ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ

Студенттер мен жас ғалымдардың
«ǴYLYM JÁNE BILIM - 2023»
XVIII Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XVIII Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«ǴYLYM JÁNE BILIM - 2023»

PROCEEDINGS
of the XVIII International Scientific Conference
for students and young scholars
«ǴYLYM JÁNE BILIM - 2023»

2023
Астана

УДК 001+37
ББК 72+74
G99

«ǴYLYM JÁNE BILIM – 2023» студенттер мен жас ғалымдардың XVIII Халықаралық ғылыми конференциясы = XVIII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «ǴYLYM JÁNE BILIM – 2023» = The XVIII International Scientific Conference for students and young scholars «ǴYLYM JÁNE BILIM – 2023». – Астана: – 6865 б. - қазақша, орысша, ағылшынша.

ISBN 978-601-337-871-8

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
ББК 72+74

ISBN 978-601-337-871-8

В данной работе мы исследовали инфляционную модель со скалярным полем в рамках медленного скатывания в рамках f (R) гравитации. Получили уравнения движения с помощью формул Эйлера-Пуассона и нулевой энергии в общем случае и для частного случая – модели типа Старобинского, когда $f(R) = R + \alpha R^2$. Нашли уравнения Фридмана, уравнения Клейна-Гордона, уравнение сохранения. Выбрав минимальную связь между материей и гравитацией, получили модифицированные параметры медленного скатывания. В полученных решениях $|\epsilon| \ll 1, \eta \ll 1$. Решения указывают на то, что наша модель может описывать инфляцию.

Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (Грант №. AP14869238).

Список использованных источников

1 Olmo G. J. Limit to general relativity in f(R) theories of gravity // Phys. Rev. D. – 2007. – Vol.75. – P. 023511

2 Erickcek A. L., Smith T. L., Kamionkowski M. Solar system tests do rule out 1/R gravity // Phys. Rev. D. – Vol.74. – P. 121501

3 Noureen I., Zubair M. Dynamical instability and expansion-free condition in f(R,T) gravity // Eur. Phys. J. C. – 2015. – Vol. 75. – P. 62

4 Dutta J., Khyllep W., Tamanini N. Cosmological dynamics of scalar fields with kinetic corrections: Beyond the exponential potential // Phys. Rev. D. – 2016. – Vol. 93, №6. – P. 063004

5 Alvarenga F. G., de la Cruz-Dombriz A., Houndjo M. J. S., Rodrigues M. E., Sáez-Gómez D. Dynamics of scalar perturbations in f(R,T) gravity // Phys. Rev. D. – 2013. – Vol. 87. – P. 103526

ӘОЖ 834

ХОРАВА-ЛИФШИЦ ГРАВИТАЦИЯСЫНДА БІРТЕКСІЗ ТҰТҚЫР СҰЙЫҚ ӘСЕРІНДЕГІ БАРИОНДЫҚ МАТЕРИЯ ТЫҒЫЗДЫҚ ҰЙЫТҚУЛАРЫНЫҢ ДАМУЫН ЗЕРТТЕУ

Кәрібай Байкелді Азаматұлы[1], Нұрат Индира Қайратқызы[2]

baikeldi.kr@bk.ru, indira.nurat@mail.ru

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ 4 курс студенті, Астана, Қазақстан

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ 1 курс докторанты, Астана, Қазақстан

Ғылыми жетекшісі: ф.-м.ғ.к., PhD, профессор Мырзақұл Ш. Р.

Ежелгі Грециядан бастап Альберт Эйнштейнге дейінгі уақыт аралығында Әлемнің дамуын зерттеу барысында олардың барлығына ортақ бір сипаттаманы атап өтті. Бұл ортақ қасиет-Әлем әрқашан стационарлық жүйе ретінде ойластырылған. Стационарлық Әлем тұжырымдамасы небәрі 100 жыл бұрын, 1922 жылы Александр Фридман жалпы салыстырмалылық негізінде біздің Әлемнің уақыт өте келе кеңейіп келе жатқанын көрсеткен кезде күмән тудырды. Бұл болжам көп ұзамай эксперименталды түрде расталды және қазіргі космологияның негізін қалады. "Космологиялық сингулярлық" деп аталатын Әлемнің бұл бастапқы күйі Фридманның кеңейіп жатқан Әлемды ашуы мен кванттық вакуум тұжырымдамасы арасындағы байланысты орнатады. Қазіргі түсініктерге сәйкес, Әлем эволюциясының алғашқы сәттері кванттық теориямен анықталды. Кванттық вакуумның әсерінен Әлем экспоненциалды түрде тез кеңейеді, бұл космологиялық инфляция деп аталады. Біраз уақыттан кейін инфляция Фридманның кеңеюіне, келесі қуат Заңына жол береді. Қазіргі кезеңде Фридман әлемінің кеңеюі қараңғы энергияның әсерінен жеделдейді. Бұл жұмбақ заттың ең танымал түсіндірмелерінің бірі қайтадан нөлдік емес космологиялық тұрақтыға әкелетін кванттық вакуум арқылы беріледі.

Асажаңа түрінің жарықтығының айырмашылығы, ғаламдар кең зерттеу және ғарыштық микротолқынды фондық сәулеленудің анизотропиясы сияқты бақылау деректері біздің Әлемнің қазіргі уақытта үдемелі кеңею кезеңін бастан өткеріп жатқанын көрсетеді. Бұл үдеудің себебін анықтау жақында космологияда күрделі мәселе болып табылады. Бұл ғарыштық үдеумен күресудің қарапайым әдістерінің бірі жалпы салыстырмалылық (ОТО) өріс теңдеулерінің сол жақ бөлігінің өзгеруіне байланысты. Бұл тәсіл ауырлық күшінің өзгертілген теориясы ретінде белгілі. Осы өзгертілген ауырлық теорияларының ішінде F(R) ауырлық күші космологиялық және астрофизикалық тұрғыдан кейбір өзгерістерді қамтиды. Бұл модификацияланған теориядағы гравитациялық әрекет скалярлық қисықтықтың жалпы функциясы болып табылады R. бұл теорияны астрофизикалық және космологиялық бақылауларға сәйкес растауға болады. Бұл қараңғы материяны есепке алмай, Әлемнің құрылымын қалыптастыруды түсіндіре алады. Сонымен қатар, Әлемнің эволюциялық дәуірлерінің бүкіл тізбегі: инфляция, сәулелену, материя үстемдігі және қараңғы энергия F(R) ауырлық күшінен алынуы мүмкін. Біздің Әлемнің осы жеделдетілген фазасын түсіндірудің тағы бір мүмкіндігі-сұйықтық теріс қысыммен изотропты болатын қара энергия деп аталатын экзотикалық сұйықтықты енгізу. Бұл сұйықтықты сипаттаудың баламасы фантомдық скаляр энергия тығыздығы теріс болатын өріс, сондықтан қысым да теріс және қара энергияны модельдей алады.

Хорава кванттық теорияда қуатты ескере отырып, ультракүлгін диапазонда (ультракүлгін) қайта қалыпқа келетін ауырлық күшін ұсынды. Бұған кеңістік пен уақыт арасындағы анизотропты масштабтау арқылы қол жеткізілді, сондықтан ультрафиолет сәулесіндегі лоренц инварианттылығын бұзады. Теорияның шектеулі шегі белгілі бір параметрді таңдау үшін жалпы салыстырмалылықты қайталайды. Лоренц симметриясының бұзылуы үш өлшемді кеңістікке ұқсас гипер кеңістіктерге алдын ала стратификация арқылы жүзеге асырылады, бұл өз кезегінде координатты кеңістік пен уақытқа бөледі. Бұл Эйнштейн Гильберттің жалпы салыстырмалылық теориясының әрекетін метрикадан жоғары кеңістіктік туындылармен жазуға мүмкіндік береді. Үдемелі Әлемға материяның қосымша компонентін қосудың орнына, Эйнштейн-Гильберт мүшесін Риччи скалярының R кейбір жалпы функцияларымен іс-әрекеттегі R скалярын ауыстыру арқылы өзгерту балама болып табылады. HL ауырлық күші жалпы салыстырмалылықты ультракүлгін сәулелендіруге өзінің ауырлық күшінің f(R) нұсқалары да ұсынылды.

$$S = \int d^4xa^3 \left(f\left(\tilde{R}\right) - \sigma\left(\tilde{R} - AH^2 - B\dot{H}\right)\right), \tag{1}$$

мұндағы a - уақыт бойынша масштапты фактор, $\tilde{R}$ - қисықтық скаляр, A, B – тұрақты шамалар. $f\left(\tilde{R}\right)$ функциясы Хорова-Лифшиц гравитация қисықтығына тәуелді функция. Төменде әдемлік үшін функцияның тәуелді аргументің жазбаймыз.

$$\sigma = \frac{df(\tilde{R})}{d\tilde{R}} = f'. \tag{2}$$

$$\mathrm{S} = \int \mathrm{d}^4\mathrm{xa}^3 \left(\mathrm{f}\left(\tilde{\mathrm{R}}\right)\right) \text{-} \mathrm{f}' \left(\tilde{\mathrm{R}} \text{-} \mathrm{A}\frac{\dot{\mathrm{a}}^2}{\mathrm{a}^2} \text{-} \mathrm{B}\frac{\ddot{\mathrm{a}}}{\mathrm{a}} + \mathrm{B}\frac{\dot{\mathrm{a}}^2}{\mathrm{a}^2}\right) \tag{3}$$

Берілген әсерден келесі лагранжанды аламыз:

$$\mathrm{L} = \mathrm{a}^3\mathrm{f}\text{-}\mathrm{a}^3\mathrm{f}'\tilde{\mathrm{k}} + (\mathrm{A}\text{-}3\mathrm{B})\mathrm{a}\dot{\mathrm{a}}^2\mathrm{f}'\text{-}\mathrm{B}\mathrm{a}\dot{\mathrm{a}}^2\mathrm{f}''\dot{\tilde{\mathrm{R}}}.. \tag{4}$$

Осы (4) модельді сипаттайтын қозғалыс теңдеулерін аламыз:

$$\frac{\partial \mathrm{L}}{\partial \mathrm{a}} \text{-} \left(\frac{\partial \mathrm{L}}{\partial \dot{\mathrm{a}}}\right)_{\mathrm{t}} = 0, \tag{5}$$

$$\frac{dL}{da} = 3a^2 f - 3a^2 f'\tilde{R} + (A - 3B)\dot{a}^2 f' - 2Ba\dot{a}f''\dot{\tilde{R}}, \tag{6}$$

$$\frac{dL}{d\dot{a}} = 2A\dot{a}af' - 6B\dot{a}af' - Ba^2 f''\dot{\tilde{R}}, \tag{7}$$

$$\left(\frac{dL}{d\dot a}\right)_t = 2A\ddot a a f' + 2A\dot a^2 f' + 2A\dot a a f''\dot{\tilde R} - 6Ba\ddot a f' - 6B\dot a^2 f' - 6Ba\dot a f''\widetilde{\dot R} -$$
$$-2Ba\dot a f''\dot R - Ba^2 f'''\dot{\tilde R}^2 - Ba^2 f''\ddot{\tilde R}, \qquad (8)$$

$$3f - 3f'\tilde R - A\left(3H^2 + 2\dot H\right)f' + 3B\left(3H^2 + 2\dot H\right)f' -$$
$$-2(A-3B)Hf'\dot{\tilde R} + Bf'''\dot{\tilde R}^2 + Bf''\ddot{\tilde R} = 0, \qquad (9)$$

$$\text{-(A-3B)}f'\left(3H^2 + 2\dot H\right) = -3f + 3f'\tilde R + 2(A-3B)Hf'\dot{\tilde R} - Bf'''\dot{\tilde R}^2 - Bf''\ddot{\tilde R}. \qquad (10)$$

Алынған қозғалыс теңдеуі бойынша p - әлемдік заттың қысымын анықтаймыз:

$$p = -\left(3H^2 + 2\dot H\right), \qquad (11)$$

$$p = -\left(3H^2 + 2\dot H\right) = \frac{1}{(A-3B)f'}\left[-3f + 3f'\tilde R + 2(A-3B)Hf'\dot{\tilde R} - Bf'''\dot{\tilde R}^2 - Bf''\ddot{\tilde R}\right], \qquad (12)$$

$$\frac{\partial L}{\partial R} - \left(\frac{\partial L}{\partial \dot R}\right)_t = 0, \qquad (13)$$

$$\frac{dL}{dR} = -f''a^3\tilde R + A\dot a^2 a f'' - 3B\dot a^2 a f'' - B\dot a^2 a f'''\dot{\tilde R}, \qquad (14)$$

$$\frac{dL}{d\dot R} = -B\dot a a^2 f'', \qquad (15)$$

$$\left(\frac{dL}{d\dot R}\right)_t = -B\ddot a a^2 f'' - 2B\dot a^2 a f'' - B\dot a a^2 f'''\dot{\tilde R}, \qquad (16)$$

$$R = -\frac{6H^2}{N} + \frac{6}{a^3}\frac{d}{dt}\left(\frac{Ha^3}{N}\right) \qquad (17)$$

мұндағы $N = 1$.

Сонымен қатар нольдік энергия үшін Лагранж-Эйлер қозғалыс теңдеуі былай анықталады

$$L - \frac{dL}{d\dot a}\dot a - \frac{dL}{d\dot R}\dot R = 0, \qquad (18)$$

$$3H^2\left(B - \frac{A}{3}\right)f' + BHf''\dot R + f - f'\tilde R = 0 \qquad (19)$$

Шыққан қозғалыс теңдеуінен ρ - Әлемдік заттың тығыздығын есептейміз:

$$\rho = 3H^2, \qquad (20)$$

$$\rho = 3H^2 = \frac{1}{(A-3B)f'}\left[3BHf''\dot R + 3f - 3f'\tilde R\right]. \qquad (21)$$

Сонымен, модельді сипаттайтын қозғалыс теңдеулер жүйесі келесі:

$$\begin{cases} p = -\left(3H^2 + 2\dot H\right) = \frac{1}{(A-3B)f'}\left[-3f + 3f'\tilde R + 2(A-3B)Hf'\dot{\tilde R} - Bf'''\dot{\tilde R}^2 - Bf''\ddot{\tilde R}\right] \\ \rho = 3H^2 = \frac{1}{(A-3B)f'}\left[3BHf''\dot R + 3f - 3f'\tilde R\right] \\ R = 6\dot H + 12H^2 \end{cases}. \qquad (22)$$

Теңдеуді жеңілдету үшін (23), (24) мәндерді енгіземіз:

$$f''' = 0,\ f'' = \frac{1}{\ddot R} = c_1, f' = c_1 R + c_2, f = \frac{c_1 R^2}{2} + c_2 R + c_3, \qquad (23)$$

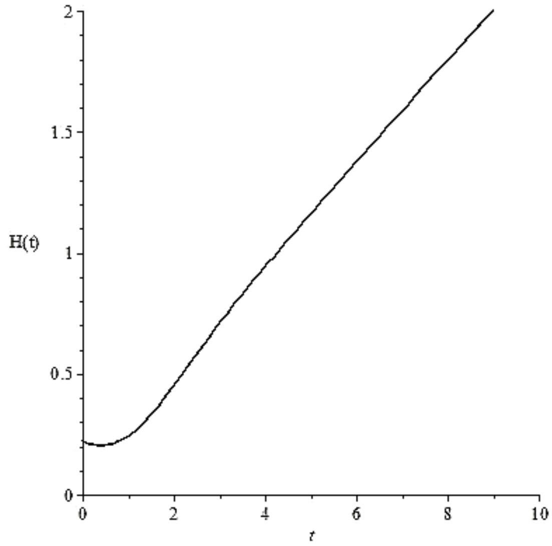
$$R = \frac{l}{2c_1}t^2 + \tilde c_2 t + \tilde c_3, \dot R = \frac{1}{c_1}t + c_2, \ddot R = \frac{1}{c_1}. \qquad (24)$$

Осы мәндерді қозғалыс теңдеулеріне қойып, H(t) Әлемнің удемелі кеңеюін сипаттайтын Хаббл параметірінің эволюциясын табамыз:

$$6\frac{d}{dt}H(t)+12H(t)^2=\frac{1}{2}t^2+t. \tag{25}$$

Сонда

$$H(t)=\frac{1}{36}\frac{(3\sqrt{6}t^2+6\sqrt{6}t-t^2+3\sqrt{6}-2t-1)\mathrm{hypergeom}(\left[\frac{7}{4}-\frac{1}{24}\sqrt{6}\right],\left[\frac{5}{2}\right],\frac{1}{6}\sqrt{6}(t+1)^2)}{(t+1)\mathrm{hypergeom}\left(\left[\frac{3}{4}-\frac{1}{24}\sqrt{6}\right],\left[\frac{3}{2}\right],\frac{1}{6}\sqrt{6}(t+1)^2\right)+\mathrm{hypergeom}(\left[\frac{1}{4}-\frac{1}{24}\sqrt{6}\right],\left[\frac{1}{2}\right],\frac{1}{6}\sqrt{6}(t+1)^2)}+$$
$$\frac{1}{36}\frac{(3\sqrt{6}t+3\sqrt{6}-3t-3)\mathrm{hypergeom}(\left[\frac{5}{4}-\frac{1}{24}\sqrt{6}\right],\left[\frac{3}{2}\right],\frac{1}{6}\sqrt{6}(t+1)^2)}{(t+1)\mathrm{hypergeom}\left(\left[\frac{3}{4}-\frac{1}{24}\sqrt{6}\right],\left[\frac{3}{2}\right],\frac{1}{6}\sqrt{6}(t+1)^2\right)+\mathrm{hypergeom}(\left[\frac{1}{4}-\frac{1}{24}\sqrt{6}\right],\left[\frac{1}{2}\right],\frac{1}{6}\sqrt{6}(t+1)^2)}+$$
$$\frac{1}{36}\frac{\left(3\sqrt{6}t^2-6\sqrt{6}t-3\sqrt{6}+18\right)\mathrm{hypergeom}\left(\left[\frac{3}{4}-\frac{1}{24}\sqrt{6}\right],\left[\frac{3}{2}\right]1\,\frac{1}{6}\sqrt{6}(t+1)^2\right)+(3\sqrt{6}t-3\sqrt{6})\mathrm{hypergeom}(\left[\frac{1}{4}-\frac{1}{24}\sqrt{6}\right],\left[\frac{1}{2}\right],\frac{1}{6}\sqrt{6}(t+1)^2)}{(t+1)\mathrm{hypergeom}\left(\left[\frac{3}{4}-\frac{1}{24}\sqrt{6}\right],\left[\frac{3}{2}\right],\frac{1}{6}\sqrt{6}(t+1)^2\right)+\mathrm{hypergeom}(\left[\frac{1}{4}-\frac{1}{24}\sqrt{6}\right],\left[\frac{1}{2}\right],\frac{1}{6}\sqrt{6}(t+1)^2)} \tag{26}$$



1-сурет.Әлемнің удемелі кеңеюін сипаттайтын Хаббл параметірінің эволюциясы.

Бұл жұмыста біз берілген (1) әсердің көмегімен (4) лагранжанды анықтап, оның қозғалыс теңтеулерін шештік (9; 17). Анықталған қозғалыс теңдеулері арқылы Әлемдік заттың тығыздығы (21) мен қысымын (12) есептедік. Есептеуді жеңілдету үшін (23), (24) мәндерін енгіздік. Нәтижесінде Хаббл параметрінің эволюциясы 1-суретте көрсетілгендей уақыт өседі. Бұл шешім бақылау нәтижелеріне сәйкес келеді.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Frenkel’, V.Ya. Aleksandr Aleksandrovich Fridman (Friedmann): A biographical essay. Uspekhi Fiz. Nauk 1988, 155, 481–516; Translated: Sov. Phys.—Usp. 1988, 31, 645–665.
2. Blas, O. Pujolas and S. Sibiryakov, “Models of non-relativistic quantum gravity: The Good, the bad and the healthy,” JHEP 1104 (2011) 018 doi:10.1007/JHEP04(2011)018 [arXiv:1007.3503 [hep-th]].
3. P. Horava, Phys. Rev. D 79 (2009) 084008 [arXiv:0901.3775 [hep-th]]; JHEP 0903 (2009) 020 [arXiv:0812.4287 [hep-th]]; arXiv:0811.2217 [hep-th]
4. P. Horava, “Quantum Gravity at a Lifshitz Point,” Phys. Rev. D 79 (2009) 084008 doi:10.1103/PhysRevD.79.084008 [arXiv:0901.3775 [hep-th]].
5. Masud C.2, S.Nojiri, Sergei D Odintsov S.D., et al Modified F(R) Hořava–Lifshitz gravity: a way to accelerating FRW cosmology//Classical and Quantum Gravity. – 2010. – Vol.27, Number 18