

Букалов А.В.

## КВАНТОВЫЕ СВОЙСТВА ПРИЧИННЫХ ГОРИЗОНТОВ ВСЕЛЕННОЙ И РАСПАД (ТАЯНИЕ) ЧЕРНЫХ ДЫР В КОСМОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СО СВЕРХПРОВОДИМОСТЬЮ

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

Согласно космологической модели со сверхпроводимостью, радиусы причинных областей в ОТО определяются корреляционной длиной взаимодействия первичных фермионов в рассматриваемой фазе конденсата этих фермионов. Когерентность конденсата обеспечивает условие глобальной общности и изотропности в наблюдаемой Вселенной. Для различных фаз эти длины различны и изменяются во времени. Размеры горизонта чёрной дыры также описываются аналогичной корреляционной длиной, если рассматривать чёрную дыру как особый конденсат. Поэтому в сжимающейся Вселенной уменьшение («таяние») чёрных дыр происходит при условии уменьшения причинного радиуса Хаббла  $R_H < 3,06 R_G$ , что уточняет результат, полученный автором ранее.

*Ключевые слова:* радиус Хаббла, чёрные дыры, космический горизонт, корреляционная длина, первичные фермионы, гравитация, сверхпроводимость, уменьшение чёрных дыр.

PACS numbers: **98.80.-k; 95.36.+x; 11.30.Rd; 42.40.-i**

### 1. Введение

В предложенной автором ранее космологической модели со сверхпроводимостью было показано, что она решает проблему плотности темной энергии и позволяет на квантовом уровне описать эволюцию Вселенной. При этом плотность темной энергии составляет

$$\rho_{DE} = \frac{\Lambda}{8\pi G_N} = \frac{mp_E \Delta_0^2}{4\pi^2} = 6,095 \cdot 10^{-27} \text{ кг/м}^3.$$

Аналогичным образом может быть описана и критическая плотность Вселенной  $\rho_c$ :

$$\rho_c = \frac{3}{8\pi G_N} H_0^2 = \frac{mp_F \Delta_H^2}{4\pi^2} = \frac{3c^2}{8\pi G_N} (8\pi L_P e^{\lambda_j^{-1}})^2,$$

где  $\lambda_j$  — параметр взаимодействия первичных фермионов, соответствующий определенной фазе конденсата. При  $z = 0$ , в современную эпоху,  $\lambda_j$  близок или равен по значению постоянной тонкой структуры:  $\lambda \cong \alpha_{em}$  [1].

При этом параметр Хаббла  $H = (8\pi L_P e^{\lambda_j})^{-1} = t_H^{-1} = 14,38 \cdot 10^9$  св.лет. Поэтому космологическое время является функцией фазового перехода, который определяет эволюцию наблюдаемой Вселенной:  $t_0 \approx t_H = 8\pi t_P e^{\lambda_j^{-1}}$ , где  $t_P = (G_N \hbar / c^5)^{1/2}$ .

### 2. Космические горизонты и радиусы квантовых корреляций фермионов

Вселенную можно рассматривать как совокупность фаз — уже сформированных (таких, как темная энергия) и формирующихся. Каждой из них можно сопоставить временной параметр, в частности — параметр Хаббла. Такие параметры представляют собой энергетические щели  $\Delta_\Lambda, \Delta_H, \dots$  для различных фаз конденсата первичных фермионов. При этом масса первичных фермионов близка к планковской:  $m_b \approx M_P$ . Радиус корреляции первичных фермионов в теории сверхпроводимости составляет

$$\xi_j = \frac{\hbar}{p_F} e^{\lambda_j^{-1}}.$$

Учитывая, что скорость на поверхности Ферми может быть оценена как  $v_F = \pi c / 4n$ , где  $n$  — целое число, при  $p_F = M_P \cdot \pi c / 8\pi$ ,  $\xi_j = 8\pi L_P e^{\lambda_j^{-1}}$ . Тогда хаббловский радиус корреляционной длины  $\xi_j$

$$\begin{cases} cH^{-1} = R_H = \xi_j = \xi_H \\ \Lambda^{-1/2} = r_\Lambda = \xi_i = \xi_\Lambda \end{cases}$$

Таким образом, корреляционная длина как расстояние между спаренными первичными фермионами определяет размер причинного горизонта  $cH^{-1} = R_H$  в уравнениях Фридмана и аналогичный масштаб  $r_\Lambda$  для тёмной энергии (космологического члена) как радиус кривизны пространства де Ситтера. Отсюда следует, что любая причинная область, описываемая в ОТО и СТО, определяется корреляционной длиной взаимодействия первичных фермионов в рассматриваемой фазе-пространстве. При этом зависимость для параметра Хаббла может быть записана в виде

$$H^2 = \frac{8\pi}{3} G_N (\rho_r (1+z)^4 + \rho_M (1+z)^3 + \rho_{cur} (1+z)^2 + \rho_\Lambda).$$

или

$$\xi_H^{-2} = \xi_r^{-2} (1+z)^4 + \xi_M^{-2} (1+z)^3 + \xi_{cur}^{-2} (1+z)^2 + \xi_\Lambda^{-2}.$$

То есть корреляционная длина определяется плотностью материи, излучения, тёмной энергии и кривизной пространства. То, что причинная область  $cH^{-1}$  определяется корреляционной длиной, означает, что скорость света определяет скорость взаимодействия спаренных фермионов с массой, близкой к планковской  $m \approx M_P$ ,

$$ct_H = R_H = \xi_0 = \frac{\hbar}{mv_F} e^{\lambda_j^{-1}}$$

при эффективном импульсе самих первичных фермионов

$$p^* = M_P v^* = \frac{M_P v_F}{e^{\lambda_j^{-1}}},$$

где групповая скорость  $v^* = \frac{v_F}{e^{\lambda_j^{-1}}} = \frac{c}{4\pi e^{\alpha^{-1}}} = 10^{-60} c$ ,  $c$  — скорость света. При этом фазовая ско-

рость составляет  $u^* = \frac{c^2}{v^*} = 8\pi c e^{\lambda_j^{-1}}$ . При  $\lambda_j = \alpha_{em}$   $u^* = 4,1 \cdot 10^{60} c = 1,23 \cdot 10^{69}$  м/с. Параметр Хаббла

является функцией энергетической щели:  $H = \Delta_j \sqrt{2/3\pi}$ , величина которой изменяется во времени. Таким образом, причинная область пространства-времени определяется корреляционной длиной или соответствующей энергетической щелью  $\Delta$ , которые оказываются связанными между собой.

Таким образом обнаруживается связь между стандартной моделью и космологической теорией со сверхпроводимостью.

### 3. Чёрная дыра в квантовой теории сверхпроводимости

Ранее нами было показано, что из выражения для средней плотности чёрной дыры

$$\rho_{BH} = \frac{3M_{BH}}{4\pi R_g^3} = \frac{3}{8\pi G_N} \frac{c^2}{R_g^2},$$

аналогичного выражению для критической плотности  $\rho_c$ , следует, что чёрную дыру можно рассматривать как особый вид конденсата — конденсата гравитационного [1]. Тогда

$$\rho_{BH} = \frac{mp_F}{4\pi^2} \Delta^2,$$

где  $\Delta \approx \hbar c / R_g$  и гравитационный радиус равен длине корреляции первичных фермионов:

$$R_g = \xi_{BH} = \frac{\hbar}{p_F} e^{\lambda_{BH}^{-1}} = \frac{2G_N M_{BH}}{c^2}.$$

При фиксированном  $p_F \approx \frac{M_{pc}}{8\pi n}$ ,  $M_{BH} \approx \frac{\hbar}{2p_F} e^{\lambda_{BH}^{-1}} \sim \frac{\hbar}{\Delta}$  или  $\Delta = \hbar \omega_\Delta \sim M_{BH}^{-1}$ .

Г. Двали и Ц. Гомес предлагали рассматривать чёрную дыру как гравитонный конденсат [6, 7]. Из нашего подхода следует, что чёрную дыру можно рассматривать как конденсат с энергией связи  $\Delta \sim 1/\xi$ , а это и есть эффективная энергия гравитонов. Таким образом, энергетическая щель задает энергию гравитонов, а сами гравитоны являются аналогом фононов (в интерпретации пространственной планковской решетки [4]), которыми обмениваются первичные фермионы. Тогда чёрные дыры являются одной из разновидностей конденсатов (фотонных, атомных, нейтронных, кварк-глюонных и др.), представляя собой следующий этап конденсации материи после нейтронных звёзд. Возможно, что внутри чёрной дыры существует иерархическая структура различных конденсатов, вплоть до планковского конденсата, который не описывается уравнениями ОТО. В этом случае сингулярность чёрной дыры — это, вероятно, планковский конденсат с минимальной, но ненулевой корреляционной длиной, возможно, близкой к планковской:  $\xi \approx L_p$ .

Таким образом, любая физически реализуемая причинная пространственно-временная область, с любой кривизной, может быть описана как фаза конденсата с корреляционной длиной  $\xi_i = R_i$ . Тогда уравнения ОТО вида

$$G_{\mu\nu} = 8\Lambda g_{\mu\nu} = 8\pi \xi_\Lambda^{-2} g_{\mu\nu} = 8\pi L_p^2 e^{\lambda_\mu^{-1}} e^{\lambda_\nu^{-1}} g_{\mu\nu} = 8\pi \frac{G_N \hbar}{c^3} e^{\lambda_\mu^{-1}} e^{\lambda_\nu^{-1}} g_{\mu\nu}$$

показывают, что в силу когерентности конденсата реальная структура пространства-времени задается на планковских масштабах, в виде деформации планковских областей (доменов) при взаимодействии первичных фермионов с планковской массой.

Механизм конденсации фермионов в сверхпроводящее коррелированное состояние порождает экспоненциальное расширение пространства-времени с соответствующим уменьшением эффективного планковского импульса

$$\hat{p}_\alpha = \frac{\hbar}{L_p e^{\lambda_j^{-1}}}$$

и увеличением масштабного фактора

$$a = e^{\lambda_z^{-1}} L_p$$

Аналогичным образом происходит и эволюция во времени, которую можно было бы определить как «временную инфляцию», однако это фазовый переход в виде формирования конденсата, воспринимаемый наблюдателем как эволюция Вселенной. Такая эволюция связана с ростом корреляционной длины

$$\xi_H = 8\pi L_p e^{\lambda_t^{-1}} = ct_H.$$

Аналогичным образом растёт и корреляционная длина в чёрных дырах с ростом их радиуса.

#### 4. Условия уменьшения (таяния) чёрной дыры

Рассмотрим теперь, что произойдет, когда в сжимающейся Вселенной, содержащей чёрные дыры, хаббловский радиус становится меньше радиуса какой-либо чёрной дыры:  $R_H < R_g$ . Это эквивалентно условию

$$\Delta_H > \Delta_{BH},$$

или

$$\frac{p_F(H)}{e^{\alpha_j^{-1}}} > \frac{p_F(BH)}{e^{\lambda_{BH}^{-1}}}$$

$$\rho_c > \rho_{BH}$$

или плотность энергии-импульса Вселенной становится выше плотности конденсата чёрной дыры. Тогда ток энергии-импульса более высокой плотности разрушает конденсат чёрной дыры, пока не будет достигнуто равновесие:  $\rho_c^* = \rho_{BH}$ , подобно тому, как высокая плотность тока в электрическом сверхпроводнике разрушает состояние сверхпроводимости. Это эквивалентно условию аналогичного соотношения температур для горизонтов Хаббла и чёрной дыры [2, 3]:

$$kT_H \geq kT_{BH}.$$

При этом  $\Delta_{BH} = 3,06kT_c \sqrt{1 - T/T_c}$ , где  $T_c$  — критическая температура распада конденсата [4]. Тогда для начала распада конденсата чёрной дыры хаббловский радиус должен составлять

$$cH^{-1} = R_H = \frac{\hbar c}{kT_c(1 - T/T_c)} = R_c < 3,06R_g,$$

что уточняет ранее приведенное условие [3]  $R_H < aR_g$ , где  $a$  — константа.

Отметим также, что с точки зрения предложенной квантовой теории гравитационной сверхпроводимости гравитон можно рассматривать как возбуждение вакуума, которым обмениваются пары первичных фермионов. Тогда гравитон можно рассматривать как вторичные фоннные колебания, вызываемые всеми видами первичных возбуждений вакуума, то есть бозонами и фермионами, которые формируются первичными фермионами. Это объясняет разрушение черных дыр как вторичных образований по сравнению со структурой вакуума сжимающейся Вселенной. При этом когерентность и корреляционная длина, задающая космологический масштаб, обуславливают однородность и изотропность Вселенной во все эпохи ее эволюции, а не только во время инфляции.

### Л и т е р а т у р а :

1. 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.
2. Букалов А.В. О возможном эффекте быстрого исчезновения или «таяния» черных дыр // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2014. — № 1. — С. 15–19.
3. 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.
4. Букалов А.В. Решение проблемы космологической постоянной и сверхпроводящая космология // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2011. — № 1. — С. 17–23.
5. Лившиц Е. М., Питаевский Л. П. Статистическая физика. Часть 2. — М.: Наука, 1978. — 448 с.
6. Dvali G., Gomez C. Black Hole's 1/N Hair — [arXiv:1203.6575](https://arxiv.org/abs/1203.6575) [hep-th].
7. Dvali G., Gomez C. Black Hole Macro-Quantumness — [arXiv:1212.0765](https://arxiv.org/abs/1212.0765) [hep-th].

*Статья поступила в редакцию 10.12.2014 г.*

*Bukalov A.V.*

### **Quantum properties of the causal horizon of the Universe and the decay (melting) of black holes in the cosmological model with superconductivity**

According to the cosmological model with superconductivity, the radii of causal areas in general relativity are determined by the correlation length of the interaction of primary fermions in the given phase of the condensate of the fermions. The coherence of the condensate provides the condition of the global community and isotropy in the observable Universe. For various phases the lengths are different and change over time. The dimensions of the horizon of the black hole are also described by a similar correlation length, if we consider the black hole as a special condensate. Therefore, in a contracting Universe the reduction (“melting”) of black holes occurs in the case of the reduction of the causal Hubble radius  $R_H < 3,06 R_G$ , that specifies the result obtained earlier by the author.

*Key words:* Hubble radius, black holes, cosmic horizon, correlation length, primary fermions, gravity, superconductivity, reduction of black holes.