УДК 530. 12

Мозалевский В. В.

О СУБКВАНТОВОЙ ТЕОРИИ ГРАВИТАЦИИ, МЕТРИКЕ ПРОСТАНСТВА-ВРЕМЕНИ И ЭВОЛЮЦИИ ВСЕЛЕННОЙ

Современная модель "горячей" Вселенной достаточно хорошо объясняет почти все в эволюции Вселенной: образование элементарных частиц, термосинтез химических элементов, образование звезд и галактик. Однако в рамках существующих теорий гравитации трудно согласовать основной принцип космологии — однородность и изотропность наблюдаемой Вселенной — с возможностью возникновения неоднородностей такого масштаба, чтобы они явились причиной образования крупномасштабных структур Вселенной [1]. Накопившиеся за последние 10-15 лет данные наблюдательной космологии плохо согласуются со "стандартной" фридмановской моделью Вселенной [2,3]. Нужны новые модели, новые подходы.

Одной из таких моделей последних лет является 5-мерная проективная единая теория поля (PUFT — Projective Unified Field Theory) [4]. В этой тензорно-скалярной теории гравитация описывается как кривизной пространства-времени, так и некоторым скалярным полем. Другой подход, развиваемый автором [5,6], базируется на незаслуженно забытой гипотезе эфира Ж. Л. Лесажа (G. L. Lesage), восстановленной на современном научном уровне. В основу предлагаемой модели положены следующие допущения:

Д1. Гравитон — релятивистская частица, обладающая импульсом p_G и спином J=0;

Д2. Гравитационное взаимодействие обусловлено упругим рассеянием гравитонов всеми материальными структурами Вселенной;

Д3. Взаимодействие гравитонов с остальной материей осуществляется на субквантовом уровне путем передачи импульса.

Пусть в пространстве Минковского $\mathrm{R}^4_{1,3}$ изотропно распространяются гравитоны с концентрацией $n = \mathrm{const}$ (это пространство будем обозначать $\widetilde{\mathrm{R}}^4_{1,3}$). Гравитон — релятивистская частица, поэтому пробное тело, свободно движущееся в $\widetilde{\mathrm{R}}^4_{1,3}$, не испытывает сопротивления своему движению. Имеет место:

ЛЕММА.

В пространстве $\widetilde{\mathrm{R}}^4_{1,3}$ свободное движение "медленного" ($\dot{x}^\alpha << c, x^0 = ct, x^\alpha,\ \alpha = \overline{1,3}$) пробного тела сводится к уравнению $\ddot{x}^\alpha = 0$. Траектории пробных частиц (тел) — прямые.

Пусть в некоторой области $U_m \subset \widetilde{\mathrm{R}}^4_{1,3}$ находится материальная среда, скажем, в пылевой форме. Частицы этой среды тяжелые по сравнению с гравитонами; пусть концентрация этих частиц $n_t << n_0$ (n_0 – концентрация гравитонов). Рассмотрим процессы, происходящие в такой среде. Длина свободного пробега гравитонов $\ell_\chi \sim 1/(n_0 \sigma_t)$, σ_t – транспортное сечение столкновений гравитона с тяжелой частицей. Время свободного пробега $\overset{0}{t}_\chi \sim \ell_\chi / c$ (до столкновения). Пусть t_s — время упругого столкновения гравитона с мишенью — центром рассеяния гравитонов. С учетом столкновения на пути $d\ell$ время пробега пути $\ell_\chi + d\ell$ будет $\tau_\chi \sim \ell_\chi / \upsilon$, где $\upsilon \sim c\overset{0}{t}_\chi / (\overset{0}{t}_\chi + t_s)$ — эффективная скорость. Пусть n_s объемная концентрация гравитонов, находящихся в контакте с центрами рассеяния. По выходе из области U_m (на границе области) будет $n = n_0 - n_s$, но все гравитоны имеют скорость c. Пусть плотность потока гравитонов внутри области U_m у граничной поверхности — ψ^+, а плотность потока вне области U_m - ψ^-. Имеем $\psi^+ = n_0 u = nc = \psi < \psi_0$ Становится ясным, что вблизи от материальной среды концентрация гравитонов $n < n_0$.

Квадрат интервала в "пустом" пространстве, где нет материи

$$ds^2 = g_{00}c^2dt^2 - \sum_{\alpha,\beta}^{3} g_{\alpha\beta}dx^\alpha dx^\beta = g_{00}c^2dt^2 - d\ell^2, \qquad (1)$$

а все метрические коэффициенты имеют галилеевый вид: $g_{00}=1$; $g_{\alpha\alpha} = -1$; $g_{\alpha\beta}=0$ при $\alpha \neq \beta$. В случае слабого гравитационного поля $g_{00}=1+2\varphi(x)/(c^2)$, отклонение остальных метрических коэффициентов от галилеевых можно пренебречь. Квадрат интервала — характеристика пространства-времени, он должен существовать и в пространстве, "заполненном" материей, приобретая вид

$ds'^2 = \upsilon^2dt^2 - d\ell^2$.

Учитывая, что $\upsilon^2 = (n/n_0)^2c^2$, имеем

$$ds^2 = \left(1 - n_\chi / n_0\right)^2 dt^2 - d\ell^2, \qquad (2)$$

где $n_0 < n_s$. В приближении $n_\chi / n_0 << 1$ выражения (1) и (2) дают $\varphi(x) = -c^2 n_\chi / n_0$ (3)

Концентрация n_χ — неустановившаяся: $n_\chi = n_s$ на границе материальной среды, по мере удаления от границы материальной среды $n \to n_0$ и $n_\chi \to 0$.

ТЕОРЕМА 1. Пусть в области $U_m \subset \widetilde{\mathrm{R}}^4_{1,3}$ кроме гравитонов находится материя в любой форме; n_χ — неустановившаяся концентрация гравитонов. В U_m имеет место метрический коэффициент $g'_{00} = (1 - n_\chi / n_0)^2$

ТЕОРЕМА 2. Вблизи материального объекта возникает локальное уменьшение концентрации гравитонов, замедляется ход времени и локальное искривление пространства-времени.

Если в некоторой области $U_m \subset \tilde{\mathrm{R}}^4_{1,3}$ будет находиться материя в любой форме, то вне области U_m концентрация гравитонов будет $n(r)<n_0$. Возникает градиент ∇r концентрации и потенциал $\varphi \sim \partial n / \partial r$. Величина потенциала определяется как изменением концентрации n гравитонов, так и изотропным рассеянием гравитонов при прохождении потока их через тело. Опуская нормирующие множители, запишем для шаровой области радиуса r_i

$$\varphi_i \sim n_0 c^2 r_i^2 \beta_i \left(1-\int_0^{\theta} e^{-\chi_i \xi_i(\theta_i r_i)} \sin 2\theta d\theta_i\right), \qquad (4)$$

где $\beta_i = 1 - n_\chi^0 / (n_0 r)$; r — расстояние до точки наблюдения; c_i — коэффициент столкновений: $0 < \xi_i(\theta_i, r_i) \le r_i$; $\bar{\theta}_i = \arcsin(r_i / r)$. В приближении $\chi_i \xi_i << 1$ упрощения и преобразования (4) дают

$$\varphi_i = -Gm_i \frac{1}{r}(1 - \frac{a_i}{r}), \qquad (5)$$

где $a_i = r_{gi} / 4 = Gm_i / (2c^2)$. Поскольку сила взаимодействия массы m_i с массой m_k. определяется зависимостью $\vec{F}_{ik} = -m_k \operatorname{grad} \varphi_i$, ясно, что в общем случае $|\vec{F}_{ik}| \ne |\vec{F}_{ki}|$. Оценим величины a_i / r. Имеем $\sup a_i / r = a_i / r_i = \bar{a}_i$. Численные значения $\bar{a}_i$ для разных структур материи таковы: 1,2 10^{-43}; 2,3 10^{-10}; 2,1 10^{-6}; 2 10^{-4} соответственно для электрона, Земли, Солнца, нашей Галактики. Удобно (5) представить в виде $\varphi_i = -Gm_i / r^q, q > 1$. При $q>1$ в центральном поле возможно только лимитационное движение с "падением в центр". Из оценок величин $\bar{a}_i$ можно предсказать судьбу спиральных галактик: вся материя из рукавов упадет на ядро, а сама галактика превратится в эллиптическую.

Сила, действующая со стороны i-го тела на k-е (размеры $r_i r_k$; χ_i, χ_k — коэффициенты столкновений), определяется зависимостью

$$F_{ik} = -K_G r_i^2 r_k^2 \beta_i \prod_l \int_0^{\bar{\theta}_l} [1 - e^{-\chi_l \xi_l(\theta_l, r_l)}] \sin 2\theta_l d\theta_l \vec{e}_r, \ (l = i, k), \qquad (6)$$

где K_G — константа; $r = |\vec{r}_l - \vec{r}_k|$ — расстояние между телами; $0 < \xi_l \le r_l$, $\beta_i = 1 - n_\chi^0 r_i / (n_0 r)$; $\bar{\theta}_l = \arcsin(r_l / r)$; $\vec{e}_r$ — единичный вектор, направленный от тела i телу k. Из (6) видно, что в общем случае $|\vec{F}_{ik}| \ne |\vec{F}_{ki}|$. В приближении $\chi_l \xi_l << 1$ и $\beta_i = 1$ формула (6) упрощается и приобретает вид

$$\vec{F}_{ik} = -K_G \mu_l \mu_k r^{-2} \vec{e}_r = -Gm_i m_k r^{-2} \vec{e}_r, \qquad (7)$$

где $\mu_l = \chi_l V_l$ ($_l$ - объем l- го тела); $m_l = \mu_l \sigma_m$ (σ_m – поверхностная плотность потока массы гравитонов); $K_G \sigma_m^{-2} = G$.

Существенно, что при движении системы двух тел с массами m_1, m_2 и асимметричным взаимодействием в поле третьего тела — гравитирующего центра с массой $m_0 > m_1 m_2 / (m_1 + m_2$ — в локальной области U_m индуцируется пространство с кососимметрической метрикой.

ТЕОРЕМА 3. При неравенстве $|\vec{F}_{ik}| \ne |\vec{F}_{ki}|$ сил взаимодействия возникает неравенство коэффициентов связности $\Gamma^j_{[ik]} = \Gamma^j_{ik} - \Gamma^j_{ki}$ Пробное тело движется по геодезической $\ddot{x}^\alpha + \Gamma^\alpha_{\beta\gamma} \dot{x}^\beta \dot{x}^\gamma = 0$.

Выражение коэффициентов Кристоффеля через компоненты g_{ik} метрического тензора приводит к уравнению Ньютона $\ddot{x}^{\alpha} = -\partial_{\alpha}\varphi(x)$; потенциал φ вычисляется из (4). Это уравнение и структура масс позволяют доказать тождественное равенство инертной и гравитационной масс. Если кривая, по которой движется материальное тело, — не геодезическая, возникают центробежные и кориолисовы силы; то же при движении с ускорением.

ТЕОРЕМА 4. Пусть в области $U_m \subset \widetilde{R}^4_{1,3}$ находится анизотропная среда с концентрациями n^{ν}_{χ} центров рассеяния, $\nu = \overline{1,3}$. Вне области U_m концентрация гравитонов $n^{\nu} = n_0 - n^{\nu}_{\chi}$; возникает метрика с $g_{00} = n_0^{-2}\sum_{\nu=1}^{3}(\partial_0 n^{\nu})^2$, $g_{\alpha\beta} = n_0^{-2}\sum_{\nu=1}^{3}(\partial_{\alpha}n^{\nu})(\partial_0 n^{\nu} - \partial_{\beta}n^{\nu})$.

ТЕОРЕМА 5. Пучок мелких (в частности, микро-) частиц, не обладающих волновыми свойствами, после прохождения области с цилиндрической метрикой ($x^1 = r, x^2 = \varphi, x^3 = z$) параллельно оси z испытывает дифракцию: распределение частиц в плоскости $\perp z$ совпадает с выражением для дифракции света на круглом отверстии с точностью до постоянного множителя.

СЛЕДСТВИЕ. Дифракция частиц при движении в локальной осесимметричной метрике определяется свойствами этой метрики, а не волновыми свойствами самих частиц.

Сравним с некоторыми выводами ОТО. Формула для отклонения луча света в гравитационном поле Солнца в точности совпадает с эйнштейновской; формула для смещения перигелия Меркурия отличается числовым множителем $2\pi^2$ вместо 6π в ОТО.

Рассмотрим сферически симметричную метрику, не зависящую от времени (в координатах $x^0 = ct, r, \theta, \varphi$)

$$ds^2 = g_{00}c^2dt^2 + g_{11}dr^2 + g_{22}r^2d\theta^2 + g_{33}r^2\sin^2\theta d\varphi^2, \tag{8}$$

где положим $g_{00} = e^{\nu}$, $g_{11} = -e^{\lambda}$, $g_{22} = g_{33} = -1$. Определим функции - $\nu = \nu(r)$, $\lambda = \lambda(r)$, не прибегая к уравнениям Эйнштейна. Это позволяет распорядиться параметрами ν и λ по своему произволу. Естественно положить вдали от гравитирующих тел $g_{00} = 1 + 2\varphi / c^2$; что дает $\nu = -a/r$, где $a = 2K_G\mu / (c^2\sigma_m) = 2Gm/c^2$. Чтобы обеспечить принцип соответствия при переходе к решению Шварцшильда, положим $\lambda = -\nu$. Метрика (8) приобретает вид

$$ds^2 = c^2dt^2\exp(-a/r) - \exp(a/r)dr^2 - r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta d\varphi^2), \tag{9}$$

Существенно, что метрика (9) не имеет особенностей. Если положить, что $2\varphi(x)/c^2 = a/r << 1$, то разложение экспонент в (8) приводит к метрике Шварцшильда с ее особенностью при r = a. При этом рассматривать $a/r \to 1$ неправомерно, так как это противоречит исходной посылке вывода a/r<<1. Это приводит к выводу: решение Шварцшильда — есть решение в слабом поле! Это не "дефект" ни метрики (9), ни решения Шварцшильда. Есть основание полагать, что это — "порок" уравнений Эйнштейна. Похоже, что они справедливы только для слабого поля. Заметим, что указанный недостаток этих уравнений вполне совместим с грандиозным успехом ОТО: предсказание смещения перигелия Меркурия, отклонение луча света в поле тяготения Солнца и др. Все эти эффекты — эффекты слабого поля.

Зависимость (9) позволяет "заглянуть" в предысторию Вселенной. Из теории следует, что $Gm \sim n^{2/3}$. Если в этой предыстории происходило увеличение концентрации гравитонов n=n(t), то, возможно, что в какой-то момент времени квадрат интервала поменял знак. Возникло нарушение причинно-следственных связей для всей материи — произошел Большой взрыв.

Литература

1. Яппа Ю. А. Гравитация и космология // Физика на пороге новых открытий/ под ред. проф. Л. Н. Лабзовского. — Л. ; Изд-во ЛГУ, 1990.

2. Барышев Ю. В. Итоги науки и техники. Сер. Клас. теория поля и гравитация. — Т. 4. М.: ВИНИТИ, 1991, 89.

3. Yoshii Y., Tokahara F., Astrophys. J., 326. 1 (1988).

4. Schmutzer E., Fortschr. Phys., 43, 617 (1995).
5. Мозалевский В. В. //Современные научные проблемы и вопросы преподавания астрономии и астрофизики. Материалы Международной научно-методической конф. (20-21 октября 1998). — С. 44.
6. Он же. // Там же. — С. 47.

Summary

A new model of gravitation theory in proposed. Classical formulae of gravitional interaction have been specified. Spheric-simmetric metric hasn't any singulary.