
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
СОВЕТ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
Студенттер мен жас ғалымдардың
«ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ - 2014» атты
IX халықаралық ғылыми конференциясы
IX Международная научная конференция
студентов и молодых ученых
«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ - 2014»
The IX International Scientific Conference for
students and young scholars
«SCIENCE AND EDUCATION-2014»
2014 жыл 11 сәуір
11 апреля 2014 года
April 11, 2014

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

Студенттер мен жас ғалымдардың «Ғылым және білім - 2014» атты IX Халықаралық ғылыми конференциясының БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ IX Международной научной конференции студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2014»

PROCEEDINGS of the IX International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2014»

2014 жыл 11 сәуір

Астана

УДК 001(063)
ББК 72
Ғ 96

Ғ 96

«Ғылым және білім – 2014» атты студенттер мен жас ғалымдардың IX Халықаралық ғылыми конференциясы = IX Международная научная конференция студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2014» = The IX International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2014». – Астана: http://www.enu.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/, 2014. – 5831 стр. (қазақша, орысша, ағылшынша).

ISBN 978-9965-31-610-4

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(063)
ББК 72

ISBN 978-9965-31-610-4

УДК 524.834

БИМЕТРИКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ F(R) ГРАВИТАЦИИ

Алтыбаева Слушаш Сейткасымовна, Асенов Рустем Ангарбаевич
orda_09@mail.ru, max_rus90@mail.ru
Магистрант 1-го курса кафедры Общая и теоретическая физика
Магистрант 2-го курса кафедры Общая и теоретическая физика
ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан
Научный руководитель – К.К.Ержанов

В данной статье мы будем рассматривать биметрическую модель F(R) гравитации в рамках метрики Фридмана-Робертсона-Уокера. Биметрическая F(R) гравитация отличается от обычной тем, что вместо одного метрического тензора используются два, как в нашем случае и иногда более. Второй метрический тензор вводиться при высоких энергиях, и скорость света данной метрики может зависеть от энергии. Это помогает объединить в рамках одной модели как теорию гравитации, так и квантовую теорию поля. Помимо этого актуальным является построение модели Вселенной, учитывающей наблюдаемое ускоренное расширение Вселенной. В данной задаче мы будем рассматривать расширение Вселенной в рамках модели F(R) гравитации.

В нашей моделе биметрики мы будем использовать два метрических тензора $g_{\mu\nu}$ и $f_{\mu\nu}$. Таким образом действие дается в виде [1,2]:

$$S_{bi} = M_g^2 \int d^4x\sqrt{-\det g}R^{(g)} + M_f^2 \int d^4x\sqrt{-\det f}R^{(f)} + 2m^2 M_{eff}^2 \int d^4x\sqrt{-\det g}(3 - tr\sqrt{g^{-1}f} + \det\sqrt{g^{-1}f}). \quad (1)$$

Здесь $R^{(g)}$ и $R^{(f)}$ - тензоры кривизны метрических тензоров $g_{\mu\nu}$ и $f_{\mu\nu}$. M_{eff} является постоянной, ее можно найти по следующей формуле [1]:

$$\frac{1}{M^2{}_{eff}} = \frac{1}{M_g^2} + \frac{1}{M_f^2}. \quad (2)$$

Используя выражение (1) и следующие формулы [1,2]

$$S_\varphi = -M_f^2 \int d^4x\sqrt{-\det g}\{\frac{3}{2}g^{\mu\nu}\partial_\mu\varphi\partial_\nu\varphi + V(\varphi)\} + \int d^4x L_{matter}(e^\varphi g_{\mu\nu}, \Phi_i), \quad (3)$$

$$S_\xi = -M_f^2 \int d^4x\sqrt{-\det f}\{\frac{3}{2}f^{\mu\nu}\partial_\mu\xi\partial_\nu\xi + U(\xi)\}, \quad (4)$$

а также варьируя эти выражения по метрическим тензорам $g_{\mu\nu}$ и $f_{\mu\nu}$, можно получить следующие выражения [1]:

$$0=M_g^2(\frac{1}{2}g_{\mu\nu}R^{(g)}-R^{(g)}_{\mu\nu})+m^2M_{eff}^2\{g_{\mu\nu}(3-tr\sqrt{g^{-1}f})$$
$$+\frac{1}{2}f_{\mu\rho}(\sqrt{g^{-1}f})^{-1\rho}_{\nu}+\frac{1}{2}f_{\nu\rho}(\sqrt{g^{-1}f})^{-1\rho}_{\mu}\} \tag{5}$$
$$+M_g^2[\frac{1}{2}(\frac{3}{2}g^{\rho\sigma}\partial_\rho\varphi\partial_\sigma\varphi+V(\varphi))g_{\mu\nu}-\frac{3}{2}\partial_\mu\varphi\partial_\nu\varphi].$$
$$0=M_f^2(\frac{1}{2}f_{\mu\nu}R^{(f)}-R^{(f)}_{\mu\nu})+m^2M_{eff}^2\sqrt{\det(f^{-1}g)}\{-\frac{1}{2}f_{\mu\rho}(\sqrt{g^{-1}f})^{\rho}_{\nu}$$
$$-\frac{1}{2}f_{\nu\rho}(\sqrt{g^{-1}f})^{\rho}_{\mu}+\det(\sqrt{g^{-1}f})f_{\mu\nu}\} \tag{6}$$
$$+M_f^2[\frac{1}{2}(f^{\rho\sigma}\partial_\rho\xi\partial_\sigma\xi+U(\xi))f_{\mu\nu}-\frac{3}{2}\partial_\mu\xi\partial_\nu\xi].$$

Точно также варьируя формулы (1), (3) и (4) по скалярным полям φ и ξ, получим [1]:

$$0=-3\Box_g\varphi+V'(\varphi),\qquad\qquad 0=-3\Box_f\xi+U'(\xi). \tag{7}$$

Из (5) можно получить следующее выражение [1]:

$$0=-g_{\mu\nu}\nabla^\mu_g(tr\sqrt{g^{-1}f})+\frac{1}{2}\nabla^\mu_g\{f_{\mu\rho}(\sqrt{g^{-1}f})^{-1\rho}_{\nu}+f_{\nu\rho}(\sqrt{g^{-1}f})^{-1\rho}_{\mu}\}. \tag{8}$$

Соответственно из (6) получили следующее [1]

$$0=\nabla^\mu_f[\sqrt{\det(f^{-1}g)}\{-\frac{1}{2}(\sqrt{g^{-1}f})^{-1\nu}_{\sigma}g^{\sigma\mu}-\frac{1}{2}(\sqrt{g^{-1}f})^{-1\mu}_{\sigma}g^{\sigma\nu}+\det(\sqrt{g^{-1}f})f^{\mu\nu}\}]. \tag{9}$$

Запишем уравнения в рамках следующих метрик для ФРУ вселенной [1,2]

$$ds_g^2=\sum_{\mu,\nu=0}^{3}g_{\mu\nu}dx^\mu dx^\nu=a(t)^2(-dt^2+\sum_{i=1}^{3}(dx^i)^2), \tag{10}$$
$$ds_f^2=\sum_{\mu,\nu=0}^{3}f_{\mu\nu}dx^\mu dx^\nu=-c(t)^2dt^2+b(t)^2\sum_{i=0}^{3}(dx^i)^2. \tag{11}$$

(t, t) компоненты (5) и (6) уравнений даются в виде [1]:

$$0=-3M_g^2H^2-3m^2M_{eff}^2(a^2-ab)+(\frac{3}{4}\dot{\varphi}^2+\frac{1}{2}V(\varphi)a(t)^2)M_g^2, \tag{12}$$
$$0=-3M_f^2K^2+m^2M_{eff}^2c^2(1-\frac{a^3}{b^3})+(\frac{3}{4}\dot{\xi}^2-\frac{1}{2}U(\xi)c(t)^2)M_f^2. \tag{13}$$

Так же компоненты (i, j) (5) и (6) уравнений даются в виде [1]:

$$0=M_g^2(2\dot{H}+H^2)+m^2M_{eff}^2(3a^2-2ab-ac)+(\frac{3}{4}\dot{\varphi}^2-\frac{1}{2}V(\varphi)a(t)^2)M_g^2, \tag{14}$$
$$0=M_f^2(2\dot{K}+3K^2-2LK)+m^2M_{eff}^2(\frac{a^3c}{b^2}-c^2)+(\frac{3}{4}\dot{\xi}^2-\frac{1}{2}U(\xi)c(t)^2)M_f^2. \tag{15}$$

Здесь $H=\frac{\dot a}{a}, K=\frac{\dot b}{b}$ и $L=\frac{\dot c}{c}$. Используя уравнения (5) и (6) получим следующие выражения [1,2]:

$$cH=bK \quad \text{или} \quad \frac{c\dot a}{a}=\dot b\,. \tag{16}$$

Обозначив зависимость $\varphi=\varphi(\eta)$ и $\xi=\xi(\zeta)$ от η и ζ, через конформное время: $t,\eta=\zeta=t$. Получим следующие уравнения:

$$\omega(t)M_g^2=-4M_g^2(\dot H-H^2)-2m^2M_{eff}^2(ab-ac) \tag{17}$$

$$\tilde V(t)a(t)^2M_g^2=M_g^2(2\dot H+4H^2)+m^2M_{eff}^2(6a^2-5ab-ac) \tag{18}$$

$$\sigma(t)M_f^2=-4M_f^2(\dot K-LK)-2m^2M_{eff}^2(-\frac{c}{b}+1)\frac{a^3c}{b^2}$$

(19)

$$\tilde U(t)c(t)^2M_f^2=M_f^2(2\dot K+6K^2-2LK)+m^2M_{eff}^2(\frac{a^3c}{b^2}-2c^2+\frac{a^3c^2}{b^3}) \tag{20}$$

Здесь

$$\omega(\eta)=3\varphi'(\eta)^2,\ \tilde V(\eta)=V(\varphi(\eta)),\ \sigma(\zeta)=3\xi'(\zeta)^2,\tilde U(\zeta)=U(\xi(\zeta)) \tag{21}$$

Рассмотрим частный случай, где масштабный фактор a и параметр b задаются в виде:

$$a=e^t,\qquad b=cg\,. \tag{22}$$

Используя эти выражения (22) и подставляя их в (16) получим значение параметров c и b:

$$c=T^{-\frac{1}{g}}e^{\frac{t}{g}}, \tag{23}$$

$$b=T^{-\frac{1}{g}}e^{\frac{t}{g}}g \tag{24}$$

Затем находим соответствующие параметры Хаббла:

$$H=1,\qquad K=\frac{1}{g}=L \tag{25}$$

Полученные значения (23), (24) и (25), а также заданный нами параметр в (22) подставляем в уравнение (17) – (20). Откуда получаем:

$$\omega(t)=4-2m^2\frac{M_{eff}^2}{M_g^2}(e^{t-\frac{t}{g}}T^{-\frac{1}{g}}(g-1)) \tag{26}$$

$$\tilde V(t)a(t)^2=4+m^2\frac{M_{eff}^2}{M_g^2}(6e^{2t}-e^{t+\frac{t}{g}}T^{-\frac{1}{g}}(5g-1)) \tag{27}$$

$$\sigma(t) = \frac{4}{g^2} - 2m^2 \frac{M_{eff}^2}{M_f^2}\left(e^{3t-\frac{t}{g}} T^{\frac{1}{g}} g^{-2}\left(-\frac{1}{g}+1\right)\right) \tag{28}$$

$$\tilde{U}(t)c(t)^2 = \frac{4}{g^2} + m^2 \frac{M_{eff}^2}{M_f^2}\left(e^{3t-\frac{t}{g}} T^{\frac{1}{g}} (g^{-2}+g^{-3}) - 2T^{-\frac{2}{g}} e^{\frac{2t}{g}}\right) \tag{29}$$

Если $g = 1$ то потенциалы имеют вид как на рисунке 1.

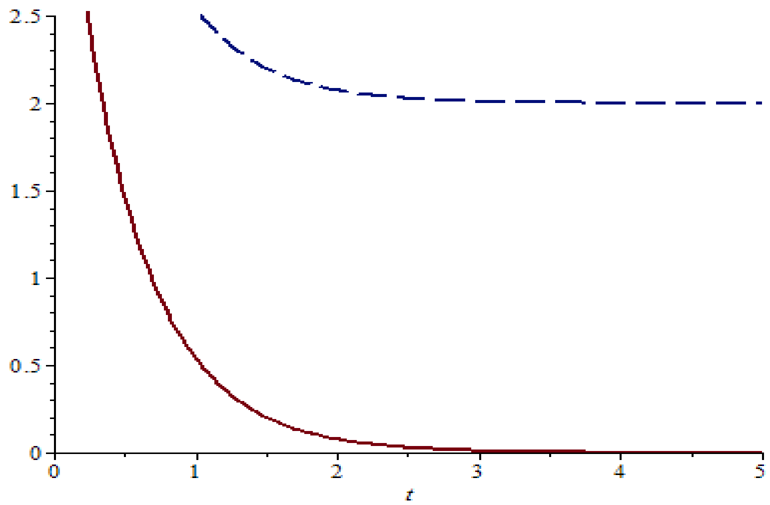

Рисунок 1. В данном графике показаны изменения потенциалов $\tilde{V}(t)$ - пунктирная линия, и $\tilde{U}(t)$ - сплошная линия при обозначении $g = 1$. Для этого графика мы использовали обозначения: $T = 1$, $M_f = M_g = M_{eff} = m = 1$.

Если $g = 2$, то потенциалы имеют вид как на рисунке 2.

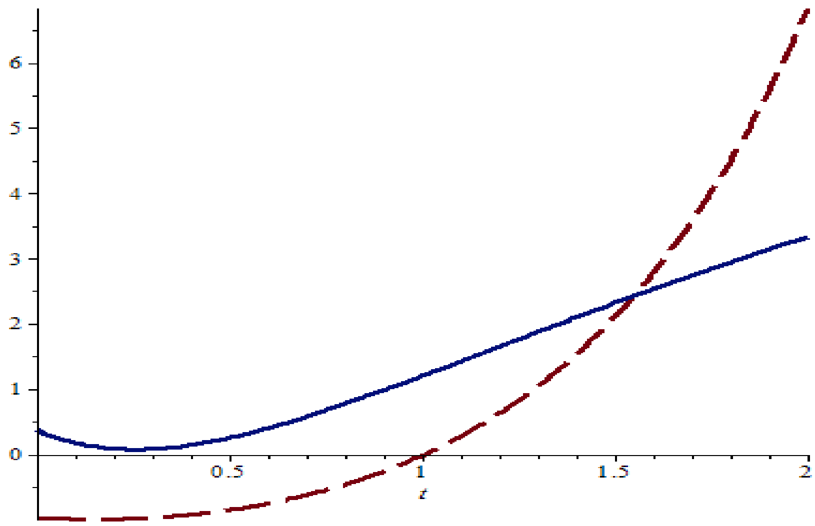

Рисунок 2. В данном графике показаны изменения потенциалов $\tilde{V}(t)$ - сплошная линия, и $\tilde{U}(t)$ - пунктирная линия при обозначении $g = 2$. Для этого графика мы использовали обозначения: $T = 1$, $M_f = M_g = m = 1, M_{eff} = 1.1$.

Таким образом, нами описаны метрики биметрической F(R) гравитации в рамках вселенной ФРУ. Получены потенциалы рассматриваемой модели и параметр Хаббла.

Список использованных источников

1. Sergei D. Odintsov, Shin'ichi Nojiri. Accelerating cosmology in modified gravity: from convenient F (R) or string-inspired theory to bimetric F (R) gravity. International Journal of Geometric Methods in Modern Physics, Int. J. Geom. Methods Mod. Phys. **11**, 1460006
2. S. Nojiri and S. D. Odintsov, Ghost-free F (R) bigravity and accelerating cosmology, Phys. Lett. B 716 (2012), 377

УДК 524.834

РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЙ ФРИДМАНА В РАМКАХ F(T)- ГРАВИТАЦИИ

Асанов Ғабит Маханұлы

Gaba-92_kz@mail.ru

Студент Физико- технического факультета, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан.

Научный руководитель - Ержанов К.К.

В наши дни рассматриваются несколько вариантов описания наблюдаемых космологических эффектов. Помимо этого перед физиками стоит важная задача объединенного описания разных физических сил. И если в отношении объединения таких сил как ядерное-сильное взаимодействие и электрослабое взаимодействие достигнут серьезный прорыв, например обнаружен бозона Хиггса. То гравитационное взаимодействие пока не поддается описанию в рамках единой теории с остальными видами взаимодействий. Одним из возможных путей является исследование F(T)-гравитации.

Рассмотрим уравнения Фридмана в рамках метрики Фридмана-Робертсона-Уокера в следующем виде:

$$H^2 = \frac{k^2}{3f_T}(\rho + \rho_m), \qquad (1)$$

$$\dot{H} = -\frac{k^2}{2f_T}(\rho + \rho_m + \mathrm{P} + \mathrm{P}_m). \qquad (2)$$

Известно, что постоянная Хаббла имеет вид $H = \left(\frac{\dot{a}}{a}\right)$. Примем что плотность имеет следующую зависимость: $\rho = \frac{A}{t}, \rho_m = B$. Тогда, подставляя эти выражения в уравнения (1) и (2), получим в результате следующие формулы:

$$H^2 = \frac{k^2}{3f_T}\left(\frac{A}{t} + B\right), \qquad (3)$$

$$\dot{H} = -\frac{k^2}{2f_T}\left(\frac{A}{t} + B + \mathrm{P} + \mathrm{P}_m\right). \qquad (4)$$

Определим f_T из уравнения (3) как: