

**О ГРАВИТАЦИИ И РЕЛИКТОВОМ ИЗЛУЧЕНИИ
И ОБ ОТСУТСТВИИ ТЕМНОЙ ЭНЕРГИИ ВО ВСЕЛЕННОЙ
GRAVITY AND CMB RADIATION AS PHYSICAL PHENOMENA
AND THE ABSENCE OF DARK ENERGY IN THE UNIVERSE**

Аннотация: В статье в развитие идеи горячего начала мира обозначены контуры описания расширяющейся от планковского времени с охлаждением Вселенной. Приведены аргументы, что результаты измерений реликтового излучения не подтверждают существование темной энергии.

Abstract: In development of the idea of a hot beginning of the world, the article outlines the outlines of a description of the Universe expanding from Planck time with cooling. Arguments are given that the results of measurements of the cosmic microwave background radiation do not confirm the existence of dark energy.

Ключевые слова: Модели эволюции Вселенной, принцип Маха, гравитационное поле, электромагнитное поле, темная энергия, законы физики, планковские величины.

Keywords: Models of the evolution of the Universe, Mach's principle, gravitational field, electromagnetic field, dark energy, laws of physics, Planck quantities.

Как известно, философская доктрина науки разрабатывается в единстве с проблемой научной рациональности. Само понятие рациональности трактуется как производное от «рацио» (разум), то есть способности человека воспроизводить окружающую реальность (природное и социальное бытие, а также процесс мышления) в виде логически стройных, обоснованных систем взаимосвязанных понятий, суждений, логических операций, законов и т. д. В ходе такого воспроизведения происходит движение мысли от поверхностного, случайного, несущественного к установлению внутренних глубинных взаимозависимостей. Рационально – логическая организация знания выражается в виде различных принципов, правил, математических формул, схем, графиков, диаграмм и т. п., что фиксируется в научной и учебной литературе. Если математический вид знаний допускает любые логически возможные аксиомы, то физическое знание детерминировано имеющейся эмпирической информацией. Если критерием истинности логико – математической теории считается логическая доказанность, то истинность физической теории в конечном итоге должна быть экспериментально подтверждена [14]. К числу логико – математических теорий относится и общая теория относительности, где «единственным правилом было логическое построение, и поэтому от нее ускользало все, что не могло быть выведено из исходных уравнений» [13, с. 11]. Если в оригинальных исследовательских статьях авторы, как правило, излагают материал, который доступен только специалистам, то в вузовских учебниках излагается «уже устоявшийся стандартный материал» [1, с. 7]. В данной связи кратко проследим движение мысли в отношении представлений о нашей Вселенной.

В древности в попытке описать мир мыслители придумывали собственное объяснение того, почему предметы падают на землю, Древнегреческий философ Аристотель утверждал, что предметы имеют естественную тенденцию двигаться к центру Вселенной, который, по его мнению, находился в середине Земли. В XVI веке Н. Коперник понял, что траектории планет на небе определяются положением Солнца, которое является центром Солнечной системы. В XVII веке И. Ньютон в развитие идеи Коперника пришел к выводу, что поскольку Солнце притягивает планеты, то и все тела притягиваются друг к другу [21].

В начале XX века А. Эйнштейн, полагая, что ньютоновская гравитация справедлива только в приближении слабых гравитационных полей и движений с малыми скоростями, создает общую теорию относительности (ОТО). В 1922 году А. А. Фридман предлагает



первую модель расширяющейся Вселенной в качестве решения эйнштейновских уравнений гравитационного поля. Дальнейшее развитие ОТО «состояло главным образом в том, что несколько математически простых представлений были признаны частными случаями более сложных теоретических представлений» [4, с. 161]. Сегодня в решениях космологических задач методом ОТО «понятие «гравитационное поле» отсутствует» [12, с. 3], а появился феномен – «темная энергия» [там же, с. 2]. И что характерно, признание диаграммы энергий [20]: «темная энергия (74 %) – темная материя (22 %) – межгалактический газ (3,6 %) – звезды и пр. (0,4 %)» в наши дни практически равносильно отказу от решения давней космической загадки «тяготение» и/или проблемы физической сущности феномена «гравитация».

Темная энергия увязывается «с космическим вакуумом, заполняющим все пространство Вселенной, плотность которого постоянна во времени и в пространстве» [12, с. 7]. По данным из Интернет [20]: «По состоянию на 2020 год надежные наблюдательные данные, такие как измерения реликтового излучения, подтверждают существование темной энергии». Так ли это? Принципиально важным является вопрос: какой из вариантов теории эволюции Вселенной поддерживает реликтовое излучение?

Эйнштейн подходит к гравитационному полю Вселенной по аналогии с ее электромагнитным полем [19, с. 44]. Фридман [15] привносит идею наблюдаемого в природе движения в теорию Вселенной. Г. А. Гамов – в развитие идеи первичного весьма радиоактивного атома Ж. Леметра [12] – «предложил идею «горячего» начала мира. Тем самым, в космологию была принесена термодинамика, а с нею и ядерная физика, так как с самого начала предполагалось, что в горячем и плотном веществе ранней Вселенной должны были происходить ядерные реакции, определившие наблюдаемый химический состав космической среды» [17]. Идея Фридмана о расширении Вселенной находит подтверждение в результатах астрономических наблюдений. Гамов предсказал наличие остаточного фотонного излучения и его температуру. Электромагнитное реликтовое излучение также установлено в наблюдениях. В результате к настоящему времени помимо математического варианта теории эволюции Вселенной можно выделить и ее физический вариант.

Здесь отметим уникальные решения М. Планка и Б. Цвибаха. Обобщая результаты аналитического описания гравитационного и электромагнитного полей, Планк (1899 г.) в один ряд с ньютоновской гравитационной постоянной G_H ставит скорость распространения света в вакууме c , элементарный квант действия h и постоянную Больцмана k_B . Из соображений единства природы Планк [10] устанавливает естественные (данные самой природой) единицы длины $L_{pl} = \left(\frac{h \cdot G_H}{c^3}\right)^{1/2} = 10^{-35}$ м, массы $m_{pl} = \left(\frac{h \cdot c}{G_H}\right)^{1/2} = 10^{-8}$ кг, времени $t_{pl} = \left(\frac{h \cdot G_H}{c^5}\right)^{1/2} = 10^{-43}$ сек и температуры $T_{pl} = \frac{1}{k_B} \left(\frac{h \cdot c^5}{G_H}\right)^{1/2} = 10^{32}$ К. Б. Цвибах [16, с. 88] определяет гравитационную постоянную Ньютона G_H расчетным путем:

$$G_H = \frac{L_{pl}^3}{m_{pl} t_{pl}^2} = \frac{(10^{-35})^3}{10^{-8} \cdot (10^{-43})^2} = 10^{-11} \frac{\text{м}^3}{\text{кг} \cdot \text{с}^2}. \quad (1)$$

Аналогично определяются скорость распространения света в вакууме $c = \frac{L_{pl}}{t_{pl}} = \frac{10^{-35}}{10^{-43}} = 10^8$ м/с, постоянная Планка $h = U_{pl} \cdot t_{pl} = 10^9 \cdot 10^{-43} = 10^{-34}$ Дж·с и постоянная Больцмана $k_B = \frac{U_{pl}}{T_{pl}} = \frac{10^9}{10^{32}} = 10^{-23}$ Дж/К. Совокупность планковских величин оказывается весьма удобной для наглядного представления формул движения Вселенной

Взгляды на физический мир многообразны. Одни авторы полагают, что законы физики справедливы для всех времен и культур [10], представляют собой объективно существующие закономерности внешнего мира [6], физические законы – ключ познания природных процессов и явлений. Другие авторы, с одной стороны, утверждают, что установленные в конкретной точке Вселенной законы физики являются приближенными и имеют ограниченную область применимости, а с другой, отмечают наличие трудностей при



эмпирической проверке теории явлений, связанных с расширением Вселенной. Авторы [18, с. 235] сообщают, что «новая ситуация в космологии стимулирует тщательную проверку фундаментальных физических законов на микро – и макромасштабах одновременно». Но здесь примечательна позиция Э. Маха [9, с. 425]: «всякое нарушение законов природы легко может быть в таком случае объяснено неправильностью наших воззрений на природу...по происхождению своему «законы природы» суть ограничения, которые мы предписываем нашим ожиданиям по указаниям опыта».

Возьмем, к примеру, установленный И. Ньютоном в виде математической формулы $F_{\text{пр}} = G_H \frac{m_i m_j}{r_{ij}^2}$ закон всемирного тяготения. С учетом решения (1) он вне даже самых смелых ожиданий принимает вид

$$\frac{F_{\text{пр}}}{F_{pl}} = \frac{m_i}{m_{pl}} \frac{m_j}{m_{pl}} \left(\frac{L_{pl}}{r_{ij}} \right)^2. \quad (2)$$

(здесь F_{pl} – планковская сила, $F_{pl} = m_{pl} \frac{L_{pl}}{t_{pl}^2} = 10^{43}$ ньютонов). Всемирное тяготение возникает на планковском масштабе времени. Речь идет об элементарных частицах в той связи, что на планковское время $t_{pl} = 10^{-43}$ сек огромные тяготеющие тела еще отсутствуют. Однако уже существует мизерный сгусток материи с планковскими объемом $V_{pl} = L_{pl}^3 = 10^{-105} \text{ м}^3$, температурой $T_{pl} = 10^{32} \text{ К}$, энергией $U_{pl} = 10^9 \text{ Дж}$, частотой $\nu_{pl} = 10^{43}$. Этот первичный весьма радиоактивный атом, имеющий массу $m_{pl} = 10^{-5} \text{ г}$, мгновенно распадается на части, что и отражено в формуле (2).

Закон всемирного тяготения (2) не подсказывает нам однозначно из каких элементарных частиц и когда сформировались объемные материальные тела. Однако в нем $F_{\text{пр}}$ есть центральная сила. И звезды, и планеты, и спутники планет, и, пожалуй, сама расширяющаяся с охлаждением Вселенная имеют сферическую форму. И что примечательно, в теории гравитации Ньютона выполняется принцип Маха, согласно которому «материальная точка при неускоренном движении движется не относительно пространства, а относительно центра всех прочих масс во Вселенной» [19, с. 44].

В измерениях с борта искусственных спутников Земли надежно установлено, что реликтовое излучение есть абсолютно черное тело, которое с ювелирной точностью создано самой природой. Планк (в согласие с лабораторным экспериментом) теоретически устанавливает формулу для колоколообразной кривой спектра излучения абсолютно черного тела [11]: $\frac{du_\varepsilon}{dv} dv = \frac{d\left(\frac{U_\varepsilon}{V}\right)}{dv} dv = \frac{8\pi h \nu^3 dv}{c^3} \frac{1}{e^{h\nu/k_B T} - 1}$. Здесь U_ε – энергия фотонного излучения, V – объем, $u_\varepsilon = \frac{U_\varepsilon}{V}$ – объемная плотность энергии фотонного излучения, ν – частота фотона, T – температура излучения. Если принять во внимание решения Планка и Цвибаха, то закон Планка принимает [8 и др.] вид: $\frac{du_\varepsilon}{dv} = \frac{U_{\varepsilon pl}}{V_{pl} \nu_{pl}} \left(\frac{\nu}{\nu_{pl}} \right)^3 \frac{1}{e^{\nu T_{pl}/\nu_{pl} T} - 1}$. К числу свойств реликтового излучения относятся следующие свойства:

- а) на планковское мгновение времени t_{pl} ныне реликтовое излучение отсутствует;
- б) достаточный для образования спектра массив ныне реликтовых фотонов возникает сразу же вслед за планковским мгновением времени t_{pl} ;
- в) с ростом температуры излучения его интенсивность возрастает;
- г) интенсивность излучения неравномерна по частотам ν , при каждой из фиксированных температур T она имеет явно выраженный максимум при определенной частоте ν_{max} ;
- д) с падением температуры максимум излучения смещается в сторону меньших частот ν (больших длин волн λ);
- е) величина площади под кривой спектра реликтового излучения на координатной плоскости $\frac{du_\varepsilon}{dv} - \nu$ определяется по закону Стефана – Больцмана $u_\varepsilon = \frac{U_{\varepsilon pl}}{V_{pl}} \left(\frac{T}{T_{pl}} \right)^4$.

$$u_\varepsilon = \frac{U_{\varepsilon pl}}{V_{pl}} \left(\frac{T}{T_{pl}} \right)^4$$



И за планковским мгновением времени t_{pl} действует фундаментальный закон сохранения и превращения энергии. Для становления Вселенной (как совокупности массивов элементарных частиц, включая и барионы как строительный материал звезд) ей необходимо присвоить космологически огромное количество энергии $U_{\Sigma 0}$. На начальном этапе пути $U_{\Sigma 0}$ высвобождается той окружающей космической средой, в которую (при взаимодействии с ней) и расширяется Вселенная. Если появление ныне реликтовых фотонов (и барионов) обусловлено радиоактивностью, то причину роста их числа \mathcal{N}_ε (и \mathcal{N}_b) - от малой до космологически огромной, но конечной величины - следует искать в природе термоядерных реакций. С понижением температуры Вселенной до T_0 порядка 10^9 К [3, 6 и др.] достигается результат $\mathcal{N}_\varepsilon = const$ и $\mathcal{N}_b = const$, далее с падением температуры термоядерные реакции продолжают в звездах.

Вселенная есть дискретная и динамичная материальная среда. Изначально частицы, как и пассажиры в поезде, движутся как в едином порыве, так и друг относительно друга. Полагаем, рождению звезд предшествуют естественные скопления семейств барионов, а также их гравитационное сжатие с образованием потоков фотонов из ядер сгорания водорода в гелий. В условиях действия закона всемирного тяготения (2) препятствия для образования звезд и галактик из достаточного по количеству природного материала отсутствуют.

Для модели Вселенной, заполненной излучением абсолютно черного тела, выделим формулы [8 и др.]:

$$n_\varepsilon = \frac{\mathcal{N}_\varepsilon}{V} = \frac{1}{V_{pl}} \left(\frac{T}{T_{pl}} \right)^3; \quad VT^3 = V_{pl} T_{pl}^3 \mathcal{N}_\varepsilon \quad \text{и} \quad RT = L_{pl} T_{pl} \mathcal{N}_\varepsilon^{1/3}, \quad (3)$$

(R - радиус сферы Вселенной), а на рисунке покажем возможный ход кривых изменчивость ее объема V , температуры T , а также числа ныне реликтовых фотонов (квантов электромагнитного поля) \mathcal{N}_ε от времени t .

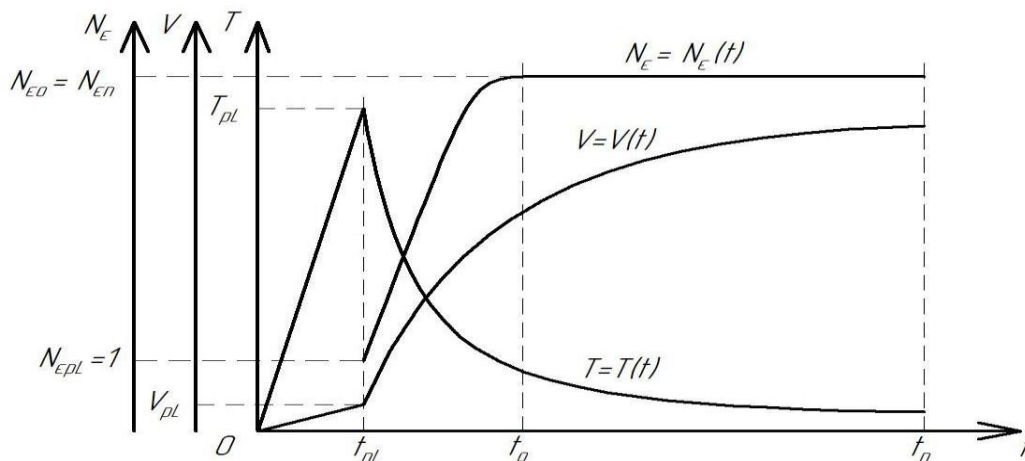


Рисунок – Возможный ход кривых $V = V(t)$, $T = T(t)$ и $\mathcal{N}_\varepsilon = \mathcal{N}_\varepsilon(t)$

Подстрочный индекс « O » соотносит характеристики (параметры состояния) Вселенной к окончанию периода ядерных реакций, а индекс « n » - к современной эпохе. По последним оценкам возраст нашей Вселенной t_n порядка $t_n = 13,7$ млрд. лет, причем отсчет t_n идет от $t = 0$ сек. В этой схеме $t_{pl} = 10^{-43}$ сек $\neq 0$. Отвечая формулам (3), приведенный на рисунке ход кривых $V = V(t)$, $T = T(t)$ и $\mathcal{N}_\varepsilon = \mathcal{N}_\varepsilon(t)$ иллюстрирует надежно установленный в наблюдениях факт расширения Вселенной с охлаждением.

Отмечается [1, с. 224], что «в период от 1 сек до 200 сек от начала расширения Вселенной она представляла собой один сверхбольшой термоядерный реактор». Но, пожалуй, есть необходимое и достаточное основание расширить отмеченный авторами учебника временной интервал: $t_{pl} = 10^{-43}$ сек $< t \leq t_0 = 200$ сек. Как видно из рисунка, на данном этапе пути количество фотонов \mathcal{N}_ε и объем Вселенной V растут, а ее температура T снижается, причем изменчивость характеристик отвечает соотношению $VT^3 \propto \mathcal{N}_\varepsilon$, где



символ \propto означает прямо пропорционально. И здесь вне разумной связи «Вселенная + окружающая ее космическая среда + закон сохранения и превращения энергии» вряд ли остается простор для различных мнений по вопросу объяснения роста массы/энергии Вселенной от планковской до ее современной величины. По завершению периода термоядерных реакций энергетическое взаимодействие между Вселенной и окружающей ее космической средой прекращается, количество реликтовых фотонов \mathcal{N}_ε сохраняется, объем Вселенной V продолжает расти, а ее температура T понижаться. Изменчивость данных характеристик отвечает уравнению адиабаты $VT^3 = const$. «При адиабатическом расширении температура излучения падает по закону $T \propto R^{-1} \dots$ » [17] – см. (3).

Каково количество реликтовых фотонов из расчета на один кубический сантиметр объема Вселенной $\mathcal{N}_{\varepsilon=1}$? Не сложно выйти на величину $\mathcal{N}_{\varepsilon n,=1} = \frac{10^{-6}}{\frac{4\pi}{3}L_{pl}^3} \left(\frac{T_n}{T_{pl}}\right)^3 = \frac{10^{-6}}{\frac{4\pi}{3}(1,616 \cdot 10^{-35})^3} \left(\frac{2,725}{1,416 \cdot 10^{32}}\right)^3 = 403$ фотонов/см³. Если в 1 см³ на каждый из реликтовых фотонов приходится объем с линейным размером l_ε , то он оказывается равным $l_\varepsilon = 1,35$ мм. По закону смещения Вина $\lambda_{\max n} = L_{pl} \frac{T_{pl}}{T_n} = 1,616 \cdot 10^{-35} \frac{1,416 \cdot 10^{32}}{2,725} = 0,84$ мм. Согласно данным [3 и др.], температура реликтового излучения $T_n = 2,725$ К, величина $\mathcal{N}_{\varepsilon n,=1} = 410$ фотонов/см³, а максимум спектра реликтового излучения приходится на длину волны 1,87 мм. Оценка величины $\mathcal{N}_{\varepsilon n,=1}$ уже не может быть значительно улучшена в силу надежности решения $VT^3 = V_{pl}T_{pl}^3 \mathcal{N}_\varepsilon$.

На время окончания периода термоядерных реакций при $R_O = 10^{18}$ м и $T_O = 10^9$ К имеем $\mathcal{N}_{\varepsilon O}^{1/3} = \frac{R_O}{L_{pl}} \frac{T_O}{T_{pl}} = \frac{10^{18}}{10^{-35}} \frac{10^9}{10^{32}} = 10^{30}$, то есть число реликтовых фотонов равно $\mathcal{N}_{\varepsilon O} = 10^{90}$. С другой стороны, в наблюдаемом в телескопы грандиозном разлете тяготеющих масс по известным оценкам принимают участие порядка 10^{10} галактик по 10^{10} звезд каждая при средней массе звезды 10^{32} кг. Суммарная масса барионов (протонов, нейтронов) порядка $M_{bn} = 10^{10} \cdot 10^{10} \cdot 10^{32} = 10^{52}$ кг. При массе современного бариона $m_{bn} = 10^{-27}$ кг имеем число барионов $N_{bn} = \frac{M_{bn}}{m_{bn}} = 10^{79}$ [5]. В согласии с барион – фотонным отношением $\eta_{b\varepsilon} = \frac{N_b}{N_\varepsilon} = \left(\frac{m_b}{m_{pl}}\right)^{1/2}$ [7] при числовых значениях $N_{bn} = 10^{79}$ и $\eta_{ben} = \left(\frac{10^{-27}}{10^{-8}}\right)^{1/2} = 3 \cdot 10^{-10}$ количество реликтовых фотонов $N_{\varepsilon n} = \frac{N_{bn}}{\eta_{ben}} = 3 \cdot 10^{88}$, то есть почти $\mathcal{N}_{\varepsilon O} = 10^{90}$. Здесь в вычислениях объединены числовые значения, которые рассеяны по различным литературным источникам. Необходимо от монолога переходить к диалогу человека с природой [14].

Как видим, реликтовое излучение поддерживает тот вариант теории эволюции Вселенной, в котором в условиях взаимодействия и движения Вселенной в изначально окружающую ее космическую среду справедливы закон сохранения и превращения энергии, начала термодинамики, закон всемирного тяготения, законы излучения абсолютно черного тела. Скорее всего, концентрации всей массы расширяющейся Вселенной в одной точке никогда не было, темная энергия есть одна из маловероятных страниц в изучении природы, а изотропия наблюдаемой Вселенной обусловлена первичным подконтрольным гравитации хаосом в период термоядерных реакций, то есть в условиях естественного взаимодействия ранней весьма горячей Вселенной с изначально окружающей ее космической средой. Интерес представляет «описание, объяснение и предсказание изучаемых явлений и процессов не только на основе установленных законов, но и с учетом характерных особенностей их природы, устойчивых форм связи с качественно новыми частями действительности» [2, с. 4 - 5].



Список литературы:

1. Алексеев С.О. Введение в общую теорию относительности. Ее современное развитие и приложение: учебное пособие / С. О. Алексеев, Е. А. Памятных, А. В. Урсулов, Д. А. Третьякова, К. А. Ранну. Екатеринбург: Изд – во Урал. ун – та. 2015. – 380 с.
2. Бурак П. М. Философия и методология науки: курс лекций. МинскИзд - во БГТУ. 2008. – 286 с.
3. Вайнберг С. Космология / пер. с англ. М.: УРСС: Книжный дом «ЛИБРОКОМ». 2013. – 608 с.
4. Гекман О. Эйнштейн и космология // В. Штоф, А. – М. М'Боу, Г. Кляре и др. Проблемы физики: классика и современность / пер. с нем. и англ. М.: Мир. 1982. С. 155 – 163.
5. Девис П. Случайная Вселенная / пер. с англ. М.: Мир. 1985. – 160 с.
6. Зельдович Я.Б. «Горячая» модель Вселенной // Я.Б. Зельдович. Избранные труды. Частицы. Ядра. Вселенная. М.: Наука. 1985. С. 237 – 244.
7. Кошман В.С. О роли естественных единиц измерения Макса Планка в познании Вселенной // Многомерная гравитация и космология. Тезисы докладов международной школы – семинара. Ярославль. 20 – 26 июня 1994 г. Ярославский ГПУ. М. 1994. С. 22.
8. Кошман В.С. Физические законы излучения как ключ к выявлению космологических тайн Вселенной // Sciences of Europe. № 59 – 1. С. 52 – 56.
9. Мах Э. Познание и заблуждение. Очерки по психологии исследования / пер. с нем. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2003. – 456 с.
10. Планк М. О необратимых процессах излучения // М. Планк. Избранные труды. М.: Наука. 1975. С. 191 - 233.
11. Планк М. Законы теплового излучения и гипотеза элементарного кванта действия / М. Планк. Избранные труды. М.: Наука. 1975. С. 282 - 310.
12. Сивов Ю. А. Элементы космологии в курсе общей физики: учебное пособие / Ю. А. Сивов, Ю. И. Тюрин. Томск: Изд – во ТПУ. 2012. – 74 с.
13. Титъенс О. Гидро - и аэромеханика по лекциям проф. Прандтль. Т. 1 / пер. с нем. М.: ГТТИ. 1933. – 223 с.
14. Фокина З. Т. Научная рациональность: сущность, виды, тенденция к интеграции, практическое значение // Вестник МГСУ. 2012. № 6. С. 142 – 149.
15. Фридман А.А. О кривизне пространства // А. А. Фридман. Избранные труды. М.: Наука. 1966. С. 229 – 238.
16. Цвибах Б. Начальный курс теории струн. / пер. с англ. М.: Едиториал УРСС. 2011. – 784 с.
17. Чернин А.Д. Как Гамов вычислил температуру реликтового излучения, или немного об искусстве теоретической физики // Успехи физических наук. 1994. Т. 264. № 8. С. 889 – 896.
18. Широков С.И. Космологические критические тесты на основе многоканальных THESTUS – БТА наблюдений гамма – всплесков / С. В. Широков, И. В. Соколов, В. В. Власюк, Л. Амати, В. В. Соколов, Ю. В. Барышев // Астрофизический бюллетень. 2020. Т. 75. № 3. С. 235 – 249.
19. Эйнштейн А. Сущность теории относительности / А. Эйнштейн. Собрание научных трудов. Т. 2. М.: Наука. 1966. С. 5 – 82.
20. Темная энергия – Википедия [Электронный ресурс]. URL: <https://C:\Users\user\Desktop\Тёмная энергия — Википедия.mhtml>.
21. Слабая сила: как работает гравитация и почему она важна [Электронный ресурс]. URL: https://C:\Users\user\Desktop\Что такое гравитация и как она работает, простыми словами _РБК Тренды.mhtml.

