Chaos and Correlation
International Journal, November 23, 2013

О метрике виртуальных миров

On the metric of virtual worlds

А. П. Трунев (Toronto, Canada)

Alexander P. Trunev (Toronto, Canada)

Исследуется гипотеза о множественности виртуальных и параллельных миров. Предполагается, что в каждом виртуальном мире разумные существа достигают такой стадии развития, что могут сотворить виртуальный мир для моделирования истории собственного развития. В этом случае виртуальные миры являются вложенными друг в друга, что накладывает сильное ограничение на возможную геометрию пространства-времени.
Обсуждается проект геометрии виртуальных миров, последовательно отображаемых из одного мира в другой. Показано, что в этом случае метрика должна быть универсальной, зависящей только от фундаментальных констант. Даны примеры универсальных метрик, получаемых в теории гравитации Эйнштейна и в теории Янга-Миллса.
Ключевые слова: геометрия пространства-времени, виртуальные миры, параллельные миры, теория гравитации Эйнштейна, теория Янга-Миллса.

We investigate the hypothesis of a plurality of parallel and virtual worlds. It is assumed that sentient beings in each virtual world reach a stage of development that can create a virtual world to simulate the history of their own development. In this case, the virtual worlds are nested within each other, which put a severe restriction on the possible geometry of space-time.
Discussed the draft geometry virtual worlds consistently displayed from one world to another. It is shown that in this case, the metric should be universal, depending only on the fundamental constants. There are examples of universal metrics obtained in Einstein's theory of gravitation and Yang-Mills theory.
Keywords: space-time geometry, parallel worlds, virtual worlds, Yang-Mills theory, general relativity.

Введение

Гипотеза о существовании параллельных миров /1-2/ широко используется в теории струн, супергравитации, квантовых вычислений /3/ и в теории множества вселенных - мультиверса /4/. Параллельные миры считаются реальными и даже доступными для наблюдений. Однако реальность нашего мира ставится под сомнение, поскольку существует ряд указаний на то, что наш мир является симуляцией /5-7/.

В работах /8-9/ рассматривается вопрос о метрике параллельных и виртуальных миров. В отличии, например, от работ /2-3/ и других, параллельные пространства и переходы между ними моделируются по известным явлениям в ионосфере, в магнитосфере и Солнечной системе в рамках модифицированной теории Калуцы в 5-мерном пространстве /10-15/, что позволяет определить области пересечения местных параллельных миров. В настоящей работе исследуется гипотеза о виртуальных мирах, вложенных друг в друга.

Предполагается, что разумный существа в каждом мире создают устройство для моделирования собственной истории в форме сети компьютеров, используя доступный материал и законы физики своего мира. Эта гипотеза согласована, с одной стороны, с теорией параллельных миров /1-4/, а, с другой стороны, с буддистской космологией, но она накладывает сильное ограничение на возможную геометрию пространства-времени /9/. В этой связи предлагается новый принцип, согласно которому, метрика пространства-времени должна быть универсальной, зависящей только от фундаментальных констант.

Теория гравитации Эйнштейна /16-18/, широко используемая в современной космологии в связи с открытием ускоренного расширения Вселенной /19/, но отвергнутая самим Эйнштейном /18/, должна быть модифицирована в соответствии с этим принципом. Рассматривается возможная модификация уравнений Эйнштейна, такая, что все решения модифицированных уравнений Эйнштейна являются универсальными, зависящими только от фундаментальных констант.

Виртуальные миры

Параллельные миры можно рассматривать как виртуальные миры в смысле определений /5-6/. Если предположить, что разумные существа, обитающие в каждом мире, достигнув определенной стадии развития, создают компьютерную симуляцию собственной истории, то каждый виртуальный мир порождает следующий за ним виртуальный мир. Такие миры можно рассматривать и как параллельные миры, привязанные к одному центру гравитации.

Действительно, наиболее оптимальной будет такая организация пространства-времени, при которой каждый следующий мир включен в предыдущий. Включение достигается путем создания сети, охватывающий некоторую часть пространства, например, сферический слой. В организацию сети вовлекается материя, подчиняющаяся определенным законам физики, которая в виртуальном мире воспринимается как фундаментальная сила неизвестной природы. Эта сеть позволяет осуществлять численную симуляцию, в которой основную роль играют законы распространения информации в форме законов квантовой механики, генетики и тому подобное.

Таких вложенных друг в друга виртуальных миров может быть бесконечно много, хотя, например, в космологии буддизма наивысшим миром является область Сатурна, в которой обитают Высшие Боги /8-9/. Каждый виртуальный мир лишь частично является копией предыдущего, воспроизводя его в деталях, но не полностью. Это связано с ограничением, которое накладывается на каждую симуляцию в силу ограниченных ресурсов используемых компьютеров. В результате таких ограничений физические законы в каждой симуляции воспроизводятся не в полной мере, но с известными ограничениями, связанными с используемым масштабом решетки, на которой осуществляется симуляция фундаментальных процессов /5/.

В нашем мире наиболее выразительным следствием этих ограничений является максимальная энергия космических частиц, которые достигают нашей планеты — около 10^{21} эВ. Этот предел не связан с теоретическим пределом, возникающим как следствие квантовой гравитации, а определяется так называемым пределом Грейзена-Кузьмина-Зацепина /20-23/. Следовательно, основа нашего мира это решетка с характерным масштабом около 10^{-12} ферми /5/. Можно предположить, что каждый виртуальный мир характеризуется минимальным масштабом, который доступен для наблюдений его обитателями. Однако этот масштаб не имеет никакого отношения к реальной геометрии пространства-времени, которая сокрыта от наблюдателя многочисленными слоями виртуальных миров.

Возникает вопрос, где же в нашем мире проявляется геометрия реального пространства-времени, которая служит основой всех последующих виртуальных миров? Можно предположить, что Брахман - Создатель наших виртуальных миров, принадлежат некоторому реальному миру. В силу того, что Он создает первую симуляцию, Брахман обладает возможностью контролировать развитие всех последующих виртуальных миров посредством манифестации, как в форме сверхъестественных существ, так и в форме типичных обитателей данного мира. Он, таким образом, является первоисточником информации о геометрии реального пространства-времени.

Поскольку каждый последующий виртуальный мир служит целям моделирования реальной истории разумных существ, обитающих в собственном мире, то между мирами не может быть больших различий при их поверхностном восприятии. Действительно, люди не могут слишком сильно отличаться от существ, создавших наш виртуальный мир, а те существа, в свою очередь, не могут слишком сильно отличаться от породивших их существ. Отсюда следует, что разумные обитатели всех миров имеют некоторое сходство между собой, а соответствующие миры имеют сходные законы природы. Не исключено, однако, что при максимально допустимой тождественности отображений одного мира на другой, часть информации необратимо теряется из-за возникающих ошибок, обусловленных как неполнотой знаний, так и ограниченностью используемых ресурсов.

Так, если потери информации при отображении одного мира на другой составляют 1%, то 33 мир воспроизводится только на 71.77%, а если потери составляют 10%, то 33 мир воспроизводится только на 3.09%. Это накладывает сильное ограничение на модель исходной геометрии пространства-времени.

Во-первых, геометрия не должна быть чувствительной к малым возмущениям параметров. Во-вторых, сами эти параметры должны быть универсальными константами, определенными с высокой степенью точности. Следовательно, метрика виртуальных миров зависит только от фундаментальных констант, но не зависит, например, от случайного распределения масс в окружающем пространстве.

Это означает, что теория гравитации Эйнштейна /16-18/, связывающая геометрию пространства-времени с распределением масс во Вселенной, заведомо не может быть экстраполирована в соседние виртуальные миры в силу значительной потери информации при описании геометрии в рамках этой теории. Отметим, что в заключительный период жизни Эйнштейн пытался построить объединенную теорию гравитации и электромагнетизма в пяти измерениях, используя идеи Калуцы /11-14/. Такое расширение теории позволяет смоделировать гравитацию во всех параллельных мирах сразу, что, в свою очередь, позволяет избежать потери информации при отображении законов физики из одного виртуального пространства в другое.

Однако такой подход, при всей видимости его общности, имеет явный недостаток, заключающийся в том, что и в пяти измерениях распределение масс остается неизвестным параметром. Следовательно, истинная геометрия пространства-времени, объединяющая все параллельные и виртуальные миры, должна быть универсальной, не зависящей от случайных факторов.

Проект универсальной геометрии

Мы должны определить принципы, лежащие в основе геометрии пространства-времени виртуальных миров. Очевидно, что эти принципы, с одной стороны, могли бы включать в себя уже известные и зарекомендовавшие себя положения теории относительности /16-18/, а. с другой стороны, не должны их буквально повторять, так как геометрия виртуальных миров отличается от геометрии реального мира.

Эйнштейн /17/ так определил принципиальные положения теории относительности: «Теория, как мне кажется сегодня, покоится на трех основных положениях, которые ни в какой степени не зависят друг от друга. Ниже они будут коротко сформулированы, а в дальнейшем освещены с некоторых сторон.

а) Принцип относительности: законы природы являются лишь высказываниями о пространственно-временных совпадениях; поэтому они находят свое естественное выражение в общековариантных уравнениях.

б) Принцип эквивалентности: инерция и тяжесть тождественны; отсюда и из результатов специальной теории относительности неизбежно следует, что симметричный «фундаментальный тензор» ($g_{\mu\nu}$) определяет метрические свойства пространства,

движение тел по инерции в нем, а также и действие гравитации. Описываемое фундаментальным тензором состояние пространства мы будем обозначать как «G-поле».
в) Принцип Маха: G-поле полностью определено массами тел. Масса и энергия, согласно следствиям специальной теории относительности, представляют собой одно и то же; формально энергия описывается симметричным тензором энергии; это означает, что G-поле обусловливается и определяется тензором энергии материи».

Здесь первые два положения – принцип относительности и принцип эквивалентности, видимо, являются универсальными, тогда как принцип Маха, очевидно, не может быть непосредственно реализован в построении геометрии виртуальных миров. Действительно, если геометрия определяется массами тел, то чем тогда определяются сами массы? Этот вопрос в современной науке привел к открытию бозона Хиггса, от которого зависят массы всех других элементарных частиц. Механизм Хиггса, ведущий к возникновению массы, является весьма специфическим, поскольку связан со спонтанным нарушением симметрии /24-25/. Но симметрия это геометрическое свойство системы, поэтому принцип Маха в этом случае сводится к тавтологическому утверждению, что геометрия определяется геометрией. Другие механизмы генерации массы, основанные на результатах квантовой теории гравитации /26/, приводят к аналогичному выводу.

Поэтому следует изменить принцип Маха таким образом, чтобы он соответствовал физическому содержанию не только теории гравитации Эйнштейна, но и любой другой теории. Этот принцип мы сформулируем исходя не только из общих соображений или других физических принципов, но и из наблюдаемых фактов, связанных с физическими константами.

Уравнения гравитационного поля Эйнштейна имеют вид /16/:

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R = g_{\mu\nu}\Lambda + \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu} \tag{1}$$

Здесь $R_{\mu\nu}, g_{\mu\nu}, T_{\mu\nu}$ - тензор Риччи, метрический тензор и тензор энергии-импульса; Λ, G, c - космологическая постоянная Эйнштейна, гравитационная постоянная и скорость света соответственно. Как известно, Эйнштейн предложил в 1912-1955 гг. несколько альтернативных теорий гравитации, среди которых теория (1) получила всеобщее признание, особенно в последнее время в связи с открытием ускоренного расширения Вселенной /19/.

Множество споров вызывала космологическая постоянная, введенная Эйнштейном в 1917 г в работе /16/ для объяснения существования статической Вселенной. Однако в 1922 г Фридман получил решение, описывающие нестационарную Вселенную, на основе уравнений общей теории относительности, предложенных Эйнштейном в 1915 г, в которых $\Lambda = 0$. В 1929 г Хаббл экспериментально обнаружил разбегание галактик и сформулировал закон, связывающий расстояние до галактик с красным смещением. Эти результаты явились подтверждением модели Фридмана, после чего Эйнштейн опубликовал статью /18/, в которой написал, что «При этих обстоятельствах следует задать вопрос, можно ли описать опытные факты; не вводя Λ -член, явно неудовлетворительный с теоретической точки зрения».

В настоящее же время, учитывая многочисленные данные, свидетельствующие об ускоренном расширении Вселенной, следует признать, что Λ -член является вполне удовлетворительным и, более того, единственным разумным объяснением наблюдаемого эффекта. Однако происхождение этого эффекта относится к одной из самых больших загадок современной физики /27-30/. Действительно, это слагаемое могло бы возникнуть как следствие квантовых флуктуаций, но соответствующие оценки показывают, что существует огромное различие, составляющее 120 порядков между экспериментальной величиной Λ и предсказанием квантовой теории гравитации. Это различие можно несколько сократить, используя различные соображения /27/, но нельзя устранить.

Отмеченное огромное различие между фактами и теорией означает, что между геометрией микромира и геометрией в масштабе всей Вселенной нет никакой связи. Но тогда и принцип Маха, и следующее из него уравнение Эйнштейна (1) теряют свой смысл. Чтобы разрешить это противоречие, мы сформулируем новый принцип, который, как нам представляется, управляет геометрией миров.

Принцип максимальной определенности: *Метрика пространства-времени зависит только от таких фундаментальных констант, которые определяются с максимально возможной точностью.*

Отметим, что в современной физике к таким константам относятся скорость света, постоянная Планка, постоянная тонкой структуры, масса электрона, масса протона и некоторые другие величины. Гравитационная постоянная и космологическая постоянная Эйнштейна имеют сравнительно низкую точность определения, поэтому они, видимо, не входят в число констант, от которых зависит метрика пространства-времени. Так, например, значение гравитационной постоянной было принято в системе СИ в 2008 г $G = 6.67428(67) \cdot 10^{-11} N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}$, но уже в 2010 году предложено новое значение $G = 6.67384(80) \cdot 10^{-11} N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}$, которое было оспорено в том же 2010 году /31/. Еще хуже обстоит дело с измерением космологической постоянной Эйнштейна. Вызывает большое сомнение, что геометрия пространства-времени может зависеть от констант, которые не могут быть измерены с высокой точностью.

Модификация теории гравитации Эйнштейна

Чтобы сохранить основную идею определения метрики в теории гравитации Эйнштейна и при этом удовлетворить принципу максимальной определенности, мы предположим, что уравнение Эйнштейна (1) распадается на два независимых уравнения:

$$\begin{aligned} R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R + \kappa g_{\mu\nu} &= 0 \\ g_{\mu\nu} (\Lambda + \kappa) + \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu} &= 0 \end{aligned} \tag{2}$$

Здесь κ – некоторая функция, зависящая от фундаментальных констант доступных измерению с максимально возможной точностью. Отметим, что первым уравнением определяется метрика пространства-времени, а вторым уравнением задается распределение материи, которое соответствует этой метрике.

В модели (2) сохраняются все результаты, связанные с определением так называемых пространств Эйнштейна /32/, поскольку соответствующие метрики являются решением первого уравнения (2). Среди этих решений отметим метрику Шварцшильда /33/, которой определяется поле тяготения точечной массы в сферически-симметричном случае, а также метрику Фридмана — Леметра — Робертсона — Уокера (FLRW) /34/, описывающую расширение Вселенной в стандартной космологической модели.

При таком подходе отпадает необходимость строить гипотезы относительно распределения массы и энергии во Вселенной. Основой всех наблюдаемых феноменов является метрика, которой соответствует распределение массы и энергии, определяемое из второго уравнения (2). Метрика зависит только от фундаментальных констант, а распределение массы и энергии полностью определяется геометрией, что согласуется с механизмом возникновения массы и в стандартной модели, и в квантовой теории гравитации. Очевидно, что нет необходимости выводить этот механизм из каких-то других физических явлений, так как все эти явления уже отражены в метрике пространства-времени, которое является не только ареной всех событий, но и их причиной и следствием. Материя в модели (2) является пассивной компонентой, наличие которой не является обязательным. Это можно сравнить с течением подкрашенной воды, в котором краска является пассивной компонентой, позволяющей осуществлять визуализацию движения, но не влияющей на само движение.

Главное же достоинство модели (2) заключается в том, что метрика пространства-времени может быть описана с любой требуемой точностью, а поэтому может быть отражена в виртуальном мире без существенных искажений. Вопрос заключается в том, насколько подробной должна быть модель в каждом мире. Например, в нашем мире, видимо, существует минимальный масштаб, которым определяется предел Грейзена-Кузьмина-Зацепина и максимальная энергия частиц в космических лучах /20-23/. Но тогда среди решений уравнений модели (2) должна быть метрика, отражающая наличие периодической решетки, лежащей в основе нашего мира.

Такого типа метрика, описывающая решетку с двумя периодами функции Вейерштрасса, была получена в нашей работе /35/ на основе сферически-симметричных решений в теории Янга-Миллса /36/. Рассмотрим центрально-симметричную метрику вида

$$\begin{gathered}\Psi = \eta_{ij}\omega^i\omega^j = -dt^2 + e^{2\nu}dr^2 + d\theta^2 + \sigma^2(\theta)d\varphi^2 \\ \frac{d^2\sigma}{d\theta^2} = -\kappa\sigma \qquad (3) \\ \omega^1 = dt, \omega^2 = e^{\nu}dr, \omega^3 = d\theta, \omega^4 = \sigma d\varphi\end{gathered}$$

Здесь $\eta_{ij} = \eta^{ij}$ - метрический тензор пространства Минковского сигнатуры $(- + + +)$, $\kappa = const$ - гауссова кривизна квадратичной формы $d\theta^2 + \sigma^2(\theta)d\varphi^2$, Функция $\nu = \nu(r,t)$ определяется путем решения уравнений Янга-Миллса /36/. Среди всех решений уравнений Янга-Миллса, в случае метрики (3), есть такое, которое выражается через эллиптическую функцию Вейерштрасса. В этом случае уравнения модели приводятся к виду /35/:

$$\begin{gathered}A_{\tau\tau} = \frac{1}{2}(A^2 - \kappa^2), e^{\nu} = A_{\tau}, \quad \tau = t \pm r + \tau_0 \\ A = \sqrt[3]{12}\wp(\tau/\sqrt[3]{12}; g_2, g_3), \qquad (4) \\ b_{11} = -b_{22} = \frac{1}{3}A - \frac{\kappa}{6}, b_{33} = b_{44} = \frac{1}{6}A - \frac{\kappa}{3}, b_{12} = b_{21} = 0.\end{gathered}$$

Здесь обозначено: g_2, g_3 - инварианты функции Вейерштрасса, причем $g_2 = \kappa^2\sqrt[3]{12}$; τ_0 – свободный параметр, связанный с выбором начал координат; $b_{ij} + b_{ji} - 2(\eta^{ij}b_{ij})\eta_{ij} = T_{ij}$ - тензор энергии-импульса материи. Отметим, что в этих обозначениях уравнение Эйнштейна имеет вид

$$b_{ij} + b_{ji} + b\eta_{ij} = R_{ij} \qquad (5)$$

$b = \eta^{ij} b_{ij}$; R_{ij} - тензор Риччи.

На рис. 1 показаны сечения абсолютной величины метрического тензора в зависимости от координат, построенные на основе уравнений (3)-(4). Видно, что по мере роста абсолютной величины определителя пространство становится все более и более пустым, разделенным линией r = t. Для малой же величины определителя пространство представляется решеткой с периодом, зависящим от инвариантов функции Вейерштрасса.

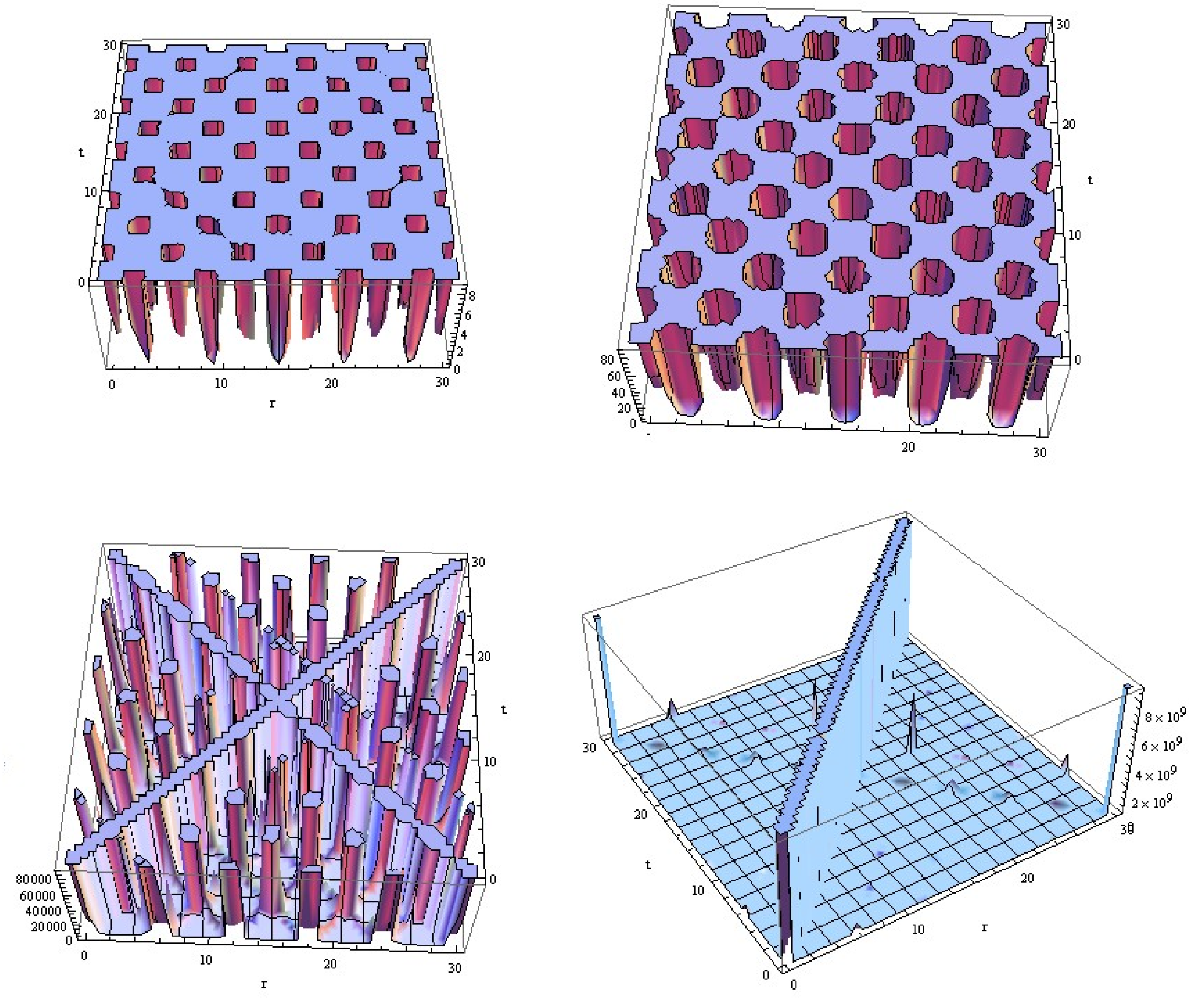

Рис. 1. Абсолютная величина определителя метрики (3)-(4) в теории Янга-Миллса /35-36/: с увеличением масштаба пространство становится как бы пустым, разделенным перегородкой r = t.

Интересно, что и среди решений уравнений Эйнштейна существует метрика, зависимость которой от координат и времени определяется функций Вейерштрасса. Эта метрика была получена в 1934 году как решение уравнений Эйнштейна для пустого пространства французским математиком Jean Delsarte - одним из основателей группы Bourbaki /32, 37/:

$$ds^2 = \frac{du^2 - dv^2 + \wp\,'(u;g_2,g_3)^2\,dy^2 + \wp\,'(v;g_2,g_3)^2\,dz^2}{(\wp\,(u;g_2,g_3) - \wp\,(v;g_2,g_3))^2} \tag{6}$$

На рис. 2 представлены сечения модуля определителя метрического тензора (6) в четырех масштабах. Из этих данных следует, что по мере роста абсолютной величины определителя, пространство становится все более пустым, как бы плоским, разделенным перегородкой u=v, что соответствует световому конусу x = t.

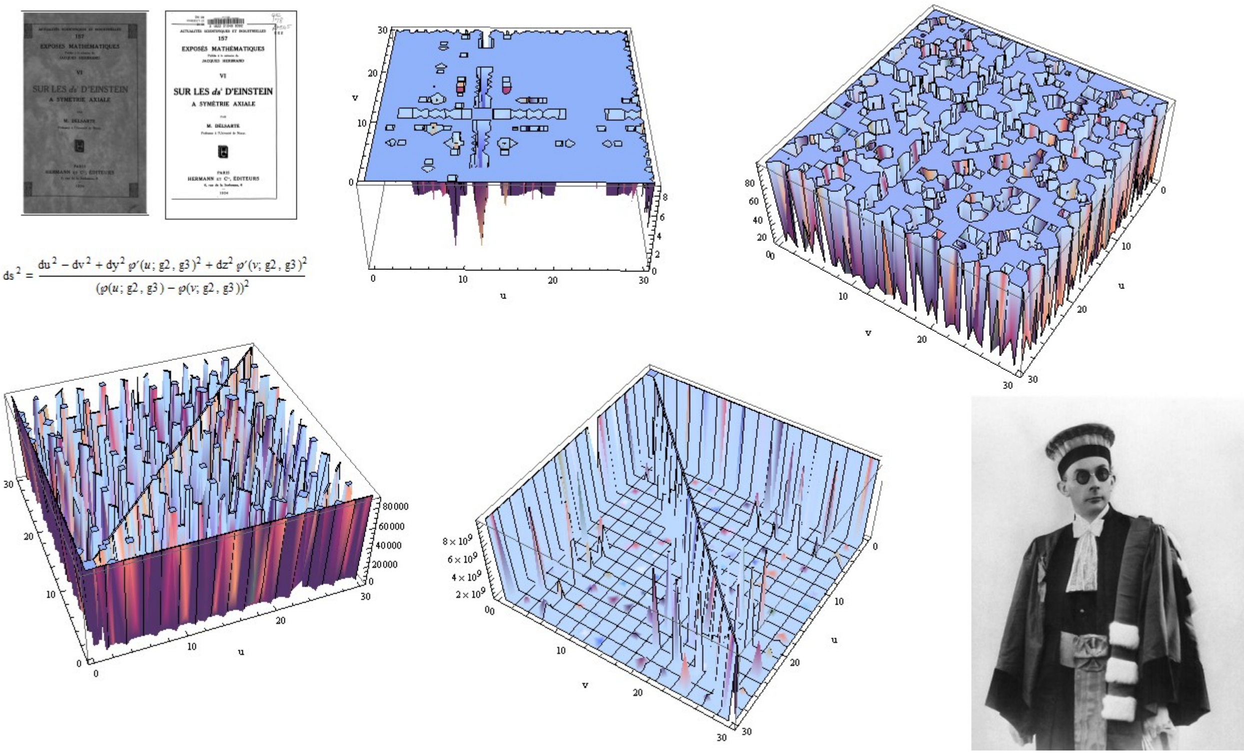

Рис. 2. Абсолютная величина определителя метрического тензора в теории Эйнштейна: по мере роста абсолютной величины определителя в метрике Delsarte (6) пространство представляется все более пустым, разделенным линией u = v, что соответствует световому конусу x = t. В нижнем правом углу - фотография Jean Delsarte; в верхнем левом углу - обложки печатных работ /37/, в которых была выведена метрика решетки (6).

Следовательно, теория Эйнштейна и теория Янга-Миллса приводят к одинаковому представлению о структуре пространства-времени, согласно которому в одном масштабе пространство является решеткой, а в другом масштабе оно выглядит как плоское пространство с перегородкой в форме светового конуса. Параметры решетки связаны с фундаментальными константами, как это следует из уравнений (2). Однако установление этих связей выходит за рамки настоящей работы.

Библиографический список

1. Parallel worlds galore// Nature, Vol. 448, Issue no. 7149, 5 July 2007. http://www.nature.com/nature/journal/v448/n7149/index.html
2. Hugh Everett, III. The Many-Worlds Interpretation of Quantum Mechanics. THE THEORY OF THE UNIVERSAL WAVEFUNCTION. Thesis, Princeton University, (1956, 1973), pp 1-140, http://www.pbs.org/wgbh/nova/manyworlds/pdf/dissertation.pdf
3. David Deutsch. The Fabric of Reality: The Science of Parallel Universes and Its Implications. London: Penguin, 1997.
4. А.К. Гуц. Теоретико-топосная модель мультиверса Дойча// Математические структуры и моделирование. 2001. Вып.8. С.76-90. http://cmm.univer.omsk.su/sbornik/sborn8.html
5. Silas R. Beane, Zohreh Davoudi, Martin J. Savage. Constraints on the Universe as a Numerical Simulation//arXiv:1210.1847v2, http://arxiv.org/abs/1210.1847
6. N. Bostrom. ARE YOU LIVING IN A COMPUTER SIMULATION?//Philosophical Quarterly, Vol 53, No 211, 243 (2003)
7. Natalie Wolchover. Is Nature Unnatural?//Quanta Magazine, May 24, 2013, https://www.simonsfoundation.org/quanta/20130524-is-nature-unnatural/
8. Трунев А.П. О метрике параллельных миров// Chaos and Correlation, August 31, 2011. http://chaosandcorrelation.org/Chaos/CR_8_2011.pdf
9. Трунев А.П. О метрике параллельных и виртуальных миров// Chaos and Correlation, October 31, 2013. http://chaosandcorrelation.org/Chaos/CR_2_10_2013.pdf
10. Ю. Б. Румер. Исследования по 5-оптике. – М., Гостехиздат,1956. 152 с.
11. Einstein A. Zu Kaluzas Theorie des Zusammenhangs von Gravitation und Elektrizitat. Sitzungsber. preuss. Akad. Wiss., phys.-math. Kl., 1927, 23—25; Альберт Эйнштейн. Собрание научных трудов. Т. 2. – М., Наука, 1966, с. 83.
12. Einstein A. On Five-dimensional Representation of Gravitation and Electricity (With V. Bargmann and P. Bergmann). Theodore von Karman Anniversary Volume, Pasadena, Calif. Inst. Technol., 1941, 212—225; Альберт Эйнштейн. Собрание научных трудов. Т. 2. – М., Наука, 1966, с. 543.
13. Einstein A., Pau1i W.— Ann of Phys., 1943, v. 44, p. 131; Альберт Эйнштейн. Собрание научных трудов. Т. 2. – М., Наука, 1966, с. 560.
14. V. Dzhunushaliev, D. Singleton. Experimental test for extra dimensions in Kaluza-Klein gravity//arXiv:gr-qc/9905104 http://arxiv.org/PS_cache/gr-qc/pdf/9905/9905104v2.pdf
15. Трунев А.П. Фундаментальные взаимодействия в теории Калуцы-Клейна// Научный журнал КубГАУ, 2011. – №07(071). С. 502 – 527. – http://ej.kubagro.ru/2011/07/pdf/39.pdf; Ядерные оболочки и периодический закон Д.И. Менделеева// Научный журнал КубГАУ, 2012. – №05(079). С. 414 – 439. – http://ej.kubagro.ru/2012/05/pdf/29.pdf
16. Einstein A. Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativitdtstheorie. Sitzungsber. preuss. Akad. Wiss., 1917, 1, 142—152; Альберт Эйнштейн. Собрание научных трудов. Т. 1. – М., Наука, 1965, с. 601.
17. Einstein A. Prinzipielles zur allgemeinen Relativitdtstheorie. Ann. Phys., 1918, 55, 241—244; Альберт Эйнштейн. Собрание научных трудов. Т. 1. – М., Наука, 1965, с. 613.

18. Einstein A. Zum kosmologischen Problem der allgemeinen Relativitatstheorie. Sitzungsber. preuss. Akad. Wiss., phys.-math. Kl., 1931, 235—237; Альберт Эйнштейн. Собрание научных трудов. Т. 2. – М., Наука, 1966, с. 349.
19. Adam G. Riess *et all*. Observational Evidence from Supernovae for an Accelerating Universe and Cosmological Constant// arXiv: astro-ph/ 9805201, 15 May, 1998.
20. K. Greizen// Phys.Rev.Lett., 16, 748, 1966.
21. G. Zatsepin and V. Kuzmin// JETP Lett., 4,78, 1966.
22. J. Abraham et al. (Pierre Auger Collaboration), Phys.Lett., B685, 239 (2010), arXiv:1002.1975 [astro-ph.HE].
23. P. Sokolsky et al. (HiRes Collaboration), PoS, ICHEP2010, 444 (2010), arXiv:1010.2690 [astro-ph.HE]
24. P. W. Higgs. Broken symmetries, massless particles and gauge fields // Phys. Lett.. — 1964. — Vol. 12. — P. 132—133.
25. P. W. Higgs. Broken Symmetries and the Masses of Gauge Bosons // Phys. Rev. Lett.. — 1964. — Vol. 13. — P. 508—509.
26. Sundance O. Bilson-Thompson, Fotini Markopoulou, Lee Smolin. Quantum gravity and the standard model// arXiv:hep-th/0603022v2
27. Zeldovich, Y. B. The Cosmological Constant and the Theory of Elementary Particles// Soviet Physics Uspekhi vol. 11, 381-393, 1968.
28. F. J. Amaral Vieira. Conceptual Problems in Cosmology//arXiv:1110.5634v1 [physics.hist-ph] 25 Oct 2011
29. S.E. Rugh and H. Zinkernagel. The Quantum Vacuum and the Cosmological Constant Problem//Studies in History and Philosophy of Modern Physics, 33(4), 2002.
30. C.P. Burgess. The Cosmological Constant Problem: Why it's hard to get Dark Energy from Micro-physics//arXiv:1309.4133v1 [hep-th] 16 Sep 2013
31. Harold V. Parks, James E. Faller. A Simple Pendulum Determination of the Gravitational Constant//arXiv:1008.3203, 19 Aug 2010.
32. A.Z. Petrov. New methods in general relativity. - Moscow: Nauka, 1966.
33. K. Schwarzschild. Uber das Gravitations-feld eines Massenpunktes nach der Einsteinschen Theorie// Sitzungsberichte der K¨oniglich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Phys.-Math. Klasse, 189–196 (1916); On the Gravitational Field of a Mass Point according to Einstein's Theory//arXiv:physics/9905030v1 [physics.hist-ph] 12 May 1999.
34. George F R Ellis, Henk van Elst. Cosmological models (Cargèse lectures 1998)// http://arxiv.org/pdf/gr-qc/9812046v5.pdf
35. Трунев А.П. Моделирование метрики адронов на основе уравнений Янга-Миллса // Научный журнал КубГАУ, 2012. – №10(084). С. 874 – 887. http://ej.kubagro.ru/2012/10/pdf/68.pdf
36. Krivonosov LN, Luk'yanov VA. The Full Decision of Young-Mills Equations for the Central-Symmetric Metrics / / Journal of Siberian Federal University, Mathematics & Physics, 2011, 4 (3), 350-362 (in Russian).
37. Delsarte J. Sur les ds^2 d'Einstein a symetrie axiale. - Paris, 1934; Delsarte J. Sur les ds^2 binaires et le probleme d'Einstein, Journ Math. Pures Appl. 13, 19, 1934.