

Букалов А. В.

КВАНТОВЫЕ МАКРОСКОПИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ ГРАВИТАЦИИ И СВЕРХПРОВОДЯЩЕЙ КОСМОЛОГИИ. ПРИРОДА СИЛ ИНЕРЦИИ

Физическое отделение Международного института соционики, г. Киев, Украина;
e-mail: boukalov@gmail.com

Получена система квантовых макроскопических гравитационных уравнений сверхпроводящей космологии, обобщающих уравнения общей теории относительности. Находит свое объяснение первый закон Ньютона — принцип инерции. Показано, что силы инерции возникают в сверхпроводящем гравитационном вакууме как отклик конденсата первичных b -фермионов на изменения скорости движения тела как элемента гравитационного тока. Этот же механизм объясняет принцип Маха.

Ключевые слова: гравитация, сверхпроводимость, плотность энергии вакуума, космологическая постоянная, инерция, принцип Маха.

1. Введение

В предыдущей работе автора [2] было показано, что наблюдаемая величина плотности энергии вакуума ρ_v может быть получена в рамках модели сверхпроводимости вакуума, в которой первичные b -фермионы конденсируются в куперовские пары, аналогично модели Бардина-Купера-Шриффера (BCS) [6]. Этот процесс уменьшает плотность энергии вакуума на 120 порядков по сравнению с обычно получаемой в теории поля планковской плотностью энергии вакуума ρ_P :

$$\rho_v = \eta_v \frac{\rho_P}{e^{2\alpha_{em}^{-1}}} = \eta_v \frac{3m_P^4}{(8\pi)^3 e^{2\alpha_{em}^{-1}}} \approx 6 \cdot 10^{-30} \text{ Г/см}^3, \quad (1)$$

где $\eta_v \approx 0,73$, α_{em} — постоянная тонкой структуры.

Поэтому вакуум Вселенной можно рассматривать как аналог твердого тела, точнее — металла, в котором происходит фазовый переход в сверхпроводящее состояние. Аналогом кристаллической решетки является система планковских доменов как квазиатомов, связанных между собой [4, 9]. В силу этого мы можем рассматривать текущие в такой структуре токи b -фермионов, состоящие из нормальной и сверхпроводящей компонент

$$J = J_n + J_s \quad (2)$$

и получить уравнения макроскопической теории сверхпроводимости для Вселенной.

2. Уравнения космической сверхпроводимости

Рассмотрим простой случай. Согласно Лондонам [8, 12], при плотности электронов n , массе m_e , заряде электрона e движение электронов в электрическом поле E описывается уравнением $-eE = m_e \ddot{x}$, плотность тока $j = -ne\dot{x}$. В магнитном поле для сверхпроводника $E = -\frac{1}{c} \frac{\partial A}{\partial t}$, $\frac{dp}{dt} = -\Lambda_e \frac{\partial A}{\partial t}$, $-\Lambda_e(A - A_0) = j$, где $\Lambda_e = ne^2 / (m_e c) = \text{const}$. При $A_0 = 0$ $j = -\Lambda_e A$, поэтому

$$\text{rot rot} A = \nabla^2 A = \frac{4\pi}{c} \Lambda_e A. \quad (3)$$

Поэтому магнитное поле $A \sim e^{\pm \sqrt{\frac{4\pi\Lambda_e}{c}} x}$ проникает в образец на глубину $r \sim \sqrt{\frac{c}{4\pi\Lambda_e}}$ [5].

Рассмотрим теперь уравнения общей теории относительности:

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}R - \Lambda g_{\mu\nu} = \chi T_{\mu\nu}. \quad (4)$$

Произведем замену

$$G_{\mu\nu} = \gamma^{\mu\nu} D_{\mu} D_{\nu} g_{\mu\nu}, \quad (5)$$

а метрический тензор преобразуем в тензорный потенциал — аналог электромагнитного векторного потенциала:

$$\frac{g_{\mu\nu}c^2}{\sqrt{G_N}} = B_{\mu\nu}. \quad (6)$$

При $T_{\mu\nu} = 0$ уравнение (4) преобразуется в уравнение:

$$G_{\mu\nu} = \Lambda g_{\mu\nu}, \quad (7)$$

или, с учетом (6),

$$\gamma^{\mu\nu} D_{\mu} D_{\nu} B_{\mu\nu} = \Lambda' B_{\mu\nu} = 8\pi\Lambda_s B_{\mu\nu} = 8\pi J_{\mu\nu}^{(s)}. \quad (8)$$

Таким образом уравнения ОТО с космологической постоянной аналогичны уравнению Лондонов (3).

Как известно, решение уравнения (7) нашел де Ситтер. Для масштабного фактора $a(t) = a_0 e^{\sqrt{\frac{\Lambda}{3}}t}$ возникает экспоненциальное увеличение, что используется для описания расширения Вселенной в эпоху инфляции.

Уравнение (8) дает решение вида:

$$B_{\mu\nu} \sim B_0 e^{-\sqrt{8\pi\Lambda}c\tau_v} = \left(\frac{\hbar c}{l_p}\right)^{1/2} e^{-\sqrt{8\pi\Lambda}c\tau_v} = \frac{Q_p}{l_p e^{\sqrt{8\pi\Lambda}c\tau_v}} = \frac{Q_{U_0}}{r_{U_0} e^{\sqrt{8\pi\Lambda}c\tau_v}}, \quad (9)$$

где τ_v — собственное время фазового перехода; Q_{U_0} , r_{U_0} — начальный гравитационный заряд и радиус Вселенной. Однако оно имеет несколько иную интерпретацию: внешнее поле проникает в первичную, начальную Вселенную, что приводит к фазовому переходу с выделением тепла, подобно электрическим сверхпроводникам. При этом плотность сверхпроводящей компоненты падает, т.к. изменяется параметр взаимодействия b -фермионов, фермионов и планковских доменов в квазикристаллической решетке $\lambda_i = 2\alpha_i$, и расстояние между ними увеличивается по закону

$$r \sim e^{\alpha_i^{-1}} \cdot 8\pi l_p. \quad (10)$$

При этом $(8\pi\Lambda)^{1/2} c\tau_v = \alpha_i^{-1}$, $(8\pi)^{1/2} c\tau / r_{\Lambda} = \alpha_i^{-1}$, откуда $\tau_v \sim \alpha_i^{-1}$.

Обобщение уравнения (8) дает уравнение

$$\gamma^{\mu\nu} D_{\mu} D_{\nu} B_{\mu\nu} = 8\pi J_{\mu\nu}^{(m)} + 8\pi J_{\mu\nu}^{(s)}, \text{ где } 8\pi J_{\mu\nu}^{(m)} = \chi T_{\mu\nu} \cdot c^2 / \sqrt{G_N}. \quad (11)$$

Уравнение (11) формально эквивалентно уравнению ОТО (4), но значительно отличается от него по интерпретации. Фактически оно показывает, что гравитационное поле можно рассматривать не только как кривизну, но и как тензорный аналог полей Максвелла, а вещество и вакуум представляют собой нормальную и сверхтекучую компоненты токов, образованных первичными фермионами.

Согласно Лондонам, квантомеханическое выражение для электрического поля

$$j = -\frac{\hbar e}{2im_e} (\psi^* \nabla \psi - (\nabla \psi)^* \psi).$$

В магнитном поле оператор импульса p равен $p + eA/c$. Поэтому ток

$$j = -\frac{e}{2m_e} \left\{ \psi^* \left(\frac{\hbar}{i} \nabla + \frac{eA}{c} \right) \psi + \left[\left(\frac{\hbar}{i} \nabla + \frac{eA}{c} \right) \psi \right]^* \psi \right\} = -\frac{\hbar e}{2im_e} \left| \psi^* \nabla \psi - (\nabla \psi)^* \psi \right| - \frac{e^2 A}{m_e c} \psi^* \psi = j_p + j_s, \quad (12)$$

где j_p — парамагнитная составляющая тока, j_s — диамагнитная составляющая тока, m_e — масса электрона.

Очевидно, что уравнения (11) и (12) аналогичны. При этом плотность потока частиц $\frac{i\hbar}{4m_e} |\psi \nabla \psi^* - \psi^* \nabla \psi| = \frac{n_s v_s}{2}$. Учитывая, что волновая функция конденсатной частицы куперов-

ской пары $\psi(r) = \left(\frac{n_s}{2}\right)^{1/2} e^{i\Phi}$, получим $\hbar \nabla \Phi = 2m_e v_s$. При движении частицы с массой $2m_e$ и зарядом $2e$ в магнитном поле импульс частицы равен

$$\hbar \nabla \Phi = 2m v_s + \frac{2e}{c} A. \quad (13)$$

Тогда плотность сверхпроводящего тока

$$j_s = n_s e v_s = \frac{\Lambda}{c} \left(\frac{\Phi_0}{2\pi} \nabla \Phi - A \right), \quad (14)$$

где $\Phi_0 = \pi \hbar c / e$ — квант магнитного потока [5].

Отметим, что тензор энергии-импульса материи можно рассматривать как аналог парамагнитной компоненты тока, т.е. тока, обладающего тяготением, в отличие от антигравитирующего $J_{\mu\nu}^{(s)}$ — аналога диамагнитного тока. При этом

$$\sqrt{G_N} T_{\mu\nu} = n_G \cdot \sqrt{G_N} \cdot m_0 U_\mu U_\nu = n_G Q_G U_\mu U_\nu, \quad (15)$$

где n_G — плотность гравитационных зарядов, m_0 — масса, Q_G — гравитационный заряд. Тогда уравнения ОТО (4) преобразуются в

$$\gamma^{\mu\nu} D_\mu D_\nu B_{\mu\nu} = 8\pi n_G \sqrt{G_N} m_0 U_\mu U_\nu + 8\pi \Lambda_s B_{\mu\nu}. \quad (16)$$

При волновой функции $\Psi_b(r) = \left(\frac{\tilde{n}_G}{2}\right)^{1/2} \cdot e^{i\theta}$ конденсатной частицы b -фермионной куперовской

пары с эффективной массой m_x , $\frac{\hbar}{2m_x c} \nabla_\mu \theta = U_\nu$, $\frac{\hbar}{2m_x c} \nabla_\nu \theta = U_\mu$. Тогда

$$\gamma^{\mu\nu} D_\mu D_\nu B_{\mu\nu} = 8\pi n_G Q_G \nabla_\mu \theta \nabla_\nu \theta + 8\pi \Lambda_s B_{\mu\nu} \quad (17)$$

Таким образом, возникают уравнения, которые по форме и смыслу аналогичны уравнению Лондонов. Поэтому мы можем перейти к получению всей системы уравнений гравитационной сверхпроводимости.

3. Квантовые уравнения сверхпроводимости

Как известно, феноменологическая теория сверхпроводимости Гинзбурга–Ландау основана на теории фазовых переходов II рода [3, 5]. Для неоднородного сверхпроводника, находящегося во внешнем магнитном поле, разложение свободной энергии Гиббса по степеням волновой функции $|\psi|$ вблизи критической температуры T_c при плотности кинетической энергии

куперовской пары электронов в магнитном поле $\frac{1}{4m} \left| -i\hbar \nabla \psi - \frac{e}{c} A \right|^2$. При этом волновая функция

$|\psi(r)|^2$ является плотностью куперовских пар: $|\psi(r)|^2 = \frac{n_s}{2}$.

$$Y_{SH} = Y_n + \int \left(\alpha |\psi|^2 + \frac{\beta}{2} |\psi|^4 + \frac{1}{4m_e} \left| -i\hbar \nabla \psi - \frac{2e}{c} A \psi \right|^2 + \frac{(rot A)^2}{8\pi} - \frac{rot A \cdot H_0}{4\pi} \right) dV. \quad (18)$$

Варьирование этого уравнения по ψ и A [5, 3] дает уравнения Гинзбурга–Ландау:

$$\alpha \psi + \beta \psi |\psi|^2 + \frac{1}{4m_e} \left(i\hbar \nabla + \frac{2e}{c} A \right)^2 \psi = 0, \quad (19)$$

$$\left(i\hbar\nabla\psi + \frac{2e}{c}A\psi \right) n = 0, \quad (20)$$

$$j_s = -\frac{i\hbar e}{2m_e}(\psi^*\nabla\psi - (\nabla\psi)^*\psi) - \frac{2e^2}{m_e c}|\psi|^2 A, \quad \psi = |\psi|e^{i\Phi}, \quad (21)$$

или

$$j_s = \frac{|\psi|^2}{\lambda^2} \left(\frac{\Phi_0}{2\pi} \nabla\Phi - A \right), \quad \lambda^2 = \frac{4\pi e^2 n_s}{m_e c^2}. \quad (22)$$

Аналогичным образом можно получить уравнения для куперовских пар первичных b -фермионов. Свободная энергия Гиббса Вселенной как сверхпроводника составляет

$$Z_{s_{G^*}} = Z_n + \int \left[\sigma |\psi_b|^2 + \frac{\zeta}{2} |\psi_b|^4 + \frac{1}{4m_x} \left| \frac{-\hbar^2}{2m_x} \nabla_\mu \nabla_\nu \psi_b - \frac{2Q_x}{c} B_{\mu\nu} \psi_b \right|^2 + \frac{\gamma^{\mu\nu} D_\mu D_\nu B_{\mu\nu}}{16\pi} - \frac{D_\mu B_{\mu\nu}}{8\pi} \cdot G_0^* \right] dV. \quad (23)$$

Тензорная плотность кинетической энергии пары в гравитационном поле равна

$$\frac{1}{4m_x} \left(-\frac{\hbar^2}{2m_x} \nabla_\mu \nabla_\nu \psi_b - \frac{2Q_x}{c} B_{\mu\nu} \psi_b \right)^2, \quad (24)$$

где m_x , Q_x — масса и гравитационный заряд энергетических щелей, образованных фермионными парами, $D_\mu B_{\mu\nu}$ — гравитационный аналог магнитного поля [13], G_0^* — напряженность внешнего гравитационного поля, в котором находится Вселенная (или домен Вселенной — Мегалактика) как сверхпроводник.

Варьирование по $\delta\psi_b$ дает первое уравнение:

$$\sigma\psi_b + \zeta\psi_b |\psi_b|^2 + \frac{1}{4m_x} \left(\frac{\hbar^2}{2m_x} \nabla_\mu \nabla_\nu + \frac{2Q_x}{c} B_{\mu\nu} \right)^2 \psi_b = 0 \quad (25)$$

и граничное условие к нему:

$$\left(\frac{\hbar^2}{2m_x c} \nabla_\mu \nabla_\nu \psi_b + \frac{2Q_x}{c} B_{\mu\nu} \psi_b \right) n_{\mu\nu} = 0. \quad (26)$$

Варьирование (23) по $B_{\mu\nu}$ и приравнение вариации свободной энергии нулю дает

$$\delta_B Z_{s_G} = \int dV \left[\frac{i\hbar^2 Q_x}{(2m_x)^2 c^2} (\psi_b^* \nabla_\mu \nabla_\nu \psi - \psi_b \gamma^{\mu\nu} \nabla_\mu \nabla_\nu \psi_b^*) + \frac{2Q_x^2}{m_x c} B_{\mu\nu} |\psi_b|^2 + \frac{1}{8\pi} \gamma^{\mu\nu} D_\mu D_\nu B_{\mu\nu} \right] \delta B_{\mu\nu} = 0. \quad (27)$$

Отсюда

$$\gamma^{\mu\nu} D_\mu D_\nu B_{\mu\nu} = -8\pi \left[\frac{\hbar^2 Q_x}{(2m_x)^2 c^2} (\psi_b^* \nabla_\mu \nabla_\nu \psi_b - \psi_b \nabla_\mu \nabla_\nu \psi_b^*) + \frac{2Q_x^2}{m_x c} |\psi_b|^2 B_{\mu\nu} \right]. \quad (28)$$

Или плотность «тока» в рассматриваемом «сверхпроводнике»-Вселенной

$$\gamma^{\mu\nu} D_\mu D_\nu B_{\mu\nu} = 8\pi J_{\mu\nu}^{(s)*} = 8\pi J_{\mu\nu}^{(m)} + 8\pi J_{\mu\nu}^{(s)}, \quad (29)$$

что эквивалентно уравнениям ОТО:

$$G_{\mu\nu} = 8\pi\chi T_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu}.$$

В общем случае к уравнениям (28)–(29) надо добавить выражение для внешних токов $J_{\mu\nu}^{(ex)}$ [11]

$$\gamma^{\mu\nu} D_\mu D_\nu B_{\mu\nu} = 8\pi J_{\mu\nu}^{(s)*} + 8\pi J_{\mu\nu}^{(ex)}, \quad (30)$$

или

$$\gamma^{\mu\nu} D_\mu D_\nu B_{\mu\nu} = 8\pi J_{\mu\nu}^{(m)} + 8\pi J_{\mu\nu}^{(s)} + 8\pi J_{\mu\nu}^{(ex)}. \quad (31)$$

Таким образом мы получили систему квантовых уравнений для конденсата куперовских пар первичных b -фермионов, включающую в себя и уравнения ОТО. С этой точки зрения **уравнения гравитации Эйнштейна с Λ -членом являются феноменологическим описани-**

ем движения нормальной и сверхтекучей компонент токов первичных фермионов в гравитационном поле.

$$\text{При } \Lambda_s = \frac{1}{\lambda_s^2} = \frac{8\pi n_s Q_x^2}{m_x c^2}$$

$$\gamma^{\mu\nu} D_\mu D_\nu B_{\mu\nu} = -\frac{\tilde{\Phi}_B}{8\pi\lambda^2} \cdot \frac{\hbar}{2m_x c} (\Psi_b^* \nabla_\mu \nabla_\nu \Psi_b - \Psi_b \nabla_\mu \nabla_\nu \Psi_b^*) - \frac{|\Psi_b|^2}{\lambda^2} B_{\mu\nu}, \quad (32)$$

где $\tilde{\Phi}_B = \frac{\pi\hbar c}{Q_x}$ — квант гравитационного потока.

$$\text{При } \Psi_b = |\Psi_b| e^{i\theta}$$

$$\gamma^{\mu\nu} D_\mu D_\nu B_{\mu\nu} = \frac{|\Psi_b|^2}{\lambda^2} \left(\frac{\tilde{\Phi}_B}{2\pi} \cdot \frac{\hbar}{2m_x} \nabla_\mu \theta \nabla_\nu \theta - B_{\mu\nu} \right). \quad (33)$$

$$\text{При } Q_x = \sqrt{G_N} m_x$$

$$\gamma^{\mu\nu} D_\mu D_\nu B_{\mu\nu} = |\Psi_b|^2 \Lambda \left(\frac{\sqrt{G_N} \tilde{\Phi}_B^2}{4\pi^2} \nabla_\mu \theta \nabla_\nu \theta - B_{\mu\nu} \right). \quad (34)$$

Если Вселенная как сверхпроводник граничит с вакуумом или аналогом «диэлектрика» для b -фермионов граничным условием для Ψ_b является уравнение (26), которое обеспечивает условие равенства нулю сверхпроводящего тока через границы «сверхпроводник»-«диэлектрик». В случае контакта сверхпроводника-Вселенной с аналогом нормального металла равенство тока нулю на границе описывается более общим уравнением

$$\left(\frac{i\hbar}{2m_x c} \nabla_\mu \nabla_\nu + \frac{2\pi}{\tilde{\Phi}_B} \right) \eta_{\mu\nu} \Psi_b = i\alpha \Psi_b. \quad (35)$$

В уравнении $\gamma^{\mu\nu} D_\mu D_\nu B_{\mu\nu} = 8\pi(J_{\mu\nu}^{(m)} + J_{\mu\nu}^{(s)} + J_{\mu\nu}^{(ex)})$ имеется определенная неоднозначность — считать ли плотность энергии тяготеющего вещества $8\pi\sqrt{G_N} T_{\mu\nu} = 8\pi J_{\mu\nu}^{(m)}$ парагравитационной компонентой тока первичных b -фермионов или рассматривать как отдельный ток?

Более общее уравнение имеет вид

$$\gamma^{\mu\nu} D_\mu D_\nu = 8\pi \underbrace{(\nabla_\mu \chi \nabla_\nu \chi + \Lambda_m B_{\mu\nu})}_{J_{\mu\nu}^{(m)}} + 8\pi \underbrace{(\nabla_\mu \theta \nabla_\nu \theta + \Lambda_s \frac{B_{\mu\nu}}{c})}_{J_{\mu\nu}^{(s)}} + 8\pi J_{\mu\nu}^{(ex)}. \quad (36)$$

При $\Lambda_m = 0$ и $\nabla_\mu \theta \nabla_\nu \theta \rightarrow 0$

$$\gamma^{\mu\nu} D_\mu D_\nu = 8\pi J_{\mu\nu}^{(m)} (n_{s_m} Q_m \nabla_\mu \chi \nabla_\nu \chi) + 8\pi J_{\mu\nu}^{(s)} (\Lambda_m B_{\mu\nu} + \Lambda_s B_{\mu\nu}) + 8\pi J_{\mu\nu}^{(ex)},$$

т.е. для тяготеющей материи с условным средним зарядом Q_m антигравитирующая компонента может быть минимальной или близкой к нулю. Для бозе-конденсата куперовских пар b -фермионов импульс также может быть равен нулю, поэтому $U_\mu U_\nu = 0$.

С другой стороны, на более фундаментальном уровне тяготеющая материя также может быть представлена как результат взаимодействия первичных b -фермионов. Тогда на этом первичном уровне

$$\gamma^{\mu\nu} D_\mu D_\nu = 8\pi (J_{\mu\nu}^{(m)} + J_{\mu\nu}^{(s)}). \quad (37)$$

В самом общем случае

$$\gamma^{\mu\nu} D_\mu D_\nu B_{\mu\nu} = 8\pi \sum (n_{s_m} Q_m \nabla_\mu \chi \nabla_\nu \chi + n_{s_v} Q_v \nabla_\mu \theta \nabla_\nu \theta) + 8\pi (\Lambda_m + \Lambda_v) B_{\mu\nu} + 8\pi J_{\mu\nu}^{(ex)}. \quad (38)$$

Возможно, что «парагравитационная» компонента $J_{\mu\nu}^{(s)} = n_v Q_v \nabla_\mu \theta \nabla_\nu \theta$ вносит вклад в эффекты, связанные с действием непосредственно ненаблюдаемой «темной материей» в виде вихрей, обладающих эффективной гравитационной массой. Феноменологические модели таких полей рассматривались рядом авторов [7, 10].

Таким образом Λ_s выражает с одной стороны глубину проникновения внешнего гравитационного поля во Вселенную как сверхпроводник, с другой стороны, массу гравитонов $\Lambda_s = m_G^2$, которые приобретают эту массу в результате взаимодействия сверхпроводящего тока с внешним полем. Согласно эффекту Мейсснера сверхпроводящий ток первичных b -фермионов выталкивает внешнее гравитационное поле, поэтому он проявляет себя как антигравитация. При этом временная компонента проникновения внешнего поля внутрь Вселенной интерпретируется внутренним наблюдателем как антигравитационный эффект и ускорение расширения Вселенной.

$$B \sim \frac{B_0}{e^{\sqrt{8\pi\Lambda}x_0}} \Rightarrow a(t) = a_0 e^{\sqrt{8\pi\Lambda}t}, \text{ где } x = ct.$$

Поскольку полученная система уравнений сверхпроводимости основывается на теории фазовых переходов, это означает, что динамические уравнения де Ситтера и Фридмана–Леметра в ОТО описывают аспекты фазового перехода II рода как эволюции Вселенной. Это подтверждает сделанный нами ранее вывод [2], что наблюдаемая в настоящее время эволюция Вселенной также является протекающим фазовым переходом II рода с изменением параметра связи $\lambda_j = 2\alpha_j^{-1}$ в «состояние сверхпроводимости», а параметр физического времени является функцией изменяющегося параметра взаимодействия фермион-фононного взаимодействия

$$\alpha_j^{-1} = \frac{\hbar c}{e_j^2}, \quad t = 8\pi t_p \cdot e^{\alpha_j^{-1}}. \quad (39)$$

Но этот процесс протекает в другой энергетической зоне Вселенной как аналога кристалла. Поэтому наблюдаемую эволюцию Вселенной можно рассматривать как следствие протекающего фазового перехода под воздействием уменьшающегося внешнего поля — гравитационного аналога магнитного поля [2]. Этот фазовый переход и изменение константы взаимодействия $2\alpha_j = \lambda_j$ ослабляет внешнее поле G_j^* . При этом эволюция критической плотности Вселенной определяется следующими формулами:

$$\rho_c = \frac{3H_0^2}{8\pi G_N} = \frac{3}{8\pi G_N \cdot (8\pi t_p e^{\alpha_j^{-1}})^2} = \frac{(G_j^*)^2}{16\pi}. \quad (40)$$

Однако современный вакуум Вселенной, вероятно, является статичным, и вакуумный радиус кривизны Вселенной задается глубиной проникновения внешнего поля, и этот радиус, по-видимому, близок к размерам нашей Вселенной:

$$\lambda_s = (\Lambda_s)^{-1/2} \approx 47,7 \cdot 10^9 \text{ св.лет.}$$

Если первичные фермионы не гравитируют, то мы учитываем только эффективную массу и эффективный заряд энергетической щели ($m_x = m_{eff} = \Delta_b$, $Q_{x,eff} = \sqrt{G_N} m_{ef} = \sqrt{G_N} \cdot 2\Delta_b$).

Исходя из равенства

$$\Lambda = \frac{n_s Q_x^2}{m_x} = \frac{1}{R_\Lambda^2} \approx \frac{1}{R_H^2} \quad (41)$$

рассмотрим варианты различных возможных значений n_s , Q_x и m_x , с учетом того, что $Q_x = \sqrt{G_N} m_x$:

- 1) при $n_s \approx 10^{60}$, $Q_x = \sqrt{\hbar c} = Q_P$, $m_x = m_P$;
- 2) при $n_s \approx 10^{90} \approx e^{3\alpha^{-1/2}}$, $Q_x \approx 10^{-30} Q_P \approx Q_P e^{-\alpha^{-1/2}}$ и $m_x \approx 10^{-30} m_P \approx m_P e^{-\alpha^{-1/2}}$;
- 3) при $n_s \approx 10^{120}$, $Q_x \approx 10^{-60} Q_P = Q_P e^{-\alpha^{-1}}$ и $m_x \approx 10^{-60} m_P \approx m_P e^{-\alpha^{-1}}$.

Для ранней Вселенной перед началом фазового перехода при $n_s \approx 10^{45}$, $Q_x \approx 10^{-15} Q_P \approx Q_P e^{-\alpha^{-1/4}}$ и $m_x \approx 10^{-15} m_P \approx m_P e^{-\alpha^{-1/4}}$ возможная величина космологической постоянной $\Lambda_{U_0} = \frac{1}{r_\Lambda^2} \approx \frac{1}{(10^{30} \cdot 8\pi l_{Pl})^2} \approx \frac{1}{(8\pi l_{Pl} e^{\alpha^{-1/2}})^2}$.

4. Принцип Маха, происхождение сил инерции и принципа эквивалентности

Из развитой теории следует, что любое тело, обладающее массой, является элементом тока, который движется в кристаллической решетке из планковских доменов Вселенной. При этом в сверхпроводнике возбужденный нормальный ток компенсируется сверхтекучим. Ток сверхтекучих b -фермионов «закорачивает» ток нормальной компоненты.

$$J_n = -J_s, \quad J_n + J_s = 0 \quad (42)$$

$$\frac{\partial J_n}{\partial t} = -\frac{dj}{dt}, \quad \frac{\partial}{\partial t} Q n v_{iner} = -\frac{\partial}{\partial t} \tilde{Q} n_s v_s \quad (43)$$

Изменение тока во времени эквивалентно появлению силы:

$$\frac{dJ_n}{dt} = \frac{d(Q_0 n_s v_n)}{dt} = \sqrt{G_N} \frac{d(m_0 n_s v_n)}{dt}, \quad (44)$$

при $Q_0 = \sqrt{G_N} m_0$

$$\frac{m_0 dv_n}{dt} = -\frac{m_0 dv_s}{dt}, \quad m_0 \vec{a}_n = -m_0 \vec{a}_s. \quad (45)$$

$$F_n = -F_s$$

Таким образом, изменение нормальной компоненты эквивалентны приложению силы F_n , которой противодействует сила F_s , создаваемая сверхтекучей компонентой тока (сверхтекучими токами). Сила F_s может быть отождествлена с силой инерции

$$F_s = F_{in} \quad (46)$$

Поэтому принцип Маха получает свое объяснение, описание и расширение: силы инерции создаются сверхтекучими токами, возникающими в кристаллической структуре Вселенной, в силу существования когерентного конденсата куперовских пар первичных b -фермионов с волновой функцией ψ_b , заполняющей Вселенную. Отсюда происхождение сил инерции объясняется нелокальным откликом всего конденсата на локальное возмущение. В этом смысле Вселенная, ее сверхтекучая компонента реагирует на локальные изменения нормального тока или силы.

При этом принцип инерции и первый закон Ньютона «каждое тело, приведенное в движение, движется равномерно и прямолинейно» в рамках развитой теории также получает свое объяснение. Инерциальное движение — это квантовое незатухающее движение элементов тока в кристаллической решетке из планковских доменов. Для такого движения нет различия в размерах и массах тел, поскольку на микроскопическом уровне они все состоят из энергий связи первичных фермионов или возбуждений их конденсата. Таким образом, инерциальное движение — это квантовый эффект, не зависящий от массы и размеров тел.

Однако при изменении обычной структуры вакуума принцип инерции может нарушаться. Причиной нарушений могут быть объекты типа сингулярности или дефекты вакуума, специфические вакуумные образования (дислокации), вихри и т.п. Они могли возникнуть в ранней Вселенной в фазе роста и формирования ее «кристаллической структуры». В металле нормальная компонента тока переносит тепло и рассеивается на дефектах решетки в силу электрон-фононного взаимодействия. Аналогичный процесс происходит и в кристаллической структуре Вселенной. Нормальная компонента токов, т.е. тяготеющее вещество, не может двигаться все время по инерции, т.к. отклоняется гравитационным полем массивных объектов. Это и есть космический эквивалент диссипации энергии и движения элементов нормального тока в кристаллической решетке Вселенной.

В самом деле, ОТО можно рассматривать и как теорию 4-мерного гармонического осциллятора вида $\ddot{g}_{\mu\nu} + \omega^2 \cdot g_{\mu\nu} = 0$, где кривизна пространства эквивалентна частоте фононных колебаний деформируемой пространственно-временной планковской кристаллической решетки [1]. На этом уровне кривизна пространства-времени может быть описана как фононные колебания жесткой планковской решетки.

Принцип эквивалентности говорит о том, что инертная масса равна тяготеющей:

$$m_{iner} = m_{grav}, \quad m\vec{a} = m\vec{g}. \quad (47)$$

Поскольку тяготение проявляется как кривизна или на микрокосмическом уровне — как деформация кристаллической решетки, т.е. фононное взаимодействие, движение в поле гравитации действительно локально эквивалентно силам инерции с точностью до степени однородности — деформации решетки или кривизны пространства-времени, или однородности потенциала $B_{\mu\nu}$.

Объект массой m как элемент нормального тока, с одной стороны, движется по инерции, а с другой — взаимодействует своей массой с другим полем тяготения, поэтому эти массы равны с точностью до однородности структуры квазикристаллической решетки поля, в котором движется объект. Специфика геометрии или дислокации квазикристаллической решетки могут нарушать однородность пространственно-временной области. И в такой области инертная и гравитационная массы могут не совпадать: $m_{iner} \neq m_{grav}$.

5. Выводы

1) Полученная система квантовых макроскопических уравнений гравитационной сверхпроводимости объясняет не только уравнения ОТО на квантовом уровне, но и дает дополнительные уравнения для описания вещества и вакуума как элементов гравитирующей («парагравитационной») и антигравитирующей («диагравитационной») компонент токов в сверхпроводящей квазикристаллической структуре Вселенной.

2) В рамках теории сверхпроводящей структуры Вселенной находят свое объяснение первый закон Ньютона — принцип инерции, причина появления сил инерции и принцип Маха.

Л и т е р а т у р а :

1. Букалов А. В. Квантованные колебания физического вакуума как объяснение соотношений модифицированной ньютоновской динамики (MOND). // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2006. — № 2. — С. 43–47.
2. Букалов А. В. Решение проблемы космологической постоянной и сверхпроводящая космология. // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2011. — № 1. — С. 17–23.
3. Лившиц Е. М., Пятаевский Л. П. Статистическая физика. Часть 2. — М.: Наука, 1978. — 448 с.
4. Фомин П. И. О кристаллоподобной структуре физического вакуума на планковских расстояниях // Пробл. физ. кинетики и физики тв. тела. — Киев: Наук. думка, 1990. — С. 387–398.
5. Шмидт В. В. Введение в физику сверхпроводников. — М.: Наука, 1982. — 240 с.
6. Bardeen J., Cooper L., Schrieffer J. R. Phys. Rev., 108, 1175 (1957).
7. Arbey A. arXiv: astro-ph/0601274, 12 January, 2006.
8. Feynman R. P. Statistical mechanics. A set of lectures. — Massachusetts: W. A. Benjamin, Inc., 1972.
9. Fomin P. I. Zero cosmological constant and Planck scales phenomenology // Proc. of the Fourth Seminar on Quantum Gravity, May 25–29, Moscow / Ed. by M. A. Markov. — Singapore: World Scientific, 1988. — P. 813.
10. Fomin P. I., Fomina A. P. Vacuum model of the dark matter. // Proc. Ann. Intern. Conf. “Relativistic Astrophysics, Gravitation and Cosmology”, May 25–27, 2010, Kiev, Ukraine.
11. Kirzhnits P. A. Sov.Phys.Usp. 21, 470–486 (1978).
12. London F., London H. // Proc. Roy. Soc., 1935, v. A149, p.71.
13. Weinberg S. Mod.Phys. 61.1. (1989).

Статья поступила в редакцию 15.11.2010 г.

Bukalov A. V.

The macroscopical equations of superconductive cosmology and the nature of gravitation forces

It is received the system of the quantum macroscopical gravitational equations of superconductive cosmology, they are generalising the equations of the General relativity theory. The Newton's first law - an inertia principle - finds its explanation. It is shown that forces of inertia arise in superconducting gravitational vacuum as the response of a condensate of primary b-fermions on changes of velocity of a body as element of a gravitational current. The same mechanism explains the Mach principle.

Keywords: gravitation, superconductivity, density of vacuum energy, cosmological constant, inertia, Mach principle.