

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

**Студенттер мен жас ғалымдардың
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»
XIX Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XIX Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»**

**PROCEEDINGS
of the XIX International Scientific Conference
for students and young scholars
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»**

**2024
Астана**

УДК 001

ББК 72

G99

«ǴYLYM JÁNE BILIM – 2024» студенттер мен жас ғалымдардың XIX Халықаралық ғылыми конференциясы = XIX Международная научная конференция студентов и молодых ученых «ǴYLYM JÁNE BILIM – 2024» = The XIX International Scientific Conference for students and young scholars «ǴYLYM JÁNE BILIM – 2024». – Астана: – 7478 б. - қазақша, орысша, ағылшынша.

ISBN 978-601-7697-07-5

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

ББК 72

G99

ISBN 978-601-7697-07-5

**©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2024**

ускоренному расширению. Для углубленного анализа характера расширения использовались космографические параметры. Выяснилось, что параметр замедления принимает не только отрицательные, но и положительные значения, что говорит о наличии перехода от замедленного расширения к ускоренному. Более подробно особенности перехода исследованы при помощи определителей состояния. В результате проведенного исследования подтверждена жизнеспособность модели и возможность ее приложения к исследованию поздних этапов эволюции Вселенной.

Список использованных источников

1. Riess A.G. et al. Observational Evidence from Supernovae for an Accelerating Universe and a Cosmological Constant // *Astron J.* 1998. Vol. 116.
2. Perlmutter S. et al. Measurements of Ω and Λ from 42 High-Redshift Supernovae // *The Astrophysical Journal LBNL.* 1998.
3. Tsujikawa S. Modified gravity models of dark energy // *Lecture Notes in Physics.* Springer, Berlin, Heidelberg, 2010. Vol. 800. P. 99–145.
4. Chaudhary H. et al. Cosmological Tests of $f(R,G,T)$ Dark Energy Model in FRW Universe. 2023.
5. Oikonomou V.K., Tsyba P., Razina O. Einstein-Gauss-Bonnet Cosmological Theories at Reheating and at the End of the Inflationary Era. 2024.
6. Yi Z., Gong Y., Sabir M. Inflation with Gauss-Bonnet coupling // *Physical Review D.* American Physical Society, 2018. Vol. 98, № 8. P. 083521.
7. Glavan D., Lin C. Einstein-Gauss-Bonnet Gravity in Four-Dimensional Spacetime // *Phys Rev Lett.* American Physical Society, 2020. Vol. 124, № 8.
8. Razina O.V., Tsyba P.Yu. Exponential solution of the $f(R)$ gravity with Maxwell term and g -essence // *BULLETIN of the L.N. Gumilyov Eurasian National University. Physics. Astronomy Series.* L. N. Gumilyov Eurasian National University, 2018. Vol. 124, № 3. P. 33–40.
9. Tripathy S.K. et al. Cosmological models with a hybrid scale factor // *International Journal of Modern Physics D.* World Scientific Publishing Company, 2021. Vol. 30, № 16.
10. Sahni V., Shafieloo A., Starobinsky A.A. Two new diagnostics of dark energy // *Physical Review D.* American Physical Society, 2008. Vol. 78, № 10. P. 103502.

УДК 524.834

ДӘРЕЖЕЛІК КЕҢЕЙТУ ЗАҢЫМЕН ЮКАВА ПОТЕНЦИАЛЫМЕН МИНИМАЛДЫ ЕМЕС БАЙЛАНЫСҚАН СКАЛЯР-ФЕРМИОНДЫҚ КОСМОЛОГИЯЛЫҚ МОДЕЛЬ

Рүстемова Ботакөз Ерденқызы,

rustemova-b@bk.ru

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университеті, Астана, Қазақстан
Ғылыми жетекші-Разина О.В.

Космология бұл жалпы Ғаламды, оның пайда болуын, құрылымын және дамуын зерттеуге арналған ғылым. Космологияны зерттеу физика мен астрономияның ең қызықты және өзекті салаларының бірі болып табылады. Қазіргі космология зерттеушілердің үлкен қызығушылығын тудыратын бірқатар өзекті мәселелердің алдында тұр:

-Ғаламның кеңеюі: бақылаулар біздің Ғаламның кеңеюін көрсетеді. Алайда, бұл қалай және неге болатыны жұмбақ күйінде қалып отыр.

-Қараңғы материя және қара энергия: Ғаламның массасы мен энергиясының көп бөлігі қараңғы материя мен қара энергиядан тұрады, бірақ бұл компоненттердің табиғаты белгісіз болып қалады.

-Юкава типіндегі потенциалды қолдана отырып, скалярлық өрістер мен фермиондар арасындағы өзара әрекеттесуді зерттеу: бұл космологиядағы көптеген іргелі мәселелерді шешуге мүмкіндігі бар зерттеудің өзекті бағыты [1-5].

Біз әсерді минималды емес тәуелділікпен зерттейтін боламыз

$$S = \int d^4x \sqrt{-g} \left[\frac{1}{2} (1 - \xi u - \chi \varphi) R + L_f + L_b + L_Y \right], \quad (1)$$

мұндағы L_f фермиондық өріс Лагранж тығыздығы және L_b сәйкесінше скалярлық өрістің Лагранж тығыздығы болып табылады. Ал L_Y Юкава типті потенциал. ξ - R скалярлық қисық пен спинорлық өріс арасындағы байланыс тұрақтысы. χ скалярлық қисықтық пен скаляр өріс арасындағы байланыс тұрақтысы.

Енді біз Фридман Робертсон-Уокер метрикасын қолдана отырып, космологиялық шешімдерді алатын боламыз. Бұл жағдайда біздің метрикамыз келесідей болады

$$ds^2 = -dt^2 + a^2(t)(dx^2 + dy^2 + dz^2), \quad (2)$$

мұндағы $a(t)$ масштабты фактор.

Лагранж функциясы келесідей болады

$$L = -3\dot{a}^2 a (1 - \xi u - \chi \varphi) + 3\dot{a} a^2 (\xi \dot{\bar{\psi}} \psi + \xi \bar{\psi} \dot{\psi} + \chi \dot{\varphi}) + \frac{i}{2} a^3 (\bar{\psi} \gamma^0 \dot{\psi} - \dot{\bar{\psi}} \gamma^0 \psi) - a^3 V_2(u) + \frac{1}{2} a^3 \dot{\varphi}^2 - a^3 V_1(\varphi) - a^3 \eta \varphi. \quad (3)$$

мұндағы $u = \bar{\psi} \psi$ бисызықтық функция. $V_1(\varphi)$ және $V_2(u)$ скаляр және фермион өрістерінің потенциалдары.

(3) теңдеуді қолдана отырып қозғалыс теңдеулерін алатын боламыз. $L_\psi - (L_\psi)_t = 0$ және $L_{\bar{\psi}} - (L_{\bar{\psi}})_t = 0$ осы өрнектерден Дирак теңдеулерін аламыз

$$\dot{\bar{\psi}} + \frac{3}{2} H \bar{\psi} - i V_{2u} \bar{\psi} \gamma^0 - i \xi \frac{R}{2} \bar{\psi} \gamma^0 - i \eta \varphi \bar{\psi} \gamma^0 = 0, \quad (4)$$

$$\dot{\psi} + \frac{3}{2} H \psi + i V_{2u} \gamma^0 \psi + i \xi \gamma^0 \psi \frac{R}{2} + i \eta \gamma^0 \psi \varphi = 0.$$

Келесі біз $L_\varphi - (L_\varphi)_t = 0$ өрнегінен Клейн-Гордон теңдеуін алатын боламыз

$$\ddot{\varphi} + 3H\dot{\varphi} + V_{1\varphi} + \frac{R}{2} \chi + \eta u = 0. \quad (5)$$

Әрі қарай біз Фридман теңдеулерін табамыз

$$3H^2 + 2\dot{H} = -\frac{p}{(1-\xi H-\chi\varphi)}, \quad (6)$$

$$3H^2 = \frac{\rho}{(1-\xi H-\chi\varphi)}, \quad (7)$$

мұндағы

$$p = \frac{1}{2}\dot{\varphi}^2 - V_1 - \chi(2H\dot{\varphi} + \ddot{\varphi}) - V_2 + V_{2u}u + \xi H \frac{R}{2} - \xi(2Hu + \ddot{u}),$$

$$\rho = \frac{1}{2}\dot{\varphi}^2 + V_1 + 3H\chi\dot{\varphi} - 9H^2\xi u + V_2 + \eta\varphi u.$$

Күй теңдеуі келесідей болады

$$\dot{\rho} + 3H(\rho + p) = -\frac{\rho(\xi\dot{u} + \chi\dot{\varphi})}{(1-\xi H-\chi\varphi)}. \quad (8)$$

Енді дәрежелік шешімді құратын боламыз.

$$a = a_0 t^\alpha,$$

$$\varphi = \varphi_0 t^\beta,$$

мұндағы $\alpha > 1$ және $\beta > 1$. a_0 және φ_0 – кейбір тұрақтылар.

(5) (6) және (7) теңдеулерді қолдана отырып, скаляр және фермион өрістерінің потенциалдарын табамыз.

$$V_1 = -\frac{\varphi_0^2 \beta^2 (\beta-1+3\alpha)}{2(\beta-1)} t^{2(\beta-1)} - \frac{3\alpha\varphi_0\beta(2\alpha-1)\chi}{\beta-2} t^{\beta-2} - \frac{\eta c \varphi_0 \beta}{a_0^3 (\beta-3\alpha)} t^{\beta-3\alpha} + V_{10}, \quad (9)$$

$$V_2 = \frac{3\alpha^2}{t^2} + \frac{3\alpha\chi\varphi_0}{\beta-2} (2\alpha + \alpha\beta - \beta(\beta-1)) t^{\beta-2} + \frac{3}{2} \frac{\varphi_0^2 \beta^2 \alpha}{(\beta-1)} t^{2(\beta-1)} + 6 \frac{\xi \alpha^2 c}{a_0^3} t^{-3\alpha-2} + \frac{3\eta\varphi_0\alpha c}{a_0^3 (\beta-3\alpha)} t^{\beta-3\alpha} + V_{20}, \quad (10)$$

мұндағы V_{10} және V_{20} интеграл тұрақтысы болып табылады.

Күндірт энергияның тығыздығын табу үшін (7) теңдеуді, ал қысымын табу үшін (6) өрнекті пайдаланамыз

$$\rho = \frac{3\alpha^2}{t^2} \left(1 - \frac{\xi c}{a_0^3} t^{-3\alpha} - \chi\varphi_0 t^\beta \right), \quad (11)$$

$$p = \frac{\alpha(2-3\alpha)}{t^2} \left(1 - \frac{\xi c t^{-3\alpha}}{a_0^3} - \chi\varphi_0 t^\beta \right). \quad (12)$$

Фермиондық өріс функциясын келесі өрнек түрінде іздейміз

$$\psi_k = A_k(t) e^{iD_k(t)},$$

мұндағы $A_k(t)$ және $D_k(t)$ уақыттың кейбір функциялары және $k = (0,1,2,3)$.

Осы функцияның жалпы түрін (4) Дирак теңдеуіне қоятын болсақ

$$A_k = A_{k0} t^{-\frac{3}{2}\alpha} \quad (13)$$

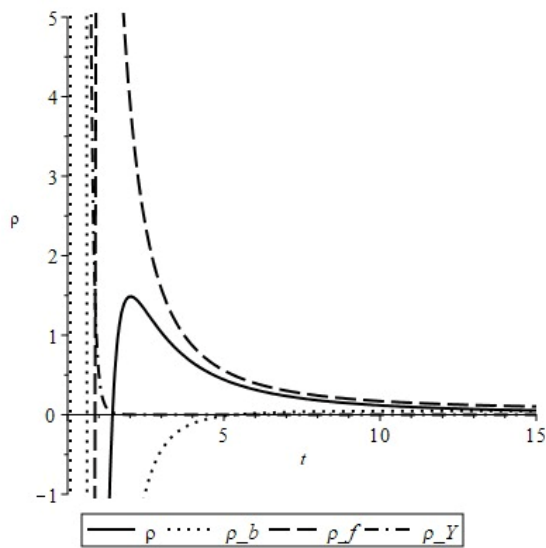
$$D_k = -\frac{2\alpha a_0^3}{c(3\alpha-1)} t^{3\alpha-1} + \frac{a_0^3 \chi \varphi_0}{c} \frac{(2\alpha+\alpha\beta-\beta^2+\beta)}{(\beta+3\alpha-1)} t^{\beta+\alpha-1} + \frac{a_0^3 \varphi_0^2 \beta^2}{c(3\alpha+2\beta-1)} t^{3\alpha+2\beta-1} + \xi\alpha(1+12\alpha)t^{-1} + D_{k0} \quad (14)$$

мұндағы A_{k0} және D_{k0} келесі өрнектер үшін интеграл тұрақтылары болып табылады

$$c^2 = A_{00}^2 + A_{10}^2 - A_{20}^2 - A_{30}^2, \quad D_{00} = D_{10} = -D_{20} = -D_{30}.$$

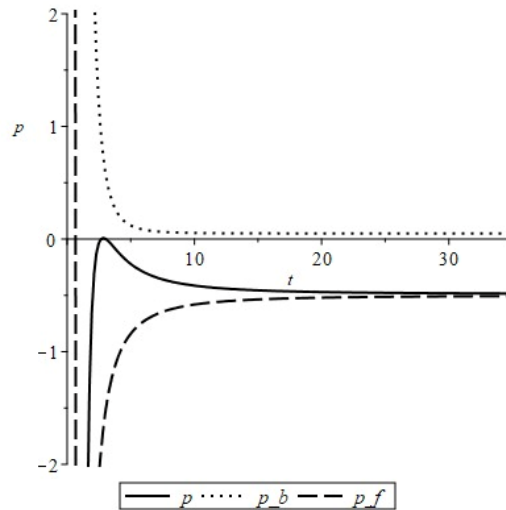
Өрістердің әрқайсысының жалпы тығыздық (7) және қысымға (6) компоненттік үлестерін табамыз

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{1}{2}\dot{\varphi}^2 + V_1 + 3H\chi\dot{\varphi}, \\ \rho_f &= -9H^2\xi u + V_2, \\ \rho_Y &= \eta\varphi u. \end{aligned}$$



1 сурет – ρ тығыздықтың t уақыттан тәуелділігі

$$\begin{aligned} p_b &= \frac{1}{2}\varphi^2 - V_1 - \chi(2H\dot{\varphi} + \ddot{\varphi}), \\ p_f &= V_2 u - V_2 + \xi u \frac{R}{2} - \xi(2Hu + \ddot{u}), \\ p_Y &= 0. \end{aligned}$$



2 сурет – p қысымның t уақыттан тәуелділігі

Юкава типті потенциалмен әрекеттесетін минималды емес скаляр-фермион моделі үшін дәрежелік шешімін құрайық. Скалярлық және фермиондық потенциалдар, сонымен қатар фермион өрісінің функциясы қалпына келтірілді. 1-суретте біз күңгірт энергияның тығыздығының t уақытына тәуелділігін, сондай-ақ оның құрамдас компоненттері: скаляр өрісінің тығыздығы ρ_b , фермион өрісінің тығыздығы ρ_f және Юкава потенциалының тығыздығының ρ_Y графигін құрдық. 2-суретте қысымның t уақытқа тәуелділігін, сонымен қатар оның құрамдас компоненттері: скаляр өрісінің қысымы p_b , фермион өрісінің қысымы p_f графигін құрдық. 2-суреттен шығатыны, ерте Ғаламда фермион өрісі жедел түрде кеңеюіне жауап береді, ал оң қысымы бар скаляр өріс жедел кеңеюді баяулатады. Кеш Ғаламда скалярлық өрістің қысымы нөлге ұмтылады және жедел кеңею толығымен фермион өрісінің әсерінен тікелей байланысты болады. Нөлдік қысым мәніне ие Юкава потенциалы жеделдетілген кеңеюге әсер етпейді.

Бұл зерттеуді Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландырады AP19674478

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Vignolo S. Carloni S. and Fabbri L. // Torsion gravity with nonminimally coupled fermionic field: Some cosmological models. – 2015.-Vol.91.-P.7-10.
2. Carloni S. Cianci R. Feola P. Piedipalumbo E. and Vignolo S.// Journal of Cosmology and Astroparticle Physics. Non minimally coupled condensate cosmologies: matching. -2019. -Vol.10.1088. -P. 15-24.
3. Valle J. and Nader. D.// Towards the Theory of the Yukawa Potential .-2018.-Vol.78.-P.19-23.
4. Zanusso O., Zambelli L., Vacca G.P., Percacci R. // Gravitational corrections to Yukawa systems // 2010.-Vol.10.1016.-P.2-4.
5. Ribas M.O., Devecchi F.P., Kremer G.M. // Fermionic cosmologies with Yukawa type interactions.– 2011.– Vol.5557.-P.2-3