

КРАСНОЕ СМЕЩЕНИЕ И КОСМИЧЕСКОЕ МИКРОВОЛНОВОЕ ФОНОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ КАК СЛЕДСТВИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ФОТОНОВ С НОВЫМИ ЧАСТИЦАМИ

С.Г. Федосин

Пермский государственный университет

Неудовлетворительность оснований концепции расширяющейся Вселенной и необходимость другого объяснения эффектов красного смещения и фонового излучения приводит к введению новых частиц, ответственных за данные эффекты. Показано, что общая масса новых частиц во Вселенной имеет тот же порядок величины, что и масса всех нуклонов. Тем самым решается проблема невидимой тёмной материи. Ставится вопрос о необходимости существования тёмной энергии. В частности, эффект ослабления излучения от далёких сверхновых полагается следствием рассеяния фотонов на новых частицах, а не результатом действия тёмной энергии.

Ключевые слова: Красное смещение; Микроволновое фоновое излучение; Частицы; Тёмная материя

PACS: 14.80.-j ; 95.30 C ; 95.35 ; 98.70.Vc

Космологическое красное смещение длин волн, наблюдаемое в спектрах далёких галактик, и почти изотропное микроволновое фоновое излучение со спектром, близким к излучению чёрного тела, явились важнейшими открытиями прошлого века. Обычная интерпретация красного смещения сводится к явлению эффекта Доплера, как следствия расширения пространства Вселенной вместе со всем своим содержимым. В этом случае чем дальше от нас галактика, тем больше должна быть её скорость удаления V_g . Тем самым предполагается, что красное смещение подтверждает теорию Большого взрыва, который мог бы породить всю нашу Вселенную.

Соответственно, фоновое излучение считается охладившимся к настоящему времени излучением, существовавшим в горячей и более плотной Вселенной. При этом температура излучения должна падать обратно пропорционально масштабному фактору, а плотность энергии – обратно пропорционально четвёртой степени масштабного фактора. Однако данные объяснения сталкиваются со многими трудностями, которые имеются у модели расширяющейся Вселенной.

В первую очередь хочется отметить недостаточность объяснения эффекта красного смещения и фонового излучения как следствия расширения пространства с философской точки зрения. Действительно, в теории предполагается наличие некоторой первоначальной чрезвычайно плотной субстанции, в результате трансформации которой вещество, излучение и само пространство начинают расширяться. Идея расширения пространства способствует объяснению стационарности Вселенной, имеющей конечную плотность вещества, а также и того факта, что более далёкие галактики имеют большее красное смещение. Неудовлетворительным здесь является предположение о существовании первичной материи с удивительными, ниоткуда не следующими свойствами, и не менее удивительного масштабного фактора геометрически-математической природы, приводящего к расширению пространства заданным образом [1].

Высокая степень температурной изотропии фонового излучения, приходящего от разных частей неба, предполагает определённую связь между свойствами удалённых галактик. Но эти галактики не могли взаимодействовать друг с другом в течение предполагаемого возраста Вселенной из-за большого удаления друг от друга. Поэтому в теорию вводят представления об инфляционной фазе, предполагающие фантастически высокие темпы расширения ранней Вселенной.

В связи с этими и многими другими проблемами неоднократно рассматривались вопросы фактического обоснования космологических теорий. Так, в [2] анализируются следствия, вытекающие из идеи красного смещения как результата не эффекта Доплера, а взаимодействия излучения в космическом пространстве с частицами типа аксионов или φ -частиц. Настоящую работу можно считать продолжением движения в данном направлении, при этом мы предлагаем также описание связи между красным смещением и фоновым излучением.

Красное смещение

Если считать красное смещение той или иной галактики результатом её движения, то согласно эффекту релятивистского эффекта Доплера происходит изменение длины волны λ_0 электромагнитного сигнала, приходящего от данной галактики на Землю:

$$\lambda = \frac{\lambda_0 \left(1 - \frac{V_g \cos \beta}{c} \right)}{\sqrt{1 - V_g^2/c^2}}, \quad (1)$$

где β – угол между вектором скорости галактики и направлением на Землю,
 c – скорость света,
 λ – длина волны, наблюдаемая на Земле.

При больших расстояниях угол β близок к величине π для разлетающихся друг от друга галактик, поэтому можно положить $\cos \beta = -1$. Тогда из (1) следует, что красное смещение z , понимаемое как относительное изменение длины волны, имеет вид:

$$z = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} = \frac{\sqrt{1 + \frac{V_g}{c}}}{\sqrt{1 - \frac{V_g}{c}}} - 1, \quad V_g = \frac{c[(z+1)^2 - 1]}{(z+1)^2 + 1}. \quad (2)$$

При малых z зависимость скорости галактики в (2) превращается в очень простое выражение:

$$V_g \approx cz. \quad (3)$$

В то же время, эмпирический закон Хаббла связывает расстояние до галактики, определяемое независимыми методами, с красным смещением её спектра:

$$r = \frac{cz}{H}, \quad (4)$$

где $H = (50 - 100)$ км/(с·Мпк) – параметр Хаббла.

Из соотношений (3) и (4) следует выражение для вероятной скорости удаления галактик в зависимости от расстояния до них: $V_g \approx Hr$.

Мы считаем, что красное смещение спектров галактик связано не с разбеганием галактик, а с эффектом уменьшения энергии фотонов при их распространении в космическом пространстве. С самых общих позиций фотон можно рассматривать как осциллятор, который не может не уменьшать свою энергию со временем. Если угловая частота колебаний фотона $\omega = \frac{d\varphi}{dt} = 2\pi\nu$, энергия фотона E , то добротность Q фотона как осциллятора определяется так:

$$Q = \frac{E}{dE/d\varphi} = \frac{\omega E}{dE/dt}. \quad (5)$$

Полагая добротность мало зависящей от времени, путём интегрирования (5) приходим к следующей зависимости энергии фотона от времени:

$$E = E_0 e^{-\omega t/Q}. \quad (6)$$

Предположим далее, что добротность прямо пропорциональна угловой частоте фотона, а время – пройденному фотоном расстоянию r . Поскольку $E = \frac{hc}{\lambda} = h\nu$, где h – постоянная Планка, ν – частота колебаний волны, то (6) можно переписать так:

$$\lambda = \lambda_0 e^{\alpha r}, \quad \nu = \nu_0 e^{-\alpha r}, \quad (7)$$

где α – константа,

λ_0 и ν_0 – длина и частота волны фотона при его излучении.

Из (7) получается, что по мере движения фотона и увеличении пройденного расстояния длина волны фотона растёт. Учитывая (7) и определение красного смещения z , получим:

$$z = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} = \frac{\lambda}{\lambda_0} - 1 = e^{\alpha r} - 1. \quad (8)$$

Сочетание соотношений (4) и (8) позволяет нам найти коэффициент α . При малой величине красного смещения (8) можно упростить, разлагая экспоненту, далее подставляя z в (4), находим α и обратную величину s :

$$z \approx \alpha r = \frac{Hr}{c}, \quad \alpha = \frac{H}{c}, \quad s = \frac{1}{\alpha} = \frac{c}{H} = (3 - 6) \text{ Гпк}. \quad (9)$$

Величина s есть расстояние, на котором энергия фотона уменьшается в $e = 2,718$ раз (e – основание натурального логарифма), разброс s определяется неточностью измерений параметра Хаббла.

Модель фотона

Чтобы более предметно говорить о потерях энергии электромагнитными квантами при их движении в космологическом пространстве, рассмотрим простейшую модель фотона из [3]. Данная модель была построена путём анализа движения пробных заряженных частиц в поле электромагнитной волны. Затем с помощью обратного преобразования аналогичное самосогласованное повторяющееся движение множества частиц формирует волну. В данном случае мы считаем, что эта волна является поляризованной по кругу, а движущиеся частицы волны сами поддерживают распространение фотона.

Если волна внутри фотона распространяется вдоль оси OX , то для движения частиц по винтовой линии необходима центростремительная сила, действующая в плоскости ZOY . Уравнение движения частицы волны определяется силой Лоренца, через которую находится ускорение $\ddot{\mathbf{r}}$:

$$m\ddot{\mathbf{r}} = q\mathbf{E} + q[\mathbf{V} \times \mathbf{B}], \quad (10)$$

здесь m – масса частицы,

q – заряд частицы,

\mathbf{E} – вектор напряжённости электрического поля волны,

\mathbf{B} – вектор индукции магнитного поля,

\mathbf{V} – вектор скорости частицы.

Поскольку плоскость поляризации волны вращается вдоль оси OX , для компонент полей с учётом перпендикулярности \mathbf{E} и \mathbf{B} можно записать:

$$\begin{aligned} E_x &= 0, \quad E_y = E_0 \sin(\omega t - kx), \quad E_z = E_0 \cos(\omega t - kx), \\ B_y &= -\frac{E_0}{c} \cos(\omega t - kx), \quad B_z = \frac{E_0}{c} \sin(\omega t - kx). \end{aligned} \quad (11)$$

Подставляя условия (11) в (10) и учитывая, что $\ddot{\mathbf{r}} = \dot{\mathbf{V}} = \frac{d\mathbf{V}}{dt}$, получим уравнения для скоростей:

$$m \frac{dV_x}{dt} = q(V_y B_z - V_z B_y) = \frac{q}{c}(V_y E_y + V_z E_z). \quad (12)$$

$$m \frac{dV_y}{dt} = qE_y + q(V_z B_x - V_x B_z) = qE_y \left(1 - \frac{V_x}{c}\right) + qV_z B_x. \quad (13)$$

$$m \frac{dV_z}{dt} = qE_z + q(V_x B_y - V_y B_x) = qE_z \left(1 - \frac{V_x}{c}\right) - qV_y B_x. \quad (14)$$

Выражая E_y из (13) и E_z из (14) и подставляя их в (12), приходим к уравнению, которое можно проинтегрировать:

$$(c - V_x)dV_x = V_y dV_y + V_z dV_z, \quad V_x^2 - 2cV_x + V_y^2 + V_z^2 + A = 0, \quad (15)$$

где A – постоянная интегрирования.

Решениями уравнений (13) и (14), с учётом условий (11) для напряжённостей электрического поля, являются скорости частиц вида:

$$V_y = -V_0 \cos(\omega t - kx), \quad V_z = V_0 \sin(\omega t - kx), \quad (16)$$

причём выполняются следующие соотношения:

$$\omega = kc + \frac{qB_x}{m}, \quad k = \frac{qE_0}{mV_0 c}. \quad (17)$$

Подставляя скорости (16) в (15), находим скорость частиц вдоль оси OX :

$$V_x = c \pm \sqrt{c^2 - V_0^2 - A}. \quad (18)$$

Выбором постоянной A в (18) для каждой амплитуды скорости V_0 скорость частиц фотона V_x вдоль направления его распространения может быть приравнена к скорости света.

Таким образом, фотон можно представить в виде винтовой структуры, в которой заряженные частицы вращаются вдоль направления движения фотона. Чтобы удержать частицы от разлёта, нужно ещё добавить центростремительную силу. Она может создаваться притяжением в поле сильной гравитации, действующим в пучке частиц, в совокупности составляющих фотон. Кроме этого можно рассматривать силу Лоренца от продольного магнитного поля B_x , также создаваемого самими частицами. Например, быстрое движение заряженных частиц эквивалентно токам, притягивающимся друг к другу под действием магнитных сил.

В связи с тем, что уравнения гравитационного поля очень похожи на уравнения Максвелла для электромагнитного поля [4], [5], оба поля были объединены в единое электрогравитационное поле. Следовательно, и носители обоих полей, фотон и гравитон, могут составлять единое целое. В частности, фотон можно представить себе как гравитоны, переносящие также электромагнитную энергию.

Механизм потери энергии фотонами

К зависимости (7) можно подойти с другой стороны, путём уточнения способа потери энергии фотонами. Нетрудно заметить, что выражение (7) очень похоже на закон поглощения энергии излучения в веществе, известный как закон Бугера-Ламберта-Бера. Для случая прохождения излучения в разреженной среде, например в газовых облаках в космосе, уменьшение интенсивности света в слое газа толщиной r происходит по экспоненте и описывается формулой:

$$I = I_0 e^{-\sigma n r}, \quad (19)$$

где I_0 – начальная интенсивность света,
 σ – эффективное сечение рассеяния света,
 n – концентрация рассеивающих частиц.

С помощью (19), зная толщину газового облака и эффективное сечение рассеяния света (которое обычно соответствует размеру атомов газа), можно оценить концентрацию атомов в облаке.

Наша идея о космологическом красном смещении сводится к тому, что (19) справедливо не только для суммарной интенсивности света от многих фотонов, но и для каждого отдельного фотона. Действительно, в космосе могут присутствовать такие небольшие частицы, при встрече с которыми энергия фотона будет уменьшаться незначительно. Модель фотона, описанная выше, включает в себя согласованное движение множества мельчайших частиц, так что при встрече с посторонними массивными частицами фотон будет терять энергию. При этом изменение энергии фотона будет сопровождаться и изменением длины волны фотона, то есть эффектом красного смещения.

Из (7), (9) и (19) следует, что должно быть:

$$\alpha = \frac{1}{s} = \frac{H}{c} = \sigma n, \quad (20)$$

причём величина s по порядку величины есть длина свободного пробега фотонов и рассеивающих их частиц.

Чтобы оценить из (20) размеры рассеивающих частиц через их сечение σ , надо вначале определить концентрацию этих частиц n в космическом пространстве. Предварительно можно предположить, что данные частицы имеют размеры много меньше атомных, так что они себя прямо не обнаруживают.

Подобие атомных и звёздных систем

В данном пункте мы попытаемся оценить среднюю концентрацию новых частиц в космическом пространстве, исходя из теории подобия и принципа вложенности уровней материи друг в друга, давших в свою очередь начало теории бесконечной вложенности материи (фрактальной теории) [19]. На счету теории бесконечной вложенности материи уже немало достаточно точных выводов. Например, для минимальной массы звёзд в [3] было предсказано значение $0,056 M_{\odot}$. Звёзды таких масс действительно открыты и называются коричневыми L-карликами.

Нетрудно предположить, что на каждом уровне материи имеются такие носители, которые обладают наибольшей плотностью массы и энергии. Мы считаем, что на уровне звёзд именно нейтронные звёзды, а не гипотетические чёрные дыры являются самыми плотными объектами. Это следует из того, что при сложении множества частиц в одно тело между частицами всегда имеются пустоты, приводящие к уменьшению общей плотности по отношению к плотности одной частицы.

Свойства же чёрной дыры таковы, что она по плотности энергии соответствует нуклонам. Если предполагать существование чёрных дыр, то это значит необходимо предполагать и наличие достаточных по мощности гравитационных сил, способных стянуть вещество в чёрную дыру. Однако частицы гравитационного поля, гравитоны, не существуют обособленно и не даются извне

– они сами есть продукт, порождаемый материей. Звёзды, например, порождают излучение, потоки вещества и космические лучи. В силу закона сохранения энергии любое излучение от тела не может быть более энергетичным, чем полная энергия самого этого тела. Поэтому с переходом на более высокий масштабный уровень материи одновременно уменьшаются эффективная плотность энергии частиц поля и наибольшая возможная плотность вещества объектов.

Если бы это было не так, то на каждом уровне материи были бы свои чёрные дыры. Как известно из теории, чёрные дыры должны обладать способностью полностью поглощать материю и даже излучение, отдавая обратно лишь небольшую часть энергии. Поскольку эволюция на низших масштабных уровнях материи происходит быстрее, там следует ожидать всё более полного превращения вещества в чёрные дыры до полного исчерпания свободного вещества. Но тогда исчезает возможность для образования энергичных частиц, образующих поле на более высоких уровнях материи, поскольку действия чёрных дыр для этого становится недостаточно. Из этого противоречия следует только один вывод – отсутствие объектов типа чёрных дыр на каждом уровне материи. Точно также не допускается существование полностью абсолютных объектов и в философии.

Полагая, что на уровне элементарных частиц самыми плотными объектами являются нуклоны, а на уровне звёзд – нейтронные звёзды, с учётом последних данных [20] составим Таблицу 1 для определения коэффициентов их подобия.

Таблица 1. Параметры и коэффициенты подобия для нейтронных звёзд и нуклонов

Масса, кг	Радиус, м	Характерная скорость, м/с
Нейтронная звезда		
$M_s = 2,7 \cdot 10^{30}$	$R_s = 1,2 \cdot 10^4$	$C_s = 6,8 \cdot 10^7$
Протон		
$M_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$	$R_p = 8,7 \cdot 10^{-16}$	$c = 2,99 \cdot 10^8$
Коэффициенты подобия		
$\Phi = 1,614 \cdot 10^{57}$	$P = 1,379 \cdot 10^{19}$	$S = 2,3 \cdot 10^{-1}$

Из Таблицы 1 следует, что в нейтронной звезде в среднем содержится количество нуклонов, равное $\Phi = \frac{M_s}{M_p}$. Характерная скорость частиц C_s для нейтронной звезды рассчитывалась из равенства величины $M_s C_s^2$ и полной энергии звезды, включающей в себя гравитационную и внутреннюю тепловую энергии. Аналогичное равенство имеется и для протона – для него величина $M_p c^2$ по соотношению Эйнштейна также равна полной энергии. Коэффициент подобия по размерам определяется по формуле: $P = \frac{R_s}{R_p}$.

Предположим теперь, что и в самом нуклоне также содержится $\Phi = 1,614 \cdot 10^{57}$ частиц, называемых 'праонами'. Возможность такого заключения вытекает из доказанного в [6] на огромном фактическом материале существования лестницы космических объектов от преонов до метagalactic, для которых выполняются соотношения подобия.

Зададимся теперь вопросом, какова плотность вещества праонов, усреднённая по всему пространству? Для определения этого надо найти коэффициент подобия K_ρ по плотности между уровнями материи нуклонов и праонов. Размерность плотности вещества есть кг/м^3 . Поэтому согласно теории подобия необходимо разделить коэффициент подобия по массе на куб коэффициента подобия по размерам:

$$K_\rho = \frac{\Phi}{P^3}.$$

Теперь можно оценить среднюю плотность вещества праонов ρ_{pr} во Вселенной через среднюю плотность массы нуклонов ρ_n из соотношения:

$$K_\rho = \frac{\rho_n}{\rho_{pr}} = \frac{\Phi}{P^3} = 0,61, \quad (21)$$

причём здесь подставлены значения Φ и P из Таблицы 1.

Соотношение (21) можно понять ещё из следующих рассуждений. На уровне звёзд часть нуклонов сосредоточена в нейтронных звёздах со средней плотностью вещества звезды ρ_s , остальные нуклоны сосредоточены в веществе обычных звёзд, в пыли и в космическом газе. Отношение плотности ρ_s к средней плотности нуклонов во Вселенной равно $\frac{\rho_s}{\rho_n}$. Точно такое же соотношение можно

записать и для уровня элементарных частиц: $\frac{\rho_p}{\rho_{pr}}$, где ρ_p – плотность вещества

протона. Из равенства $\frac{\rho_s}{\rho_n} = \frac{\rho_p}{\rho_{pr}}$ с учётом того, что $\frac{\rho_s}{\rho_p} = K_\rho = 0,61$ как раз вытекает соотношение (21).

Часть праонов очевидно содержится в нуклонах, но из (21) видно, что плотность массы праонов в целом превышает плотность массы нуклонов, которую мы наблюдаем во Вселенной. Так как $\rho_{pr} = 1,64\rho_n$, то разница плотностей равна $\rho_{pr} - \rho_n = 0,64\rho_n$. Получается, что имеется ещё какое-то вещество из праонов, распределённое в пространстве со средней плотностью $0,64\rho_n$. На долю нуклонного вещества приходится $100/1,64 = 61\%$ всей массы, а 39% массы находится в каком-то другом виде.

Указания на то, что в космосе присутствует невидимое вещество, названное тёмной материей, имеются уже давно. Наблюдаемые кривые вращения скоплений звёзд и галактик друг возле друга во многих случаях отличаются от тех, которые ожидаются в случае присутствия только нуклонного вещества. Такое отличие приписывается гравитационному влиянию тёмной материи.

Исходя из теории звёздной эволюции прогнозируется следующее распределение звёзд по состоянию их вещества. В настоящее время в нашей Галактике порядка $10^{11} - 10^{12}$ звёзд, большинство из которых находятся на главной последовательности. В недрах этих звёзд активно протекают ядерные реакции, аналогично Солнцу. До 10% всех звёзд Галактики составляют белые карлики, являющиеся плотными и остывающими ядрами звёзд главной

последовательности. Такие ядра остаются после выгорания ядерного топлива у звёзд и последующего сброса внешней оболочки звёзд. Нейтронных звёзд в Галактике может быть до 10^9 , если учесть их увеличенную частоту появления в прошлом и считать их основными источниками наблюдаемого количества тяжёлых металлов. В дальнейшем ожидается превращение всех звёзд главной последовательности как в белые карлики, так и в нейтронные звёзды.

Массы белых карликов не превышают масс нейтронных звёзд, поскольку белые карлики активно сбрасывают лишнее вещество во вспышках новых звёзд. Не исключены также и случаи образования нейтронных звёзд из белых карликов при превышении ими критической массы. Зависимость между массой и радиусом у белых карликов обратная, так что самые массивные из них имеют наименьшие радиусы. Плотность вещества даже самых массивных белых карликов в миллион раз меньше плотности нейтронных звёзд. Поэтому в ходе звёздной эволюции множество звёзд и белых карликов после их накопления в центре Галактики будет разорвано гравитационными силами от ближайших нейтронных звёзд. Тем не менее, можно предположить, что значительная часть белых карликов всё же останется на периферии и за пределами галактик.

Если теперь перейти к уровню материи элементарных частиц, то следует ожидать, что кроме нуклонов в разрежённом космическом пространстве должны находиться так называемые «новые частицы», по своим свойствам подобные белым карликам. Тогда совокупность этих частиц и образует тёмную материю. Данные частицы должны быть в миллионы раз менее плотные, чем нуклоны. Поскольку размеры белых карликов в сотни и тысячи раз больше размеров нейтронных звёзд, то этого же следует ожидать и для новых частиц по отношению к размерам нуклонов.

Средняя плотность барионного вещества в Метагалактике оценивается величиной $4,3 \cdot 10^{-28}$ кг/м³ согласно [21], с концентрацией барионов около $0,26$ м⁻³. Учитывая, что на долю нуклонного вещества приходится 61 % всей массы, а 39 % массы составляют новые частицы с массами несколько меньше массы нуклона, то отсюда оценка концентрации новых частиц даёт значение $n = 0,17$ м⁻³. Подставляя теперь данную концентрацию в (20) при параметре Хаббла $H = 71$ км/(с·Мпк), можно оценить сечение рассеивающих частиц и их характерный размер R_b :

$$\sigma = \frac{H}{cn} = 4,5 \cdot 10^{-26} \text{ м}^2, \quad \sigma \approx \pi R_b^2, \quad R_b \approx 1,2 \cdot 10^{-13} \text{ м}. \quad (22)$$

Умножая размер R_b новых частиц на коэффициент подобия по размерам $P = 1,379 \cdot 10^{19}$ из Таблицы 1, получаем значение порядка $2 \cdot 10^6$ м, что близко к диапазону радиусов белых карликов. На самом деле нужно использовать коэффициент подобия по размерам P_w между белыми карликами и новыми частицами, который может быть и больше, чем коэффициент P для подобия между нейтронными звёздами и нуклонами. Соответственно, произведение $R_b P_w$ может быть больше, чем $2 \cdot 10^6$ м, и ближе к диапазону радиусов большинства белых карликов ($5,6 \cdot 10^6$ м – $1,5 \cdot 10^7$ м).

Таким образом, новые частицы, подобные по своим свойствам белым карликам, действительно могут быть рассеивающими частицами и эффективно уменьшать энергию фотонов при их распространении в космическом пространстве.

Нетрудно оценить, что рассеяние новых частиц друг на друге или на нуклонах в основном должно происходить крайне редко. При температуре порядка 10 К скорости частиц с массой нуклона имеют значение $v \approx 10^2$ м/с. Тогда среднее время между столкновениями будет порядка $\frac{1}{n\sigma v} = \frac{c}{Hv} \approx 4 \cdot 10^{16}$ лет.

Если эффект красного смещения вызывается взаимодействием фотонов с новыми частицами, то красное смещение может быть нерегулярным в разных направлениях на небе, как следствие разной средней концентрации новых частиц на пути фотонов. Такой эффект действительно наблюдается, приводя к отличающимся почти в два раза значениям параметра Хаббла у исследователей, изучающих разные участки неба. Даже соседние участки неба, на одном из которых имеется значительная пустота в распределении близких галактик, могут давать разницу в измеряемых значениях параметра Хаббла.

Красное смещение и Метагалактика

В настоящее время открыты квазары с величиной z более 6. Например, у объекта НСМ 6А красное смещение $z = 6,56$ [7]. Используя (7) при коэффициенте α из (9) и параметре Хаббла $H = 75$ км/(с·Мпк), получаем расстояние до НСМ 6А равным 7,76 Гпк. Известно, что согласно наблюдений большинство квазаров находится на расстояниях, соответствующих красному смещению от $z = 0,3$ до $z = 2$, при $z \geq 2,5$ их количество резко уменьшается [8]. Наша оценка для $z = 0,3$ даёт расстояние 1,05 Гпк = $3,24 \cdot 10^9$ световых лет, а для $z = 2$ – расстояние 4,39 Гпк или $13,5 \cdot 10^9$ световых лет.

Если полагать, что все крупные галактики в Метагалактике так или иначе проходят «квazarную» фазу своего развития, характеризуемую усиленным выделением энергии, то можно предположить, что данная фаза началась в Метагалактике приблизительно $13,5 \cdot 10^9$ лет назад (при $z = 2$). Считая, что квазары в целом заканчивают свою активную фазу при времени их наблюдения – $3,24 \cdot 10^9$ лет ($z = 0,3$), то время существования квазаров и активной фазы Метагалактики можно оценить величиной 10^{10} лет. Данное положение относится не только к квазарам, но и к галактикам с большой светимостью других типов, например к ультралиуминесцентным инфракрасным галактикам ULIRG, самые крупные из которых почти не встречаются при $z > 2$ [9]. Гамма-барстеры также в основном обнаруживаются до $z = 2$ [18]. Наблюдениями установлено, что немногочисленные, но самые массивные галактики формировались первыми при $z > 3$, рост их массы шёл быстро. Галактики с массами $10^{11,5} - 10^{12}$ солнечных масс формировались позже и медленнее, в основном при $z > 1,5$. В целом, чем легче галактика, тем медленнее идут в ней процессы звездообразования.

Согласно данным, описанным в [10], в излучении от галактик в скоплениях наблюдаются периодичности в значениях красных смещений. При переводе этих значений Δz в скорости с помощью (3) получаются характерные значения разностей скоростей $\Delta V_g \approx c \Delta z$ с величинами от 2,67 км/с до 72 км/с. Для относительных красных смещений Δz для компонентов в парных галактиках было найдено значение ΔV_g до 20 км/с и до 220 км/с в скоплениях галактик.

В [11] нашли повторяющиеся значения скоростей ΔV_g со значениями 24,2 км/с, 36,3 км/с и 72,5 км/с для группы из 89 ближайших спиральных галактик, особенно при 37,2 км/с для одной подгруппы из 40 галактик.

Из соотношения (2), связывающего красное смещение галактики и её скорость, вытекает, что галактики должны иметь необъяснимое квантование в скоростях

разбегания, если трактовать наблюдаемое квантование красного смещения как следствие эффекта Допплера. Если же считать космологическое красное смещение зависящим от длины пути, проходимого светом, то из (8) и (9) следует, что периодичность красного смещения связана с периодичностью расстояния по формуле:

$$\Delta z = \frac{\Delta r}{s} e^{r/s} = \frac{\Delta r(z+1)}{s}. \quad (23)$$

Видно, что при малых расстояниях r до галактик и малых z экспонента вносит малый вклад и из периодичности разности красных смещений в группах галактик вытекает периодичность разности расстояний в рассматриваемых галактиках. При больших расстояниях и красных смещениях периодичность размывается, поскольку в (23) вносит существенный вклад экспонента, и одинаковым Δr будут соответствовать разные Δz . Именно это последнее и получается из результатов исследования красных смещений квазаров и галактик, большинство которых далеки от нас. Однако периодичность должна восстановиться, если в каждом отдельном измерении r и z учесть в (23) величину красного смещения. При этом должна проявиться такая основная периодичность Δz , которая соответствует характерному расстоянию между отдельными квазарами или галактиками.

На основе (23) в Таблице 2 даётся интерпретация периодичностей красных смещений, описанных в [10] и [11] и выраженных там в виде периодичности скоростей ΔV_g .

Таблица 2. Периодичности красных смещений

ΔV_g , км/с	Δr , Мпк	Интерпретация
2,67	0,03	Размер больших галактик, минимальный радиус обращения вокруг них спутников – карликовых галактик
20 – 24,2	0,22 – 0,27	Радиус гравитационного влияния крупной галактики, измеренный по максимальным орбитам её спутников – карликовых галактик (пример – наша Галактика)
36,3 – 37,2	0,40 – 0,415	Расстояние между соседними большими галактиками
72 – 72,5	0,8	Разделение галактик в скоплениях, удвоенное расстояние между соседними большими галактиками
220	2,45	Размер скоплений галактик
12000	140	Средний размер, приходящийся в Метагалактике на сверхскопление галактик с учётом пустот между сверхскоплениями

Можно заметить, что значения Δr (и соответственно значения ΔV_g) в Таблице 2 отличаются друг от друга приблизительно в целое число раз, что даёт повод для проявления дополнительной связи между отдельными наблюдаемыми периодичностями красного смещения Δz . В последней строчке Таблицы 2 мы добавили размеры периодичности, связанной со сверхскоплениями галактик (\approx

$450 \cdot 10^6$ световых лет), обнаруживаемой, в том числе, на основании статистических исследований зависимости светимости люминесцентных красных галактик от расстояния.

Точность измерения красного смещения в настоящее время достигает величины до $3 \cdot 10^{-9}$, что эквивалентно согласно (3) точности измерения скорости до 1 км/с. Поэтому красное смещение хорошо наблюдается уже в радиусе 1,5 – 2 Мпк у карликовых галактик, окружающих связанную пару, состоящую из нашей Галактики и соседней галактики Андромеды. На этих расстояниях берёт начало так называемый хаббловский поток, где уже точно требуется учитывать красное смещение [12]. Но кажется совершенно нереальным, чтобы все эти ближайшие карликовые галактики одновременно удалялись от нас из-за расширения Вселенной. И как объяснить, что при весьма неоднородном распределении вещества в Местном объёме с радиусом 20 Мпк в нём осуществляется регулярный космологический поток расширения с линейной зависимостью скорости от расстояния? Почему и локальный, и глобальный потоки расширения имеют одинаковую зависимость? И раз уж разговор идёт об расширении всей Вселенной со всем её содержимым, то тогда нужно признавать расширение и галактик, и звёзд, и самой Земли?

В то же время, если красное смещение есть результат не эффекта Доплера, а взаимодействия фотонов с новыми частицами, более или менее равномерно распределёнными в пространстве, то карликовые галактики остаются мирно кружащими вокруг своих больших галактик.

В работе [13] было найдено систематическое вращение плоскости поляризации электромагнитного излучения, распространяющегося на космологических расстояниях. Результат пропорционален расстоянию до источника излучения и не зависит от обычного эффекта Фарадея, который вычитается из полученных данных. Характерная пространственная шкала для обнаруженного эффекта составляет величину порядка 10^{25} м, что на порядок величины меньше значения λ из (9). Не исключено, что это вращение плоскости поляризации, как и красное смещение, также обязано взаимодействию излучения с новыми частицами. В самом деле, новые частицы, подобно белым карликам, могут иметь магнитные моменты и ориентироваться межгалактическими магнитными полями. Это даёт возможность систематического влияния частиц на плоскость поляризации.

Тёмная материя

Как было показано выше, до 39 % всей массы Вселенной может находиться в виде новых частиц, а на долю нуклонов остаётся 61 % массы. Такое положение помогает объяснить наблюдаемое несоответствие между распределением видимых масс в звёздных и галактических скоплениях, и вращением этих масс друг возле друга. Большая часть нуклонов в галактиках входит в состав звёзд. Для новых частиц нахождение внутри звёзд маловероятно, поскольку при больших плотностях вещества они будут распадаться в столкновениях с гораздо более плотными нуклонами. Вследствие этого новые частицы в значительной степени накапливаются в пространстве, занимаемом галактиками, и существенно выходят за видимые границы галактик.

Скорости стационарного вращения небольших тел за пределами массивного тела находятся из условия равенства гравитационного и центростремительного ускорений:

$$\frac{\gamma M}{R^2} = \frac{V^2}{R}, \quad \text{откуда } V = \sqrt{\frac{\gamma M}{R}}, \quad (24)$$

где γ – гравитационная постоянная,
 M – масса вещества внутри радиуса R .

Видно, что величина скорости должна уменьшаться с увеличением расстояния от центра галактики. Однако очень часто даже на больших расстояниях от галактик наблюдается почти постоянная скорость вращения. Например, в нашей Галактике средняя скорость вращения звёзд порядка 250 км/с начинается с расстояния около 8 кпк и продолжается по крайней мере до 20 кпк. Такое может быть, если считать, что масса в (24) в диапазоне от 8 до 20 кпк нарастает линейно с радиусом, а усреднённая плотность вещества спадает обратно пропорционально квадрату радиуса. Отсюда масса Галактики в пределах радиуса 20 кпк должна быть порядка $2,9 \cdot 10^{11} M_c$, где M_c – масса Солнца. Наше Солнце находится не далее 10 кпк от центра Галактики. Оценки плотности вещества показывают, что уже в околосолнечных окрестностях до половины массы всего галактического вещества должно приходиться на тёмную материю.

С особой остротой вопрос о существовании тёмной материи встаёт в скоплениях галактик, для некоторых из которых полная энергия видимого вещества близка к нулю или даже положительна. Тогда из динамики движения масс в гравитационном поле следует ожидать распада таких скоплений. Чтобы этого не происходило, приходится вводить тёмную материю для увеличения модуля потенциальной энергии гравитации, имеющей в целом отрицательный знак. В масштабах скоплений и сверхскоплений относительного количества тёмной материи требуется ещё больше, чем в галактиках. Считается, что в масштабах скоплений галактик невидимого вещества должно быть не менее чем в 5 раз больше, чем видимого.

Например, в скоплении галактик Сoma число галактик в объёме 1 Мпк^3 составляет около 40, то есть среднее расстояние между галактиками равно 29 кпк. При этом отношение массы скопления к общей светимости, в единицах массы и светимости Солнца, достигает 250, тогда как для отдельной галактики такое отношение не превышает 50. Если в объёме некоторого скопления нуклоны находятся в основном внутри галактик, а тёмное вещество во всём объёме скопления, то суммарной массы новых частиц может хватить для обнаруженного дефицита вещества, поскольку общая масса новых частиц может превысить массу всех нуклонов.

Все известные нам космические объекты от астероидов до галактик имеют круглую форму. Несколько загадочным является то, скопления галактик в основном двумерные, а сверхскопления галактик скорее близки к волокнам, чем к круглым объектам. Длина сверхскоплений может быть в диапазоне 10 – 100 Мпк, поперечный размер до 75 Мпк, отношение длины к ширине может достигать 5. Сверхскопления обычно ориентированы друг к другу концами своих больших осей, а в узлах и разветвлениях волокон из сверхскоплений находятся самые крупные скопления галактик.

Очевидно, что такая форма материи на больших масштабах является следствием уменьшения средней плотности вещества у больших объектов. Действительно, предполагаемый размер ячейки однородности вещества в Метагалактике порядка 140 Мпк. Можно считать, что этот размер в среднем приходится на одно сверхскопление в Метагалактике с учётом пустот. Средние плотности вещества соседних ячеек почти не отличаются друг от друга, а гравитационные силы создаются не только обычным веществом, но и распределённой в пространстве тёмной материей. Именно поэтому сверхгалактики слабо взаимодействуют не только со своими соседями, но даже и

со своими собственными внутренними частями. Вместо объектов круглой формы из сверхгалактик получаются волокна – они вытягиваются в длину за счёт взаимодействия со своими близкими и массивными соседями в тех местах, где притяжение достаточно сильное.

Добавим ещё несколько замечаний по вопросу о характеристиках Метагалактики, Вселенной в целом. Стандартный подход связан с рассмотрением Вселенной на базе общей теории относительности. В рамках принятых идеализаций считается, что постоянная гравитации является константой и ни от чего не зависит. Соответственно, в присутствии только лишь гравитационных сил вещество бесконечной Вселенной не может быть статическим и потому, с учётом эффекта красного смещения, расширяется. При этом получается так, что скорость расширения тем больше, чем дальше от нас находятся наблюдаемые объекты. Эволюция Вселенной в этом случае определяется средней плотностью массы вещества и массы-энергии всех имеющихся полей.

Однако мы считаем, что красное смещение не является следствием расширения Вселенной. Закономерным становится вопрос о применимости той идеализации, по которой предполагается неизменность сил гравитации и гравитационной постоянной во всех пространственных масштабах, включая даже Вселенную. Поскольку гравитация не может быть силой, данной для всей Вселенной извне, то она должна создаваться в самой Вселенной, являясь следствием микроскопических уровней материи. Но мы знаем например, что ядерные силы, скрепляющие вещество нуклонов, перестают работать на больших расстояниях. Более естественным будет поэтому считать, что и гравитационные силы имеют конечный диапазон действия. Добавим к этому, что возможно за пределами Метагалактики находится более-менее пустое пространство вплоть до других метагалактик. Продолжая далее такое распределение вещества, приходим к тому, что средняя плотность Вселенной стремится к нулю. Это может быть дополнительным доводом в пользу того, что устройство Вселенной следует объяснять не только с помощью общей теории относительности, но нужно привлекать и другие физические концепции.

Вместо того, чтобы пытаться применить теорию гравитации сразу ко всей Вселенной, попробуем уточнить возможные параметры нашей Метагалактики. Эволюция Метагалактики может происходить не путём взрыва, а более спокойным образом, путём постепенного гравитационного сгущивания вещества из первоначально более однородного состояния. Для такого случая оценка максимального возраста Метагалактики получается из времени гравитационного падения вещества:

$$t = \sqrt{\frac{3}{2\pi\gamma\rho}} = 10^{11} \text{ лет.}$$

Тогда описанная выше оценка «квazarной» стадии в развитии Метагалактики, начавшаяся $13,5 \cdot 10^9$ лет назад и закончившаяся $3,24 \cdot 10^9$ лет назад, означает, что только после длительного процесса сгущивания вещества вплоть до размеров больших галактик начинается самая активная фаза Метагалактики, длящаяся в совокупности 10^{10} лет. При этом, согласно оценок выделения энергии, тот или иной квазар или галактика сами по себе могут быть гиперактивны лишь в диапазоне до 10^8 лет, после чего переходят в разряд менее активных галактик.

Примем, как крайний случай, что гравитационный потенциал Метагалактики достигает величины 10 % от максимальной величины, равной квадрату скорости

света. Тогда из соотношения: $0,1c^2 = \frac{\gamma M}{R} = \frac{4\pi\gamma\rho R^2}{3}$ можно по известной средней плотности вещества $\rho \approx 7 \cdot 10^{-28}$ кг/м³ оценить радиус Метагалактики. Для величины R находим значение 6,9 Гпк. При таких размерах Метагалактика остаётся ещё евклидовой с точностью до 10 % и её можно описывать классическим способом. Вполне может оказаться так, что самые далёкие из наблюдаемых сейчас объектов (расстояние до них по (8) может быть до 9,6 Гпк при $z=10$) находятся уже за пределами Метагалактики, либо гравитация перестаёт работать на столь больших расстояниях. Тогда необходимость в обязательном использовании именно общей теории относительности для всей Вселенной может отпасть сама собой.

Здесь можно ещё добавить, что евклидовость пространства до очень больших расстояний вполне подтверждена с помощью угловых измерений размеров внегалактических объектов в зависимости от расстояния до них.

Видимые звёздные величины

По определению, видимая звёздная величина записывается так:

$$m = -2,5 \lg \frac{L}{4\pi r^2} + C, \quad (25)$$

где L – поток (мощность) излучения объекта,
 r – расстояние от объекта до наблюдателя в парсеках,
 C – некоторая константа.

Чтобы учесть зависимость видимой звёздной величины от красного смещения, необходимо выразить r из (8) и подставить в (25). Кроме этого, излучённый свет уменьшает свою энергию согласно (6), (7). Ещё один эффект связан с рассеянием фотонов на новых частицах, вследствие чего фотоны меняют своё направление в пространстве. Это приводит к эффективному уменьшению количества фотонов, принимаемых на Земле во время наблюдений. В первом приближении этот эффект можно учесть умножением L в (25) на величину $\frac{1}{1+k\alpha r} \approx e^{-k\alpha r}$, где k – некоторый коэффициент. Произведя необходимые замены, получим:

$$\begin{aligned} m &= -2,5 \lg \frac{L e^{-\alpha r}}{4\pi(1+k\alpha r)} + 5 \lg r + C = \\ &= -2,5 \lg \frac{L}{4\pi} - 5 \lg \alpha + 5 \lg [\ln(z+1)] + 2,5 \lg(z+1) + 2,5 \lg [1+k \ln(z+1)] + C. \end{aligned}$$

Если расположить излучающий объект на расстоянии $r = 10$ пк, то вместо m в последнем выражении будет абсолютная звёздная величина M этого объекта:

$$M = -2,5 \lg \frac{L}{4\pi} + 5 + 2,5 \lg(z_{10} + 1) + 2,5 \lg [1 + k \ln(z_{10} + 1)] + C.$$

Поскольку красное смещение z_{10} на расстоянии 10 пк очень мало, им можно пренебречь по сравнению с единицей. Далее с помощью вычитания выражения M из m можно избавиться от части параметров:

$$m = M - 5 \lg \alpha - 5 + 5 \lg [\ln(z + 1)] + 2,5 \lg(z + 1) + 2,5 \lg [1 + k \ln(z + 1)], \quad (26)$$

где $\alpha = \frac{H}{c}$ – параметр из (9).

В связи с красным смещением от удалённых сверхновых типа Ia, которые в ряде работ привлекались в качестве стандартных источников мощного излучения с известной светимостью и длительностью яркого свечения в десятки дней, возникли трудности в интерпретации полученных результатов. В [14] сравнивались сверхновые с красными смещениями от 0,3 до 0,62 с аналогичными сверхновыми вблизи нас. По амплитуде световой кривой и её изменению со временем, можно оценить абсолютную звёздную величину и другие параметры, включая расстояние до сверхновых. Принимается, что вследствие специфики своего образования из белых карликов энергия сверхновых типа Ia мало зависит от места и времени вспышки. В результате оказывается, что в момент вспышки все данные сверхновые как будто должны быть дальше, чем получается из закона Хаббла при $H = 65 \text{ км/с} \cdot \text{Мпк}$, приблизительно на 10 – 15 %.

Авторы [14] находят объяснение этому в том, что предполагаемое расширение Вселенной происходит под действием какого-то дополнительного фактора, кроме гравитации. Таким фактором объявляется тёмная, или вакуумная энергия, связанная с космологической константой, входящей в уравнение Эйнштейна-Гильберта для метрики в качестве параметра. В отличие от плотности энергии материи, плотность вакуумной энергии предполагается постоянной, независимо от расширения Вселенной. Данное предположение (о сотворении вакуумной энергии), очевидно, не менее фантастическое, чем предполагаемое геометрическое расширение Вселенной. Под действием тёмной энергии масштабный фактор расширения в прошлом становится относительно больше, что может увеличить расстояние до сверхновых в момент излучения до нужной величины, из-за чего поток излучения от них и становится слабее.

Наш подход не требует теории относительности, концепции расширения пространства и притяжения тёмной энергии для объяснения несовпадения расстояний сверхновых, как это делается в [14]. Мы считаем, что данный эффект может быть объяснён как следствие рассеяния фотонов на пути к Земле и соответствующего уменьшения их количества. Согласно [14] и [15] средние величины $\Delta m = m - M$ для разных значений красных смещений сверхновых таковы: $\Delta m = 35$ для $z = 0,02$, $\Delta m = 40,2$ для $z = 0,2$, $\Delta m = 44,7$ для $z = 1$. Это значит, что по мере увеличения красного смещения и удалённости сверхновых видимая звёздная величина становится всё более положительной, показывая уменьшение потока излучения.

Подставляя данные Δm и z в (26), получаем оценку величины $k \approx 1,5 - 4$. Разброс в значении k возникает от приблизительности того нашего предположения, что поток энергии от сверхновой уменьшается обратно пропорционально расстоянию в виде $\frac{1}{1 + k\alpha r} \approx e^{-k\alpha r}$. Вероятно, закон рассеяния

фотонов должен быть заменён другим, более точным выражением. Однако понятно, что уменьшение количества фотонов вследствие их рассеяния новыми частицами вполне может объяснить недостаток энергии, обнаруживаемый у удалённых сверхновых. Поскольку коэффициент k порядка единицы, то видно, что эффект рассеяния фотонов является дополнительным к эффекту красного

смещения. Оба эти эффекта являются следствием взаимодействия фотонов с новыми частицами.

Фоновое излучение

Эффективная температура изотропного фонового излучения соответствует температуре чёрного тела около $2,725 \pm 0,001$ К, средняя плотность энергии составляет $4,18 \cdot 10^{-14}$ Дж/м³, длина волны максимума в спектре энергии излучения около 1 мм. Точность измерения температуры в соседних пространственных областях в настоящее время достигает $\frac{\Delta T}{T} \approx 10^{-5}$. Это дало возможность обнаружить имеющиеся неоднородности температуры величиной до 10^{-4} от средних значений.

Чтобы связать фоновое излучение с новыми частицами, рассмотрим распространение свете в среде. Пусть I_0 – начальная интенсивность света, I_R – интенсивность отражённого света, I_D – интенсивность прошедшего света, I_A – интенсивность поглощённого света в слое толщиной r . Эти величины связаны между собой:

$$I_0 = I_R + I_D + I_A.$$

Для случая бесконечного космологического пространства свет многократно отражается и поглощается. Подобно (7), для интенсивности света после прохождения расстояния r в среде имеем:

$$I_D = I_0 e^{-\alpha r}, \quad \text{а также} \quad I_R + I_A = (1 - e^{-\alpha r}) I_0. \quad (27)$$

В (27) можно считать, что $I_R + I_A = 0$ при $r = 0$ (отражения и поглощения в слое нулевой толщины нет). При очень больших r всё отражённое и поглощённое излучение в конце концов термализуется на новых частицах и приобретает спектр чёрного тела, так что согласно (27) должно быть $I_R + I_A \approx B(T)$, где $B(T)$ – излучательная способность абсолютно чёрного тела при температуре T .

Таким образом, получаемое нами излучение от удалённых источников электромагнитного излучения должно содержать компоненту, имеющую спектр чёрного тела. Какова же может быть температура этого чёрного тела?

Из изложенного видно, что должно быть $B(T) \approx I_0$. Следовательно, плотность энергии фонового излучения должна иметь тот же порядок величины, что и плотность энергии остального электромагнитного излучения. Это действительно наблюдается, так что сферическая частица, помещённая вдали от звёзд, приобретает в среднем температуру порядка нескольких единиц кельвина за счёт излучения от звёзд. Следовательно, температура 2,7 К чёрного тела, состоящего из рассеивающих частиц, есть средняя температура новых частиц. Как было показано выше, концентрация новых частиц в космосе превышает концентрацию нуклонов, а размеры новых частиц в сотни раз больше размеров нуклонов.

Ещё один возможный источник фонового излучения связан со взаимодействием новых частиц с окружающим веществом. Удобнее рассмотреть вначале взаимодействие белых карликов, как прямых аналогов новых частиц, с окружающим эти звёзды веществом. Известно, что большинство звёзд соединены в звёздные пары. Тесные двойные пары с белыми карликами дают очень часто сильные вспышки, являющиеся следствием перетекания вещества на белый карлик со стороны звезды-компаньона и последующего взрыва. Энергии вспышек

попадают в диапазон $10^{32} - 10^{34}$ Дж для новоподобных звёзд NL, $10^{35} - 10^{37}$ Дж для повторных новых Ng, $10^{38} - 10^{39}$ Дж для новых звёзд N. Переведём теперь эти энергии в соответствующие энергии новых частиц, для чего значения энергий с учётом данных Таблицы 1 надо разделить на коэффициент подобия по энергиям $\Xi = \Phi S^2 = 8,5 \cdot 10^{55}$. В результате получаем энергии в диапазоне $10^{-24} - 10^{-16}$ Дж, с максимумом недалеко от нижнего значения, как раз соответствующего энергиям фотонов фонового излучения. Таким образом новые частицы, собирая вокруг себя мельчайшее вещество, в силу своих свойств сами могли бы порождать фоновое излучение.

Точные измерения температуры фонового излучения в разных направлениях на небе показывают, что фоновое излучение приходит с очень больших расстояний. Вполне вероятно, что фоновое излучение приходит из-за пределов Метагалактики, с расстояний, много больших чем 1 Гпк. Если учесть, что энергия фотонов падает с расстоянием, то вся кривая фонового излучения кроме прочего может быть ещё сдвинута и растянута в сторону увеличения длины волны.

Между расположением скоплений галактик и температурными точками фонового излучения обнаруживаются слабые корреляции, связанные с взаимодействием фотонов и вещества галактик. С другой стороны, размеры космических объектов имеют некоторый дискретный спектр, который должен отражаться на измерениях разности температур ΔT фонового излучения в соседних точках, производимых с изменением угла обзора неба. Чем меньше угол обзора, тем меньше захватывается площадь неба при каждом измерении температуры. При совпадении угловых размеров эффективных источников (или рассеивателей) фонового излучения с углами обзора инструментов для измерения разности температур следует ожидать возникновения небольших пиков в значениях ΔT . Аналогичные пики наблюдаются при разложении энергетического спектра фонового излучения по угловым гармоникам $\ell = \frac{2\pi}{\theta}$, где θ –

эффективный угол обзора неба [16]. В концепции расширяющейся Вселенной пики интерпретируются как следствия колебательных неоднородностей, которые могли быть в плотном веществе в малой по размерам Вселенной в очень далёком прошлом.

С нашей точки зрения, пики являются свидетельством разных размеров неоднородности распределения вещества, имеющих во Вселенной вплоть до нашего времени. Предположим, что в видимой нами части пространства имеются объекты с максимальным размером – допустим, к примеру, что это сверхскопления галактик, далее по мере уменьшения размеров идут скопления галактик и сами галактики. При однородном распределении этих объектов следует ожидать, что ближайшие сверхскопления в среднем расположатся от нас на определённом расстоянии R_{sg} и будут видны под средним углом обзора θ_{sg} . При расстояниях менее R_{sg} мы увидим только скопления галактик со средними расстояниями от нас R_{cg} и средним углом обзора θ_{cg} . Увеличение угла обзора более θ_{sg} уже не даст резонансов, так как мы предполагаем, например, что сверхскопления галактик и есть самые крупные наблюдаемые нами объекты. Если $\theta \approx 1^\circ$, $\ell \approx 360$ для самого крупного пика в разложении энергетического спектра фонового излучения по угловым гармоникам, а размер Метагалактики порядка $R_m = 8$ Гпк, то средний размер сверхскоплений галактик будет равен $R_m \sin \theta = 140$ Мпк. А это есть величина, близкая к размеру ячейки однородности вещества в Метагалактике согласно Таблице 2. Все последующие пики при

$\ell > 360$ в зависимости спектра ΔT от ℓ имеют уменьшающиеся угловые масштабы θ , которым соответствуют всё более мелкие объекты от скоплений галактик до просто галактик. Кроме того, фоновое излучение при очень больших расстояниях может до нас просто не доходить из-за ослабления энергии фотонов. Таким образом, мы считаем причиной появления пиков в энергетическом спектре фонового излучения наличие неоднородностей вещества в Метагалактике и в её ближайшем окружении, не связывая это с концепцией расширяющейся Вселенной.

Светимость единичного объёма в Метагалактике

С помощью (7) можно оценить среднюю скорость генерации электромагнитной энергии единичным объёмом в космическом пространстве. Обозначим эту величину через L , её единицей является Вт/м³. Поместим всеволновый приёмник энергии в начало системы координат, располагая его в плоскости ZOX для измерения приходящей энергии. Если излучающий объём находится на расстоянии r от начала координат, то эффективное количество энергии dI , падающей в единицу времени на единичную площадь приёмника, будет равно:

$$dI = \frac{L e^{-r/s} \sin Q \sin \varphi dV}{4\pi r^2 (1 + k\alpha r)}, \quad (28)$$

где Q, φ, r – сферические координаты излучающего объёма.

Экспонента в (28) уменьшает энергию всех квантов электромагнитного поля при прохождении ими расстояния r , согласно (7) и (9). Множитель $\frac{1}{1 + k\alpha r} \approx e^{-k\alpha r}$ в (28) отражает уменьшение количества приходящих фотонов вследствие их рассеяния под разными углами на новых частицах, $k \approx 1,5 - 4$ (смотри текст после (26)).

Интегрируя (28), получаем поток энергии I , приходящий на единичную площадь приёмника с одной пространственной полусферы бесконечного радиуса:

$$I \approx \frac{L}{4\pi} \int_0^\infty e^{-r/s} e^{-k\alpha r} dr \int_0^\pi \sin^2 Q dQ \int_0^\pi \sin \varphi d\varphi = \frac{Ls}{4(1+k)}, \quad (29)$$

где использовано выражение $\alpha = \frac{1}{s}$ согласно (9).

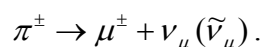
Измеряя мощность падающей на приёмник энергии, из (29) по известной величине $s = \frac{c}{H} \approx 4$ Гпк и значению $k \approx 1,5 - 4$ можно оценить величину L как характерную мощность электромагнитной энергии, вырабатываемую единичным объёмом Вселенной. Значения L могут отличаться в разных направлениях, отражая изменчивость параметра Хаббла и распределение вещества в пространстве.

Эволюция элементарных частиц

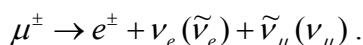
Выше в разделе о подобии атомных и звёздных систем говорилось о том, что новые частицы, как и нуклоны, являются продуктом развития Вселенной, подобными белым карликам и нейтронным звёздам. В этой картине получается, что как звёзды, так и элементарные частицы возникли из всё более уплотняющегося в ходе эволюции вещества. Процессы сгущения вещества могут происходить синхронно в очень больших объёмах пространства, как это видно в нашей Метагалактике, обеспечивая их относительную однородность и изотропность.

Возникает вопрос, можем ли мы обнаружить новые частицы на Земле, если предполагаем их значительное количество в космосе и даже преобладание над нуклонами? Какое место занимают новые частицы среди известных элементарных частиц?

Анализ соотношений подобия между частицами в [3] даёт следующее. Известно, что адроны делятся на барионы и мезоны. Легчайшим барионом является нуклон, а легчайшим мезоном – пион. Все адроны, кроме нуклонов, нестабильны и распадаются с течением времени. С точки зрения подобия, пиону, поскольку он легче нуклона в 6,8 раз, соответствует нейтронная звезда массой $0,2M_c$ (это значение массы в 6,8 раз меньше массы нейтронной звезды в Таблице 1). Однако вещество нейтронных звёзд таких малых масс нестабильно [17] и потому такие звёзды должны распадаться. Предположим, что с течением времени происходит распад нейтронной звезды массы $0,2M_c$ с образованием водородного облака с массой порядка массы звезды. Этот процесс был бы эквивалентен реакции распада пиона на мюон и мюонное нейтрино (антинейтрино):



Далее, поскольку мюон в 8,89 раз легче нуклона, то соответствующая мюону водородная звезда имеет массу $0,16M_c$. Распад мюона на электрон (позитрон) и электронное и мюонное нейтрино происходит согласно реакции:



С помощью данных Таблицы 1 можно оценить время жизни нейтронных звёзд малых масс – аналогов пионов. Умножая время жизни заряженного пиона $\tau_{\pi} = 2,6 \cdot 10^{-8}$ с на коэффициент подобия по времени $\Pi = \frac{P}{S}$, получим:

$$\tau_{s\pi} = \tau_{\pi} \Pi = 5 \cdot 10^4 \text{ лет.}$$

За это время в нейтронной звезде малой массы следует ожидать такой трансформации вещества, которая влечёт за собой её преобразование в замагниченный звёздный объект большого размера. Время жизни мюонов в 100 раз больше, чем у пионов, поэтому для соответствующих звёздных объектов время жизни будет порядка 10^7 лет. В первом приближении можно предположить, что за данное время происходит сжатие водородного облака под действием гравитации. В результате сжатия в звезде начинаются термоядерные реакции и она становится звездой главной последовательности. При этом излучению электрона и нейтрино при распаде мюона соответствует сброс оболочки такой

звезды и соответствующее излучение. Впоследствии звезда превращается в гелиевый белый карлик.

В описанной картине адроны уподобляются нейтронным звёздам в нестабильных, стабильных или возбуждённых состояниях. Последнее относится в основном к частицам-резонансам, которые по времени своей очень малой жизни соответствуют массивным, очень горячим и нестабильным нейтронным звёздам.

Новые частицы мы относим к лептонам типа мюонов, которые на уровне звёзд соответствуют белым карликам. Однако мы проводим различие между лептонами, полученными на Земле в экспериментах по столкновению частиц, и новыми частицами, возникшими в космосе в ходе естественной эволюции. Это различие вытекает из разных способов образования мюонов и новых частиц – если мюоны возникают при распадах пионов, то новые частицы – при обратном процессе сгущивания и уплотнения вещества. Аналогично, белые карлики, появившиеся как остатки от распада маломассивных нейтронных звёзд, должны быть сильно замагниченны в отличие от тех белых карликов, которые родились из звёзд главной последовательности при стандартной звёздной эволюции. Если при этом ещё предположить, что новые частицы не только стабильны, но и нейтральны, то обнаружить их существующими методами становится очень сложно.

Выводы

Итак, красное смещение мы объясняем потерей энергии квантами света при их распространении в пространстве, а периодичности красного смещения – приблизительно одинаковыми расстояниями между соседними измеряемыми объектами, снова и снова повторяющимися в разных скоплениях галактик. Очевидно, что объяснение периодичности красных смещений в рамках концепции расширяющейся Вселенной затруднено. Действительно, у двух обращающихся друг возле друга галактик не может быть существенно разного красного смещения, поскольку они не разлетаются друг от друга, а являются компонентами пары. В то же время это наблюдается, причём в массовом порядке и с характерной величиной периодичности относительного красного смещения в парах галактик. Точно такая же периодичность проявляется не только во взаимодействующих тесных парах, но и в расположении галактик в скоплениях вдоль луча зрения, как следствие их приблизительно одинакового пространственного разделения.

Возникновение двух космологических эффектов – красного смещения и фонового излучения – происходит по нашему мнению благодаря действию единого космического субстрата, состоящего из новых частиц. Существование новых частиц вытекает из единого сценария формирования космических объектов, от микрочастиц до галактик, происходящего на основе сгущивания вещества и последующего рассеивания высокоэнергичных частиц. Электромагнитная энергия Вселенной рассеивается на новых частицах, приводя к красному смещению длины волны фотонов, и трансформируется при этом в фоновое чернотельное излучение. Другим источником фонового излучения предполагается излучение от самих новых частиц, связанное с их взаимодействием с веществом окружающей среды.

Новые частицы по другому позволяют подойти к вопросам существования тёмной материи и тёмной энергии. Вследствие слабой наблюдаемости новые частицы могут составить основу тёмной материи. В то же время, становится возможным отказаться от необходимости введения тёмной энергии, объясняя приписываемые ей эффекты через действие новых частиц.

Причину однородности фонового излучения мы находим в однородности распределения новых частиц во Вселенной. При этом в больших масштабах во Вселенной наблюдается и однородность всего остального вещества и связанного с

ним электромагнитного излучения. Указанные однородности являются следствием образования и эволюции как новых частиц, так и всех других имеющихся элементарных частиц, находящихся на более низком масштабном уровне материи.

Литература

1. Федосин С.Г. Проблемы фундаментальной физики и возможные пути их решения // Сознание и физическая реальность, 2004, Т. 9, №. 2, С. 34 – 42.
2. T. Jaakkola, M. Moles, J.-P. Vigiér. Empirical Status in Cosmology and the Problem of the Nature of Redshifts // *Astronomische Nachrichten*, 1979, Vol. 300, No. 5, P. 229–238.
3. Федосин С.Г. Физика и философия подобия от преонов до метagalactic. – Пермь: Стиль-МГ, 1999 – 544 с.
4. Федосин С.Г. Современные проблемы физики. В поисках новых принципов. – М.: Эдиториал УРСС, 2002 – 192 с.
5. S.G. Fedosin. Electromagnetic and Gravitational Pictures of the World. // *Apeiron*, Vol. 14, No. 4, P. 385-413, 2007.
6. Федосин С.Г. Основы синкретики. Философия носителей. – М.: Эдиториал УРСС, 2003, 464 с.
7. Hu, E.M, et al. A Redshift $z = 6.56$ Galaxy behind the Cluster Abell 370 // *The Astrophysical Journal*, 2002, Vol. 568, Issue 2, L. 75-79.
8. Donald P. Schneider et al. The Sloan Digital Sky Survey Quasar Catalog III. Third Data Release. – arXiv: astro-ph / 0503679 v1, 30 Mar. 2005 // на сайте http://arxiv.org/PS_cache/arxiv/pdf/0704/0704.0806v1.pdf .
9. Carol J. Lonsdale, Duncan Farrah & Harding E. Smith. Ultraluminous Infrared Galaxies. – arXiv: astro-ph / 0603031 v1, 1 Mar. 2006 // на сайте http://arxiv.org/PS_cache/astro-ph/pdf/0603/0603031v1.pdf .
10. Tifft, W. G. Redshift Quantization – A Review // *Astrophysics and Space Science*, 1995, Vol. 227, P. 25-39.
11. Guthrie, B. N. G.; Napier, W. M. Evidence for redshift periodicity in nearby field galaxies // *Royal Astronomical Society, Monthly Notices*, Vol. 253, Dec. 1, 1991, P. 533-544.
12. Караченцев И., Чернин А. Острова в океане тёмной энергии. / В мире науки, 2006, № 11, (космология) // на сайте <http://www.sciam.ru/2006/11/cosmology.shtml> .
13. Borge Nodland, John P. Ralston. Indication of Anisotropy in Electromagnetic Propagation over Cosmological Distances. – arXiv: astro-ph / 9704196 v1, 20 April. 1997 // на сайте http://arxiv.org/PS_cache/astro-ph/pdf/9704/9704196v1.pdf .
14. Adam G. Riess et al. Observational Evidence from Supernovae for an Accelerating Universe and a Cosmological Constant. – arXiv: astro-ph / 9805201 v1, 15 May. 1998 // на сайте http://arxiv.org/PS_cache/astro-ph/pdf/9805/9805201v1.pdf .
15. W. M. Wood-Vasey. Observational Constraints on the Nature of Dark Energy: First Cosmological Results from the ESSENCE Supernova Survey. – arXiv: astro-ph / 0701041 v1, 2 Jan. 2007 // на сайте http://arxiv.org/PS_cache/astro-ph/pdf/0701/0701041v1.pdf .
16. Wayne Hu, Scott Dodelson. Cosmic Microwave Background Anisotropies // *Annu. Rev. Astron. and Astrophys.*, 2002, Vol. 40, P. 1–50.
17. Baym G., Pethick Ch., Sutherland P. The ground state of matter at high densities: equation of state and stellar models // *The Astrophysical Journal*, 1971, Vol. 170, P. 306–315.

18. J. S. Bloom, D. A. Frail, S. R. Kulkarni. GRB Energetics and the GRB Hubble Diagram: Promises and Limitations. – arXiv: astro-ph /0302210 v2, 26 May 2003// на сайте <http://arxiv.org/abs/astro-ph/0302210> .

19. Теория бесконечной вложенности материи // на сайте http://en.wikiversity.org/wiki/Infinite_Hierarchical_Nesting_of_Matter .

20. Комментарии к книге: Федосин С.Г. Физические теории и бесконечная вложенность материи. Пермь, 2009, 844 стр., Табл. 21, Ил.41, Библ. 289 назв. ISBN 978-5-9901951-1-0. <http://serg.fedosin.ru/com.htm>.

21. "Seven-Year Wilson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) Observations: Sky Maps, Systematic Errors, and Basic Results". nasa.gov. Retrieved 2010-12-02. http://lambda.gsfc.nasa.gov/product/map/dr4/pub_papers/sevenyear/basic_results/wmap_7yr_basic_results.pdf.

RED SHIFT AND COSMIC MICROWAVE BACKGROUND RADIATION AS CONSEQUENCE OF INTERACTION OF PHOTONS WITH NEW PARTICLES

The inadequate arguments of the concept of the expanding Universe and the need for another explanation of the red shift effects and cosmic microwave background radiation, leads to introduction of new particles, responsible for the given effects. It is shown that the total mass of the new particles in the Universe has the same order of magnitude as the mass of all the nucleons. Thus the problem of invisible dark matter may be solved. The question must be raised about the need of the existence of dark energy. In particular, the effect of attenuation of radiation from the distant supernovas is considered to be the consequence of scattering of photons on the new particles, but not the result of the dark energy activity.