

4. И. Д. Караченцев, В. А. Минева, Письма в Астрон. ж., 10, № 8, 563, 1984.
 5. В. А. Минева, Астрофизика, 26, 335, 1987.
 6. Н. Я. Сотникова, Астрофизика, 28, 495, 1988.

УДК: 524.8

ЗАМЕЧАНИЕ О ХАРАКТЕРНЫХ ВЕЛИЧИНАХ В КОСМОЛОГИИ

Интригующие совпадения больших чисел в космологии обсуждались в литературе неоднократно (см., например, [1—4] и ссылки в них). Еще Эддингтон пытался вывести большое число 10^{40} как следствие новых фундаментальных принципов. В последнее время большой популярностью пользуется объяснение космологических совпадений на основе антропного принципа.

В настоящей заметке мы приводим некоторые новые соображения о возможном объяснении совпадения космологических больших чисел, исходя лишь из известных физических законов и численных значений фундаментальных постоянных микрофизики. Как и принято в работах такого типа, все равенства справедливы по порядку величины, например, $2 \cdot 10^{39} \sim 10^{40}$ и т. д.

1. Основную роль в дальнейших рассуждениях будет играть планковская светимость

$$L_{\text{пл}} \sim c^5/G \sim 10^{59} \text{ эрг/с.} \quad (1)$$

Выражение (1) может быть получено также из соотношения, определяющего высвечивание энергии, соответствующей массе покоя Mc^2 , за время пересечения светом гравитационного радиуса $R_G \sim GM/c^2$ для этой массы: $L_{\text{пл}} \sim Mc^2/(R_G/c) \sim c^5/G$. Отметим, что эта оценка светимости не имеет отношения к так называемому „испарению“ черных дыр.

Сравним планковскую светимость с эддингтоновской, определяющей максимально допустимую массу объекта из условия равенства силы светового давления и силы гравитации:

$$L_{\text{эдл}} \sim \frac{GMm_p c}{\sigma_T} \sim \frac{c^5 G m_p^2 m_*^2}{e^4} N_M, \quad (2)$$

где $M \sim m_p N_M$ — масса объекта, $\sigma_T \sim e^4/(m_e c^2)^2$ томсоновское сечение рассеяния. Сопоставляя (1) и (2), получаем оценку для числа нуклонов в таком экстремальном объекте, где $L_{\text{эдл}} \sim L_{\text{пл}}$, т. е.

$$N_M \sim \left(\frac{e^2}{G m_e m_p} \right)^2 \sim (10^{10})^2 \sim 10^{20}, \quad (3)$$

или с учетом равенства $e^2 = hc/137$:

$$N_M \sim \left(\frac{\hbar c}{G m_p^2} \right)^2.$$

Соотношение (3) дает значение, совпадающее по порядку величины с наблюдаемым числом протонов в Метагалактике. Подчеркнем, однако, что получено оно без использования космологической информации, лишь из условия равенства сил гравитации и светового давления.

2. Предельный размер объекта с числом нуклонов N_M найдем из соотношения $R_M \sim R_G \sim GM/c^2$ и с учетом (3) получим:

$$R_M \sim \frac{e^4}{G m_p m_e^2 c^2} \sim R_e \frac{e^2}{G m_e m_p} \sim 10^{40} R_e \sim 10^{27} \text{ см}, \quad (4)$$

где $R_e \sim e^2/m_e c^2$ — классический радиус электрона. Таким образом, характерный размер Метагалактики равен размеру электрона, умноженному на большое число $e^2/G m_e m_p \sim 10^{40}$.

Характерное время для Метагалактики получается как отношение характерного размера к скорости света, т. е. $t_M \sim R_M/c$, или с учетом (4):

$$t_M \sim \frac{e^4}{G m_p m_e^2 c^3} \sim \frac{R_e}{c} \frac{e^2}{G m_e m_p} \sim 10^{17} \text{ с}. \quad (5)$$

Характерную плотность вещества в Метагалактике получаем из соотношения $\rho_M \sim m_p N_M / R_M^3$, откуда

$$\rho_M \sim \frac{G m_p^2 m_e^4 c^6}{e^8} \sim \rho_p \cdot \left(\frac{e^2}{G m_e m_p} \right)^{-1} \sim 10^{-27} \frac{\text{г}}{\text{см}^3}, \quad (6)$$

где $\rho_p \sim m_p / R_e^3$ — характерная ядерная плотность. Сравнивая (4) и (6) замечаем, что характерная плотность вещества в Метагалактике во столько раз меньше характерной ядерной плотности, во сколько характерный размер Метагалактики больше характерного ядерного размера. Естественно предположить, что плотность структурных образований промежуточных масштабов приближенно спадает также обратно пропорционально размерам систем, т. е. $\rho \sim \rho_p \left(\frac{R_e}{R} \right) \sim R^{-1}$. Такой закон плотности может реализоваться в иерархической структуре Метагалактики и совместим с современными наблюдательными данными [5]. Используя выражение для „гравитационной“ постоянной Хаббла $H_{гп} \sim \rho_0 r_0 G/c$ [5] и подставляя в него $\rho_0 \sim \rho_p$ и $r_0 \sim R_e$, получаем.

$$H_{\text{ГР}} \sim \frac{G m_p m_e^2 c^3}{e^4} \sim 10^{-17} \text{ с}^{-1}. \quad (7)$$

Удивительным кажется совпадение выражений (5) и (7) ($H_{\text{ГР}} \sim \sim (T_M^{-1})$), так как они получены из совершенно разных предпосылок.

3. Характерную температуру излучения, заполняющего шар радиусом R_M , найдем, приравняв известное выражение для светимости абсолютно черного тела планковской светимости: $c^3/G \sim 4\pi R_M^2 \sigma T_M^4$. Подставляя $\sigma = 2\pi^5 K^4/15h^3c^2$, получаем

$$T_M \sim \frac{m_p^{12} m_e G^{14} h^{3 \cdot 4} c^{11 \cdot 4}}{2\pi k e^2} \sim \frac{m_{\text{Пл}} c^2}{2\pi k} \left(\frac{m_{\text{Пл}}}{m_p} \right)^{1/2} \left(\frac{e^2}{G m_e m_p} \right)^{-1} \sim \\ \sim T_N \cdot \left(\frac{e^2}{G m_e m_p} \right)^{-1} \sim 10^1 \text{ К}, \quad (8)$$

где

$$T_N \sim \frac{m_{\text{Пл}} c^2}{2\pi k} \cdot \left(\frac{m_{\text{Пл}}}{m_p} \right)^{1/2},$$

$m_{\text{Пл}} = \sqrt{\frac{hc}{G}}$ — планковская масса. Значение $T_M \sim 10^1 \text{ К}$ по порядку величины соответствует наблюдаемой температуре чернотельного микроволнового фонового излучения, заполняющего Метагалактику.

Таким образом, исходя из определения планковской светимости и локальных условий равновесия, оказывается возможным выразить важнейшие параметры Метагалактики через фундаментальные постоянные микрофизики.

A Note on the Characteristic Quantities in Cosmology. On the basis of Planck luminosity and local equilibrium conditions, basic parameters of the Metagalaxy are expressed through the fundamental constants of microphysics.

18 мая 1987

Ленинградский государственный
университет

Курский институт
усовершенствования учителей

Ю. В. БАРЫШЕВ
А. А. РАЙКОВ

ЛИТЕРАТУРА

1. Р. М. Мурадян, *Астрофизика*, 13, 63, 1977.
2. П. Дэвис, *Случайная Вселенная*, Мир, М., 1985.
3. Г. Е. Горелик, *Эйнштейновский сборник 1982—1983*, Наука, М., 1986, стр. 302.
4. И. Л. Розенталь, *Элементарные частицы и структура Вселенной*, Наука, М., 1984.
5. Ю. В. Барышев, *Изв. Спец. астрофиз. обсерв., АН СССР*, 14, 24, 1981.