

О фундаментальной связи постоянных Планка и Хаббла

НИКИТИН А. П.

Россия, Москва, E-mail: anikitinaaa@mail.ru

Аннотация

В этой статье утверждается, что существует фундаментальная связь между основной константой квантовой теории — постоянной Планка h и основной константой астрофизики — постоянной Хаббла H , что констатирует материально-энергетическое единство нашего мира и в теории.

Ключевые слова: постоянная Планка, постоянная Хаббла, планковские величины, плотность энергии Вселенной, фундаментальная связь постоянных Планка и Хаббла.

Abstract

In this article it is stated that there is a fundamental connection between the basic constant of the quantum theory - the Planck constant h and the basic constant of astrophysics - the Hubble constant H , which states the material-energy unity of our world in theory.

Keywords: Plancks constant, Hubbles constant, Planck values, the energy density of the Universe, fundamental connection of Plancks and Hubbles constants.

*«Поиск сущности я считаю занятием суетным и невозможным,
...если тщетно искать субстанцию..., это ещё не значит, что нами не могут
быть исследованы их характеристики...»*

Галилео Галилей

«Величайшее находится в мельчайшем»

Лао Цзы

*«...все вещи неразрывно связаны между собою и что сами мы со всеми нашими
мыслями составляем лишь часть природы»*

Эрнст Мах

Содержание

1. Постоянная Планка.
2. Постоянная Хаббла.
3. Эйнштейн о космологической проблеме ОТО и космологической структуре пространства.
4. Мощность движения и плотность энергии Космоса.
5. Планковские величины.
6. Фундаментальная связь постоянных Планка и Хаббла.
7. Заключение.

Список литературы.

1. Постоянная Планка

«...квант действия играет в физике фундаментальную роль»

М. Планк

Известно, что постоянная Планка (Planck constant), равная $h=6,626070040 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$ (CODATA- 2014), является основной константой квантовой теории, описывающей физику микромира, связывая величину кванта энергии с его частотой.

14 декабря 1900 года Макс Планк на заседании Немецкого физического общества и в статье «К теории распределения энергии излучения в нормальном спектре» предложил формулу для спектральной плотности мощности излучения абсолютно черного тела с постоянной h , которая хорошо согласовывалась с экспериментальными данными. С этой идеи Планка, которая состояла в том, что любая энергия поглощается или испускается только дискретными порциями-квантами, началось развитие квантовой теории.

В своей «Научной автобиографии» Макс Планк писал:

«... квант действия играет фундаментальную роль в атомной физике, и с его появлением в физической науке наступила новая эпоха, ибо в нем заложено нечто, до того времени неслыханное, что призвано радикально преобразить наше физическое мышление, построенное на понятии непрерывности всех причинных связей...» [3, с. 650-666] Макс Планк: Избранные труды. Термодинамика. Теория излучения и квантовая теория. Теория относительности. Статьи и речи.— М.: Наука, 1975 (с. 650 – 666) Перевод В.С. Кудрявцева]

В 1933 году Эйнштейн писал: «Подлинная цель моих исследований всегда состояла в том, чтобы добиться упрощения теоретической физики и её объединения в целостную систему. Я сумел удовлетворительно осуществить эту цель для макромира, но не для квантов и структуры атомов. Думаю, что, несмотря на значительные успехи, современная квантовая теория всё ещё далека от удовлетворительного решения последней группы проблем» [7]

А. Эйнштейн в 1947 году в письме Максу Борну: «Конечно, я понимаю, что принципиально статистическая точка зрения ...содержит значительную долю истины. Однако я не могу в неё серьёзно верить, потому что эта теория несовместима с основным положением, что физика должна представлять действительность в пространстве и во времени без мистических дальнедействий. В чём я твёрдо убеждён, так это в том, что в конце концов останутся на теории, в которой закономерно связанными вещами будут не вероятности, но факты» [8]

Поль Дирак: «Я не исключаю, что в конце концов может оказаться правильной точка зрения Эйнштейна, потому что современный этап развития квантовой теории нельзя рассматривать как окончательный. Современная квантовая механика — величайшее достижение, но вряд ли она будет существовать вечно. Мне кажется весьма вероятным, что когда-нибудь в будущем появится улучшенная квантовая механика, в которой мы вернемся к причинности, и которая оправдает точку зрения Эйнштейна. Но такой возврат к причинности может стать возможен лишь ценой отказа от какой-нибудь другой фундаментальной идеи, которую сейчас мы безоговорочно принимаем» [9,10]

Основные теории квантовой физики — квантовая механика и квантовая теория поля — были созданы великими учеными (Н. Бор, Э. Шрёдингер, В. Гейзенберг) в первой половине 20-го века. В соответствии с современной научной парадигмой фундаментальные физические теории должны быть квантовыми, но до сих пор не удается построить квантовое описание гравитационного взаимодействия и объединить таким образом его с тремя другими фундаментальными взаимодействиями. Квантовая гравитация пытается связать квантовую механику (КМ) и общую теорию относительности

(ОТО), что требует квантования геометрии самого пространства-времени с невозможностью экспериментальной проверки и полной потерей физического смысла.

М.П. Бронштейн в 1930 году написал: «Будущая физика не удержит того странного и неудовлетворительного деления, которое сделало квантовую теорию «микрофизикой» и подчинило ей атомные явления, а релятивистскую теорию тяготения - «макрофизикой», управляемыми не отдельными атомами, а лишь макроскопическими телами. Физика не будет делиться на микроскопическую и космическую: она должна стать и станет единой и нераздельной»

2. Постоянная Хаббла

«Красное смещение «представляет собой пока ещё непознанные принципы мироздания»
Эдвин Хаббл

Известно, что в классической астрофизике постоянная Хаббла — это коэффициент H , входящий в закон Хаббла, который связывает расстояние до космического объекта r с его скоростью v его удаления:

$$v = H r,$$

определяя таким образом современную физику в космологическом масштабе. Значение постоянной Хаббла H в современную эпоху*, имеющей размерность обратной времени, согласно последних наблюдений WMAP1, в системе размерностей SI (MLT), применяемой в современной физике, равна $H = 2,2816878 \cdot 10^{-18} \text{ s}^{-1}$ (70,4109 (km/s) Мpc) [4,5], и соответственно «хаббловское» время расширения Вселенной $T = 1/H = 0,438272 \cdot 10^{18} \text{ s}$.

Наблюдение Эдвина Хаббла было первым наглядным подтверждением теории Большого Взрыва, предложенной Жоржем Леметром в 1927 году, и которое согласуется с моделью Александра Фридмана, построенной на основе ОТО. В 1931 году, Хаббл написал де Ситтеру по поводу теоретической интерпретации соотношения «красное смещение — расстояние»: *«Мы используем выражение ‘видимые’ скорости, чтобы подчеркнуть эмпирический характер их связи»*. Ученик Хаббла Аллан Сэндидж вспоминал: *«Хаббл...продерживался...позиции, приветствуя...модель, где не существует реального расширения, а следовательно что красное смещение «представляет собой пока ещё непознанные принципы мироздания»*.

Современная астрофизика интерпретирует закон Хаббла однозначно как проявление расширения космического пространства Вселенной согласно ОТО.

*Постоянная Хаббла по миссии WMAP равна $H_{WMAP} = 71,00$ (km/s) Мpc $= 2,3007 \cdot 10^{-18} \text{ s}^{-1}$, $T_H = 13,75$ млрд. лет $= 0,43392 \cdot 10^{18} \text{ s}$, а по последним сведениям миссии «Planck» [6] - постоянная Хаббла $H_{Planck} = 67,80$ (km/s) Мpc $= 2,197 \cdot 10^{-18} \text{ s}^{-1}$, $T_H = 13,82$ млрд. лет $= 0,436126 \cdot 10^{18} \text{ s}$, на 4.06.2016 г. есть сообщение, что $H_{WMAP} = 73,23$ (km/s) Мpc.

3. Эйнштейн о космологической проблеме ОТО и космологической структуре пространства

Статья А. Эйнштейна «К космологической проблеме общей теории относительности» (104, 1931) [1, с.349]:

«Под космологической проблемой понимается задача о свойствах пространства и о распределении вещества в больших масштабах, причем вещество звезд и звездных систем для простоты заменяется непрерывно распределенным веществом. ...по этому вопросу появились ...исследования Хэббла о доплеровском смещении и распределении внегалактических туманностей, открывающие новые пути для теории» [1, с.349]

«В своем первоначальном исследовании я исходил из следующих предположений.

1. Все части Вселенной равноценны, в частности, локальная средняя плотность звездного вещества должна быть также всюду одинаковой.

2. Пространственная структура и плотность вещества должны быть постоянными во времени.

В то время я показал, что эти два предположения можно совместить с отличной от нуля средней плотностью ρ , если ввести в уравнения поля общей теории относительности так называемый космологический член, так что эти уравнения принимают вид

$$\left(R_{ik} - \frac{1}{2}g_{ik}R\right) + \lambda g_{ik} = -kT_{ik}. \quad (1)$$

Этим уравнениям удовлетворяет пространственно сферический статический мир с радиусом $P = \sqrt{\frac{2}{\lambda\rho}}$, где ρ — средняя плотность вещества (в отсутствие давления).

$$\left(R_{ik} - \frac{1}{2}g_{ik}R\right) + \lambda g_{ik} = -kT_{ik}. \quad (1)$$

Этим уравнениям удовлетворяет пространственно сферический статический мир с радиусом $P = \sqrt{\frac{2}{\lambda\rho}}$, где ρ — средняя плотность вещества (в отсутствие давления).

«Но после того как из результатов Хэббла стало ясно, что внегалактические туманности распределены в пространстве равномерно и что они разбегаются (по крайней мере, если их систематические красные смещения объяснять эффектом Доплера), предположение (2) о статической природе пространства уже не оправдываются и возникает вопрос, может ли объяснить эти результаты общая теория относительности.

Различными исследователями предпринимались попытки связать новые факты со сферическим пространством, радиус которого P зависит от времени. Первым, причем независимо от наблюдаемых фактов, вступил на этот путь А.Фридман¹. В последующих рассуждениях я использую результаты его вычислений.» [1, с.349-350]

¹ Z. Phys., 1922, 10, 377. [Работы Фридмана опубликованы повторно в УФН, 1963, 80, 447, 453.— Прим. ред.]

«...я не считаю больше возможным приписывать физический смысл своему прежнему решению.

При этих обстоятельствах следует задать вопрос, можно ли описать опытные факты; не вводя λ -член, явно неудовлетворительный с теоретической точки зрения. Посмотрим, в какой степени это возможно; при этом мы, как и Фридман, будем пренебрегать влиянием излучения.» [1, с.350]
«...общая теория относительности, по-видимому, естественно (т.е. без λ -члена) согласуется скорее с новыми наблюдениями Хаббла, чем с постулатом о квазистатической природе пространства, отброшенным теперь под влиянием опытных фактов.» [1, с.352]

Примечание редакции:

Эта работа представляет собой полное признание работ Фридмана (уместно вспомнить письма—статьи 68 и 69). В них четко сформулировано отношение Эйнштейна к статической модели и к введению космологического члена в уравнения тяготения. Существование особенности в решении (около 10^{10} лет назад) представляется автору трудностью теории. Современные данные дают для времени особенности большую величину (около 10^{11} лет). Эта оценка, по-видимому, уже не противоречит данным о возрасте галактик.

Альберт Эйнштейн в статье «О космологической структуре пространства», написанной в 1933 году специально для сборника статей, переведенных на французский язык М. Соловиным, [1, с.407], после изучения астрофизических экспериментальных результатов Хаббла в 1929 году, пришел к выводу, что «отличие плотности материи от нуля не должно теоретически связываться с пространственной кривизной, а должно связываться с расширением пространства» [1, с.415]:

«Наиболее простой возможной структурой пространства после эвклидовой структуры должна быть статическая структура (все компоненты $g_{\mu\nu}$ не зависят от t) с постоянной кривизной в «пространственных» сечениях ($t=\text{const}$)» [1, с.410]

«Если же теория приводит нас к динамическим решениям для структуры пространства, то исчезает необходимость введения универсальной константы λ , так как уравнения (1) имеют динамические решения типа (3а), для которых $\lambda=0$.

«В последнее время решение проблемы получило сильный толчок благодаря экспериментальным результатам в астрофизике. Измерения доплеровского смещения (в особенности измерения Хаббла), проведенные для внегалактических туманностей, похожих на Млечный Путь, показали, что эти туманности отдаляются от нас со скоростью тем большей, чем больше расстояние до них. Исследования Хаббла кроме всего прочего показали, что эти объекты распределены в пространстве статистически равномерно. Таким образом, предположение теории о равномерной средней плотности материи получает экспериментальное подтверждение. Открытие разбегания внегалактических туманностей оправдывает переход к динамическим решениям для структуры пространства, что ранее должно было казаться лишь следствием неудовлетворительного положения в теории.

Итак, без введения члена с λ можно теоретически объяснить на основе уравнений (1) существование конечной (средней) плотности материи ρ , считая в формуле (3а) P (и ρ) зависящими от времени.» [1, с.413-414]

«Мы можем рассматривать P_0 как космический радиус P в определенный момент t_0 . Единственной переменной во времени величиной остается «коэффициент расширения» $P/P_0 (=A)$ »

«...нельзя согласовать равномерную плотность материи ρ , сделав предположение о кривизне пространства при A , постоянном во времени, т. е. без «расширения» пространства. ...конечная плотность ρ не требует с необходимостью существования кривизны пространства (трехмерного) [1, с.414]

Применение уравнения (7) к настоящему времени дает

$$3h^2 = \kappa \rho^2 (= 8\pi K\rho). \quad (9)$$

Эта формула устанавливает соотношение между константой Хаббла h , полученной на основе эффекта Доплера, и средней плотностью ρ . Численно это уравнение дает для ρ значение порядка 10^{-23} , что хорошо согласуется с оценкой астрономов.

[где K — гравитационная постоянная в обычной (для Эйнштейна) системе единиц] [1, с. 415]

«Из приведенных соображений следует, что при современном состоянии наших знаний отличие плотности материи от нуля не должно теоретически связываться с пространственной кривизной, а должно связываться с расширением пространства» [1, с.415]

В настоящей статье предлагаем пойти дальше А. Эйнштейна и, с учётом новых фундаментальных составляющих «космологической структуры пространства» - «тёмной материи» и «тёмной энергии», определить «при современном состоянии наших знаний» полную энергетическую плотность Вселенной, и, выдвинув гипотезу стока-истока (конвергенции-дивергенции) материи-энергии, найти фундаментальную связь космологической постоянной Хаббла H не только со средней плотностью Вселенной ρ , но и с константой квантовой теории - постоянной Планка h .

4. Мощность движения и плотность энергии Космоса

«Аксиоматическая основа физики должна быть свободно изобретена!»

А. Эйнштейн

Мощность N движения (материально-энергетического тока) абсолютного Космоса, как скорость движения энергии E в единице объёма в единицу времени t , является величиной постоянной и однозначной, т. е. всеобщим физическим абсолютным инвариантом:

$$N = \text{constant} = \frac{dE}{dt} = \text{invariant},$$

а работа, совершаемая Космосом в единицу времени, равна:

$$N \cdot t_P = \frac{dE}{dt} \cdot t_P = h = \text{constant} - \text{квант энергии}$$

Единственный, известный нам, глобальный наблюдаемый фундаментальный фактор движения Космоса во времени T и 3-х мерном пространстве — это *постоянная Хаббла* $H=1/T$, которая определяет движение всех производных процессов, как образование и движение барионной материи, рождение и развитие сознания и всех других.

В пространстве-времени, в которых мы описываем наш мир, в системе размерностей LT^* (длина-время), постоянная Хаббла описывает скорость образования барионной материи во Вселенной, или массовый (материальный) ток в единице объёма в единицу времени и имеет размерность $m^3 s^{-3}$ ($m^3 s^{-2} \cdot s^{-1}$), т. е. равна размерности массы $m^3 s^{-2}$, делённой на время s .

Определим плотность барионной материи ρ_{bm} Космоса в единичном сферическом объёме ($1m^3$), как равную производной по времени от куба постоянной Хаббла H^3 (изменение по 3-м направлениям пространства в сферическом объёме) в системе размерностей LT :

$$\rho_{bm} = (H^3)' = \frac{dH^3}{dt} = 3H^2 \quad m^3 s^{-2} \quad \text{в } 1 m^3,$$

в системе размерностей SI

$$\rho_{bmSI} = \frac{3H^2}{4\pi G} \quad \text{kg} \quad \text{в } 1 m^3$$

Согласимся для удобства с принятым уже до нас соглашением, или «конвенцией», как писал А. Пуанкаре, что разность энергетических потенциалов барионной материи составляет c^2 с размерностью $m^2 s^{-2}$ (можно было бы принять $\sim H^2$). Тогда плотности энергии барионной материи и «тёмной материи» в единице объёма за время T в системе размерностей LT составят (в скобках {} приведены последние данные миссии «Planck»**):

1. Плотность энергии барионной материи

$$\rho_{ebm} = 3H^2 c^2 \quad m^5 s^{-4} \quad \text{в } 1 m^3 \quad \Omega = 0,0596831 \quad \{\Omega_b = 0,049\}$$

2. Плотность энергии «тёмной материи» в единичном сферическом объёме в $4\pi/3$ раза больше

$$\rho_{edm} = 4\pi H^2 c^2 \quad \Omega = 0,2500000 \quad \{\Omega_{CDM} = 0,259\}$$

3. плотность «гравитационной» энергии фактической «барионной материи»

$$\rho_{Gbm} = 9H^2 c^2 / 5 \quad \Omega = 0,035809862$$

4. плотность «гравитационной» энергии «тёмной материи»

$$\rho_{Gde} = \frac{16\pi}{5} H^2 c^2 \quad \Omega = 0,62831853 \quad \{\Omega_\Lambda = 0,6911\}$$

5. плотность энергии вращения (spin) барионной материи

$$\rho_{Sbm} = \frac{6}{5} H^2 c^2 \quad \Omega = 0,02387324$$

6. плотность энергии нейтрино, реликтового, «тёмного» (dark radiation) и других излучений примем

$$\rho_{nr} \sim 0,9261\% \text{ от } \rho_{edm} \sim 0,002315268 \sum \rho_e \quad \Omega = 0,002315268$$

* анализ размерностей в LT даёт в этой системе для гравитационной постоянной $G=1/4\pi$ и при $G=6,67384 \cdot 10^{-11} m^3 kg^{-1} s^{-2}$ $1kg=4\pi G=8,386595 \cdot 10^{-10} m^3 s^{-2}$; то есть для того, чтобы перевести размерности из SI в LT надо их умножить на $4\pi G$ $m^3 s^{-2}$; и, соответственно, размерность энергии в LT будет $m^5 s^{-4}$, а мощность имеет размерность $m^5 s^{-5}$.

** Согласно последних результатов (2015г.) космической миссии «Planck» Европейского космического агентства ESA постоянная Хаббла равна $H_0 = 67,74 s^{-1} \text{Mpc}^{-1}$ и соответственно возраст Вселенной $T_0 = 13,799$ млрд. лет, плотности барионной и тёмной материи соответственно $\Omega_b h^2 = 0,02230$ ($\Omega_b = 0,049$), $\Omega_{CDM} h^2 = 0,1188$ ($\Omega_{CDM} = 0,259$), а их относительная сумма — плотность материи $\Omega_m = 0,3089$, плотность «тёмной энергии» $\Omega_\Lambda = 0,6911$ [2]

Суммарная энергетическая плотность Вселенной в ЛТ составит

$$\sum \rho_e = 4\rho_{edm} = 16\pi H^2 c^2 = \frac{16\pi c^2}{T^2} \quad \text{m}^5 \text{s}^{-4} \text{ в } 1 \text{ m}^3 \quad \Omega = 1,000000 \quad \{\Omega = 1,0000\}$$

Энергия Вселенной в объёме 1 m^3 в 1 s , то есть мощность Вселенной τ в системе размерностей ЛТ, равна:

$$\tau = \sum \rho_e T = 16\pi H c^2 = 16\pi c^2 / T = \text{constant} \quad \text{m}^5 \text{s}^{-4} \quad \text{в } 1 \text{ m}^3 \text{ в } 1 \text{ s.}$$

К таким же результатам плотности материи-энергии Вселенной-Космоса можно прийти исходя из соображений стабильности Метагалактики, равенства во Вселенной силы тяготения центростремительной силе, учитывая эквивалентность массы и энергии.

5. Планковские величины

«Все до сих пор используемые системы единиц, в том числе так называемая абсолютная СГС-система, обязаны своим происхождением пока что случайному стечению обстоятельств, поскольку выбор единиц, лежащих в основе каждой системы, сделан не исходя из общей точки зрения, обязательно приемлемой для всех мест и времен, но исключительно исходя из потребностей нашей земной культуры... Мы получаем возможность установить единицы длины, массы, времени и температуры, которые не зависели бы от выбора каких-либо тел или веществ и обязательно сохраняли бы своё значение для всех времён и для всех культур, в том числе и внеземных и нечеловеческих...» (Макс Планк, из доклада, сделанного 18 мая 1899 года на заседании Академии наук в Берлине в связи с планковскими единицами, построенными на основе фундаментальных постоянных G, c, h .) [3, с.232]

По примеру М. Планка, и в нашей парадигме есть возможность установить «планковские» единицы из соображений размерности, сферического стока и истока материи в Космосе с абсолютной величиной энергии $\tau = 16\pi H c^2$ ($\text{m}^5 \text{s}^{-4}$) в 1 m^3 в 1 s , т.е. мощностью, и с соответствующим энергетическим потенциалом c^2 ($\text{m}^2 \text{s}^{-2}$). Действительно, в системе размерностей ЛТ, (если принять в качестве фундаментальных физических постоянных h, H, c , при мощности материально-энергетического тока в Космосе $\tau = 16\pi H c^2$), планковские единицы равны:

$$t_p = \frac{\tau}{8\pi^2 c^5} = 2H/\pi c^3 \quad \text{s}$$

$$l_p = \frac{\tau}{8\pi^2 c^4} = 2H/\pi c^2 \quad \text{m}$$

$$m_p = \frac{\tau}{2\pi c^2} = 8H \quad \text{m}^3 \text{s}^{-2}$$

$$E_p = m_p c^2 = \frac{\tau}{2\pi} = 8H c^2 \quad \text{m}^5 \text{s}^{-4}$$

$$N = E_p / t_p = 4\pi c^5 \quad \text{m}^5 \text{s}^{-5} = \text{constant} \quad \text{- мощность энергии Космоса.}$$

где $c = 2,99792458 \text{ m}^1 \text{s}^{-1}$ – скорость света

6. Фундаментальная связь постоянных Планка и Хаббла

При определённых выше энергетической плотности Вселенной и соответствующем энергетическом потенциале, сферическом стоке материи и евклидовой геометрии Космоса за время Планка t_p однозначно и необходимо образуется квант материи-энергии:

$$h_{LT} = \tau t_p = 32H^2/c \quad \text{m}^5 \text{s}^{-3} = \text{постоянная Планка в LT!}$$

В «нашей» системе размерностей MLT постоянная Планка h равна (например, из равенства значения времени и длины Планка для рассматриваемых систем размерностей):

$$h = 8H^2/G\pi c,$$

(а приведённая постоянная Планка $\hbar = h/2\pi = 4H^2/G\pi^2 c$)

Физический смысл постоянной Планка — энергия, генерируемая в Космосе, в единице объёма 1 m^3 в единицу времени Планка t_p , то есть абсолютная мощность энергии Космоса в планковской системе единиц.

С энергетической точки зрения соотношения неопределённостей Гейзенберга для координаты и импульса и энергии и времени, выражаемые формулами:

$$\Delta x \Delta p_x \geq \hbar = h/(2\pi) ,$$

$$\Delta E \Delta t \geq \hbar ,$$

являются соотношениями, показывающими, что минимально возможная в природе работа-энергия не может быть менее постоянной Планка, в чём легко убедиться, разделив обе части соотношений на единицу времени.

Соотношение $h_{LT}/h = 4\pi G$, что является переходным коэффициентом между системами размерностей MLT и LT, то есть «появление» в системе MLT массы $1 \text{ kg} = 4\pi G$.

7. Заключение

На сегодняшний день считается, что «тёмная материя» и «тёмная энергия» находятся вне реального материального мира и соответственно вне ортодоксальной физической науки. Стандартная модель объясняет наш мир только в пределах барионной материи. Но наши исследования, изложенные в этой статье, говорят о необходимости «легализации» тёмной материи и тёмной энергии и соответствующего расширения физики за пределы Стандартной модели, ибо только так можно объяснить и объединить движение материи в микромире и макромире, описывая его как движение энергии, - как детерминированный энергетический процесс, определяемый энергетическими характеристиками единого Космоса. [11]

Выявленная этой статье фундаментальная связь между основной константой квантовой теории — постоянной Планка h и основной константой астрофизики — постоянной Хаббла H , определяет динамическое материально-энергетическое единство нашего мира и в объединяющей теории.

«Из приведенных соображений следует, что при современном состоянии наших знаний отличие плотности материи от нуля не должно теоретически связываться с пространственной кривизной¹», не «с расширением пространства¹», а должно связываться с материально-энергетической динамикой структуры пространства-времени.

Список литературы

1. Эйнштейн А *СНТ* т.2 М.: Наука
2. Верхованов О В *Космологические результаты космической миссии «Планк». Сравнение с данными экспериментов WMAP и ВІСЕР2» УФН 186 3 (2016)*
3. Планк М *Избранные труды* М.; Наука (1975)
4. Seven-Year Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP1) Observations: Sky Maps, Systematic Errors, and Basic Results.
5. The Cosmological Parameters // In: J. Beringer et al. (Particle Data Group), *Review of Particle Properties*. Phys. Rev. D86, 010001 (2012)
6. *Planck* 2015 results. XIII. Cosmological parameters. Planck Collaboration
7. Дюкас Э, Хофман Б. *Альберт Эйнштейн как человек= Albert Einstein: the Human Side*.
8. Кузнецов Б Г *Эйнштейн. Жизнь. Смерть. Бессмертие*. - 5-е изд., - М.: Наука, 1980. с. 540-541
9. Поль Дирак *Воспоминания о необычайной эпохе.*— М.: Наука, 1990 ISBN 5-02-014344-8
10. Смилга В П *Десять историй о математиках и физиках*. 14 октября 2009. Арх.11.08.2011 г.
11. Никитин А П [Энергодинамика](#) (2016)