

**Букалов А.В.**

**БАРИОННАЯ АСИММЕТРИЯ И МАССА ПРОТОНА**

*Центр физических и космических исследований, Международный институт соционики,  
ул.Мельникова, 12, г.Киев-50, 04050, Украина  
e-mail: bukalov.physics@socionic.info*

Получены формулы и соотношения, описывающие величину барионной асимметрии, количество барионов в наблюдаемой Вселенной, а также массу протона. Из предложенной формулы следует связь величины барионной асимметрии с массой протона и высокая стабильность барионного числа. Показана неслучайность величины энтропии Вселенной. Обосновано, что число поколений элементарных частиц не превышает трех.

*Ключевые слова:* барионная асимметрия, масса протона, энтропия Вселенной, темная материя, CMBR.

**PACS numbers: 11.30.Er, 12.10.-g, 12.60.-I, 14.20.Dh, 98.80.-k**

**1. Введение**

Происхождение барионной асимметрии до сих пор является нерешенной проблемой. Существуют различные сценарии происхождения этой асимметрии, но до сих пор неясно, при какой энергии происходит нарушение симметрии кварков и антикварков. Отношение числа барионов Вселенной к числу фотонов космического микроволнового излучения, образованных, как предполагается, в результате аннигиляции частиц и античастиц, составляет

$$\eta_B = \frac{n_B}{n_\gamma} = (6,1 \pm 0,2) \cdot 10^{-10}, \tag{1}$$

где  $n_B$  — плотность барионов,  $n_\gamma = 410 / \text{см}^3$  — плотность фотонов.

Число реликтовых фотонов в Хаббловском радиусе  $R_H \approx 1,32 \cdot 10^{26}$  м составляет

$$N_\gamma = \frac{4\pi}{3} R_H^3 n_\gamma \approx 3,9 \cdot 10^{87}. \tag{2}$$

Соотношение

$$\Delta_B = \frac{n_B - n_{\bar{B}}}{s} = \frac{n_\gamma}{s} \eta_B = \frac{2\xi(3)}{\frac{4\pi^2}{90} \left( 2 + \frac{7}{8} \cdot 2 \cdot 3 \cdot \frac{4}{11} \right)} \eta_B = 0,14 \eta_B = 0,87 \cdot 10^{-10}$$

где  $n_B$  и  $n_{\bar{B}}$  — плотности чисел барионов и антибарионов,  $s$  — плотность энтропии во Вселенной, является численной характеристикой барионной асимметрии Вселенной, которая постоянна во времени [1].

При этом величина  $\eta_B$  определена из распространенности химических элементов во Вселенной и измерений реликтового микроволнового излучения [1], и не является следствием теоретического расчета.

**2. Формула для барионной асимметрии и следствия из нее**

Существующие теории происхождения барионной асимметрии не позволяют дать точно вычислить  $\eta_B$  без дополнительных гипотез или подгоночных параметров модели. Однако значению  $\eta_B$  удовлетворяет простая формула:

$$\eta_B^{-1} = \sqrt{\frac{M_P}{8\pi m_p}} = \frac{1}{m_p^{1/2}} \left( \frac{\hbar c}{8\pi G_N} \right)^{1/4} = 1,611 \cdot 10^{-9}, \quad (3)$$

где  $M_P$  — масса Планка,  $m_p$  — масса протона. Вместо массы протона  $m_p$  можно рассматривать массу нейтрона, получая значение  $\eta_B^{-1} = 1,6099 \cdot 10^{-9}$ , но свободный нейтрон нестабилен. Соотношение (3) означает, что и значение энтропии Вселенной, определяемой плотностью реликтового микроволнового излучения, не является случайной величиной.

При этом

$$\eta_B^{-2} = \frac{M_P}{\sqrt{8\pi} m_p} = 2,595 \cdot 10^{18} = \frac{\alpha_{G_p}^{-1/2}}{\sqrt{8\pi}} \quad (4)$$

Таким образом,  $\eta_B$  связана с гравитационной постоянной тонкой структуры для протона  $\alpha_{G_p} = G_N m_p^2 / (\hbar c)$ . Рассматривая формулу (4) как точную, получаем массу протона:

$$m_p = \eta_B^2 \cdot \frac{M_P}{\sqrt{8\pi}}. \quad (5)$$

Из формулы (5) следует, что фактор асимметрии барионного числа  $\hat{X}_B$  определяет массу протона. Это означает, что этот фактор, определяющий  $\eta_B$ , является постоянной величиной, так как  $\eta_B = const$ , и действует не только при высоких энергиях, как это предполагается в большинстве механизмов появления барионной асимметрии, но и при низких энергиях. Этот же фактор  $\hat{X}_B$  определяет и величину барионного числа. Поэтому, вероятно, барионный заряд можно рассматривать как стабильную величину, подобно электрическому заряду. Она зависит только от фактора  $\hat{X}_B$ , нарушающего симметрию и определяющего массу протона. С этой точки зрения распад бариона, если он и существует, коррелирует с медленным изменением массы протона, так как они определяются одним и тем же фактором.

С точки зрения теории космологической модели со сверхпроводимостью (КМС) [2] асимметрия барионов и антибарионов возникает как результат нарушения симметрии в сверхпроводящем переходе, когда число фононных колебаний первичной планковской решетки, образующей пространственную структуру

$$N = e^{2\frac{3}{2}\alpha^{-1}} = 1,86 \cdot 10^{89},$$

но имеется асимметрия вида

$$\eta_B^{-1} \approx \alpha^{\frac{1}{3}} e^{\frac{1}{6}\alpha^{-1}},$$

где  $\alpha$  — коэффициент взаимодействия первичных фермионов планковской решетки, численно равный в настоящее время электромагнитной постоянной тонкой структуры  $\alpha = \alpha_{em} = e^2 / (\hbar c)$ .

При этом отношение числа пар нейтрино-антинейтрино к числу барионов составляет

$$\eta_{\nu\bar{\nu}/B}^{-1} = e^{\frac{1}{6}\alpha^{-1}} / (2\pi) = 1,32 \cdot 10^9.$$

Общее количество реликтовых фотонов и нейтрино может быть выражено формулой

$$N_{\gamma, \nu\bar{\nu}} = \frac{3}{8\pi^2} e^{\frac{3}{2}\alpha^{-1}},$$

при том, что  $N_{\nu\bar{\nu}} = \frac{9}{11} N_\gamma$  в момент рождения нейтрино, и может несколько изменяться в ходе эволюции горячей Вселенной.

Существование асимметричного фактора  $\hat{X}_B$ , действовавшего начиная с энергий Большого объединения  $E \leq 10^{15}$  эВ, объясняет известную близость плотностей барионов и темной материи:  $\rho_{DM} / \rho_B \approx 5,5$ , при том, что они рождались в совершенно разных процессах: частицы темной материи перестали взаимодействовать при  $E \gg 1$  ГэВ. Если, например, принять массу частицы темной энергии  $m_{DM} = \alpha_{em}^{-1} m_p = 128,57$  ГэВ, то количество частиц темной материи со-

ставляет  $N_{DM} = 5,5\alpha_{em} N_B$ , где  $N_B$  — количество барионов. Тогда на одну частицу темной материи приходится  $N_{\gamma/DM} \approx 4 \cdot 10^{10}$  фотонов, или  $\eta_{DM} = 5,5\alpha_{em}\eta_B = 2,49 \cdot 10^{-11}$ . Заметим, что сейчас в некоторых астрофизических наблюдениях обнаружен сигнал от предполагаемых распадов частиц темной энергии с массой  $m_{DM} \approx 130$  ГэВ [4].

Наличие постоянного асимметричного фактора  $\hat{X}_B$ , обеспечивающего стабильное барионное число и массу протона, может означать существование поля, соответствующего барионному заряду. Считается, что барионного поля не существует, иначе возникало бы специфическое барион-барионное взаимодействие [5]. Однако такое поле может существовать в виде некоторого конденсата, в котором барионы играют роль возбуждений. Вероятно, об этом свидетельствует формула Я. Б. Зельдовича [3] для плотности энергии вакуума вида

$$\rho_v = \frac{Gm_x^6 c^2}{\hbar^4},$$

модифицированная Н. С. Кардашевым, предположившим  $m_x \approx m_\pi$  [6, 7], и автором, уточнившим ее для конденсата виртуальных  $\pi$ -мезонов с массой  $m_{\pi^\pm} / 2$ :

$$\rho_c = \frac{G_N c^2}{2\pi^2 \hbar^4} \left( \frac{m_{\pi^\pm}}{2} \right)^6 = \frac{G_N}{2\lambda_{\pi^\pm}} \left( \frac{m_{\pi^\pm}}{2} \right)^2 \frac{1}{2\pi^2 (2\lambda_{\pi^\pm})^3}. \quad (6)$$

$$\rho_v = \frac{2\pi}{9} \rho_c.$$

Она показывает, что вакуумный конденсат с  $m_x \approx m_\pi$  взаимодействует между собой в собственном замкнутом комптоновском объеме  $V = 2\pi^2 R^3$ , который соответствует объему замкнутого мира в ОТО.

По-видимому, асимметрия, аналогичная барионной, возникает и для лептонного числа. Тогда для нейтрино также может существовать асимметрия, и на  $N_{\nu\bar{\nu}}$  пар нейтрино-антинейтрино всех трех сортов может приходиться избыток нейтрино или антинейтрино, составляющий  $N_\nu = \eta_B N_{\nu\bar{\nu}} \approx 2 \cdot 10^{78}$ .

Число реликтовых фотонов на барион можно выразить и через следующую формулу:

$$\eta_B^{-1} = \sqrt{\frac{M_p}{\sqrt{8\pi} m_p}} = \frac{\sqrt{2} (3\langle\phi\rangle)^2}{m_p m_e}, \quad (7)$$

где вакуумное среднее хиггсовского поля  $\langle\phi\rangle = 2^{-\frac{1}{4}} G_F^{\frac{1}{2}} = 246,3$  ГэВ,  $m_e$  — масса электрона.

Количество барионов в радиусе Хаббла можно также выразить формулой

$$N_B = N_{q_u} + N_{\bar{q}_u} + N_{q_d} = 3e^{\frac{3}{2}\alpha-1} \left( \frac{m_e}{\langle\phi\rangle} \right)^2, \quad (8)$$

где  $N_{q_u}$ ,  $N_{q_d}$  — количество  $u$ -кварков и  $d$ -кварков. Тогда число фотонов космического микроволнового излучения можно выразить формулой

$$N_\gamma = 27\sqrt{2} \frac{m_e}{m_p} e^{\frac{3}{2}\alpha-1} = 3,88 \cdot 10^{87},$$

что хорошо совпадает со значением, полученным в рамках термодинамики «Большого Взрыва» по формуле (2).

При этом  $N_B = 3^{\frac{1}{4}} \eta_B^{-8,5}$  и  $N_\gamma = 3^{\frac{1}{4}} \eta_B^{-9,5}$ . Поскольку неслучайность величины энтропии Вселенной определяется массой протона, теории периодически коллапсирующей и взрывающейся Вселенной вряд ли являются справедливыми, так как энтропия меняется от цикла к циклу.

Отметим также, что барионная асимметрия описывается формулами (3) и (7), включа-

ющими в себя массу протона, и она фиксирована. Это означает, что других стабильных частиц с барионным числом нет. Отсюда следует, что, по-видимому, нет других стабильных кварков и соответствующих им лептонов. Таким образом, число поколений частиц, по-видимому, не превышает трех. Этот теоретический вывод соответствует данным коллаборации PLANCK [8].

### **3. Заключение**

1. Барионная асимметрия определяется постоянно действующим фактором  $\hat{X}_B$ , который в свою очередь связан с гравитационной постоянной тонкой структуры протона (или нейтрона).
2. Этот фактор определяет и массу протона, и, по-видимому, асимметрию частиц темной материи.
3. Стабильность этого фактора  $\hat{X}_B$  определяет стабильность барионного числа.
4. Энтропия Вселенной, число фотонов и нейтрино являются не случайными величинами, а определяются соотношениями из космологической модели со сверхпроводимостью.
5. Число поколений элементарных частиц не превышает трех в соответствии со Стандартной моделью.

### **Л и т е р а т у р а :**

1. Горбунов Д.С., Рубаков В.А. Введение в теорию ранней Вселенной. Теория горячего Большого взрыва. — М.: ЛКИ, 2006. - 464 с.
2. Букалов А. В. Решение проблемы космологической постоянной и сверхпроводящая космология. // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2011. — № 1. — С. 17–23.
3. Зельдович Я. Б. Письма в ЖЭТФ **6** 883 (1967)
4. C. Weniger, JCAP 1208 (2012) 007 [arXiv:1204.2797 [hep-ph]].
5. Долгов А. Д., Зельдович Я. Б., Сажин М. В. Космология ранней Вселенной. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. — 199 с.
6. Кардашев Н. С. Астроном. Ж. **74** 83 (1998)
7. Burdzyuzha V. arXiv:1030.1025.
8. Planck Collaboration. Planck 2013 results. I. Overview of products and scientific results. — arXiv:1303.5062 [astro-ph.CO].

*Статья поступила в редакцию 15.05.2013 г.*

*Bukalov A. V.*

### **Baryon asymmetry and the mass of proton**

There are obtained the formulas and the relations describing the value of the baryon asymmetry, the number of baryons in the observable universe, and the mass of the proton. Connection the value of the baryon asymmetry of the mass proton and the high stability of the baryon number follows from the proposed formula. It is shown the nonrandomness of the value of the entropy of the Universe.

*Key words:* baryon asymmetry, proton mass, entropy of the universe, dark matter, CMBR.