

# РЕЛЯТИВИСТСКИЕ ЗНАЧЕНИЯ РАДИАЛЬНЫХ КООРДИНАТ ДАЛЕКИХ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ РАСШИРЯЮЩЕЙСЯ В СЕЛЕННОЙ

П. И. Даныльченко

Винница, Украина, Государственное научно-производственное предприятие "Геосистема"  
pavlo@vingeo.com

Показана анизотропия силы света далеких астрономических объектов расширяющейся Вселенной в собственном пространстве наблюдателя. Получена релятивистская фотометрическая зависимость, позволяющая определить радиальную координату астрономического объекта с учетом анизотропии его силы света. Из этой зависимости следует, что значения радиальных координат далеких астрономических объектов в собственном пространстве наблюдателя намного меньше их значений, определяемых по классической фотометрической зависимости. Возможно, это позволит избежать потребности наличия во Вселенной, так называемой, темной материи.

PACS: 03.30.+p, 04.20.-q, 98.62.Py, 95.35.+d

При анализе результатов астрономических наблюдений обычно учитывается лишь релятивистское смещение спектра излучения, а релятивистская анизотропия силы света далеких объектов расширяющейся Вселенной просто игнорируется. Это приводит, как здесь будет показано, к получению значительно завышенных значений, как радиальных координат, так и скоростей пекулярного движения далеких объектов в собственном пространстве наблюдателя и, очевидно, является основной причиной мнимой потребности наличия во Вселенной, так называемой, темной материи. Известно следующее релятивистское преобразование тригонометрических функций угловой координаты  $\hat{\varphi}_r$  направления распространения излучения [1, 2]:

$$\cos \varphi_R = \frac{\cos \hat{\varphi}_r - v/v_c}{1 - (v/v_c) \cos \hat{\varphi}_r}, \quad \sin \varphi_R = \frac{\sin \hat{\varphi}_r \sqrt{1 - v^2/v_c^2}}{1 - (v/v_c) \cos \hat{\varphi}_r} \quad (1)$$

Оно имеет место при переходе от системы отсчета координат и времени (СО) какого-либо наблюдателя движения к собственной СО объекта, движущегося со скоростью  $v$ . Здесь координатное (несобственное) значение скорости света в точке пребывания объекта:

$$v_c = c \sqrt{1 - r_g/r - \Lambda r^2/3} \quad (2)$$

определяется в СО наблюдателя не по стандартным, а по координатным часам [2]. Согласно решению Шварцшильда уравнений гравитационного поля  $v_c$  является функцией от радиальной координаты Шварцшильда  $r$  и в ближайшей окрестности наблюдателя существенно зависит от значений

гравитационного радиуса  $r_g$  тела, в пространственно-временном континууме (ПВК) которого ведется наблюдение астрономического объекта. Вдали же от наблюдателя координатное значение скорости света определяется координатой Шварцшильда и космологической постоянной  $\Lambda$ , ответственной за наличие в СО наблюдателя антигравитационного поля и вызываемого им ускоренного расширения Вселенной [3, 4]. И в окрестности далекого астрономического объекта оно может быть значительно меньше постоянной скорости света  $c$ . С учетом этого преобразование числовых апертур пучка лучей излучения будет таким:

$$\sin u_R = \sin \hat{u}_r \sqrt{1 - v^2/v_c^2} \cdot [1 - (v/v_c) \cos \hat{\varphi}_r]^{-1}, \quad (3)$$

где  $u_R$  и  $\hat{u}_r$  - очень малые ( $\cos u_R \approx 1$ ) метрические значения апертурных углов регистрируемого пучка лучей соответственно в собственной СО удаляющегося объекта и в СО наблюдателя его движения. В неевклидовом пространстве наблюдателя метрическое значение числовой апертуры пучка лучей  $\sin \hat{u}_r$  можно выразить через ее наблюдаемое значение  $\sin u_r$  соответствующей решению Шварцшильда зависимостью [2]:

$$\sin \hat{u}_r = \sin u_r dr/d\hat{r} = \sin u_r \sqrt{1 - r_g/r - \Lambda r^2/3}, \quad (4)$$

где:  $d\hat{r}$  и  $dr$  - приращения соответственно метрического радиального расстояния и радиальной координаты Шварцшильда в СО наблюдателя. По гипотезе Вейля [2, 5, 6] далекие галактики движутся по геодезическим линиям ПВК

наблюдателя и, следовательно, свободно падают на псевдогоризонт видимости в этом ПВК. Из условия сохранения полной энергии:

$$U = mcv_c(1 - v^2/v_c^2)^{-1/2} = mc^2 = \text{const} \quad (5)$$

галактики, движущейся по инерции в жесткой СО наблюдателя, и следует зависимость Хаббла:

$$v/v_c = \sqrt{1 - v_c^2/c^2} = Hr\sqrt{c^{-2} + r_g/H^2r^3} \approx Hr/c < 1.$$

Здесь:  $m$  - масса галактики,  $H = c\sqrt{\Lambda/3}$  - параметр (постоянная) Хаббла, а  $r_g \ll r$ . Однако, ни чем не уравновешиваемое в ПВК решения Шварцшильда воздействие на далекую галактику гравитационного поля вещества, обладающего этим ПВК, на самом деле уравновешено действием на нее гравитационных полей всех астрономических объектов Вселенной. Ведь по гипотезе Вейля в сопутствующей Вселенной СО галактики совершают лишь малые пекулярные движения. С учетом этого точное выражение зависимости Хаббла для ПВК решения Шварцшильда имеет следующий вид [7]:

$$v/v_c = \sqrt{1 - v_c^2/c^2} = Hr/c\sqrt{1 - r_g/r} < 1. \quad (6)$$

Тогда, исходя из инвариантности диаметра  $D = 2r \sin u_r = 2\tilde{R} \sin u_R$  апертуры регистрирующего прибора к преобразованиям координат, согласно (3), (4) и (6) находим соответствующее классической фотометрической зависимости скорректированное значение условного нерелятивистского расстояния до далекого объекта, условно покоящегося ( $\hat{\varphi}_r = \pi$ ), как и наблюдатель, в сопутствующей Вселенной СО:

$$\begin{aligned} \tilde{R} &= \beta_r R = \frac{[\sqrt{1 - r_g/r} - (Hr/c) \cos \hat{\varphi}_r]r}{1 - r_g/r - (Hr/c)^2} \approx \\ &\approx \frac{r}{1 - Hr/c} = \frac{[(z+1)\beta_r - 1]c}{H} = r(\tilde{z} + 1) = \frac{\tilde{z}c}{H} \approx \\ &\approx \frac{rr_c}{r_c - r} \gg r = \frac{[(z+1)\beta_r - 1]c}{(z+1)\beta_r H} = \frac{\tilde{z}c}{(\tilde{z} + 1)H}. \end{aligned} \quad (7)$$

Здесь:

$$R = r/\beta_r(1 - Hr/c) = c(z+1 - 1/\beta_r)/H = r(z+1) \quad (8)$$

- условное нерелятивистское расстояние до произвольно движущегося далекого объекта при не скорректированном по  $\beta_r$  значении его блеска;

$$\begin{aligned} z &= \frac{c}{v_c} \frac{[1 - (v/v_c) \cos \varphi_R]}{\sqrt{1 - v^2/v_c^2}} - 1 = \\ &= \frac{\sqrt{1 - r_g/r} - (Hr/c) \cos \hat{\varphi}_r}{1 - r_g/r - (Hr/c)^2} - 1 = \frac{R}{r} - 1 \approx \end{aligned}$$

$$\approx \frac{1}{\beta_r(1 - Hr/c)} - 1 = \frac{1 + H\tilde{R}/c}{\beta_r} - 1 = \check{H}(R, \Theta, \varphi) \frac{R}{c} \quad (9)$$

- непосредственно наблюдаемое комбинированное антигравитационно-доплеровское красное смещение спектра излучения астрономического объекта [8, 9];

$$\tilde{z} = (z+1)\beta_r - 1 = Hr/(c - Hr) = H\tilde{R}/c \quad (10)$$

- скорректированное значение красного смещения, вызванного лишь ответственным за расширение Вселенной эволюционным процессом;

$$\beta_r = \beta_p \beta_s \beta_o \beta_{r0} \approx c/(z+1)(c - Hr) = (z+1 - HR/c)^{-1}$$

- результирующее изменение частоты излучения, вызванное всеми возможными факторами, кроме строго лучевого удаления астрономического объекта от наблюдателя;  $\beta_p$  - доплеровское изменение наблюдаемой частоты излучения, вызванное лишь пекулярными движениями светящегося астрономического объекта и наблюдателя;  $\beta_s$  - доплеровское изменение наблюдаемой частоты излучения радиально движущегося вещества оболочки, сброшенной сверхновой звездой;

$$\beta_o = \sqrt{1 - (Hr_o/c)^2} \cdot [1 - (Hr_o/c) \cos \hat{\psi}_r]^{-1} \quad (11)$$

- изменение наблюдаемой частоты излучения из-за дислокации наблюдателя вдали от центра масс всего гравитационно-связанного вещества;  $\beta_{r0}$  - результирующее изменение частоты излучения, вызванное всеми остальными возможными факторами;  $r_o$  - радиальная координата центра масс всего гравитационно-связанного вещества, образующего не "разбегающиеся" от наблюдателя объекты расширяющейся Вселенной;  $\hat{\psi}_r$  - угол в СО наблюдателя между визирными направлениями на светящийся астрономический объект и на центр масс гравитационно-связанного вещества, не "разбегающегося" от наблюдателя;  $r_c \approx \sqrt{3/\Lambda} = c/H$  - радиус псевдогоризонта видимости, на поверхности которого координатное значение скорости света  $v_c$  равно нулю [7, 8, 9];  $\check{H}(R, \Theta, \varphi) = zc/R$  - фиктивное значение параметра Хаббла, задающее зависимость не скорректированного или не полностью скорректированного значения красного смещения  $z$  спектра излучения светящегося объекта соответственно от не скорректированного или от не полностью скорректированного значения нерелятивистского расстояния  $R$  до него. Скорректированное значение нерелятивистского расстояния до далекого астрономического объекта эквивалентно мгновенному значению радиальной координаты  $\tilde{R}_N$  этого объекта в сопутствующей Вселенной СО ( $\tilde{R} \equiv \tilde{R}_N$ ).

Децентрационное изменение  $\beta_o$  частоты излучения вызвано направленностью лучевого движения ("разбегания") далеких галактик расширяющейся Вселенной не от наблюдателя ( $\hat{\varphi}_r \neq \pi$ ), а от центра Местного сверхскопления галактик Virgo. Оно эквивалентно доплеровскому изменению частоты, вызванному лучевым движением наблюдателя в сопутствующей Вселенной СО к центру сверхскопления со скоростью  $v_o = Hr_o$ , а его влияние на эту частоту лишь частично компенсируется ее доплеровским изменением из-за наличия остаточного лучевого движения Млечного Пути от данного центра. Это остаточное лучевое движение вызвано превышением псевдосилы антигравитации псевдосилы тяготения, вынуждающей Млечный Путь пекулярно двигаться по направлению к Virgo. Вместе с пекулярными движениями объекта, на котором покоится наблюдатель, его периферийная дислокация (децентрация) приводит к анизотропии фиктивных значений параметра Хаббла. Эта анизотропия наиболее проявляется у объектов Местного объема и может быть представлена трехосным эллипсоидом, имеющим отношение осей  $\dot{H}_a : \dot{H}_b : \dot{H}_c = 81 : 62 : 48 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1} \text{ Мпк}^{-1}$  [10].

Из-за наличия поперечных эффектов, как доплеровского, так и децентрационного (при  $\hat{\psi}_r = \pi/2$ ) усредненные по угловым координатам  $\Theta$  и  $\varphi$  значения  $\beta_r(\tilde{R})$  меньше единицы, а соответствующие им усредненные фиктивные значения  $\dot{H}(R)$  параметра Хаббла задают нелинейную зависимость  $z$  от  $R$ . Из-за  $\beta_r(\tilde{R}) < 1$  эта зависимость подобна зависимости, установленной в конце 1990-х годов по результатам наблюдений сверхновых звезд типа Ia [11, 12]. Еще большей нелинейностью обладает зависимость  $\tilde{z}$  от  $R$ . Поэтому, категорически нельзя корректировать  $z$ , не корректируя при этом  $R$ .

Благодаря ковариантности уравнений гравитационного поля относительно преобразований пространственно-временных координат, зависимость Хаббла проявляется и в сопутствующей Вселенной СО, в которой лучевое движение гравитационно-несвязанных с наблюдателем далеких объектов а, следовательно, и вызванные им релятивистские эффекты учитывать не требуется. Тождественное  $\tilde{R}$  мгновенное значение радиальной координаты  $R_N = R_{N0} \exp[H(\tau - \tau_0)]$  в сопутствующей Вселенной СО является псевдостабильным расстоянием между наблюдателем и астрономическим объектом, условно покоящимися в этой СО. Его приходится непрерывно перенормировывать из-за эволюционного уменьшения вещественного эталона длины в сопутствующей Вселенной СО. Наряду с абсолютным значением

$R_N$  используется также относительное его значение  $\alpha(R_N) = R_N/R_{N0}$ , рассматриваемое как масштабный фактор. Красное смещение в сопутствующей Вселенной СО может быть обусловлено эволюционным уменьшением не перенормированного значения координатной скорости света  $v_{cU} = v_{cU0} \exp[-H(\tau - \tau_0)]$ , определяемого по метрически однородной шкале отсчитываемого в ней космологического времени  $\tau$  [7, 13]. Это эволюционное уменьшение скорости света в фоновом пространстве Минковского [14] сопутствующей Вселенной СО принципиально ненаблюдаемо в неевклидовых ПВК сопутствующих веществу СО. Согласно (6), по мере приближения к псевдогоризонту видимости а, следовательно, и по мере углубления в космологическое прошлое значения скорости лучевого движения объектов расширяющейся Вселенной стремятся к нулю, так как принципиально не могут превысить стремящиеся к нулю координатные значения скорости света  $v_c$ . А это значит, что эффект ускоренного расширения Вселенной в СО наблюдателя имеет место и при постоянном значении параметра Хаббла. Наличие же его может быть обусловлено, именно, соответствующим (2) пространственным распределением в ПВК наблюдателя координатного значения скорости света  $v_c$ , функцией от которого является результирующий потенциал гравитационного и антигравитационного полей [7, 13]. Это то и позволяет рассматривать ускоренное лучевое движение далеких объектов в СО наблюдателя как свободное падение их в антигравитационном поле на псевдогоризонт видимости в ПВК этого наблюдателя, что аналогично ускоренному свободному падению тел в гравитационном поле. Тем самым исключается потребность в затратах какой-либо энергии для обеспечения ускорения процесса расширения Вселенной. Сила света удаляющихся от наблюдателя объектов может быть изотропной лишь в сопутствующих им СО. Поэтому релятивистская зависимость светимости далекого астрономического объекта от его блеска и от его радиальной координаты Шварцшильда в СО наблюдателя имеет такой вид:

$$L = 4\pi \tilde{R}^2 \tilde{E}_{R0} = 4\pi r^2 (z+1)^2 \tilde{E} = 4\pi r^2 (\tilde{z}+1)^2 \tilde{E}_{R0} = 4\pi r^2 (1 - Hr/c)^{-2} \tilde{E}_{R0} = 4\pi r^2 \tilde{E}_R, \quad (12)$$

где:  $\tilde{E} = 10^{0.4[A+K]} E$  - нерелятивистки скорректированное значение блеска, учитывающее лишь доплеровское уменьшение энергии квантов излучения ( $K$ -поправку) и величину:  $A = A_0(\tilde{z}+1)^n + 2.5D_\Sigma =$

$$= 5c\alpha(\tilde{z}+1)^n [(\tilde{z}+1)^3 - 1]/6H + 2.5D_\Sigma, \quad (13)$$

характеризующую межзвездное поглощение излучения;  $E$  - значение блеска астрономического объекта, непосредственно зарегистрированное наблюдателем;  $\tilde{E}_R = (\tilde{z} + 1)^2 \tilde{E}_{R0} = (z + 1)^2 \tilde{E} = (z + 1)^2 10^{0.4[A+K]} E$  - релятивистски скорректированное значение блеска, а  $\tilde{E}_{R0} = \beta_r^{-2} \tilde{E} = (z + 1)^2 (\tilde{z} + 1)^{-2} 10^{0.4[A+K]} E$  - частично релятивистски скорректированное значение блеска астрономического объекта, дополнительно учитывающее релятивистское влияние лишь  $\beta_r$ ;

$$A_0 = 2.5\alpha \int (\tilde{R}/r)^2 d\tilde{R} = \frac{5\alpha}{6H} [(1 + H\tilde{R}/c)^3 - 1] \quad (14)$$

- величина, характеризующая закономерно изменяющееся поглощение излучения и учитывающая снижение оптической плотности межзвездной среды лишь из-за расширения Вселенной;  $n$  - эмпирический показатель, учитывающий дополнительное снижение оптической плотности межзвездной среды из-за постепенного гравитационного увлечения газопылевого вещества "разбегающимися" галактиками;  $\alpha$  - среднее значение показателя поглощения излучения межзвездной средой в нашей галактике;  $D_\Sigma$  - суммарная оптическая плотность газопылевых туманностей, через которые прошло излучение.

В связи с этим необходимо отметить следующее. Не только отсутствие коррекции значения  $R$ , строго соответствующей коррекции красного смещения, но и неполный учет постепенного уменьшения оптической плотности межзвездной среды (как из-за расширения Вселенной, так и из-за гравитационного увлечения газопылевого вещества галактиками) может привести к значительной нелинейности не точной, ввиду этого, зависимости  $\tilde{z}$  от  $\tilde{R}$ . К тому же данная нелинейная зависимость и в этом случае будет подобна нелинейной зависимости, найденной по результатам наблюдений красного смещения спектра излучения сверхновых звезд [11, 12]. Вследствие этого же (а, возможно, также и из-за использования недостаточно точных зависимостей от  $r$  постепенно уменьшающихся под действием гравитации линейных размеров галактик и их скоплений) может даже "исчезнуть" псевдогоризонт видимости в ПВК наблюдателя. А сама зависимость  $\tilde{z} = Hr/(c - Hr) = r/(r_c - r)$  может настолько исказиться, что станет квадратичной зависимостью  $\tilde{z} = (r'/r'_0)^2$ , где  $r'_0$  - радиальная координата галактик, имеющих  $\tilde{z} = 1$  [15].

Согласно (12), тождественное блеску частично релятивистски скорректированное значение освещенности:

$$\tilde{E}_{R0} = (1 - Hr/c)^2 \tilde{E}_R = (1 - Hr/c)^2 L/4\pi r^2, \quad (15)$$

создаваемой каким-либо далеким астрономическим объектом в плоскости апертуры регистрирующего

прибора, уменьшается по мере увеличения радиальной координаты  $r$  объекта значительно быстрее, чем полностью релятивистски скорректированное значение освещенности  $\tilde{E}_R = L/4\pi r^2$ , определяемое по классической фотометрической зависимости. А это значит, что расстояния до далеких астрономических объектов в собственной СО любого наблюдателя значительно меньше их значений, определяемых по классической фотометрической зависимости на основе лишь частично релятивистски скорректированного или же не релятивистски скорректированного значений блеска. Поэтому то значительно меньшими являются и значения, как наблюдаемых линейных размеров галактик:  $l = r\theta \ll \tilde{R}\theta$ , так и линейных скоростей пекулярного движения этих галактик или же любых других далеких астрономических объектов:  $v = \omega r \ll \omega \tilde{R}$ , определяемые в СО наблюдателя по измеренным значениям соответственно их угловых размеров  $\theta$  и их угловых скоростей движения  $\omega$ . И только лишь эти значения линейных скоростей астрономических объектов могут соответствовать законам движения этих объектов в ПВК наблюдателя. Все это хорошо согласуется с результатами наблюдений пекулярных движений астрономических объектов под действием гравитационных полей других окрестных астрономических объектов. На то, что скорости пекулярного движения далеких объектов, определяемые через классические фотометрические значения расстояний  $\tilde{R}$  до них, значительно превышают расчетные гравитационные значения этих скоростей, одним из первых обратил внимание Цвикки [16]. На основании этого он и выдвинул гипотезу о наличии во Вселенной скрытой массы (темной материи). Если же скорости пекулярного движения далеких астрономических объектов расширяющейся Вселенной определять в СО наблюдателя по релятивистским фотометрическим значениям их радиальных координат Шварцшильда  $r = H\tilde{z}/c(1 + \tilde{z}) \approx r_c \tilde{R}/(r_c + \tilde{R})$ , то наличие темной материи во Вселенной, возможно, и не потребуется. Ведь из-за пренебрежительно малого взаимного отличия значений  $r$  и  $\tilde{R}$  объектов ближайшей окрестности Местной группы галактик наличия в ней темной материи (скрытой массы) не требуется. Как в Местной группе, так и в ближайшей группе M81 наблюдается взаимное соответствие полной массы группы и суммы орбитальных (вириальных) масс у главных галактик в их подгруппах [10]. Значение радиальной координаты Шварцшильда светящегося астрономического объекта связано с разницей абсолютной  $M$  и нерелятивистски

корректированной видимой  $\tilde{m}$  его звездных величин релятивистской фотометрической зависимостью:

$$r = 10^{1-(M-\tilde{m}_R)/5} = (10^{\xi/5} + H/c)^{-1} = (1/\tilde{R} + H/c)^{-1}, \quad (16)$$

где:  $\tilde{m}_R = \tilde{m}_{R0} - 5 \lg(\tilde{z} + 1) = \tilde{m} - 5 \lg(z + 1)$  и  $\tilde{m}_{R0} = \tilde{m} - 5 \lg[(z + 1)/(\tilde{z} + 1)]$  - соответственно полностью и частично релятивистски скорректированные видимые звездные величины этого объекта, а:

$$\begin{aligned} \xi &= M - \tilde{m} + 5 \lg[(z + 1)/(\tilde{z} + 1)] - 5 = \\ &= 5 \lg(1/r - H/c) = 5 \lg(H/c) - 5 \lg(\tilde{z}). \end{aligned} \quad (17)$$

Не трудно заметить, что ответственный за расширение Вселенной эволюционный процесс [7, 8, 9] формирует в ПВК наблюдателя не только антигравитационное поле, но и соответствующую этому полю глобальную гравитационную линзу. Эта отрицательная линза обладает оптической силой Хаббла:  $\varphi_H = -H/c \approx -1/r_c = 1/\tilde{R} - 1/r =$

$$= 1/\tilde{R} - 2\sqrt{\pi\tilde{E}_R/L} = 1/\tilde{R} - (z + 1)10^{(M-\tilde{m})/5-1} \quad (18)$$

и создает мнимое изображение бесконечно далеких точек ( $\tilde{R} = \infty$ ) плоского фонового пространства [14] сопутствующей Вселенной СО на фиктивной сферической поверхности ( $r = r_c$ ) псевдогоризонта видимости в ПВК наблюдателя.

В связи с этим концентрация скоплений галактик по мере приближения к псевдогоризонту видимости увеличивается, а их размеры и эквивалентная нерелятивистской энергии нерелятивистская гравитационная масса  $m_g = mv_c/c$  уменьшаются. Это подтверждается наблюдениями рентгеновской космической обсерватории ХММ-Newton [17, 18]. Согласно (15), это подтверждается и стремлением к нулю блеска скоплений галактик при приближении к псевдогоризонту видимости, охватывающему на самом деле всю бесконечную Вселенную [7, 8, 19]. Согласно решению Шварцшильда, наличие псевдогоризонта видимости в ПВК вещества неизбежно при не нулевом значении космологической постоянной. Галактики расширяющейся Вселенной свободно падают на псевдогоризонт видимости, принципиально не в состоянии его достичь из-за нулевого значения скорости света  $v_c$  на его фиктивной поверхности. И, следовательно, они принципиально не могут за ним скрыться [7, 8, 9].

Из всего здесь изложенного наиболее важным является следующее. Радиальные координаты Шварцшильда далеких астрономических объектов расширяющейся Вселенной на самом деле на много меньше, чем это следует из классической

фотометрической зависимости, не учитывающей анизотропию силы света этих объектов в ПВК наблюдателя. Наличие же мнимой потребности в темной материи и возможность релятивистского обоснования фиктивности этой потребности являются еще одним веским подтверждением соответствия физической реальности, как специальной, так и общей теорий относительности. Не маловажным является также и учет эволюционной изменчивости оптической плотности межзвездной среды.

#### Список литературы

1. А. Эйнштейн, Принцип относительности, ред. Тяпкин А, Москва: Атомиздат, 97 (1973).
2. К. Мёллер, Теория относительности, Москва: Атомиздат, (1975).
3. A.G. Riess, L.-G. Strolger, J. Tonry et al., *Astrophys. J.* **607**, 665 (2004), E-print archives, astro-ph/0402512.
4. S. Perlmutter, *Phys. Today*, **56**, 53 (2003).
5. H. Weyl, *Phys. Z.*, **24**, 230 (1923).
6. H. Weyl, *Philos. Mag.* **9**, 936 (1930).
7. П. Даныльченко, Калибровочно-эволюционная интерпретация СТО и ОТО, Винница: О. Власюк, 35 (2004), E-print archives, <http://n-t.org/tp/ng/ovf.htm>.
8. П. Даныльченко, Вечна ли Вселенная? Киев: НиТ, (2005), E-print archives, <http://n-t.org/tp/mr/vl.htm>.
9. П. Даныльченко, Тез. докл. XII Российской гравитационной конференции, РГО, Казань, 84 (2005), <http://sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/8453.html>.
10. И. Караченцев, *УФН*, **171**, 860 (2001).
11. S. Perlmutter et al., *Astrophys. J.*, **517**, 565 (1999), E-print archives, astro-ph/9812133.
12. A. Filippenko, *PASP*, **113**, 1441 (2001).
13. П. Даныльченко, Калибровочно-эволюционная интерпретация СТО и ОТО, Винница: О. Власюк, 82 (2004), E-print archives, <http://pavlodanylchenko.narod.ru/docs/SchwarzschildRus.html>.
14. Я. Зельдович, Л. Гришук, *УФН*, **155**, 517 (1988).
15. В. Троицкий, *УФН* **165**, 703 (1995).
16. F. Zwicky, *Helvetica Phys. Acta*, **6**, 110 (1933).
17. D. Lumb et al., The ХММчNEWTON Omega Project: I. The X-ray Luminosity - Temperature Relation at  $z > 0.4$ , E-print archives, astro-ph/0311344.
18. A. Blanchard et al., The ХММчNEWTON Omega Project: II. Cosmological implications from the high redshift L-T relation of X-ray clusters, E-print archives, astro-ph/0311381.
19. П. Даныльченко, Sententiae: Философия и космология, УНИВЕРСУМ-Винница, Винница **1**, 95 (2005), E-print archives, <http://pavlodanylchenko.narod.ru/docs/singularities.html>.