

УДК 524.85+524.8—327

КОСМОЛОГИЧЕСКАЯ ПОСТОЯННАЯ И ВРАЩЕНИЕ ВСЕЛЕННОЙ

Посвящается восьмидесятилетию профессора
Дмитрия Дмитриевича Иваненко

Параметры Вселенной—радиус, масса и возможный угловой момент—могут быть выражены через комбинации квантовых и классических фундаментальных констант следующим образом:

$$R = \frac{\hbar}{m_p c} \left(\frac{\hbar c}{G m_p^2} \right), \quad (1a)$$

$$M = m_p \left(\frac{\hbar c}{G m_p^2} \right)^2, \quad (16)$$

$$J = \hbar \left(\frac{\hbar c}{G m_p^2} \right)^3. \quad (1b)$$

Здесь \hbar — постоянная Планка; m_p — масса протона; c — скорость света; G — гравитационная постоянная.

Соотношения (1a, б) известны начиная с 30-х годов благодаря работам Эддингтона и Дирака и иногда называются гипотезой «Больших чисел». Соотношение (1в) получено в работе [1] (см. также [2, 3]).

С другой стороны, исходя из различных космологических моделей, эти же параметры могут быть выражены через классические фундаментальные константы G и c и космологическую постоянную Λ следующим образом:

$$R \approx \frac{1}{\sqrt{\Lambda}}, \quad (2a)$$

$$M \approx \frac{c^3}{G \sqrt{\Lambda}}, \quad (26)$$

$$J \approx \frac{c^3}{G \Lambda}. \quad (2b)$$

С точностью до постоянных коэффициентов порядка единицы первые два соотношения выполняются в модели Эйнштейна, а соотношение (2в) имеет место в модели Гёделя, в которой угловая скорость связана с Λ соотношением $\omega = c\sqrt{\Lambda}$. Кроме того очевидно, что все три соотношения (2a)—(2в) следуют из простого анализа размерностей.

В работах [4, 5] на основе учета поляризации вакуума (гравитационного аналога эффекта Казимира) было получено новое физическое обоснование соотношений (1а) и (1б). Исходным пунктом при этом послужило следующее выражение для космологической постоянной:

$$\Lambda = \frac{G^2 m^6}{\hbar^4} \equiv \left(\frac{\hbar}{m_p c} \right)^{-2} \left(\frac{G m_p^2}{\hbar c} \right)^3, \quad (3)$$

где m — масса элементарной частицы. Величина Λ сильно зависит от выбора конкретного типа элементарной частицы (протона, электрона, пиона), так как масса входит в (3) в шестой степени. Приближенно можно считать, что $m = m_p$, т. е. массе протона. Подстановка значения Λ из (3) при таком выборе массы в соотношения (2а, б, в) приводит к соотношениям (1а, б, в). Тип элементарной частицы, масса которой через уравнения 1а, б, в определяет основные параметры Вселенной, нельзя определить из априорных соображений. Приближенно можно считать, что $m = m_p$, т. е. массе протона, поскольку это не противоречит фактическим данным.

Таким образом, нами получено новое подтверждение самосогласованности выражений (1а, б, в). С другой стороны, этот факт может быть истолкован также как независимое указание на справедливость соотношения (3).

2. Сделаем несколько замечаний о порядках величин рассматриваемых выражений. Как было показано в [1—3], угловой момент Вселенной в единицах постоянной Планка выглядит как «Большое число» следующего вида:

$$J = \hbar \left(\frac{M}{m_p} \right)^{3/2} = 10^{120} \hbar. \quad (4)$$

С другой стороны, наблюдательные данные приводят к ограничению на космологическую постоянную, которое в единицах планковской длины

$$l_P = \sqrt{\frac{\hbar G}{c^3}} \approx 10^{-33} \text{ см} \text{ имеет вид:}$$

$$\Lambda \lesssim 10^{-120} \frac{1}{l_P^2}. \quad (5)$$

или

$$\Lambda \lesssim 10^{-120} \frac{c^3}{\hbar G}. \quad (6)$$

Сравнение (6) с (2в) показывает, что «Большое число» 10^{120} для углового момента Вселенной прямо связано числом 10^{-120} для космологической постоянной Λ , выраженной в планковских единицах. Отметим

также, что возможность наложить ограничение на Λ с помощью данных о вращении Вселенной обсуждалась в недавней работе Д. Д. Иваненко [6].

3. Если принять, что «эффективный радиус» гравитационных сил имеет порядок радиуса Вселенной, можно выразить космологическую постоянную через комптоновскую длину волны гипотетического гравитона следующим образом:

$$\Lambda = \left(\frac{\hbar}{m_g c} \right)^{-2}. \quad (7)$$

Отсюда можно оценить массу гравитона $m_g = 10^{-65}$ г, или в единицах планковской массы ($m_p = \sqrt{\frac{\hbar c}{G}} \approx 10^{-5}$ г) $m_g = 10^{-60} m_p$. С другой стороны, положив в соотношении (3) $m = m_p$ и сравнивая его с соотношением (7), найдем следующее выражение для массы гравитона через фундаментальные константы:

$$m_g = m_p \left(\frac{\hbar c}{G m_p^2} \right)^{-1}. \quad (8)$$

Выражаю благодарность академику В. А. Амбарцумяну за стимулирующие обсуждения.

Cosmological constant and rotation of the Universe. The expression for the angular momentum of the Universe via fundamental constants $J = \hbar \left(\frac{\hbar c}{G m_p^2} \right)^3$ is shown to follow from the value for the cosmological constant $\Lambda = \frac{G^2 m_p^6}{\hbar^4}$.

8 мая 1984

Ереванский физический
институт

Р. М. МУРАДЯН

ЛИТЕРАТУРА

1. Р. М. Мурадян, *Астрофизика*, 13, 63, 1977.
2. R. M. Muradian, *Astrophys. Space Sci.*, 69, 339, 1980.
3. R. M. Muradian, On the rotation of astronomical Universe, Preprint EPI-636 (26)—83, Yerevan, 1983.
4. Я. Б. Зельдович, *Письма ЖЭТФ*, 6, 883, 1967.
5. Я. Б. Зельдович, *УФН*, 85, 209, 1968.
6. Д. Д. Иваненко, *Астрон. цирк.* № 1254, 1, 1983.