

Ю.С. Владимиров, А.Н. Клеицкий, В.Г. Кречет

К ВОПРОСУ ОБ ИНТЕРПРЕТАЦИИ КОСМОЛОГИЧЕСКОГО КРАСНОГО СМЕЩЕНИЯ

Рассмотрена интерпретация космологического красного смещения, исходя из представлений о наличии максимально возможного расстояния во Вселенной. Обсуждены две модели. Первая, основанная на идеях П.К. Рашевского, реализованных В.Л. Рвачевым, состоит в том, что законы арифметики видоизменяются при очень больших значениях чисел, в том числе на космологических расстояниях. Вторая модель опирается на метрику Коттлера с положительным значением космологической постоянной, которая обуславливает наличие сингулярности на больших расстояниях. В обоих случаях имеет место космологическое красное смещение, пропорциональное квадрату расстояния.

Ключевые слова: красное смещение, космологическое красное смещение, метрика Коттлера, темная энергия, космологическая постоянная, нестандартная арифметика.

Ju.S.Vladimirov, A.N.Klenitsky, V.G.Krechet

TO THE QUESTION ON INTERPRETATION OF COSMOLOGICAL RED DISPLACEMENT

Is regarded interpretation of cosmological red displacement, proceeding from representations about presence of the greatest possible distance in the Universe. Two models are discussed. The first model based on ideas of P.K.Rashevsky and realised by V.L.Rvachev, consists of the arithmetic laws are changed at very great values of numbers, including cosmological distances. The second model leans against the metrics of Kottler with positive value of the cosmological constant which causes presence of singularity on the big distances. In the both place cosmological red displacement is, which is proportional to a square of distance.

Keywords: red displacement, cosmological red displacement, the metrics of Kottler, dark energy, cosmological constant, non-standard arithmetic.

Введение

В последнее время одной из центральных проблем современной теории гравитации стало согласование космологических решений уравнений Эйнштейна с наблюдаемыми астрофизическими данными. Для объяснения недавних наблюдений за далекими сверхновыми, интерпретируемых как свидетельство ускоренного расширения Вселенной, была введена гипотетическая темная энергия, недоступная прямым наблюдениям и обладающая экзотическими свойствами. Эта гипотеза позволяет достичь согласия с экспериментом, тем не менее она поднимает целый ряд вопросов. Природа и структура темной энергии совершенно не ясна, и, таким образом, трудности перекладываются из области теории гравитации и космологии в физику микромира.

Сложившееся положение можно расценивать как проявление того, что для данных явлений существующая теория уже не применима и необходим поиск каких-то новых принципов. Не исключено, что при явлениях такого масштаба общая теория относительности уже не работает или не работают постулаты, принятые при построении космологических моделей. Общая теория относительности прекрасно подтверждена в рамках Солнечной системы. Возможность экстраполяции наших современных представлений сколь угодно далеко за пределы изученной части Вселенной может подвергаться сомнению. Известно, что к такому распространению скептически относился В.А. Фок: „Вообще любая физическая теория – пусть это будет даже теория тяготения Эйнштейна – имеет свои пределы применимости, и неограниченно экстраполировать ее нельзя. Рано или поздно становится необходимым введение существенно новых физических понятий, сообразных свойствам изучаемых объектов и применяемым средствам их познания, а тогда выявляются и пределы применимости теории, причем возникают новые гносеологические вопросы" [1. С. 200]. Тем не менее, на пути научного познания мы должны распространять теорию настолько далеко, насколько это возможно, чтобы узнать, до каких пределов эта экстраполяция правомерна. При этом рано или поздно любая физическая теория сталкивается с границами своей применимости. Может оказаться так, что феномен темной энергии свидетельствует как раз о том, что мы подошли к такой границе.

В данной работе рассматривается интерпретация космологического красного смещения на основе представлений о том, что в связи с конечностью размеров Вселенной расстояния на космологическом масштабе не подчиняются обычным закономерностям. Еще П.К. Рашевский предполагал, что, возможно, наши арифметические представления нуждаются в изменении применительно к космологическим расстояниям. В.Л. Рвачев ввел числовое поле с максимально возможным значением, по аналогии с тем, как в специальной теории относительности имеется максимально возможная скорость – скорость света. Если применить эти представления к расстояниям, считая, что имеется максимально возможное расстояние во Вселенной, то можно получить эффект красного смещения.

В связи с изложенной гипотезой далее обсуждается другая версия, использующая для этих же целей метрику Коттлера, – сферически симметричное решение уравнений Эйнштейна в пустоте с отличной от нуля космологической постоянной Λ . При этом метрика рассматривается не как космологическая модель в рамках общепринятых представлений, а интерпретируется лишь как некоторая модель, описывающая явления на космологических масштабах. В метрике Коттлера существует предельное расстояние $\sqrt{3/\Lambda}$, обуславливающее космологическое красное смещение.

Красное смещение в стандартной космологии

В стандартной космологии красное смещение z связывается с расширением Вселенной. При $z \ll 1$ оно подчиняется закону Хаббла $z = H_0 r$, где H_0 - современное значение параметра Хаббла. При достаточно больших красных смещениях зависимость от расстояния перестает носить линейный характер.

Общепринятая космологическая модель, Λ CDM-модель [2], основывается на метри-

ке Фридмана

$$ds^2 = c^2 dt^2 - a^2(t) [d\chi^2 + b^2(\chi)(d\theta^2 + \sin^2 \theta d\varphi^2)], \quad (1)$$

где $a(t)$ – масштабный фактор, определяющий эволюцию Вселенной во времени. $b(\chi) = \sin \chi$ для пространства постоянной положительной кривизны, $b(\chi) = \chi$ для плоской Вселенной, $b(\chi) = \text{sh } \chi$ для пространства постоянной отрицательной кривизны.

Красное смещение определяется выражением

$$z = \frac{a_0}{a(t)} - 1, \quad (2)$$

где a_0 – значение масштабного фактора в настоящее время. Для нахождения связи красного смещения с расстоянием нужно записать нулевую компоненту уравнений Эйнштейна для метрики (1), которая представляется в виде

$$\left(\frac{\dot{a}}{a}\right)^2 = H_0^2 [\Omega_M(1+z)^3 + \Omega_{rad}(1+z)^4 + \Omega_\Lambda + \Omega_{curv}(1+z)^2]. \quad (3)$$

Здесь Ω_M – отнесенный к критической плотности Вселенной $\rho_c = \frac{3H_0^2}{8\pi G}$ вклад в суммарную плотность в современную эпоху нерелятивистского вещества (барионного вещества и темной материи), Ω_{rad} – вклад релятивистского вещества, Ω_Λ – вклад темной энергии, Ω_{curv} – вклад кривизны пространства.

Свет распространяется по изотропным геодезическим, для которых $ds = 0$. Исходя из этого, находится координатное расстояние между источником и приемником света

$$\chi = \int \frac{cdt}{a(t)} = \int \frac{cdz}{a_0(\dot{a}/a)}. \quad (4)$$

Подставляя сюда уравнение (3) и пренебрегая чрезвычайно малым вкладом релятивистского вещества, получаем связь координатного расстояния с красным смещением

$$\chi(z) = \int_0^z \frac{cdz}{a_0 H_0 \sqrt{\Omega_M(1+z)^3 + \Omega_\Lambda + \Omega_{curv}(1+z)^2}}. \quad (5)$$

Видимая яркость источника света равна энергии, поступающей от него в единицу времени на единицу площади. Каждый фотон при распространении от источника до приемника краснеет, и его энергия уменьшается в $(1+z)$ раз. Кроме того, при подсчете числа фотонов, проходящих через заданную площадку в единицу времени, следует учесть, что временные интервалы в расширяющемся мире различаются для источника и приемника также в $(1+z)$ раз. Поэтому видимая яркость равна

$$F = \frac{L}{(1+z)^2 S}, \quad (6)$$

где L – абсолютная светимость источника (энергия, излучаемая в единицу времени). В метрике (1) площадь сферы, через которую сегодня пролетают фотоны, равна $S = 4\pi a_0^2 b^2(\chi(z))$.

По яркости определяется фотометрическое расстояние $d_L = \sqrt{L/(4\pi F)}$. Из зависимости фотометрического расстояния от красного смещения можно оценивать космологические параметры. Исходя из недавних измерений параметров сверхновых типа Ia

[3, 4], делается вывод о необходимости привлечения темной энергии, так как модели без нее не удовлетворяют экспериментальным данным.

Следует отметить, что в связи с интерпретацией красного смещения на основе модели Фридмана существует так называемый парадокс Хаббла-Сэндиджа. Метрика Фридмана описывает однородное и изотропное распределение вещества, а для Вселенной такое приближение становится верным, начиная с расстояний порядка 200 Мпк. В то же время закон Хаббла выполняется и на значительно меньших расстояниях. Этот факт не находит объяснения в рамках космологической модели. В работах [5, 6] было предложено связывать это с тем, что на всех масштабах расстояний разбеганием галактик управляет темная энергия.

Альтернативная гипотеза о природе космологического красного смещения

Рассмотрим альтернативный вариант объяснения космологического красного смещения, обусловленный наличием максимально возможного расстояния во Вселенной. Он основан на гипотезе П.К. Рашевского о том, что арифметика при больших значениях чисел может отличаться от той, с которой мы имеем дело в повседневном опыте. В своей статье „О догмате натурального ряда“ [7] он писал: „В современных космологических теориях само собой подразумевается, что сколь угодно большие космические протяженности должны описываться на основе существующих математических представлений о натуральном ряде и числовой прямой. Но так ли это очевидно?... Не следует ли ожидать, что в области очень больших протяженностей нас еще ждут сюрпризы, подобно встретившимся в области протяженностей очень малых (но, конечно, сюрпризы совсем другого стиля). И не исключено, что описание ситуации потребует существенно иных конструкций в самом математическом фундаменте, то есть в наших представлениях об очень больших числах“ [7. С. 244].

Отталкиваясь от идей, высказанных П.К. Рашевским, В.Л. Рвачев в своих работах [8, 9, 10] попытался развить математический формализм, в основу которого положено представление о наличии максимально возможного числа. Обращая внимание на то, что все члены натурального ряда получаются с помощью операции сложения, предлагаем заменить обычную операцию сложения ее новым аналогом. В связи с этим следует сказать, что в физике уже есть нечто подобное – в специальной теории относительности скорость света является максимально возможной, а сложение скоростей производится по хорошо известному закону. Предлагается взять закон такого вида в качестве нового закона сложения:

$$x \overset{\circ}{+} y = \frac{x + y}{1 + \alpha^2 xy}, \quad (7)$$

где $\alpha^{-1} = R$ – максимально возможное число, а $\overset{\circ}{+}$ – символ новой (Рвачев назвал ее релятивистской) операции сложения. Также были введены релятивистские операции вычитания, умножения и деления, обладающие теми же свойствами, что и обычные арифметические операции. Различие состоит в том, что применение этих операций для чисел из интервала $(-R, R)$ не выводит за пределы этого интервала.

Введенные операции определяют на множестве $(-R, R)$ поле $\overset{\circ}{\mathbb{P}}$, гомоморфное полю действительных чисел $\mathfrak{R} = (-\infty, +\infty)$. Отображение поля действительных чисел на поле $\overset{\circ}{\mathbb{P}}$ осуществляется по формуле

$$\nu(x) = M \left(\exp \frac{x}{\gamma} \right). \quad (8)$$

Функция, осуществляющая обратное отображение поля $\overset{\circ}{\mathbb{P}}$ на поле действительных чисел, определяется выражением

$$\tau(x) = \gamma \ln N(x). \quad (9)$$

Здесь введены обозначения $\gamma = \ln^{-1} \left| \frac{1+\alpha}{1-\alpha} \right|$, M и N – взаимнообратные функции

$$M(x) = \frac{1}{\alpha} \frac{x-1}{x+1}, \quad N(x) = \frac{1+\alpha x}{1-\alpha x}. \quad (10)$$

Можно применить введенные Рвачевым представления для построения сферически-симметричной статической модели Вселенной с максимально возможным расстоянием R_0 [11]. Ее можно представить как сферу радиуса R_0 вокруг точки наблюдения. При удалении от центра метрика „сжимается“ (см. рис.). Она может быть получена отоб-

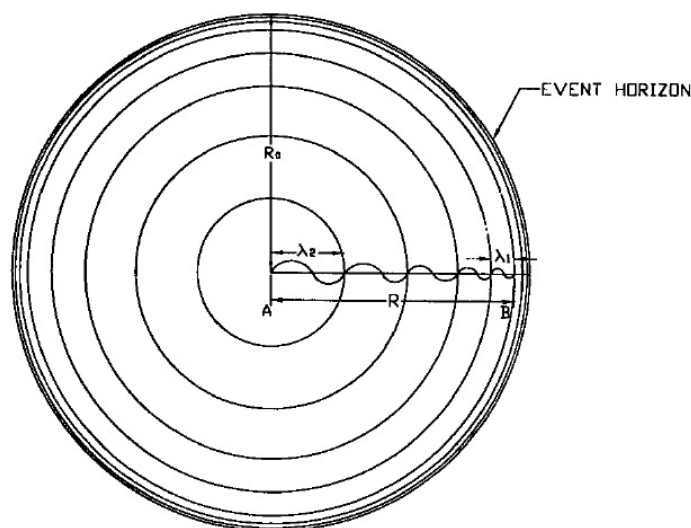


Рис 1. Сферически-симметричная Вселенная с максимальным расстоянием. Свет, испущенный в точке B , будет выглядеть в точке наблюдения A смещенным в красную сторону.

ражением всех точек бесконечной сферы на сферу радиуса R_0 с помощью функции (8). В поле $\overset{\circ}{\mathbb{P}}$ расстояние от точек, в которых $R = R_0$, до любой другой точки равно R_0 , т.е. точки границы равноудалены от всех остальных точек Вселенной. Поэтому из любой точки Вселенная будет выглядеть как сфера радиуса R_0 со сжатой метрикой, что находится в соответствии с космологическим принципом – утверждением о том, что Вселенная выглядит одинаково из любого произвольного места. Поверхность $R = R_0$ является горизонтом событий.

При движении светового сигнала из точки B в точку A будет иметь место красное смещение в связи с тем, что „метрика“, а вместе с ней и световая волна, „разжимается“ вокруг точки A , то есть меняются интервалы расстояний.

Произведем оценку этого эффекта. Пусть в точке B на большом расстоянии R от точки наблюдения A длина волны фотона $\lambda = \Delta R$. Если ΔR – интервал в поле Рвачева, то в поле действительных чисел он кажется равным $\tau(R + \Delta R) - \tau(R)$, следовательно, в точке A длина волны окажется равной $\lambda_2 = \tau(R + \Delta R) - \tau(R)$, тогда как длина волны испущенного фотона была равна $\lambda_1 = \Delta R$. Исходя из этого, получаем отношение длин волн

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{\tau(R + \Delta R) - \tau(R)}{\Delta R}. \quad (11)$$

Поскольку ΔR очень мало по сравнению с расстоянием R , то это выражение представляет собой производную $\tau'(R)$. Таким образом, красное смещение находится в виде

$$z = \tau'(R) - 1 = \frac{1}{1 - R^2/R_0^2} - 1 \approx \frac{R^2}{R_0^2}, \quad (12)$$

то есть в основном приближении оно оказывается пропорциональным квадрату расстояния.

Красное смещение в метрике Коттлера

В качестве другой возможной модели объяснения космологического красного смещения рассмотрим метрику Коттлера, выбранную в связи с наличием в ней предельного расстояния при $\Lambda > 0$. Напомним, что в стандартной космологической модели также используется положительный Λ -член, но там он трактуется как некая экзотическая форма материи, вакуумная энергия. Здесь же Λ связано с наличием в метрике максимального расстояния.

Метрика Коттлера – это сферически-симметричное решение уравнений Эйнштейна в пустоте с отличной от нуля космологической постоянной [12]:

$$ds^2 = \left(1 - \frac{2GM}{c^2 r} - \frac{\Lambda r^2}{3}\right) (dx^0)^2 - \frac{dr^2}{\left(1 - \frac{2GM}{c^2 r} - \frac{\Lambda r^2}{3}\right)} - r^2(d\theta^2 + \sin^2 \theta d\varphi^2). \quad (13)$$

Для нахождения ее особенностей, в которых g_{00} обращается в нуль, а g_{11} в бесконечность, нужно решить кубическое уравнение $1 - \frac{2GM}{c^2 r} - \frac{\Lambda r^2}{3} = 0$. Это уравнение имеет два положительных действительных корня. Первый из них мал $r \approx r_g = \frac{2GM}{c^2}$, а второй очень велик $r \approx \sqrt{3/\Lambda}$. Наличие большой особенности можно трактовать таким образом, что имеется предел возможных расстояний, которые не могут превышать величину $r_{max} = \sqrt{3/\Lambda}$, а при r , сравнимых с r_{max} , величина Λr^2 становится значимой и появляются отклонения от плоского пространства. Это приводит к тому, что свет, приходящий от далеких объектов, будет испытывать красное смещение.

Согласно принципам ОТО, частоты в двух разных точках пространства в метрике Коттлера относятся как

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \sqrt{\frac{g_{00}(x_2^\mu)}{g_{00}(x_1^\mu)}} = \sqrt{\frac{1 - \frac{2GM}{c^2 r} - \frac{\Lambda r_2^2}{3}}{1 - \frac{2GM}{c^2 r} - \frac{\Lambda r_1^2}{3}}}, \quad (14)$$

поэтому свет, приходящий из точки 1 с меньшим значением g_{00} (т.е. большим гравитационным потенциалом) в точку 2 с большим значением g_{00} , испытывает красное смещение

$$z = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} - 1 = \sqrt{\frac{1 - \frac{r_g}{r_2} - \frac{\Lambda r_2^2}{3}}{1 - \frac{r_g}{r_1} - \frac{\Lambda r_1^2}{3}}} - 1. \quad (15)$$

Если считать, что наблюдатель находится на расстоянии $r_g \ll r_2 \ll \sqrt{3/\Lambda}$ от центра, а свет движется к нему с большого расстояния $r_1 = r \gg r_2$, то можно пренебречь членами, содержащими r_g и r_2 . В таком случае красное смещение определяется выражением

$$z = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{\Lambda r^2}{3}}} - 1 \approx \frac{\Lambda r^2}{6}, \quad (16)$$

то есть при $r \ll \sqrt{3/\Lambda}$ оно пропорционально квадрату расстояния, что совпадает с результатом, полученным в рамках модели Рвачева.

В связи с этим отметим: в работах В.С. Троицкого [13, 14] делается вывод, что экспериментальные данные лучше соответствуют квадратичной, а не линейной зависимости красного смещения от расстояния. В его работах подвергается критике метод измерения расстояний, основанный на стандартных свечах. Светимости галактик являются случайными величинами, и при определенном значении z звездные величины m распределены по нормальному закону. При этом галактики, выбираемые в качестве стандартных свеч, расположены на крыле гауссова распределения, являясь, таким образом, экзотическими галактиками. Согласно Троицкому, более обоснованным методом исследования является регрессионный анализ зависимости видимой яркости от красного смещения для статистически значимого ансамбля галактик. На основе регрессионной зависимости $m(z)$ для 4000 квазаров и 9000 галактик Троицким была получена связь расстояния с красным смещением в виде $R(z) = R_0 z^{0.55}$, где $R_0 = (830 \pm 200)$ Мпк – расстояние до галактик, имеющих $z = 1$.

Яркость далеких объектов в метрике Коттлера

Рассмотрим в метрике Коттлера связь наблюдаемой яркости астрофизических объектов с расстоянием и красным смещением. Уравнения изотропных геодезических в общем случае записываются в виде

$$\frac{d^2 x^\mu}{d\lambda^2} + \Gamma_{\nu\alpha}^\mu \frac{dx^\nu}{d\lambda} \frac{dx^\alpha}{d\lambda} = 0, \quad (17)$$

где λ – параметр вдоль геодезической.

Пусть движение света происходит в экваториальной плоскости $\theta = \pi/2$, тогда уравнения для временной координаты и угла φ выглядят следующим образом:

$$\frac{dx^0}{d\lambda} = \frac{E}{1 - \frac{r_g}{r} - \frac{\Lambda r^2}{3}}, \quad (18)$$

$$\frac{d\varphi}{d\lambda} = \frac{\sigma}{r^2}, \quad (19)$$

где E и σ – два интеграла движения.

Радиальное уравнение находится из условия изотропности волнового вектора

$$g_{\mu\nu}k^\mu k^\nu = g_{\mu\nu} \frac{dx^\mu}{d\lambda} \frac{dx^\nu}{d\lambda} = 0. \quad (20)$$

Подставляя сюда (18) и (19), получаем уравнение

$$\left(\frac{dr}{d\lambda}\right)^2 = E^2 - \frac{\sigma^2}{r^2} \left(1 - \frac{r_g}{r} - \frac{\Lambda r^2}{3}\right). \quad (21)$$

Переходя, во-первых, от дифференцирования по λ к дифференцированию по φ , а во-вторых, к новой переменной $u = 1/r$, получим аналог первой формулы Бине ньютоновой механики

$$\left(\frac{du}{d\varphi}\right)^2 = \frac{E^2}{\sigma^2} + \frac{\Lambda}{3} - u^2 + r_g u^3. \quad (22)$$

Продифференцировав это выражение по φ , приходим к аналогу второй формулы Бине

$$\frac{d^2u}{d\varphi^2} + u = \frac{3}{2}r_g u^2. \quad (23)$$

Если рассматривать распространение света на космологическом масштабе расстояний и пренебречь членом, связанным с гравитационным радиусом, то получается уравнение $\frac{d^2u}{d\varphi^2} + u = 0$. Его решением является прямая линия $u = C \cos(\varphi + \varphi_0)$. Подставляя теперь это решение в первую формулу Бине (22), находим, что $C^2 = 1/b^2 + \Lambda/3$. Таким образом, уравнение траектории выглядит следующим образом

$$r = \frac{b}{\sqrt{1 + \Lambda b^2/3} \cos(\varphi + \varphi_0)}. \quad (24)$$

Величина b является прицельным параметром прямой. Как видно, космологическая постоянная оказывает влияние только на его величину, причем это влияние чрезвычайно мало. Лучи света распространяются прямолинейно, как и в плоском пространстве.

Физическое расстояние l в метрике Коттлера выражается в виде

$$l = \int \frac{dr}{\sqrt{1 - \frac{\Lambda r^2}{3}}} = \sqrt{\frac{3}{\Lambda}} \arcsin \left(\sqrt{\frac{\Lambda}{3}} r \right). \quad (25)$$

Связь красного смещения с физическим расстоянием описывается формулой

$$(1 + z)^2 = \frac{1}{1 - \frac{\Lambda r^2}{3}} = \frac{1}{\cos^2 \left(\sqrt{\frac{\Lambda}{3}} l \right)}. \quad (26)$$

Площадь сферы, проведенной через точку нахождения приемника с центром в точке испускания фотонов, равна $S = 4\pi l^2$. Получаем, что видимая яркость (6) определяется выражением

$$F = \frac{L}{4\pi \frac{l^2}{\cos^2 \left(\sqrt{\frac{\Lambda}{3}} l \right)}} = \frac{L}{4\pi \frac{3}{\Lambda} (1 + z)^2 \left(\arcsin \sqrt{1 - (1 + z)^{-2}} \right)^2}. \quad (27)$$

Заключение

Рассмотренные в данной работе модели основаны на довольно естественном допущении о наличии во Вселенной предельно большого значения расстояния. Это допущение созвучно с тем фактом, что, согласно теории относительности, в пространстве скоростей имеется предельно большая скорость света c . В работах ряда авторов высказывалась гипотеза о наличии симметрии между координатным пространством и пространством скоростей.

Отдавая себе отчет в пока гипотетическом характере подобных утверждений, считаем необходимым обратить внимание на то, что эта гипотеза влечет за собой возможность объяснения наблюдаемого космологического красного смещения, отличного от основанной на расширении Вселенной стандартной интерпретации. Примечательно, что в двух рассмотренных здесь моделях получается одна и та же квадратичная зависимость красного смещения от расстояния. Подобный подход имеет также далеко идущие следствия в мировоззренческом аспекте. Если он адекватно отражает реальность, то тогда можно отказаться от общепринятых представлений о Большом взрыве и начале Вселенной, всегда вызывавших множество дополнительных вопросов.

Следует заметить, что рассмотренные здесь модели ставят вопрос о согласовании общепринятых представлений о пропорциональности красного смещения расстоянию с полученной здесь квадратичной зависимостью. Этот вопрос может быть решен лишь совместно с анализом фотометрических параметров источников света. В связи с этим интересны статьи В.С. Троицкого, утверждающего, что экспериментальные данные лучше соответствуют зависимости, соответствующей выводам данной работы.

Библиографический список

1. Фок, В.А. Квантовая физика и философские проблемы [Текст] // Ленин и современное естествознание. – М.: Мысль. – 1969.
2. Горбунов, Д.С., Рубаков, В.А. Введение в теорию ранней Вселенной: Теория горячего Большого взрыва [Текст]. – М.: Изд-во ЛКИ/URSS, 2008.
3. Perlmutter S., et al. Measurements of Omega and Lambda from 42 high-redshift supernovae // *Astrophys. J.*, 1999, Vol. 517, P. 565-586.
4. Riess A.G., et al. Observational evidence from supernovae for an accelerating universe and a cosmological constant // *Astron. J.*, 1998, 116, 1009-1038.
5. Чернин, А.Д. Космический вакуум [Текст] // УФН. – 2001. – Т. 171. – №. 11. – С. 1153-1175.
6. Чернин, А.Д. Темная энергия и всемирное антигравитационное отталкивание [Текст] // УФН. – 2008. – Т. 178. – №. 3. – С. 267-300.
7. Рашевский, П.К. О догмате натурального ряда [Текст] // Усп. мат. наук. – 1973. – Т. XXVIII. – Вып. 4 (172). – С. 243-246.
8. Рвачев, В.Л. Релятивистский взгляд на развитие конструктивных средств математики [Текст] // Препринт АН Украины. – Ин-т проблем машиностроения. – №. 356. – Харьков, 1992.

9. Рвачев, В.Л. Неподвижные объекты дальнего космоса имеют красное смещение своих спектров [Текст] // Препринт АН Украины. – Ин-т проблем машиностроения. – № 377. – Харьков, 1994.
10. Рвачев, В.Л. От специальной теории относительности к математике без аксиомы Архимеда и обратно [Текст] // Радиотехника. – 1995. – № 2. – С. 58-70 (Электромагнитные волны № 1); Радиотехника. – 1995. – № 6. – С. 39-48 (Электромагнитные волны № 2).
11. Rvachev V.L., Avinash K. Non-archimedean algebra: applications to cosmology and gravitation // Foundations of Physics, 2000, Vol. 30, P. 139-152.
12. Владимиров, Ю.С. Геометрофизика [Текст]. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005.
13. Троицкий, В.С. Экспериментальная проверка релятивистской космологии указывает на гравитационную природу красного смещения [Текст] // Гравитация, 1995. – Т. 1. – Вып. 1. – С. 71-82.
14. Троицкий, В.С. Экспериментальные свидетельства против космологии Большого Взрыва [Текст] // УФН, 1995. –Т. 165. – N. 6. – С. 703-707.

УДК 531.5

П.Г. Штерн, А.Н. Калабина

ПРИНЦИП ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО И МАГНИТНОГО ПОЛЕЙ

На основе СТО (специальной теории относительности) все основные эмпирические результаты по электромагнетизму получены теоретически. Показано, что закон Фарадея базируется на фундаментальном физическом принципе о единстве пространства - времени. Получена математическая формулировка закона магнитоэлектрической индукции. Предложена система уравнений Максвелла, учитывающая относительное движение электромагнитных полей.

Ключевые слова: магнитное поле, электрическое поле, элементарный заряд, э.д.с. индукции, закон Фарадея, сила Лоренца, магнитоэлектрическая индукция

P.G.Shtern, A.N.Kalabina

PRINCIPLE OF MOVEMENT RELATIVITY OF ELECTRIC AND MAGNETIC FIELDS

On a basis STR (the special theory of relativity) all basic empirical results on electromagnetism are received theoretically. It is shown that the law of Faraday is based on a fundamental physical principle about unity of space - time. The mathematical formulation of the law of a magnetoelectric induction is received. The system of the equations of Maxwell considering relative movement of the electromagnetic fields.

Keywords: a magnetic field, electric field, elementary charge, electromotive force of induction, the law of Faraday, Lorentz's force, magnetoelectric induction.