DOI 10.58351/2949-2041.2024.16.11.014

Кошман Валентин Семенович к.т.н., доцент,
независимый исследователь, Пермь

О ПРИЛОЖЕНИИ РЕЗЕРВОВ МИРА ФИЗИКИ К АЛЬТЕРНАТИВНОМУ ОПИСАНИЮ КОСМОЛОГИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ ВСЕЛЕННОЙ

Аннотация: Приведены аргументы в пользу модели сферической Вселенной. Не исключено, что наравне со звездами и реликтовыми фотонами в движении от центра мира к его периферии участвуют и кванты скрытого излучения, причем расширение Вселенной происходит со скоростью распространения света в вакууме.

Ключевые слова: модель Вселенной, тяготение, реликтовое излучение, законы физики, уравнения связи физических величин.

Физика как наука и как учебный предмет имеет дело с простейшими материальными структурами и исходными формами движения материи. Их закономерности физика отыскивает и обобщает в физических понятиях, законах, теориях. Подводя итоги путешествия школьников в мир физики с целью их ознакомления с явлениями природы (при направленности «от атома – к веществу»), Б. Н. Иванов [8, с. 314] отмечает необходимость «разобраться в этих явлениях и найти каждому из них место в общей физической картине природы…самые разнообразные явления и процессы допускают единое описание». Физические явления имеют модели и теории, объясняющие их основные физические характеристики. Понимание физических явлений сопряжено с пониманием физических законов и математических выражений для количественного соотношения между характеристиками, с уяснением их физического смысла [20]. К настоящему времени задача квантовой гравитации решается на глубине погружения в прошлое Вселенной в 13,7 млрд. лет, установлен [18, с. 88] космологический смысл мировых констант c, G_H, h, k_B. Возможен ли выход на новый уровень обобщения данных о Вселенной при опоре на космологический смысл природных закономерностей?

Из числа физических явлений выделяем расширение Вселенной, тяготение, тепловое излучение и радиоактивность. Остаются желательными и внутренняя непротиворечивость, параллели и переплетения в теории, и сплетение отдельных физических фрагментов в единую сеть.

Гравитационное взаимодействие. Изучение движения планет Солнечной системы началось с теории гравитации И. Ньютона. В его законе всемирного тяготения $F_{\text{пр}} = G_H \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ гравитационная постоянная G_H, $\frac{\text{м}^3}{\text{кг}\cdot\text{с}^2}$ -«универсальная постоянная, не зависящая ни от формы, ни от состава вещества, ни от каких – либо иных физических факторов» [1, с. 132], отвечает выражению [9]:

$$G_H = \frac{L_{pl}^3}{m_{pl} \cdot t_{pl}^2} = \frac{F_{pl} \cdot L_{pl}^2}{\cdot m_{pl}^2} = \frac{F_{\text{пр}} \cdot r_{12}^2}{m_1 \cdot m_2}. \quad (1)$$

В записи (1) вычленяются не только два комплекса физических величин одной и той же размерности: $\frac{F_{pl} \cdot L_{pl}^2}{\cdot m_{pl}^2}$ и $\frac{F_{\text{пр}} \cdot r_{12}^2}{m_1 \cdot m_2}$, но и физический смысл объективно существующей в природе закономерности: числовое значение величины $\frac{F_{pl} \cdot L_{pl}^2}{\cdot m_{pl}^2} = G_H = 6{,}67\ 10^{-11}$, $\text{м}^3/(\text{кг} \cdot \text{с}^2)$, которое отвечает планковскому мгновению времени $t_{pl} = 5{,}39 \cdot 10^{-44}$с, в дальнейшем сохраняется неизменным для физической величины $\frac{F_{\text{пр}} \cdot r_{12}^2}{m_1 \cdot m_2}$, причем для каждой из пар материальных частиц/тел и вне зависимости от числовых значений силы притяжения $F_{\text{пр}}$, масс частиц/тел m_1, m_2, а также расстояния r_{12} между ними.

Реликтовое излучение. К настоящему времени известно, что колоколообразной кривой спектра реликтового излучения однозначно отвечает формула Планка $\frac{d(\frac{U_\varepsilon}{V})}{d\nu} = \frac{8\pi h\nu^3}{c^3}\frac{1}{\exp\left(\frac{h\cdot\nu}{k_B\cdot T}\right)-1}$ [2, 16, 19 и др.] (здесь U_ε – энергия фотонного излучения, V- объем, ν - частота, T - температура излучения, c – скорость распространения света в вакууме, h - постоянная Планка, k_B - постоянная Больцмана). Выразив соответствующие «аргументы количественно, можно показать, что «*излучение, заполняющее Вселенную, будет продолжать в процессе ее расширения описываться в точности планковской формулой черного тела*» [2, с. 67]. Этот эффект однозначно дает запись формулы Планка в безразмерных планковских единицах: $\frac{d(\frac{U_\varepsilon}{V})}{d\nu} = \frac{U_{pl}}{V_{pl}\cdot\nu_{pl}}\left(\frac{\nu}{\nu_{pl}}\right)^3\frac{1}{\exp\left(\frac{\nu\cdot T_{pl}}{\nu_{pl}\cdot T}\right)-1}$. Здесь подстрочный индекс pl соотносит параметры к планковским масштабам. В формуле Планка имеем свидетельство тому, что «Вселенная рождается со средним объемом порядка l_{pl}^3. При этом радиус кривизны $\sim l_{pl}$ и все остальные параметры тоже имеют характерные планковские величины: плотность ρ_{pl}, масса (без учета гравитационного дефекта масс) m_{pl} и т. п.» [7, с. 148].

Из формулы Планка следует, что регистрируемое сегодня реликтовое излучение возникает на планковском масштабе времени, от которого «работает» и известный из курса физики закон Стефана – Больцмана $u_\varepsilon = \frac{U_\varepsilon}{V} = \frac{U_\varepsilon^{(1)}\cdot\mathcal{N}_\varepsilon}{V} = \frac{\pi^2 k_B^4}{15c^3h^3}T^4$ [2, 7, 8]. В силу своей высокой информативности комплекс мировых констант $\frac{k_B^4}{c^3h^3}$ обеспечивает выход на следующую запись формулы для объемной плотности энергии реликтового излучения u_ε [9]:

$$\frac{k_B^4}{c^3h^3} = \frac{U_{pl}}{V_{pl}\cdot T_{pl}^4} = \frac{U_\varepsilon}{V\cdot T^4}. \quad (2)$$

Физическая величина $\frac{U_{pl}}{V_{pl}\cdot T_{pl}^4} = \frac{k_B^4}{c^3h^3}$, сформировавшаяся на планковское время t_{pl}, в дальнейшем сохраняется как комбинация физических величин $\frac{U_\varepsilon}{V\cdot T^4} = \frac{k_B^4}{c^3h^3}$ вне зависимости от числовых значений U_ε, V, T.

При энергии фотона $U_\varepsilon^{(1)} = k_BT$ [2, с. 81] с достаточной для нашей цели точностью из (2) следует $\mathcal{N}_\varepsilon V_{pl}\,T_{pl}^3 = VT^3$, где $\mathcal{N}_\varepsilon$ – количество фотонов, а также соотношение между одновременным изменением трех величин $\mathcal{N}_\varepsilon$, V, T:

$$\frac{d\mathcal{N}_\varepsilon}{\mathcal{N}_\varepsilon} = \frac{dV}{V} + \frac{dT^3}{T^3}. \quad (3)$$

Как видим, «Температура излучения черного тела…будет падать при расширении Вселенной» [там же, с. 67]. Действительно, при $d\mathcal{N}_\varepsilon > 0$ и $dV > 0$ величина $dT < 0$. В дополнение к известному, формула $\mathcal{N}_\varepsilon V_{pl}\,T_{pl}^3 = VT^3$ говорит и о том, что рост количества ныне реликтовых фотонов $\mathcal{N}_\varepsilon$ начинается сразу же вслед за планковским мгновением времени.

Уже около 90 лет известно, что мы живем в расширяющейся Вселенной. Зная фундаментальную скорость фотона, легко представить их движение от планковской ячейки размером $L_{pl} \approx 10^{-35}$ м по радиусам R от центра к периферии в согласие с линейной функцией

$$\frac{R}{t} = \frac{L_{pl}}{t_{pl}} = \text{c} \cong 3\cdot 10^8\ \text{м/с}. \quad (4)$$

Л.Б. Окунь [15, с. 134]: скорость света c не относительна, она абсолютна. В. Вайскопф [3, с. 81 - 82] видит фундаментальное значение открытия расширения Вселенной в том, что появился новый масштаб времени и пространства; за промежуток времени t_n порядка 10^{10}лет свет прошел расстояние, которое равно радиусу Вселенной R_n, то есть $R_n = \text{c}\cdot t_n$.

Поле тяготения. «Уравнения такой степени сложности, как уравнения поля тяготения, - отмечает А. Эйнштейн [19, с. 103], - могут быть найдены только путем нахождения логически простого математического условия». В случае малой плотности материи ρ, когда $\rho \ll \rho_{pl}$, предложенное М.А. Марковым [12] уравнение переходит в уравнение Эйнштейна без Λ - члена: $R_\mu^\nu - \frac{1}{2}R\delta_\mu^\nu = \frac{8\pi G_H}{c^4}T_\mu^\nu$. В.А. Фок [17, с. 474]: «В теории тяготения, как и в других областях теоретической физики, правильность постановки задачи должна обеспечивать единственность решения». Выделяем из уравнений Эйнштейна комплекс ключевых констант $\frac{G_H}{c^4}$ и выходим на решение [9]:

$$\frac{G_H}{c^4} = \frac{t_{pl}^2}{m_{pl} \cdot L_{pl}} = \frac{t^2}{M \cdot R} \ . \tag{5}$$

Для объемной плотности энергии/массы скрытого излучения u сферической Вселенной получаем формулы

$$\frac{u}{c^2} = \frac{U}{V \cdot c^2} = \frac{M}{V} = \rho = \frac{1}{G_H \cdot t^2} \quad \text{и} \quad \frac{u}{u_{pl}} = \frac{\rho}{\rho_{pl}} = \left(\frac{t_{pl}}{t}\right)^2, \tag{6}$$

где M – масса скрытой составляющей Вселенной.

Задача состоит в определении явного вида функции $\Psi\ (u,\ t) = 0$. Известно уравнение А.А. Фридмана без Λ – члена [4, 5]: $2\frac{\ddot{a}}{a} + \left(\frac{\dot{a}}{a}\right)^2 = \frac{8\pi G_H}{c^2}(u + p)$, где a– масштабный фактор; точка над a означает производную по времени; u – энергия; p – давление. Если Вселенная - смесь газов с весьма незначительной примесью вещества, то уравнение состояния материи $p = \frac{u}{3}$. Вселенная расширяется с неизменной скоростью $c = \frac{R}{t} = \frac{L_{pl}}{t_{pl}}$ [см. (4)]; ускорение движения $\ddot{a} = 0$. При $\frac{\dot{a}}{a} = \frac{1}{t}$ [8, с. 306] и $(u + p) = \frac{4u}{3}$ получаем формулу

$$\frac{u}{c^2} = \frac{3}{32\pi}\ \frac{1}{G_H \cdot t^2}\ . \tag{7}$$

Данная формула совпадает с (6) с точностью до безразмерного множителя, а в теории поля отвечает [11, с. 488] модели Вселенной, которая заполнена излучением. С ростом масштабного фактора a растет и радиус R, и объем $V = \frac{4\pi R^3}{3}$ сферы Вселенной, плотность энергии скрытой материи Вселенной $u = \frac{U}{V}$ снижается обратно пропорционально квадрату космологического времени. Истоки выхода на формулы (6) и (7) в равной мере, как и их заметная близость, вряд ли являются случайными.

Около 90 лет тому назад Ж. Леметр высказал [6, с 179] идею горячего начала и каскада термоядерных реакций в ранней Вселенной, которая сегодня подтверждается данными наблюдательной астрономии. В «горячей» модели Вселенной Г.А. Гамовым, Р. Алфером и Р. Херманом предсказаны [2] процентное содержание водорода и гелия во Вселенной, реликтовое фотонное излучения, его криогенная температура и спектр абсолютно черного тела. Встали вопросы: каковы условия протекания термоядерных реакций? Когда и как возник наблюдаемый в телескопы мир звезд? Что предшествует появлению звезд и звездно – планетных систем, включая и нашу Солнечную систему? Поиск ответов продолжается.

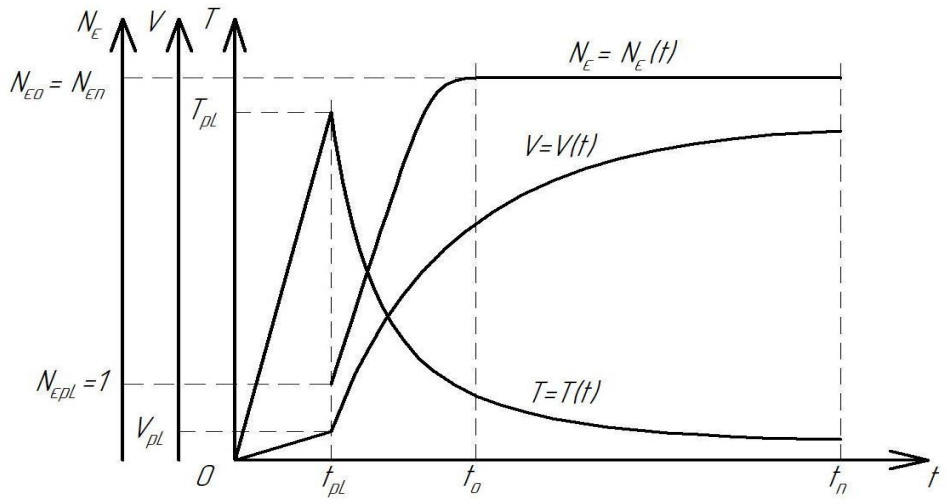

Рисунок – Кривые зависимостей $\mathcal{N}_\varepsilon = \mathcal{N}_\varepsilon(t)$, $V = V(t)$ и $T = T(t)$

На рисунке условно представлен возможный ход кривых изменчивости по времени t количества реликтовых фотонов N_ε, объема Вселенной V и температуры T газа реликтовых фотонов. В математическом мире Фридмана возраст t_n Вселенной отсчитывается от нулевого мгновения $t = 0$ секунд. В теории относительности на отрезке времени от $t = 0$ до $t = t_{pl} = 5{,}39 \cdot 10^{-44}$с материи отвечает «нефизическое состояние, для которого метрика является сингулярной, а понятия пространства и времени теряют свой смысл» [13, с. 99]. Полагаем, для эпохи Планка ($0 \le t \le t_{pl}$) справедлив интеграл [10]:

$\iint dq \cdot dp = \int dq \int dp = V_{pl}\ V_{pl} \frac{U_{pl}}{V_{pl}} t_{pl} = U_{pl} t_{pl} = \left(\frac{\hbar \cdot c^5}{G}\right)^{1/2} \left(\frac{\hbar \cdot G}{c^5}\right)^{1/2} = \hbar$. Остановимся на этом подробнее. Объем мира V изменяется от начального $V_{\text{нач}} = 0$ м^3 до его планковского $V_{pl} = L_{pl}^3 \approx 10^{-105}$м^3 – см. рисунок. Имеем приращение координаты $\int dq = V_{pl} - 0 = V_{pl}$, м^3. Импульс давления $p \cdot t$ изменяется в пределах от начального $p_{\text{нач}} \cdot t_{\text{нач}} = p_{\text{нач}} \cdot 0 = 0$, Дж $\cdot$ с/м^3 до планковского $p_{pl} \cdot t_{pl} = \frac{U_{pl}}{V_{pl}} t_{pl}$, Дж $\cdot$ с/м^3. Имеем приращение импульса давления $\int dp = p_{pl} \cdot t_{pl} - p_{\text{нач}} \cdot t_{\text{нач}} = p_{pl} \cdot t_{pl} - 0 = p_{pl} \cdot t_{pl}$, Дж $\cdot$ с/м^3. Имеем решение интеграла М. Планка [16, с. 287]: $\iint dq \cdot dp = h$, где h – элементарный квант действия с размерностью энергия $\times$ время. Закон всемирного тяготения $F_{\text{пр}} = F_{pl} \left(\frac{L_{pl}}{r_{12}}\right)^2 \frac{m_1 \cdot m_2}{m_{pl}^2}$ не исключает рождение частиц с распадом планковского сгустка материи. «После туннельного перехода α – частица вылетает из ядра» [7, с. 153]. Позволяет ли процесс ядерного α – распада понять явление рождения нашей Вселенной? Распад m_{pl} произошел мгновенно, а его последствия изучаются по сегодняшний день.

При численных значениях величин $m_{pl} \approx 10^{-8}$кг, $R_n \approx 10^{26}$м, $L_{pl} \approx 10^{-35}$м и $\frac{t_n}{t_{pl}} \approx 10^{61}$ имеем современную массу скрытого излучения $M_n = m_{pl} \left(\frac{R_n}{L_{pl}}\right)^3 \left(\frac{t_{pl}}{t_n}\right)^2 \approx 10^{53}$кг. Она примерно в 10 раз превышает известную из литературы [7, с. 148] массу видимого вещества Вселенной $M_{bn} \approx 10^{52}$кг.

Похоже на то, что предстоит критически переосмыслить позиции и по зоне ближайшего к сингулярности развития Вселенной, и по ее дальнейшему движению. Новое прочтение законов физики не исключает возможное: а) В рецепте «энергетической смеси» Вселенной доминирует не темная энергия, а энергия скрытого, скорее всего, гравитационного излучения. б) Законы тяготения Ньютона и Эйнштейна «включаются в работу» сразу же вслед за планковским мгновением времени $t_{pl} \approx 10^{-44}$ с. в) В силу гравитации по Ньютону, Вселенная наряду со звездами, планетами и их спутниками имеет шарообразную форму. г) Вселенная

расширяется в окружающую ее космическую среду со скоростью распространения света в вакууме $c = 299\,792$ км/с. Та же мысль, но словами автора [14]: «Представим себе, что галактики - это отдельные метки на поверхности шара, и если этот шар раздувается, расстояния между галактиками увеличиваются».

Список литературы:

1. Вавилов С.И. Исаак Ньютон: 1643 – 1727. М.: Наука. 1989. – 271 с.
2. Вайнберг С. Первые три минуты: Современный взгляд на происхождение Вселенной / пер. с англ. М.: Энергоиздат. 1981. - 208 с.
3. Вайскопф В. Физика в двадцатом столетии / пер. с англ. М.: Атомиздат. 1977. – 272 с.
4. Гавриков А.С., Саха Б. LCDM - модель и Вселенная, заполненная излучением. Сравнение с данными из каталога SAI Supernovae //:LVI Всероссийская конференция по проблемам динамики, физики частиц, физики плазмы и оптоэлектроники. Материалы конференции. М.: РУДН. 18 – 22 мая 2020. С. 39 – 47.
5. Горбунов Д.С., Рубаков В.А. Введение в теорию ранней Вселенной. Теория горячего Большого взрыва. М.: Издательство ЛКИ. 2002. - 552 с.
6. Дирак П. Космология и гравитационная постоянная // П. Дирак. Воспоминания о необычной эпохе: сб. статей / пер. с англ. М.: Наука. 1990. С. 178 – 188.
7. Долгов А.Д., Зельдович Я.Б., Сажин М.В. Космология ранней Вселенной. М.: Издательство Моск. ун – та. 1988. – 199 с.
8. Иванов Б.Н. Законы физики: учебное пособие. М.: Высшая школа. 1986. – 335 с.
9. Кошман В.С. Космологическая изменчивость пейзажа природы и уравнение связи массы Вселенной с ее объемом и временем // Тенденции развития науки и образования. 2024. № 113. Ч.4. С. 128 - 131.
10. Кошман В.С. Обоснование необходимости переосмысления феномена «эпоха Планка» // The scientific heritage. 2021. №64. Vol. 1. P. 11 – 14.
11. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т. 2. Теория поля. М.: ФИЗМАТЛИТ. 2003. - 536 с.
12. Марков М.А. Предельная плотность материи как универсальный закон природы // Письма в ЖЭТФ. 1982. Т. 16. Вып. 6. С. 214 – 216.
13. Мёллер Х. Неизбежны ли сингулярности в теории гравитации? // В. Штоф, А. – М. М'Боу, Г. Кляре и др. Проблемы физики: классика и современность / пер. с нем. и англ. М.: Мир. 1982. С. 99 – 116.
14. Новиков И.Д. Инфляционная модель ранней Вселенной // Вестник Российской академии наук. 2001. Т. 71. № 10. С. 886 – 895.
15. Окунь Л.Б. Понятия и законы физики и свойства элементарных частиц // Л.Б. Окунь. О движении материи. М.: ФИЗМАТЛИТ. 2012. С. 120 - 155.
16. Планк М. Законы теплового излучения и гипотеза элементарного кванта действия / М. Планк. Избранные труды. М.: Наука. 1975. С. 282 - 310.
17. Фок В.А. Теория пространства, времени и тяготения. М.: ГИФМЛ. 1961. – 563 с.
18. Цвибах Б. Начальный курс теории струн / пер. с англ. М.: Едиториал УРСС. 2011. 784 с.
19. Эйнштейн А. Творческая автобиография // Успехи физических наук. 1956. Т. 59. Вып. 1. С. 71 – 105.
20. Янко В.М. Формирование умения понимать физические явления // Вестник Курган. гос. ун – та. 2009 № 1. С. 33 – 35.