

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

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

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

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

**2023
Астана**

УДК 001+37
ББК 72+74
G99

«GYLYM JÁNE BILIM – 2023» студенттер мен жас ғалымдардың XVIII Халықаралық ғылыми конференциясы = XVIII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «GYLYM JÁNE BILIM – 2023» = The XVIII International Scientific Conference for students and young scholars «GYLYM 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

**©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2023**

**F(R,G) ГРАВИТАЦИЯСЫНДА БАРИОНДЫҚ МАТЕРИЯ ТЫҒЫЗДЫҒЫНЫҢ
ҰЙЫТҚУЫ**

Мұқанбет С.Б., Нұрат И.Қ.

bakytzyzysandugash@gmail.com, indira.nurat@mail.ru

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

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

Стандартты космологияның ең қызықты сұрақтарының бірі теория сәтсіздікке ұшыраған кезде бастапқы сингулярлыққа немесе үлкен жарылысқа байланысты. Егер мына Робертсон-Уокер метрикасын қарастыратын болсақ [1]

$$ds^2 = -dt^2 + a^2(t) \left[\frac{dr^2}{1-kr^2} + r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta d\phi^2) \right], \quad (1)$$

Әлемді (жеткілікті үлкен масштабта) біртекті және изотропты бейнелейтіндіктен, онда материяның таралуы идеалды сұйықтықтың энергия-импульс тензорымен ұсынылған

$$T_{ij}^M = (\rho_b + p_b)u_i u_j + g_{ij}, \quad (2)$$

мұндағы ρ_b - бариондық материя заттың энергия тығыздығы, ал p_b -қысым, сонда Эйнштейн өрісінің теңдеулері [2-3]

$$R_{ij} - \frac{1}{2}R_k^k g_{ij} = -8\pi G T_{ij}^M, \quad (3)$$

Сәйкесінше келесідей екі тәуелсіз теңдеуді аламыз

$$8\pi G\rho = 3\frac{\dot{a}^2}{a^2} + 3\frac{k}{a^2}, \quad (4)$$

$$8\pi Gp = -2\frac{\ddot{a}}{a} - \frac{\dot{a}^2}{a^2} - \frac{k}{a^2}. \quad (5)$$

Бұл екі теңдеуді байланыстыратын үш белгісіз $a = a(t)$, ρ және p функциялар, сәйкесінше космологиялық масштабты фактор, тығыздық және қысым. Алайда, біз әдеттегі баротропты күй теңдеуін қабылдағаннан кейін жүйе тұйық болады $p(\rho) = \omega\rho$, ω – күй параметрі. Содан кейін $p > 0$, $\rho > 0$, (4) және (5) бар қалыпты материя үшін Әлемнің геометриясына қарамастан, өткен уақыттың белгілі бір нүктесінде a нөлге айналуын талап ететінін көру оңай. Осы кезде кеңістік-уақыты сингулярлық болады және барлық физикалық айнымалылар жарылып кетеді [4].

Кванттық гравитациялық әсерлер сингулярлық нүктеге жақын деп күтілетіндіктен, сингулярлық мәселесі кванттық гравитация теориясында қарастырылуы керек. Өйткені қазіргі кездегі кванттық гравитацияның толық теориясы заманауи кезеңде қол жетімді емес, біз бұл мәселені жалпы салыстырмалылық шеңберінде классикалық деңгейде шешуге тырысамыз.

Шешім кез келген кванттық үлестерді болдырмайтын шекті (классикалық) масштабты фактор мәнінде орын алатын секіру шешімдері (бұл космологияда бәрібір жаңа емес) тұрғысынан ұсынылған. Біздің мақсатымыз–Әлемнің динамикасын реттейтін баяулау параметрін шектеу арқылы барионды материя ұйытқу эволюциясын зерттеу. Ол үшін Хаббл параметрін анықтаймыз. Жоғарыда айтқанымыздай, Эйнштейн теңдеулері заттың күй теңдеуімен бірге тұйық жүйені құрайды. Осылайша, кез-келген қосымша шарт (баяулау параметріне сәйкес келеді) жүйені шамадан тыс анықтайды. Біз теңдеулерге басқа нысанды, әйгілі *Қараңғы*

энергияны енгізу арқылы шамадан тыс анықтаудың орнын толтыруды жоспарлап отырмыз. Қазіргі уақытта Эйнштейн теориясы Ia типті супер жаңа жұлдыздың әлсіздігін түсіндіру үшін Қараңғы энергияны пайдалануды талап ететіні жақсы анықталған (Perlmutter et al. 1999; Reiss et al. 1998; Kowalski et al. 2008; Amanullah et al. 2010). Қараңғы энергия басқа бақылаулармен де расталады, мысалы, ғарыштық микротолқынды фон сәулеленуінің анизотропиялық өлшемдері (Spergel et al. 2003, 2007) және бақылаулар бариондық акустикалық тербелістер [5-7].

Қараңғы энергияны потенциалдық энергия немесе тұрақты потенциалдық энергия басым болатын үлкен масштабты скаляр өрісі ϕ ұсынуы мүмкін (сондықтан оң энергия шектеулері бұзылады). Мұндай заттың келесі түрде энергия-импульс тензоры болады $T_{ij}^{DE} = (\rho_\phi + p_\phi)u_i u_j + p_\phi g_{ij}$ және оның күй теңдеуі $p_\phi = \omega_\phi \rho_\phi$, мұндағы ω_ϕ – жалпы уақыт функциясы. Бұл ϕ өрісінің динамикасына және оның потенциалдық энергиясына байланысты қараңғы энергияға бірқатар үміткерлерді беретіні анық. Космологиялық бақылаулардың ең қарапайым және ең қолайлысы Эйнштейннің космологиялық тұрақтысы Λ болып табылады, ол үшін ω_ϕ мәні -1 дейін (потенциалды энергия басым скаляр өріс) төмендейді. Қараңғы энергияны Эйнштейн теориясына T_{ij}^M -ді T_{ij}^{total} -ға ауыстыру арқылы енгізуге болады (3), мұндағы $T_{ij}^{total} = T_{ij}^M + T_{ij}^{DE} = (\rho_t + p_t)u_i u_j + p_t g_{ij}$, $\rho_t = \rho + \rho_\phi$ және $p_t = p + p_\phi$ екенін түсінеміз. Бұл жағдайда (4) және (5) келесідей модификацияланады:

$$8\pi G \rho_t = 3 \frac{\dot{a}^2}{a^2} + 3 \frac{k}{a^2}, \quad (6)$$

$$8\pi G p_t = -2 \frac{\ddot{a}}{a} - \frac{\dot{a}^2}{a^2} - \frac{k}{a^2}. \quad (7)$$

Бианка идентификациясы енді T_{ij}^{total} -дан жойылып бара жатқан дивергенцияны талап етеді. Біз материя мен қараңғы энергия арасындағы минималды байланыс (өзара әрекеттесудің болмауы) туралы қосымша болжамдар жасамаймыз (бұл кез-келген жағдайда кездейсоқ болып көрінеді және қарапайым болжамнан басқа ештеңе жоқ) және өзара әрекеттесу табиғи және іргелі принцип деп санаймыз (Vishwakarma and Narlikar 2007). Бұл келесі теңдеуге алып келеді

$$\frac{d}{dt}(\rho_t R^3) + p_t \frac{dR^3}{dt} = 0. \quad (8)$$

Жоғарыда айтқанымыздай, әртүрлі космологиялық бақылауларға сәйкес, қараңғы энергия рөліне ең қолайлы үміткер – бұл космологиялық тұрақты Λ болып табылады. Демек, болашақта біз тек осы жағдаймен шектелеміз.

Біз Λ кванттық тербелістердің нөлдік нүктелік энергиясынан туындайтын $\rho_v = \Lambda/8\pi G$ вакуумының меншікті энергия тығыздығы ретінде ұсынылуы мүмкін екенін білеміз. Алайда бұл кең талқыланған космологиялық тұрақты мәселеге әкеледі, бұл бақылаулардағы ρ_v жоғарғы шегі оның кванттық өріс теориясы болжаған мәнінен шамамен 120 рет төмен. Егер бізде динамикалық әлсірейтін ρ_v болса, бұл мәселе шешіледі. Әлемнің басқа материалдық өрістерімен байланысының арқасында ыдырайтын ρ_v (ертедегі Әлемде үлкен мәнге ие) Әлемнің кеңеюі кезінде өзінің кішігірім бақыланатын мәніне дейін әлсіреп, массивті немесе массасыз бөлшектер жасай алады [9]. Әрі қарай, бізде динамикалық түрде сөнетін ρ_v бар екенін көреміз. $\rho_\phi \rightarrow \rho_v$ жағдайы үшін (8) сақталу теңдеуі келесіге дейін азаяды.

$$\frac{d}{dt}(\rho R^3) + p \frac{dR^3}{dt} + R^3 \frac{d\rho_v}{dt} = 0. \quad (9)$$

Әлемдегі материя мазмұнының энтропиясының өзгеруін береді

$$TdS = d(\rho R^3) + p dR^3 = -R^3 d\rho_v, \quad (10)$$

ол әрдайым вакуумның әлсіреген энергиясымен артады. Осылайша, $\dot{\rho}_v < 0$ кезінде вакуумдық энергиядан материяның үздіксіз түзілуі жүреді.

Баяулау параметрі бойынша Әлемнің динамикасы

Сәйкесінше $H = \frac{\dot{a}}{a}$ және $q = -a\ddot{a}/\dot{a}^2$ ретінде анықталған H (Хаббл параметрі) және q (баяулау параметрі) бақыланатын екі параметр арақатынасына байланысты.

$$q = -1 + \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{H} \right). \quad (11)$$

Бұл теңдеуді масштабтың $a(t)$ факторын интегралдау үшін біріктіруге болады

$$a(t) = e^\delta \exp \left\{ \int \frac{dt}{\int (1+q) dt + \sigma} \right\}, \quad (12)$$

мұндағы σ және δ – интегралдау тұрақтылары.

(12) теңдеуді ықтимал интегралдау үшін $q = \text{const}$ - бұл Берман талқылағандай, t -тан айқын функция ретінде $a(t)$ беретін қарапайым таңдау екенін байқаймыз.

q уақыт өте келе өзгеретіні қабылданған кезде, $a(t)$ нақты анықтамасы q сапасының ықтимал таңдауына әкеледі

$$q = -\frac{\gamma}{t^2} + (\lambda - 1), \quad (13)$$

мұндағы γ және λ – масштаб факторының параметрлері, $\gamma > 0$ – уақыт квадратының өлшемі бар параметр, ал $\lambda > 1$ – өлшемсіз тұрақты. Әр түрлі мәндер бар екені анық. γ және λ әртүрлі модельдерге әкеледі. (13) арқылы берілген q көмегімен (12) уақыт бойынша масштабтық факторының өзгеруін алу үшін біріктіруге болады.

$$a(t) = e^\delta \exp \left\{ \frac{1}{\lambda} \int \frac{t}{t^2 + \frac{\sigma}{\lambda} t + \frac{\gamma}{\lambda}} dt \right\}. \quad C$$

(14) теңдеу арқылы Хаббл параметрінің эволюциясы келесі түрде алынады

$$H = \frac{t}{\lambda t^2 + \sigma t + \gamma}. \quad (15)$$

Бариондық материяның тығыздығының бұзылуының эволюциясын сипаттайтын жалпы теңдеуді сызықтық түрде жазайық,

$$\ddot{\delta} + 2H\dot{\delta} + (v_s^2 k^2 - 4\pi G \rho_b) \delta = 0, \quad (16)$$

v_s – бариондық материя дыбыс жылдамдығы, k – толқындық вектор, ρ_b – бариондық заттың тығыздығы, G – гравитациялық тұрақты. Осы теңдеуді одан әрі талдау үшін біз екі ескерту жасаймыз. Ерте Әлемде бариондық материя релятивистік күйде болған $v_s^2 \sim \frac{1}{3}$. Ал толқындық вектор жуықтап, масштабты факторға кері пропорционал деп қарастырамыз:

$$k^2 \sim a^{-2} = \left(\frac{\gamma}{\lambda} + t^2 \right)^{-\frac{3}{\lambda}(1+\omega)}. \quad (17)$$

Үлкен масштабтарда Әлем біртекті идеал материя ретінде қарастыруға болады, яғни $p_b = \omega \cdot \rho_b$ түрінде беріледі, мұндағы ω –күй параметрі. Ал барионды материя тығыздығының сақталу заңынан $\dot{\rho} = -3(\rho_b + p_b) \frac{\dot{a}}{a}$ барионды материя тығыздығын $\rho_b = -3\rho_0(1 + \omega)$ анықтаймыз.

$\sigma = 0$ жағдайын қарастырып арқылы (15) теңдеуден масштабты фактор келесідей анықталады

$$a(t) = \left(\frac{\gamma}{\lambda} + t^2\right)^{\frac{1}{2\lambda}}. \quad (18)$$

(16) өрнекте жақшада екі термин бар, олардың біріншісі бариондық заттың ішкі энергиясын, екіншісі оның сыртқы (гравитациялық) энергиясын сипаттайды. Сонымен қатар, Әлемнің эволюциясы барысында осы энергия түрлерінің арақатынасы өзгереді. Әрі қарай, Әлемнің эволюциясы процесінде қатаң түрде айтсақ, бариондық емес материяның күй теңдеуі ғана емес, сонымен қатар бариондық материя да өзгереді. Сондықтан бариондық заттың тығыздығының өрнегі де тұрақты емес, уақытқа байланысты. Келесіде үш түрлі жағдайды қарастырамыз.

$$1. v_s^2 \left(\frac{\gamma}{\lambda} + t^2\right)^{\frac{1}{\lambda}} \gg 4\lambda\pi G\rho_0 \left(\frac{\gamma}{\lambda} + t^2\right)^{-\frac{3}{2\lambda}(1+\omega)}, \quad (19)$$

$$2. v_s^2 \left(\frac{\gamma}{\lambda} + t^2\right)^{\frac{1}{\lambda}} \ll 4\lambda\pi G\rho_0 \left(\frac{\gamma}{\lambda} + t^2\right)^{-\frac{3}{2\lambda}(1+\omega)}, \quad (20)$$

$$3. v_s^2 \left(\frac{\gamma}{\lambda} + t^2\right)^{\frac{1}{\lambda}} = 4\lambda\pi G\rho_0 \left(\frac{\gamma}{\lambda} + t^2\right)^{-\frac{3}{2\lambda}(1+\omega)}. \quad (21)$$

Нәтижесінде бариондық материя тығыздығының ұйытқуы келесі түрде анықталады:

$$\ddot{\delta} + 2\frac{t}{\gamma + \lambda t^2} \dot{\delta} + \left(\frac{1}{9} \left(\frac{\gamma}{\lambda} + t^2\right)^{\frac{1}{\lambda}} - 4\pi G\rho_0 \left(\frac{\gamma}{\lambda} + t^2\right)^{-\frac{3}{2\lambda}(1+\omega)}\right) \delta = 0. \quad (22)$$

Бірінші жағдайда кинетикалық энергияның басым жағдайын қарастырамыз:

$$\frac{1}{9} \left(\frac{\gamma}{\lambda} + t^2\right)^{\frac{1}{\lambda}} \gg 4\lambda\pi G\rho_0 \left(\frac{\gamma}{\lambda} + t^2\right)^{-\frac{3}{2\lambda}(1+\omega)} \quad (23)$$

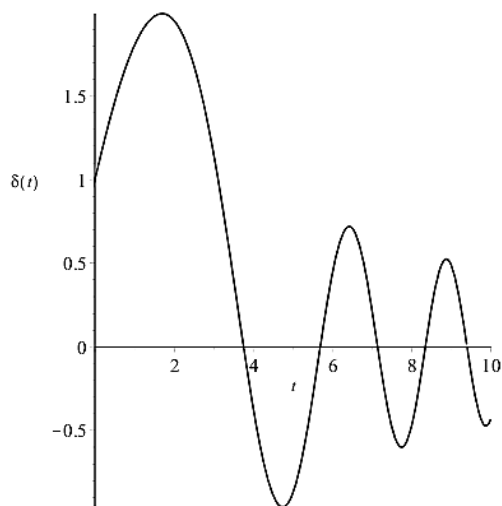
$\gamma = 1$ және $\lambda = 1$ тең болатын дербес жағдай қарастырамыз:

$$\frac{d^2}{dt^2} \delta(t) + \frac{t \left(\frac{d}{dt} \delta(t)\right)}{t^2 + 1} + \frac{1}{9} (t^2 + 1) \delta(t) = 0. \quad (24)$$

Дифференциалдық теңдеу бойынша келесі шешім алынады:

$$\delta(t) = C_1 e^{-\frac{1}{6}t^2} \text{HeunC} \left(\frac{1}{3}I, -\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}, -\frac{1}{36}, \frac{29}{72}, -t^2\right) + C_2 e^{-\frac{1}{6}It^2} \text{HeunC} \left(\frac{1}{3}I, \frac{1}{2}, -\frac{1}{2}, -\frac{1}{36}, \frac{29}{72}, -t^2\right) t, \quad (25)$$

мұндағы C_1 және C_2 – интегралдық тұрақты шамалар және HeunC функциясы Хойн теңдеуінің конфлюэнтті шешімі.



1 - сурет. Кинетикалық энергияның басым жағдайы.

Екінші жағдайда потенциалдық энергияның басым жағдайын қарастырамыз:

$$v_s^2 \left(\frac{\gamma}{\lambda} + t^2 \right)^{\frac{1}{\lambda}} \ll 4\lambda\pi G\rho_0 \left(\frac{\gamma}{\lambda} + t^2 \right)^{-\frac{3}{2\lambda}(1+\omega)}. \quad (26)$$

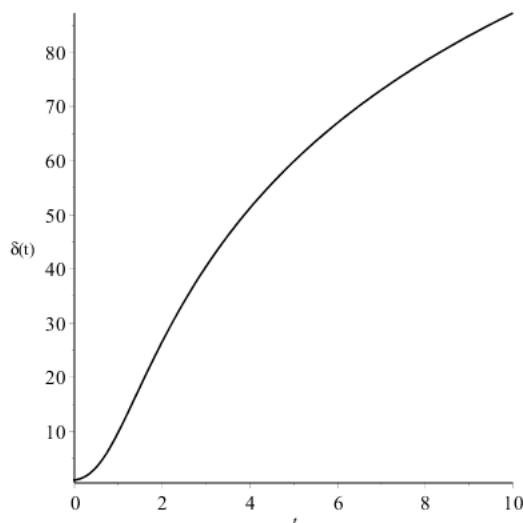
$\omega = 1$, $\lambda = 1$ және $\gamma = 1$ тең жағдайын ұарастырамыз:

$$\frac{d^2}{dt^2} \delta(t) + \frac{t \left(\frac{d}{dt} \delta(t) \right)}{t^2+1} - \frac{4\pi G\rho_0 \delta(t)}{(t^2+1)^3} = 0. \quad (27)$$

Дифференциалдық теңдеу бойынша шешім:

$$\delta(t) = C_1 \text{HeunC} \left(0, -\frac{1}{2}, 0, -\pi G\rho_0, \frac{1}{4} + \pi G\rho_0, \frac{t^2}{t^2+1} \right) + \frac{C_2 \text{HeunC} \left(0, \frac{1}{2}, 0, -\pi G\rho_0, \frac{1}{4} + \pi G\rho_0, \frac{t^2}{t^2+1} \right) t}{\sqrt{t^2+1}}, \quad (28)$$

мұндағы C_1 және C_2 – интегралдық тұрақты шамалар және HeunC функциясы Хойн теңдеунің конфлюэнтті шешімі.



2- сурет. Потенциалдық энергияның басым жағдайы кескінінің графигі.

Үшінші жағдайда потенциалдық энергия мен кинетикалық энергия тең деп қарастырамыз [10]

$$v_s^2 \left(\frac{\gamma}{\lambda} + t^2 \right)^{\frac{1}{\lambda}} = 4\lambda\pi G\rho_0 \left(\frac{\gamma}{\lambda} + t^2 \right)^{-\frac{3}{2\lambda}(1+\omega)} \quad (29)$$

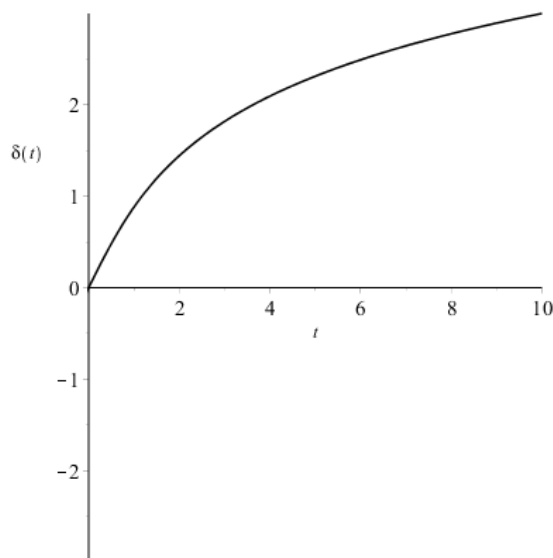
$\gamma = 1$ және $\lambda = 1$ тең деп аламыз.

$$\ddot{\delta}(t) + \frac{t(\dot{\delta}(t))}{t^2+1} = 0 \quad (30)$$

Тең жағдай үшін дифференциалдық теңдеудің мәні келесідей:

$$\delta(t) = C_1 + \operatorname{arcsh}(t)C_2, \quad (31)$$

мұндағы C_1 және C_2 – интегралдық тұрақты шамалар.



3 - сурет. Потенциалдық энергия мен кинетикалық энергия тең жағдайы кескінінің графигі

Уақыт бойынша өзгеретін космологиялық константамен ұсынылған өзара әрекеттесетін қара энергиямен, баяулау параметрінің формасын шектейтін ФРУ-дің ерекше емес және серпінді космологиялық моделі алынған. Бұл мақалада біз $F(R,G)$ гравитациясында бариондық материя тығыздығының ұйытқуларын зерттедік. Бұл модельде бариондық материяның тығыздығының ұйытқуның эволюциясын сипаттайтын жалпы теңдеуді қолдану арқылы 3 жағдайды бөліп қарастырдық. Бариондық материя тығыздығының ұйытқулары потенциалдық энергияның басым жағдайында бастапқыда баяу өседі, содан кейін уақыт өте келе сызықтық түрде өзгереді. Осыдан кейін, потенциалдық және кинетикалық энергиялардың тең жағдайында модель баяулау параметрінің жоғарылауымен баяулайды. Ал кинетикалық энергияның басым жағдайында қысқа уақыт ішінде максималды мәніне дейін тез артады, содан кейін уақыт өте келе азаяды. Бариондық материя тығыздығының ұйытқулары максималды мәнге дейін артады, содан кейін уақыт өте келе төмендейді.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1 Abdussattar, S.R. Prajapati Role of deceleration parameter and interacting dark energy in singularity avoidance // [Astrophysics and Space Science](#). - 2010. Vol. 331, P. 657-663.

- 1.1.1. 2 Abdel-Rahman, A.-M.M. Singularity-free decaying-vacuum cosmologies// *Physical Review D*. - 1992. - Vol. 45, Vol. 291- PP. 3497-3511.
- 3 Spergel, D.N. Three Year Wilkinson Microwave Anisotropy Probe(WMAP) Observations: Implications for Cosmology // [The Astrophysical Journal Supplement Series](#). - 2007. [Vol.170, № 2](#), P. 377.
- 4 Berman, M.S. Cosmological models with a variable cosmological term // *Physical Review D*. - 1991. - Vol. 43. P.1075-1078.
- 1.2. 5 Bond, J.R. Forecasting cosmic parameter errors from microwave background anisotropy experiments // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. - 1997. -, - P. 33-41.
2. 6 Kowalski, M. Improved Cosmological Constraints from New, Old, and Combined Supernova Data Sets // [The Astrophysical Journal](#). - 2008.[Vol. 686](#), № 2, P. 749.
3. 7 Perlmutter, S. Measurements of Ω and Λ from 42 High-Redshift Supernovae // [The Astrophysical Journal](#). - 1999. [Vol.517](#), № 2, P. 565.
4. 8 Reiss, A.G. Observational Evidence from Supernovae for an Accelerating Universe and a Cosmological Constant // [The Astrophysical Journal](#). - 1998. [Vol.116](#), № 3, P. 1009.
- 9 Vishwakarma, R.G. Consequences for some dark energy candidates from the type Ia supernova SN 1997ff // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. - 2002. Vol. 331, P. 776–784.
- 10 Amanullah, R., et al.: Preprint. Spectra and Light Curves of Six Type Ia Supernovae at $0.511 < z < 1.12$ and the Union 2 Compilation // *Astrophysical Journal*. - 2011. - P.33.

УДК 524.834

PYTHON БАҒДАРЛАМАЛАУ ТІЛІНІҢ КОСМОЛОГИЯДАҒЫ КЕЙБІР ҚОЛДАНЫЛУЛАРЫ

Нұрмахан Рамазан Батырханұлы.

nurmakhanramazan@gmail.com,

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ 4-курс студенті,

Ғылыми жетекшісі- Мырзақулов К.Р

Космология-ғаламның пайда болуын, құрылымын және эволюциясын зерттейтін ғылым екені бәрімізге мәлім. Қазіргі уақытта космология ғылымның ең белсенді дамып келе жатқан салаларының бірі болып табылады және оны зерттеу күрделі есептеу әдістерін қажет етеді. Мен бұл тақырыпты таңдау себебім Python өзінің қарапайымдылығымен, икемділігімен және Космология саласында кеңінен қолданылатын болғандықтан ғылыми ортадағы ең танымал бағдарламалау тілдерінің бірі.Бұл мақалада мен Python-ның космологиядағы мәселелерді шешу үшін, қалай қолданылатынын қарастыруға тырысамын. Космологияның негізгі міндеттерінің бірі-Ғарыштық телескоптар мен басқа құралдардың көмегімен алынған деректерді талдауға тырысамын. Python-да NumPy, SciPy және pandas сияқты қуатты деректер құралдары бар, олар үлкен көлемдегі деректерді тез және тиімді талдауға және өңдеуге мүмкіндік береді.Соңғы бірнеше жылда Python көмегімен космологияда айтарлықтай жетістіктерге қол жеткізілді, соның ішінде ғарыштық микротолқынды фондық деректерді талдау, қараңғы материяның таралуын модельдеу және өте ауқымды галактикалық шолулардан деректерді өңдеу құралдарын әзірлеу. Бұл мақалада мен Python-косм