

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**

Біз GRB200925B гамма жарқылының ерте оптикалық табиғатын зерттедік. Бақылау Swift хабарламасынан кейін 129 секундтан басталды. Біздің талдауымыз жарық қисығының монотонды өзгеруін анықтады. Сондай-ақ, спектр бойынша ерте кезеңде түс көрсеткіштері қызылдан көкке өзгерісін көрсетеді. Бұл спектрлік индекс эволюция шаңның жойылуы тұжырымдасына сәйкес келетіні анықталды. Осыған дейінгі зерттелген басқа гамма жарқылдары үшін де осы тұжырым сәйкес келген. Мысалы Перлей және басқалары GRB120119A гамма жарқылы үшін түс өзгерістері шаңның жойылуынан екенін ұсынды[3]. Көмеш және тағы басқаларының GRB201015A үшін зерттеулері оптикалық спектрлік индексте байқалған өзгерістер жойылудың біртіндеп төмендеуіне сәйкес келетінін анықтады[4].

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Margutti R. et al. GRB 081028 and its late-time afterglow re-brightening //Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. – 2010. – Т. 402. – no. 1. – С. 46-6
2. Grossan B., Maksut Z. Performance of the BSTI instrument on the NUTTelA-TAO telescope for high time-resolution, simultaneous three-channel imaging of prompt gamma-ray burst optical emission //Ground-based and Airborne Instrumentation for Astronomy VIII. – SPIE, 2020. – Т. 11447. – С. 2051-2063.
3. Morgan A. N. et al. Evidence for dust destruction from the early-time colour change of GRB 120119A //Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. – 2014. – Т. 440. – №. 2. – С. 1810-1823.
4. Komesh T. et al. Evolution of the afterglow optical spectral shape of GRB 201015A in the first hour: evidence for dust destruction //Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. – 2023. – Т. 520. – №. 4. – С. 6104-6110.

УДК 524.834

$f(Q)$ СИММЕТРИЯЛЫҚ ТЕЛЕПАРАЛЛЬДІК ГРАВИТАЦИЯСЫНДА МИНИМАЛДЫ ЕМЕС ӨРІСТЕРІ БАР КОСМОЛОГИЯЛЫҚ МОДЕЛЬ

Аймаханова Бекзада Мәлікқызы

bekzadaaimakhanova@icloud.com

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің ф-м.ғ.к,
Астана, Қазақстан

Ғылыми жетекшісі – К.Р.Мырзакулов

Кіріспе

Гравитация теорияларының дамуы дифференциалдық геометрияның жетістіктерімен тығыз байланысты. Ауырлық күшінің барлық геометриялық сипаттамаларында [1] келесідей, кеңістік уақыт доғаның $ds = F(x^1, \dots, x^n; dx^1, \dots, dx^n)$ элементіне негізделген жалпы кеңістіктегі метрикалық құрылыммен қамтамасыз етіледі деп болжанады, мұнда $F(x; y)$ оң ($y \neq 0$ кезінде) функцияда анықталған. жанама ТМ. Сонымен қатар, әдетте F бір дәрежелі y бойынша біртекті деп есептеледі [2]. Маңызды ерекше жағдай әдетте Римандық геометрия деп аталатын сәйкес геометриямен $F^2 = g_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu$ таңдау арқылы ұсынылған. Римандық геометрия жалпы салыстырмалылық теориясының [3–5] – тартылыстың геометриялық теориясының негізінде жатыр, ол кванттық механикамен бірге қазіргі физиканың ірге тастарының біріне айналды. Жалпы салыстырмалылық теориясы қазір ұсынылған тартылыс күші туралы ең табысты теория болып саналады.

$f(Q)$ гравитация өріс теңдеулері

Мұнда біз симметриялық телепараллель тартылыс Лагранждың кеңейтімін қарастырамыз

$$S = \int \left(\frac{1}{2k} f(Q) + L_m \right) \sqrt{-g} d^4x, \quad (1)$$

мұндағы метрикалық тензордың анықтаушысы және Лагранж тығыздығы сәйкесінше g және L_m арқылы берілген. Метрикалық емес Q ретінде анықталады

$$Q = -g^{\gamma\psi} \left(L^{\mu}_{\nu\gamma} L^{\nu}_{\psi\mu} - L^{\mu}_{\nu\mu} L^{\nu}_{\gamma\psi} \right), \quad (2)$$

Симметриялық байланыс шеңберінде Леви-Цивита байланысын деформация тензорына қатысты мына түрде көрсетуге болады

$$\Gamma^{\lambda}_{\gamma\psi} = -L^{\lambda}_{\gamma\psi}. \quad (3)$$

(3) теңдеу береді

$$L^{\mu}_{\nu\zeta} = -\frac{1}{2} g^{\mu\lambda} \left(\nabla_{\zeta} g_{\nu\lambda} + \nabla_{\nu} g_{\lambda\zeta} - \nabla_{\lambda} g_{\nu\zeta} \right), \quad (4)$$

Q тензорының ізі былай берілген

$$Q_{\mu} = Q_{\mu}^{\gamma}{}_{\gamma}, \quad \tilde{Q}_{\mu} = Q^{\gamma}{}_{\mu\gamma}. \quad (5)$$

Суперпотенциал Q тензорының функциясы ретінде анықталады

$$P^{\mu}_{\gamma\psi} = -\frac{1}{2} L^{\mu}_{\gamma\psi} + \frac{1}{4} (Q^{\mu} - \tilde{Q}^{\mu}) g_{\gamma\psi} - \frac{1}{4} \delta^{\mu}_{\gamma} Q_{\psi}. \quad (6)$$

Демек, Q үшін қатынас болады

$$Q = -Q_{\mu\gamma\psi} P^{\mu\gamma\psi} = -\frac{1}{4} \left(-Q^{\mu\nu\rho} Q_{\mu\nu\rho} + 2Q^{\mu\nu\rho} Q_{\rho\mu\nu} - 2Q^{\rho} \tilde{Q}_{\rho} + Q^{\rho} Q_{\rho} \right), \quad (7)$$

Өріс теңдеулерін метрикалық тензорға қатысты S -тың вариациясын нөл ретінде алу арқылы алуға болады

$$\begin{aligned} \delta S = 0 &= \int \left(\frac{1}{2k} \delta [f(Q) \sqrt{-g}] + \delta [L_m \sqrt{-g}] \right) d^4x \\ 0 &= \int \frac{1}{2k} \left(\frac{-1}{2} f g_{\gamma\psi} \sqrt{-g} \delta g^{\gamma\psi} - f_Q \sqrt{-g} (P_{\gamma\mu\nu} Q^{\mu\nu} - 2Q^{\mu\nu}{}_{\gamma} P_{\mu\nu\psi}) \delta g^{\gamma\psi} + \right. \\ &\quad \left. + 2f_Q \sqrt{-g} P_{\mu\gamma\psi} \nabla^{\mu} \delta g^{\gamma\psi} + \delta [L_m \sqrt{-g}] \right) d^4x, \quad (8) \end{aligned}$$

мұнда біз

$$T_{\gamma\psi} \equiv \frac{-2}{\sqrt{-g}} \frac{\delta(\sqrt{-g} L_M)}{\delta g^{\gamma\psi}}, \quad (9)$$

Және $2f_Q \sqrt{-g} P_{\mu\gamma\psi} \nabla^\mu \delta g^{\gamma\psi} = -2\nabla^\mu (f_Q \sqrt{-g} P_{\mu\gamma\psi}) \delta g^{\gamma\psi}$, $f(Q)$ гравитациясының өріс теңдеулері пішінді алады

$$\frac{-2}{\sqrt{-g}} \nabla_\gamma (f_Q \sqrt{-g} P^{\mu\gamma\psi}) - \frac{1}{2} f g_{\gamma\psi} - f_Q (P_{\gamma\mu\nu} Q^{\mu\nu} - 2Q^{\mu\nu}{}_\gamma P_{\mu\nu\psi}) = k^2 T_{\gamma\psi}, \quad (10)$$

Мұнда, $f_Q = \frac{\partial f(Q)}{\partial Q}$.

Жалпыланған $f(Q)$ моделін қайта құру

Кеңістіктік біртекті және изотропты ғалам моделінің сызықтық элементі арқылы берілген

$$dS = -dt^2 + a^2(t)(dx^2 + dy^2 + dz^2), \quad (11)$$

мұндағы масштаб коэффициенті a арқылы белгіленеді. Төрт жылдамдық өрісі u_γ , әдеттегі зат тығыздығы ρ_m мен қысым p_m және тиісінше қысымды қамтитын тамаша сұйықтық конфигурациясы үшін энергия-импульстік тензор келесідей берілген:

$$\bar{T}_{\gamma\psi} = (\rho_m + p_m) u_\gamma u_\psi + p_m g_{\gamma\psi}, \quad (12)$$

$f(Q)$ гравитация үшін өзгертілген Фридман теңдеулері

$$3H^2 = \rho_m + \rho_D, \quad 2\dot{H} + 3H^2 = p_m + p_D, \quad (13)$$

мұндағы нүкте уақыт бойынша туындыны білдіреді, ал ρ_D және p_D сәйкесінше қараңғы энергия тығыздығы мен қысымы болып табылады

$$\rho_D = \frac{f}{2} - 6H^2 f_Q, \quad (14)$$

$$p_D = \frac{f}{2} + 2f_Q \dot{H} + 2Hf_{QQ} + 6H^2 f_Q, \quad (15)$$

Екі бөлшек энергия тығыздығы Ω_D және Ω_m төмендегідей берілген

$$\Omega_D = \frac{\rho_D}{\rho_{cr}} = \frac{\rho_D}{3H^2}, \quad \Omega_m = \frac{\rho_m}{\rho_{cr}} = \frac{\rho_m}{3H^2}, \quad (16)$$

$1 = \Omega_D + \Omega_m$, екенін білдіреді, мұндағы ρ_{cr} – критикалық тығыздық. Екі сұйықтықтың, яғни қараңғы энергия мен қараңғы материяның өзара әрекеттесуін қарастырайық. Демек, екі сұйықтықтың үздіксіздігі екі сұйықтықтың энергия тығыздығы бөлек сақталмайтынын, бірақ өзара әрекеттесетін жағдай үшін келесі пішінді алатынын береді.

$$\dot{\rho}_m + 3H(\rho_m + p_m) = \Gamma, \quad \dot{\rho}_D + 3H(\rho_D + p_D) = -\Gamma, \quad (17)$$

Бұл контексте біз $\Gamma = 3\eta H(\rho_m + p_D) = 3\eta H\rho_D(1 + u)$, мәнін қарастырамыз, мұндағы η байланыс тұрақтысын білдіреді,

$$u = \frac{\rho_m}{\rho_D} = \frac{\Omega_m}{\Omega_D} = \frac{1 - \Omega_D}{\Omega_D}. \quad (18)$$

Жоғарыда анықталған параметрлер арқылы ω_D деп жаза аламыз

$$\omega_D = -\frac{1}{2 - \Omega_D} \left(1 + \frac{2\eta}{\Omega_D} \right). \quad (19)$$

Хаббл параметріне пропорционалды энергия тығыздығын қамтитын динамикалық қараңғы энергия үлгілері ғаламның жеделдетілген кеңеюін түсіндіру үшін өте маңызды.

$$\rho_D = \xi H + \zeta H^2. \quad (20)$$

Біздің модельдің Фридман теңдеулерінің шешімі Q метрикалық емес факторға байланысты $f(Q)$ теориясында тұрақты ғаламға әкеледі.

Байланысты тығыздықтарды теңестіру арқылы біз $f(Q)$ гравитация моделі арасындағы байланысты орнатамыз (14) және (20) теңдеулерін қолданып, бұл анық

$$\frac{f}{2} - 6H^2 f_Q = \xi H + \zeta H^2, \quad (21)$$

деп те жазуға болады

$$f_Q - \frac{f}{12H^2} + \frac{\xi}{6H} + \frac{\zeta}{6} = 0. \quad (22)$$

Бірінші ретті сызықтық дифференциалдық теңдеуді Q арқылы көрсетеді, оның шешімі

$$f(Q) = \sqrt{Q}c_1 + c_2Q + c_3\sqrt{Q} \ln Q, \quad (23)$$

мұндағы c_1, c_2 , және c_3 интегралдау константалары.

Масштаб коэффициентін берілген қуат заңы түрінде өрнектейміз

$$a(t) = a_0 t^b, \quad (24)$$

мұндағы a_0 – ағымдық мәні 1 болатын еркін тұрақты, ал b – ерікті тұрақты. Баяулау параметрі келесідей анықталады

$$q = -\frac{a\ddot{a}}{\dot{a}^2} = -1 + \frac{1}{b}. \quad (25)$$

$q < 0$ болғанда, бұл ғаламның үдеуін, ал $q > 0$ баяулауын көрсетеді. (24) теңдеудегі b мәнін қойып, аламыз

$$a(t) = t^{\frac{1}{1+q}}, \quad (26)$$

мұндағы $q > -1$ кеңейіп жатқан ғаламды білдіреді. Оның үстіне, ағымдағы ғалам жылдамдауда, бұл баяулау параметрінің ағымдағы мәнімен көрсетілгендей, яғни $q = -0.832_{-0.091}^{+0.091}$. Ғаламның тарихи кеңеюі мен қазіргі кеңею жылдамдығын былай көрсетуге болады

$$H = \frac{\dot{a}}{a} = \left(\frac{1}{1+q} \right) t^{-1}, \quad H_0 = \left(\frac{1}{1+q} \right) t_0^{-1}. \quad (27)$$

Бұл q және H_0 параметрлері ғарыштық кеңеюді анықтайтынын көрсетеді. Масштаб коэффициенті мен қызылға жылжу параметрі $z(a = Y^{-1})$, арасындағы байланысты пайдаланып, біз

$$H = H_0 Y^{1+q}, \quad \dot{H} = -H_0 Y^{2+2q}, \quad (28)$$

Мұнда $Y = 1 + z$.

Q мәнін $Q = 6H^2$ ретінде есептеуге болады. H мәнін пайдаланып, бізде бар

$$Q = 6H_0^2 Y^{2+2q}. \quad (29)$$

Бұл мәнді (23) теңдеуге енгізіп, шешімді былай жазуға болады

$$f(Q) = \sqrt{6H_0^2 Y^{2+2q}} c_1 + 6c_2 H_0^2 Y^{2+2q} + c_3 \sqrt{6H_0^2 Y^{2+2q}} \ln(6H_0^2 Y^{2+2q}). \quad (30)$$

Біз сондай-ақ Q нөлге ұмтылған кезде біздің қайта құрастырылған модель нөлге жақындайтынын ескереміз, бұл алынған модельдің шынайы әрекетін білдіреді.

Содан кейін біз қайта құрылған $f(Q)$ гравитация моделі үшін ρ_D және p_D әрекетін зерттейміз. (14) және (15) тармақтарындағы (23) теңдеуді қолданып, мынандай нәтиже шығады

$$\rho_D = \frac{1}{2} \sqrt{Q} (2c_1 + 2c_3 + 3c_2 \sqrt{Q} + 2c_3 \ln Q), \quad (31)$$

$$p_D = 2(\dot{H} + 3H^2) \left(c_2 + \frac{c_1}{2\sqrt{Q}} + \frac{c_3}{\sqrt{Q}} + \frac{c_3 \ln Q}{2\sqrt{Q}} \right) -$$

$$- 2H\dot{Q} \left(\frac{c_1}{4Q^{\frac{3}{2}}} + \frac{c_3 \ln Q}{4Q^{\frac{3}{2}}} \right) - \frac{\sqrt{Q}c_1 + c_2Q + c_3\sqrt{Q} \ln Q}{2}. \quad (32)$$

Бұл теңдеулерді параметрі бойынша түрлендірсек, бізде болады

$$\rho_D = \left(2c_1 + 2c_3 + 3c_2 \sqrt{6H_0^2 Y^{2+2q}} + 2c_3 \ln(6H_0^2 Y^{2+2q}) \right) \sqrt{\frac{3}{2} H_0^2 Y^{2+2q}}, \quad (33)$$

$$p_D = \frac{-H_0 Y^{1+q}}{12\sqrt{6}(H_0^2 Y^{2+2q})^{\frac{3}{2}}} \left(\begin{aligned} & c_1(1 + 12H_0^2 Y^{3+3q}) + 12H_0^2 Y^{3+3q} + \\ & + (c_3(-2 + 6H_0) + c_2(-2 + 3H_0)) \sqrt{6H_0^2 Y^{2+2q}} - \\ & - c_3(1 + 12H_0^2 Y^{3+3q}) \ln(6H_0^2 Y^{2+2q}) \end{aligned} \right). \quad (34)$$

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Nojiri, S.D. Odintsov, Modified Gauss-Bonnet theory as gravitational alternative for dark energy, Phys. Lett. B 631 (2005) 1.
2. S. Nojiri, S.D. Odintsov, Introduction to modified gravity and gravitational alternative for dark energy, Int. J. Geom. Methods Mod. Phys. 4 (2007) 115.
3. O. Bertolami, C.G. Boehmer, T. Harko, F.S. Lobo, Extra force in f(R) modified theories of gravity, Phys. Rev. D 75 (2007) 104016.
4. N. Katirci, M. Kavuk, gravity and Cardassian-like expansion as one of its consequences, Eur. Phys. J. Plus 129 (2014) 163.
5. M. Sharif, A. Ikram, Energy conditions in f(G, T) gravity, Eur. Phys. J. C 76 (2016) 640.

УДК 530.122

Спинорлық өрістегі гравитациялық толқындардың таралуын зерттеу

Андирбай Ақшолпан

aksholpan20@list.ru

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университеті, Астана қ.,

Ғылыми жетекші – Мырзақұл Ш.Р.

Гравитациялық толқындар - бұл үдеумен қозғалатын массивтік объектілерден алыстайтын кеңістік-уақыт тербелісі. Заттың үдеуі мен массасы неғұрлым жоғары болса, тербеліс соғұрлым көп болады. Гравитациялық толқындар туралы алғаш рет көрнекті физик Альберт Эйнштейн айтты, ол бір ғасыр бұрын олардың жалпы салыстырмалылық теория (ЖСТ) шеңберінде болуын болжаған. [1] Жалпы салыстырмалық теорияда және гравитацияның кейбір басқа теорияларында, гравитациялық толқындар массивтік денелердің ауыспалы үдеумен қозғалуынан пайда болады. Гравитациялық толқындар кеңістікте жарық жылдамдығындай жылдамдықпен еркін таралады.