



РОСАТОМ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ ЯДЕРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ФГУП "ГОРНО-ХИМИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ"

ДВИЖЕНИЕ ЧАСТИЦ И ОБЪЕКТОВ ВО ВСЕЛЕННОЙ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ГРАВИТАЦИИ МАССИВНОГО ТЕЛА

П.М. Гаврилов

Модель Мичелла 1784 г.



«Чёрная звезда» (чёрная дыра (ЧД)) массой M , создающая гравитационное поле, к которому поступательно движется частица массой m , имеет гравитационный радиус r_g «горизонта событий».

«Чёрная звезда» (чёрная дыра) Мичелла 1784 г.

$$-\frac{GmM}{r} + \frac{m \cdot v^2}{2} = 0$$

то есть $v = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$ или $v \sim r^{-\frac{1}{2}}$. (1)

При $v = c$, гравитационный радиус Мичелла-Шварцшильда «горизонта событий» имеет значение:

$$r_g = \frac{2GM}{c^2}. \quad (2)$$

M - масса «чёрной звезды» (чёрной дыры).



Однако, наблюдения через современные телескопы (телескоп Хаббла) показывают, что движения частиц к чёрным дырам, создающим мощные гравитационные поля, происходит, как правило, по спирали.







В 1937 году Фриц Цвикки в работе [1], в которой на основе наблюдений **относительных** скоростей галактик на телескопе Паломарской обсерватории получил «парадоксальный» результат: наблюдаемая масса скопления (полученная по суммарным светимостям галактик и их красному смещению) оказалась значительно ниже массы скопления, рассчитанной исходя из собственных скоростей членов скопления (полученных по дисперсии красного смещения): суммарная масса скопления оказалась в 500 раз ниже расчетной, то есть недостаточной, чтобы удерживать составляющие галактики от «разлетания».

«Тёмная энергия» в космологии – это гипотетический вид энергии, обусловленный наличием некой «тёмной массы», введенный в математическую модель Вселенной ради объяснения наблюдаемого её расширения сначала с замедлением, а затем как ранее предполагалось с ускорением (работа по физике 2011 года на основании проведенных в конце 1990-х годов наблюдений сверхновых звезд типа Ia).

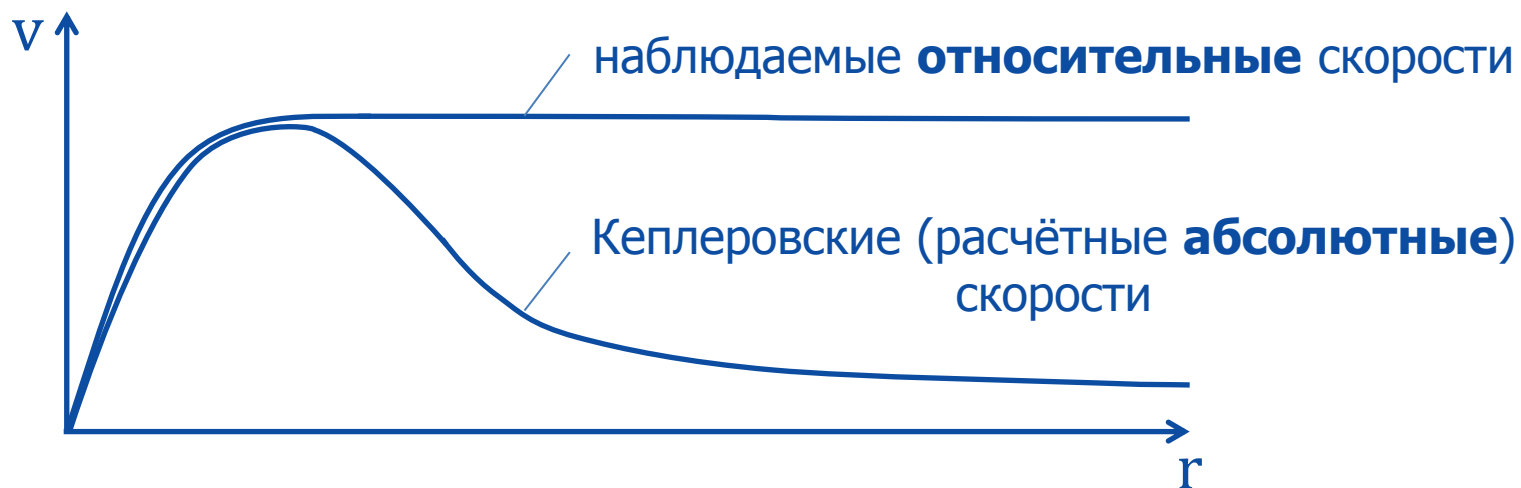


Рис. 1. Скорости «разлёта» объектов галактик на расстоянии r от их центра

Рассмотрим нестационарное уравнение движения

Ландау Л.Д. [2] в виде:

$$m \frac{dv}{dt} = \underbrace{-\frac{\partial U}{\partial r}}_{\text{сила гравитации}} - \underbrace{m W}_{\text{силовое поле}} + \underbrace{m [r\dot{\Omega}] + 2m [v\Omega] + m [\Omega[r\Omega]]}_{\text{силы инерции (сила Кориолиса, центробежная сила, неравномерность вращения)}}$$

Методом «от противного» будем полагать, что силовое поле отсутствует («тёмной энергии» не существует), тогда:

$$- m W = 0 .$$

Автомодельное решение нестационарного уравнения движения [2] с учетом силы гравитации, сил инерции (центробежной и Кориолиса) и в предположении, методом «от противного», отсутствия «тёмной энергии», имеет безразмерный вид [3]:

$$\tilde{a} = \frac{1}{\tilde{r}} - \frac{1}{\tilde{r}^2} , \quad (3)$$

Где безразмерные Функционалы $\tilde{a} = a/(3v^2/r_e)$, $\tilde{r} = r/r_e$.

a – ускорение частицы, V - скорость частицы, радиус равновесия сил гравитации и инерции $r_e = GM/(3v^2)$.

При $v = c$ получим $r_g/r_e = 6$.

Уравнение (3) объясняет известное «противоречие»: почему сначала происходит замедление частицы с энергией превышающей действие силы гравитации, пролетающей мимо чёрной дыры массой M , создающей гравитацию, а затем происходит ускорение частицы, удаляющейся от чёрной дыры массой M . Как видно, при этом нет необходимости введения понятия «тёмная энергия».

В работе [4] на основе анализа уравнения (3) получены предельные значения ускорения частицы. При этом графическое представление безразмерного функционала ускорения \tilde{a} в зависимости от безразмерного функционала расстояния \tilde{l} в диапазоне от 0 до ∞ , представлено на рис. 2.

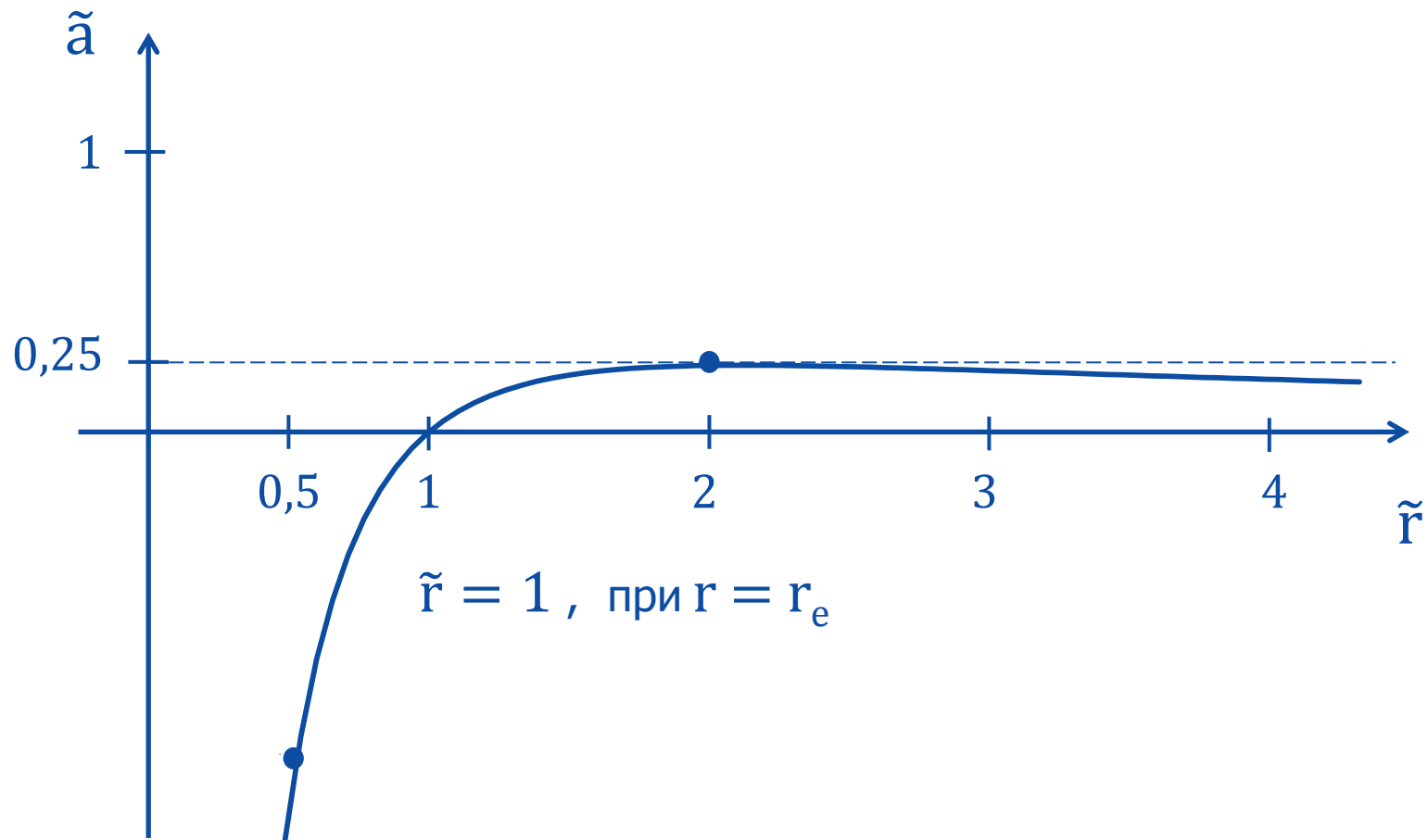


Рис. 2. Изменение безразмерного функционала ускорения \tilde{a} в зависимости от безразмерного функционала расстояния \tilde{r}

В явном виде уравнение (3) имеет вид:

$$\frac{\partial^2 r}{\partial t^2} = \frac{3r^2 - t^2 \cdot G \cdot M}{r^2 \cdot t^2 \cdot GM}, \quad (4)$$

где t – время.

Для постоянной скорости частицы $v = \text{const}$, ускорение частицы

$a = \frac{\partial^2 r}{\partial t^2} = 0$, что как следует из рис. 1 соответствует $\tilde{r} \geq 1$, тогда решение

уравнения (4) примет вид [5]:

$$r = t^{2/3} \cdot \sqrt[3]{\frac{GM}{3}}. \quad (5)$$

Дифференцируя уравнение (5) получим

$$v(t) = \frac{\partial r}{\partial t} = \frac{2}{3} \sqrt[3]{\frac{GM}{3}} \cdot t^{-1/3},$$

или

$$v(t) = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{\frac{GM}{3}} \cdot \frac{1}{\sqrt{r}} \quad (6)$$

Таким образом, уравнение (6) подтверждает вывод уравнения (1) для **абсолютной** скорости $v(t) \sim r^{-1/2}$, представленный на рис. 1 и не объясняет «парадокса» Ф. Цвикки.

В уравнении (3) автомодельный безразмерный функционал ускорения \tilde{a} не зависит от t , а зависит только от \tilde{r} , тогда получим безразмерный функционал скорости \tilde{v} , который зависит только от $\tilde{r}(r; v(t))$:

$$\tilde{v}(\tilde{r}) = \int \tilde{a}(\tilde{r}) d\tilde{r} = \ln \tilde{r} + \frac{1}{\tilde{r}} . \quad (7)$$

В данном случае физический смысл **абсолютной** скорости $v(t)$ (наблюдатель находится вне Вселенной) и функционала безразмерной **относительной** скорости $\tilde{v}(\tilde{r}(r; v(t)))$ (наблюдатель находится внутри Вселенной) следует понимать по аналогии различия местоположения наблюдателя в работе А. Эйнштейна [6] (наблюдатель расположен на насыпи и наблюдает за движением поезда; и наблюдатель, расположен непосредственно в поезде).

Исходя из этого рис. 1 примет вид



Рис. 3. Зависимости $v(t)$ от r ; и $\tilde{v}(\tilde{r})$ от $\tilde{r} \geq 1$.

Некая «особенность» результата (7), представленного на рис. 3, заключается в том, что для наблюдателя, находящегося внутри Вселенной при $\tilde{r} \gg 1$ $\tilde{a}(\tilde{r}) \rightarrow 0$, в то время как функционал безразмерной **относительной** «скорости» $\tilde{v}(\tilde{r})$ возрастает $\tilde{v}(\tilde{r}) \sim \ln \tilde{r}$. Эта «особенность» автомодельности, по-видимому, объясняет различие экспериментальных результатов разных наблюдателей: одни фиксируют увеличение **относительной** скорости разлетающихся тел, другие отсутствие **относительного** ускорения этих тел.

Таким образом, анализ уравнения (2) показывает, что если энергия частицы, например, предположительно полученная ею в результате «большого взрыва», позволяет преодолеть поле гравитации тела M , а это возможно, так как энергией «большого взрыва» должен быть вызван мощный импульс максимальных динамических давлений [7], то дальнейшее движение удаляющейся частицы (объекта) происходит с **относительной** скоростью функционала $\tilde{v}(\tilde{r}) \sim \ln \tilde{r}$. Данная модель применима как для движения частиц, так и тел [3] в условиях гравитации хорошо согласуется с экспериментом [8] и дает объяснение известного противоречия: почему Вселенная первоначально расширялась с замедлением, а затем расширялась с незначительным ускорением, при этом нет необходимости вводить понятие «тёмная энергия» для объяснения этого противоречия.

Данный вывод [8] в конце 2016 г. подтвердили исследователи из Оксфорда, которые проанализировали 740 сверхновых звёзд типа Ia и поставили под сомнение существование «тёмной энергии», так как различие расстояний, полученных с помощью сверхновых Ia и законом Хаббла, не превышает трёх сигм.

ЛИТЕРАТУРА

1. F. Zwicky. On the Masses of Nebulae and of Clusters of Nebulae. *Astrophysical Journal*, Vol. 86, p. 217
2. Ландау Л.Д., Лившиц Е.М. Теоретическая физика, механика. М.: Наука, 1988. Т.1.
3. Гаврилов П.М. Инерционное движение и гравитационное взаимодействие тел во Вселенной. //Тезисы докладов. XII Забабахинские научные чтения. РФЯЦ-ВНИИТФ. 2014. С. 57-58.
4. Гаврилов П.М. Предельные гравитационные ускорения тел.//Тезисы докладов. XIII Забабахинские научные чтения. РФЯЦ-ВНИИТФ. 2017. С. 20-21.
5. Гаврилов П.М. Динамическое движение частицы под действием гравитации тела. //Тезисы докладов. XX Харитоновские чтения. Международная конференция. РФЯЦ ВНИИЭФ. Саров 2018. С. 51-52.
6. A. Einshtein. Ph.D Relativity the special and the general theory, London, 1920, 138 pp.
7. Илькаев Р.И., Фортов В.Е., Шарков Б.Ю. Ориентированные фундаментальные исследования в обеспечении инновационных ядерных технологий.//Сб. докладов на расширенном заседании НТС, 28.09.2007. М.: ЦНИИАтоминформ. 2007. С. 10.
8. Nielsen J.T., Guffanti A., Sarkar S. Marginal evidence for cosmic acceleration from Type Ia supernovae//*Nature Scientific Reports* 6, Article number: 35596 (2016)