



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN



Л. Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ
ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
ЕВРАЗИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Л. Н. ГУМИЛЕВА
GUMILYOV EURASIAN
NATIONAL UNIVERSITY



Студенттер мен жас ғалымдардың
«Ғылым және білім - 2015»
атты X Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
X Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«Наука и образование - 2015»

PROCEEDINGS
of the X International Scientific Conference
for students and young scholars
«Science and education - 2015»

УДК 001:37.0
ББК72+74.04
Ғ 96

Ғ96

«Ғылым және білім – 2015» атты студенттер мен жас ғалымдардың X Халық. ғыл. конф. = X Межд. науч. конф. студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2015» = The X International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2015». – Астана: <http://www.enu.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie-2015/>, 2015. – 7419 стр. қазақша, орысша, ағылшынша.

ISBN 978-9965-31-695-1

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 001:37.0
ББК 72+74.04

ISBN 978-9965-31-695-1

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2015

Исмаилова А.Ж.

aisulu-ismailova@mail.ru

Магистрант 2-го курса кафедры общей и теоретической физики, физико-технического факультета, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
 Научный руководитель – Разина О.В.

Одним из самых загадочных открытий последних лет в физике является ускоренное расширение Вселенной [1:36]. Ученые представили убедительные доказательства этого факта в 1998 г. при наблюдениях за сверхновыми звездами типа Ia. Находящиеся на одинаковом расстоянии вспыхивающие сверхновые типа Ia имеют почти одинаковую наблюдаемую яркость. Сравнивая наблюдаемую яркость сверхновых в разных галактиках можно определить расстояния до этих галактик. В результате появилась сложная проблема, выяснить, что является движущей силой ускоренного расширения Вселенной[2]. После оценки различных энергетических компонент Вселенной причина ускоренного расширения была приписана некоторой экзотической энергии вещества, которую окрестили темной энергией (ТЭ). Самые последние результаты показывают, что ТЭ является основным ингредиентом в энергетическом балансе Вселенной и составляет почти 70% от общей массы энергии Вселенной. Считается, что ТЭ обладает отрицательным давлением, что приводит к увеличению темпов расширения Вселенной[3]. Теоретически, так называемая космологическая постоянная Λ выдвигается в качестве простейшего кандидата ТЭ, характеризуется уравнением состояния $p_{(DE)} = -\rho_{(DE)}$. Тем не менее, космологическая постоянная испытывает некоторые теоретические проблемы, такие как проблемы "тонкой настройки" и "космических совпадений". Это побудило теоретиков рассмотреть космологические модели с динамической ТЭ, которая характеризуется параметром уравнения состояния $\omega_{(DE)} = \frac{p_{(DE)}}{\rho_{(DE)}} \neq -1$ [3]. На больших масштабах наша Вселенная

изотропна и однородна в рамках метрики Фридмана-Робертсона-Уокера (ФРУ) и хорошо описывается экспериментально Λ CDM моделью, как показано в недавних исследовательских данных Planck. Тем не менее, стационарность и однородность не были существенными чертами ранней Вселенной. Недавние результаты исследований Planck мотивировали изучать модели с анизотропной метрикой для лучшего понимания эволюции Вселенной. В связи с этим, метрика Бьянки-V имеет фундаментальное значение, поскольку она обеспечивает необходимую основу. Пространственно однородная и анизотропная модель Бьянки-V считается простейшим обобщением Бьянки-I и метрики ФРУ[4]. Она описывается элементом длины (в единицах $c = 1$)

$$ds^2 = -dt^2 + A^2 dx^2 + e^{2mx} (B^2 dy^2 + C^2 dz^2), \quad (1)$$

где A, B и C являются метрическими функциями или направленными масштабными факторами, зависящими от космического времени t , m - константа. При $m = 0$, пространство-время сводится к модели Бьянки-I. Кроме того, если все три масштабных фактора равны, то есть $A = B = C$ при $m = 0$, пространство-время сводится к стандартной модели ФРУ. Средний масштабный фактор Вселенной Бьянки-V определяется как $a = (ABC)^{1/3}$.

Рассмотрим масштабный фактор в виде гибрида степенной и тригонометрической функции времени [4]

$$a = a_0 t^\alpha \sin(\beta t), \quad (2)$$

где $a_0 > 0, \alpha \geq 0$ и $\beta > 0$ - некоторые константы.

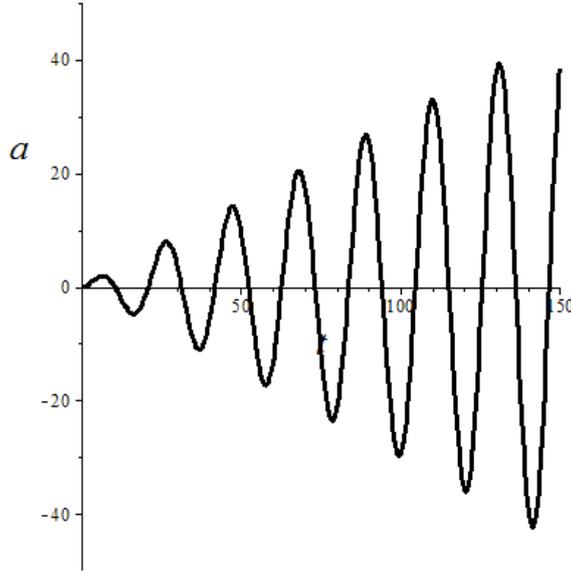


Рисунок 1 – Зависимость масштабного фактора a от времени t

На рисунке 1 представлена зависимость масштабного фактора a от времени t , при $a_0 = 0.3, \alpha = 0.3, \beta = 1.2$.

Уравнение Эйнштейна для смеси идеальной жидкости и ТЭ в единицах $8\pi G = c = 1$ выглядит как

$$R_{ij} - \frac{1}{2} g_{ij} R = -T_{ij}, \quad (3)$$

где $T_{ij} = T_{ij}^{(M)} + T_{ij}^{(DE)}$ - общий Тензор энергии импульса, $T_{ij}^{(M)}$ и $T_{ij}^{(DE)}$ - тензоры энергии-импульса материи и ТЭ соответственно. Они представлены как

$$T_j^{(M)i} = \text{diag}[-\rho^{(M)}, p^{(M)}, p^{(M)}, p^{(M)}] = \text{diag}[-1, \omega^{(M)}, \omega^{(M)}, \omega^{(M)}] \rho^{(M)}, \quad (4)$$

$$T_j^{(DE)i} = \text{diag}[-\rho^{(DE)}, p^{(DE)}, p^{(DE)}, p^{(DE)}] = \text{diag}[-1, \omega^{(DE)}, \omega^{(DE)}, \omega^{(DE)}] \rho^{(DE)}, \quad (5)$$

где $\rho^{(M)}$ и $p^{(M)}$ - плотность энергии и давление материи соответственно,

$\omega_{(M)} = \frac{P_{(M)}}{\rho_{(M)}}$ - параметр уравнения состояния. Аналогично, $\rho^{(DE)}$ и $p^{(DE)}$ - плотность

энергии и давление темной энергии соответственно, $\omega_{(DE)} = \frac{P_{(DE)}}{\rho_{(DE)}}$ - параметр уравнения

состояния. В соответствующей системе координат уравнения поля (3) для метрики Бьянки-V (1), учитывая (4) и (5), имеют вид

$$\frac{\ddot{B}}{B} + \frac{\ddot{C}}{C} + \frac{\dot{B}\dot{C}}{BC} - \frac{m^2}{A^2} = -\omega^{(M)}\rho^{(M)} - \omega^{(DE)}\rho^{(DE)}, \quad (6)$$

$$\frac{\ddot{C}}{C} + \frac{\ddot{A}}{A} + \frac{\dot{C}\dot{A}}{CA} - \frac{m^2}{A^2} = -\omega^{(M)}\rho^{(M)} - \omega^{(DE)}\rho^{(DE)}, \quad (7)$$

$$\frac{\ddot{A}}{A} + \frac{\ddot{B}}{B} + \frac{\dot{A}\dot{B}}{AB} - \frac{m^2}{A^2} = -\omega^{(M)}\rho^{(M)} - \omega^{(DE)}\rho^{(DE)}, \quad (8)$$

$$\frac{\dot{A}\dot{B}}{AB} + \frac{\dot{B}\dot{C}}{BC} + \frac{\dot{C}\dot{A}}{CA} - \frac{3m^2}{A^2} = \rho^{(M)} + \rho^{(DE)}, \quad (9)$$

$$2\frac{\dot{A}}{A} - \frac{\dot{B}}{B} - \frac{\dot{C}}{C} = 0. \quad (10)$$

Уравнение сохранения энергии $T_j^{ij} = 0$ дает

$$\dot{\rho}^{(M)} + 3(1 + \omega^{(M)})\rho^{(M)}H + \dot{\rho}^{(DE)} + 3(1 + \omega^{(DE)})\rho^{(DE)}H = 0, \quad (11)$$

где $H = \frac{1}{3}(H_x + H_y + H_z)$ - средний параметр Хаббла, $H_x = \frac{\dot{A}}{A}$, $H_y = \frac{\dot{B}}{B}$, $H_z = \frac{\dot{C}}{C}$ -

направленные параметры Хаббла. Тензоры энергии-импульса невзаимодействующих материи и ТЭ могут быть записаны отдельно. Уравнения состояния материи и темной энергии, соответственно, будут равны

$$\dot{\rho}^{(M)} + 3(1 + \omega^{(M)})\rho^{(M)}H = 0, \quad (12)$$

$$\dot{\rho}^{(DE)} + 3(1 + \omega^{(DE)})\rho^{(DE)}H = 0. \quad (13)$$

Интегрируя уравнение (12), получим

$$\rho^{(M)} = c_0 a^{-3(1+\omega^{(M)})}, \quad (14)$$

где c_0 - постоянная интегрирования. Из системы уравнений (6) - (10) следует, что метрические функции могут быть записаны в терминах среднего масштабного фактора как

$$A(t) = a, \quad (15)$$

$$B(t) = h a e^{a^{-3}}, \quad (16)$$

$$C(t) = h^{-1} a e^{-a^{-3}}, \quad (17)$$

где h - некоторая константа.

Используя масштабный фактор в гибридной форме (2), находим зависимость метрических функций от времени t

$$A = a_0 t^\alpha \sin(\beta t), \quad (18)$$

$$B(t) = h a_0 t^\alpha \sin(\beta t) e^{a_0^{-3} t^{-3\alpha} \sin^{-3}(\beta t)}, \quad (19)$$

$$C(t) = h^{-1} a_0 t^\alpha \sin(\beta t) e^{-a_0^{-3} t^{-3\alpha} \sin^{-3}(\beta t)}, \quad (20)$$

где $\alpha \leq 1/3$ для метрических функций $B(t)$ и $C(t)$. Плотность энергии материи найдем путем подстановки уравнения (18) в уравнение (14)

$$\rho^{(M)} = c_0 a_0^{-3(1+\omega^{(M)})} t^{-3\alpha(1+\omega^{(M)})} \sin^{-3(1+\omega^{(M)})}(\beta t). \quad (21)$$

Плотность темной энергии и параметр уравнения состояния темной энергии соответственно равны

$$\begin{aligned} \rho^{(DE)} = & (\alpha t^{-1} + \beta ctg(\beta t))^2 (3 - 9a_0^{-6} t^{-6\alpha} \sin^{-6}(\beta t)) - \\ & - 3m^2 a_0^{-2} t^{-2\alpha} \sin^{-2}(\beta t) - c_0 a_0^{-3(1+\omega^{(M)})} t^{-3\alpha(1+\omega^{(M)})} \sin^{-3(1+\omega^{(M)})}(\beta t), \end{aligned} \quad (22)$$

$$\omega^{(DE)} = -1 - \frac{\dot{\rho}^{(DE)}}{3H\rho^{(DE)}}, \quad (23)$$

где

$$\begin{aligned} \dot{\rho}^{(DE)} = & \left(\frac{\alpha}{t} + \beta ctg(\beta t)\right) \left(-\frac{6\alpha^2}{t^2} - \frac{6\beta^2}{\sin^2(\beta t)} + \frac{54\alpha(\alpha + 2\beta ctg(\beta t))}{a_0^6 t^{6\alpha+1} \sin^6(\beta t)} + \right. \\ & + \frac{18\beta^2(1 + 3\cos^2(\beta t))}{a_0^6 t^{6\alpha} \sin^8(\beta t)} + \frac{6m^2}{a_0^2 t^{2\alpha} \sin^2(\beta t)} + \frac{3(1 + \omega^{(M)})c_0}{a_0^{-3(1+\omega^{(M)})} t^{-3\alpha(1+\omega^{(M)})} \sin^{-3(1+\omega^{(M)})}(\beta t)} + \\ & \left. + \frac{9\alpha}{a_0^6 t^{6\alpha+2} \sin^6(\beta t)} (\alpha + 2\beta ctg(\beta t)). \right) \end{aligned} \quad (24)$$

Таким образом, мы получили выражения в терминах t для всех переменных $A(t), B(t), C(t), \rho^{(M)}, \omega^{(DE)}, \rho^{(DE)}$ из уравнений поля (6)-(10). Параметр замедления

$$q = -\frac{a\ddot{a}}{\dot{a}^2} = -1 + \frac{3\beta^2}{3\alpha^2 + \beta^3 ctg(\beta t)(6\alpha + \beta ctg^2(\beta t))} \left(\frac{\alpha}{t^2} + \frac{\beta^2}{\sin^2(\beta t)}\right). \quad (25)$$

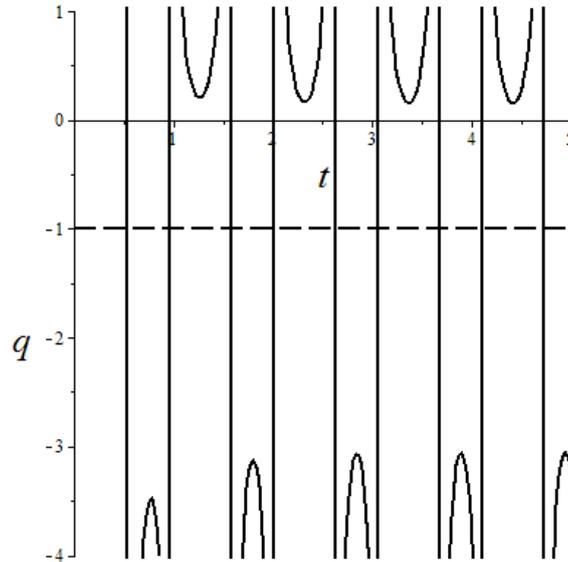


Рисунок 2 – Зависимость параметра замедления q от времени t

На рисунке 2 представлена зависимость параметра замедления q от времени t при $\alpha = 0.5$, $\beta = 3$. Заметим, что Вселенная эволюционирует с переменным параметром замедления, и переход от замедления к ускорению происходит при

$$t = \frac{\sqrt{\alpha} - \alpha}{\beta}, \quad (26)$$

что ограничивает α в диапазоне $0 < \alpha < 1$. Направленные параметры Хаббла H_x, H_y, H_z и средний параметр Хаббла H имеют вид

$$H = H_x = H_y = H_z = \alpha t^{-1} + \beta. \quad (27)$$

В данной работе мы изучили динамику Вселенной в рамках пространственно однородной метрики Бьянки-V. Использовали масштабный фактор в виде гибрида степенной и тригонометрической функции времени. Мы считаем, что переход от замедления к ускорению расширения Вселенной по гибриднему закону является важной особенностью динамической эволюции Вселенной. Нашли плотность темной энергии, а также параметры уравнения состояния и замедления. Эти результаты показывают, что модель Бьянки-V с гибридным законом расширения может описывать ускоренное расширение Вселенной.

Список использованных источников

1. Разина О.В. Точные решения уравнений движения некоторых моделей теории струн и гравитации со скалярными и фермионными полями // Диссертация на соискание ученой степени PhD. – 2012
2. Suresh K. Anisotropic model of dark energy dominated universe with hybrid expansion law // [arXiv:1010.1612v3[physics.gen-ph]]
3. Akarsu O., Kumar S., Myrzakulov R., Sami M., Lixin Xu. Cosmology with hybrid expansion law: scalar field reconstruction of cosmic history and observational constraints // [arXiv:1307.4911v2[gr-qc]].
4. Болотин Ю.Л., Ерохин Д.А., Лемец О.А. Расширяющаяся Вселенная: замедление или ускорение // Успехи физических наук.-2012г.-Т.182., № 9.-с.949-951.
5. Разина О.В., Исмаилова А.Ж. Точное решение модели G-эссенции с гибридным законом расширения // Материалы международной научной конференции студентов и молодых ученых "НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ-2014". -2014г. -Т.2., с.36.

УДК 524.83.1.

БАЙЛАНЫСҚАН СЫЗЫҚТЫ ЕМЕС ШРЕДИНГЕР ТЕНДЕУІ ҮШІН ХИРОТА ӘДІСІ

Кадырбекова Айнур, Жаныл

ainur_90.kz@mail.ru

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ “Жалпы және теориялық физика” кафедрасының
магистранты, Астана, Қазақстан
Ғылыми жетекшісі – Г.Н.Шайхова

Кіріспе. Шредингер тендеуі релятивистік емес кванттық механиканың негізгі тендеуі. Бұл тендеу сызықты емес кубтық және дисперсиялық ортада айналатын толқын пакетін сипаттайды. Тендеу солитондық шешімге ие. Солитон деп таңғажайып «жекеленген» толқынның түзілісін айтады. Ол бір-бірін компенсациялайтын бисызықтылық және