

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**

$$l_{Hor} = l_H^0 a(\eta) \eta = \frac{c}{H_*} x I_0(x, \beta), \quad (18)$$

$$l_{Horr} = l_H^0 a(\eta) (\eta_\infty - \eta) = \frac{c}{H_0} \left(\frac{\Omega_{rv}^0}{\Omega_\Lambda^0} \right)^{1/4} x \frac{I_0(\infty, \beta) - I_0(x, \beta)}{(\Omega_{rv}^0 \Omega_\Lambda^0)^{1/4}} = \frac{c}{H_*} x [I_0(\infty, \beta) - I_0(x, \beta)]. \quad (19)$$

Екінші көкжиекке дейінгі заманауи қашықтық $l_{Horr}^0 = 4.8$ Гпк, асимптотика $l_{Horr} \rightarrow \frac{l_H^0}{\sqrt{\Omega_\Lambda^0}} =$

$\frac{c}{H_0} = 5$ Гпк. Осы шектерде бәрі әрдайым көрінеді.

Жалпылама алған кезде, көкжиек қашықтығы – бұл дегеніміз жарық жылдамдығына байланысты объектілер өзара әрекеттесе алмайтын қашықтық және де ол Хаббл тұрақтысына мен екінші инфляцияға байланысты. Ғалам неғұрлым жылдам кеңейсе, бақыланатын ғаламның көкжиегі соғұрлым алыс болады. Осылайша, Хаббл параметрі және екінші инфляция ғаламның көкжиек қашықтығына әсер етеді және оның мөлшері мен сипаттамаларын анықтайды.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. J. Weber Detection and Generation of Gravitational Waves // Phys. Rev. 1960, 117(1), Pp. 306-313.
2. V.B. Braginskii, G.I. Rukman Possibility of detecting gravitational radiation under laboratory conditions // J. Exptl. Theoret. Phys. (U.S.S.R) 1961, 41, Pp. 304-305.
3. L.D. Landau, E.M. Lifshitz The Classical Theory of Fields // 1960, Vol. 2.
4. N. Feld and L. S. Benenson // Antenna Feeder Devices] in Moscow USSR:N.E. Zhukovsky Airforce Engineering Academy, 1959.
5. L.D. Landau, E.M. Lifshitz Quantum Mechanics // 1948, Vol. 3.
6. I.L. Berstein Reports of the USSR Academy of Sciences // 1956, Vol. 107, 635 p..
7. I.L. Berstein To the review "Modulation interferometry // Successes of physical sciences, 1953, Vol. 49, Pp. 631–633.
8. A.L. Shavlov Optical masers // Successes of physical sciences, 1961, Vol. 75, Pp. 569-582.
9. N.Roinishvili From Astronomi to Cosmology // 2006.
10. E.Hubble A relation between distance and radial velocity among extragalactic nebulae // Proceedings of the National Academy of Sciences, 1929, Vol. 15(3), Pp. 168–173.
11. D. I.Nagirner Cosmological models // 2017.

ӘОЖ 524.83

ИНФЛЯЦИЯЛЫҚ КОСМОЛОГИЯДАҒЫ БАСТАПҚЫ ҚАРА ҚҰРДЫМДАРДЫҢ ПАЙДА БОЛУ МОДЕЛІ

Аралбай Нұрайым Ускумбайқызы

aralbai.nurai@mail.ru

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Физика-техника факультетінің 2 курс магистранты

Астана, Қазақстан

Ғылыми жетекшісі – Р. Мырзакулов

Ғаламның инфляциялық моделі, үлкен жарылыстан кейін ғаламның алғашқы кезеңдегі күйін зерттеу үшін кванттық физика мен бөлшектер физикасының идеяларын біріктіреді. Осы теория бойынша ғалам өте тұрақсыз күйде пайда болды, бұл оның алғашқы кезеңде жылдам кеңеюіне түрткі болды [1]. Сонымен қатар, бұл теория үлкен жарылыс теориясында

түсіндірілмеген кейбір қасиеттерді болжайды. Мысалы, энергияның біркелкі таралуы және кеңістік-уақыттың жазық геометриясы.

Бастапқы қара құрдымдардың қалыптасуын зерттеуде кең таралған тәсілдерінің бірі кинетикалық мүшесі бар инфляциялық модельдерді қолдану. Соның ішінде, Галилейлік мүшесі $G(\varphi)$ басқаратын инфляциялық модельде скалярлық қуат спектрін кеңейтуге және бастапқы қара құрдымдардың пайда болатындығы көрсетілген [2].

Инфляциялық модель бойынша ғаламның бастапқы кезеңінде қисықтық бұзылыстары жоғары тығыздық аймақтарында, гравитациялық коллапс әсерінен бастапқы қара құрдымдардың пайда болуына әкелді. Осы кезеңде пайда болған бастапқы құрдымдардың жұлдызды қара құрдымдардан айырмашылығы, оның массаларының үлкен диапазонына ие болуы. Және бастапқы қара құрдымдарды зерттеудің маңызы өте зор, себебі бастапқы қара құрдымдар күнгірт материяны зерттеу үшін қажетті маңызды объектілердің бірі болып табылады.

Канондық емес кинетикалық термині - $\omega(\varphi)X$ және потенциалы - $V(\varphi)$ болатын скаляр өрістің әрекеті келесідей берілген [3]:

$$S = \int d^4x \sqrt{-g} \left[\frac{1}{2k} R + \omega(\varphi)X - V(\varphi) \right], \quad (1)$$

мұндағы g метрикалық тензордың $g^{\mu\nu}$ анықтаушы, R - Риччи тензорының скаляры, $\omega(\varphi) = 1 - 2G$ және $X = -\frac{1}{2} g^{\mu\nu} \frac{\partial\varphi}{\partial x_\mu} \frac{\partial\varphi}{\partial x_\nu}$. Сонымен қатар, мұнда біз Фридман-Робертсон-Уолкер (ФРУ) метрикасын қарастырамыз:

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

мұндағы $a(t)$ - тек уақытқы тәуелді масштабты фактор.

ФРУ метрикасы үшін келесі шамаларды аламыз, ол мынаған тең:

$$\sqrt{-g} = a^3, \quad R = 6\left(\frac{\ddot{a}}{a} + \frac{\dot{a}^2}{a^2}\right), \quad X = -\frac{1}{2}\dot{\varphi}^2. \quad (3)$$

Жоғарыдағы (1) әсер мен (2) ФРУ метрикасы үшін ден төрт өлшемді-кеңістік уақыт үшін Лагранжианды жазатын болсақ:

$$L = \frac{3}{2}a\dot{a}^2 - \frac{1}{2}a^3(1 - 2G)\dot{\varphi}^2 + a^3V. \quad (4)$$

Қозғалыс теңдеулерін анықтау үшін біз Эйлер-Лагранж теңдеулері мен энергия шартын пайданаламыз

$$\frac{\partial L}{\partial a} - \frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{a}} = 0, \quad (5)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \varphi} - \frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}} = 0, \quad (6)$$

$$H = \frac{\partial L}{\partial \dot{a}} \dot{a} + \frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}} \dot{\varphi} - L = 0. \quad (7)$$

Онда Жоғарыдағы Лагранж мәнін қолдана отырып қозғалыс теңдеулерін алу үшін келесі қадамдарды пайдаланамыз:

$$3 \frac{\dot{a}^2}{a^2} - \frac{1}{2} \dot{\varphi}^2 - V(\varphi) + \dot{\varphi}^2 G(\varphi) = 0, \quad (8)$$

$$\frac{\dot{a}^2}{a^2} + 2 \frac{\ddot{a}}{a} + \frac{1}{2} \dot{\varphi}^2 - V(\varphi) - \dot{\varphi}^2 G(\varphi) = 0, \quad (9)$$

$$\ddot{\varphi} + 3 \frac{\dot{a}^2}{a^2} \dot{\varphi}^2 + \frac{1}{1 - 2G(\varphi)} \left(\frac{dV}{d\varphi} + \frac{dG}{d\varphi} \right) = 0. \quad (10)$$

Енді, бастапқы қара құрдымның скалярлық қуат спектрін анықтау үшін әсерді (1) пертурбация айнымалыларындағы екінші ретке дейін кеңейту керек. Сонда, $R\varphi$ үшін келесі квадраттық әсерді аламыз. Квадраттық әсер R бірінші ретті жуықтау кезінде берілген:

$$S^2 = \frac{1}{2} \int d\tau d^3 x \tilde{z}^2 (1 - 2G_\varphi) \left[(R'_\varphi)^2 - (\nabla R\varphi)^2 \right]. \quad (11)$$

мұндағы $\tilde{z} = \frac{a\varphi}{H}$, ал жай сан конформды уақытқа τ қатысты туындыны көрсетеді

Сонымен қатар, қуат спектрін анықтау үшін Фурье кеңістігінде Муханов-Сасаки теңдеуін R қисықтығының бұзылуына қатысты әсерді (3) өзгерту арқылы есептеуге болады [4]:

$$u'' + \left(k^2 - \frac{z''}{z} \right) u_k = 0. \quad (12)$$

мұндағы, $z = (1 - 2G)^{1/2} \tilde{z}$ және $u_k = z R_{\varphi,k}$.

Демек, скалярлық қуат спектрін келесі түрде алуға болады

$$P_R(k) = (2\pi^2)^{-1} k \left| \frac{u_k}{z} \right|^2. \quad (13)$$

мұнда баяу айналу параметрлері келесідей анықталады:

$$\varepsilon_1 \equiv -\frac{\dot{H}}{H^2}, \quad \varepsilon_2 \equiv -\frac{\ddot{\varphi}}{H\dot{\varphi}}, \quad \varepsilon_3 \equiv \frac{G_\varphi \dot{\varphi}^2}{V_\varphi} \quad (14)$$

Баяу орам жақындаған кезде қисықтық бұзылыстарының қуат спектрі келесідей болады:

$$P_R = \frac{H^2}{8\pi^2 \varepsilon_1} \cong \frac{V^3}{12\pi^2 V_\phi^2} (1-2G) \quad (15)$$

Сәйкесінше, скалярлық спектрлік индекс келесідей жазуға болады:

$$n_s - 1 = \frac{1}{1-2G} \left(2\pi_\nu - 6\varepsilon_\nu + \frac{2G_\phi}{1-2G} \sqrt{2\varepsilon_\nu} \right) \quad (16)$$

мұндағы, $\varepsilon_\nu \equiv \frac{1}{2} \left(\frac{V'}{V} \right)^2$, $\eta_\nu \equiv \frac{V''}{V}$. Планк спутнигімен өлшенген скалярлық спектрлік индекстің ағымдағы мәні $n_s = 0,9627 \pm 0,0060$ [5].

Қуат спекторының тензоры:

$$P_T = \frac{H^2}{2\pi^2}. \quad (17)$$

Тензордың скалярға қатынасын r жазуға болады:

$$r \equiv \frac{P_T}{P_R} = \frac{16X(1-2G)}{H^2} \quad (18)$$

Бақылау нәтижесінде алынған тензордың скалярға қатынасының жоғарғы шегі $r < 0,0654$ болатындығын көрсетеді.

Қорытындылай келе, біз бастапқы қара құрдымның табиғи потенциал үшін өріске тәуелді кинетикалық термині бар инфляциялық модельді пайдалана отырып, қозғалыс теңдеулерін және скаляр қуат спектрін анықтадық. Екінші жағынан, r мәні айналу шкаласындағы Планк бақылауларына сәйкес келуі керек. Канондық емес кинетикалық термині - $\omega(\phi)X$ кинетикалық терминді қолдану бастапқы қара құрдымдардың қалыптасуы үшін қажет болатын кішігірім масштабта бастапқы бұзылуларды арттыруы мүмкін.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Qing G., Yungui G., Zhu Y. Primordial black holes and secondary gravitational waves from k/G inflation // Journal Nuclear Physics. – 2021. – Vol. 969. – P.54-80.
2. Milad S., Kayoomars K. Primordial black holes formation in the inflationary model with field-dependent kinetic term for quartic and natural potentials // Journal of Eur. Phys. – 2021. – Vol. 01. – P.81-95.
3. Teimoori Z., Kayoomars K. Resurrecting the exponential and inverse power-law potentials in non-canonical inflation // Journal Nuclear Physics. – 2017. – Vol. 921. – P.25-38.
4. Mukhanov V.F., Chibisov G.V. Quantum theory of gauge-invariant cosmological perturbations // Journal Sov.Phys.JETP. – 1988.– P. 1297-1302.
5. Akrami Y., et al. Planck Collaboration // Astronomy&Astrophysics. - 2020. – Vol. 641. – P. 980-1041.