

КОСМОЛОГИЯ И АСТРОФИЗИКА

УДК 524.85+53.01+530.12

Букалов А.В.

О СВЯЗИ ЭНТРОПИИ МИКРОВОЛНОВОГО РЕЛИКТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ ЭНТРОПИИ ВСЕЛЕННОЙ

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

В рамках космологической модели со сверхпроводимостью (CMS), предложенной автором, получены соотношения, которые показывают четкую упорядоченность структуры Вселенной, законы соотношения гравитационной энтропии и энтропии реликтового микроволнового излучения, а также количества фотонов, нейтрино и барионов, протонов и электронов в радиусе Хаббла. Этот радиус в CMS эквивалентен корреляционному радиусу взаимодействия первичных фермионов планковской массы, которые формируют наблюдаемое эволюционирующее пространство-время и сверхпроводящее состояние вакуума Вселенной.

Ключевые слова: космология, космологическая модель со сверхпроводимостью (CMS), темная энергия, вакуум, гравитационная энтропия Вселенной, энтропия реликтового излучения, барионное число, фотоны, нейтрино, протоны, электроны.

1. Введение

В космологической модели со сверхпроводимостью (CMS), предложенной автором [2, 4, 7, 8, 12, 13, 17, 20, 21, 25, 26, 27, 28, 39, 43], константы взаимодействий первичных фермионов в настоящее время очень близки к величине, обратной электромагнитной постоянной тонкой структуры, или совпадают с ней:

$$\lambda_i = \lambda_j \cong \alpha_{em} = e^2 / \hbar c. \quad (1)$$

Поэтому критическая плотность Вселенной, согласно CMS, описывается формулой

$$\rho_c = \frac{3}{8\pi G_N} H_0^2 = \frac{M_P P_F}{4\pi^2} \Delta_H^2 = \frac{3}{8\pi G_N} \frac{1}{(8\pi t_p e^{1/\lambda_j})^2} = \frac{3c^5}{512\pi^3 G_N^2 \hbar e^{1/\lambda_j}}. \quad (2)$$

Соответственно, плотность тёмной энергии составляет:

$$\rho_{DE} = \frac{2}{3} \rho_c = \frac{c^5}{256\pi^3 G_N^2 \hbar e^{2\alpha_{em}^{-1}}} = 6,09 \cdot 10^{-27} \text{ кг/м}^3. \quad (3)$$

В рамках CMS оказалось также возможным найти массы всех известных элементарных частиц и установить периодический закон для их величин [5, 6, 23, 29, 30]. Равенство (1) выражает на микроскопическом планковском уровне наблюдаемый феномен совпадений (coincidence) – близости плотностей тёмной энергии и материи в настоящее время. Поэтому и плотность энергии микроволнового реликтового излучения также оказывается связанной с текущей критической плотностью энергии Вселенной [24]:

$$\rho_{CMBR} = \alpha_{em}^2 \frac{3}{\pi} \rho_c = \alpha_{em}^2 \frac{9}{512\pi^4} \frac{c^5}{G_N^2 \hbar e^{2\alpha_{em}^{-1}}} = 4,64 \cdot 10^{-32} \text{ кг/м}^3 \quad (4)$$

и $H_0 = 68,1456627 \pm 0,0034 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{Мпк}^{-1}$, $T_{CMBR} = 2,7255092 \pm 0,00015 \text{ К}$ в превосходном совпадении с экспериментальными данными [44, 45].

$$T_{CMBR} = \sqrt[4]{\frac{135c^5}{512\pi^6 G_N^2} \left(\frac{1}{\alpha_{em}^{-1} e^{\alpha_{em}^{-1}}} \right)^2} = \left(\frac{135}{512\pi^6} \right)^{1/4} \frac{m_{pl} c^2}{k_B \alpha_{em}^{-1/4} e^{\alpha_{em}^{-1/2}}}. \quad (5)$$

Эта температура дает наблюдаемую плотность фотонов $410/\text{см}^3$. Число фотонов в радиусе Хаббла составляет $N_\gamma \approx 3,9 \cdot 10^{87}$, и это число определяет реальную энтропию реликтового излучения для Вселенной: $S \sim 10^{88}$.

В то же время количество информации в наблюдаемой Вселенной выражается известной формулой Бекенштейна-Хокинга для горизонта:

$$S_H = \frac{4\pi R_H^2}{(2L_{pl})^2} = \frac{\pi R_H^2}{L_{pl}^2}. \quad (6)$$

Квантовые свойства чёрных дыр и горизонтов, а также смежные вопросы, такие как природа космологического времени, рассматривались нами, с учётом результатов [36], в ряде работ [1, 3, 4, 5, 7, 13, 24, 14, 22, 28, 31, 32, 33, 34, 38, 39, 40, 41, 42].

2. Связь гравитационной и электромагнитной энтропии Вселенной, количество барионов, протонов, электронов и нейтрино

Таким образом возникают различные определения энтропии Вселенной: электромагнитное и гравитационное, которые нуждаются в согласовании. Более точно, нужно согласовать количество фотонов реликтового микроволнового излучения и количество планковских ячеек на горизонте Хаббла. Оказывается возможным установить эту связь посредством формулы:

$$N_\gamma = \left(\frac{\langle \varphi \rangle}{m_{pl}^2} \right)^2 \cdot S_H = \left(\frac{\langle \varphi \rangle}{m_{pl}^2} \right)^2 \cdot \frac{\pi R_H^2}{L_{pl}^2} = \alpha_{\langle \varphi \rangle} \frac{\pi R_H^2}{L_{pl}^2} \quad (7)$$

$$N_\gamma = \alpha_{\langle \varphi \rangle} \frac{\gamma R_H^2}{2 L_{pl}^2} = \alpha_{\langle \varphi \rangle} \frac{\gamma}{2} \left(8\pi e^{2\alpha_{em}^{-1}} \right)^2 = 3,88 \cdot 10^{87} \quad (8)$$

где $2\pi/\gamma = 3,527$ — типичный коэффициент в теории сверхпроводимости: $2\Delta/kT = 2\pi/\gamma = 3,527$, $\langle \varphi \rangle = 246,2$ ГэВ — вакуумное среднее поля Хиггса.

Таким образом, постоянная взаимодействия поля Хиггса связывает количество фотонов и количество планковских ячеек.

Простое преобразование формулы (8) показывает, что количество фотонов соответствует количеству ячеек вакуумного среднего поля Хиггса на горизонте Вселенной.

$$N_\gamma = \frac{\gamma R_H^2}{2 \lambda_{\langle \varphi \rangle}^2}. \quad (9)$$

Таким образом, число фотонов выражает энтропию двумерных ячеек вакуумного среднего относительно площади хаббловского горизонта событий:

$$S_\gamma = S_{\langle \varphi \rangle}. \quad (10)$$

Количество барионов определяется по аналогичной формуле:

$$N_B = \frac{N_\gamma}{N_{\gamma/B}^{1/2}} = \frac{2 \left(\frac{\alpha_G^{-1}}{8\pi} \right)^{-1/8} \cdot \alpha_{\langle \varphi \rangle} \frac{R_H^2}{L_{pl}^2}}{\gamma \left(\frac{m_{pl}}{12m_e} \right)^4 \frac{R_H^2}{L_{pl}^2}}, \quad (11)$$

так как

$$\frac{\langle \varphi \rangle}{N_{\gamma/B}^{1/2}} = 12m_e, \quad (12)$$

а количество фотонов на барион в хаббловском радиусе, как было показано автором ранее [1], определяется формулой:

$$N_{\gamma/B} = \left(\frac{m_{pl}}{(8\pi)^{1/2} m_p} \right)^{1/2} = \left(\frac{\alpha_p}{8\pi} \right)^{1/4} = 1,611 \cdot 10^9. \quad (13)$$

Количество протонов или электронов можно определить также по формуле:

$$N_p = N_e = \frac{2\gamma}{\pi} \alpha_{<\varphi>}^{-1} \alpha_e^{-1} = \frac{\alpha_{\pi^0}^{-2}}{8\gamma^2}. \quad (14)$$

При этом

$$N_\gamma = \frac{1}{27\pi} \left(\frac{m_{pl}}{m_e} \right)^4 = \frac{\alpha_e^{-2}}{27\pi} \approx \frac{7\zeta(3)}{9 \cdot 8\pi^2} \alpha_e^{-2} = \frac{\alpha_e^{-2}}{9 \cdot (3,0633)^2}, \quad (15)$$

где α_e и α_p — гравитационные постоянные тонкой структуры электрона и протона, соответственно, $3,0633 = 2\Delta / kT_c$ — характерный множитель, выражающий отношение энергии энергетической щели и критической температуры в теории сверхпроводимости Ландау–Гинзбурга–Горькова [35, 37].

При этом

$$S_H = \frac{\pi R_H^2}{L_{pl}^2} = 3,52\pi \alpha_{<\varphi>}^{-3} e^{\alpha_{em}^{-1}/3}, \quad (16)$$

и

$$N_\gamma = \pi^2 \alpha_{<\varphi>}^{-2} e^{\alpha_{em}^{-1}/3}. \quad (17)$$

Для ранней Вселенной при энергиях великого объединения $E_{GUT} = 4 \cdot 10^{16}$ ГэВ и радиусе $r_{GUT} \approx 1$ м, количество фотонов можно определить по формуле:

$$N_\gamma = \left(\frac{\alpha_p^{-1}}{8\pi} \right)^{1/2} \cdot \frac{\pi r_{GUT}^2}{L_{pl}^2}, \quad (18)$$

$$N_\gamma = \left(\frac{\alpha_p^{-1}}{8\pi} \right)^{1/4} \cdot \frac{\pi r_{GUT}^2}{L_{pl}^2}. \quad (19)$$

$$N_\gamma = \frac{e^{3\alpha_{em}^{-1}/2}}{(2\pi/\gamma)^3} \cdot \frac{1}{2^{1/8}} = \frac{e^{3\alpha_{em}^{-1}/2}}{(2\pi/\gamma)^3} \cdot \frac{9}{\pi^2} = e^{3\alpha_{em}^{-1}/2} \cdot \frac{9\gamma^3}{8\pi^5} = \frac{e^{3\alpha_{em}^{-1}/2}}{48} \quad (20)$$

$$S_H = \alpha_{<\varphi>}^{-1} \alpha_e^{-2} \frac{\pi}{4} \quad (21)$$

а количество барионов, эквивалентное массе Вселенной в радиусе Хаббла, и барионное число может быть определено по ряду формул:

$$N_{B_{eq}} = \alpha_{em}^{-1} \cdot \alpha_e \frac{\pi}{3} S_H \quad (22)$$

$$N_B = 2\pi \alpha_{em} \alpha_{ep}^{-1} \alpha_p^{-1} \quad (23)$$

$$N_B = \sqrt{20} \frac{\alpha_e}{2\pi} S_H \quad (24)$$

$$N_B = \frac{\alpha_{em}^{-1/4}}{2\pi} \frac{S_H}{e^{3\alpha_{em}^{-1}/4}} \quad (25)$$

Эти формулы дополняют полученные нами ранее соотношения [33].

Эквивалентное количество нейтральных пионов составляет:

$$N_{\pi_{eq}^0} = \frac{\alpha_e}{6\pi} S_H \quad (26)$$

$$N_{<\varphi>_{eq}} = 16\pi^2 \gamma e^{5\alpha_{em}^{-1}/4} \quad (27)$$

$$\alpha_{\pi^\pm}^{-2} = \left(\frac{e^{2\alpha_{em}^{-1}/3}}{(2\pi^2)^{1/4}} \right)^2 = \frac{e^{4\alpha_{em}^{-1}/3}}{(2\pi^2)^{1/2}} \quad (28)$$

$$N_{B_{eq}} = \frac{\pi^2}{3} \alpha_{ec} \frac{R^2}{L^2} = \frac{\pi}{3} \alpha_e \cdot S_H \quad (29)$$

$$\frac{\pi}{6} \alpha_{em}^{-1} \alpha_{\pi^\pm}^{-3} = e^{2\alpha_{em}^{-1}} \quad (30)$$

$$2\pi \alpha_{em} N_B = N_{B_U} = \alpha_{ee} \frac{\pi}{3} \cdot 2\pi \cdot S_h = \frac{2\pi^2}{3} \alpha_{ee} S_H \quad (31)$$

$$\langle \lambda \rangle \left(\frac{\pi}{\langle \varepsilon_\gamma \rangle} \right) = \frac{\alpha_{<\varphi>}^{-1} (270)^{1/4}}{\alpha_{em}^{-1}} \frac{1}{2\pi} L_{pl} \quad (32)$$

Отметим также, что $R_H = 2\gamma \alpha_{<\varphi>}^{-1} R_y^{-1}$, где R_y — постоянная Ридберга, и

$$3,52 r_{g_{pl}} e^{\alpha_{em}^{-1}} = \alpha_{<\varphi>}^{-1} R_y^{-1} \quad (33)$$

$$2\pi \lambda_e \alpha_{ep}^{-1} = \frac{4\pi}{(270)^{1/4}} R_H \quad (34)$$

$$m_e m_p^2 = \frac{(270)^{1/4}}{16\pi} \left(\frac{m_{pl}}{e^{\alpha_{em}^{-1}/3}} \right)^{1/3} \quad (35)$$

При этом количество нейтрино или антинейтрино одного вида на барион можно определить по формуле:

$$N_\nu = N_{\bar{\nu}} = 8e^{\alpha_{em}^{-1}/8}. \quad (36)$$

Тогда количество всех трех видов нейтрино и антинейтрино на барион составит:

$$\sum_1^6 N_{\nu\bar{\nu}/B} = 48e^{\alpha_{em}^{-1}/8} = 1,32 \cdot 10^9 \quad (37)$$

в хорошем соответствии с числом нейтрино, полученным в Стандартной модели горячей Вселенной.

3. Выводы

Полученные в рамках космологической теории со сверхпроводимостью (CMS) формулы и соотношения показывают четкую упорядоченность структуры Вселенной и законы соотношения гравитационной энтропии, энтропии реликтового микроволнового излучения, количества фотонов, нейтрино и барионов, протонов и электронов в радиусе Хаббла, который в CMS эквивалентен корреляционному радиусу взаимодействия первичных фермионов планковской массы, формирующего сверхпроводящее состояние Вселенной. При этом соотношения для количества фотонов и нейтрино на барион количественно полностью совпадают с теоретическими и экспериментальными результатами стандартной теории горячей Вселенной, а соотношение между гравитационной энтропией и энтропией реликтового микроволнового излучения определяется гравитационной постоянной для вакуумного среднего поля Хиггса.

Л и т е р а т у р а :

1. Букалов А.В. Барийная асимметрия и масса протона // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2013. — № 2. — С. 4–7.
2. Букалов А.В. Вселенная и её структуры в космологической модели со сверхпроводимостью // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2016. — № 2. — С. 10–13.
3. Букалов А.В. Действие, фаза, энтропия и информация космических горизонтов и закон сохранения информации в черных дырах // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2015. —

- № 2. — С. 27–28.
4. Букалов А.В. Динамические параметры эволюционирующей Вселенной и их соотношения в космологической модели со сверхпроводимостью // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2016. — № 2. — С. 16–18.
 5. Букалов А.В. Значения масс элементарных частиц и сверхпроводимость. Часть 1 // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2015. — № 2. — С. 23–26.
 6. Букалов А.В. Значения масс элементарных частиц и сверхпроводимость. Часть 2 // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2015. — № 3. — С. 24–27.
 7. Букалов А.В. Квантовая природа гравитационной постоянной Ньютона в космологической модели со сверхпроводимостью // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2014. — № 4. — С. 28–31.
 8. Букалов А.В. Квантовые макроскопические уравнения гравитации и сверхпроводящей космологии. Природа сил инерции // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2011. — № 2. — С. 41–48.
 9. Букалов А.В. Квантовые свойства причинных горизонтов Вселенной и распад (таяние) черных дыр в космологической модели со сверхпроводимостью // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2014. — № 4. — С. 24–27.
 10. Букалов А.В. Квантовый принцип эквивалентности: гравитация, антигравитация и инерция // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2014. — № 2. — С. 10–13.
 11. Букалов А.В. Краткое доказательство эффекта исчезновения или «таяния» черных дыр в сжимающейся Вселенной // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2014. — № 2. — С. 4–6.
 12. Букалов А.В. Начальная стадия эволюции Вселенной в космологической модели со сверхпроводимостью // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2016. — № 1. — С. 37–40.
 13. Букалов А.В. О возможном решении проблемы космологической постоянной и плотности энергии вакуума // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2012. — № 4. — С. 12–13.
 14. Букалов А.В. О возможном эффекте быстрого исчезновения или «таяния» черных дыр // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2014. — № 1. — С. 15–19.
 15. Букалов А.В. О двойственности информации и энтропии космических горизонтов и горизонтов черных дыр // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2015. — № 1. — С. 25–28.
 16. Букалов А.В. О квантовании гравитационного потока // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2014. — № 4. — С. 31–33.
 17. Букалов А.В. О космологической модели со сверхпроводимостью (решение ряда проблем) // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2016. — № 1. — С. 31–36.
 18. Букалов А.В. О некоторых свойствах элементарных геометрических ячеек // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2017. — № 1-2. — С. 63–64.
 19. Букалов А.В. О природе времени // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2018. — № 1-2. — С. 5–14.
 20. Букалов А.В. О рождении пространственно-временных областей и их эволюции в космологической модели со сверхпроводимостью // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2015. — № 3. — С. 20–23.
 21. Букалов А.В. О структуре вакуума и пространства-времени на планковских масштабах // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2017. — № 1-2. — С. 56–59.
 22. Букалов А.В. О физике сингулярностей черных дыр // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2016. — № 2. — С. 14–15.
 23. Букалов А.В. Периодический закон спектра масс элементарных частиц в космологической модели со сверхпроводимостью // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2015. — № 4. — С. 18–20.
 24. Букалов А.В. Проблема совпадений и Антропокосмический резонанс: прецизионные соотношения критической плотности Вселенной и плотности микроволнового реликтового излучения в современную эпоху // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2013. — № 3. — С. 10–11.
 25. Букалов А.В. Решение проблемы космологической постоянной и происхождения Больших Чисел Дирака–Эддингтона // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2016. — № 1. — С. 40–43.
 26. Букалов А.В. Решение проблемы космологической постоянной и сверхпроводящая космология // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2011. — № 1. — С. 17–23.
 27. Букалов А.В. Решение проблемы темной энергии и энергии вакуума в космологической модели со сверхпроводимостью // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2014. — № 1. — С. 5–14.
 28. Букалов А.В. Сверхпроводящая космология: от макроскопических уравнений ОТО к квантовой микроскопической динамике // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2013. — № 1. — С. 31–35.
 29. Букалов А.В. Соотношения масс элементарных частиц и роль постоянной тонкой структуры в космологической модели со сверхпроводимостью // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2015. — № 4. — С. 14–17.
 30. Букалов А.В. Соотношения масс элементарных частиц, свободные параметры и теория сверхпроводимости: дополнение к стандартной модели // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика.

- 2015. — № 1. — С. 62–64.
31. Букалов А.В. Темная энергия и энтропия Вселенной // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2012. — № 3. — С. 31–33.
 32. Букалов А.В. Уменьшение энтропии потоков галактик и энтропии Вселенной в целом при доминировании темной энергии // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2013. — № 3. — С. 5–9.
 33. Букалов А.В. Энтропия и информация материи и излучения Вселенной // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2017. — № 1-2. — С. 60–62.
 34. Букалов А.В. Энтропия черных дыр и информация во Вселенной // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2014. — № 2. — С. 6–9.
 35. Лившиц Е.М., Пятаевский Л.П. Статистическая физика. Часть 2. — М.: Наука, 1978. — 448 с.
 36. Лукаш В.Н., Михеева Е.В. Физическая космология. — М.: Физматлит, 2010. — 404 с.
 37. Шмидт В.В. Введение в физику сверхпроводников. — М.: Наука, 1982. — 240 с.
 38. Bukalov A.V. A reason for existence of one-dimension and irreversible time. Possible age of the Universe // Physics of consciousness and life, Cosmology and Astrophysics. — 2002. — № 4. — P. 22–23.
 39. Bukalov A.V. Nature of cosmological time: from the macroscopic equations of general relativity to quantum microscopic dynamics // Physics of consciousness and life, Cosmology and Astrophysics. — 2017. — № 3-4. — P. 15–17.
 40. Bukalov A.V. The reason of existence of one-dimension and irreversible time. Possible age of the Universe. // Proc. 2-d Kharkiv Conference on Gravitation, Cosmology and Relativistic Astrophysics, Ed. L.V.Verozub. - Kharkiv: Karazin Kharkiv National University, 2003.
 41. Bukalov A.V. The dominance of dark energy leads to reduction of the entropy of galaxies flow and entropy of the Universe. // Odessa Astron. Publ. — 2015. — **28 (2)**. — P. 114–115.
 42. Bukalov A.V. The equations of General Relativity as equations of gravitational superconductivity and geometric quantization of the gravitational flow // Physics of consciousness and life, Cosmology and Astrophysics. — 2017. — № 3-4. — P. 18–20.
 43. Bukalov A.V. The solution of the cosmological constant problem and the formation of the space-time continuum. // Odessa Astron. Publ. — 2016. — **29 (1)**. — P. 42–45.
 44. Fixsen D. J. The Temperature of the Cosmic Microwave Background // Astrophysical Journal. — 2009. — Т. 707. — С. 916–920.
 45. Planck Collaboration. Planck 2013 results. I. Overview of products and scientific results. — arXiv:1303.5062 [astro-ph.CO].

Статья поступила в редакцию 12.01.2019 г.

Bukalov A.V.

On the relation between the entropy of microwave relic radiation and the holographic entropy of the Universe

In the framework of the cosmological model with superconductivity (CMS), proposed by the author, relations are obtained that show a clear ordering of the structure of the Universe, the laws of the ratio of gravitational entropy and entropy of relic microwave radiation, as well as the number of photons, neutrinos and baryons, protons and electrons in the Hubble radius. This radius in the CMS is equivalent to the correlation radius of the interaction of the primary fermions of the Planck mass, which form the observed evolving space-time and the superconducting vacuum state of the Universe.

Key words: cosmology, cosmological model with superconductivity (CMS), dark energy, vacuum, gravitational entropy of the Universe, entropy of CMB, baryon number, photons, neutrinos, protons, electrons