

# Параметры «черных дыр» и природа «темной материи» в двоичной модели распределения плотности вещества

Константин СИНИЦЫН

## 1. Введение

---

Результаты последних экспериментов (COBE/DIRBE, MACHO'S, BOOMERANG, MAXIMA) приоткрывают завесу тайны над «черными дырами» и «темной материей», до сих пор являющимися экзотическими астрофизическими объектами. Это считается большим шагом вперед, подтверждающим предсказания существующей космологической модели наблюдаемой Вселенной.

Считается, что изучение «черных дыр» может помочь уточнить результаты, предсказанные в общей теории относительности и теории гравитации А. Эйнштейна [1, (715)]. Понимание природы «темной материи», как надеются ученые, поможет лучше понять процессы формирования галактических кластеров и позволит окончательно решить вопрос о расширении Вселенной.

Современные данные по гамма-излучению дают минимальную массу для первичных «черных дыр» ранней Вселенной:

$$5 \cdot 10^{11} < M_{\text{РВН}} < 10^{14} \text{ кг} \quad (1.1)$$

при пике спектрального возмущения, соответствующего массе горизонта примерно равной половине массы Солнца (C.R. Evans and J.S. Coleman, Phys Rev Lett. 72, 1782, 1994; J. Yokoyma, Phys. Rev. D.58, 107502, 1998; J.C. Niemeyer, 1998). А наблюдение аккреции вещества вблизи сверхмассивных «черных дыр», сформированных в галактиках с нестационарными ядрами, устанавливает верхний предел до нескольких миллиардов солнечных масс.

Гравитационный радиус вычисляется по формуле Шварцшильда [1, (234)]:

$$R_{\text{grav}} = 2GM / c^2 \quad (1.2)$$

и для сверхмассивных «черных дыр» равен нескольким астрономическим единицам.

Суммарная масса всех астрофизических объектов (обычные звезды, пульсары, «черные дыры») по последним данным оценивается в диапазоне от 5% до 10% общей массы наблюдаемой Вселенной (R. Sanders et al, 2000; D. Savage et al, 2000, [9]).

Оставшаяся доля массы Вселенной приходится на «темную материю».

В тоже время анализ данных экспериментов [6...8, 12], выводов работ других авторов [3...5, 9...11] и присутствие в (1.2) эффективного потенциала массы, позволяет сделать предположение о возможности применения концепции двоичной модели распределения плотности вещества [2] для поиска дополнительного инструмента в изучении «черных дыр» и «темной материи».

В основе предлагаемого подхода лежит решение задачи о нахождении параметров «черных дыр» путем вычисления длин волн электромагнитного излучения вещества, попадающего в область их действия. Поскольку [2] является универсальным распределением плотности, механизм вычисления для первичных и сверхмассивных «черных дыр» является единым. Применение [2] в подходе к природе «темной материи» позволяет представить ее как результат диффузии вещества из более плотных квазизамкнутых одиночных Вселенных Фридмана и возможно объясняет природу гамма-всплесков.

В конечном итоге, новый подход определяет диапазон электромагнитного излучения, несущего информацию о наблюдаемой Вселенной, выявляет «эффект темного туннеля», при котором ускоряемая масса вещества не излучает и объясняет дефицит гравитации в галактических кластерах (R. Mushotzky and S. Snowden, 1998). В тоже время, по сравнению с современными данными возможно потребуется корректировка параметров массы и протяженности сверхмассивных «черных дыр» в меньшую сторону.

С точки зрения эксперимента появляется возможность моделирования и изучения поведения «черных дыр» с помощью однозначно определенных параметров электромагнитного спектра и простого алгоритма, а также объяснения максимальной интенсивности микроволнового фонового космического излучения в DIRBE [12] на длине волны примерно 140 микрон.

## 2. Некоторые расчеты параметров «черных дыр» в двоичной модели распределения плотности вещества

Исходя из современного представления о «черных дырах», выделяется несколько участков в расположенном в непосредственной близости к ним пространстве-времени: предел статичности, эргосфера и горизонт [1, (716)]. Расчеты для эргосферы не приводятся, поскольку в [2] предполагается, что этот участок пространства-времени является «темным туннелем» предела статичности (приложение 6.2).

### 2.1. Предел статичности «черных дыр» в двоичной модели распределения плотности вещества

Рассмотрим случай, когда вещество, вовлекаемое в движение «черной дыры», удерживается ее гравитационным полем на границе предела статичности и начинает излучать. В этом случае для границы предела статичности [2]

$$m_{lsc}^2 G_{lsc} \lambda_{el} = h \nu_{el} R_{lsc}^2 \quad (2.1.1)$$

Делая соответствующие подстановки из [2] и преобразования, получаем

$$m_{lsc}^2 = \frac{h \nu_{el}^2 R_{lsc}^2}{G_{lsc} c}; m_{lsc} = \frac{C_M R_{lsc}}{\lambda_{el}}; R_{lsc} = \sqrt{\frac{V_{effM}}{\rho_{lsc}}} \quad (2.1.2)$$

Дополнительное условие равенства удельного гравитационного и электромагнитного излучения дает

$$\rho_{el} = \frac{4h \nu_{el}}{3\pi c^2 \lambda_{el}^3} \approx \frac{hc}{2,35 \nu_{lsc}^2 \lambda_{el}^4} \quad (2.1.3)$$

С учетом вращения в [2]

$$\rho_{dyn,lsc}^N = \frac{\rho_{max,subN}}{2^N} + (k_N + 1) \rho_{min,subN} (1 + 2^N), k_N = \frac{c_N}{R_N \nu_N} \approx \frac{\lambda_{el}}{R_{lsc}} \quad (2.1.4.1)$$

$$\nu_{\Gamma+}^{ph} = c \sqrt{\frac{\rho_{lsc}}{\rho_{max,sub}}}, \nu_{\Gamma-}^{ph} = c \sqrt{\frac{\rho_{el}}{\rho_{lsc}}} \quad (2.1.4.2)$$

Согласно природе гравитации в [2], для предела статичности

$$\{\rho_{lsc}, \rho_{el}\} \rightarrow \rho_{max,sub}^{peak}, \{\nu_{\Gamma+}^{ph}, \nu_{\Gamma-}^{ph}\} \rightarrow c, m_{lsc} \rightarrow \frac{M_{\Gamma+} + M_{\Gamma-}}{2} \quad (2.1.4.3)$$

Тогда из (2.1.4.3) следует:

- быстрые гравитоны спектрально и энергетически неотличимы от медленных;
- на границе с эргосферой может наблюдаться «эффект темного туннеля» (приложение 6.2), когда дальнейшее ускоренное движение вещества внутри такого пространства-времени не сопровождается излучением;
- вероятно формирование эргосферы «черных дыр» и ее протяженность полностью коррелированно с «эффектом темного туннеля».

Угол между фазовыми скоростями гравитонов равен нулю, поэтому в общем случае

$$v_{lsc}^2 = c^2 \left( \frac{\rho_{lsc}}{\rho_{max.sub}} + \frac{\rho_{el}}{\rho_{lsc}} - 2\sqrt{\frac{\rho_{el}}{\rho_{max.sub}}} \right) \quad (2.1.4.4)$$

Решая (2.1.4.4) относительно параметра плотности вещества, получаем

$$\rho_{lsc} \ll \rho_{max.sub}, \rho_{max.sub}^{peak} : v_{lsc}^2 \approx c^2 \left( \frac{\rho_{el}}{\rho_{lsc}} - 2\sqrt{\frac{\rho_{el}}{\rho_{max.sub}}} \right) \quad (2.1.4.5.1)$$

$$\rho_{el} \ll \rho_{lsc} : v_{lsc} \approx 0, \rho_{el} \approx \rho_{lsc} : v_{lsc} \approx c, \rho_{el} \gg \rho_{lsc} : v_{lsc} \approx c, [2] \quad (2.1.4.5.2)$$

$$\rho_{lsc} \approx \rho_{max.sub}^{peak}, \rho_{max.sub} : v_{lsc}^2 = c^2 \left( 1 + \frac{\rho_{el}}{\rho_{lsc}} - 2\sqrt{\frac{\rho_{el}}{\rho_{max.sub}}} \right) \quad (2.1.4.5.3)$$

$$\rho_{el} \ll \rho_{lsc} : v_{lsc} \approx c, \rho_{el} \approx \rho_{lsc} : v_{lsc} \approx 0 \quad (2.1.4.5.4)$$

Из (2.1.4.5.2)... (2.1.4.5.4) следует, что увеличение плотности вещества в пределе статичности, за исключением «эффекта темного туннеля» (2.1.4.5.4), приводит к увеличению скорости распространения вещества до скорости распространения электромагнитного излучения в вакууме и хорошо согласуется с современными представлениями об эволюции «черных дыр».

Дальнейшее преобразование для скорости распространения вещества в пределе статичности отличной от нуля дает

$$\rho_{lsc} + \left( \lambda_{el} \sqrt{\frac{\rho_{lsc}}{V_{effM}}} + 1 \right) \left( \rho_{min.sub} + \frac{\rho_{lsc}}{2} \right) \approx \frac{C_M^2}{2,35V_{effM} \lambda_{el}^4} \quad (2.1.5.1)$$

Аналогичный анализ без учета вращения дает

$$\rho_{lsc} + \rho_{min.sub} + \frac{\rho_{lsc}}{2} \approx \frac{C_M^2}{2,35V_{effM} \lambda_{el}^4} \quad (2.1.5.2)$$

Для излучения с длиной волны много короче протяженности предела статичности

$$R_{lsc} \gg \lambda_{el} : \frac{3\rho_{lsc}}{2} + \rho_{min.sub} \approx \frac{C_M^2}{2,35V_{effM} \lambda_{el}^4} \quad (2.1.5.3)$$

Для длин волн много больших протяженности предела статичности дополнительный член в (2.1.5.1) для наблюдаемой Вселенной является исчезающе малым. Поэтому для «вращающихся» и «не вращающихся черных дыр» соответственно получаем

$$R_{lsc} \ll \lambda_{el} : \rho_{lsc} \approx \frac{C_M^2}{2,35V_{effM} \lambda_{el}^4} \quad (2.1.5.4.1)$$

$$R_{lsc} \ll \lambda_{el} : \frac{3\rho_{lsc}}{2} + \rho_{min.sub} \approx \frac{C_M^2}{2,35V_{effM} \lambda_{el}^4} \quad (2.1.5.4.2)$$

В [2] для наблюдаемой Вселенной

$$\rho_{obs}^{OU} \approx 5,2 \cdot 10^{-27} \div 1,6 \cdot 10^{17}, \rho_{max\ sub}^{peak} \approx 9,53 \cdot 10^3 (kg \times m^{-3}) \quad (2.1.5.4.3)$$

Следовательно интервал длин волн для предела статичности равен

$$\lambda_{el,min} \approx 3,15 \cdot 10^{-12}, \lambda_{el,max} \approx 1,16 \cdot 10^{-4} (m) \quad (2.1.5.4.4)$$

Откуда «для вращающихся черных дыр»

$$R_{lsc} \gg \lambda_{el}, \rho_{min\ sub} \ll \rho_{lsc} : \rho_{lsc} \approx 3,45 \cdot 10^{-27} \div 6,35 \cdot 10^3 (kg \times m^{-3}) \quad (2.1.5.5.1)$$

$$R_{lsc} \gg \lambda_{el}, \rho_{min\ sub} \approx \rho_{lsc} : \rho_{lsc} \approx 2,07 \cdot 10^{-27} \div 3,81 \cdot 10^3 (kg \times m^{-3}) \quad (2.1.5.5.2)$$

$$R_{lsc} \ll \lambda_{el}, \forall \rho_{min\ sub} : \rho_{lsc} \approx 5,18 \cdot 10^{-27} \div 9,53 \cdot 10^3 (kg \times m^{-3}) \quad (2.1.5.5.3)$$

Для «не вращающихся черных дыр» плотность вещества определяется (2.1.5.5.1), (2.1.5.5.2) для любых длин волн. Максимальная абсолютная и относительная погрешности в (2.1.5.5.1)...(2.1.5.5.3):

$$+3,11 \cdot 10^{-27}, +5,72 \cdot 10^3 (kg \times m^{-3}); \frac{+60,0\%}{+60,0\%} \quad (2.1.5.5.4)$$

Характерный параметр протяженности для «вращающихся черных дыр»

$$R_{lsc} \gg \lambda_{el}, \rho_{min\ sub} \ll \rho_{lsc} : R_{lsc} \approx 6,24 \cdot 10^{26} \div 4,61 \cdot 10^{11} (m) \quad (2.1.5.6.1)$$

$$R_{lsc} \gg \lambda_{el}, \rho_{min\ sub} \approx \rho_{lsc} : R_{lsc} \approx 8,07 \cdot 10^{26} \div 5,95 \cdot 10^{11} (m) \quad (2.1.5.6.2)$$

$$R_{lsc} \ll \lambda_{el}, \forall \rho_{min\ sub} : R_{lsc} \approx 5,10 \cdot 10^{26} \div 3,76 \cdot 10^{11} (m) \quad (2.1.5.6.3)$$

Для «не вращающихся черных дыр» характерный параметр протяженности определяется (2.1.5.6.1), (2.1.5.6.2) для любых длин волн. Максимальная абсолютная и относительная погрешности (2.1.5.6.1)...(2.1.5.6.3):

$$-2,97 \cdot 10^{26}, -2,19 \cdot 10^{11} (m); \frac{-36,8\%}{-36,8\%} \quad (2.1.5.6.4)$$

Масса вещества, для «вращающихся черных дыр», сосредоточенная в «пределе статичности»

$$R_{lsc} \gg \lambda_{el}, \rho_{min\ sub} \ll \rho_{lsc} : m_{lsc} \approx 2,93 \cdot 10^{23} \div 7,98 \cdot 10^{15} (kg) \quad (2.1.5.7.1)$$

$$R_{lsc} \gg \lambda_{el}, \rho_{min\ sub} \approx \rho_{lsc} : m_{lsc} \approx 3,79 \cdot 10^{23} \div 1,03 \cdot 10^{16} (kg) \quad (2.1.5.7.2)$$

$$R_{lsc} \ll \lambda_{el}, \forall \rho_{min\ sub} : m_{lsc} \approx 2,40 \cdot 10^{23} \div 6,50 \cdot 10^{15} (kg) \quad (2.1.5.7.3)$$

Для «не вращающихся черных дыр» масса вещества определяется (2.1.5.7.1), (2.1.5.7.2) для любых длин волн. Максимальная абсолютная и относительная погрешности (2.1.5.7.1)...(2.1.5.7.3):

$$-1,39 \cdot 10^{23}, -3,53 \cdot 10^{15} (kg); \frac{-36,7\%}{-36,7\%} \quad (2.1.5.7.4)$$

## 2.2. Горизонт «черных дыр» в двоичной модели распределения плотности вещества

Рассмотрим уравнение гравитационного поля горизонта, находящегося в состоянии динамического равновесия [2] с пределом статичности и допуская, что эргосфера является «темным тоннелем». Тогда для общего случая

$$G_h \frac{M_h^2}{R_h^2} = m_h v_h v_h, v_h = \frac{\rho_h v_h R_h}{V_{effM}} \quad (2.2.1)$$

Решая (2.2.1), получаем следующее уравнение состояния

$$c_h K_{form} R_h V_{effM} \frac{\rho_h c_h R_h}{V_{effM}} = C_M \frac{R_{lsc}}{\lambda_{el}} c \frac{\rho_{lsc} c R_{lsc}}{V_{effM}} \quad (2.2.1.1)$$

$$\rho_h = \frac{C_M \rho_{lsc}}{2,35 V_{effM} \lambda_{el}} = (\rho_{el} :) \frac{l_{Pl} C_M^2}{2,35^2 V_{effM} \lambda_{el}^5}; R_h = \sqrt{\frac{V_{effM}}{\rho_h}} \quad (2.2.1.2)$$

$$M_h = \frac{C_M V_{effM}}{2,35 \lambda_{el} \rho_h R_h} = \frac{C_M R_h}{2,35 \lambda_{el}} \quad (2.2.1.3)$$

При условии для горизонта «черной дыры»

$$\rho_h \rightarrow \rho_{max\ sub}^{peak}, v_{\Gamma+}^{ph} \approx c_h, v_{\Gamma-}^{ph} \approx c_h, \rho_{max\ sub} \approx 1,67 \cdot 10^{17} (kg \times m^{-3}) \quad (2.2.1.3.1)$$

интервал длин волн для него составляет

$$\lambda_{el} \approx 3,15 \cdot 10^{-12} \div 1,56 \cdot 10^{-15} (m) \quad (2.2.1.3.2)$$

Делая соответствующие подстановки для «вращающихся черных дыр», получаем:

$$R_{lsc} \gg \lambda_{el}, \rho_{min\ sub} \ll \rho_{lsc} : \rho_h \approx 3,47 \cdot 10^{-20} \div 1,17 \cdot 10^{-3} (kg \times m^{-3}) \quad (2.2.1.4.1)$$

$$R_{lsc} \gg \lambda_{el}, \rho_{min\ sub} \approx \rho_{lsc} : \rho_h \approx 2,08 \cdot 10^{-20} \div 7,0 \cdot 10^{-4} (kg \times m^{-3}) \quad (2.2.1.4.2)$$

$$R_{lsc} \ll \lambda_{el}, \forall \rho_{min\ sub} : \rho_h \approx 5,21 \cdot 10^{-20} \div 1,75 \cdot 10^{-3} (kg \times m^{-3}) \quad (2.2.1.4.3)$$

Для «не вращающихся черных дыр» плотность вещества определяется (2.2.1.4.1), (2.2.1.4.2) для любых длин волн. Максимальная абсолютная и относительная погрешности (2.2.1.4.1)... (2.2.1.4.3):

$$+ 3,12 \cdot 10^{-20}, +1,05 \cdot 10^{-3} (kg \times m^{-3}) \left. \vphantom{\begin{matrix} + 3,12 \cdot 10^{-20} \\ + 1,05 \cdot 10^{-3} \end{matrix}} \right\} \begin{matrix} + 59,9\% \\ + 60,0\% \end{matrix} \quad (2.2.1.4.4)$$

Характерный параметр протяженности для «вращающихся черных дыр»

$$R_{lsc} \gg \lambda_{el}, \rho_{min\ sub} \ll \rho_{lsc} : R_h \approx 1,97 \cdot 10^{23} \div 1,07 \cdot 10^{15} (m) \quad (2.2.1.5.1)$$

$$R_{lsc} \gg \lambda_{el}, \rho_{min\ sub} \approx \rho_{lsc} : R_h \approx 2,54 \cdot 10^{23} \div 1,39 \cdot 10^{15} (m) \quad (2.2.1.5.2)$$

$$R_{lsc} \ll \lambda_{el}, \forall \rho_{min\ sub} : R_h \approx 1,61 \cdot 10^{23} \div 8,8 \cdot 10^{14} (m) \quad (2.2.1.5.3)$$

Для «не вращающихся черных дыр» протяженность горизонта определяется (2.2.1.5.1), (2.2.1.5.2) для любых длин волн. Максимальная абсолютная и относительная погрешности (2.2.1.5.1)...(2.2.1.5.3):

$$-9,3 \cdot 10^{22}, -5,1 \cdot 10^{14} (m); \frac{-35,4\%}{-36,7\%} \quad (2.2.1.5.4)$$

Масса вещества, сосредоточенная в области горизонта, для «вращающихся черных дыр»

$$R_{lsc} \gg \lambda_{el}, \rho_{\min sub} \ll \rho_{lsc} : M_h \approx 9,77 \cdot 10^{26} \div 1,06 \cdot 10^{22} (kg) \quad (2.2.1.6.1)$$

$$R_{lsc} \gg \lambda_{el}, \rho_{\min sub} \approx \rho_{lsc} : M_h \approx 5,8 \cdot 10^{26} \div 6,36 \cdot 10^{21} (kg) \quad (2.2.1.6.2)$$

$$R_{lsc} \ll \lambda_{el}, \forall \rho_{\min sub} : M_h \approx 1,45 \cdot 10^{27} \div 1,59 \cdot 10^{22} (kg) \quad (2.2.1.6.3)$$

Для «не вращающихся черных дыр» масса вещества, сосредоточенная в области горизонта определяется (2.2.1.6.1), (2.2.1.6.2) для любых длин волн. Максимальная абсолютная и относительная погрешности (2.2.1.6.1)...(2.2.1.6.3):

$$+8,7 \cdot 10^{26}, +9,54 \cdot 10^{21} (kg); \frac{+60,0\%}{+60,0\%} \quad (2.2.1.6.4)$$

Аналогичные расчеты для массы первичных и сверхмассивных «черных дыр» дают следующие результаты:

$$M_{PBH} = \frac{c \times C_M}{2,35 v_{PHB} \lambda_{el}} \approx \frac{V_{effM} \lambda_{el}}{\sqrt{2,35}} \quad (2.2.1.6.5.1)$$

$$R_{lsc} \gg \lambda_{el}, \rho_{\min sub} \ll \rho_{lsc} : M_{PBH} \approx 1,85 \cdot 10^{15} \div 9,13 \cdot 10^{11} (kg) \quad (2.2.1.6.5.2)$$

$$R_{lsc} \gg \lambda_{el}, \rho_{\min sub} \approx \rho_{lsc} : M_{PBH} \approx 1,11 \cdot 10^{15} \div 5,48 \cdot 10^{11} (kg) \quad (2.2.1.6.5.3)$$

$$R_{lsc} \ll \lambda_{el}, \forall \rho_{\min sub} : M_{PBH} \approx 2,77 \cdot 10^{15} \div 1,37 \cdot 10^{12} (kg) \quad (2.2.1.6.5.4)$$

Максимальная абсолютная и относительная погрешности массы для первичных «черных дыр» в (2.2.1.6.5.2)...(2.2.1.6.5.4):

$$+1,66 \cdot 10^{15}, +8,22 \cdot 10^{11} (kg); \frac{+59,9\%}{+60,0\%} \quad (2.2.1.6.5.5)$$

$$M_{SuperBH} \approx 2,35 R_{SuperBH} V_{effM} \approx 2,35 \sqrt{\frac{V_{effM}^{3/2}}{\rho_{SuperBH}}} \approx 2,35^{3/2} \frac{V_{effM}^2 \lambda_{el}^2}{C_M} \quad (2.2.1.6.6.1)$$

$$R_{lsc} \gg \lambda_{el}, \rho_{\min sub} \ll \rho_{lsc} : M_{SuperBH} \approx 7,93 \cdot 10^{38} \div 1,95 \cdot 10^{32} (kg) \quad (2.2.1.6.6.2)$$

$$R_{lsc} \gg \lambda_{el}, \rho_{\min sub} \approx \rho_{lsc} : M_{SuperBH} \approx 4,76 \cdot 10^{38} \div 1,17 \cdot 10^{32} (kg) \quad (2.2.1.6.6.3)$$

$$R_{lsc} \ll \lambda_{el}, \forall \rho_{\min sub} : M_{SuperBH} \approx 1,19 \cdot 10^{39} \div 2,92 \cdot 10^{32} (kg) \quad (2.2.1.6.6.4)$$

Максимальная абсолютная и относительная погрешности массы для сверхмассивных «черных дыр» в (2.2.1.6.6.2)...(2.2.1.6.6.4):

$$+7,14 \cdot 10^{38}, +1,75 \cdot 10^{32} (kg); \frac{+60,0\%}{+59,9\%} \quad (2.2.1.6.6.5)$$

Отсюда следует:

- с учетом погрешности данные расчета, полученные в двоичной модели по количеству массы, сосредоточенной в области горизонта (2.2.1.6.1)...(2.2.1.6.3), хорошо согласуются с данными эксперимента *MACHO'S*, результатами компьютерного моделирования с использованием но-

рмализации *COBE* и ряда последних цифровых исследований гравитационного коллапса для широкого спектра масс ([6]...[8]);

- данные расчета, полученные в двоичной модели по массе первичных и сверхмассивных «черных дыр» в (2.2.1.6.5.2)...(2.2.1.6.6.4) также находится внутри диапазона, предсказываемого современными космологическими моделями ([1, (715, 718)], [6]...[8]). Но по сравнению с данными по аккреции вещества, предсказываемый «эффект темного туннеля» вероятно требует коррекции верхнего предела для массы сверхмассивных «черных дыр» в меньшую сторону; для предела статичности характерными являются длины волн в (2.1.5.4.4), которые несут максимальную информацию о структуре ранней Вселенной. Интересен в этом отношении факт, что большинство диапазонов в *DIRBE* ([12]) входят в интервал (2.1.5.4.4);
- электромагнитное излучение с длинами волн вне (2.1.5.4.4) может выходить за пределы Нашей квазизамкнутой Вселенной. Интересен в этом аспекте факт наблюдения микроволнового фонового космического излучения в *DIRBE* с максимальной интенсивностью на длине волны 140 микрон, а на остальных диапазонах - с ограниченной яркостью;
- для предела статичности «черных дыр» большие скорости вещества характерны при первичном формировании в областях с низкой (сверхнизкой) плотностью и длинах волн излучения вещества много меньших его протяженности или при высоких начальных плотностях и длинах волн излучения вещества много больших его протяженности. Для противоположных параметров первичного формирования предела статичности «черных дыр» характерна низкая скорость вещества;
- быстровращающиеся «черные дыры» формируются при относительно высокой плотности вещества (за исключением области всей наблюдаемой Вселенной) и длинами волн излучения вещества много меньшими протяженности горизонта или с длинами волн излучения вещества много большими протяженности горизонта независимо от плотности. Для противоположных параметров первичного формирования «черных дыр» характерно их медленное вращение (за исключением области всей наблюдаемой Вселенной) независимо от условий излучения вещества в период формирования;
- градиент плотности вещества между пределом статичности и горизонтом «черных дыр» вероятно формируется ударными волнами при выходе из области «темного туннеля» и является значимым для формирования эргосферы «черной дыры». Формирование областей пространства-времени с «темными туннелями» возможно и внутри горизонта «черных дыр» (приложение 6.2).

Результаты расчетов в данной концепции согласуются с данными экспериментов по изучению гало Нашей Галактики и с выводами работ других авторов [4]...[8]. А простота алгоритма и однозначность параметров электромагнитного излучения позволяет использовать предложенную концепцию при моделировании процессов, происходящих вблизи «черных дыр».

### 3. Природа «темной материи» в двоичной модели распределения плотности вещества

---

В [2] существует диффузия материи между квазизамкнутыми одиночными Вселенными Фридмана ([2], [6]), каждая из которых имеет свое решение уравнения распределения плотности вещества в двоичной модели [2]. Удельная величина массы вещества, проникающего в единицу времени на границе наблюдаемой Вселенной определяется Планковской массой

$$C_M = \sqrt{\frac{hc}{G}} \quad (3.1)$$

а величина эффективного потенциала массы

$$V_{effM} = \frac{C_M}{l_{Pl}} \quad (3.2)$$

Таким образом, в рамках [2] величина (3.2) является суммарной массой вещества, проникающего в наблюдаемую Вселенную на единицу длины из более плотной квазизамкнутой Вселенной Фридмана. Суммарная масса и полная энергия диффузного вещества в единицу времени для наблюдаемой Вселенной соответственно составляют

$$M_{\Sigma_{diff}} / t_{diff} \approx K_{form} R_{diff}^{border} V_{effM} \approx 1,2 \cdot 10^{39} (kg \times s^{-1}) \quad (3.3.1)$$

$$E_{\Sigma_{diff}} / t_{diff} \approx M_{\Sigma_{diff}} c^2 \approx 1,07 \cdot 10^{56} (J \times s^{-1}) \quad (3.3.2)$$

Максимальная энергия гамма-всплесков, наблюдаемых в обследованной Вселенной с учетом критической светимости [1, (209)] оценивается до величины

$$\frac{E_{\gamma max}}{t} \approx 10^{47} \div 10^{51} (erg \times s^{-1}) \quad (3.4.1)$$

Поскольку диффузная материя является более плотной, вероятно ее диффузия должна наблюдаться в непосредственной близости от астрофизических объектов с плотностью вещества, не менее максимума в (2.1.5.4.3). Поэтому можно предположить, что гамма-всплески непротиворечиво могут быть объяснены как наблюдение диффузии материи, происходящей повсеместно на границе наблюдаемой Вселенной в непосредственной близости от компактных астрофизических объектов («черные дыры», нейтронные звезды и т.п.). Это также можно считать косвенным подтверждением реальности существования «черных дыр» с достоверностью не меньшей, чем существование нейтронных звезд.

Суммарная дополнительная масса «темной материи» в [2] за счет диффузии и за время жизни наблюдаемой Вселенной может составить величину

$$M_{\Sigma_{DM}} \approx M_{\Sigma_{diff}} \frac{t_{OU}}{t_{diff}} K_{form} R_{diff}^{border} V_{effM} (\sqrt{G\rho_{min.sub}})^{-1} \approx 2,02 \cdot 10^{57} (kg) \quad (3.4.2)$$

при суммарной массе наблюдаемой Вселенной в [2]

$$M_{\Sigma_{OU}} \approx K_{form} R_{OU} V_{effM} \approx 1,61 \cdot 10^{54} (kg) \quad (3.4.3)$$

Из (3.4.3) следует возможность непротиворечивого объяснения дефицита гравитации в галактических кластерах (R. Mushotzky and S. Snowden, 1998).

Диффузия «темной материи» должна сопровождаться распределением в пространстве-времени дополнительного градиента плотности, возникающего на границе наблюдаемой Вселенной, с последующим рождением пучков высокоэнергетических частиц. Наблюдение ионизации и нагрева облаков первичного водорода и космической пыли в рентгеновском и гамма диапазонах позволит «сделать» видимой «темную материю» и обнаружить ее распределение. Вероятно, наилучшим образом такое наблюдение проводить на длинах волн (2.2.1.3.2). Результаты последних экспериментов в этом направлении также обнадеживают (S. Roy, B. Kennedy et al, 2000; D. Savage, N. Neal et al, 2000; D. Wittman et al, 2000).

Величина средней барионной плотности вещества в наблюдаемой Вселенной (Burles-Tytler, 1998; Tytler, 1999) составляет величину

$$\rho_b \approx (3,8 \pm 0,4) \cdot 10^{-28} (kg \times m^{-3}) \quad (3.5.1)$$

а минимальная плотность вещества для наблюдаемой Вселенной, вычисленная в [2] равна

$$\rho_{min.sub}^{BM} \approx (5,2 \pm 2,6) \cdot 10^{-27} (kg \times m^{-3}) \quad (3.5.2)$$



Это дает оценку согласно [2] соотношения в наблюдаемой Вселенной обычной и «темной» материи

$$M_{DM} \approx (92,7_{+1,9}^{-5,8})\%, M_{OM} \approx (7,3_{-1,9}^{+5,8})\% \quad (3.5.3)$$

хорошо совпадающую с предсказаниями современных космологических моделей.

Таким образом, предложенная концепция формирования «черных дыр» и «темной материи» в рамках [2] является непротиворечивой и находится в хорошем соответствии с предсказаниями современных космологических моделей [6]...[8], [9]...[11] и последними экспериментальными данными. Различие в вычисленной массе быстро и медленно вращающихся «черных дыр» коррелировано с отношением их протяженности к длине волны электромагнитного излучения вещества и составляет 1,5 – 1,6. Возможно это может служить и ключом к объяснению и «странной» концентрации массы быстро вращающихся и медленно вращающихся нейтронных звезд (Н.Р. Сибгатуллин, Р.А. Сюняев, 1999).

## 4. Выводы

---

Итоги, в рамках поставленных целей, заключаются в следующем:

- предлагаемые концепция «черных дыр» и природа «темной материи» в рамках двоичной модели распределения плотности вещества являются внутренне непротиворечивыми, согласуются с предсказаниями современных космологических моделей и данными последних экспериментов;
- предлагаемая концепция позволяет моделировать поведение и возможно проводить изучение предела статичности и горизонта «черных дыр» с использованием однозначно определенных параметров электромагнитного спектра;
- предлагаемая концепция позволяет выявить механизм «темного туннеля». В экспериментальном плане это, по сравнению с данными по аккреции вещества, возможно потребует корректировки параметров массы и протяженности сверхмассивных «черных дыр» в меньшую сторону. В теоретическом плане это позволяет рассматривать «черные дыры» и другие компактные объекты наблюдаемой Вселенной как переходы между различными квазизамкнутыми одиночными Вселенными Фридмана, где происходит диффузия вещества и первичное формирование «темной материи»;
- рассмотренная природа «темной материи» позволяет объяснить дефицит гравитации в наблюдаемой Вселенной за счет диффузии дополнительной массы и, возможно, объясняет природу гамма-всплесков.

## 5. Подтверждения

---

Специальное спасибо за предварительное обсуждение части материалов, вошедших в данную статью, Абдильдину М.М. из Казахского ГУ, Dr. David Leisawitz, COBE Deputy Project Scientist и R.C. Kennicutt, Jr., Editor-in-Chief The Astrophysical Journal.

## 6. Приложения

---

### 6.1. Фазовые переходы вещества в двоичной модели распределения плотности вещества

В соответствии с концепцией двоичной модели распределения плотности вещества существуют группы вертикального распределения плотности, разбитые по интервалам. Максимальное

значение плотности вещества находится в Планковской шкале единиц, а минимальное значение плотности вещества гораздо ниже измеренной барионной плотности в наблюдаемой Вселенной [2] и (3.5.1).

Каждый интервал (группа) имеет относительное значение плотности вещества, укладывающееся в интервале примерно 77,8802 или

$$\delta\rho_{sub} \approx 77,8802 = 2^{2\pi} \quad (6.1.1)$$

Каждой группе соответствует квазизамкнутая одиночная Вселенная Фридмана. Для каждой такой Вселенной полный относительный интервал плотности вещества с учетом «эффекта наблюдателя» [2] составляет

$$\frac{\rho_{max.sub}}{\rho_{min.sub}} = 2^{32\pi} \approx 1,8316 \cdot 10^{30} \quad (6.1.2.1)$$

или в условных единицах (в группах вертикального распределения)

$$\delta\rho_{max.sub}^{min.sub} = \rho_{N-14}^{+2} \quad (6.1.2.2)$$

Внутри каждой квазизамкнутой Вселенной величина постоянной Ньютоновской гравитации  $G$  постоянна и коррелирована с величиной плотности вещества в нижней (14-ой) группе. Кроме этого наблюдателю из  $N$ -ой квазизамкнутой Вселенной доступными для наблюдения являются астрофизические объекты, расположенные в 9 верхних группах. Таким образом, полный относительный интервал плотности вещества, доступный для наблюдателя  $N$ -ой квазизамкнутой Вселенной условно выражен как

$$\delta\rho_{max.sub,obs}^{min.sub} = \left(\rho_{N-14}^{+2}\right)^{+7} = 2^{46\pi} \approx 3,18 \cdot 10^{43} \quad (6.1.2.3)$$

Внутри каждой группы существуют фазовые переходы вещества, определяемые компонентами отраженной волны и волны расширения материи

$$\frac{\rho_{max.subN}}{2^N} \propto \Omega_{MN}, (k_N + 1) \rho_{min.sub} \propto \Omega_{AN}, (k_N + 1) \frac{\rho_{min.sub}}{2} \propto \partial\Omega_{AN} \quad (6.1.3)$$

Решение соответствующих уравнений состояния в [2] дает следующие интервалы фазовых переходов для вещества (в величинах его относительного градиента плотности)

избыточный закон с одной точкой преобразования: [1...1,3128[ – поглощение, [1,3128...1,4375[ – слабое поглощение, [1,4375...2,0664[ – стационарное существование (динамическое равновесие), [2,0664...2,9706[ – излучение;

стандартный закон первого рода: [1...1,4375[ – поглощение, [1,4375...6,1386[ – стационарное существование (динамическое равновесие), [6,138...8,8243[ – излучение;

стандартный закон второго рода: [5,1199...6,1386[ – поглощение, [6,1386...11,5848[ – стационарное существование (динамическое равновесие), [11,5848...15,209[ – излучение;

сорванный закон: [8,8243...11,5848[ – поглощение, [11,5848...26,2132[ – излучение;

Аналогичные фазовые переходы существуют в [2] для антивещества, что позволяет выявить и барионную асимметрию наблюдаемой Вселенной [11] (в работе не приведены).

Промежуточная фаза внутри каждой группы может быть вычислена по формуле

$$\rho_N = \rho_0 \cdot 10^{\left(\frac{\alpha}{190,34^\circ}\right)} \quad (6.1.4.1)$$

Сравнение законов фазового перехода вещества в [2] с выводами работ других авторов, посвященных анализу сингулярности при сферическом коллапсе в современных космологических моделях, позволяет говорить об их согласованности. Так, например, предсказания для относи-

тельного интервала плотности вещества в открытой сингулярности при гравитационном коллапсе сферического облака космической пыли (Sukratu Barve, Celano Vaz, Louis Witten, 1999) совпадает со стандартным законом первого рода (стандартный закон первого рода) с абсолютной погрешностью

$$\Delta \approx (-1,8878; +0,1609) \quad (6.1.4.2)$$

## 6.2. «Эффект темного туннеля» при некоторых фазовых переходах в двоичной модели распределения плотности вещества

Формирование областей пространства-времени, где становится возможным «эффект темного туннеля» в рамках концепции [2] объясняется тем, что на начальном этапе эволюции крупномасштабных структур мощность излучения медленных гравитонов существенно выше мощности излучения быстрых гравитонов. За счет фокусировки гравитационного излучения и увеличения средней плотности вещества, с последующим увеличением массы быстрых гравитонов, становится возможным образование конденсата с исчезающе малой величиной собственного градиента плотности.

Такой конденсат вещества является абсолютно вязким для вещества с массой « $m$ » и средней плотностью, равной плотности конденсата. В результате этого вещество с массой « $m$ » является полностью вовлеченным в движение конденсата, а обмен моментом импульса между веществом и конденсатом приводит к выдавливанию эквивалентного количества вещества на противоположной («внутренней») границе области пространства-времени, где сформирован конденсат («темный туннель»). На «внешней» же границе такого пространства-времени вещество с массой  $m$  не излучает, поскольку его скорость относительно скорости движения конденсата равна нулю.

Частным случаем формирования «темного туннеля» является предел статичности «черных дыр», при условии, когда плотность вещества в нем близка к значению максимума в (2.1.5.4.3).

Поскольку скорость движения такого конденсата, как показано в (2.1.4.5.1)...(2.1.4.5.4), равна скорости распространения электромагнитного излучения в вакууме, то вовлечение вещества с массой  $m$  в движение конденсата эквивалентно мгновенному ускорению. Перемещение вещества с массой  $m$  на величину протяженности между «внешней» и «внутренней» границами распределения конденсата определяется как

$$\Delta l_{dt} \approx \sqrt{\frac{V_{effM}}{\rho_{dt}}} \quad (6.2.1)$$

где  $mm$  - индекс, соответствующий пространству-времени, в котором сформирован конденсат («темный туннель»), и равноценно ускорению вещества с массой  $m$  за время, прямо пропорциональное ее характерному параметру протяженности

$$\Delta t_{dt} \approx \frac{r_{sub}}{v_{sub}} \quad (6.2.2)$$

Таким образом, максимальное ускорение для вещества в «темном туннеле» может составлять величину

$$a_{\max sub} \approx \frac{c - v_{sub} + \frac{\Delta l_{dt}}{\Delta t_{dt}}}{\Delta t_{dt}} \approx \frac{(c - v_{sub})\Delta t_{dt} + \Delta l_{dt}}{\Delta t_{dt}^2} \quad (6.2.3.1)$$

Из (6.2.3) следует, что чем больше плотность вещества и плотность «темного туннеля», тем меньше величина максимального ускорения. При этом делается допущение, что при переходе

через «темный тоннель» внутренняя структура вещества не изменяется, по крайней мере, при условии

$$r_{sub} \approx c\Delta t_{dt} \quad (6.2.3.2)$$

В общем случае фазовые переходы вещества, при которых возможно формирование «темного тоннеля», в двоичной модели распределения плотности вещества определяется условиями

$$\{\rho_{sub}, \rho_{inv}\} \rightarrow \rho_{max\ sub N}^{peak}(\forall N) \quad (6.2.4)$$

где  $N$  – номер группы вертикального распределения вещества.

Исходя из [2] и (6.2.4) формирование областей пространства-времени с «темными тоннелями» возможно и внутри горизонта «черных дыр».

**Об авторе:**

Синицын Константин Николаевич  
e-mail: koscmp@kaluga.ru

**Источники информации:**

1. «Физика космоса» (маленькая энциклопедия, библиотечная серия, издание второе, переработанное и дополненное) под редакцией Сюняева А.Р., 1986 г.
2. Синицын К.Н. Двоичная модель распределения плотности вещества и природа гравитации.
3. Serg Droz, Daniel J. Knapp, Eric Poisson, Benjamin J. Owen, 1999.
4. Renata Kallosh, 1999.
5. Emil Martinec and Vatche Sahakian, 1999.
6. Anne M.Green, Andrew R. Liddle, 1999.
7. J.C. Niemeyer, K. Jedamzik, 1999.
8. J.C. Niemeyer, K. Jedamzik, 1999.
9. Michael S. Turner, 1999.
10. Allesandro Melchiorri, Michail Vasil'evich Sazhin, Vladimir V. Shulga, Nicola Vittorio, 1999.
11. Alexander Kusenko, 1999.
12. M.G. Hauser, T. Kelsall, D. Leisawitz and J.Weiland, 1998, COBE Diffuse Infrared Background Experiment (DIRBE) Explanatory Supplement, Version 2.3.

**Дата публикации:**

27 февраля 2001 года

**Электронная версия:**

© «Наука и Техника», www.n-t.org