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, докоранттардың 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

УДК 834

f(G) ГРАВИТАЦИЯСЫНДАҒЫ ДИНАМИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕР ӘДІСІ

Арғынбай Бейбіт Жүзжасарұлы
argynbay.beibit@gmail.com
Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ, Жалпы және теориялық физика кафедрасы,
7M05304-Физика мамандығының 2 курс магистранты,
Астана, Қазақстан.
Ғылыми жетекшісі – П.Ю. Цыба

Модификацияланған Гаусс-Бонне гравитациясы немесе f(G)-гравитация космологияны зерттеудегі ең қызықты әрі жаңа теория болып есептеледі [1]. Қарастырылып отырған модельдің әсері келесідей берілсін делік

$$S = \int d^4 x\sqrt{-g}\left(\frac{R}{2}\right) + \left(\frac{f}{2}\right) - \frac{f'}{2}\left(G - 24\frac{\dot{a}^2\ddot{a}}{a^3}\right), \quad (1)$$

мұндағы R – скаляр қисығы және G – Гаусс-Бонне инварианты, ол мынадай мәнге ие

$$G = 24\frac{\dot{a}^2\ddot{a}}{a^3} = 24H^2\dot{H} + 24H^4.$$

Фридман-Робертсон-Уокер (ФРУ) метрикасы келесідей

$$ds^2 = dt^2 - \sum dx_i dx^i, \quad (2)$$

мұндағы *a(t)* масштаб фактор деген атпен белгілі өлшемі жоқ функция.

Қысым мен тығыздықты сипаттайтын теңдеулер келесідей

$$2\dot{H} + 3H^2 = -p, \quad (3)$$

$$3H^2 = \rho. \quad (4)$$

Энергияның сақталу теңдеуі [2]

$$\dot{\rho} + 3H(\rho + p) = 0, \quad (5)$$

мұндағы

$$p = -\frac{f}{2} + \frac{f'}{2}G + 24\frac{f'''}{2}\dot{G}H^2 + 24\frac{f''}{2}\ddot{G}H^2 + 12f''\dot{G}H\dot{H} + 12f''\dot{G}H^2, \quad (6)$$

$$\rho = 72\frac{f''}{2}\dot{G}\frac{\dot{a}^3}{a^3} + \frac{f}{2} - \frac{f'}{2}G. \quad (7)$$

Фридманның қазіргі уақыт сәтіндегі бірінші теңдеуі мына түрде жазылады

$$H^2 = 4f''\dot{G}H^3 + \frac{f}{6} - \frac{f\prime}{6} \quad (8)$$

Әрі қарай, біз жалпы әдісті, әдебиетте зерттелген нақты өміршең модельдерге қолданамыз. Көріп отырғанымыздай, біз динамикалық жүйелердің стандартты әдістерін қолдана отырып, әдебиетте алынған нәтижелерді шығара аламыз, сонымен қатар олардың айырмашылықтары мен ұқсастықтарына назар аудара отырып, Ғаламның глобальді характеристикасы туралы қосымша ақпарат бере аламыз [3]. Атап айтқанда, келесі бөлімде f(G) экспоненциал моделін бөлек қарастырып көреміз.

f(G) моделі мына күйде берілсін

$$f(G) = G + \alpha G_0 \left(1 - e^{-p\sqrt{G/G_0}}\right) \tag{9}$$

(9) теңдеуді Фридманның қазіргі уақыт сәтіндегі бірінші теңдеуіне (8) қоя отырып, α мен b арасындағы арақатынасты таба аламыз

$$H^2 = \left(-\frac{\alpha p\sqrt{G_0}}{G\sqrt{G}} e^{-p\sqrt{G/G_0}} - \frac{2\alpha p}{G_0\sqrt{\frac{G}{G_0}}} e^{-p\sqrt{G/G_0}}\right)\dot{G}H^3 +$$
$$+\frac{1}{6}\left(G + \alpha G_0\left(1 - e^{-p\sqrt{G/G_0}}\right)\right) - \frac{G}{6}\left(1 + \frac{\alpha p}{2\sqrt{\frac{G}{G_0}}} e^{-p\sqrt{G/G_0}}\right) \tag{10}$$

$$6H^2 = \alpha e^{-p\sqrt{G/G_0}}\left[\left(-\frac{6p\sqrt{G_0}}{G\sqrt{G}} - \frac{12p}{G_0\sqrt{\frac{G}{G_0}}}\right)\dot{G}H^3 - G_0 - \frac{p}{2\sqrt{\frac{G}{G_0}}}\right] + \alpha G_0 \tag{11}$$

$$\alpha = \frac{6H^2}{e^{-p\sqrt{G/G_0}}\left[\left(-\frac{6p\sqrt{G_0}}{G\sqrt{G}} - \frac{12p}{G_0\sqrt{\frac{G}{G_0}}}\right)\dot{G}H^3 - G_0 - \frac{p}{2\sqrt{\frac{G}{G_0}}}\right] + G_0} \tag{12}$$

Көріп отырғанымыздай мұнда α және b болып табылатын екі модель параметрі бар (біріншісі $[length]^{2(b-1)}$ өлшемімен сипатталса, екіншісі өлшемсіз).

Енді жоғарыда сипатталған динамикалық жүйе әдісінің жалпы f(G)-космология жағдайына қолданылуына тоқталайық. Жоғарыда айтқанымыздай, зат пен қысымның энергетикалық тығыздығын H функциясы арқылы өрнектей аламыз, яғни (5) және (8) арқылы біз мынадай формуланы жаза аламыз [4]

$$\dot{H} = 3(1+\omega)\left[\frac{\tilde{f}(H) - H\tilde{f}_H}{\tilde{f}_{HH}}\right] = \tilde{F}(H) \tag{13}$$

Бұл $p = \omega\rho$ сипаттамасы бар жалпы баротропты сұйықтық затының теңдеуі. Мұндағы $\tilde{f}_H = \frac{\partial \tilde{f}}{\partial H}$ және $\tilde{f}_{HH} = \frac{\partial^2 \tilde{f}}{\partial H^2}$.

(13) теңдеу жалпы f(G) космологиядағы бір өлшемді автономды жүйенің негізгі теңдеуі болып табылады. Бәрінен бұрын, бұл теңдеу тұрақты нүктелердің барлығы мен аяқ астынан ерекшеліктердің болу-болмауын анықтайды.

Біздің модель үшін бұл теңдеудің элементтері мынадай түрде беріледі

$$G = 24H^2\dot{H} + 24H^4;$$

$$G_0 = 24H_0^2\dot{H}_0 + 24H_0^4;$$

$$f(G) = G + \alpha G_0\left(1 - e^{-p\sqrt{G/G_0}}\right);$$

$$f_G = 1 - \alpha G_0 e^{-p\sqrt{G/G_0}}\frac{1}{G_0}\frac{1}{2\sqrt{\frac{G}{G_0}}}(-p) = 1 + \frac{\alpha p}{2\sqrt{\frac{G}{G_0}}}e^{-p\sqrt{G/G_0}};$$

$$f_{GG} = -\frac{\alpha p\sqrt{G_0}}{4G\sqrt{G}}e^{-p\sqrt{G/G_0}} - \frac{\alpha p}{2G_0\sqrt{\frac{G}{G_0}}}e^{-p\sqrt{G/G_0}};$$

Бұл элементтерді (13) теңдеуге апарып қойғаннан алатын нәтижеміз

$$H^{\cdot} = 3(1+\omega)\left[\frac{24H^4 + 24\alpha H_0^4\left(1 - e^{-p\sqrt{24H^4/24H_0^4}}\right)}{288H^2 + 24\alpha H_0^4\left(1 - 288H^3 e^{-p\sqrt{24H^4/24H_0^4}} + (96H^3)^2 e^{-p\sqrt{24H^4/24H_0^4}}\right)} - \right.$$
$$\left. - \frac{96H^4 + 24\alpha H H_0^4\left(1 - 96H^3 e^{-p\sqrt{24H^4/24H_0^4}}\right)}{288H^2 + 24\alpha H_0^4\left(1 - 288H^3 e^{-p\sqrt{24H^4/24H_0^4}} + (96H^3)^2 e^{-p\sqrt{24H^4/24H_0^4}}\right)}\right]. \quad (14)$$

Бізді қараңғы энергия дәуірі қызықтыратындықтан, біз шаң материясына назар аударамыз және біз *ω = 0* қолданамыз және b параметрінің үш нұсқасы үшін f(G) қуат моделінің фазалық кеңістігінің портреттерін ұсынамыз. $\dot{H} = 0$ деп алу арқылы *H > 0* жартылай жазықтығында біз бекітілген нүктелерді анықтаймыз.

$$\dot{H} = 3(1+\omega)\left[\frac{24\alpha H_0^4\left(1 - e^{-p\sqrt{H^4/H_0^4}}\right)}{288H^2 + 24\alpha H_0^4\left(1 - 288H^3 e^{-p\sqrt{H^4/H_0^4}} + (96H^3)^2 e^{-p\sqrt{H^4/H_0^4}}\right)} - \right.$$
$$\left. - \frac{72H^4 + 24\alpha H H_0^4\left(1 - 96H^3 e^{-p\sqrt{H^4/H_0^4}}\right)}{288H^2 + 24\alpha H_0^4\left(1 - 288H^3 e^{-p\sqrt{H^4/H_0^4}} + (96H^3)^2 e^{-p\sqrt{H^4/H_0^4}}\right)}\right]. \quad (15)$$

Бұл қатынас экспоненциал моделдің фазалық кеңістік портреттерін салу үшін қажетті теңдеуді береді.

Бұл зерттеуді Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландырады (Грант №. AP14869238).

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1 Nojiri S., Odintsov S.D., Oikonomou V.K. Modified gravity theories on a nutshell: Inflation, bounce and late-time evolution // Physics Reports – 2017. Vol.692. – p. 1

2 Ferraro R., Fiorini F., Modified teleparallel gravity: Inflation without an inflaton// Physical Review D. – 2007. – Vol.75. – P. 084031.

3 Odintsov S.D., Oikonomou V.K., Sebastiani L. Unification of constant-roll inflation and dark energy with logarithmic R^2 -corrected and exponential F(R)gravity // Nuclear Physics B – 2017. – vol. 923 – p.608–632
4 Sharif M., Fatima H. Ismat. Noether symmetries in f(g) gravity // ЖЭТФ – 2016. – vol.1, Т.149. – стр. 121–130
5 Chirkov D, Pavluchenko S.A. Some aspects of the cosmological dynamics in Einstein-Gauss-Bonnet gravity // arXiv:2101.12066

УДК 524.834

ХАББЛ ШИЕЛЕНІСІН ТҰТҚЫР ҚАРА СҰЙЫҚТЫҚТЫ ҚОЛДАНЫП ШЕШУ

Бахрам Аружан Жанболатқызы, Жадыранова Алия Амирбековна
aruzhan.bakhramm@gmail.com, a.a.zhadyranova@gmail.com
Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ 4-курс студенті, Астана, Қазақстан

Біздің ғаламның жеделдетілген ұлғаюының ашылуы-біздің дәуіріміздегі ең үлкен оқиғалардың бірі [1-4]. Хаббл шиеленісінің ұсынылған шешімдерінің бірі - тұтқыр қара сұйықтық модельдерін пайдалану болып табылады.Жұмыста логотропты қараңғы энергия моделінің белгілерін қолдана отырып күңгірт энергияны дәрежелік заңы бар логарифмдік түзетілген сұйықтық тұрғысынан зерттеліп жатқан күй теңдеуі қарастырылды.

Ғаламды кеңістіктік жазық, біртекті және изотропты деп есептейміз және көлемдік тұтқырлық бар деп есептейміз. Логарифмдік түзетілген дәрежелік сұйықтығы үшін біздің кеңейтілген күй теңдеуіміз келесі форманы алады [5].

$$p = A\left(\frac{\rho}{\rho_*}\right)^{-l} \ln\left(\frac{\rho}{\rho_*}\right) - 3H\zeta(H,t). \tag{1}$$

Бұл жалпыланған күй теңдеуінің ерекше жағдайы болып табылады.
Фондық теңдеулер келесідей болып келеді:

$$\dot{\rho} + 3H(p+\rho) = -Q, \tag{2}$$

$$\dot{\rho}_1 + 3H(p_1+\rho_1) = Q, \tag{3}$$

$$\dot{H} = -\frac{k^2}{2}(p+\rho+p_1+\rho_1). \tag{4}$$

Біз келесідей ФРУ метриканы қарастырамыз және осы метрика үшін Хаббл параметрін қарастырдық. Дәл космологиялық бақылаулар $r = \rho_1/\rho$ -ның бірлік реті бар екенін көрсетеді [6-7]. Тығыздық коэффициентін тұрақты деп есептейміз. Әрі қарай біз өзара әрекеттесудің әртүрлі түрлерімен космологиялық модельдерді зерттейміз. Келесідей байланысты қарастырайық:

$$Q = 3\lambda H(\rho - \rho_1) + \mu(\dot{\rho} - \dot{\rho}_1) \tag{5}$$

Біз Хаббл параметріне пропорционалды тұтқырлықты таңдаймыз. Жоғарыдағы теңдеулерді (1-5) ескере отырып келесі теңдеуге келеміз:

$$\left(1+\mu(1-r)\right)\dot{\rho} + 3H\left[A\left(\frac{\rho}{\rho_*}\right)^{-l}\ln\left(\frac{\rho}{\rho_*}\right) + (1-(1+r)(\lambda-3\tau k^2))\rho\right] = 0, \tag{6}$$