

ИЕРАРХИЧЕСКАЯ КОСМОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НА ОСНОВЕ АЛГЕБРЫ СИГНАТУР

Михаил Батанов-Гаухман¹

(1) Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет),
Институт № 2 “Авиационные и ракетные двигатели и энергетические установки”,
ул. Волоколамское шоссе 4, Москва – Россия, 125993 (e-mail: alsignat@yandex.ru)

АННОТАЦИЯ

Данное сообщение посвящено основным дополнениям (т.е., модификациям) к общей теории относительности Эйнштейна, которые привели к созданию «Иерархической космологической модели», основанной на полностью геометризированной физике вакуума с позиций Алгебры сигнатур [3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17]. Данный проект направлен на реализацию программы Клиффорда-Эйнштейна-Уилера по полной геометризации физики.

ABSTRACT

This report is devoted to the main additions (i.e., modifications) to Einstein's general theory of relativity, which led to the creation of the "Hierarchical Cosmological Model" based on a fully geometrized vacuum physics from the stand-point of the Algebra of signature [3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17]. This project is aimed at implementing the Clifford-Einstein-Wheeler program for the complete geometrization of physics.

Ключевые слова: модификации общей теории относительности, вакуум, геометризированная физика, иерархическая космологическая модель, Алгебра сигнатур, физика вакуума.

Keywords: modifications of the general theory of relativity, vacuum, geometrized physics, hierarchical cosmological model, Algebra of signature, vacuum physics.

ВВЕДЕНИЕ

Общая теория относительности (ОТО) Эйнштейна получила надежные подтверждения на практике в случае слабых звездно-планетарных гравитационных полей и при незначительных локальных отклонениях пространственно-временного континуума от псевдоевклидовой геометрии.

Однако для решения ряда задач, связанных: с проблемами космологии, с сильными гравитационными полями и, особенно, с попыткой создать полностью геометризированную физику, исходных положений ОТО Эйнштейна явно недостаточно.

Поэтому было предпринято множество попыток модернизировать ОТО, как самим Эйнштейном, так и его соратниками и последователями. Например, получили развитие: геометрия с кручением Римана-Картана-Схоутена, геометрия Эйнштейна-Вейля, геометрия абсолютного параллелизма Вайценбека-Витали-Шипова [2], метод изотропных тетрад Ньюмана-Пенроуза, биметрическая геометрия Розена, комплексная риманова геометрия, финслерова геометрия, телепараллельные модели гравитации Хорнсдески, модели гравитации RS (Randall-Sundrum models), модель петлевой квантовой гравитации, модель гравитации Бранса-Дикке, модель гравитации Гаусса-Бонэ, конформная гравитация, многомерные теории суперструн и М-теория и т.д. Однако на сегодняшний день все эти попытки не достигли желаемого результата.

Цель данной статьи сообщить об основных дополнениях к общей теории относительности (ОТО) Эйнштейна, которые привели к созданию «Иерархической космологической модели», основанной на полностью геометризированной физике вакуума с позиций Алгебры сигнатур [3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17].

В предложенной иерархической космологической модели потенциально отсутствуют многие проблемы, которые не могут быть в принципе разрешены в рамках современного естествознания. В частности, удается наметить пути решения следующих задач:

- получить метрико-динамические модели практических элементарных «частиц», входящих в состав Стандартной Модели («бозонов», «лептонов», «барионов» и «мезонов») как стабильных деформаций вакуума;
- обосновать преимущества метрико-динамических моделей голых планет и звезд, голых галактик и Вселенной в целом [14].
- раскрыть метрико-динамические причины инерции §7.2 в [5] и [10], гравитации [13], электромагнетизма §6 в [6] и электрического заряда §2.2.2 в [9];
- обосновать отсутствие барионной асимметрии Вселенной [8];
- вывести уравнение Шредингера на основании принципа «экстремума усредненной эффективности» стохастической системы (т.е. хаотически блуждающего ядра «частицы»), включающего в себя принцип «наименьшего действия» и принцип «максимума энтропии» [15,16].
- предложить альтернативу многомерному многообразию Калаби-Яу, основанную на Алгебре сигнатур [4,17]
- объяснить причину конфайнмента «кварков» в «адронах» §4.7 в [8];

- устраниТЬ принципиальные различия между модернизированной ОТО и квантовой механикой [15];
- рассеять туман в отношении темной материи [14] и темной энергии;
- предложить пути развития опережающих нулевых (т.е. вакуумных) технологий, таких как: «вакуумная энергетика» §9 в [10], «альтернативные безынерционные способы перемещения в пространстве» §10 в [10] и §11,12 в [13], «каналы связи со сверхсветовыми скоростями передачи информации» §7 в [5], «звездно-планетарная гравитационная спектроскопия» [14], «объемный спектрально-сигнатурный анализ» §6 в [3], «не лимитированное уплотнение биокибернетической мощности» [3] и многих других.

1 Основные модернизации ОТО Эйнштейна

Проект «Геометризированная физика вакуума на основе Алгебры сигнатур» (сокращенно ГФВ&АС) [3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17] направлен на реализацию программы Клиффорда-Эйнштейна-Уилера по полной геометризации физики. В рамках этого проекта предложены следующие модернизации общей теории относительности (ОТО) Эйнштейна:

1) Во всех теориях и учебных пособиях, ОТО Эйнштейна, используются 4-мерные метрические пространства с одной и/или с двумя сигнатурами (+ − − −) и/или (− + + +). Тогда как в ГФВ&АС учитывается все 16 возможных видов 4-мерных пространств со следующими сигнатурами (т.е., с топологиями) [3,4]:

$$sign(ds^{(a,b)2}) = \begin{pmatrix} (+ + + +) & (+ + + -) & (- + + -) & (+ + - +) \\ (- - - +) & (- + + +) & (- - + +) & (- + - +) \\ (+ - - +) & (+ + - -) & (+ - - -) & (+ - + +) \\ (- - + -) & (+ - + -) & (- + - -) & (- - - -) \end{pmatrix}. \quad (1)$$

2) Вакуумные уравнения Эйнштейна (с нулевой правой частью), например,

$$R_{ik} = 0, \quad (2)$$

или

$$R_{ik} + \Lambda g_{ik} = 0 \quad (3)$$

используются в ГФВ&АС в качестве законов сохранения, так как ковариантная производная от нуля равна ее обычной производной, равной нулю (смотрите Ведение и §1 в [7])

$$\nabla_j 0 = \frac{\partial 0}{\partial x^j} - \Gamma_{ij}^l 0 - \Gamma_{kj}^l 0 = \frac{\partial 0}{\partial x^j} = 0. \quad (4)$$

Следовательно, в этом случае также

$$\nabla_j R_{ik} = \frac{\partial R_{ik}}{\partial x^j} = 0, \quad (5)$$

или

$$\nabla_j (R_{ik} + \Lambda g_{ik}) = \frac{\partial (R_{ik} + \Lambda g_{ik})}{\partial x^j} = 0. \quad (6)$$

Поэтому в рамках ГФВ&АС вакуумные Эйнштейна (2) и/или (3) рассматриваются как исходные условия для поиска стабильных деформаций вакуума корпскулярного (т.е. сферически симметричного) типа [7,8].

3) В ОТО в основном используется вакуумные уравнения Эйнштейна без Λ -члена (2) или только с одним Λ -членом (3). Тогда как в ГФВ&АС предложено использовать так же и вакуумное уравнение с бесконечным числом $\pm\Lambda_i$ -членов (смотрите §6 в [7] и [8])

$$R_{ik} + \frac{1}{2} g_{ik} (\sum_{m=1}^{\infty} \Lambda_m + \sum_{n=1}^{\infty} -\Lambda_n) = 0, \quad (7)$$

поскольку аналогично (5) и (6), ковариантная и обычная производные от левой части этого уравнения раны друг другу и равны нулю (смотрите Ведение и §1 в [7])

$$\nabla_j (R_{ik} + \frac{1}{2} g_{ik} (\sum_{m=1}^{\infty} \Lambda_m + \sum_{n=1}^{\infty} -\Lambda_n)) = \frac{\partial (R_{ik} + \frac{1}{2} g_{ik} (\sum_{m=1}^{\infty} \Lambda_m + \sum_{n=1}^{\infty} -\Lambda_n))}{\partial x^j} = 0, \quad (8)$$

где $\Lambda_m = \frac{3}{r_m^2}$, $\Lambda_n = \frac{3}{r_n^2}$, здесь r_m – радиус ядра m -ой корпскулы (или «частицы»), r_n – радиус ядра n -ой анти-корпскулы (или «античастицы»).

В рамках ГФВ&АС на второе слагаемое в уравнение (7) накладывается условие равенства нулю при его повсеместном усреднении

$$\overline{\frac{1}{2} (\sum_{m=1}^{\infty} \Lambda_m + \sum_{n=1}^{\infty} -\Lambda_n)} = 0. \quad (9)$$

Выражение (9) является математической формулировкой условия вакуумного (нулевого) баланса, в том числе гласящего, что в мега-Вселенной количество «частиц» различных сортов должно быть равно количеству аналогичных «античастиц» (смотрите Ведение в [3]).

Другими словами, в рамках ГФВ&АС при тотальном усреднении по всей мега-Вселенной мы возвращаемся к исходному вакуумному уравнению Эйнштейна (2) (смотрите [8]).

$$R_{ik} = 0,$$

которое имеет два тривиальных решения для плоского пространственно-временного континуума в сферических координатах:

- метрику-решение с сигнатурой пространства Минковского (+ -- -)

$$ds_0^{(+)^2} = c^2 dt^2 - dr^2 - r^2 d\theta^2 - r^2 \sin^2 \theta d\phi^2; \quad (10)$$

- и метрику-решение с сигнатурой анти-пространства Минковского (- + +)

$$ds_0^{(-)^2} = -c^2 dt^2 + dr^2 + r^2 d\theta^2 + r^2 \sin^2 \theta d\phi^2. \quad (11)$$

4) До тотального (т.е., полного) усреднения (9), в ГФВ&АС предложена 10-уровневая иерархическая космологическая модель, в рамках которой замкнутая мега-Вселенная наполнена бесконечным количеством корпускул (т.е., «частиц») с различными радиусами ядер [8]

$$r_m = \sqrt{\frac{3}{\Lambda_m}}, \quad \text{где } m = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, \quad (12)$$

и антикорпускул (т.е., «античастиц») с радиусами ядер

$$r_n = \sqrt{\frac{3}{\Lambda_n}}, \quad \text{где } n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10. \quad (13)$$

При эвристическом распределение корпускул и антикорпускул по 10-ти типам сортов (т.е. характерных размеров) уравнение (7) принимает вид [8]

$$R_{ik} + \frac{1}{2} g_{ik} (\sum_{k=1}^{10} \sum_{m=1}^{\infty} \Lambda_{km} + \sum_{k=1}^{10} \sum_{m=1}^{\infty} - \Lambda_{km}) = 0, \quad (14)$$

где $\pm \Lambda_{km} = \frac{3}{r_{km}^2}$, с дискретной иерархией характерных радиусов [8]:

$r_{1m} \sim 10^{39}$ см – радиус, соизмеримый с радиусом мега-Вселенной; (15)

$r_{2m} \sim 10^{29}$ см – радиус, соизмеримый с радиусом наблюдаемой Вселенной;

$r_{3m} \sim 10^{19}$ см – радиус, соизмеримый с радиусом ядра галактики;

$r_{4m} \sim 10^8$ см – радиус, соизмеримый с радиусом ядра планеты или звезды;

$r_{5m} \sim 10^{-3}$ см – радиус, соизмеримый с радиусом биологической клетки;

$r_{6m} \sim 10^{-13}$ см – радиус, соизмеримый с радиусом ядра элементарной частицы;

$r_{7m} \sim 10^{-24}$ см – радиус, соизмеримый с радиусом ядра прото-кварка;

$r_{8m} \sim 10^{-34}$ см – радиус, соизмеримый с радиусом ядра планктона;

$r_{9m} \sim 10^{-45}$ см – радиус, соизмеримый с радиусом ядра прото-планктона;

$r_{1m} \sim 10^{-55}$ см – радиус, соизмеримый с радиусом ядра инстантона.

В результате такого эвристического «копирования» окружающей реальности, получается «Иерархическая космологическая модель», состоящая из бесконечного количества корпускул и антикорпускул различных размеров (смотрите рис. 1). При этом образуется множество цепочек корпускул и антикорпускул вложенных друг в друга подобно матрешкам (рис. 1 и 2) [8].

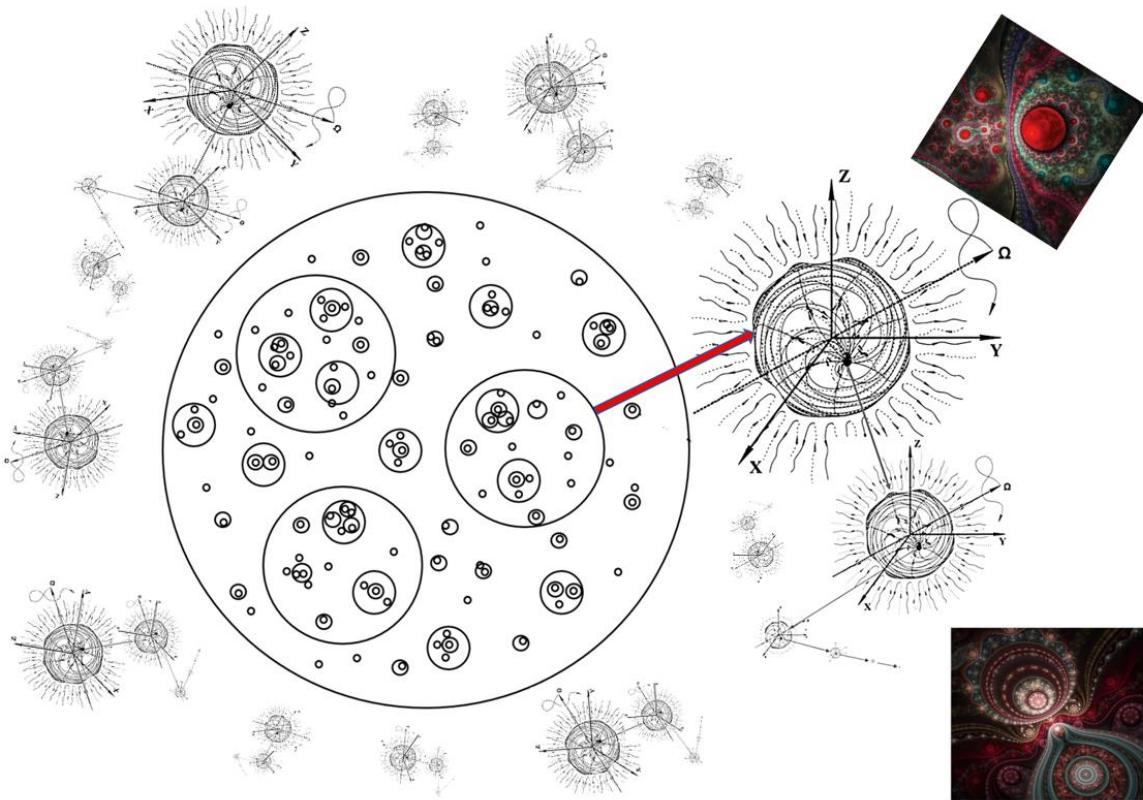


Рис. 1: Схематичное изображение «Иерархической космологической модели, состоящей из бесконечного количества иерархических цепей корпускул и интикорпускул различных размеров (15), вложенных друг в друга подобно матрешкам

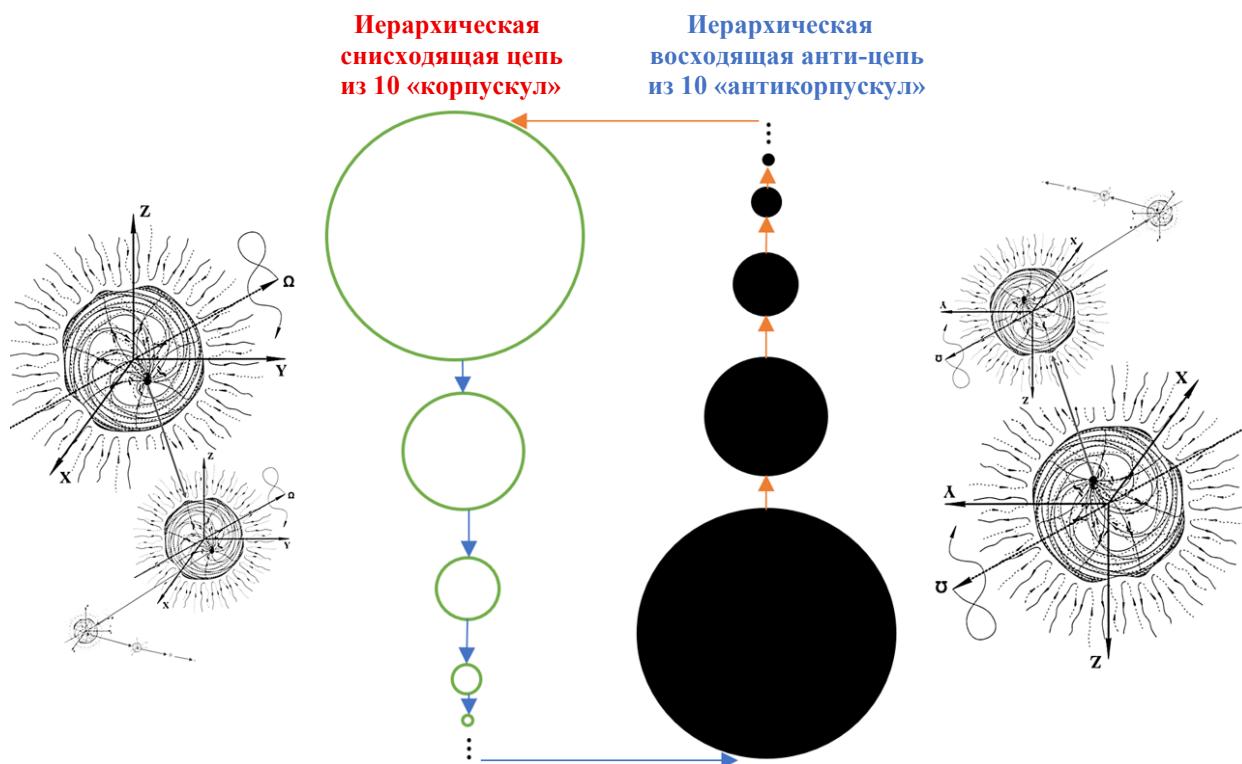


Рис. 2: Схематическое изображение одной из замкнутых иерархических цепей корпускул и антикорпускул различных размеров (15), вложенных друг в друга подобно матрешкам

В рамках данной иерархической космологической модели все иерархические цепи начинаются с одного общего ядра самой большой «корпускулы» (в частности, с ядра «мега-Вселенной» с радиусом $r_{1m} \sim 10^{39}$ см) и заканчиваются на ядре одной общей самой маленькой «корпускулы» (в частности, на ядре «инстантона» с радиусом $r_{10m} \sim 10^{-55}$ см).

Замкнутость данной иерархической космологической модели заключается в том, что самое большое анти-ядро (например, ядро анти-«мега-Вселенной» с радиусом r_{1m}) находится внутри самого маленького ядра (например, в ядре «инстантона» с радиусом r_{10m}) и, наоборот, самое большое ядро (например, ядро «мега-Вселенной» с радиусом r_{1m}) находится внутри самого маленького анти-ядра (например, в ядре анти-«инстантона» с радиусом r_{10m}) (смотрите рис. 2 и 3). В некоторой степени вселенская топология иерархической космологической модели напоминает сдвоенную бутылку Клейна (рис. 3а) или Младенца (Мальчика) и Анти-младенца (Девочки) в Утробе Отца-Матери (рис. 3б), т.к. Отец-Мать как снаружи Эмбрионов, так и внутри их в виде молекул ДНК.



Рис. 3: а) Бутылки Клейна; б) Младенец (Мальчик) и Анти-Младенец (Девочка) в Утробе Отца-Матери, при этом Отец-Мать внутри этих Эмбрионов в виде молекул ДНК

5) Пусть в некоторой локальной области мега-Вселенной редуцированное выражение (9) не равно нулю

$$\overline{\frac{1}{2}(\sum_{m=1}^M \Lambda_m - \sum_{n=1}^N \Lambda_n)} = \pm \frac{1}{2}B, \quad (16)$$

где M – общее число «частиц» различных размеров в исследуемой области мега-Вселенной; N – общее число «античастиц» различных размеров в той же области мега-Вселенной.

Выражение (16) в рамках 10-уровневой иерархической космологической модели может быть представлено в виде

$$\overline{\frac{1}{2}(\sum_{m=1}^M \Lambda_m - \sum_{n=1}^N \Lambda_n)} = \frac{1}{2} \left(\sum_{k=1}^{10} \sum_{m=1}^{L_k} \Lambda_{km} - \sum_{k=1}^{10} \sum_{m=1}^{J_k} \Lambda_{km} \right) = \pm \frac{1}{2}B, \quad (17)$$

где L_k – общее число «частиц» k -го размера (типа) из иерархии (15); J_k – общее число «античастиц» k -го размера (типа) из иерархии (15), наполняющих исследуемую область мега-Вселенной.

То есть, если в этой области в среднем общее число «частиц» не равно числу «античастиц» (область электрически заряжена), то для данного участка мега-Вселенной можно записать локальное вакуумное уравнение

$$R_{ik} \pm \frac{1}{2}g_{ik}B = 0. \quad (18)$$

Кроме того, в случае, если $B = R + 2D$ (где $R = g^{ik}R_{ik}$ – скалярная кривизна данного участка мега-Вселенной), то выражение (18) примет вид уравнения Эйнштейна - Гильберта

$$R_{ik} \pm \frac{1}{2}g_{ik}R = \mp g_{ik}D \quad (19)$$

с источником локальной кривизны $\mp g_{ik}D$.

Но при усреднении по всей мега-Вселенной в целом: «Всякий дол да наполнится, и всякая гора и холм да понизятся, кривизны выпрямятся и неровные пути сделаются гладкими...» (Евангелие от Луки, 3:5).

4) В рамках ГФВ&АС предлагается использовать все возможные решения вакуумных уравнений Эйнштейна. Например, уравнение (2) $R_{ik} = 0$ имеет не одно, а шесть метрик-решений Шварцшильда:

- три метрики-решения с сигнатурой $(+ - - -)$

$$ds_1^{(+)} = \left(1 - \frac{r_o}{r}\right) c^2 dt^2 - \frac{1}{\left(1 - \frac{r_o}{r}\right)} dr^2 - r^2 d\theta^2 - r^2 \sin^2 \theta d\phi^2, \quad (20)$$

$$ds_2^{(+)} = \left(1 + \frac{r_o}{r}\right) c^2 dt^2 - \frac{1}{\left(1 + \frac{r_o}{r}\right)} dr^2 - r^2 d\theta^2 - r^2 \sin^2 \theta d\phi^2, \quad (21)$$

$$ds_3^{(+)} = c^2 dt^2 - dr^2 - r^2 d\theta^2 - r^2 \sin^2 \theta d\phi^2; \quad (22)$$

- три метрики-решения с сигнатурой $(- + + +)$

$$ds_1^{(-)2} = -\left(1 - \frac{r_0}{r}\right)c^2 dt^2 + \frac{1}{\left(1 - \frac{r_0}{r}\right)} dr^2 + r^2 d\theta^2 + r^2 \sin^2 \theta d\phi^2, \quad (23)$$

$$ds_2^{(-)2} = -\left(1 + \frac{r_0}{r}\right)c^2 dt^2 + \frac{1}{\left(1 + \frac{r_0}{r}\right)} dr^2 + r^2 d\theta^2 + r^2 \sin^2 \theta d\phi^2, \quad (24)$$

$$ds_3^{(-)2} = -c^2 dt^2 + dr^2 + r^2 d\theta^2 + r^2 \sin^2 \theta d\phi^2. \quad (25)$$

В теориях, основанных на ОТО, как правило, используют только метрику Шварцшильда (20), что сильно ограничивает возможности таких математических моделей.

5) В рамках ГФВ&АС метрико-динамическое состояние стабильного вакуумного образования определяется усреднением возможных метрик решений вакуумного уравнения Эйнштейна. Например, результат усреднения метрик (20) и (21) является метрика

$$ds_{12}^{(+)2} = \frac{1}{2}(ds_1^{(+)2} + ds_2^{(+)2}) = c^2 dt^2 - \frac{r^2}{r^2 - r_0^2} dr^2 - r^2 d\theta^2 - r^2 \sin^2 \theta d\phi^2, \quad (26)$$

которая обладает многими интересными свойствами (смотрите [9,10,11,12,15]).

6) Сумма (или усреднение) квадратичных форм, например, $ds_{12}^{(+)2} = \frac{1}{2}(ds_1^{(+)2} + ds_2^{(+)2})$ соответствует теореме Пифагора ($c^2 = a^2 + b^2$). Это означает, что элементы длины $s_1^{(+)}$ и $s_2^{(+)}$ всегда перпендикулярны друг другу ($s_1^{(+)} \perp s_2^{(+)}$). Такое возможно, если усредненное пространство, например, с усредненной метрикой (26) представляет собой «ткань», сплетенную из «нитей» $s_1^{(+)}$ и $s_2^{(+)}$ (рис. 4).

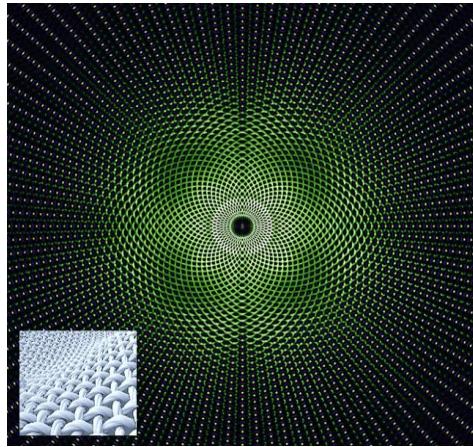


Рис. 4: Двухмерная иллюстрация 3-мерной пространственно-временной «ткани», сплетенной из взаимно перпендикулярных «нитей»

7) В ОТО считается, что нулевая компонента метрического тензора g_{00} в метрике вида

$$ds^2 = g_{00}c^2 dt^2, \quad (27)$$

связана с изменением течения локального времени τ . При условии постоянства скорости света в вакууме ($c = \text{const}$) из метрики (27) следует

$$\tau = \sqrt{g_{00}} c dt. \quad (28)$$

Вместе с тем, возможно постулирование существования глобального (ньютоновского) времени $t = T$, связанного с Абсолютным наблюдателем, которое течет повсеместно прямолинейно и равномерно. В этом случае из метрики (27) следует, что компонента метрического тензора g_{00} связана с изменением скорости света в локальной искривленной области вакуума

$$c' = \sqrt{g_{00}} c. \quad (29)$$

Однако, возможен третий случай (используемый в ГФВ&АС), когда постулируются и постоянство скорости света ($c = \text{const}$), и существование глобального (ньютоновского) времени $t = T$. Тогда остается предположить, что компонента метрического тензора g_{00} связана с движением локального участка вакуума. Для

примера, сравним кинематическую метрику (описывающую движение локального участка вакуума) (смотрите метрику (96) в §6.2 в [5])

$$ds^{(+)^2} = \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) c^2 dt^2 + 2vdr cdt - dr^2 - r^2 d\theta^2 - r^2 \sin^2 \theta d\phi^2, \quad (30)$$

с метрикой (20)

$$ds_1^{(+)^2} = \left(1 - \frac{r_0}{r}\right) c^2 dt^2 - \frac{1}{(1 - \frac{r_0}{r})} dr^2 - r^2 d\theta^2 - r^2 \sin^2 \theta d\phi^2.$$

В результате обнаруживаем тождественное равенство нулевых компонент

$$1 - \frac{r_0}{r} \equiv 1 - \frac{v^2}{c^2}. \quad (31)$$

Откуда следует

$$v(r) \equiv \sqrt{\frac{c^2 r_0}{r}}, \quad (32)$$

где $v(r)$ – зависимость скорости течения вакуумного слоя от параметра r в искривленной области вакуума, кривизна которой описывается метрикой (20).

Для стационарного случая

$$ds^2 = c^2 g_{00} dt^2 + 2g_{0\alpha} dx^\alpha cdt + g_{\alpha\beta} dx^\alpha dx^\beta, \quad \text{где } g_{ij} = \text{const}, \quad (33)$$

компоненты вектора ускорения вакуумного слоя определяются выражением [1, стр. 341]

$$a_\alpha = \frac{c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \left\{ -\frac{\partial \ln \sqrt{g_{00}}}{\partial x^\alpha} + \sqrt{g_{00}} \left(\frac{\partial g_\beta}{\partial x^\alpha} - \frac{\partial g_\alpha}{\partial x^\beta} \right) \frac{v^\beta}{c} \right\}, \quad \text{где } g_\alpha = -\frac{g_{0\alpha}}{g_{00}}. \quad (34)$$

Таким образом в рамках ГФВ&АС любая деформация локального участка или слоя вакуума сопровождаясь возникновением ускоренных внутри-вакуумных течений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Все вышеперечисленные основные модернизации ОТО принятые в рамках проекта «Геометризированная физика вакуума на основе Алгебры сигнатур» (ГФВ&АС) [3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17] позволяют построить Иерархическую космологическую модель (рис. 1) и наметить пути решения следующих задач: разить свето-геометрию вакуума, построить метрико-динамические модели практически всех элементарных частиц, входящих в состав Стандартной модели, раскрыть природу гравитации, высказать предположения в отношении темной материи и темной энергии, полностью герметизировать правую часть уравнения Эйнштейна-Гильберта, вывести уравнение Шредингера, раскрыть истоки генетического кодирования естества. В рамках данной гипотезы отсутствует барионная асимметрия Вселенной, стираются принципиальные различия между модернизированной ОТО и Квантовой механикой, замыкается дискретизированная бесконечность и т.д.

ГФВ&АС [3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17] может рассматриваться как теоретическая база для развиия нулевых (т.е. вакуумных) технологий, таких как: вакуумная энергетика, альтернативные безынерционные способы перемещения в пространстве, сверхсветовые каналы связи, не лимитированное уплотнение каналов передачи информации и т.п.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. (1971) Теория поля. Том 2. – М.: Наука, 1988. –509 стр. –ISBN 5-02-014420-7. Available in English: Landau L.D., Lifshitz E.M. (1971) The Classical Theory of Fields / Course of theoretical physics, V. 2 Translated from the Russian by Hamermesh M. University of Minnesota – Pergamon Press Ltd. Oxford, New York, Toronto, Sydney, Braunschweil, p. 387.
- [2] Г.И. Шипов (1998). «Теория физического вакуума». – М.: СТ-Центр, Россия ISBN 5 7273-0011-8. Available in English: Shipov, G. (1998). "A Theory of Physical Vacuum". Moscow ST-Center, Russia ISBN 57273-0011-8.
- [3] М.С. Батанов-Гаухман (2023) Геометризованная физика вакуума. Часть I. Алгебра сигнатур. Препринт <https://doi.org/10.24108/preprints-3113027> Available in English: Batanov-Gaukhman, M. (2023). Geometrized Vacuum Physics. Part I. Algebra of Stignatures. Avances en Ciencias e Ingeniería, 14 (1), 1-26, <https://www.executivebs.org/publishing.cl/avances-en-ciencias-e-ingenieria-vol-14-nro-1-ano-2023-articulo-1/>; and Preprints, 2023060765. <https://doi.org/10.20944/preprints202306.0765.v3>, or [arXiv:2403.0035](https://arxiv.org/abs/2403.0035).
- [4] М.С. Батанов-Гаухман (2023) Геометризованная физика вакуума. Часть II. Алгебра сигнатур. Preprints.ru. <https://doi.org/10.24108/preprints-3113028>. Available in English: Batanov-Gaukhman, M. (2023). Geometrized Vacuum Physics. Part II. Algebra of Signatures. Avances en Ciencias e Ingeniería, 14 (1), 27-55,

- <https://www.executivebs.org/publishing.cl/avances-en-ciencias-e-ingenieria-vol-14-nro-1-ano-2023-articulo-2/>; and Preprints, 2023070716, <https://doi.org/10.20944/preprints202307.0716.v1>, or [vixra:2403.0034](https://vixra.org/2403.0034).
- [5] М.С. Батанов-Гаухман (2023) Геометризованная физика вакуума. Часть III. Искривленная область вакуума. Preprints.ru. <https://doi.org/10.24108/preprints-3113032>. Available in English: Batanov-Gaukhman, M. (2023). Geometrized Vacuum Physics. Part III. Curved Vacuum Area. Avances en Ciencias e Ingeniería Vol. 14 nro 2 año 2023 Articulo 5, <https://www.executivebs.org/publishing.cl/avances-en-ciencias-e-ingenieria-vol-14-nro-2-ano-2023-articulo-5/>; and Preprints 2023, 2023080570. <https://doi.org/10.20944/preprints202308.0570.v4>, or [vixra:2403.0033](https://vixra.org/2403.0033).
- [6] М.С. Батанов-Гаухман (2024) Геометризованная физика вакуума. Часть IV. Динамика вакуумных слоев. Preprints.ru. <https://doi.org/10.24108/preprints-3113039>. Available in English: Batanov-Gaukhman, M., (2024). Geometrized Vacuum Physics. Part IV: Dynamics of Vacuum Layers. Avances en Ciencias e Ingeniería Vol. 14 nro 3 año 2023 Articulo 1 <https://www.executivebs.org/publishing.cl/avances-en-ciencias-e-ingenieria-vol-14-nro-3-ano-2023-articulo-1/>, and Preprints.org. <https://doi.org/10.20944/preprints202310.1244.v3>, or [vixra:2403.0032](https://vixra.org/2403.0032).
- [7] М.С. Батанов-Гаухман (2024) Геометризированная физика вакуума. Часть 5: Стабильные вакуумные образования. Preprints.ru. <https://doi.org/10.24108/preprints-3113040>. Available in English: Batanov-Gaukhman, M., (2024). Avances en Ciencias e Ingeniería Vol. 14 nro 3 año 2023 Articulo 2 <https://www.executivebs.org/publishing.cl/avances-en-ciencias-e-ingenieria-vol-14-nro-3-ano-2023-articulo-2/>, or [vixra:2405.0002](https://vixra.org/2405.0002).
- [8] М.С. Батанов-Гаухман M.(2024) Геометризированная физика вакуума. Часть 6: Иерархическая космологическая модель. PREPRINTS.RU <https://doi.org/10.24108/preprints-3113086>. Available in English: Batanov-Gaukhman, M. (2024) Geometrized Vacuum Physics Part 6: Hierarchical Cosmological Model, Avances en Ciencias e Ingeniería Vol. 14 nro 4 año 2023 <https://www.executivebs.org/publishing.cl/avances-en-ciencias-e-ingenieria-vol-14-nro-4-ano-2023-articulo-3/> or [vixra:2408.0010](https://vixra.org/2408.0010).
- [9] М.С. Батанов-Гаухман (2025) Геометризированная физика вакуума. Часть 7: «электрон» и «позитрон». PREPRINTS.RU, <https://doi.org/10.24108/preprints-3113132>. Available in English: Batanov-Gaukhman, M. (2025). Geometrized Vacuum Physics Part VII: "Electron" and "Positron", Avances en Ciencias e Ingeniería Vol. 15 nro 1 año 2024 Articulo 3, <https://www.executivebs.org/publishing.cl/avances-en-ciencias-e-ingenieria-vol-15-nro-1-ano-2024-articulo-3/>, or [vixra:2409.0097](https://vixra.org/2409.0097).
- [10] М.С. Батанов-Гаухман (2025) Геометризированная физика вакуума. Часть 8: инерционный электромагнетизм движущихся «частиц». Preprints.ru. <https://doi.org/10.24108/preprints-3113170>. Available in English: Batanov-Gaukhman, M. (2025) Geometrized Vacuum Physics. Part VIII: Inertial Electromagnetism of Moving «Particles»//Advances en Ciencias e Ingeniería Vol. 15 nro 2 año 2024 Articulo 1, <https://www.executivebs.org/publishing.cl/avances-en-ciencias-e-ingenieria-vol-15-nro-2-ano-2024-articulo-1/>, or [vixra:2411.0086](https://vixra.org/2411.0086).
- [11] М.С. Батанов-Гаухман (2025). Геометризированная физика вакуума. часть 9: «Нейтрино». Preprints.Ru. <https://doi.org/10.24108/preprints-3113337>. Available in English: Batanov-Gaukhman, M. (2025) Geometrized Vacuum Physics. Part IX: «Neutrino»//Avances en Ciencias e Ingeniería Vol. 15 nro 3 año 2024 Articulo 1, <https://www.executivebs.org/publishing.cl/avances-en-ciencias-e-ingenieria-vol-15-nro-3-ano-2024-articulo-1/> or [vixra:2501.0059](https://vixra.org/2501.0059)
- [12] М.С. Батанов-Гаухман (2025). Геометризированная физика вакуума. часть 10: «Планеты» и «звезды». Preprints.ru. <https://doi.org/10.24108/preprints-3113413>. Available in English: Batanov-Gaukhman, M. (2025) Geometrized Vacuum Physics. Part X: Naked «Planets» and «Stars»// Avances en Ciencias e Ingeniería Vol. 15 nro 3 año 2024 Articulo 2, <https://www.executivebs.org/publishing.cl/avances-en-ciencias-e-ingenieria-vol-15-nro-3-ano-2024-articulo-2/>, or [vixra:2502.0139](https://vixra.org/2502.0139).
- [13] М.С. Батанов-Гаухман (2025). Геометризированная физика вакуума. часть 11: Гравитация и Левитация. Preprints.ru. <https://doi.org/10.24108/preprints-3113413>. Available in English: Batanov-Gaukhman, M. (2025) Geometrized Vacuum Physics. Part XI: Gravity And Levitation. Avances en Ciencias e Ingeniería Vol. 15 nro 4 año 2024 Articulo 1. Publicada el agosto 7, 2025.<https://www.executivebs.org/publishing.cl/avances-en-ciencias-e-ingenieria-vol-15-nro-4-ano-2024-articulo-1/>, or [vixra:2504.0180](https://vixra.org/2504.0180).
- [14] М.С. Батанов-Гаухман (2025). Геометризированная физика вакуума. Часть 12: голые «галактики» – «частицы» темной материи? Preprints.ru, <https://doi.org/10.24108/preprints-3113692>. Available in English: Batanov-Gaukhman, M. (2025) Geometrized Vacuum Physics. Part 12: Naked "Galaxies" - "Particles" of Dark Matter? [vixra:2508.0158](https://vixra.org/2508.0158).
- [15] Batanov-Gaukhman, M. (2025). Geometrized vacuum physics. Part XIII: Connection with quantum mechanics. *Avances En Ciencia E Ingeniería*, 16(2), 21–57. <https://doi.org/10.65093/aci.v16.n2.2025.28>, or [vixra:2510.0084](https://vixra.org/2510.0084).
- [16] M. Batanov-Gaukhman (2024) Development of the Stochastic Interpretation of Quantum Mechanics by E. Nelson. Derivation of the Schrödinger-Euler-Poisson Equations. *Recent Progress in Materials* 2024; 6(2): 014; [10.21926/rpm.2402014](https://doi.org/10.21926/rpm.2402014), or [arXiv:2011.09901v10](https://arxiv.org/abs/2011.09901v10). Доступно на русском языке: Батанов-Гаухман М. С. (2024). Вывод уравнений Шредингера на основании объединения принципов наименьшего действия и максимума энтропии. PREPRINTS.RU. <https://doi.org/10.24108/preprints-3113016>.

- [17] Batanov-Gaukhman, M. (2025) Analog of a Compact Calabi-Yau Manifold Based on the Algebra of Signatures. Preprint, [viXra:2512.0115](https://arxiv.org/abs/2512.0115).
-