет положительной энергии [2]:



А второй тип, в случае замкнутого пространства M, ведет к сжимающейся до точки 3-мерной сфере или к её фактор-пространству. Смысл этого типа неясен.

Образования сингулярности вполне предсказуемо – происходит отрыв варп-пузыря от пространства. Получаются два «куска» – один оставленная гигантская Вселенная, другой – маленький, это то, что является варп-пузырем вне Вселенной.

Хирургия. Она состоит в том, что вблизи сингулярного времени, т. е. на отрезке времени $[T_0,\text{T})$, $T_0 < \text{T}$, когда образовалось узкое горлышко, соединяющее два «куска», мы вырезаем горлышко, вставляем шаровые крышки с некоторой метрикой, которую склеиваем с той, что была на невырезанной части многообразия, и затем перезапускаем поток Риччи для каждого нового полученного компонента, т. е. «куска». Как показал Перельман, этот процесс конечен.

Хирургия есть внешняя *искусственная* процедура. Точнее, Перельман доказал, что требуется только конечное количество хирургических операций в течение любого конечного интервала времени, *когда процедура выполняется правильно* [4]. Другими словами, это действия *экипажа* варп-корабля. Обратим внимание, что неоднократное повторение хирургических операций означает, что в полете от экипажа могут потребоваться действия, подавляющие или устраняющие появление других сингулярностей.

Используя синхронную систему отсчета можно вычислить требуемую энергию для работы варп-двигателя. С учетом наличия потока Риччи и при выборе тензора энергии-импульса в виде

$$T^{(4)}_{\alpha\beta} = \varepsilon u_\alpha u_\beta,\ u_\alpha = (1,0,0,0),$$

эта энергия равна

$$\varepsilon = \frac{2}{3k}R + \frac{1}{3k\sqrt{g}}\frac{\partial}{\partial t}\left(\sqrt{g}g^{is}\frac{\partial g_{is}}{\partial t}\right),\ \ k = \frac{8\pi G}{c^4}.$$

Правда, требуется еще учитывать компоненты уравнений Эйнштейна ${}^{(4)}R^0_0$ и ${}^{(4)}R^0_i = 0,$ формулы для которых опускаем.

Литература

1. *Гуц А.К.* Потоки Риччи как инструмент исследования деталей полета свехбыстрого космического корабля // Проблемы современной науки и образования. 2025. №1 (200). С. 4–6. DOI 10.24411/2304-2338-2025-10101.
2. *Гуц А.К.* Энергия, необходимая для порождения варп-двигателем кротовых нор // 18-я Российская гравитационная конференция – Международная конференция по гравитации, космологии и астрофизике «RusGrav-18»: тезисы докладов. Казань: Изд-во КФУ, 2024. 122 с. С. 73–75.
3. *Sheridan N.* Hamilton’s Ricci Flow. The University of Melbourne. Honours Thesis, 2006.
4. *Perelman G.* Ricci flow with surgery on three-manifolds. URL: http://arXiv.org/math.DG/0303109v1(2003).