

О КРАСНОМ СМЕЩЕНИИ СПЕКТРОВ ГАЛАКТИК

А. Р. ИЗБРЕХТ – ведущий конструктор,
Екатеринбургский электровозоремонтный завод
(г. Екатеринбург, Россия)

E-mail: f102935@akado-ural.ru

Рассмотрена сферическая модель Метагалактики (под Метагалактикой понимается наблюдаемая часть Вселенной) с наблюдателем в центре сферы. На базе ОТО математическими методами исследуется возможность объяснения красного смещения спектров далёких галактик влиянием гравитационного поля вещества сферы и поперечного эффекта Доплера для световых волн. Обосновывается положение о том, что с увеличением расстояния от центра сферы наблюдаемое красное смещение спектров галактик должно возрастать. На основании расчётов плотности вещества внутри сферы и построения основной в космологии зависимости $lg(cz)$ от m показано соответствие рассмотренной модели наблюдениям. Дается объяснение близости наблюдаемой плотности вещества в Метагалактике к критическому значению, рассчитанному в соответствии с теорией расширяющейся Вселенной. На основании сферической модели Метагалактики предлагается гипотеза объяснения природы квазаров.

Ключевые слова: сферическая, модель, ОТО, красное, смещение, спектров, гравитационного, поперечный, эффект, Доплера.

COSMOLOGICAL REDSHIFT OF GALAXIES' SPECTRA

ALEXANDR IZBREHT –Leading Constructor,
Yekaterinburg Electric Locomotive Factory
(Yekaterinburg, Russia)

It is observed the spherical model of the Metagalaxy (Metagalaxy here is the observed part of the Universe) with the observer in the center of the sphere. Using the General Relativity Theory, it is studied with mathematical methods the possibility to explain the cosmological redshift of distant galaxies with the influence of gravitational field of the sphere's matter and relativistic Doppler's effect for lightwaves. It is motivated the statement that the farther away the center of sphere is the more the observed redshift of galaxies' spectra is. Based on the calculations of the matter density of the sphere and the main cosmological relation of $lg(cz)$ and m , the correspondence of the observed model to studies is shown. It is explained the vicinity of the observed matter density in Metagalaxy to critical value, calculated according to the Expanding Universe Theory. Based on the spherical model of Metagalaxy, it is proposed the hypothesis of quasars nature explanation.

Keywords: spherical, model, OTO, redshift, of spectra, gravitational, relativistic, Doppler's, effect.

В современной космологии красное смещение спектров далёких галактик объясняется продольным эффектом Доплера для световых волн, являющимся следствием расширения Вселенной. Однако любопытно рассмотреть и другую версию объяснения возрастающего с расстоянием красного смещения спектров далёких галактик, тем более что она хорошо согласуется с наблюдениями.

Как следует из ОТО, внутри сферической полости центрально-симметричного распределения вещества гравитационное поле отсутствует [Казинский, 2011: с. 100]. Из этого важного следствия ОТО можно вывести новое объяснение возрастающему с расстоянием красному смещению спектров галактик.

Предположим, что в центре сферы радиусом R находится наблюдатель. Сфера заполнена веществом, его средняя плотность зависит от расстояния до центра, но не направления, т. е. внутри сферической полости распределение вещества является центрально-симметричным. С увеличением расстояния от центра сферы средняя плотность вещества уменьшается. При этом зависимость между средней плотностью вещества и расстоянием r до центра сферы не является строго пропорциональной, так в ядре сферы при относительно небольшом значении r средняя плотность может быть приблизительно постоянной, затем она падает до некоторой величины, которая сохраняется приблизительно постоянной при дальнейшем росте r , затем уменьшается и т. д.

Вещество является светящимся и его плотность настолько низка, что наблюдатель может видеть светящиеся объекты на очень больших расстояниях. На частицы вещества должна действовать сила тяготения, направленная к центру сферы и определяемая количеством вещества, находящегося внутри сферы, очерченной радиусом r , равным расстоянию от рассматриваемой частицы вещества до центра сферы. Этот вывод следует из того, что внутри сферической полости центрально-симметричного распределения вещества гравитационное поле отсутствует. Под действием сил тяготения частицы вещества должны были бы сблизиться и рано или поздно наступил бы гравитационный коллапс, чтобы избежать этого предположим, что частицы вещества движутся относительно центра сферы по круговым и эллиптическим орбитам. Круговые и эллиптические орбиты не могут существовать при очень малых r_m , когда распределение вещества внутри сферы с радиусом r_m является далеко не центрально-симметричным. Поэтому движение частиц вещества внутри сферы с радиусом r_m является хаотичным, зависящим от направленности сил притяжения других близлежащих частиц вещества. На расстояниях от центра инерции сферы, больших r_m , орбиты частиц вещества становятся близкими к круговым. На больших расстояниях, превышающих некоторое значение $r_{кр}$, в сильном гравитационном поле частицы вещества движутся по эллиптическим орбитам, т. к. в сильных гравитационных полях круговые орбиты материальных точек неустойчивы и существовать не могут [Зельдович, Новиков, 1967: с. 483]. Итак, круговые орбиты существуют на расстояниях r_1 , определяемых неравенством $r_m < r_1 < r_{кр}$.

Согласно принципам ОТО, на расстояниях r_1 наблюдатель, находящийся в центре сферы, должен зафиксировать возрастающее с расстоянием красное смещение спектров светящихся частиц вещества. Действительно, в силу того, что внутри сферической полости центрально-симметричного распределения вещества гравитационное поле отсутствует, наблюдатель, расположенный в центре сферы, оказывается вне действия гравитационного поля. Точно также находится вне действия гравитационного поля и наблюдатель, расположенный вне сферы радиуса R на бесконечно большой удалённости от её центра, поэтому и периодические процессы в местах нахождения этих наблюдателей должны протекать абсолютно синхронно. Кроме того, периодические процессы в какой-либо точке на расстоянии r_1 от центра сферы протекают так, как они протекали бы, если бы эта точка находилась не внутри сферы радиуса R , а на поверхности

сферы радиуса r_1 (т. к. центрально-симметричные слои вещества, расположенные на расстояниях больших расстояния r_1 , гравитационное поле внутри заключенной ими сферы не создают). Следовательно, наблюдатель, находящийся на бесконечно большой удалённости от центра сферы с радиусом r_1 и, согласно принципам ОТО, фиксирующий красное смещение спектральных линий на поверхности сферы с r_1 , при перемещении в центр сферы зафиксирует точно такое же красное смещение спектральных линий источников света, расположенных на расстоянии r_1 . Поэтому можно применить формулы ОТО, определяющие замедление времени в гравитационном поле по отношению к удалённому в бесконечность наблюдателю, к наблюдателю в центре инерции сферы. Так наблюдатель, находящийся в центре инерции сферы, должен зафиксировать обусловленное влиянием гравитации красное смещение спектров светящегося вещества, расположенного на расстоянии r_1 , в соответствии с соотношением:

$$d\tau_{гр} = \sqrt{g_{00}} dt = \sqrt{1 - \frac{r_{g1}}{r_1}} dt \quad (1)$$

где,

$d\tau_{гр}$ – собственное время материальной точки, покоящейся в гравитационном поле;

dt – время наблюдателя в центре сферы.

Соотношение (1) см. [Казинский, 2011: с. 100].

При этом:

$$r_{g1} = \frac{2\gamma M_1}{c^2} \quad (2)$$

где,

r_{g1} – гравитационный радиус массы M_1 ;

M_1 – масса вещества внутри сферы радиусом r_1 ;

γ – гравитационная постоянная;

c – скорость света в вакууме.

Обозначим Z_i относительную величину красного смещения спектральных линий светящегося вещества, обусловленную влиянием гравитации, тогда:

$$Z_i = \frac{\Delta\lambda_{1гр}}{\lambda} = \frac{\lambda_{1гр} - \lambda}{\lambda} \quad (3)$$

где,

$\lambda_{1гр}$ – длина волны источника света, расположенного на расстоянии r_1 , принимаемая наблюдателем в центре сферы;

λ – испущенная длина волны с расстояния r_1 ;

$\Delta\lambda_{1гр}$ – приращение длины световой волны, обусловленное влиянием гравитации.

Т. к. в силу известных соотношений длина световой волны прямо пропорциональна периоду колебательного процесса, то можно записать соотношение (4):

$$Z_i = \frac{\Delta\lambda_{1гр}}{\lambda} = \frac{\lambda_{1гр} - \lambda}{\lambda} = \frac{dt - d\tau_{гр}}{d\tau_{гр}} = \frac{dt}{d\tau_{гр}} - 1 = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{r_{g1}}{r_1}}} - 1 \quad (4)$$

В нашем случае $r_{g1} \ll r_1$, поэтому соотношение (4) преобразуется к виду:

$$Z_i = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{r_{g1}}{r_1}}} - 1 \approx \left(1 + \frac{r_{g1}}{2r_1}\right) - 1 \approx \frac{2\gamma M_1}{2r_1 c^2} \approx \frac{4\gamma\pi r_1^2 d}{3c^2} \quad (5)$$

где,

d – средняя плотность вещества внутри сферы радиусом r_1 .

Из соотношения (5) следует, что величина красного смещения спектральных линий частиц вещества, измеряемая наблюдателем в центре сферы,

возрастает при постоянной средней плотности вещества d пропорционально квадрату расстояния r_1 . Это гравитационное красное смещение спектральных линий.

Ранее было отмечено, что для обеспечения стационарности рассматриваемой модели частицы вещества на расстояниях r_1 должны двигаться по круговым орбитам, поэтому наблюдатель в центре сферы будет фиксировать, помимо гравитационного красного смещения спектральных линий, ещё и возрастающее с расстоянием красное смещение спектров, обусловленное влиянием поперечного эффекта Доплера для световых волн, т. к. светящиеся частицы вещества движутся перпендикулярно лучу зрения наблюдателя в центре сферы. Обоснуем это положение.

Для рассматриваемого случая известная формула для нахождения поперечного эффекта Доплера [Яворский, Детлаф, 1979: с. 523] запишется в виде:

$$\frac{1}{dt_n} = \sqrt{1 - \frac{V_1^2}{c^2}} \frac{1}{d\tau_n} \quad (6)$$

или

$$dt_n = \frac{d\tau_n}{\sqrt{1 - \frac{V_1^2}{c^2}}} \quad (7)$$

где,

V_1 – скорость светящихся частиц вещества перпендикулярно лучу зрения наблюдателя в центре сферы;

$d\tau_n$ – испущенный период световой волны частицы, двигающейся со скоростью V_1 ;

dt_n – принятый наблюдателем в центре сферы период световой волны частицы, двигающейся со скоростью V_1 .

Т. к. внутри сферической полости центрально-симметричного распределения вещества гравитационное поле отсутствует, то скорость V_1 определяется только количеством вещества внутри сферы радиуса r_1 и будет равна первой космической скорости на поверхности этой сферы.

Поэтому учитывая, что $V_1 \ll c$, соотношение (7) запишем в виде:

$$dt_n = \frac{d\tau_n}{\sqrt{1 - \frac{V_1^2}{c^2}}} \approx d\tau_n \left(1 + \frac{V_1^2}{2c^2}\right) \approx d\tau_n \left(1 + \frac{\gamma M_1}{2r_1 c^2}\right) \quad (8)$$

Величина относительного красного смещения спектров частиц вещества Z_2 , обусловленная поперечным эффектом Доплера, на основании (4) запишется в виде:

$$Z_2 = \frac{\Delta\lambda_{1n}}{\lambda} = \frac{\lambda_{1n} - \lambda}{\lambda} = \frac{dt - d\tau_n}{d\tau_n} = \frac{dt}{d\tau_n} - 1 = \left(1 + \frac{\gamma M_1}{2r_1 c^2}\right) - 1 = \frac{\gamma M_1}{2r_1 c^2} = \frac{2\gamma\pi r_1^2 d}{3c^2} \quad (9)$$

где,

λ_{1n} – принятая наблюдателем в центре сферы длина световой волны частицы, двигающейся со скоростью V_1 ;

λ – испущенная длина световой волны частицы, двигающейся со скоростью V_1 ;

$\Delta\lambda_{1n}$ – приращение длины световой волны, обусловленное поперечным эффектом Доплера.

Результирующее красное смещение спектральных линий Z определится соотношением:

$$Z = Z_1 + Z_2 = \frac{\gamma M_1}{r_1 C^2} + \frac{\gamma M_1}{2r_1 C^2} = \frac{3\gamma M_1}{2r_1 C^2} = \frac{2\gamma \pi r_1^2 d}{C^2} \quad (10)$$

Как следует из соотношения (10), в рассмотренной сферической модели красное смещение спектров частиц вещества, фиксируемое наблюдателем в центре сферы, при постоянной плотности вещества d растёт пропорционально квадрату расстояния от центра сферы до наблюдаемой частицы вещества.

Применим рассмотренную сферическую модель к Метагалактике и сравним наблюдательные данные с расчётами на основе полученных выше формул. Под Метагалактикой понимается доступная наблюдениям часть Вселенной.

Рассчитаем среднюю плотность вещества в Метагалактике на расстоянии 20 Мпк от наблюдателя, расположенного на Земле. На расстоянии 20 Мпк от нас находится скопление галактик в созвездии Девы [Левитан, 1994: с. 167]. Расстояние до этого скопления было определено независимо от закона «разбегания» галактик, поэтому его можно использовать для нахождения средней плотности вещества внутри сферы радиусом 20 Мпк в соответствии с формулой:

$$d = \frac{ZC^2}{2\gamma\pi r_1^2} \quad (11)$$

Учитывая, что измеренные значения Z для скопления галактик в созвездии Девы равны 0,0037, а $r_1 = 20$ Мпк получим $d = 2,1 \cdot 10^{-27}$ г/см³.

Согласно [Зельдович, Новиков, 1975: с. 61] плотность вещества во Вселенной может находиться в пределах $3 \cdot 10^{-31} - 10^{-28}$ г/см³. Полученная на основании приведённых расчетов средняя плотность вещества в шаре радиусом 20 Мпк удивительно близка к указанным значениям. Почему бы ей не быть на несколько порядков больше или меньше? Не указывает ли это на реальность рассмотренной сферической модели Метагалактики?

Реальность рассмотренной сферической модели Метагалактики можно определить на основании сравнения важнейшей в космологии наблюдаемой зависимости $\lg(cz)$ от m ($Z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda}$, m – видимая звёздная величина наблюдаемого объекта) с аналогичными зависимостями, теоретически рассчитанными на основании сферической модели Метагалактики и теории расширяющейся Вселенной. Т. к. согласно сферической модели Метагалактики при постоянной плотности вещества красное смещение спектров галактик должно возрастать пропорционально квадрату расстояния, а согласно теории расширяющейся Вселенной – пропорционально первой степени расстояния, то углы наклона теоретических зависимостей $\lg(cz)$ от m к оси абсцисс должны заметно отличаться друг от друга, что облегчает их сравнение с наблюдаемой зависимостью $\lg(cz)$ от m .

Рассмотрим приведённую на рис. 1 наблюдаемую диаграмму зависимости $\lg(cz)$ от m , полученную Хьюмасоном, Мейаллом и Сендиджем на основе обширного материала значений красных смещений спектров 806 галактик [Агекян, 1982: с. 227]. Следует отметить, что соотношение $\lg(cz)$ и m , иллюстрируемое рис. 1, определено для галактик самой различной яркости, поэтому разброс значений зависимости $\lg(cz)$ в функции от m достаточно велик. В этом случае линия, иллюстрирующая рассматриваемую зависимость, должна быть проведена через точки среднего значения соотношения $\lg(cz)$ и m . Хорошо видно, что прямая линия 1, изображённая на рис. 1, очень приблизительно отражает среднее значение рассматриваемого соотношения (линия 1 соответствует характеру зависимости $\lg(cz)$ от m согласно теории расширяющейся Вселенной). Действительно, при значении $\lg(cz)$ приблизительно меньше 3 большин-

ство точек рассматриваемой диаграммы группируются ниже прямой линии 1, при значении $\lg(cz)$ от 3,4 до 3,8 большинство точек группируется выше этой линии, и только при значении $\lg(cz)$, равном приблизительно 3,2, а также при значениях $\lg(cz)$ от 3,9 до 4,6 прямая линия 1 отражает среднее значение зависимости $\lg(cz)$ от m .

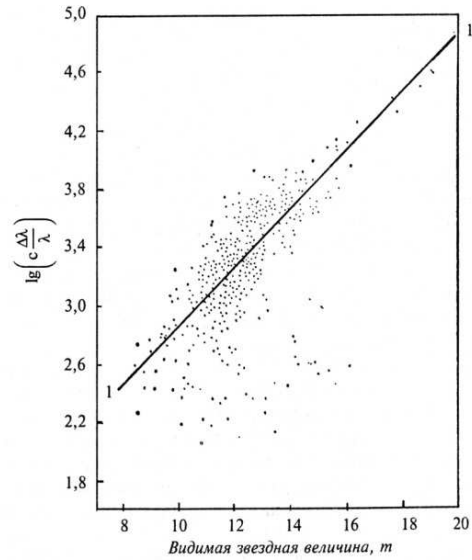


Рис.1

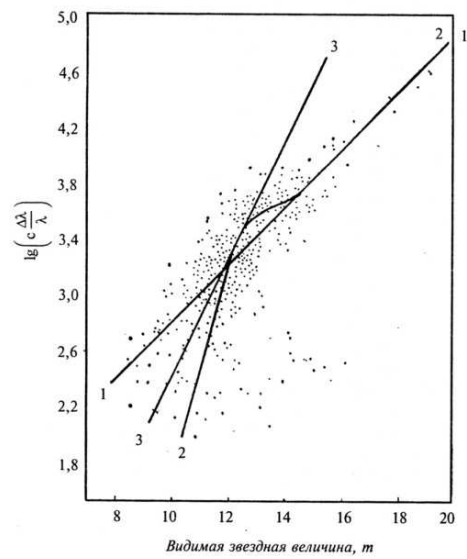


Рис.2

На *рис. 2* изображена та же диаграмма, что и на *рис. 1*, но на ней проведены ещё линии 2 и 3. Линия 2 отражает действительное среднее значение рассматриваемого соотношения. Как видно, эта линия не является прямой. Начиная со значения $\lg(cz)$ приблизительно $3,5 \div 3,6$ она заметно изгибается, угол её наклона по отношению к оси абсцисс становится более острым. У линии 2 можно отметить наличие некоторого «горба», начинающегося при значении $\lg(cz)$ равном $\approx 3,2$ ($m \approx 12$) и до $\lg(cz)$ равного приблизительно $3,7$ ($m \approx 14,5$). Характерно, что на диаграммах зависимости $\lg(cz)$ от m , построенных для ярчайших членов скоплений и призванных более убедительно проиллюстрировать закон Хаббла, отсутствуют точки между вышеуказанными значениями $\lg(cz)$ (см. *рис. 3*, взятый из [Агекян, 1982: с. 228] или, например, *рис. 18, 20* в [Зельдович, Новиков, 1975: с. 106, 111]). Не потому ли, что значения m для этих величин $\lg(cz)$ не вписываются в прямую линию?

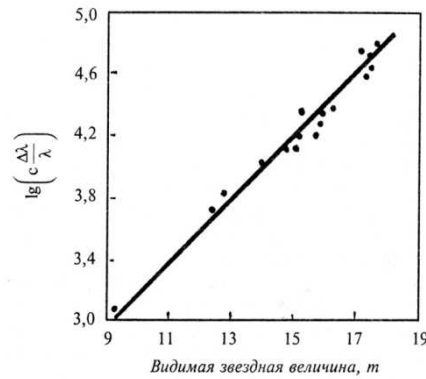


Рис. 3

Линия 3 *рис. 2* отражает зависимость $\lg(cz)$ от m , построенную на основании формулы (10) при $d = \text{const}$. Результаты расчётов сведены в *таблицу 1*.

Таблица 1

№	Z	$\lg CZ$	$r(\text{Мпк})$	m	M
1	0,0037	3,045	20	11,5 ^m	-20 ^m
2	0,033	4,0	60	13,9	-20
3	0,33	5,0	189	16,35	-20

При расчёте величин, входящих в *таблицу 1*, значение Z было выбрано произвольно, по выбранному значению Z найдена величина $\lg(cz)$. Затем на основании формулы (12) найдено расстояние гдо объектов с выбранным значением Z при средней плотности вещества $d = 2,1 \cdot 10^{-27} \text{ г/см}^3$.

$$r_1 = \sqrt{\frac{Z}{2\gamma\pi d}} C \tag{12}$$

Формула (12) получена на основании формулы (10). Справедлива при $d = \text{const}$. Для пояснения того, как было выбрано значение m , обратимся к диаграмме, изображенной на *рис. 1*. Выберем галактику со значением $\lg(cz)$, равным ≈ 3 (при этом значении влияние индивидуальных лучевых скоростей галактик уже не столь существенно, как при меньших значениях $\lg(cz)$). Среднее

значение m для выбранной величины $\lg(cz)$, как видно из *рис. 1*, равно приблизительно 11,5, это значение m и внесено в *таблицу 1*. Затем по формуле

$$m = M + 5 \lg r - 5 \quad (13)$$

находится значение M для $r = 20 \text{ Мпк}$. Оно оказывается равным приблизительно $-20m$ (M – абсолютная звёздная величина объекта). Полагая, что средние значения M галактик не сильно отличаются друг от друга, можно на основании формулы (13) для различных r найти значения m , которые и внесены в *таблицу 1* в горизонтальные строки с номерами 2 и 3. Теперь можно построить теоретическую зависимость $\lg(cz)$ от m согласно рассматриваемой нами модели Метагалактики. Эта зависимость иллюстрируется прямой линией 3, изображенной на *рис. 2*. Как следует из *рис. 2*, теоретическая зависимость $\lg(cz)$ от m , отражаемая линией 3, до значения $\lg(cz)$ равного приблизительно 3,6 очень близка к действительной наблюдаемой зависимости рассматриваемых величин. Она значительно более точно характеризует изменение $\lg(cz)$ в функции от m , чем прямая линия 1. Угол наклона линии 3 к оси абсцисс близок к углу наклона к той же оси линии 2. Однако, после значения $\lg(cz)$, равного приблизительно 3,6, линия 3 начинает всё значительнее отклоняться от наблюдаемой зависимости $\lg(cz)$ от m , что и должно иметь место. Действительно, линия 3 соответствует зависимости $\lg(cz)$ от m в случае однородной плотности вещества внутри сферы Метагалактики, но, как было отмечено ранее, в действительности плотность уменьшается при удалении от центра сферы. Только в её ядре, на относительно близком расстоянии от центра инерции плотность вещества можно считать приблизительно однородной, именно на таком расстоянии теоретическая зависимость $\lg(cz)$ от m , построенная согласно рассматриваемой модели (линия 3 на *рис. 2*), очень близка к наблюдаемой зависимости (линия 2 на *рис. 2*).

Как следует из формулы (10), уменьшение плотности вещества d при удалении от ядра сферы к периферии должно приводить к уменьшению значения Z сравнительно с тем его значением, которое оно имело бы при однородной плотности вещества на том же расстоянии от центра сферы. Соответственно, график зависимости $\lg(cz)$ от m становится более пологим и сливается с прямой линией 1 (*рис. 2*), характеризующей соотношение рассматриваемых величин согласно теории расширяющейся Вселенной.

Представляет интерес определение расстояния, на котором уменьшение плотности вещества происходит столь заметно, что, согласно рассматриваемой сферической модели Метагалактики, приводит к изгибу линии 2. Как было отмечено ранее, заметный изгиб линии 2 начинается при значении $\lg(cz)$ приблизительно 3,6, исходя из этого значения $\lg(cz)$ и используя формулу (12), можно найти интересующее нас расстояние. Это же расстояние можно найти по формуле (13), учитывая, что значению $\lg(cz)$ равному 3,6 соответствует значение m равное приблизительно 12,8. Согласно расчетам, величина искомого расстояния оказывается раной приблизительно 40 Мпк. Это расстояние определено для плотности вещества равной $d = 2,1 \cdot 10^{-27} \text{ г/см}^3$. Для подтверждения постулата об однородной плотности вещества во Вселенной часто ссылаются на реликтовое излучение. Но, согласно [БСЭ, 1977: с. 257], реликтовое излучение указывает на изотропность распределения плотности вещества во Вселенной, которая вполне согласуется со сферически-симметричным, т. е. равномерным по всем направлениям убыванием плотности вещества при увеличении рас-

стояния от наблюдателя, находящегося примерно в центре сферы Метагалактики.

Как отмечается в [Зельдович, Новиков, 1975: с. 11], «наблюдательные данные сами по себе не противоречат предположению о сферической симметрии мира. Можно предположить, что в центре находится Земля (Солнечная система, Галактика), средняя плотность вещества во Вселенной зависит от расстояния до центра, но не направления. Выбор однородной модели вместо модели с центром в Галактике происходил на первых шагах развития современной космологии по общефилософским причинам».

Выполним теперь расчёт плотности вещества в шаре с радиусом, значительно превышающим 20 Мпк. Для этого на диаграмме *рис. 1* выберем галактики со значением $\lg(cz) \approx 4,4$. Значение Z в этом случае равно 0,083, а $m \approx 17,65$. Учитывая, что среднее значение M для галактик, согласно *таблице 2*, равно $-20m$, на основании формулы (13) найдем расстояние до галактик с $\lg(cz) \approx 4,4$. Оно оказывается равным приблизительно 340 Мпк. Значение d , определённое по формуле (11), оказывается равным $16,5 \cdot 10^{-29}$ г/см³. Найдем теперь значение плотности вещества для галактики $\lg(cz) \approx 4,8$. Значение Z в этом случае равно 0,21, а $m \approx 20$. Расстояние до этой галактики, определённое на основании формулы (13) при $M = -20m$, равно 1000 Мпк. По формуле (11) найдём d для шара с радиусом 1000 Мпк. Оказывается, что $d \approx 4,75 \cdot 10^{-29}$ г/см³. Очевидно, что на круговые скорости галактик вне радиуса 40 Мпк большое значение оказывает относительно высокая плотность вещества в шаре радиусом 40 Мпк и равная $2,1 \cdot 10^{-27}$ г/см³. Поэтому вне шара с радиусом 40 Мпк плотность вещества ещё ниже, чем $4,75 \cdot 10^{-29}$ г/см³. Как отмечают [Гуревич, Чернин, 1983: с. 175] «если нейтрино всех трёх сортов имеют массу покоя, даваемую экспериментаторами для электронных нейтрино, то их средняя плотность составит величину $(1 \div 3) \cdot 10^{-29}$ г/см³». Таким образом, средняя плотность вещества в Метагалактике, рассчитанная на основании сферической модели Метагалактики с наблюдателем в центре сферы, очень близка к значениям, предсказываемым специалистами. Она близка и к критическому значению плотности вещества, рассчитанному в соответствии с теорией расширяющейся Вселенной и при $H = 50$ км/сек·Мпк равному $0,5 \cdot 10^{-29}$ г/см³. Как отмечается в [Климишин, 1986: с. 515], «видимо (во Вселенной – А. И.) имеет место неравенство $d_{cr} \geq d_{кр}$ ». Далее И.А. Климишин пишет: «Критическая плотность $d_{кр}$, величина которой определяется постоянной Хаббла, удивительно близка к средней наблюдаемой плотности вещества во Вселенной. Почему бы ей не быть, скажем, на пять или даже на пятнадцать порядков меньше или больше? Не означает ли это, что эти параметры в точности равны друг другу и что это условие является одной из важнейших закономерностей развития Вселенной?» [Климишин, 1986: с. 515].

Итак, приведённые расчёты не только показывают, что плотность вещества Метагалактики должна быть близка к критическому значению, но и подтверждают мнение специалистов о том, что значение средней плотности вещества во Вселенной должно быть несколько больше критического значения.

Теперь становится ясным, почему средняя наблюдаемая плотность вещества во Вселенной (с учётом «скрытого вещества») так близка к критическому значению, определяемому, согласно теории расширяющейся Вселенной, приблизительно в $0,5 \cdot 10^{-29}$ г/см³. Теория расширяющейся Вселенной не устанавливает зависимости между наблюдаемыми красными смещениями спектров удаляющихся объектов Вселенной и реальной плотностью вещества. Плотность вещества может быть произвольной, например, намного порядков выше или ниже критического значения, соответствующего второй космической скорости удаления объектов на поверхности сферы, проходящей через место расположе-

ния рассматриваемого объекта. Наоборот, рассматриваемая сферическая модель Метагалактики устанавливает жёсткую зависимость между красным смещением спектров удаленных объектов и плотностью вещества, которая соответствует первой космической скорости движения объектов Метагалактики по их орбитам. Близость наблюдаемой плотности вещества в Метагалактике (с учётом «скрытого вещества») к критическому значению $\delta_{кр}$ свидетельствует в пользу сферической модели Метагалактики.

И в заключение рассмотрим вопрос о природе квазаров. Как было отмечено ранее, круговые орбиты материальных точек остаются устойчивыми до некоторого значения расстояния $r_{кр}$. Скорость движения по круговым орбитам на таком расстоянии равна $C/2$ [Зельдович, Новиков, 1967: с. 483]. Следовательно, на расстояниях больших $r_{кр}$ материальные точки движутся по эллиптическим орбитам и составляющая их скорости в радиальном направлении вследствие продольного эффекта Доплера для световых волн вносит заметные коррективы в смещение их спектров в красную или фиолетовую сторону, что не позволяет выявить у таких объектов чёткую закономерность зависимости $\lg(cz)$ от m для наблюдателя в центре сферы. Характерно, что как раз у квазаров отсутствует чёткая зависимость $\lg(cz)$ от m . Такая диаграмма, построенная для квазаров, представляет собой расплывчатое пятно точек.

Кроме того, при больших скоростях движения в сильном гравитационном поле Метагалактики галактики должны испытывать сильные сокращения размеров. Из теории переменных звёзд известно, что при относительной величине отклонения радиуса фотосферы звезды от его среднего значения $\Delta R/R = 0,07$ их видимая звёздная величина m меняется от 0,1m до 2,0m, что составляет весьма заметную величину. Для того, чтобы отношение $\Delta R/R = 0,07$ выполнилось по отношению к наиболее удалённым объектам Метагалактики, необходимо, чтобы тангенциальная составляющая их скорости равнялась $0,37 C$. Но значение тангенциальной составляющей скорости квазаров может быть значительно больше $0,37 C$, поэтому их светимости должны во много тысяч раз превышать светимости обычных галактик.

Так как у галактик, например, у спиральных, ядро всегда ярче ветвей, то при одинаковой степени увеличения светимости ядер и отходящих от них ветвей разность между ними возрастает. Поэтому на больших расстояниях очень яркие ядра галактик могут затмевать своей светимостью ветви и в результате из Галактики оказываются видны одни ядра галактик, обладающие огромными светимостями и малыми наблюдаемыми угловыми размерами.

Итак, из сферической модели Метагалактики, изложенной в данной работе, следует, что квазары – это ядра галактик, двигающихся по эллиптическим орбитам на расстояниях превышающих $r_{кр}$, испытавшие достаточно заметное сокращение своих размеров. Одним из основных источников энергии квазаров, так же, как и переменных пульсирующих звёзд в сжатом состоянии, является потенциальная энергия гравитации, которая при сокращении размеров ядер галактик переходит в тепловую энергию газа, температура которого растёт, резко увеличивая излучение с одного квадратного сантиметра поверхности.



Литература

Агемян, 1982 – Агемян Т.А. Звезды, галактики, Метагалактика. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1982.

- БСЭ, 1977 – Большая Советская энциклопедия. – Т. 13. – М.: Сов. энциклопедия, 1977.
Гуревич, Чернин, 1983 – *Гуревич Л.Э., Чернин А.Д.* Происхождение галактик и звезд. – М.: Наука, 1983.
Зельдович, Новиков, 1967 – *Зельдович Я.Б., Новиков И.Д.* Релятивистская астрофизика. – М.: Наука, 1967.
Зельдович, Новиков, 1975 – *Зельдович Я.Б., Новиков И.Д.* Структура и эволюция Вселенной. – М.: Наука, 1975.
Казинский, 2011 – *Казинский П.О.* Введение в общую теорию относительности. – Томск: Томский гос. ун-т, 2011.
Климишин, 1986 – *Климишин И.А.* Астрономия наших дней. Изд. 3-е, доп. и перераб. – М.: Наука, 1986.
Левитан, 1994 – *Левитан Е.П.* Астрономия. – М.: Просвещение, 1994.
Яворский, Детлаф, 1979 – *Яворский Б.М., Детлаф А.А.* Справочник по физике. Изд. 7-е, испр. – М.: Наука, 1979.



References

- Agekyan T.A.* Zvezdy, galaktiki, Metagalaktika [Stars, Galaxies, Metagalaxies] 3-ded. – Moscow, 1982.
Bol'shaya Sovetskaya entsiklopediya [Great Soviet Encyclopedia]. – Vol. 13. – Moscow, 1977.
Gurevich L.E., Chernin A.D. Proiskhozhdenie galaktik i zvezd [Origin of galaxies and stars]. – Moscow, 1983.
Zeldovich Ya.B., Novikov I.D. Relyativistskaya astrofizika [Relativity Astrophysics]. – Moscow, 1967.
Zeldovich Ya.B., Novikov I.D. Stroenie i evolyutsiya Vselennoy [Structure and evolution of the Universe]. – Moscow, 1975.
Kazinsky P.O. Vvedenie v obshchuyu teoriyu otnositel'nosti [Introduction to the General Relativity]. – Tomsk, 2011.
Klimishin I.A. Astronomiya nashikh dney [Astronomy of our days] 3-d ed. – Moscow, 1986.
Levitan E.P. Astronomiya [Astronomy]. – Moscow, 1994.
Yavorsky B.M., Detlaf A.A. Spravochnik po fizike [Handbook on physics] 7-d ed. – Moscow, 1979.

