

Sergey D. KHAYTUN,
Cand. Sci. (Physics and Mathematics), independent
researcher, Moscow, Russia,
haitunsd@mail.ru



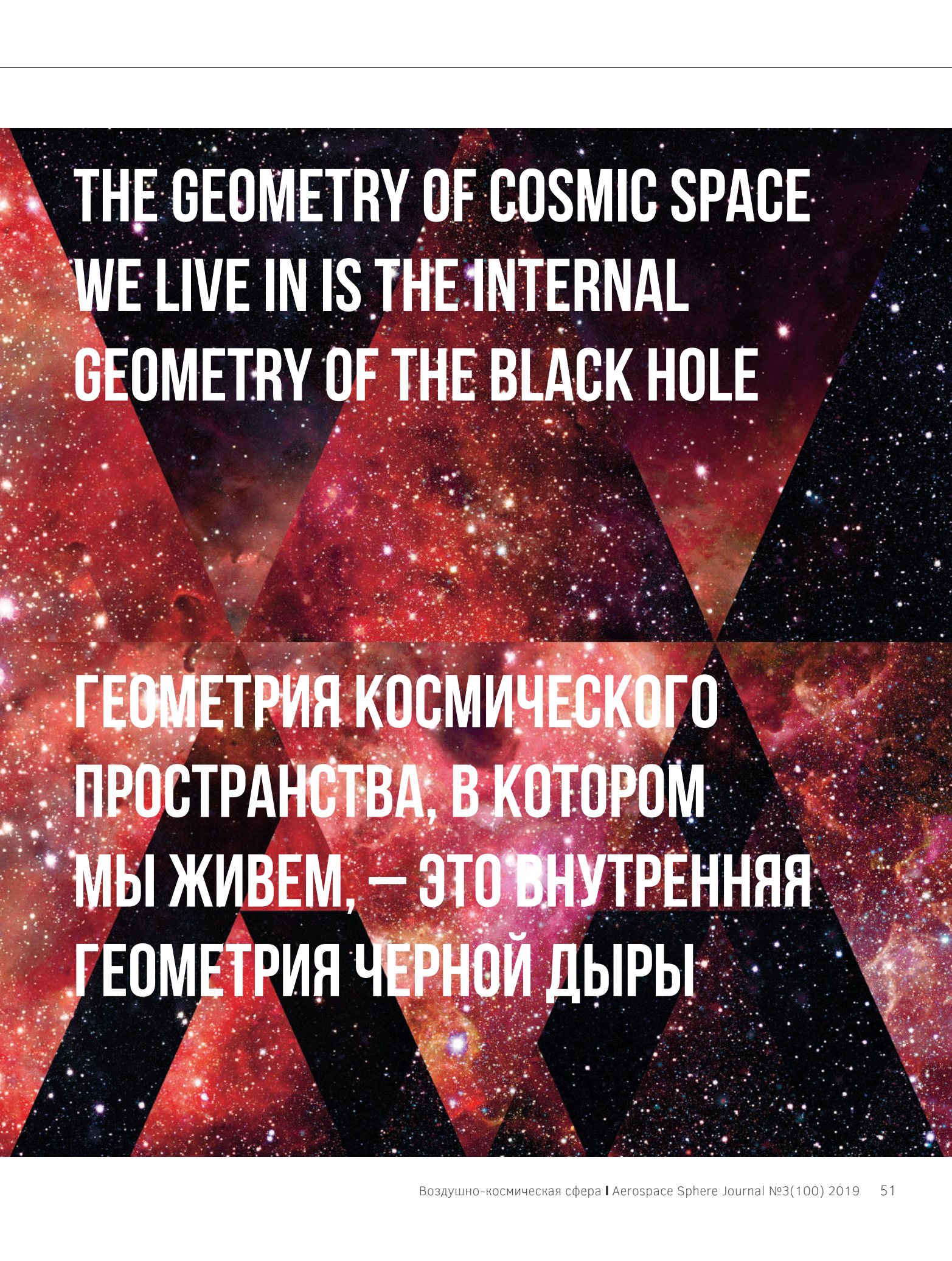
Сергей Давыдович ХАЙТУН,
кандидат физико-математических наук,
независимый исследователь, Москва, Россия,
haitunsd@mail.ru

ABSTRACT | Normal activity in space requires knowing its geometry. Over the past quarter-century crucial adjustments to this area of knowledge have been made by virtue of astronomical observations. Firstly, space macrosystems comparable with the radius of the entire observable world in size were discovered, which made the fractality of the Universe hypothesis more feasible than that of its (macro) homogeneity. If the Universe is not only fractal, but infinite as well, then its global density is zero, and it is not the Universe but only our Metagalaxy which experiences cosmic expansion. In this case, the absence of a centre and gradients in cosmic expansion means that our Metagalaxy is a black hole. Secondly, the acceleration of cosmic expansion at distances of 5–6 billion light years away from Earth was discovered, which may mean that our Metagalaxy began to open 5–6 billion years ago while expanding. That's why the geometry of space outside the sphere with a radius of 5–6 billion light years is no longer the geometry of a black hole. If the Earth is not in the center of our Metagalaxy, then cosmic acceleration should have spherical asymmetry observed.

Keywords: *space geometry, apparent horizon, cosmic expansion, cosmic acceleration, cosmic expansion centre, cosmic expansion gradients, black hole, the inner geometry of a black hole, the cosmic acceleration spherical asymmetry*

АННОТАЦИЯ | Для нормальной работы в космическом пространстве мы должны знать его геометрию. За последнюю четверть века астрономические наблюдения внесли в эту область знания решающие коррективы. Во-первых, были обнаружены космические макросистемы, размерами сравнимые с радиусом всего наблюдаемого мира, что сделало гипотезу о фрактальности Вселенной более правдоподобной, чем гипотеза о ее (макро)однородности. Если же Вселенная не только фрактальна, но и бесконечна, то ее глобальная плотность равна нулю, и тогда космическое расширение переживает не Вселенная, но только наша Метагалактика. В этом случае отсутствие у космического расширения центра и градиентов означает, что наша Метагалактика является черной дырой. Во-вторых, было открыто ускорение космического расширения на расстояниях от Земли 5–6 млрд св. лет и более, которое может означать, что, расширяясь, наша Метагалактика 5–6 млрд лет назад начала размыкаться, поэтому геометрия пространства за пределами сферы радиусом 5–6 млрд св. лет перестает быть геометрией черной дыры. Если же Земля не находится в центре нашей Метагалактики, то в космическом ускорении должна наблюдаться сферическая асимметрия.

Ключевые слова: *геометрия космического пространства, горизонт видимости, космическое расширение, космическое ускорение, центр космического расширения, градиенты космического расширения, черная дыра, внутренняя геометрия черной дыры, сферическая асимметрия космического ускорения*

The background of the entire page is a deep space image featuring a vibrant red and orange nebula, possibly the Helix or Ring Nebula, set against a black field filled with numerous white stars. Overlaid on this cosmic scene are large, dark, semi-transparent geometric shapes, specifically triangles, that create a complex, layered pattern. The text is centered and rendered in a bold, white, sans-serif font.

**THE GEOMETRY OF COSMIC SPACE
WE LIVE IN IS THE INTERNAL
GEOMETRY OF THE BLACK HOLE**

**ГЕОМЕТРИЯ КОСМИЧЕСКОГО
ПРОСТРАНСТВА, В КОТОРОМ
МЫ ЖИВЕМ, — ЭТО ВНУТРЕННЯЯ
ГЕОМЕТРИЯ ЧЕРНОЙ ДЫРЫ**

ВВЕДЕНИЕ

После обнаружения на рубеже 1920–30-х годов космического расширения стало понятно, что наблюдаемый мир ограничен для нас горизонтом видимости радиусом около 13,8 млрд св. лет: так как никакой сигнал не может распространяться быстрее света, а расширение началось около 13,8 млрд лет назад, то события, происходящие вне этой сферы, в принципе не могут нами наблюдаться.

Весь не ограниченный горизонтом видимости материальный мир называют Вселенной, включая в нее все сущее, сферический же участок Вселенной, находящийся в пределах горизонта видимости, обычно называют наблюдаемым миром, а иногда — нашей Метагалактикой. Мы тоже будем иногда называть наблюдаемый мир нашей Метагалактикой, хотя это и не вполне корректно.

В самом деле, опустимся с иерархического уровня метagalactic на иерархический уровень галактик. Наша Галактика (Млечный Путь) — одна из сонма рассеянных в нашей Метагалактике. И мы знаем, что, имея достаточно компактную структуру (в том смысле, что она отделена от других галактик расстояниями, многократно превышающими ее собственные размеры), наша Галактика имеет несферическую форму. Несферическими являются и многие другие галактики, хотя и не все. Отсюда напрашивается вывод, что и наша Метагалактика, то есть относительно компактная космическая макроструктура, отделенная от других метagalactic расстояниями, многократно превышающими ее собственные размеры, может иметь несферическую форму.

Более того, ниоткуда не следует, что размеры нашей Метагалактики хотя бы грубо совпадают с размерами наблюдаемого мира, потому что радиус горизонта видимости определяется не законами формирования компактных космических макроструктур, а совсем другим — временем, прошедшим после начала расширения нашей Метагалактики. Размеры нашей Метагалактики могут существенно превышать размеры наблюдаемого мира.

Подчеркнем, что у космологии, изучающей всю Вселенную, полностью отсутствует эмпирическая база, почему все наши утверждения о ней — это гипотезы. Если же космологи то и дело уверенно говорят о Большом взрыве Вселенной, расширении Вселенной, прошлом и будущем Вселенной и так далее, то это только потому, что неявно они опираются на гипотезу о (макро)однородности Вселенной: для такой Вселенной часть (наблюдаемый мир) и в самом деле подобна целому (Вселенной). Если, однако, Вселенная фрактальна, то ее

часть может существенно отличаться от целого, что будет означать крушение привычной для нас космологической картины мира. Именно это происходит сегодня на наших глазах.


КРУШЕНИЕ ГИПОТЕЗЫ ОБ ОДНОРОДНОСТИ ВСЕЛЕННОЙ И ВЫДВИЖЕНИЕ НА ПЕРВЫЙ ПЛАН ГИПОТЕЗЫ О ЕЕ ФРАКТАЛЬНОСТИ

Гипотеза об однородности Вселенной возникла закономерно и корректно как простейшая из гипотез о Вселенной (принцип экономии сущностей). Однако она сразу же вступила в противоречие с наблюдательными данными, говорящими об иерархическом устройстве космического мира вокруг нас (звезды — скопления звезд — галактики — скопления галактик и т. д.). Руководимые здоровым консерватизмом, космологи принялись спасать эту гипотезу, преобразовав ее в гипотезу о макрооднородности Вселенной, согласно которой Вселенная неоднородна на небольших масштабах и однородна на больших — на расстояниях порядка или более 300 млн св. лет.

Интерес к кластеризации галактик резко возрос у космологов после выхода в свет в 1975 году первой книги Бенуа Мандельброта о фракталах [1]. Еще более он был разогрет открытием на рубеже 1970–1980-х годов эстонской [2, 3] и американской [4, 5] группами исследователей ячеистых структур в пространственном распределении галактик с расстоянием между стенками ячеек около 390 млн св. лет и толщиной стенок около 12 млн св. лет (заметим, что ячеистое устройство возникает и в других областях природы, что свидетельствует об общности фрактальных явлений; можно напомнить, например, о ячейках Бенара, возникающих в подогреваемом снизу слое жидкости при достаточно большом градиенте температуры [6]).

После этого космологи взялись за проблему всерьез, направив свои усилия на возможно более точное установление верхнего порога масштабов, за которым неоднородное распределение галактик становится однородным. Это потребовало составления трехмерных карт распределения галактик на возможно большую глубину и с возможно более широким обзором неба.

Перелом в этих исследованиях произошел в последние 10–15 лет, особенно резкий — буквально в последние несколько лет, когда были откры-



Ниоткуда не следует, что размеры нашей Метагалактики хотя бы грубо совпадают с размерами наблюдаемого мира, потому что радиус горизонта видимости определяется не законами формирования компактных космических макроструктур, а совсем другим — временем, прошедшим после начала расширения нашей Метагалактики.

ты гигантские космические структуры, которые представляют собой скопления галактик и квазаров (светящихся ядер галактик) и размеры которых вполне сравнимы с радиусом горизонта видимости (13,8 млрд св. лет). Мы укажем здесь пять таких объектов с их размерами и расстояниями от Земли:

- Великая стена CfA2 (1989) [7]; 500–750 млн св. лет; расстояние от Земли 300–550 млн св. лет;
- Великая стена Слоуна (2003), около 1,38 млрд св. лет; расстояние от Земли около 1,2 млрд св. лет;
- Громадная группа квазаров (2012), около 4 млрд св. лет; расстояние от Земли около 9 млрд св. лет;
- Великая стена Геркулес — Северная Корона (2014), более 10 млрд св. лет; расстояние от Земли около 10 млрд св. лет;
- Гигантская кольцообразная структура (2015), около 5 млрд св. лет; расстояние от Земли около 7 млрд св. лет.

После открытия этих структур тезис о неоднородности всего наблюдаемого мира (радиусом 13,8 млрд св. лет) приобретает статус подтвержденного эмпирического факта.

Подчеркнем, что космические структуры распределены в наблюдаемом мире не только неоднородно, но и фрактально. Это означает, во-первых, что

они имеют иерархический характер (звезды — скопления звезд — галактики — скопления галактик). И это означает, во-вторых, что плотность космических структур быстро падает с их размерами (плотность Солнца равна $1,416 \text{ г/см}^3$, нашей Галактики — около 10^{-24} г/см^3 , всего наблюдаемого мира — около 10^{-31} г/см^3), подчиняясь эмпирическому закону Карпентера [12]: плотность сферического участка космической структуры пропорциональна его радиусу R в степени $(D - 3)$. Величину D , приблизительно равную здесь 1,23, называют фрактальной размерностью.

Закон Карпентера обеспечивается особым устройством космических структур: расстояния между звездами много больше размеров звезд, расстояния между скоплениями звезд много больше размеров этих скоплений, расстояния между галактиками много больше размеров галактик и т. д.

Таким образом, тезис о фрактальности всего наблюдаемого мира также приобретает на наших глазах статус подтвержденного эмпирического факта. Экстраполируя его на Вселенную, заключаем, что гипотеза о фрактальности Вселенной становится сегодня более правдоподобной, чем гипотеза о ее (макро)однородности.

УСТРОЙСТВО ФРАКТАЛЬНОЙ ВСЕЛЕННОЙ

Принимая на вооружение гипотезу о фрактальности Вселенной, мы считаем ее (Вселенную) еще и бесконечной, делая это по двум причинам. Во-первых, для фрактальной Вселенной это предположение — простейшее из возможных (мы снова ориентируемся на принцип экономии сущностей). Во-вторых, как известно, Альберт Эйнштейн выдвинул в 1917 году модель замкнутой Вселенной, чтобы избавиться от гравитационной неустойчивости бесконечной Вселенной с отличной от нуля средней плотностью (после открытия космического расширения Эйнштейн отказался от этой модели, однако она продолжает обсуждаться в космологической литературе). Между тем для фрактальной бесконечной Вселенной проблема гравитационной неустойчивости не существует, так как ее глобальная плотность равна нулю: устремляя в законе Карпентера радиус к бесконечности, получаем для плотности нулевое значение.

Эйнштейн писал в 1945 году, что отличная от нуля глобальная плотность Вселенной — это только «подсказываемая опытом гипотеза» [13]. Нулевая глобальная плотность Вселенной — это тоже «подсказываемая опытом» гипотеза, только ставшая сегодня более правдоподобной. Имея же нулевую глобальную плотность, фрактальная Вселенная не может глобально расширяться или сжиматься.

Фрактальная Вселенная стационарна глобально, но не локально. Составляющие ее макросистемы конечных размеров (метагалактики и др.) могут расширяться и сжиматься как угодно, однако из-за глобальной стационарности фрактальной Вселенной все составляющие ее космические системы не могут расширяться или сжиматься одновременно. Это значит, что если Вселенная фрактальна, то она не переживала Большого взрыва, будучи глобально стационарной и вечной. Гипотеза о фрактальности Вселенной десакрализует космологию, снимая проблему возникновения Вселенной. Наблюдаемое нами космическое расширение является результатом Большого взрыва не Вселенной, но только нашей Метагалактики.

Обсуждая прошлое нашей Метагалактики, можно опираться на идею «отскока», высказанную в космологической литературе в отношении Вселенной. Судя по всему, в прошлом произошло сжатие нашей Метагалактики «до упора», заданного известными и неизвестными нам негравитационными механизмами возникновения внутреннего давления, остановившего гравитационный коллапс и обратившего его вспять.

ЗАГАДКА БОЛЬШОГО ВЗРЫВА

Как известно, когда взрывается тело конечных размеров, будь то сверхновая звезда, ядерная бомба или тротильный заряд, то такой взрыв имеет центр и градиенты расширения (давления, плотности, температуры). Ничего подобного при расширении нашей Метагалактики не наблюдается: все галактики разбегаются не от какого-то центра, а друг от друга безо всяких перепадов давления и прочего, так что все точки наблюдаемого мира в этом отношении равноправны.

Далее мы увидим, что в предположении справедливости гипотезы о фрактальности Вселенной эта загадка может быть разрешена единственным образом: отсутствие у нашей Метагалактики центра и градиентов расширения является свидетельством того, что она замкнута, являясь черной дырой.

ПЛОТНОСТЬ НАБЛЮДАЕМОГО МИРА ПОДОЗРИТЕЛЬНО БЛИЗКА К КРИТИЧЕСКОЙ

Черная дыра — это масса M , находящаяся внутри *сферы Шварцшильда*, радиус которой называется *гравитационным радиусом*, или *радиусом Шварцшильда*:

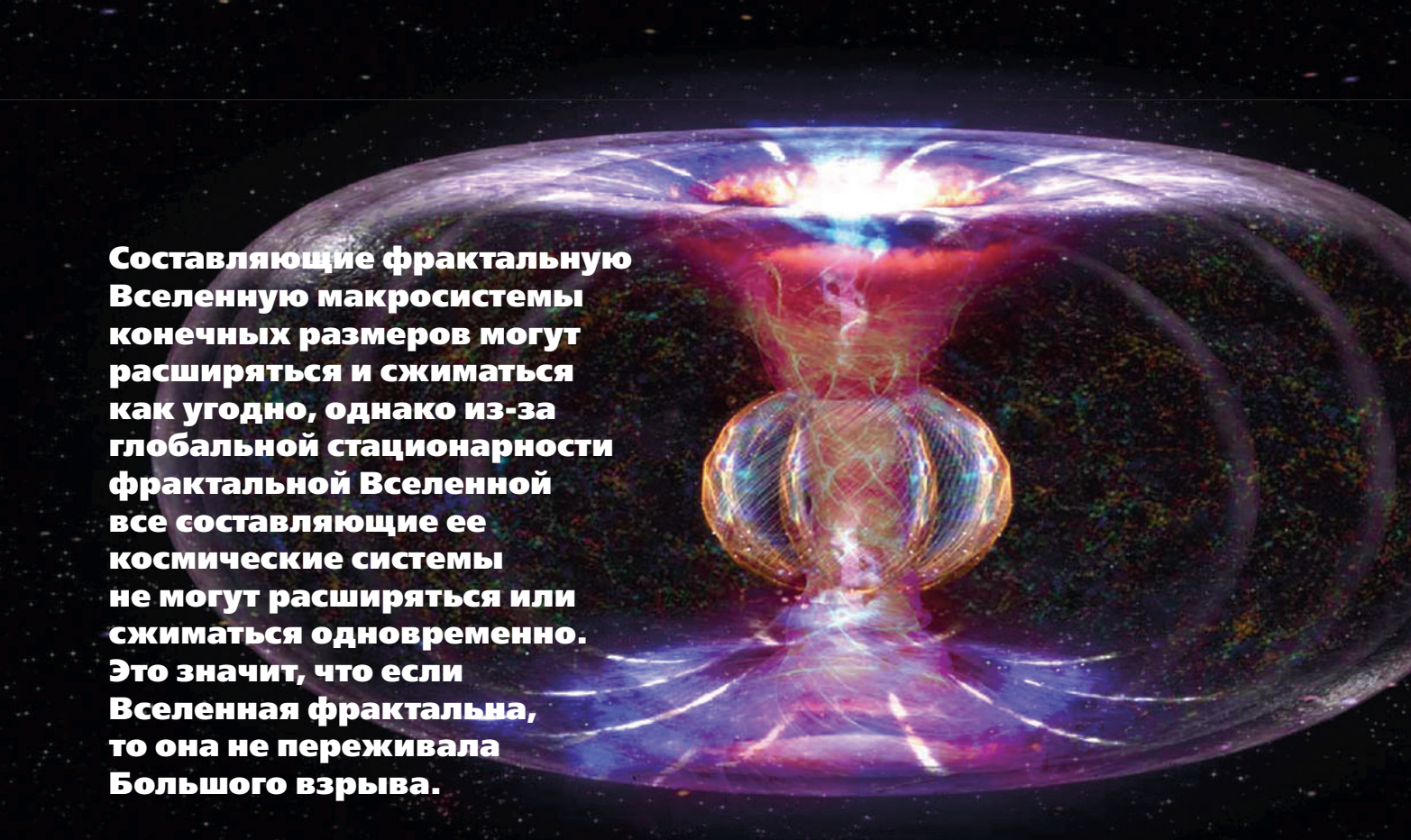
$$R < R_g = \frac{2GM}{c^2}, \quad (1)$$

где M — масса тела, G — гравитационная постоянная, c — скорость света). Условие (1) говорит, насколько мало должно быть тело *данной массы*, чтобы быть черной дырой. Перепишем его в виде

$$\rho < \rho_{кр} = \frac{3c^2}{8\pi GR^2}. \quad (2)$$

Это условие обратно условию (1), говоря о том, как велика должна быть плотность тела *данного радиуса*, чтобы оно было черной дырой. Мы видим, что критическая плотность гравитирующей массы, при которой она становится черной дырой, падает пропорционально квадрату ее радиуса. Таким образом, очень большие космические системы могут оказаться замкнутыми, будучи очень разреженными.

В литературе встречаются разные значения критической и реальной плотностей наблюдаемого мира, однако все они говорят, что его реальная плотность близка к критической, будучи немного меньше ее [14, 15]. Обсуждая этот факт, космологи говорят о нем как о проблеме пло-



Составляющие фрактальную Вселенную макросистемы конечных размеров могут расширяться и сжиматься как угодно, однако из-за глобальной стационарности фрактальной Вселенной все составляющие ее космические системы не могут расширяться или сжиматься одновременно. Это значит, что если Вселенная фрактальна, то она не переживала Большого взрыва.

скости *Вселенной*. Применительно к нашей Метагалактике этот факт говорит другое — что средняя плотность *наблюдаемого мира* странным образом близка к той, какую он имел бы, будучи замкнутым в черную дыру, но немного меньше ее (критической плотности). Далее сыграют оба пункта — и то, что близка, и то, что немного меньше.

НАША МЕТАГАЛАКТИКА — ЧЕРНАЯ ДЫРА

Высказывания астрофизиков о внутренней геометрии черных дыр противоречивы. С одной стороны, они утверждают, что постичь внутреннее устройство этих объектов трудно или вообще невозможно [16, 17, 18]. С другой стороны, они высказывают на этот счет вполне конкретные соображения:

- в центре черных дыр находится гравитационная сингулярность, в которой пространство-время обладает весьма странными свойствами, а вне ее внутри черной дыры — пустота [19, 20];
- все, попавшее внутрь черной дыры, не удержи-мо падает в сингулярность, разрушаясь по дороге чудовищными градиентами гравитации [21, 22].

Я утверждаю, и это центральный пункт настоящей статьи, что черные дыры устроены совсем

не так, как полагают астрофизики, но так, как устроена наша Метагалактика.

В самом деле, нет оснований полагать, что внутренняя геометрия замкнутых космических систем конечного размера (черных дыр) сколько-нибудь существенно отличается от геометрии Вселенной в предположении ее замкнутости. Между тем, о геометрии замкнутой Вселенной, введенной в космологию, напомним, Эйнштейном еще в 1917 году, разработаны достаточно определенные представления. Ее пространство, будучи конечным по объему, безгранично, так что луч света, движущийся в ней в заданном направлении, описав огромный круг, возвращается сзади в исходную точку. Из-за безграничности представляющего перед наблюдателем пространства он не только не обнаружит в замкнутой Вселенной выделенного центра, но и все ее точки окажутся равноправными [23, 24].

Обычному человеку трудно представить себе замкнутое трехмерное пространство. Трудно это дается и профессиональным космологам: «Наглядно представить себе замкнутую Вселенную невозможно» [25]. Чтобы облегчить себе жизнь, космологи часто используют аналогию трехмерного замкнутого безграничного пространства с двумерной поверхностью трехмерной сферы — в обоих случаях пространство конечно по объему (по площади), но не имеет границ [26, 27].

Чтобы лучше представить себе внутреннюю геометрию черной дыры, прибегнем к этой аналогии и мы, приложив ее к нашей Метагалактике. Поместим на поверхность расширяющейся трехмерной сферы двумерный газ взаимодействующих точек, имитирующий трехмерный «газ» звезд и галактик. Если эти взаимодействия удачно имитируют реальные, то подобно тому, что мы видим в наблюдаемом мире, точки на нашей сфере будут образовывать фрактальные структуры. Из-за симметрии задачи газ на двумерной сферической поверхности не будет иметь выделенных точек и направлений, оставаясь изотропным в каждой точке. По мере расширения сферы плотность газа на ее поверхности уменьшается, точки разбегаются, не имея центра и градиентов расширения. *Все это, только в трехмерном пространстве, мы и наблюдаем в нашей Метагалактике.*

Таким образом, если справедлива гипотеза о фрактальности и бесконечности Вселенной, то наша Метагалактика — это черная дыра, а высказывания астрофизиков о внутреннем устройстве черных дыр несостоятельны. Все мы имеем достаточно ясные представления о внутреннем устройстве черных дыр, так как живем внутри одной из них. Главное для внутренней геометрии черных дыр: *у их содержимого отсутствуют центр и градиенты расширения/сжатия.*

НАША МЕТАГАЛАКТИКА — РАСКРЫВАЮЩАЯСЯ ЧЕРНАЯ ДЫРА

В принципе наша Метагалактика может перестать быть черной дырой, выйдя в процессе своего расширения за пределы сферы Шварцшильда. Похоже, именно это и происходит в настоящее время; именно поэтому реальная плотность наблюдаемого мира близка к критической, но немного меньше ее. Так может быть истолковано открытое в 1998–1999 годах ускорение космического расширения, а именно: две большие интернациональные группы исследователей — одна под руководством Адама Рисса (Райеса) и Брайана Шмидта [28] и другая под руководством Сола Перлмуттера [29] — установили, что космическое расширение происходит с ускорением, начавшимся около 5–6 млрд лет назад и заметным, соответственно, на расстояниях от Земли 5–6 млрд св. лет и более.

В 2011 году руководителей проектов наградили Нобелевской премией «за открытие ускоренного расширения Вселенной посредством наблюдения дальних сверхновых». В этой формулировке, как

это характерно для всей современной космологии, объект наблюдения — наблюдаемый мир, или наша Метагалактика — некорректно подменен Вселенной. Что же касается самого открытия, то, строго говоря, открыто было не натуральное ускорение космического расширения, а только более медленное снижение скорости космического расширения в результате его торможения гравитацией, чем это предписано стандартной космологической теорией.

Для объяснения космического ускорения космологи выдвинули гипотезу о существовании темной энергии, которой приписывается расталкивающее действие. На мой взгляд, гипотеза о темной энергии не только чересчур фантастична, но и попросту не нужна. В самом деле, она представляет собой *ad hoc* гипотезу, то есть гипотезу, выдвинутую специально, чтобы объяснить неожиданно открытый факт (космическое ускорение). Принцип экономии сущностей говорит, что желательнее обходиться без *ad hoc* гипотез. Между тем в предположении справедливости гипотезы о фрактальности Вселенной это ускорение получает гораздо менее фантастическое объяснение.

Прежде всего, если Вселенная фрактальна, то речь должна идти об ускорении расширения не всей Вселенной, но только нашей Метагалактики. Далее обратим внимание на то обстоятельство, что космическое ускорение происходит на больших расстояниях от Земли (от нашей Галактики) и может считаться по отношению к ней периферийным. Наконец, главное: ускорение космического расширения может быть истолковано как проявление начавшегося 5–6 млрд лет назад размыкания нашей Метагалактики, в результате которого она перестала быть черной дырой за пределами сферы радиусом около 5–6 млрд св. лет, оставаясь таковой на меньших расстояниях.

Из-за гигантских размеров нашей Метагалактики крайне маловероятно, чтобы Земля (наша Галактика) находилась точно в ее центре. Если же и на самом деле Земля (наша Галактика) смещена от центра нашей Метагалактики, то в космическом ускорении должна наблюдаться сферическая асимметрия. Если таковая обнаружится, то, во-первых, ее крайне трудно будет объяснить действием темной энергии и, во-вторых, ее существование будет аргументом в пользу всей авторской концепции, начиная с гипотезы о фрактальности Вселенной. Другими словами, предлагаемый эксперимент по обнаружению сферической асимметрии космического ускорения предоставляет возможность, фигурально выражаясь, выглянуть за пределы наблюдаемого мира.



Литература

1. Mandelbrot B. B. Les Objects Fractals. Forme, Hazard et Dimension. Paris, Flammarion, 1975, 192 p.
2. Einasto J., Jõeveer M., Saar E. Structure of superclusters and supercluster formation // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 1980. Vol. 193. Pp. 353–375.
3. Ёйзвээр М., Эйнасто Я. Имеет ли Вселенная ячеистую структуру? // Крупномасштабная структура Вселенной. Ред. Я. Б. Зельдович, Э. Я. Эйнасто. М.: Мир, 1981. С. 270–280.
4. Tift W. G., Gregory S. A. Direct observations of the large-scale distribution of galaxies // The Astrophysical Journal. 1976. Vol. 205. Pp. 696–708.
5. Тифт В. Г., Грегори С. А. Наблюдения крупномасштабного распределения галактик // Крупномасштабная структура Вселенной. Ред. Я. Б. Зельдович и Э. Я. Эйнасто. М.: Мир, 1981. С. 296–299.
6. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой. Ред. В. И. Аршинов, Ю. Л. Климонтович, Ю. В. Сачков. М.: Прогресс, 1986. С. 196.
7. Geller M. J., Huchra J. Mapping the Universe // Science. 1989. Vol. 246 (4932). Pp. 897–903.
8. Gott J. R. III, Jurić M., Schlegel D., Hoyle F., Vogeley M., Tegmark M., Bahcall N., Brinkmann J. A map of the Universe // The Astrophysical Journal. 2005. Vol. 624. Pp. 463–484.
9. Clowes R. G., Harris K. A., Raghunathan S., Campusano L. E., Söchtig I. K., Graham M. J. A structure in the early Universe at that exceeds the homogeneity scale of the R-W concordance cosmology // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 2013. Vol. 429. No. 4. Pp. 2910–2916.
10. Horvath I., Bagoly Zs., Hakkila J., Tóth L. V. New data support the existence of the Hercules-Corona Borealis Great Wall // Astronomy & Astrophysics. 2015. Vol. 584. Id. A48, 9 p.
11. Balázs L. G., Bagoly Z., Hakkila J. E., Horváth I., Kóbori J., Rácz I. I., Tóth L. V. A giant ring-like structure at displayed by GRBs // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 2015. Vol. 452. No. 3. Pp. 2236–2246.
12. Carpenter E. F. Some characteristics of associated galaxies I. A density restriction in the metagalaxy // The Astrophysical Journal. 1938. Vol. 88. Pp. 344–355.
13. Эйнштейн А. О «космологической проблеме». Пер. с англ. А. Базя, Л. Пузикова и А. А. Сазыкина // С чего началась космология. М., Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2014. С. 372.
14. Чернин А. Д. Космический вакуум // Успехи физических наук. 2001. Т. 171. Вып. 11. С. 1153–1175.
15. Гинзбург В. Л. О некоторых успехах физики и астрономии за последние три года // Успехи физических наук. 2002. Т. 172. Вып. 2. С. 213–219.
16. Новиков И. Д., Фролов В. П. Физика черных дыр. М.: Наука, 1986. С. 272.
17. Трофименко А. П. Белые и черные дыры во Вселенной. Минск: Университетское изд-во, 1991. С. 69.
18. Грин Б. Элегантная Вселенная. Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории. Ред. В. О. Малышенко. М.: УРСС, 2011. С. 60.
19. Цицин Ф. А. Черные дыры – реальность или миф? (К истории и перспективам концепции) // Исследования по истории физики и механики, 2001. М.: Наука, 2002. С. 290.
20. Рубин С. Г. Устройство нашей Вселенной. Фрязино: Век-2, 2006. С. 46.
21. Николсон И. Тяготение, черные дыры и Вселенная. Ред. Н. В. Мицкевич. М.: Мир, 1983. С. 115.
22. Хокинг С. Черные дыры и молодые Вселенные. Пер. с англ. М. Кононова. СПб.: Амфора / Эврика, 2009. С. 49.
23. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теория поля. М.: Физматлит, 1962. С. 390.
24. Паркер Б. Мечта Эйнштейна. В поисках единой теории строения Вселенной. Ред. Я. А. Смородинский. М.: Наука, 1991. С. 119.
25. Зельдович Я. Б., Новиков И. Д. Строение и эволюция Вселенной. М.: Наука, 1975. С. 49.
26. Пенроуз Р. Новый ум короля. О компьютерах, мышлении и законах физики. Ред. В. О. Малышенко. М.: УРСС, 2003. С. 65.
27. Решетников В. П. Почему небо темное. Как устроена Вселенная. Фрязино: Век-2, 2015. С. 104.
28. Riess A. G., Filippenko A. V., Challis P., et al. Observational evidence from supernovae for an accelerating Universe and a cosmological constant // The Astronomical Journal. 1998. Vol. 116. Pp. 1009–1038.
29. Perlmutter S., Aldering G., Fabbro S., et al. Measurements of Ω and Λ from 42 High-Redshift Supernovae // The Astrophysical Journal. 1999. Vol. 517. No. 2. Pp. 565–586.
12. Carpenter E. F. Some characteristics of associated galaxies I. A density restriction in the metagalaxy // The Astrophysical Journal, 1938, vol. 88, pp. 344–355.
13. Einstein A. O “kosmologicheskoy probleme”. Trans. A. Baz, L. Puzikov, A. A. Sazykin // S chego nachalas kosmologiya. Moscow, Izhevsk: NITS “Regulyarnaya i khaoticheskaya dinamika. 2014. p. 372.
14. Chernin A.D. Kosmichesky vacuum // Uspekhi fizicheskikh nauk. 2001, vol. 171, pp. 1153–1175.
15. Ginzburg V.L. O nekotorykh uspekakh fiziki i astronomii za posledniye tri goda // Uspekhi fizicheskikh nauk, 2001, vol. 172, pp.213–219.
16. Novikov I.D., Frolov V.P. Fizika chyornyykh dyr. Moscow: Nauka, 1966. P. 272.
17. Trofimenko A.P. Belye i chyornyye dyr vo Vselennoy. Minsk: Universitetskoye izdatelstvo, 1991. P. 69.
18. Grin B. Elegantnaya Vselennaya. Superstruny, skrytiye razmernosti i poiski okonchatelnoy teorii. Ed. V.O. Malyschenko. Moscow: URSS, 2011. P. 60.
19. Tsytyn F.A. Chyornyye dyr – realnost ili mirazh? (K istorii i perspektivam kontseptsii // Issledovaniya po istorii fiziki i mekhaniki. 2001. Moscow: Nauka, 2002. P. 290.
20. Rubin S.G. Ustroystvo nashey Vselennoy. Fryazino: Vek-2, 2006. P. 46.
21. Nicolson I. Tyagoteniye, chyornyye dyr i Vselennaya. Ed. N.V. Mitskevich. Moscow: Mir, 1983. P. 115.
22. Hawking S.W. Chyornyye dyr i molodiye Vselennyye. Trans. M. Kononov. Sankt Peterburg: Amfora/Evrika, 2009. P. 49.
23. Landau L.D., Lifshits E.M. Teoriya polya. Moscow: Fizmatlit, 1962. P. 390.
24. Parker B. Mechta Einsteina. V poiskakh yedinoi teorii stroeniya Vselennoy Ed. Ya.A. Smorodinsky. Moscow: Nauka, 1991. P. 119.
25. Zeldovich Ya.B., Novikov I.D. Stroyeniye Vselennoy. Moscow: Nauka, 1975. P. 49.
26. Penrose R. Noviy um korolya. O kompyuterakh, myshlenii i zakonakh fiziki. Ed. V.O. Malyschenko. Moscow: URSS, 1993. P. 5.
27. Reshetnikov V.P. Pochemu nebo tyomnoye. Kak ustroyena Vselennaya. Fryazino: Vek-2, 2015. P. 104.
28. Riess A.G., Filippenko A.V., Challis P., et al. Observational evidence from supernovae for an accelerating Universe and a cosmological constant // The Astronomical Journal, 1998, vol. 116, pp. 1009–1038.
29. Perlmutter S., Aldering G., Fabbro S., et al. Measurements of Ω and Λ from 42 High-Redshift Supernovae // The Astrophysical Journal, 1999, vol. 517, no. 2, pp. 565–586.

© Хайтун С. Д., 2019

История статьи:

Поступила в редакцию: 09.07.2019
Принята к публикации: 07.08.2019

Модератор: Гесс Л. А.

Конфликт интересов: отсутствует

Для цитирования:

Хайтун С. Д. Внутренняя геометрия космического пространства, в котором мы живем, – это геометрия черной дыры // Воздушно-космическая сфера. 2019. №3. С. 50–57.