

## Вычисление массы и скорости распространения гравитона

Якубовский Е.Г.

e-mail [yakubovski@rambler.ru](mailto:yakubovski@rambler.ru)

Первоначально я думал, что скорость распространения гравитационных волн совпадает со скоростью света в вакууме. Но при квантовом описании гравитационного поля выяснилось, что если использовать скорость света в вакууме, то главное квантовое число огромное. Теория не допускала малые квантовые числа, и значит была не правильной. При использовании звуковых волн главное квантовое число сравнимо с единицей. Поэтому лучше его описывать с помощью звуковых волн, распространяющихся в вакууме с малой скоростью. Соответственно и гравитон должен двигаться с малой скоростью. Гравитон связан с излучившим его телом и имеет совпадающую со скоростью тела скорость и общий центр инерции.

Гравитоны и связанное с ними поле образуют единое целое и гравитоны движутся со скоростью излучающего их тела. Образуется статическая движущаяся со скоростью тела картина распределения скорости гравитонов. Гравитоны имеются по всему пространству и их скорость определяет гравитационное поле. Обоснованию этой концепции и посвящена данная статья. Рассмотрим скорость распространения гравитона с учетом его разного ранга частиц вакуума, образующих гравитон. Оказалось, что его скорость распространения соответствует звуковым волнам, распространяющимся в вакууме с малой скоростью. Оказалось, что длина волны гравитона, вычисленная с использованием гравитационного радиуса, меньше размера Планка и комплексная. Пространство при размерах меньше размера Планка оказалось комплексное. При этом гравитон умирает и рождается вновь в этом комплексном пространстве. Существует отличие электромагнитных волн и гравитационных волн. Последние локализованы на размерах меньше размера Планка и рождаются, и уничтожаются в комплексном пространстве, размера

меньше радиуса Планка. Комптоновская длина волны гравитационного поля огромная, и определяет гравитационное поле на больших размерах. Это статическое поле не требует большой скорости распространения гравитационных волн, оно существует в пространстве и неизменное, причем это статическое поле связано с излучившим его телом и двигается вместе с ним.

Общая теория относительности построена для макротел, являющихся совокупностью частиц вакуума, и они вращаются с мнимой скоростью и поступательно движутся с действительной скоростью. Определим квадрат комплексной координаты материальных частиц, из которых состоит вакуум, двигающихся с поступательной скоростью  $V_{s\alpha}, s=1, \dots, 3, \alpha$  номер частицы. При этом частицы вакуума будут вращаться с переменной мнимой скоростью  $iw_{s\alpha}(t, x_1, \dots, x_3)$ . Считаем, что скорости частиц вакуума равномерно распределены в малом объеме, причем скорость вращения равна  $w_{s\alpha} = w_{s\alpha}(t, x_1, \dots, x_3)$  и имеется скорость поступательного движения  $V_{s\beta} = V_{s\beta}(t)$ , поступательное движение малого объема прямолинейно и зависит только от времени

$$\begin{aligned}
ds^2 &= \sum_{\alpha, \beta=-N}^N \sum_{s=1}^3 [it_q dw_{\alpha}^s + t_q dV_{\beta}^s]^2 / (2N) = \\
&= \sum_{\alpha, \beta=-N}^N \sum_{s=1}^3 (i \frac{\partial w_{\alpha}^s}{\partial x^k} t_q dx^k + i \frac{\partial w_{\alpha}^s}{\partial t} t_q dt + \frac{dV_{\beta}^s}{dt} t_q dt)^2 / (2N) = \\
&= - \sum_{\alpha=-N}^N \sum_{s=1}^3 (\frac{\partial w_{\alpha}^s}{\partial x^k} \frac{\partial w_{\alpha}^s}{\partial x^l} t_q^2) / (2N) dx^k dx^l + \\
&+ \sum_{\alpha, \beta=-N}^N \sum_{s=1}^3 [2 \frac{\partial i w_{\alpha}^s}{\partial x^k} \frac{dV_{\beta}^s}{cdt} t_q^2 - 2 \frac{\partial w_{\alpha}^s}{\partial x^k} \frac{\partial w_{\alpha}^s}{c \partial t} t_q^2] dx^k c dt / (2N) + \\
&+ \sum_{\alpha, \beta=-N}^N \sum_{s=1}^3 [(\frac{dV_{\beta}^s}{cdt})^2 t_q^2 + 2 \frac{\partial i w_{\alpha}^s}{c \partial t} \frac{dV_{\beta}^s}{cdt} t_q^2 - (\frac{\partial w_{\alpha}^s}{c \partial t})^2 t_q^2] c^2 dt^2 / (2N) = \\
&= - \sum_{k,l=1}^3 h_{kl} dx^k dx^l + \sum_{k=1}^3 h_{k0} dx^k c dt + h_{00} c^2 dt^2
\end{aligned} \tag{1}$$

константа  $t_q = \frac{\hbar^2}{m_e e^2 c} = \frac{\hbar^3}{137 m_e e^4}$  это постоянная квантовой механики. Эта

константа описывает метрический тензор электромагнитных волн.

Для вычисления метрического тензора из элементарных частиц, описывающего гравитационные силы, надо использовать величину

$$t_G = \frac{G m_{Pl}}{c c_F^2} = \frac{G m_{Pl} c^2 m_e}{137^2 e^2 c_F^2} t_q = \frac{c^2 m_e}{137^2 c_F^2 m_{Pl}} t_q = 1.27 \cdot 10^{-12} t_q. \quad \text{Причем масса Планка}$$

удовлетворяет условию  $\frac{G m_{Pl}^2}{e^2} = 1$ , для чего необходимо разделить ее на

величину  $\sqrt{137}$ . Это соотношение с использованием массы Планка и скорости

звука является правильным значение гравитационного радиуса метрического

тензора. Использование в гравитационном радиусе фазовой скорости

звуковых волн приводит к равенству значения гравитационного радиуса

радиусу тела см. [2] глава 5. В космосе в одном кубическом метре имеется

несколько элементарных частиц. Если все частицы вакуума превратятся в

элементарные частицы, то их масса в одном кубическом метре равна

$m = 10^{-29+6} g = 10^{-23} g$ , т.е.  $10^4$  электронов. На самом деле в вакууме имеется

темная материя и темная энергия, которая описывается частицами вакуума и

всего несколько электронов. Электроны образуются из частиц вакуума, и

каждый электрон, это облако частиц вакуума. Если образование метрического

тензора с помощью частиц вакуума описывает метрический тензор

электромагнитного поля, то образование из элементарных частиц описывает

гравитационную звуковую волну. При образовании элементарных частиц

используется  $m/|m_\gamma|$  частиц вакуума. Причем частицы, образующие

гравитационную волну являются распределенными. Причем объединившись в

макротела с количеством элементарных частиц, равному числу Авогадро

$N = 6 \cdot 10^{23}$  они образуют гравитационное поле, со скоростью распространения,

равной фазовой скорости звуковых волн  $c_F = 4288 \text{ cm/s}$ . В макро-пространстве

они имеют огромную длину волны и описывают статическое поле, которое

движется вместе с телом. Центр тяжести или центр инерции определяется

массой тела и связанным с ним гравитационным полем. А уравнением движения определяется по центру тяжести или центру инерции тела. Объединившись в  $c/c_F \sim 3 \cdot 10^{10} / 4288 \sim 10^7$  элементарных заряженных частиц в ядре атома они образуют звуковое поле, описывающее ядерные силы см. [2]

глава 9 со звуковым зарядом  $q_s = -e \frac{c}{c_F}$ , где  $c$  фазовая скорость

электромагнитных волн,  $c_F$  фазовая скорость звуковых волн. С временным

интервалом  $t_{qA} = \frac{q_s^2}{m_{Pl} c c_F^2} = \frac{e^2 c}{m_{Pl} c_F^4} = \frac{c^4 m_e}{137^2 c_F^4 m_{Pl}} t_q = 61 t_q$  метрический тензор ОТО

описывает ядерные силы. Масса одной элементарной частицы не образует гравитационное или ядерное поле. ОТО описывает как гравитационное поле, так и электромагнитное и звуковое поле.

Т.е. получаем формулу инвариантного интервала общей теории относительности в системе координат

$$\begin{aligned} g_{kl} &= \sum_{\alpha=-N}^N \sum_{s=1}^3 \frac{\partial w_{\alpha}^s}{\partial x^k} \frac{\partial w_{\alpha}^s}{\partial x^l} t_q^2 / (2N) \\ g_{k0} &= - \sum_{\alpha=-N}^N \sum_{s=1}^3 \frac{\partial w_{\alpha}^s}{\partial x^k} \frac{\partial w_{\alpha}^s}{c_F \partial t} t_q^2 / (2N) \end{aligned}, \quad (2)$$

при этом коэффициент при временной компоненте метрического тензора равен

$$g_{00} = \sum_{\beta=-N}^N \sum_{s=1}^3 \left( \frac{dV_{\beta}^s}{c_F dt} \right)^2 t_q^2 / (2N) - \sum_{\alpha=-N}^N \sum_{s=1}^3 \left( \frac{\partial w_{\alpha}^s}{c_F \partial t} \right)^2 t_q^2 / (2N). \quad (3)$$

При разных значениях  $t_q$  описывается либо электромагнитное, либо гравитационное поле, либо поле ядерных сил.

При этом воспользовались соотношением  $\sum_{\alpha=-N}^N \frac{\partial w_{\alpha}^s}{\partial x^k} = 0$ ,  $\sum_{\alpha=-N}^N \frac{\partial w_{\alpha}^s}{\partial t} = 0$ .

Имеем, используя кинетическую и кинетическую энергию, переходящую в потенциальную энергию системы

$$\begin{aligned}
g_{rr} &= \sum_{\alpha=-N}^N \sum_{s=1}^3 \left( \frac{i\Delta w_{\alpha}^s}{\Delta r} \right)^2 t_q^2 / (2N+1) + \frac{2U}{mc_F^2} = \sum_{\alpha=-N}^N \frac{(i\Delta w_{\alpha})^2 / (2N+1) + 2U_{\alpha} / m}{c_F^2} = -\left(1 + \frac{2GM}{rc_F^2}\right) = \\
&= -(1 + r_g / r), r_g = 2GM / c_F^2; M = \sum_{\alpha=-N}^N m_{\alpha} \\
g_{00} &= \sum_{s=1}^3 \left( \frac{\Delta V^s}{c\Delta t} \right)^2 t_q^2 + \frac{2U}{mc_F^2} = \int_0^{\infty} \frac{(\Delta V)^2}{c_F^2} \exp\left[-\frac{m_{\gamma}(\Delta V)^2}{2m_{\gamma}c_F^2}\right] d\Delta V + \sum_{\alpha=-N}^N \frac{2U_{\alpha}}{m} = \\
&= 1 - 2GM / (rc_F^2) = 1 - r_g / r
\end{aligned}$$

Где  $M$ , масса частицы, создающей гравитационное поле. Пространственную часть метрического тензора создают вращающиеся частицы вакуума. При этом потенциал гравитационного поля создается за счет вращения частиц вакуума см. формулу (2). Поэтому при приложении высокого напряжения вращение частиц вакуума прекращается и пространственная часть метрического тензора равна нулю. Остается только член с нулевым индексом в метрическом тензоре.

Переносчиками гравитационной энергии являются частицы вакуума. естественно принять за массу одного кванта гравитона массу частицы вакуума. Масса гравитона комплексная. Справедлива формула

$$\frac{m_F V}{p\sqrt{1-V^2/c^2}} = 1, V/c = 1/\sqrt{1 + \left(\frac{m_F c \tilde{\lambda}}{\hbar}\right)^2} = 1/\sqrt{1 + \left(\frac{\tilde{\lambda}}{\tilde{\lambda}_{\max}}\right)^2}, \quad (3)$$

что определяет максимальную длину волны гравитационного поля

$$\tilde{\lambda}_{\max} = \frac{Gm_G}{cc_F} = \frac{Gm_{\gamma_i}}{cc_F} = \frac{Gm_{Pl}(-i\rho_{\gamma} d_k / \rho_{Pl})^{\frac{1}{2} + \frac{1}{4k}}}{c^2(-i\rho_{\gamma} d_k / \rho_{Pl})^{\frac{1}{4} - \frac{1}{4k}}} = \frac{Gm_{Pl}(-i\rho_{\gamma} d_k / \rho_{Pl})^{\frac{1}{4} + \frac{1}{2k}}}{c^2}.$$

В данной формуле использовано значение фазовой скорости, вычисленное ниже по тексту, формула (4). Длина волны гравитона с индексом  $k = 2$  равна

$$\tilde{\lambda}_2 = \frac{Gm_{Pl}(-i\rho_{\gamma} d_k / \rho_{Pl})^{\frac{1}{2}}}{c^2} = 5.94 \cdot 10^{-66} \exp(-i\pi/4 + \pi n) cm, n = 0, 1.$$

Где параметры Планка разделены  $\sqrt{137}$  для получения равенства  $\frac{m_{Pl}\sqrt{G}}{e} = 1$ .

Длина волны гравитона с индексом  $k \rightarrow \infty$  равна

$$\lambda_{\infty} = \frac{Gm_{Pl}(-i\rho_{\gamma} d_k / \rho_{Pl})^{\frac{1}{4}}}{c^2} = 2.54 \cdot 10^{-97} \exp(-i\pi/8 - \pi n/2) \text{ см}, n = 0, \dots, 3.$$

Частота на этих длинах волн равна  $\omega_k = \frac{Gm_{Pl}(-i\rho_{\gamma} d_k / \rho_{Pl})^{\frac{3}{4}}}{c^3}$  и на бесконечности индекса является действительной, совпадающей с частотой Планка. Свойства пространства и времени на этих масштабах являются комплексными соответствующими свободному состоянию, т.е. главному квантовому числу или рангу мультиполя, равному бесконечности и радиус пространства имеет фазу  $r \exp(-i\pi/8)$ , при этом величина  $kr$  действительная для свободного состояния. Время в свободном состоянии действительное.

Связанные состояния имеют комплексную частоту и волновое число и являются локализованными в пространстве и во времени, т.е. образуют гравитон. На этих масштабах гравитон образуется из частиц вакуума, для того чтобы быстро умереть при одном знаке мнимой части, и снова родиться из частиц вакуума на этих масштабах при другом знаке мнимой части. Фаза у

времени  $t \exp(i\varphi) = t \exp(i\frac{3\pi}{8k} - i\frac{3\pi}{8k} \sin |\omega_k| t)$  этих частиц равна

$$\varphi = R_{cr} - \sqrt{R_{cr}^2 - T}, T = R_{cr}^2 - T_0 \sin^2 |\omega_k| t; T_0 = (\frac{3\pi}{8k})^2, R_{cr} = \frac{3\pi}{8k}.$$

Где величина  $\varphi = R_{cr}$  соответствует фазе перехода из смерти к рождению и наоборот.

Масса частицы вакуума, образующей гравитон, определяется по формуле

$$m_G = m_{\gamma k} = m_{Pl}(-i\rho_{\gamma} d_k / \rho_{Pl})^{\frac{1}{2} + \frac{1}{4k}},$$

$$\rho_{Pl} = m_{Pl} / l_{Pl}^3; E_{em} = m_{Pl} c^2, r_{\gamma} = l_{Pl} = \sqrt{\frac{\hbar G}{137 c^3}}, m_{Pl} = \sqrt{\frac{\hbar c}{137 G}}, \rho_{PL} = \frac{137 c^5}{\hbar G^2},$$

где плотность вакуума равна  $\rho_\gamma = 10^{-29} \text{ г/см}^3$  см. [1] стр.67. Где  $\lambda$  это длина волны де Бройля у кванта света – фотона. Она равна  $\lambda_k = Gm_k / cc_F$ . С ростом главного квантового числа  $k$  масса гравитона растет, значит скорость распространения падает. Тогда скорость распространения гравитона равна

$$V_k / c = 1 / \sqrt{1 + \left(\frac{\lambda_k}{\lambda_{\max}}\right)^2} = 1 / \sqrt{1 + [(-i\rho_\gamma d_k / \rho_{Pl})^{\frac{1}{4k} - \frac{1}{4}}]^2} = (-i\rho_\gamma d_k / \rho_{Pl})^{\frac{1}{4} - \frac{1}{4k}}. \quad (4)$$

Квант гравитона с главным квантовым числом или рангом мультиполя  $k = 2$  будет иметь скорость

$$\begin{aligned} V_2 &= c / \sqrt{1 + [(-i\rho_\gamma / \rho_{Pl})^{-\frac{1}{8}}]^2} = c(-i\rho_\gamma / \rho_{Pl})^{\frac{1}{8}} = \exp(-i\frac{\pi}{16})c(\rho_\gamma / \rho_{Pl})^{\frac{1}{8}} = \\ &= 6.19 \cdot 10^{-6} \exp(-i\frac{\pi}{16})cm/s \end{aligned}$$

В случае ранга мультиполя, равного бесконечности имеем скорость распространения

$$\begin{aligned} V_2 &= c / \sqrt{1 + [(-i\rho_\gamma / \rho_{Pl})^{-\frac{1}{4}}]^2} = c(-i\rho_\gamma / \rho_{Pl})^{\frac{1}{4}} = \exp(-i\frac{\pi}{8})c(\rho_\gamma / \rho_{Pl})^{\frac{1}{4}} = \\ &= 1.28 \cdot 10^{-21} \exp(-i\frac{\pi}{8})cm/s \end{aligned}$$

Если квант фотона имеет малую длину волны, при сравнительно большом импульсе, то квант гравитона имеет меньшую длину волны, при растущем с ростом главного квантового числа  $k$  импульсе.

Если же подсчитать комптоновскую длину волны, описывающую гравитационное поле на больших масштабах, то получим огромную длину волны, скорость распространения, равную фазовой скорости света  $c_F = 4288cm/s$  см. [2] и статическое гравитационное поле, существующее во всем пространстве.

$$\lambda_{\max} = \frac{\hbar}{m_G c_F} = \frac{\hbar}{m_{\gamma 1} c_F} = \frac{\hbar}{c_F m_{pl} (-i\rho_\gamma d_k / \rho_{Pl})^{\frac{3}{4}}} = 2.18 \cdot 10^{66} \exp(i\frac{3\pi}{8})cm.$$

Минимальная длина волны гравитона

$$\lambda_{\max} = \frac{\hbar}{m_G c_F} = \frac{\hbar}{m_{\gamma} c_F} = \frac{\hbar}{c_F m_{pl} (-i \rho_{\gamma} d_k / \rho_{Pl})^{\frac{1}{2}}} = 8.4 \cdot 10^{35} \exp(i \frac{\pi}{4}) cm$$

При такой большой длине волны ее фаза равна нулю и комплексность длины волны не сказывается.

Но согласно, исследованиям, проведенным в [3] радиус действия гравитационного поля ограничен. Радиус действия тела массы  $M$  определяется по формуле, где используется масса и заряд протона и радиус Бора, для Солнца он равен

$$R_{\max} \sim \frac{GMm_p}{e^2} a_0 10^5 = 10^{17} cm.$$

Это расстояние больше расстояния до самой удаленной планеты Солнечной системы.

Но как быть со смещением светового луча, смещение которого определяется скоростью света в вакууме

$$\Delta\varphi = \frac{4GM_s}{c^2 \rho} = 1.75''.$$

Он определяется разностью скорости вращения Солнца относительно звезд 15km/s и скорости межзвездного газа 22-25km/s с разницей направления 45 градусов

$$\Delta\varphi = \frac{4GM_s}{c_F^2 \rho} \left(\frac{c_s}{C}\right)^2 = 1.72'', C = 0.64 km/s.$$

Используется фазовая скорость звука в вакууме  $c_F = 4288 cm/s$ , и  $c_s = \sqrt{c_F c_G} = 0.0091 cm/s$ . Дополнительный множитель возникает из-за учета относительного движения Солнца относительно среды, и как следствие движение частиц вакуума со скоростью Солнца, и скорости звука в неподвижной среде.

Дальнейший материал взят из статьи [2]. При этом в небесных телах распространяются гравитационное поле со скоростью света в вакууме и

звуковое поле. Можно получить формулы, определяющую скорость возмущения для тел больше экстремальной плотности и меньше экстремальной плотности.

$$\frac{1}{C^2} = \frac{1}{c_{Fe.m.}^2} + \frac{\exp(-2q_s / e)}{c_{Fs}^2} = \frac{1}{c_{Fe.m.}^2} + \frac{\exp(-2\sqrt{\rho v^2 / Ce})}{C^2}. \quad (1.3.1.5)$$

Где звуковой заряд частицы определяется по формуле  $q_s = \sqrt{\frac{64\pi}{3 \cdot 137}} \sqrt{\rho v^2 / C}$ , где используется плотность среды, ее кинематическая вязкость, и скорость звука. При показателе экспоненты не равном нулю, скорость возмущения меньше чем скорость электромагнитной волны. При плотности материи много больше экстремальной, что соответствует нижнему, скачкообразно образуемому, пределу массы черной дыры, определяется фазовая скорость немного меньше скорости электромагнитных волн. Тогда гравитационный радиус определяется скоростью электромагнитных волн. В вакууме определяется очень маленькая скорость распространения звуковых волн, с малой амплитудой давления и скорости среды. В случае плотности вещества, близкого к экстремальному, определяется стандартная скорость звуковых волн. При плотности равной нулю, скорость возмущения должна быть нулевой. Но при нулевой скорости возмущения, показатель экспоненты не нулевой. Поэтому существует минимум скорости звука в вакууме. Приближенное решение этого уравнения

$$C^2 = C_{Fe.m.}^2 [1 - \exp(-2\sqrt{\frac{64\pi}{3 \cdot 137}} \sqrt{\rho v^2 / C_{Fe.m.}} e)]. \quad \text{Представляя формулу в виде}$$

$$C = x C_{Fe.m.}^2 [1 - \exp(-2\sqrt{\frac{64\pi}{3 \cdot 137}} \sqrt{\rho v^2 x / e})], x = 1 / C, \text{ найдем минимум этой функции. Он}$$

равен

$$\begin{aligned} C &= 2\sqrt{\frac{64\pi}{3 \cdot 137}} \sqrt{\rho v^2} / \{[\exp(2\sqrt{\frac{64\pi}{3 \cdot 137}} \sqrt{\rho v^2 / Ce}) - 1]e\} = \\ &= 2\sqrt{\frac{64\pi}{3 \cdot 137}} \sqrt{\rho \hbar^2} / \{4[1 - \exp(-2c_{Fe.m.} / C)]m_e^2 e\} = 2.84 \cdot 10^{-6} \text{ cm / s} \end{aligned}$$

При выводе соотношений использована формула  $q_s = -e \frac{c_{Fe.m.}}{c_{Fs}}$  см. [2]. Эта вычисленная скорость с двигающимися частицами вакуума по порядку величина совпала со скоростью гравитона  $6.19 \cdot 10^{-6} \text{ cm/s}$ . Для вакуума  $v = i\hbar/(2m_e)$ , откуда определяется минимальная скорость звука в двигающейся среде - вакууме. Скорость звука в неподвижной вакуумной среде  $c_s = 0.0091$ . Существует приближенная формула для скорости звука в двигающейся среде, состоящей из элементарных частиц  $C = c_s \sqrt{1 + (i\omega)^2 / c_s^2} = 3.29 \cdot 10^{-6} = 0.0091 \sqrt{1 + (i\omega)^2 / c_s^2}$ , в данном случае среда вращается и поэтому скорость мнимая. Получается, что мнимая скорость вакуумной среды из элементарных частиц приближенно равна скорости звука в неподвижной вакуумной среде и обусловлена распространением звука в вакуумной среде. Эти элементарные частицы в вакууме образованы из частиц вакуума и образуют разреженный газ, т.е. облако из частиц вакуума. Существует понятие среднеквадратичной скорости движения частиц вакуума в вакуумной среде, оно совпадает со скоростью света в вакууме и связано с распространением электромагнитной волны.

#### Литература

1. Якубовский Е.Г. ЧАСТИЦЫ ВАКУУМА, ОПИСЫВАЮЩИЕ СВОЙСТВА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И ПОЛЯ Реферативный журнал «Научное обозрение» 2016, т.2, стр.58-80, <http://science-review.ru/abstract/pdf/2016/2/662.pdf>
2. Якубовский Е.Г. Новые области использования звуковых волн в физических процессах. «Энциклопедический фонд России», 2018, 131 стр. [http://russika.ru/userfiles/390\\_1536713664.pdf](http://russika.ru/userfiles/390_1536713664.pdf)
3. Якубовский Е.Г. Граница действия гравитационного поля «Энциклопедический фонд России», 2018, 9 стр. [http://russika.ru/userfiles/390\\_1530120332.pdf](http://russika.ru/userfiles/390_1530120332.pdf)

