

Зависимость звездных величин квазаров от красного смещения как источник данных о глобальных характеристиках Вселенной

Кудрявцев Ю.С.

Показано, что космологическая теория «Большого Взрыва», описывающая расширяющуюся Вселенную, построена на метрике стационарной Вселенной. Попытки разрешения этого неустранимого внутреннего противоречия теории приводят к необходимости дополнительных предположений и к неопределенности характеристик описываемой Вселенной.

Устранение противоречия открывает возможность описания Вселенной с конкретным типом динамики развития и определенными численными характеристиками. Приведены характеристики, полученные по результатам анализа зависимости от красного смещения звездных величин массива квазаров каталога SDSS-DR7.

98.80.-k

1. Введение

За несколько лет до того, как английский астроном Хаббл обнаружил, что Вселенная расширяется, создатель теории относительности Альберт Эйнштейн, рассматривая ее применение к космологии [1], предположил, что тяготение связано с искривлением пространства. Поскольку для искривления пространства требуется лишнее измерение, он ввел фиктивное 4-е измерение, а поскольку на самом деле его в природе нет, сразу исключил его из формул, выразив через радиус кривизны пространства. Важная особенность момента состояла в том, что, когда Эйнштейн это делал, он еще не знал, что Вселенная расширяется. И, выражая исключаемую лишнюю координату через кривизну пространства, он не включил в это выражение член с дифференциалом радиуса кривизны, который, если пространство не расширяется, равен нулю. Для случая стационарной Вселенной это естественно и корректно.

Однако теория, возникшая после открытия Хаббла и взявшаяся описывать расширяющуюся Вселенную, взяла для метрики ту же самую формулу Эйнштейна, полученную им при нулевом дифференциале радиуса кривизны. Хотя здесь он уже не равен нулю. Таким образом, в здание теоретической физики, имеющей все основания относить себя к семейству точных наук, был внедрен чужеродный элемент – акт пренебрежения физической величиной, которой пренебрегать нельзя. В результате получилась известная нам сегодня космологическая теория, которая описывает развитие Вселенной, начавшееся с «Большого Взрыва».

Характерной особенностью теории «Большого Взрыва» является неопределенность характеристик описываемой Вселенной. Неизвестно, является ли Вселенная открытой, закрытой или плоской, поскольку для того, чтобы решить, какой из этих вариантов имеет место, нужно знать, какова средняя плотность материи, а она неизвестна. Для того, чтобы Вселенная была закрытой, по этой теории плотность должна быть выше критической величины, разделяющей разные варианты. А суммарная плотность всех наблюдаемых астрономами светящихся объектов (звезд, галактик, квазаров) не превышает 5% от этой величины. Получалось, что она открытая. Но потом астрономы обнаружили, что расширение не замедляется, как следует из теории, а ускоряется. Для объяснения ускорения было использовано понятие о «темной энергии», которая обладает «антигравитацией» и расталкивает Вселенную, ускоряя ее расширение. К плотности материи стали добавлять плотность «темной энергии», а поскольку что такое «темная энергия» неизвестно, эта сумма плотности материи неизвестно с чем может быть какой угодно. Сегодня считается, что она примерно равна критической. То есть Вселенная может быть или открытой, или закрытой, или плоской, но кривизна пространства где-то около нуля, а его размеры неизвестны.

Теперь о времени: теория предлагает оценить время, прошедшее после «Большого Взрыва», по постоянной Хаббла. Для плоского пространства это величина, обратная постоянной Хаббла – примерно 13,5 млрд. лет. Если Вселенная окажется открытой – время будет больше этой величины, если закрытой – меньше. В общем, сколько времени прошло после «Большого Взрыва», неизвестно, и было ли что-нибудь до «Большого Взрыва», тоже неизвестно.

Можно ли внести в это море неопределенностей какую-то определенность? Учтем тот факт, что история породившей их теории началась с грубого отступления от критериев точной науки, то есть действия, имеющего не математическую, а негативную этическую природу – с пренебрежения физической величиной, которой пренебрегать нельзя. И начнем с устранения этого пренебрежения.

2. Устранение пренебрежения

Метрика, лежащая в основе стандартной космологической модели «Большого Взрыва», выражается соотношением [2]:

$$ds^2 = c^2 dt^2 - a^2 [d\chi^2 + \sin^2 \chi (\sin^2 \theta d\phi^2 + d\theta^2)]; \quad (1)$$

где s – интервал, a – радиус кривизны пространства, χ – координата дальности, θ, ϕ – угловые координаты, c – скорость света. Соответствующие значения компонентов метрического тензора: $g_{00} = 1$, $g_{11} = -a^2$, $g_{22} = -a^2 \sin^2 \chi$, $g_{33} = -a^2 \sin^2 \chi \sin^2 \theta$.

Выражение (1) соответствует равномерно искривленному пространству, полученному Эйнштейном путем введения воображаемой 4-й пространственной координаты и ее последующего выражения через радиус кривизны пространства при рассмотрении стационарной Вселенной [1]. При выводе выражения для интервала

дифференциал исключаемой координаты, входящий в выражение для элемента пространственного расстояния dl , выражается через дифференциалы трех других пространственных координат. При этом получаем выражение для dl^2 в виде:

$$dl^2 = dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2 + (x_1 dx_1 + x_2 dx_2 + x_3 dx_3)^2 / (a^2 - x_1^2 - x_2^2 - x_3^2). \quad (2)$$

Рассмотрим, как изменится выражение для интервала (1) с учетом зависимости радиуса кривизны от времени $a(t)$. Вводя аналогично [1][2] понятие о четырехмерном евклидовом пространстве и выражая четвертую пространственную координату через дифференциалы трех других пространственных координат и дифференциал радиуса кривизны пространства da , который для $a(t) \neq \text{const}$ не равен нулю, получим для dl^2 :

$$dl^2 = dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2 + (ada - x_1 dx_1 - x_2 dx_2 - x_3 dx_3)^2 / (a^2 - x_1^2 - x_2^2 - x_3^2); \quad (3)$$

где x_1, x_2, x_3 – декартовы координаты. Переходя от декартовых к полярным (r, θ, ϕ) и рассматривая для простоты только радиальные перемещения ($\theta = 0, d\theta = 0$), получим

$$dl^2 = dr^2 + (da - (r/a)dr)^2 / (1 - (r/a)^2). \quad (4)$$

Введем аналогично [2] угловую координату χ из выражения $r = \sin(\chi)$. Тогда

$$dl^2 = da^2 + a^2 d\chi^2; \quad (5)$$

$$ds^2 = c^2 dt^2 - dl^2 = c^2 dt^2 - da^2 - a^2 d\chi^2 = c^2 dt^2 (1 - da^2/c^2 dt^2) - a^2 d\chi^2; \quad (6)$$

Обозначив $da/cdt = a'$, окончательно получим:

$$ds^2 = c^2 dt^2 (1 - a'^2) - a^2 d\chi^2; \quad (7)$$

Таким образом, учет зависимости $a(t)$ дает выражение для интервала, в котором постоянное значение компоненты метрического тензора $g_{00} = 1$ заменяется на переменное

$$g_{00} = (1 - a'^2). \quad (8)$$

Подставляя в (1), окончательно запишем:

$$ds^2 = c^2 dt^2 (1 - a'^2) - a^2 [d\chi^2 + \sin^2 \chi (d\phi^2 + d\theta^2)]. \quad (9)$$

3. Основные особенности Вселенной в этой метрике

Попытка решения уравнений Эйнштейна в метрике (9) приводит к космологической модели, кардинально отличающейся от модели «Большого Взрыва». Эта модель [3][4] (назовем ее «модифицированной») описывает Вселенную, закрытую при любой плотности материи, не требующую введения дополнительных ненаблюдаемых субстанций («космологической постоянной» или «темной энергии»), бесконечную во времени и на данном этапе развития расширяющуюся ускоренно.

При рассмотрении модели выявляются две временные шкалы - время на поверхности расширяющейся гиперсферы, то есть в нашем трехмерном мире – в системе координат наблюдателя, и время в геометрическом центре гиперсферы, лежащем за пределами нашего трехмерного пространства. Нас естественно интересует временная шкала в системе координат наблюдателя.

Основные параметры модели даются выражениями:

$$a'_{\text{obs}} = da/cdt_{\text{obs}} = \alpha (1 - \alpha^2)^{1/2}; \quad (10)$$

где a - радиус гиперсферы, t_{obs} - время в системе координат наблюдателя, c - скорость света, α - относительная величина радиуса гиперсферы $\alpha = a/2a_0, a_0 = \text{const}$. Отсюда

$$dt_{\text{obs}} = (2a_0/c) d\alpha / [\alpha (1 - \alpha^2)^{1/2}]; \quad (11)$$

$$\alpha(\tau_{\text{obs}}) = 1/\text{ch}(\tau_{\text{obs}}); \quad (12)$$

где

$$\tau_{\text{obs}} \equiv (c/2a_0)t_{\text{obs}}. \quad (13)$$

Отсчет τ_{obs} производится от момента максимального расширения гиперсферы ($\alpha = 1$).

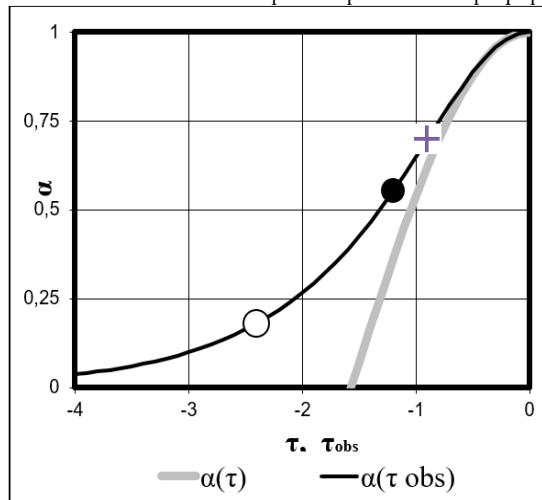


Рис. 1. Динамика расширения закрытой Вселенной с учетом зависимости масштабного фактора от времени в разных системах отсчета. Время выражено в относительных единицах $\tau \equiv (c/2a_0)t$ и отсчитывается от момента максимального расширения ($\alpha = 1$). На кривой $\alpha(\tau_{\text{obs}})$ отмечены положения сегодняшнего состояния Вселенной при $\Omega = 0,03$ (светлый кружок) и при $\Omega = 0,4$ (темный кружок). Крестом отмечена точка перегиба.

Геометрические параметры Вселенной в модифицированной модели связаны с относительной плотностью материи Ω и постоянной Хаббла H выражениями:

$$\alpha(\Omega) = \Omega^{1/2}(\Omega+1)^{-1/2}; \quad (14)$$

$$a_0 = (c/2H)(1-\alpha^2)^{1/2} = (c/2H)(\Omega+1)^{-1/2}; \quad (15)$$

$$a = 2a_0\alpha = (c/H)\Omega^{1/2}(\Omega+1)^{-1}. \quad (16)$$

Расширение, в отличие от модели «Большого Взрыва», происходит медленно, что позволяет снять проблемы, лежащие в основании сценария раздувающейся Вселенной [5] («проблема горизонта», «проблема сингулярности», и т.д.) и другие проблемы астрономии и астрофизики, связанные с нехваткой времени. Динамика расширения показана графически на Рис.1.

На Рис.2. показана зависимость относительной величины радиуса гиперсферы от плотности материи α (Ω) в сравнении с аналогичными зависимостями для открытой и закрытой моделей теории «Большого Взрыва». В теории «Большого Взрыва» кривая для закрытой модели имеет область определения $\Omega > 1$. В модифицированной модели, построенной на метрике (9), аналогичная зависимость, рассчитанная по выражению (14), имеет область определения $\Omega > 0$.

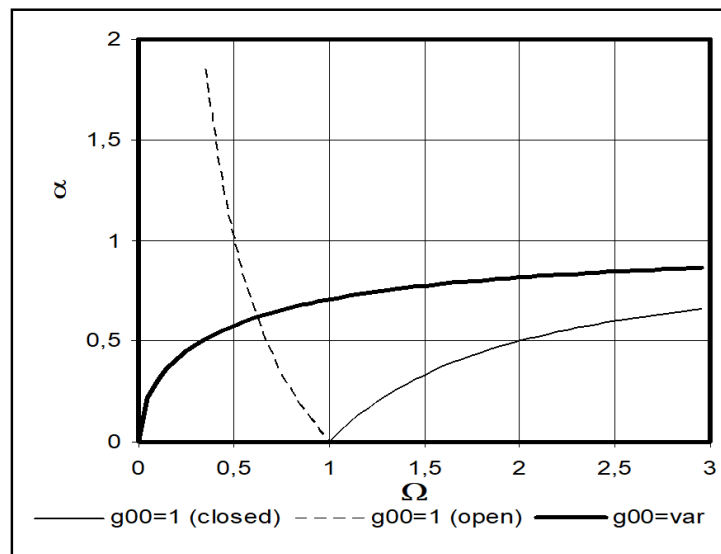


Рис. 2. Зависимость $\alpha(\Omega)$ для модифицированной модели $g_{00} = (1-a^2)$ в сравнении с открытой и закрытой моделью теории «Большого Взрыва» ($g_{00}=1$).

Здесь мы уже видим устранение одной из неопределенностей модели «Большого Взрыва» – расширение независимо от плотности материи происходит по типу закрытой Вселенной. Но данных о ее пространственных и временных характеристиках пока не имеется. Ниже мы покажем, что они могут быть получены из результатов астрономических наблюдений самых удаленных объектов Вселенной – квазаров.

4. Зависимость видимых светимостей и звездных величин квазаров от красного смещения

Расстояние до наблюдаемых объектов астрономы выражают в величинах красного смещения. Для близких к нам объектов оно близко к нулю, для самых дальних достигает нескольких единиц. Самые удаленные от нас наблюдаемые объекты Вселенной - галактики и квазары. При этом основная масса внесенных в каталоги галактик имеет относительно небольшие величины красного смещения – до 0,2 – 0,3 единиц. Число галактик с большими величинами красного смещения относительно невелико, то есть они очень неравномерно распределены по величинам красного смещения.

Иная ситуация с каталогами квазаров или объектов, квалифицируемых как квазары. В них содержатся собранные астрономами данные о сотнях тысяч объектов, основной массив которых лежит в диапазоне красных смещений от 0 до 3 – 4 единиц.

Каталог квазаров Sloan Digital Sky Survey (SDSS-DR7) [6] содержит сведения о видимой светимости более 105 тысяч квазаров в модифицированной системе звездных величин ASINH [7], которые связаны со значениями видимой светимости выражением:

$$\text{mag} = -2.5/\ln(10) * [\text{asinh}((f/f_0)/(2b)) + \ln(b)]; \quad (17)$$

где $f \equiv I(Z)$, f_0 - классическая нулевая точка магнитудной шкалы, b - поправочный («смягчающий») коэффициент, заданный для разных частотных диапазонов наблюдения: u [300...400nm], g [400...500nm], r [600...750nm] и др.

На Рис.3 представлена точечная диаграмма, показывающая распределение по величинам красного смещения звездных величин (магнитуд) квазаров каталога SDSS-DR7 в диапазоне r ($\text{mag}(Z)$). Объекты хаотично распределены в области значений ($0 < Z < 4$; $16 < \text{mag} < 22$). Какая-либо видимая зависимость $\text{mag}(Z)$ отсутствует.

Отметим, что изображенные на этой диаграмме точками квазары находятся на разных участках небесной сферы, точнее, на всех ее участках, доступных наблюдению.

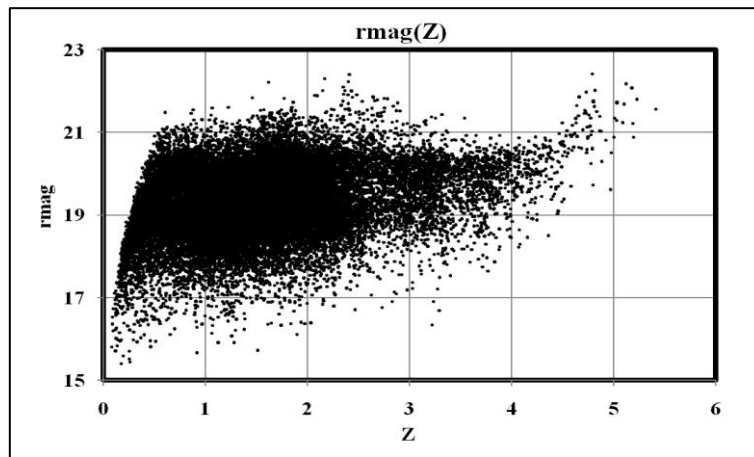


Рис.3. Точечная диаграмма, показывающая распределение квазаров каталога SDSS-DR7 в координатах (Z ; r_{mag}).

Вычислим средние значения r_{mag} для каждого интервала $\Delta Z = 0,1$. Для $0 < Z < 4$ интервалы $\Delta Z = 0,1$ включают от 150 до 6000 квазаров. Результат показан на Рис.4.

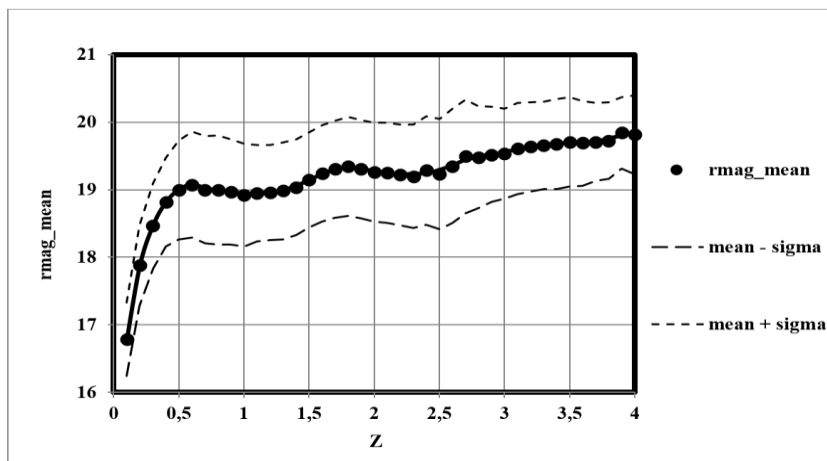


Рис.4. Зависимость от Z усредненных по всей небесной сфере значений магнитуд $r_{mag_mean}(Z)$ квазаров каталога SDSS-DR7.

На Рис.5 показано рассчитанное из кривой $r_{mag_mean}(Z)$ по формуле (17) распределение средних значений видимой светимости квазаров каталога SDSS-DR7 в сравнении с зависимостью видимой светимости для источника постоянной мощности в плоском пространстве, изменяющейся по закону обратных квадратов.

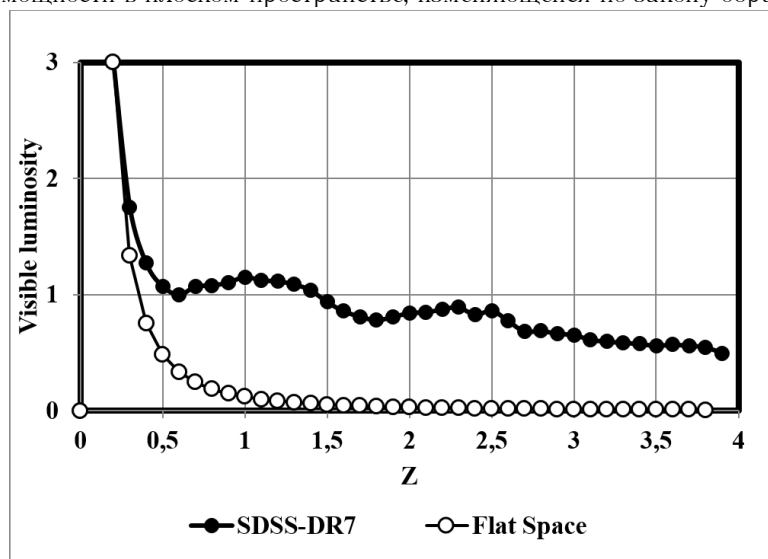


Рис.5. Распределение средних значений видимой светимости квазаров каталога SDSS-DR7 в сравнении с зависимостью видимой светимости для источника постоянной мощности в плоском пространстве

На Рис.6. показана зависимость от Z отношения величин видимых светимостей, показанных на Рис.5. Средняя видимая светимость квазаров каталога SDSS-DR7 по отношению к видимой светимости источника постоянной мощности в плоском пространстве возрастает с увеличением Z в несколько десятков раз.

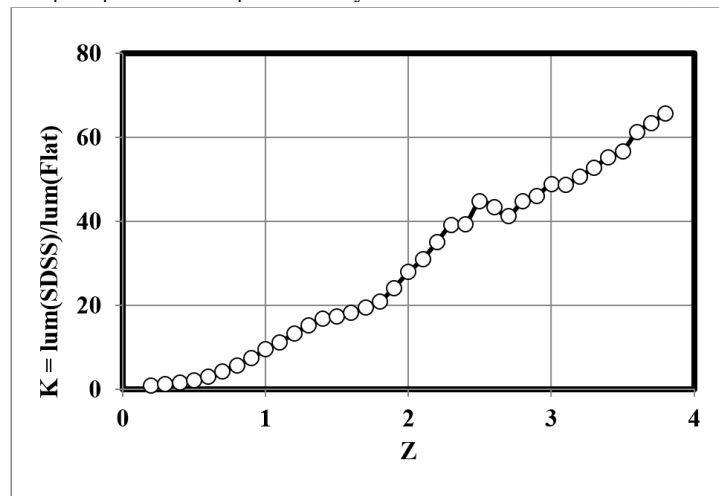


Рис.6. Зависимость от Z отношения значений видимых светимостей из Рис.5.

Отметим, что кривая Рис.6 иллюстрирует возможную причину представлений о необычно высокой энергии излучения квазаров. Реальная причина может заключаться не в их аномально высокой абсолютной светимости, а в том, что связь между абсолютной и наблюдаемой светимостями отличается от той, которая следует из теории «Большого Взрыва».

Значения видимой светимости квазаров, усредненные по всей небесной сфере, изменяются с увеличением Z по закону, который для $Z > 0,3$ кардинально отличается от зависимости для источника постоянной мощности в плоском пространстве. При $Z > 0,5$ зависимость приобретает периодический характер с участками, на которых видимая светимость источников не уменьшается, а растет с увеличением расстояния. Здесь можно сделать два предположения:

Первое: Мощности включенных в каталог квазаров, расположенных вокруг нашей галактики в самых разных направлениях, периодически изменяются с расстоянием от нашей галактики.

Второе: Пространство в масштабах, соответствующих большим значениям Z , не является плоским и судя по периодическому закону изменения светимости имеет сферический характер, соответствующий закрытой модели Вселенной.

Поскольку трудно предположить существование механизма, заставляющего все квазары Вселенной периодически менять мощность излучения таким образом, чтобы она зависела от расстояния именно от нашей галактики, более рациональным представляется второе из этих предположений.

5. Зависимость красного смещения от угловой координаты в закрытой Вселенной

Модель закрытой Вселенной описывает 3-мерную гиперсферу, расширяющуюся в 4-мерном евклидовом [8] пространстве. Расстояния между объектами на гиперсфере удобно измерять через введенную выше угловую координату χ . На Рис.7. показано двумерное сечение 4-мерного замкнутого пространства с гиперсферой радиуса «а» и связь угловых координат χ и линейных расстояний $l=a\chi$, преодолеваемых световым лучом.

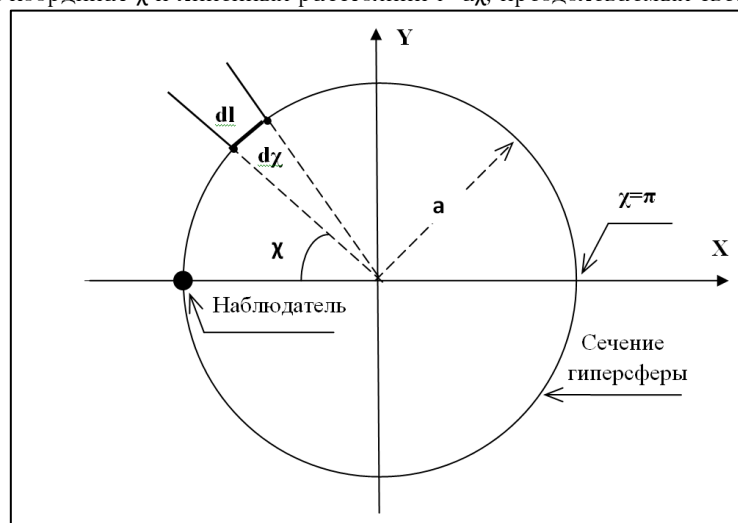


Рис.7. Двумерное сечение 4-мерного пространства с гиперсферой радиуса «а». Угловая координата χ характеризует удаление точки гиперсферы, в которой находится наблюдаемый объект, от места расположения наблюдателя (черная точка). Расстояние от объекта до наблюдателя $l=a\chi$.

Рассмотрим зависимость красного смещения наблюдаемых объектов от угловой координаты χ в модифицированной модели [3][4].

Приращение расстояния от объекта до наблюдателя при малом приращении угловой координаты $d\chi$, равное $ad\chi$, световой сигнал преодолевает за время dt_{obs} .

$$dl = ad\chi = -c dt_{obs}, \quad (18)$$

откуда из (11) получим

$$d\chi = -d\alpha / [\alpha^2 (1-\alpha^2)^{1/2}]. \quad (19)$$

Интегрируя (19), найдем зависимость $\chi(\alpha)$:

$$\chi(\alpha) = - \int d\alpha / [\alpha^2 (1-\alpha^2)^{1/2}] = [(1-\alpha^2)^{1/2} / \alpha] + C_2. \quad (20)$$

Коэффициент C_2 найдем из условия: при $\chi = 0$ $\alpha = \alpha_0$, $C_2 = - [(1-\alpha_0^2)^{1/2} / \alpha_0]$, откуда

$$\chi(\alpha) = [(1-\alpha^2)^{1/2} / \alpha] - [(1-\alpha_0^2)^{1/2} / \alpha_0]. \quad (21)$$

С учетом того, что

$$Z = (\alpha_0 / \alpha) - 1. \quad (22)$$

где α относится к моменту излучения сигнала, а α_0 - к моменту его наблюдения, т.е. к настоящему времени, получаем

$$\chi(Z) = [((Z+1)/\alpha_0)^2 - 1]^{1/2} - [(1/\alpha_0)^2 - 1]^{1/2}. \quad (23)$$

где текущее значение $\alpha = \alpha_0$ связано с относительной плотностью Ω выражением (14).

5. Зависимость видимой светимости от красного смещения

В закрытой Вселенной площадь сечения пространства, по которой равномерно распределена мощность излучения источника, связана [1] с угловой координатой χ источника выражением

$$S = 4\pi a^2 \sin^2 \chi; \quad (24)$$

где a - радиус гиперсферы в момент наблюдения.

Рассмотрим связь видимой светимости объекта l с его абсолютной светимостью L (излучаемой мощностью), которая согласно (24) может быть описана простым выражением

$$l(Z) = L/S = L/4\pi a^2 \sin^2 \chi; \quad (25)$$

В идеализированном варианте абсолютно однородной Вселенной с нулевыми скоростями объектов и строго постоянным значением радиуса кривизны пространства все лучи от источника, расположенного на угловом расстоянии $\chi = \pi l$, должны сходиться в точку, давая бесконечную видимую светимость. Зависимость $l(Z)$, выраженная формулой (25), соответствует периодической зависимости $\text{mag}(Z)$ для $1/\sin^2$, которая существенно отличается и от зависимости для источника постоянной мощности в плоском пространстве, и от показанной на Рис.4. кривой для усредненных значений магнитуд квазаров каталога SDSS-DR7. Однако при этом показанная на Рис.4. кривая для квазаров, как и кривая $1/\sin^2$ имеет периодический характер. Сопоставление кривых показано на Рис.8.

Причиной существенного отличия зависимости для квазаров каталога SDSS-DR7 от теоретической зависимости по формуле (25) может быть несоответствие идеальному образу однородной Вселенной благодаря реально существующим неоднородностям плотности материи и кривизны пространства, пекулярным скоростям объектов и др., что приводит к невозможности схождения излучаемых объектом лучей в одной точке. Учет влияния этих неоднородностей в формуле для площади S , введя в нее дополнительный член, не позволяющий ей обращаться в 0 при $\chi = \pi l$.

Эффекты нарушений однородности должны нарастать с увеличением пройденного лучами пути. Поэтому будем считать, что эта добавка должна быть пропорциональна угловому расстоянию, т.е. $S \sim (\sin^2 \chi + q\chi)$, где q - некоторый коэффициент, отражающий степень отклонений от идеального варианта. Но эта поправка внесет в величину S искажение, увеличивающее значения ее амплитудных значений при увеличении χ , чего не должно происходить, т.к. амплитудные значения определяются величиной $S = 4\pi a^2$ в момент наблюдения. Для компенсации этого искажающего влияния введем в знаменатель компенсирующий коэффициент $(1+q\chi)$. В итоге получаем следующее выражение для площади рассеяния лучей

$$S = 4\pi a^2 (\sin^2 \chi + q\chi) / (1+q\chi); \quad (26)$$

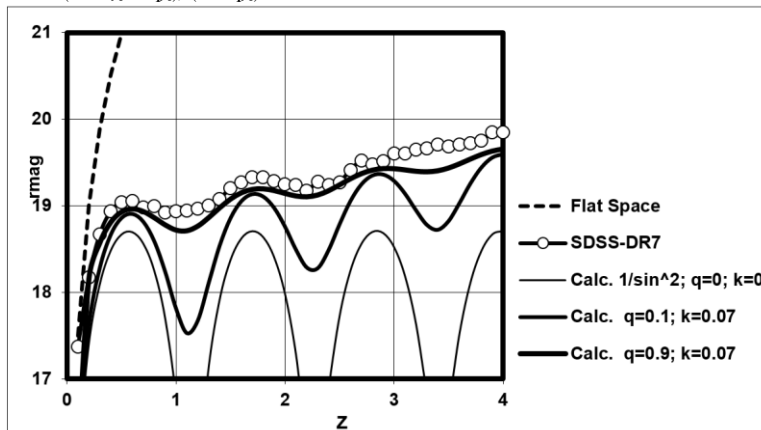


Рис.8. Распределение средних значений магнитуд квазаров каталога SDSS-DR7 в сравнении с зависимостью для источника постоянной мощности в плоском пространстве и расчетными кривыми для модифицированной модели с добавлением сглаживающего коэффициента.

На кривой Рис.4. можно также отметить незначительное плавное повышение μ_{mag} при больших значениях Z . Предположив, что это повышение может быть связано с затуханием света в межзвездном пространстве, введем дополнительный экспоненциальный коэффициент затухания $\exp(-k\chi)$, где k – постоянная затухания. В результате получим выражение для видимой светимости в закрытой Вселенной, учитывающее неоднородности кривизны пространства и затухание, в виде:

$$l(Z) = L/S = (L/4\pi a^2) \exp(-k\chi) (1+q\chi) / (\sin^2\chi + q\chi); \quad (27)$$

Кривые $\mu_{\text{mag}}(Z)$, соответствующие зависимости (27) для разных значений q и k , также приведены на Рис.8.

Представленные на Рис.8. кривые показывают, что учет неоднородностей кривизны пространства, выполненный даже таким простейшим способом, позволяет получить для замкнутой модели Вселенной зависимость $\mu_{\text{mag}}(Z)$, близкую к зависимости для реальных объектов, полученную из каталожных данных.

6. Определение глобальных характеристик Вселенной на основании зависимости от красного смещения средних магнитуд квазаров каталога SDSS-DR7

Идентификация зависимости средних значений магнитуд квазаров с изменением плотности лучей источника постоянной мощности при их движении вокруг гиперсферы с неоднородной кривизной пространства позволяет идентифицировать точки минимумов μ_{mag} со значениями угловой координаты $\chi = \pi$, а точки максимумов со значениями $\chi = \pi(n+1/2)$, где n – целое число.

На кривых Рис.4. и Рис.8. мы можем видеть расположение двух максимумов $\chi = \pi/2, 3\pi/2$ и двух минимумов $\chi = \pi, 2\pi$. Соответствующие им значения Z , а также рассчитанные по выражению (23) значения α_0 и рассчитанные по выражению (14) значения Ω приведены в Таблице 1.

Табл.1. Значения α_0 и Ω , рассчитанные по формулам (23) и (14) по положениям максимумов и минимумов на кривой $\mu_{\text{mag_mean}}(Z)$, показанной на Рис.4.

χ	Z	α_0	Ω
$\pi/2$	0.6	0.34	0.13
π	1.141.2	0.3640.4	0.1540.19
$3\pi/2$	1.741.8	0.3740.39	0.1640.18
2π	2.342.4	0.3740.39	0.1640.18
Итоговые значения:		$\alpha_0 = 0.37 \pm 0.03$	$\Omega = 0.16 \pm 0.03$

Приведенные в Таблице 1 значения α_0 и Ω позволяют по выражениям (15),(16) определить сегодняшнее значение радиуса гиперсферы «а» и ее значение в момент максимального расширения $a_{\text{max}}=2a_0$, а по выражениям (12),(13) определить время, когда будет достигнут момент максимального расширения, соответствующий $\tau_{\text{obs}} = 0$ на Рис.1.

Объем пространства закрытой Вселенной определяется [1] выражением

$$V = 2\pi^2 a^3. \quad (28)$$

Отсюда по найденному выше значению Ω определим массу Вселенной M .

Глобальные параметры Вселенной, рассчитанные для современного значения постоянной Хаббла, равного $66,93 \pm 0,62$ (км/с)/Мпк (или $(2,169 \pm 0,020) \cdot 10^{-18} \text{ с}^{-1}$) [9], приведены в Таблице 2.

Табл.2. Глобальные параметры Вселенной, рассчитанные для значений α_0 и Ω из Табл. 1.

№	Параметр	Обозначение	Значение в метрической системе единиц (кг, м, с)	Значение в млрд. лет, млрд. св. лет.
1	Относительная величина масштабного фактора в настоящее время	α	0.37 ± 0.03	-
2	Абсолютная величина масштабного фактора (радиуса гиперсферы) в настоящее время	a	$4,75 \pm 0,35 \cdot 10^{25}$ (м)	$5,0 \pm 0,35$ (млрд. св. лет)
3	Объем пространства в настоящее время	$V = 2\pi^2 a^3$	$2,15 \pm 0,45 \cdot 10^{78}$ (м ³)	-
4	Относительная плотность материи	Ω	0.16 ± 0.03	-
5	- в т.ч. видимая компонента	Ω_b	0.0456 ± 0.0016 [10]	-
6	- т.ч. темная материя	Ω_{dark}	0.11 ± 0.03	-
7	- в т.ч. «темная энергия»	Ω_Λ	0	-
8	Абсолютная плотность материи в настоящее время	$\rho = \rho_{\text{cp}} \Omega$	$1,35 \pm 0,25 \cdot 10^{-27}$ (кг/м ³)	-
9	Суммарная масса материи	$M_{\text{m}} = \rho V$	$M_{\text{m}} = 3 \pm 1,1 \cdot 10^{51}$ (кг).	-
10	Наибольший радиус гиперсферы при максимальном расширении ($\alpha = 1$)	$2a_0$	$12,8 \pm 0,2 \cdot 10^{25}$ (м)	$13,5 \pm 0,2$ (млрд. св. лет)

11	Время достижения точки максимального расширения Вселенной (в будущем)	$t_{\text{obs}} (\alpha = 1)$	-	$21,2 \pm 1,5$ (млрд.лет).
----	---	-------------------------------	---	-------------------------------

Отметим, что найденная нами величина Ω представляет суммарную плотность материи, включающую вклады как светящейся, так и темной компоненты. Согласно современным оценкам светящаяся (барионная) компонента относительной плотности составляет 0.0456 ± 0.0016 [10]. Отсюда можем определить вытекающие из представленных данных величины средней плотности всех ее компонент, включая гипотетическую плотность «темной энергии»: Ω_b , Ω_{dark} , Ω_Λ .

7. Заключение

Устранение последствий пренебрежения физической величиной, которой пренебрегать нельзя, приводит к модели Вселенной с конкретным типом динамики развития и с определенными численными характеристиками, полученными с точностью, зависящей от имеющихся результатов астрономических наблюдений.

До сих пор не устранившая этих последствий модель «Большого Взрыва» не дает такой возможности. Попытки устранить заложенное в ее основу неустранимое противоречие к настоящему времени превратили ее в фантастическую конструкцию, состоящую из произвольно возникшей «инфляции», ненаблюдаемой «темной энергии», и поражающих воображение читателя «кротовых нор».

Литература:

1. А. Эйнштейн. Вопросы космологии и общая теория относительности. В кн. А. Эйнштейн, собрание научных трудов, т.1, "Наука", М., 1965, С. 601-612. (*Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativitätstheorie. Sitzungsher preuss. Akad. Wiss., 1917, 1, 142-152*).
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: В 10 т. Т. II. Теория поля. - 8-е изд., стереот. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. - 536 с. (*Landau L.D., Lifshitz E.M. Course of Theoretical Physics: The Classical Theory of Fields. Vol.2*.)
3. Iurii Kudriavtcev. On inner contradiction in the metric tensor of the standard cosmological model / Physical Interpretation of Relativity Theory: Proceedings of International Meeting. Moscow, 4-7 July 2011 / Ed. By M.C. Duffy, V.O. Gladyshev, A.N. Morozov, P. Rowlands. - Moscow: BMSTU, 2012. p.178-185. http://www.space-lab.ru/files/news/proceedings_PIRT_11/text/PIRT%202011_proceedings.pdf
4. Kudriavtcev Iu. On inner contradiction in the metric tensor of the standard cosmological model // "Eurasian Scientific Association" • № 5 (39) • May 2018, Pp 13-21. (full version) <http://esa-conference.ru/wp-content/uploads/2018/06/esa-may-2018-part1.pdf>
5. А.Д. Линде. Раздувающаяся Вселенная, УФН, т. 144, № 2, октябрь 1984 г., с.177-214.
6. SDSS-DR7 quasar catalog (Schneider+, 2010) VII/260. <http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR?-source=VII%2F260>
7. 15. LUPTON R.H.; GUNN J.E.; SZALAY A.S. A modified magnitude system that produces well-behaved magnitudes, colors, and errors even for low Signal-to-Noise ratio measurements. / *Astron. J., 118, 1406-1410 (1999)*.
8. С. Вейнберг. Гравитация и космология: принципы и приложения общей теории относительности. - М.: "Мир", 1975. с 507, 511. (Weinberg S., Gravitation and Cosmology: Principles and applications of the General Theory of Relativity, John Wiley and Sons, Inc., 1972)
9. Aghanim N. et al. (Planck Collaboration), "Planck intermediate results. XLVI. Reduction of large-scale systematic effects in HFI polarization maps and estimation of the reionization optical depth", *arXiv:1605.02985 [astro-ph]*
10. https://en.wikipedia.org/wiki/Wilkinson_Microwave_Anisotropy_Probe