

However, this solution is a poor choice and can be omitted because of the slow convergence of the sum  $S_N(-1/2)$  to the value  $\varphi_0/3$ .

It is convenient to present other possible angle  $n$ -section solutions in the form of the table when any

chosen angle admits division on two equal parts with the help of a straightedge ruler and divider compass.

**Table** showing a possible angle  $n$ -section realized with the help of a ruler and divider.

q-value $x=2^{-q}$	$\frac{\varphi_0}{2^q - 1}$	$\frac{\varphi_0}{2^q + 1}$	Value of the error $E(q, N) = (2^{-qN}) \cdot 100\%$
2	$\frac{\varphi_0}{3}$	$\frac{\varphi_0}{5}$	$E(2,4)=3.91 \cdot 10^{-1}(\%)$ $E(2,5)=9.77 \cdot 10^{-2}(\%)$
3	$\frac{\varphi_0}{7}$	$\frac{\varphi_0}{9}$	$E(3,3)=1.95 \cdot 10^{-1}(\%)$ $E(3,4)=2.44 \cdot 10^{-2}(\%)$
4	$\frac{\varphi_0}{15}$	$\frac{\varphi_0}{17}$	$E(4,3)=2.44 \cdot 10^{-2}(\%)$ $E(4,4)=1.53 \cdot 10^{-3}(\%)$

As it follows from this table with increasing of the  $n$ -th angle-sected value of an admissible error value is decreasing. The author thinks that this simplest solution put a final point in solution of the ATP attracting the attention of many mathematicians.

#### References

[1] C. Rediske, The Trisection of an Arbitrary Angle: A Classical Geometric Solution, J. of Advances in Mathematics (2018) pp. 7640-7669. DOI: 10.24297/jam.v14i2.7402.

### К ВОПРОСУ НЕЙТРИННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В РАСШИРЯЮЩЕЙСЯ С ОХЛАЖДЕНИЕМ ВСЕЛЕННОЙ

**Кошман Валентин Семенович**

*канд. техн. наук, доцент,*

*Пермский государственный аграрно-технологический университет,  
г. Пермь, Россия*

### ON THE QUESTION OF NEUTRINO RADIATION IN THE UNIVERSE EXPANDING WITH COOLING

**Valentin Koshman**

*Cand. Tech. Sci., Associate Professor,*

*Perm State Agrarian and Technological University,  
Perm, Russia*

**Аннотация.** Рассмотрена однородная модель Вселенной в виде газовой смеси из фотонов, барионов и нейтрино. По мере анализа изучаемой физической системы воспроизведена математическая структура для описания ее космологической эволюции. Выполнена оценка средней величины энергии реликтового нейтрино, которая совпала с известной оценкой профессора О. Лахав (2002 г.) по порядку величины. Приведены аргументы в пользу первичного термоядерного взрыва у истока расширения Вселенной на планковском масштабе времени.

**Abstract.** A homogeneous model of the Universe in the form of a gas mixture of photons, baryons and neutrinos is considered. As the physical system under study is analyzed, the mathematical structure for describing its cosmological evolution is reproduced. The average value of the relic neutrino energy was estimated, which coincided with the well-known estimate of Professor O. Lahav (2002) in order of magnitude. Arguments are given in favor of a primary thermonuclear explosion at the source of the expansion of the Universe on the Planck time scale.

**Ключевые слова:** модель расширяющейся Вселенной, реликтовое излучение, планковские величины, закон Стефана – Больцмана, объемная плотность энергии нейтрино, масса реликтового нейтрино.

**Keywords:** model of the expanding Universe, relic radiation, Planck quantities, Stefan – Boltzmann law, volume density of neutrino energy, mass of the relic neutrino.

*«Структура математического описания  
выявляется  
по мере анализа физической системы»  
П. Девис [1, с. 260]*

Как известно, космология, которая изучает свойства Вселенной в целом, – одна из немногих

естественных наук, где присутствует эволюция в явном виде. Изучение эволюции Вселенной осложнено тем, что её динамика отнюдь не представляет собой нечто непосредственно наблюдаемое. По этой причине объект исследования может быть дан как целое лишь

только в виде теоретической реконструкции, а сами исследования носят опосредованный характер. Оглядываясь назад, можно сказать, что на становление космологии как науки решающее влияние оказали генерация идей и подтверждение теоретических предсказаний результатами астрономических наблюдений. Прежде, чем подойти к постановке задачи, обозначим три исходные позиции.

*Первая позиция.* В результате космологических исследований к настоящему времени надежно установлено [1 - 15]:

1. Число реликтовых фотонов  $N_{en}$  превышает число реликтовых барионов  $N_{bn}$  в миллиард раз:  $Z_n = N_{en}/N_{bn} = 10^9$ .

2. Наблюдаемая с поверхности Земли и из ближнего космоса Вселенная расширяется с охлаждением.

3. Для эволюции ранней Вселенной в равной мере характерны и экспоненциальное расширение, и эпоха (период) термоядерных реакций.

Есть мнение, что во Вселенной незримо присутствуют реликтовые нейтрино, а также кванты гравитационного поля. Нейтрино открыты «на кончике пера» при расчете ядерных реакций с тем, чтобы спасти законы сохранения энергии, импульса и момента импульса.

На «горячее» начало Вселенной указывает и регистрируемое изотропное микроволновое фоновое 3К – излучение. Многолетние наблюдения с Земли на длинноволновой части спектра и на коротких волнах за пределами земной атмосферы достигли поставленной цели. Надежно установлено, что плотность распределения энергии фотонного излучения соответствует кривой излучения абсолютно черного тела и отвечает формуле [4]:

$$u_\varepsilon = \frac{U_\varepsilon}{V} = \alpha_B T^4 = \frac{\pi^2}{15} k \left( \frac{k}{ch} \right)^3 T^4. \quad (1)$$

Эта формула известна как закон (уравнение) Стефана – Больцмана. В (1)  $\alpha_B$  – постоянная энергии излучения,  $c$  – скорость света в вакууме,  $h$  – постоянная Планка  $h$  (в записи через  $2\pi$ ), а  $k$  – постоянная Больцмана  $k$ . По данным работы [16], в научной и учебной литературе практически отсутствует аналитический вывод уравнения (1) из исходного для него закона Планка. Причем во многих литературных источниках содержатся лишь фрагментарные указания по данному вопросу, сопровождаемые либо неточностями, либо полиграфическими опечатками.

*Вторая позиция.* Из описания Вселенной на основе однородных моделей методом общей теории относительности следует, что космологическое расширение Вселенной – это её родовое свойство. Однако, согласно тем же решениям, при космологическом времени  $t$ , стремящемся к нулю, Вселенная сжимается до нулевого размера, а её плотность  $\rho$  и температура  $T$  устремляются к бесконечности. Наличие

сингулярной точки озадачивает. Авторы [6, с. 8] отмечают, что начальные условия движения, приводящие к наблюдаемому миру, представляются загадочными.

При изучении фантастических по силе и размаху космических явлений в рамках стандартного подхода придерживаются картины, основанной на общей теории относительности А. Эйнштейна и на известных сегодня законах физики [8, с. 175]. К примеру, обсуждаются проблемы сингулярности и устойчивости космологических моделей [12], а также вопросы первичной инфляции и последующего рождения материи [3]. Автор [2] отмечает: «квантовая гравитация пока не создана, и не ясно, возможно ли ее применять (и если можно, то как?) к такому объекту как наша Вселенная. Приходится обходиться некоторыми приближениями ... В общем, проблем уйма. И решать их можно различными способами. Какой предпочесть?». Стандартный подход оказался неготовым к ответу на все вызовы, а это повод и для глубокого анализа причин, и для поиска новых возможных решений. На повестку дня, в частности, выносится [7, с. 25] вопрос и о той космологической модели, которая могла бы получиться из самого широкого класса начальных ранних состояний.

*Третья позиция.* Многие уравнения, с которыми космологи работают при описании ранней Вселенной, записаны в планковских единицах [11]. Они определяются в виде комбинаций из мировых констант в составе гравитационной постоянной  $G$ , скорости света в вакууме  $c$ , постоянной Планка  $h$  и постоянной Больцмана  $k$ :  $P_p = c^\alpha G^\beta h^\gamma k^\delta$ , где  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  и  $\delta$  – коэффициенты [5,9,11]. Использование планковских величин значительно упрощает запись и позволяет вычлнить физический смысл решаемых задач [11].

*Постановка задачи.* Как известно, еще в античной науке последнего периода астрономы, задавая в теоретических моделях одни параметры изучаемых объектов (как правило, не измеряемые, а лишь введенные в теорию) могли рассчитывать другие параметры этих объектов, которые уже можно было измерить с помощью астрономических приборов. В этом плане интересна и задача, долгие годы сохраняющая свою актуальность и предполагающая высокую однородность средней плотности метagalacticкой среды. Для полной энергии Вселенной (как газовой смеси), включающей в себя и  $N_b$  барионов с массой  $m_b$ , запишем выражение

$$U_{bex} = N_b m_b c^2 + \alpha_B V T^4 + N_x m_x c^2. \quad (2)$$

Здесь в третьем слагаемом правой части учтена энергия скрытых частиц, а второе слагаемое определяет энергию фотонного излучения. Объемную плотность энергии  $u_{bex} = U_{bex}/V$  такого газа удобно оценить через объемные концентрации группы частиц  $n_i = N_i/V$ :

$$u_{bex} = u_b + u_\epsilon + u_x = U_b^{(1)} n_b + \alpha_B T^4 + U_x^{(1)} n_x, \tag{3}$$

где  $U_i^{(1)} = m_i c^2$  – энергия единичной  $i$  - ой частицы. И если усреднение барионов по всему объёму Вселенной может вызвать возражение, то для скрытых  $X$  – частиц, которые еще только предстоит зарегистрировать с помощью приборов, этот шаг представляется разумным.

Прежде всего отметим, что термодинамика Вселенной неразрывно связана с теорией элементарных частиц. В данной связи по ходу изложения мы порой выходим за пределы термодинамического метода, который оперирует такими понятиями как объем  $V$ , температура  $T$ , энергия  $U$ , энтропия  $S$ . Признавая изменчивость термодинамических параметров состояния  $V, T, U$  и  $S$  изучаемой физической системы, мы в то же время признаем наличие данного свойства и у микрочастиц.

Покажем, что формула  $u_x = U_x^{(1)} n_x$  внутренне связана с уравнением Стефана – Больцмана (1). Однако прежде в сжатой форме воспроизведем элементы математической структуры предлагаемой нами однородной модели космологической эволюции Вселенной [17, 18, 20 и др.].

*Решение задачи.* Обращаем внимание на физический смысл закона Стефана – Больцмана: плотность энергии абсолютно черного тела пропорциональна четвертой степени его абсолютной температуры:  $u_\epsilon \propto T^4$ . Поделим здесь левую и правую часть соответственно на планковские величины объёмной плотности энергии  $u_{\epsilon PL} = U_{\epsilon PL} / V_{PL}$  и температуры  $T_{PL}^4$ . Этого вполне достаточно для выхода на формулу [17]:

$$u_\epsilon = \frac{U_\epsilon}{V} = \frac{U_{\epsilon PL}}{V_{PL}} \left( \frac{T}{T_{PL}} \right)^4. \tag{4}$$

В записи (4) поставлен знак равенства (=), поскольку ей отвечает выражение  $u_\epsilon = \alpha_1 k \left( \frac{k}{ch} \right)^3 T^4$ , которое при  $\alpha_1 = \frac{b_\epsilon}{b_\nu b_\gamma^4} = \frac{\pi^2}{15} \sim 1$  с точностью до обозначений совпадает с (1). В (4) планковские величины  $P_{iPL}$  соответствуют  $P_{iPL} = b_i c^\alpha G^\beta h^\gamma k^\delta$ , где  $b_i$  – коэффициенты. А следовательно, уравнения (1) и (4) равносильны; они выступают как эквивалентные варианты для выражения одного и того же закона физики. Из (4) видно, что при повышении температуры  $T$  величина  $u_\epsilon$  не просто возрастает – она возрастает в значительно большей степени, чем  $T$ , достигая максимальное (и конечное) числовое значения ( $u_{\epsilon PL} = 10^{14}$  Дж/м<sup>3</sup>) при планковской температуре  $T_{PL} = 10^{32}$ . Это отвечает идейному содержанию модели горячей расширяющейся Вселенной [1 - 15].

Принимая во внимание формулы  $u_\epsilon = U_\epsilon^{(1)} n_\epsilon$ ,  $U_\epsilon^{(1)} = kT$  и  $U_{PL} = kT_{PL}$ , для концентрации

фотонов находим  $n_\epsilon = \frac{N_\epsilon}{V} = \frac{1}{V_{PL}} \left( \frac{T}{T_{PL}} \right)^3$ . Величина  $n_\epsilon$ , как известно [4,5], связана с концентрацией барионов  $n_b$  простым соотношением  $Z = n_\epsilon / n_b$ . Имеем для концентрации барионов  $n_b = \frac{N_b}{V} = \frac{1}{Z \cdot V_{PL}} \left( \frac{T}{T_{PL}} \right)^3$ . Тогда при энергии единичного бариона  $U_b^{(1)} = m_b c^2$  их объёмная плотность энергии  $u_b$  [18]:

$$u_b = \frac{U_b}{V} = \frac{m_b c^2}{Z \cdot V_{PL}} \left( \frac{T}{T_{PL}} \right)^3, \tag{5}$$

или в безразмерном виде

$$\frac{u_b}{u_\epsilon} = \frac{m_b c^2 \cdot T_{PL}}{Z \cdot U_{\epsilon PL} \cdot T} = F. \tag{6}$$

В согласии с современными представлениями [4 – 6 ] из (6) следует, что по мере понижения температуры фотонный вклад в массу - энергию Вселенной уменьшается. Заметим, что согласно (6):  $T_{\epsilon PL} = \frac{U_{\epsilon PL}}{k}$ .

Как полагают [4,7], на момент времени  $t_{eq} \sim 10^{13}$  с, удаленный от планковского мгновения  $t_{PL}$  на 60 порядков, плотность энергии барионного вещества стала равной плотности энергии фотонов. При величинах  $F = 1$ ,  $T_{PL} = 10^{32}$  К,  $T_{eq} = 4 \cdot 10^3$  К,  $Z_{eq} = Z_n = 10^9$ ,

$$U_{\epsilon PL} = U_{bPL} = m_{bPL} \cdot c^2 \tag{7}$$

и  $Z_{eq} = \left( m_{bPL} / m_{beq} \right)^{1/2}$ , следуя (6), - в развитие идеи радиоактивного распада -можно выйти на функцию  $Z$  [18]:

$$Z = \frac{N_\epsilon}{N_b} = \left( \frac{m_{bPL}}{m_b} \right)^{1/2}, \tag{8}$$

а далее - в согласии с уравнением энергии (5) - и на его иное выражение

$$u_b = \frac{U_b}{V} = \frac{U_{bPL}}{Z^3 \cdot V_{PL}} \left( \frac{T}{T_{PL}} \right)^3. \tag{9}$$

Космологическая функция  $Z$  отражает рост числа фотонов  $N_\epsilon$  по отношению к числу барионов  $N_b$  в эпоху ядерных реакций, а в (9) отражена взаимосвязь  $u_b = \frac{U_b}{V} \propto \left( \frac{T}{Z} \right)^3$ . Объёмная плотность энергии барионов  $u_b$  пропорциональна третьей степени отношения температуры  $T$  к функции  $Z$ . В литературе [11 и др.] порой приводятся характеристики тех эпох, которые считаются важными в эволюции нашего мира; внутреннее единство  $\frac{u_b}{V} = \frac{U_b^{(1)} N_b}{V} \propto \left( \frac{T}{Z} \right)^3$  во внимание не принимается. Из наличия связи  $\frac{u_b}{V} \propto \left( \frac{T}{Z} \right)^3$  следует,

что рост объема  $V$  охлаждающейся по мере расширения Вселенной неразрывно связан с ростом величины функции  $Z$ .

Здесь возможно возражение: формула (8) неверна, поскольку искомая величина  $N_\varepsilon/N_b$  определяется более точно, скажем, разностью барионов и антибарионов к общему числу барионов [6], то есть как  $\Delta N/N_b$ . Очевидно, что выражения  $(m_{bPL}/m_b)^{\frac{1}{2}}$  и  $\Delta N/N_b$  в равной мере невозможно подтвердить в натурном эксперименте. Как известно, С. Вайнберг внес существенный вклад в теорию элементарных частиц. И что характерно, применительно к данной ситуации он отмечает: «Остается найти теорию, которая может предсказывать наблюдаемое отношение барионов и фотонов» [4, с. 206], а далее подчеркивает [та же, с. 216]: «Решающее подтверждение правильности любой теории синтеза барионов будет состоять в успешном предсказании современного значения отношения числа барионов к числу фотонов», то есть (в принятых нами обозначениях) величины  $Z_n^{-1} = N_{bn}/N_{\varepsilon n}$ . Здесь, как и ранее, подстрочный индекс  $n$  соотносит параметры к нашей эпохе. В приведенном выше теоретическом построении выход на формулы (8) и (9) стал возможным

( $b_i$  – некоторые коэффициенты;  $b_i < 1$ ). Поскольку на планковский момент времени плотность энергии весьма высока, то она равномерно распределяется между видами частиц [1] и  $u_{\varepsilon p} = u_{bp} = u_{xp} = b_i u_p$ . Следуя (3) и (13), можно ожидать наличие индивидуальных космологических (и что существенно, энергетических) родословных в семействе элементарных частиц наблюдаемой Вселенной.

При числовых значениях  $b_i = 0,25$ ,  $U_p = 1,956 \cdot 10^9$  Дж и  $Z_{vn} = Z_n = 1,8 \cdot 10^9$  имеем возможную среднюю энергию реликтового нейтрино

$$U_{vn}^{(1)} = \frac{0,25 \cdot 1,956 \cdot 10^9}{(1,8 \cdot 10^9)^3} = 0,838 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} = 0,52 \text{ эВ.}$$

В литературе данные по массе нейтрино противоречивы. В 2002 году группа ученых под руководством профессора О. Лахав (O. Lahav) из Университетского колледжа Лондона по результатам анализа информации о распределении галактик во Вселенной называет верхний предел энергии нейтрино 0,28 эВ [19]. Видно, что результаты расчета, один из которых (университетский) считается [19] из известных наиболее точным, совпадают между собой по порядку величины. Остается ожидать подтверждение расчетной величины  $U_{vni}^{(1)}$  её измерением.

Как уже отмечалось ранее, результаты вычисления энергетических параметров  $u_{\varepsilon n}$  и  $u_{bn}$  -

благодаря выражению  $\frac{T_{PL}}{T_{eq}} = \left(\frac{m_{bPL}}{m_{bn}}\right)^{\frac{3}{2}} = Z_n^3$ , которое можно отнести к числу угаданных формул.

В предлагаемой космологической модели фигурируют барионы с переменной массой  $m_b$  и фотоны с изменяющейся во времени энергией  $U_\varepsilon^{(1)} = kT$ . Должна изменяться и масса – энергия скрытых  $X$  – частиц. Есть мнение, что объемная плотность энергии реликтовых нейтрино  $u_\nu$  равна плотности энергии реликтовых барионов  $u_{bn}$ . Также в литературе отмечается, что концентрация нейтрино в настоящее время близка к концентрации реликтовых фотонов. Тогда по аналогии с (5) и (9) имеем

$$u_\nu = \frac{U_\nu}{V} = \frac{m_\nu \cdot c^2}{Z_\nu \cdot V_{PL}} \left(\frac{T}{T_{PL}}\right)^3, \quad (10)$$

$$u_\nu = \frac{U_\nu}{V} = \frac{U_{\nu PL}}{Z_\nu^3 \cdot V_{PL}} \left(\frac{T}{T_{PL}}\right)^3. \quad (11)$$

Для средней энергии единичного реликтового нейтрино  $U_{vn}^{(1)}$ :

$$U_{vn}^{(1)} = \frac{U_{\nu PL}}{Z_{vn}^3}. \quad (12)$$

При предельном переходе к планковскому состоянию Вселенной – в дополнение к ряду (7) - уравнения (4), (9) и (11) позволяют записать

$$U_{\varepsilon PL} + U_{bPL} + U_{\nu PL} + \dots = \sum b_i U_P = \sum b_i \left(\frac{hc^5}{G}\right)^{1/2} \quad (13)$$

соответственно по формулам (4) и (9) при температуре Вселенной, равной  $T_n = 2,73$  К, и  $Z_n = 10^9$  [18] - совпадают с данными современных наблюдений для электромагнитного излучения  $u_{bn} \approx 10^{-11}$  Дж/м<sup>3</sup> и вещества  $u_{\varepsilon n} \approx 10^{-14}$  Дж/м<sup>3</sup> [5, с. 76 и др.] по порядку величины.

В связи с важным вопросом окончания периода ядерных реакций в нашей Вселенной можно отметить следующее. Этому моменту отвечает постоянство множителя  $B$  в формуле

$$T = B \frac{1}{R} = T_{PL} Z_\nu L_{PL} \left(\frac{U_\nu}{U_{\nu PL}}\right)^{1/3} \frac{1}{R} \quad (14)$$

( $L_{PL}$  – планковская длина), которая непосредственно следует из выражения для объемной плотности энергии нейтрино (11) и отвечает сфере радиуса  $R$  в объеме расширяющейся однородной Вселенной. При  $B = const$  из (11) следует известное из курса термодинамики уравнение адиабаты  $T^3 V = const$ , которое как и уравнение (14) позволяет выйти на взаимосвязь вида

$$T \propto \frac{1}{R}. \quad (15)$$

В физической космологии соотношение (15) известно как закон падения температуры при адиабатическом расширении Вселенной [15]. По свидетельству автора [15] закономерность (15)

учтена Г.А. Гамовым при теоретическом предсказании остаточного, реликтового излучения. Адиабатический режим расширения непосредственно следует за эпохой ядерных реакций, в течение которой стремительный рост  $Z_\nu$  (то есть отношения числа нейтрино  $N_\nu$  к числу барионов  $N_b$ ) в (10), (11) и (14) от планковской величины  $Z_{\nu PL} = 1$  до современной  $Z_{\nu n}$  можно признать естественным.

Из простых наблюдений над явлениями природы следует односторонняя направленность естественных процессов. Так, газы всегда стремятся расширяться, а не уменьшиться в объёме. По мере расширения плотность газа понижается. И что характерно, именно данная особенность, по сути, находит своё описание в общей теории относительности [11]. В физической космологии для данной эпохи отводится [11] весьма малый промежуток времени:  $1\text{с} < T < 200\text{с}$ . «Естественно спросить: а что происходило во Вселенной до эпохи термоядерных реакций? С определённой степенью уверенности можно утверждать, что космологическое расширение имело место и в более ранние времена, когда возраст мира был и много меньше одной секунды. Но суждения о самых ранних стадиях космологического расширения становятся все менее надежные, чем глубже в прошлое они обращены» [14, с. 200]. На сегодняшний день обсуждается вопрос «исходного разгона вещества» с учетом отклонений от однородности в условиях, когда планковская лаборатория экспоненциально уходит за горизонт [9, 14].

В отличие от обычной записи закона излучения  $u_\epsilon = k \left(\frac{k}{ch}\right)^3 T^4$  при его представлении (с учетом гравитационной постоянной  $G$ ) как  $\frac{u_\epsilon}{u_{\epsilon PL}} = \left(\frac{T}{T_{PL}}\right)^4$  становится очевидным его космологический смысл, в уравнении Стефана - Больцмана находят отражение начальные данные (столь важные для изучения эволюции Вселенной)  $u_{\epsilon PL}$  и  $T_{PL}$  (или  $T_{\epsilon PL}$ ?), а также изменчивость безразмерных планковских величин  $\frac{u_\epsilon}{u_{\epsilon PL}}$  и  $\frac{T}{T_{PL}}$  в их естественных пределах. Вместе с тем, открывается и возможность для простого выхода на безразмерные переменные как в рамках группы величин  $\frac{T}{T_{PL}}, \frac{V}{V_{PL}}, \frac{U_\epsilon^{(1)}}{U_{\epsilon PL}}, \frac{n_\epsilon}{n_{\epsilon PL}}, \frac{S_\epsilon}{S_{\epsilon PL}}$ , так и вне её.

Одной из важнейших характеристик Вселенной является её температура  $T$ . Как известно [8], «температура служит количественной (макроскопической) мерой степени динамической активности в нагретом теле на микроскопическом уровне ... С точки зрения физики температура это просто величина, пропорциональная средней кинетической энергии микрочастиц, из которых состоит тело». И здесь планковская температура  $T_{PL}$  вряд ли является исключением. К вопросу обоснования наличия определенной структуры в планковском объёме  $V_{PL}$  можно подойти и

иным путем. Ранее в согласии с формулой Больцмана для энтропии  $S = k \cdot \ln W$  показано, что на планковском масштабе времени ( $t_{PL} = 10^{-43}\text{с}$ ) число возможных комбинаций из мельчайших частиц материи кратно основанию натуральных логарифмов [20]:  $W_{PL} \propto e = 2,72$ . Это, с одной стороны, отвечает мнению о том, что при предельно глубоком погружении в прошлое состояние Вселенной «должно быть высокоорганизованным (т. е. низкоэнтропийным) состоянием» [10, с. 609], а с другой, не противоречит концепции дискретности, которая заложена в фундамент квантовой физики как науки.

Анализ уравнения Стефана – Больцмана для объемной плотности энергии фотонов в записи через безразмерные планковские величины, а также уравнений энергии барионов и нейтрино, внутренне связанных с ним, позволяет увязать появление фотонного и нейтринного излучения, а также начало экспоненциального расширения Вселенной с первичным термоядерным взрывом на планковский момент времени  $t_{PL} = 10^{-43}\text{с}$ . На это мгновение частицы пребывают в высокоупорядоченном квантовом состоянии. Но в большом массиве из частиц такой порядок долго не выдерживается. Механизм запуска первичного ядерного взрыва требует отдельного рассмотрения. Однако возможен вариант, когда энергия давления в ядре облака значительно превысила энергию гравитационного сжатия. Скорее всего, именно реликты реального взрыва астрономы и наблюдают в наши дни.

*Заключение.* Рассмотренные выше особенности предлагаемой физической модели не являются следствием каких – либо аксиом. Причиной появления модели послужило желание с опорой на надежные космологические данные выйти на единый, а вместе с тем понятный и не специалисту образ становления изучаемой сложной физической системы. Очевидно, что сложность используемого нами математический аппарат не превышает уровень сложности программы средней школы. Реализованные контуры теоретической конструкции вряд ли имеют отношение к числу тех известных воздушных замков, которые построены на сомнительном песке. Использован строгий количественный язык математических формул, часть из которых общепризнана законами физики. В данной связи есть основание полагать, что на пути дальнейшего научного поиска не стоит игнорировать возможность наличия закономерной связи между регистрируемым ЗК – излучением и начальным термоядерным взрывом в экспериментально недоступном верховье космологического расширения Вселенной. Можно привести примеры того, как закон Стефана – Больцмана помогает решать проблемы, возникающие в физике микро -, макро – и мегамира. Вместе с тем, из истории физики также известно, что и разработка альтернативных взглядов порой способствует более всестороннему анализу изучаемых физических процессов и явлений.

**Литература**

1. Девис П. Суперсила / пер. с англ. М.: Мир. 1989. 272 с.
2. Березин В.А. Космология от Адама и Евы до Алексея Старобинского. Часть 3 // Пространство, время и фундаментальные взаимодействия. 2019. Вып. 3. С. 4 – 10.
3. Bronnikov K.A., Rubin S.G. Abilities of Multidimensional Gravity / Gravitation and Cosmology. 2007. Vol. 13. No.4(52). pp. 253 – 258.
4. Вайнберг С. Космология / пер. с англ. М.: ЛИБРИКОМ. 2013. 608 с.
5. Девис П. Случайная Вселенная / пер. с англ. М.: Мир. 1985. 160 с.
6. Долгов А.Д., Зельдович Я.Б., Сажин М.В. Космология ранней Вселенной. М.: Изд – во МГУ. 1988. 199 с.
7. Зельдович Я.Б., Новиков И.Д. Строение и эволюция Вселенной. М.: Наука. 1975. 736 с.
8. Нарликар Дж. Неистовая Вселенная / пер. с англ. М.: Мир. 1985. 256 с.
9. Окунь Л.Б. Фундаментальные константы физики // УФН. 1991. Т.161. №9. С.177 – 194.
10. Пенроуз Р. Путь к реальности или законы, управляющие Вселенной. Полный путеводитель / пер. с англ. М. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика». 2007. 912 с.
11. Сажин М.В. Современная космология в популярном изложении. М.: Едиториал УРСС. 2002. 240 с.
12. Saibal R., Basanti D. Relativistic Gravitational Mass in Tolman – Solution/ Gravitation and Cosmology. 2007. Vol. 13. No.3(51). pp. 224 – 230.
13. Хокинг С., Млодинов Л. Кратчайшая история времени / пер. с англ. СПб.: Амфора, ТИД Амфора. 2006. 180 с.
14. Черепашук А.М., Чернин А.Д. Современная космология - наука об эволюции Вселенной // В защиту науки. Бюл.№4. М.: Наука. 2008. С.177 - 210.
15. Чернин А. Я. Как Гамов вычислил температуру реликтового излучения, или немного об искусстве теоретической физики // УФН. 1994. Т. 169. № 8. С. 889 – 896.
16. Битюков В.К., Худак Ю.И. Аналитический вывод закона Стефана–Больцмана из закона Планка // Теплофизика в энергосбережении и управлении качеством: материалы Шестой международной теплофизической школы: в 2-х ч. Тамбов, 1-6 октября 2007 г. (ТГТУ, Тамбов, 2007). Ч. I. С. 28 - 30.
17. Кошман В.С. Планковские величины, закон Стефана – Больцмана и гипотеза о рождении вселенной // American Scientific Journal. 2019. № 29. Vol. 2. P. 64 – 69.
18. Кошман В.С. Закон Стефана – Больцмана и оценка изменчивости плотности энергии барионов Вселенной // American Scientific Journal. 2019. № 30. Vol. 1. P. 57 – 62.
19. Астрономы получили самую точную оценку массы «частицы - призрака» (рус). РИА Новости (22 июня 2010) [Электронный ресурс]. URL: [Wikipedia.green/Нейтрино](https://www.ria.ru/20100622/1000000000_0000000000_0000000000_0000000000_0000000000.htm) (дата доступа 9.04.2020).
20. Кошман В.С. Барионная составляющая энтропии Вселенной и второе начало термодинамики // American Scientific Journal. 2020. №34. Vol. 2. P. 35 – 39.