

ISSN 2518-1726 (Online),
ISSN 1991-346X (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА
СЕРИЯСЫ**



СЕРИЯ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ



**PHYSICO-MATHEMATICAL
SERIES**

3 (313)

МАМЫР – МАУСЫМ 2017 Ж.

МАЙ – ИЮНЬ 2017 г.

MAY – JUNE 2017

1963 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1963 ГОДА
PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА
АЛМАТЫ, НАН РК
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р ы
ф.-м.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі **Ғ.М. Мұтанов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

Жұмаділдаев А.С. проф., академик (Қазақстан)
Кальменов Т.Ш. проф., академик (Қазақстан)
Жантаев Ж.Ш. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Өмірбаев У.У. проф. корр.-мүшесі (Қазақстан)
Жүсіпов М.А. проф. (Қазақстан)
Жұмабаев Д.С. проф. (Қазақстан)
Асанова А.Т. проф. (Қазақстан)
Бошқаев К.А. PhD докторы (Қазақстан)
Сұраған Д. PhD докторы (Қазақстан)
Quevedo Hernando проф. (Мексика),
Джунушалиев В.Д. проф. (Қырғыстан)
Вишневский И.Н. проф., академик (Украина)
Ковалев А.М. проф., академик (Украина)
Михалевич А.А. проф., академик (Белорус)
Пашаев А. проф., академик (Әзірбайжан)
Такибаев Н.Ж. проф., академик (Қазақстан), бас ред. орынбасары
Тигиняну И. проф., академик (Молдова)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Физика-математикалық сериясы».

ISSN 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.)
Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде
01.06.2006 ж. берілген №5543-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.
Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2017

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Главный редактор
д.ф.-м.н., проф. академик НАН РК **Г.М. Мутанов**

Редакционная коллегия:

Джумадилаев А.С. проф., академик (Казахстан)
Кальменов Т.Ш. проф., академик (Казахстан)
Жантаев Ж.Ш. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Умирбаев У.У. проф. чл.-корр. (Казахстан)
Жусупов М.А. проф. (Казахстан)
Джумабаев Д.С. проф. (Казахстан)
Асанова А.Т. проф. (Казахстан)
Бошкаев К.А. доктор PhD (Казахстан)
Сураган Д. доктор PhD (Казахстан)
Quevedo Hernando проф. (Мексика),
Джунушалиев В.Д. проф. (Кыргызстан)
Вишневский И.Н. проф., академик (Украина)
Ковалев А.М. проф., академик (Украина)
Михалевич А.А. проф., академик (Беларусь)
Пашаев А. проф., академик (Азербайджан)
Такибаев Н.Ж. проф., академик (Казахстан), зам. гл. ред.
Тигиняну И. проф., академик (Молдова)

«Известия НАН РК. Серия физико-математическая».

ISSN 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов
Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5543-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

E d i t o r i n c h i e f
doctor of physics and mathematics, professor, academician of NAS RK **G.M. Mutanov**

E d i t o r i a l b o a r d:

Dzhumadildayev A.S. prof., academician (Kazakhstan)
Kalmenov T.Sh. prof., academician (Kazakhstan)
Zhantayev Zh.Sh. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Umirbayev U.U. prof. corr. member. (Kazakhstan)
Zhusupov M.A. prof. (Kazakhstan)
Dzhumabayev D.S. prof. (Kazakhstan)
Asanova A.T. prof. (Kazakhstan)
Boshkayev K.A. PhD (Kazakhstan)
Suragan D. PhD (Kazakhstan)
Quevedo Hernando prof. (Mexico),
Dzhunushaliyev V.D. prof. (Kyrgyzstan)
Vishnevskiy I.N. prof., academician (Ukraine)
Kovalev A.M. prof., academician (Ukraine)
Mikhalevich A.A. prof., academician (Belarus)
Pashayev A. prof., academician (Azerbaijan)
Takibayev N.Zh. prof., academician (Kazakhstan), deputy editor in chief.
Tiginyanu I. prof., academician (Moldova)

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series.

ISSN 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 5543-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,
www.nauka-nanrk.kz/physics-mathematics.kz

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2017

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 3, Number 313 (2017), 120 – 126

T.R. Myrzakul, A.S. Taukenova, F.B. Belisarova, S.R. Myrzakul

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
tmyrzakul@gmail.com, aliya_tauken@gmail.com,
farida.belisarova@kaznu.kz, shynaray1981@gmail.com

**INFLATION MODEL OF k -ESSENCE FOR NON MINIMALLY
COUPLED GAUSS-BONNET INVARIANT**

Abstract. Inflation scenarios for the Horndeski model are discussed for a nonminimal coupling of the scalar field with the Gauss-Bonnet invariant. Examples of the canonical scalar field and k -essence are considered for maintaining early acceleration. The output of e -fold number, which measure the magnitude of inflation is shown. The contribution of Gauss-Bonnet in the dynamics of inflation is derived. It is shown that in this case the field moves faster and at the end of inflation the Gauss-Bonnet contribution disappears at small curvatures of the Friedman universe.

Key words: Gauss-Bonnet invariant, Horndeski inflation, k -essence

УДК 524.8

Т.Р. Мырзақұл, А.С. Таукенова, Ф.Б. Белисарова, Ш.Р. Мырзақұл

Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

**ИНФЛЯЦИОННАЯ МОДЕЛЬ k -ЭССЕНЦИИ ПРИ
НЕМИНИМАЛЬНОЙ СВЯЗИ
С ИНВАРИАНТОМ ГАУССА-БОННЭ**

Аннотация. Обсуждается инфляционный сценарии для модели Хорндески для не минимальной связи скалярного поля с инвариантом Гаусса-Боннэ. Рассматриваются примеры канонического скалярного поля и k -эссенции для поддержания раннего ускорения. Показан вывод чисел e -сгиба, которые измеряют величину инфляции. Выведен вклад Гаусса-Боннэ в динамике инфляций. Показано, что в этом случае поле движется быстрее и, что в конце инфляций вклад Гаусса-Боннэ исчезает при малых искривлениях Вселенной Фридмана.

Ключевые слова: инвариант Гаусса-Боннэ, инфляция Хорндески, k -эссенция.

Введение

Космологическая инфляция, предложенная Аланом Гутом [1], подразумевает ускоренное расширение в ранней эпохе эволюции нашей Вселенной, которое произошло после Большого взрыва. В рамках общей теории относительности была построена модель с космологической константой, которая хорошо описывала динамику Вселенной, однако появились вопросы такие как плоскость наблюдаемой Вселенной, проблема горизонта и проблема магнитных монополий, на которые не было ответов. Ученые предложили альтернативную гипотезу, согласно которой помимо вещества и излучения существует скалярное поле, создающее отрицательное давление. В расширяющейся среде отрицательное давление способно породить элементарные частицы и кванты. Затем, в рамках Вселенной Фридмана-Леметра расширение происходит экспоненциально. При данном раскладе динамики Вселенной, приведенные выше проблемы исчезают.

А. Линде [2] предложил теорию хаотической инфляции, согласно которой распределение вещества и излучения в пространстве после инфляции становится однородным, за исключением следов первичных квантовых возмущений плотности, которые со временем дали начало галактическим скоплениям наблюдаемой крупномасштабной структуры Вселенной. На основе данных теории, было построено большое количество инфляционных моделей [3-6] и др.

В конце прошлого тысячелетия группа астрономов наблюдая за сверхновыми звездами типа Ia [7,8], обнаружили ускоренное расширение Вселенной. На основе данного открытия появились модифицированные теории гравитации, описывающие динамику Вселенной в целом. Однако Лагранжиан модифицированной гравитации принимает более сложный вид в сравнении с общей теорией относительности, и приводит к дифференциальным уравнениям четвертого порядка. В 1974 году Хорндески [9] нашел самый общий класс скалярно-тензорных теорий (где скалярное поле связано с гравитацией), которые обладают стандартным Лагранжианом, как в теории Эйнштейна. Гравитация Хорндески является довольно популярной и рассматривается во многих работах, особенно в контексте инфляционной космологии (см. некоторые из них [10-12]). Кроме того, один интересный подкласс гравитации Хорндески представлен в виде не минимальной связи поля с четырёхмерным топологическим инвариантом Гаусса-Боннэ (см., например, работу [13]), так как инвариант Гаусса-Боннэ строго связан с теорией струн и следовой аномалией и может играть важную роль в расширении в начальное время нашей Вселенной.

В настоящей работе рассмотрено скалярное поле, поддерживающее инфляцию, связанную с инвариантом Гаусса-Боннэ. Теория может быть выведена как частный случай гравитации Хорндески. Сначала исследуем простую модель, где инфлатон идентифицируется как k -эссенция с каноническим скалярным полем. Лагранжиан k -эссенции содержит кинетический член [14] нестандартного высшего порядка.

В работе используются следующие единицы $\kappa_B = c = \hbar = 1$ и $8\pi / M^2 = 1$, где M - Планковская масса.

Модель

Рассмотрим класс моделей со скалярным полем связанным с инвариантом Гаусса-Боннэ, действие которого имеет следующий вид

$$I = \int_M dx^4 \sqrt{-g} \left[\frac{R}{2} + p(\varphi, X) + \xi(\varphi)G \right], \quad X = -\frac{g^{\mu\nu} \partial_\mu \varphi \partial_\nu \varphi}{2}, \quad (1)$$

где M является пространственно-временным многообразием, g – определитель метрического тензора $g_{\mu\nu}$, R – скаляр Риччи действия Гильберта-Эйнштейна общей теории относительности (ОТО), $p(\varphi, X)$ – функция скалярного поля φ и его кинетической энергии X , $\xi(\varphi)$ является функцией только поля, а G – четырехмерный топологический инвариант Гаусса-Боннэ, а именно

$$G = R^2 - 4R_{\mu\nu} R^{\mu\nu} + R_{\mu\nu\sigma\zeta} R^{\mu\nu\sigma\zeta}, \quad (2)$$

$R_{\mu\nu}$ и $R_{\mu\nu\sigma\zeta}$ – тензор Риччи и тензор Римана, соответственно.

Лагранжиан в (1) представляет собой частный случай гравитации Хорндески. Модель Хорндески [9] является наиболее общей скалярно-тензорной теорией с уравнениями поля второго порядка (например, в ОТО) и предполагает общий следующий вид (в вакууме),

$$I = \int_M dx^4 \sqrt{-g} \left[\frac{R}{2} + L_H \right], \quad L_H = \sum_{i=2}^5 L_i, \quad (3)$$

где L_H содержит лагранжиан скалярного поля φ и поправки высокого порядка к ОТО в сочетании с самим полем,

$$L_2 = P(\varphi, X)$$

$$L_3 = -G_3(\varphi, X)W\varphi$$

$$L_4 = G_4(\phi X)R + G_{4,X}[(W\phi)^2 - (\nabla_\mu \nabla_\nu \phi)(\nabla^\mu \nabla^\nu \phi)], \quad (4)$$

$$L_5 = G_5(\phi, X)G_{\mu\nu}(\nabla^\mu \nabla^\nu \phi) - \frac{1}{6}G_{5,X}[(W\phi)^3 - 3(W\phi)(\nabla_\mu \nabla_\nu \phi)(\nabla^\mu \nabla^\nu \phi) + 2(\nabla^\mu \nabla_\alpha \phi)(\nabla^\alpha \nabla_\beta \phi)(\nabla^\beta \nabla_\mu \phi)].$$

Здесь $G_{\mu\nu} = R_{\mu\nu} - Rg_{\mu\nu}/2$ обычный тензор Эйнштейна, тогда как $P(\phi, X)$ и $G_i(\phi, X)$ с $i = 3, 4, 5$ функции скалярного поля ϕ и его кинетической энергии X , W – оператор Даламбера. Если зададим вид функции как в работе [10]

$$\begin{aligned} P(\phi, X) &= p(\phi, X) + 8 \frac{d^4 \xi(\phi)}{d\phi^4} X^2 (3 - \log X), \\ G_3(\phi, X) &= 4 \frac{d^3 \xi(\phi)}{d\phi^3} X (7 - 3 \log X), \\ G_4(\phi, X) &= 4 \frac{d^2 \xi(\phi)}{d\phi^2} X (2 - \log X), \\ G_5(\phi, X) &= -4 \frac{d\xi(\phi)}{d\phi} \log X, \end{aligned} \quad (5)$$

то после интегрирования по частям можно получить уравнение (1). Делая простой выбор $p(\phi, X) = X$, находим гравитацию Эйнштейна-дилатон-Гаусса-Боннэ (ЭдГБ). Отметим также, что если $\xi(\phi) = \text{const}$, то вклад Гаусса-Боннэ исчезает.

В целом, ϕ можно идентифицировать с полем k -эссенции, чей тензор энергии-импульса определяется следующим выражением [14]

$$T_{(\phi)\nu}^\mu = (\rho(\phi, X) + p(\phi, X))u^\mu u_\nu + p(\phi, X)\delta_\nu^\mu, \quad u_\nu = \frac{\partial_\nu \phi}{\sqrt{2X}}, \quad (6)$$

так, что $p(\phi, X)$ является эффективным давлением k -эссенций и $\rho(\phi, X)$ ее плотность энергии

$$\rho(\phi, X) = 2X \frac{\partial p(\phi, X)}{\partial X} - p(\phi, X). \quad (7)$$

Каноническое скалярное поле соответствующее $p(\phi, X) = X - V(\phi)$, $V(\phi)$ является только функцией поля, но Лагранжиан k -эссенций допускает кинетический член высокого порядка. Будем работать с плоской метрикой Фридмана-Робертсона-Уокера (ФРУ).

$$ds^2 = -dt^2 + a(t)^2 dx^2, \quad (8)$$

где $a \equiv a(t)$ масштабный фактор, зависящий от космологического времени. Таким образом

$$X = \frac{\dot{\phi}^2}{2}, \quad (9)$$

и уравнения движения даны в [10]

$$3H^2 = \rho(\phi, X) - 24H^3 \dot{\phi} \frac{d\xi(\phi)}{d\phi}, \quad (10)$$

$$-(2\dot{H} + 3H^2) = p(\phi, X) + 8H^2 \frac{d^2 \xi(\phi)}{d\phi^2} \dot{\phi}^2 + 8 \frac{d\xi(\phi)}{d\phi} (2H^3 \dot{\phi} + 2H\dot{H}\dot{\phi} + H^2 \ddot{\phi}), \quad (11)$$

где точка означает производную по времени. Уравнение непрерывности k -эссенций следует из уравнения движения как,

$$\dot{\rho}(\phi, X) + 3H(\rho(\phi, X) + p(\phi, X)) = 24 \frac{d\xi(\phi)}{d\phi} \dot{\phi} H^2 (\dot{H} + H^2). \quad (12)$$

Заметим, что $\rho(\phi, X) + p(\phi, X) = 2Xp_x(\phi, X)$, и в пространстве-времени ФРУ $G=24H^2(H^2 + \dot{H})$. Введем число e -сгибов относительно данного времени t_0 , а именно:

$$N = \log \left[\frac{a(t_0)}{a(t)} \right], \quad (13)$$

и принимая во внимание, что $dN = -Hdt$, имеем из системы уравнений движения (10) и (12),

$$3H^2 = \rho(\phi, X) + 24H^4 \phi' \frac{d\xi(\phi)}{d\phi}, \quad (14)$$

$$-\rho'(\phi, X) + 3H^2 \phi'^2 (p_x(\phi, X)) = 24 \frac{d\xi(\phi)}{d\phi} \phi' H^3 (H' - H), \quad (15)$$

где штрихованный индекс обозначает производную по N и $X = H^2 \phi'^2 / 2$. e -сгиб является полезным параметром в инфляционной космологии и, если его идентифицировать со временем t_0 , когда ускорение заканчивается, оно измеряет скорость расширения Вселенной в разное время $t < t_i$.

Инфляция

Ускорение раннего времени реализовано в квази-де Ситтеровском пространстве-времени, когда параметр Хаббла почти постоянен и поле движется медленно. В таком случае уравнения (14), (15) будут читаться как, в приближении медленного сворачивания с $|H'/H| \ll 1$, $|\phi'| \ll 1$ и $|\phi''| \ll |\phi'|$,

$$3H^2 \cong \rho(\phi, X), \quad \rho'(\phi, X) - 3H^2 \phi'^2 p_x(\phi, X) \cong 24 \frac{d\xi(\phi)}{d\phi} \phi' H^4. \quad (16)$$

Взяв время t_0 в (13) как время в конце инфляций и предполагая, что когда начинается ускоренное расширение, то $0 \ll N$, поведение поля может быть объяснено следующим образом: когда $0 \ll N$, то $\phi \ll 0$, в то время когда $N = 0$, $\phi \cong 0$, так как $\phi' < 0$. Когда параметр Хаббла уменьшается и стремится к нулю, тогда N стремится к нулю, $0 < \rho'(\phi, X)$, во то время как $X' < 0$, позволяющий изящный выход из инфляций.

Введем параметр медленного сворачивания:

$$\varepsilon = \frac{H'}{H}, \quad (17)$$

который положителен и мал во время ускоренной фазы и порядка единицы когда ускорение заканчивается приводя к общему числу e -сгиба $N \equiv N(a(t_i))$, t_i начальное время инфляции, достаточно большое, чтобы объяснить термализацию наблюдаемой Вселенной. Если более конкретизоваться, оно должно быть в промежутке $55 < N < 65$.

Рассмотрим пример простой модели, воспроизводящий инфляцию в рамках рассматриваемой работы.

k -эссенция с каноническим скалярным полем

Определим k -эссенцию с каноническим скалярным полем, выдавая как

$$p(\phi, X) = X - V(\phi), \quad \rho(\phi, X) = X + V(\phi), \quad (18)$$

где $V(\phi)$ является функцией только скалярного поля и кинетический член является стандартным. Во время инфляций, для больших и отрицательных значений поля, оно должно быть как

$$X \ll V(\phi \rightarrow -\infty), \quad (19)$$

в то время как в конце, когда поле стремится к исчезновению

$$V(\phi \rightarrow 0^-) \ll X. \quad (20)$$

Рассмотрим следующий вид параметра Хаббла

$$H^2 = H_0^2(N+1), \quad \varepsilon \cong \frac{1}{2(N+1)}, \quad (21)$$

где H_0 значение параметра Хаббла в конце инфляции. Можно увидеть, что ε параметр медленного сворачивания мал, когда $1 \ll N$, а именно когда H почти постоянный. Принимая во внимание, что $-dN/dt = H$, с точки зрения космологического времени решение соответствует

$$H^2 = \frac{H_0^4}{4}(t_0 - t)^2, \quad (22)$$

где t_0 общее время инфляций и $t = 0$ в начале ускоренной фазы. Таким образом, путем использования уравнений в [10] с приближением медленного сворачивания $|H'/H| \ll 1$ и $|\phi''| \ll |\phi'|$, находим

$$V(\phi) \cong 3H_0^2(N+1), \quad \phi' \cong \frac{-24\xi_\phi(\phi)H^4 + V_\phi(\phi)}{3H^2}. \quad (23)$$

Из второго уравнения мы получим

$$\phi'^2 \cong \frac{-24\xi'(\phi)H_0^4(N+1)^2 + 3H_0^2}{3H_0^2(N+1)}. \quad (24)$$

Не минимальная связь $\xi(\phi)$ между полем и Гауссом-Бонне определяет вид поля и следовательно, механизм выхода из инфляций. Так как поле должно двигаться медленно, реалистичный сценарий может быть дан как

$$\xi'(\phi) = \frac{\xi_0}{(N+1)^{2+\lambda}}, \quad \xi(\phi) = -\frac{1}{(1+\lambda)} \frac{\xi_0}{(N+1)^{1+\lambda}}, \quad -1 < \lambda, \quad (25)$$

с $|\xi_0| \sim 1/H_0^2$ общей постоянной и λ число больше чем минус один. Как следствие,

$$\begin{aligned}\phi &\cong \phi_0 - \left(\frac{2}{1-\lambda}\right)(N+1)^{\frac{1-\lambda}{2}} \sqrt{-8\xi_0 H_0^2}, \quad -1 < \lambda < 0, \\ \phi &\cong \phi_0 - 2\sqrt{1+N} \sqrt{-8\xi_0 H_0^2 + 1}, \quad 0 = \lambda, \\ \phi &\cong \phi_0 - 2\sqrt{1+N}, \quad 0 < \lambda,\end{aligned}\tag{26}$$

где $\phi_0 < 0$ является значением поля в конце ускоренной фазы, и требуется, чтобы $\xi_0 < 0$. Точное восстановление потенциала приводит к

$$\begin{aligned}V(\phi) &\cong 3H_0^2 \left[\left(\frac{2}{1-\lambda}\right) \sqrt{-8\xi_0 H_0^2} \right]^{\frac{2}{\lambda-1}} (\phi_0 - \phi)^{\frac{2}{1-\lambda}}, \quad -1 < \lambda < 0, \\ V(\phi) &\cong 3H_0^2 \left[2\sqrt{-8\xi_0 H_0^2 + 1} \right]^2 (\phi_0 - \phi)^2, \quad 0 = \lambda, \\ V(\phi) &\cong \frac{3H_0^2}{4} (\phi - \phi_0)^2, \quad 0 < \lambda,\end{aligned}\tag{27}$$

в то время как отношение между потенциалом и связью

$$\xi(\phi) = -\frac{\xi_0}{(1+\lambda)} \left[\frac{3H_0^2}{V(\phi)} \right]^{1+\lambda},\tag{28}$$

и получается явный вид функций Лагранжа. Видно, что вклад Гаусса-Боннэ значителен в динамике инфляций только при $-1 < \lambda < 0$. В этом случае ϕ' больше по отношению к классическому случаю без поправок к ОТО и поле движется быстрее. Отметим, что в конце инфляций $\xi(\phi) \cong -\xi_0/(1+\lambda) \sim 1/H_0^2$, и при $H < H_0$, вклад Гаусса-Боннэ исчезает при малых искривлениях Вселенной Фридмана.

Заключение

В данной работе были исследованы решения для инфляции в модели Хорндески, где скалярное поле, представляющее инфляцию, связано с инвариантом Гаусса-Боннэ. Было рассмотрено каноническое скалярное поле со стандартным кинетическим членом и k -эссенцией, где присутствовало скалярное поле с более высоким порядком кинетического члена. Интерес к такому роду теорий в контексте ранней инфляций мотивирован тем, что можно ожидать, при высоких искривлениях ОТО, эффекты модифицируют теорию Эйнштейна. В частности, инвариант Гаусса-Боннэ играет важную роль в теории струн и входит в следовую аномалию [15,16]. Тем более k -эссенция, это одна из возможных теории описывающая инфляцию [14,17]. Преимуществом работы с моделью Хорндески является то, что несмотря на сложную форму Лагранжиана, уравнения движения остаются второго порядка как в общей теории относительности.

Проанализирована модель поведения параметра Хаббла для раннего ускорения, используя технику реконструкции для вывода Лагранжиана исходя из данных решений. Эта процедура довольно проста, если выражает все величины в виде чисел e -сгиба, которые измеряют величину инфляции.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Guth H. (1981) Inflationary universe: A possible solution to the horizon and flatness problems, Physical Review D, 23: 347. DOI: 10.1103/PhysRevD.23.347.
- [2] Linde A. (1983) Chaotic inflation, Physics Letters B,129:177-181. DOI: 10.1016/0370-2693(83)90837-7.
- [3] Nojiri S., Odintsov SD, Oikonomou VK, (2015) Singular inflation from generalized equation of state fluids, Physics Letters B, 747:310. DOI: 10.1016/j.physletb.2015.06.016.
- [4] De Laurentis M, Paoletta M, Capozziello S. (2015) Cosmological inflation in F(R,G) gravity, Physical Review D, 91:083531. DOI : 10.1103/PhysRevD.91.083531.

- [5] Myrzakul S, Myrzakulov R, Sebastiani L. (2016) $f(\phi)$ R-models for inflation, International Journal of Modern Physics D, 25.2:1650041. DOI: 10.1142/S0218271816500413.
- [6] Myrzakul S., Myrzakulov R., Sebastiani L.(2015) Chaotic inflation in higher derivative gravity theories, The European Physical Journal C, 75:111. DOI:10.1140/epjc/s10052-015-3332-x.
- [7] Perlmutter S. et al. (1999) Measurements of Ω and Λ from 42 High-Redshift Supernovae, Astrophysical Journal, 517:565- 586. DOI : 10.1086/307221.
- [8] Reiss AG et al. (1998) Observational Evidence from Supernovae for an Accelerating Universe and a Cosmological Constant, The Astronomical Journal, 116:1009- 1038. DOI: 10.1086/300499.
- [9] Horndeski GW (1974) Second-order scalar-tensor field equations in a four-dimensional space, International Journal of Theoretical Physics, 10:363. DOI: 10.1007/BF01807638
- [10] Kobayashi T, Yamaguchi M, Yokoyama J. (2011) Generalized G-Inflation-Inflation with the Most General Second-Order Field Equations, Progress of Theoretical Physics, 26:511. DOI.org/10.1088/0264-9381/28/10/103001
- [11] Myrzakulov R., Sebastiani L. (2016) Scalar tensor Horndeski models: simple cosmological applications, Astrophysics and Space Science, 361:62. DOI: 10.1007/s10509-016-2846-5.
- [12] Cognola G., Myrzakulov R., Sebastiani L., Vagnozzi S., Zerbini S. (2016) Covariant Hořava-like and mimetic Horndeski gravity: cosmological solutions and perturbations, Classical and Quantum Gravity, 33:22. DOI:10.1088/0264-9381/33/22/225014.
- [13] Nojiri S, Odintsov SD, Sasaki M. (2005) Gauss-Bonnet dark energy // Physical Review D, 71:123509. DOI: 10.1103/PhysRevD.71.123509.
- [14] Armendariz-Picon C., Mukhanov V. F., Damour T. (1999) k -Inflation, Physics Letters B, 458 : 209. DOI: 10.1016/S0370-2693(99)00603-6.
- [15] Myrzakulov R., Odintsov S., Sebastiani L. (2015) Inflationary universe from higher-derivative quantum gravity // Physical Review D. - Vol.91. - P.083529. DOI: 10.1103/PhysRevD.91.083529.
- [16] Bamba K., Myrzakulov R., Odintsov SD, Sebastiani L. (2014) Trace-anomaly driven inflation in modified gravity and the BICEP2 result, Physical Review D. 90.4:043505. DOI:10.1103/PhysRevD.90.043505.
- [17] Sebastiani L., Cognola G., Myrzakulov R., Odintsov SD, Zerbini S. (2014) Nearly Starobinsky inflation from modified gravity, Physical Review D, 89.2: 023518.DOI: 10.1103/PhysRevD.89.023518.

Т.Р. Мырзақұл, А.С. Таукенова, Ф.Б. Белисарова, Ш.Р. Мырзақұл

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

ГАУСС-БОННЭ ИНВАРИАНТЫМЕН МИНИМАЛДЫ ЕМЕС БАЙЛАНЫС КЕЗІНДЕГІ k - ЭССЕНЦИЯНЫҢ ИНФЛЯЦИЯЛЫҚ МОДЕЛІ

Аннотация. Гаусс-Боннэ инвариант пен скаляр өрісі арасында минималды емес байланыс кезінде Хорндески моделі үшін инфляциялық сценарий талқыланды. Ерте кездегі үдетуді сақтау үшін каноникалық скаляр өрісі және k -эссенция мысалдары қарастырылды. Инфляцияны өлшейтін e -қайырлу санын есептедік. Инфляция динамикасындағы Гаусс-Боннэ үлесі көрсетілді. Бұл жағдайда өріс жылдам қозғалатыны және инфляцияның соңында Фридман әлемінің шағын бұрмалануы кезінде Гаусс-Боннэ үлесі жоғалатыны көрсетілді.

Тірек сөздер: Гаусс-Боннэ инварианты, Хорндески инфляциясы, k -эссенция.

МАЗМУНЫ

<i>Бердібай С.Б., Парецкая Н.А., Сабитов А.Н., Исламов Р.А., Тамазян Р.А., Токмолдин С.Ж., Ильин А.И., Мартиросян К.С.</i> Иод және оның құрылымымен фенилалалиннің кешенді комплексі	5
<i>Кабышев А.М., Кутербеков К.А., Пенионжкевич Ю.Э., Маслов В.А., Мендибаев К., Соболев Ю.Г., Лукьянов С.М., Кабдрахимова Г.Д., Азнабаев Д., Курманжанов А.Т.</i> Өлшеу кезіндегі модификацияланған трансмиссионды әдіс негізінде – реакциялардың толық өлшемдерінің кателіктерін және ұшып келуші бөлшектердің энергиясы анықтау.....	10
<i>Бердібай С.Б., Парецкая Н.А., Сабитов А.Н., Исламов Р.А., Тамазян Р.А., Токмолдин С.Ж., Ильин А.И., Мартиросян К.С.</i> Иод және оның құрылымымен фенилалалиннің кешені комплекс фенилаланина с иодом и его структура.....	19
<i>Жұмағұлова Қ.Н., Рамазанов Т.С., Машеева Р.У., Донко З.</i> Үш өлшемді Юкава жүйесінің диффузия коэффициентіне сыртқы магнит өрісінің әсері.....	25
<i>Грушевская Е.А., Лебедев И.А., Темиралиев А.Т., Федосимова А.И.</i> Асимметриялы ядролардың өзара әрекеттерінде снарядтың ядросының толық талқандану жағдайларының сипаттамаларын зерттеу.....	30
<i>Асқарова А., Жұмаханова А.С., Құдайкұлов А., Ташев А.А., Қалиева Г.С.</i> Айнымалы жылу ағынының қатысуымен көлденең қимасының жылу және жылу окшаулаумен бөлек тұрақты жылуфизикалық жай-күйін зерттеу энергиясының әдісі.....	38
<i>Абишев М., Кенжебаев Н., Кенжебаева С., Джанибеков А.</i> Реакторлық нейтрондармен әсерлесудегі катализдық қоспаның изотоптық құрамын және энергия шығаруын есептеу.....	48
<i>Абишев М., Хасанов Н.</i> Жылулық нейтрондардың катализдық қоспамен (Pb, Bi, Po) әсерлесуін "IBUS" компьютерлік бағдарламалау кешенімен жобалау.....	53
<i>Алдабергенова Т.М., Ганеев Г.З., Кислицын С.Б., Досболаев М.К.</i> Графит бетінің термиялық эрозиясы мен құрылымына импульстік плазмалық сәулелендірудің ықпалы.....	57
<i>Жақып К.Б.</i> Стокса және Навье теңдеулерінің генеалогиялары. Дәрежелік реологиялық заңдар және теңдеулер.....	64
<i>Жаугашева С.А., Валиолда Д.С., Джансейтов Д.М., Жусупова Н.К., Сериков Ж., Айтжан Ф.</i> Теоретическое исследование кулоновского развала гало ядер ¹¹ Be, ¹⁵ C.....	81
<i>Жаугашева С.А., Сайдуллаева Г.Г., Нурбакова Г.С., Хабыл Н., Турарбекова М.М.</i> В(Bs) Мезонның ауыр мезондарға ыдырау қасиетін релятивистік әсерлесуін ескере отырып анықтау	86
<i>Қошанов Б.Д., Нұрыкенова Ж.С.</i> Жоғарғы ретті эллиптикалық теңдеулер үшін жалпылаған Дирихле - Нейман есебінің шешілімі туралы.....	95
<i>Құралбаев З.К., Оразаева А.Р., Рахимжанова З.М.</i> Жоғары көтерілген магма заттарының әсерінен болатын астеносферадағы қозғалыстың механика-математикалық моделі.....	103
<i>Мұқашев К.М., Казаченок В.В., Алиева М.Е.</i> Ғарыштық бөлшектер тұрғысынан физиканың іргелі проблемаларын оқытудың парадигмасы туралы жаңа көзқарастар.....	112
<i>Мырзақұл Т.Р., Таушинова А.С., Белисарова Ф.Б., Мырзақұл Ш.Р.</i> Гаусс-Бонн инвариантымен минималды емес байланыс кезіндегі <i>k</i> - эссенцияның инфляциялық моделі.....	120
<i>Омашова Г.Ш., Спабекова Р.С., Қабылбеков К.А., Саудахметов П.А., Абдрахманова Х.К., Арысбаева А.С.</i> Изохоралық процесті зерттеуге арналған компьютерлік зертханалық жұмысты ұйымдастырудың бланкі үлгісінің тапсырмаларын өз бетінше құрастыру.....	127
<i>Рябкин Ю.А., Рақыметов Б.А., Айтмукан Т.</i> Көміртек қабықшасының ЭПР-мәліметі негізінде қатты отын жалынының парамагниттік қасиетін анықтау мүмкіндігі.....	134
<i>Спабекова Р.С., Омашова Г.Ш., Қабылбеков К.А., Саудахметов П.А., Серикбаева Г.С., Актурева Г.К.</i> Тоқ көзін қосқанда және ажыратқанда тізбектегі токкүшінің өзгеруін зерттеуге арналған компьютерлік зертханалық жұмысты ұйымдастыруда матлав бағдарламасын қолдану.....	139
<i>Ташенова Ж.М., Калдарова М., Мусайф М.</i> Жылу ағыны, жылу алмасу және жылу изоляциясы бар үшөлшемді есептің тұрақты температуралы күйіндегі сандық сипаттамасы.....	148
<i>Ташенова Ж.М., Мусайф М., Калдарова М.</i> Термосерпімділікті есептеудегі энергетикалық әдісі.....	155
<i>Тұрғанбай Қ.Е., Қалдыбекова С.У.</i> Жоғарғы мектепте информатика пән мұғалімнің ойлау қабілетін жетілдіру ерекшеліктері.....	163
<i>Шоманов А.С., Ахмед-Заки Д.Ж., Амирғалиев Е.Н., Мансурова М.Е.</i> Кілттерді Mapreduce үлгісінде тарату есебі туралы	167
<i>Бакирова Э.А., Искакова Н.Б., Уаисов Б.</i> Параметрі бар фредгольм интегралдық- дифференциалдық теңдеуі үшін сызықты шеттік есепті шешудің бір алгоритмі туралы	173
<i>Ақылбаев М.И., Сапрыгина М.Б., Шалданбаев А.Ш.</i> Коэффициенті тұрақты, бірінші ретті кәдімгі дифференциалдық теңдеудің сингуляр әсерленген Коши есебін аргументтің ауытқыту әдісі арқылы шешу.....	181
<i>Рустемова К.Ж., Шалданбаев А.Ш., Ақылбаев М.И.</i> Коэффициенттері тұрақты, екінші ретті кәдімгі дифференциалдықтеңдеудің сингуляр әсерленген Коши есебін аргументтің ауытқыту әдісі арқылы шешу.....	193
<i>Аширбаев Х.К., Қабылбеков К.А., Абдрахманова Х.А., Джумағалиева А.И., Кыдырбекова Ж.Б.</i> MATLAB бағдарлама пакетін қолданып электр және магнит өрістерін зерттеуге арналған компьютерлік зертханалық жұмыстарды ұйымдастыру.....	206

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Бердибай С.Б., Парецкая Н.А., Сабитов А.Н., Исламов Р.А., Тамазян Р.А., Токмолдин С.Ж., Ильин А.И., Мартиросян К.С.</i> Комплекс фенилаланина с иодом и его структура.....	5
<i>Кабышев А.М., Кутербекоев К.А., Пенионжкевич Ю.Э., Маслов В.А., Мендибаев К., Соболев Ю.Г., Лукьянов С.М., Кабдрахимова Г.Д., Азнабаев Д., Курманжанов А.Т.</i> Статистические и систематические погрешности, полное сечение реакции, γ -спектрометр.....	10
<i>Бердибай С.Б., Парецкая Н.А., Сабитов А.Н., Исламов Р.А., Тамазян Р.А., Токмолдин С.Ж., Ильин А.И., Мартиросян К.С.</i> Комплекс фенилаланина с иодом и его структура.....	19
<i>Джумагулова К.Н., Рамазанов Т.С., Машеева Р.У., Донко З.</i> Влияние внешнего магнитного поля на коэффициент диффузии трехмерной Юкава системы.....	25
<i>Грушевская Е.А., Лебедев И.А., Темиралиев А.Т., Федосимова А.И.</i> Исследование событий полного разрушения ядра снаряда во взаимодействиях асимметрических ядер.....	30
<i>Аскарова А., Жумаханова А.С., Кудайкулов А., Ташев А.А., Калиева Г.С.</i> Энергетический метод в исследовании установившегося теплофизического состояния стержня переменного сечения при наличии теплового потока, теплообмена и теплоизоляции.....	38
<i>Абишев М., Кенжебаев Н., Кенжебаева С., Джанибеков А.</i> Расчет изотопного состава каталитического материала при облучении реакторными нейтронами.....	48
<i>Абишев М., Хасанов М.</i> Моделирование взаимодействия тепловых нейтронов каталитическим составом (Pb, Bi, Po) с помощью программного комплекса "IBUS".....	53
<i>Алдабергенова Т.М., Ганеев Г.З., Кислицин С.Б., Досболаев М.К.</i> Влияние импульсного плазменного облучения на термическую эрозию и структуру поверхности графита.....	57
<i>Джакупов К.Б.</i> Генезис уравнений Стокса и Навье. Степенные реологические законы и уравнения.....	64
<i>Жаугашева С.А., Валиолда Д.С., Джансейтов Д.М., Жусупова Н.К., Сериков Ж., Айтжан Ф.</i> ^{11}Be , ^{15}C Гало ядроларының кулондық күйреуін теориялық зерттеу.....	81
<i>Жаугашева С.А., Сайдудлаева Г.Г., Нурбакова Г.С., Хабыл Н., Турарбекова М.М.</i> Определение свойств тяжелого V(Bs)-мезона в рамках релятивистского характера взаимодействия.....	86
<i>Кошанов Б.Д., Нурикунова Ж.С.</i> О разрешимости обобщенной задачи Дирихле - Неймана для эллиптического уравнения высокого порядка.....	95
<i>Куралбаев З.К., Оразаева А.Р., Рахимжанова З.М.</i> Механико-математическая модель движений в астеносфере под воздействием поднимающихся мантийных веществ.....	103
<i>Мукашев К.М., Казаченок В.В., Алиева М.Е.</i> О новых взглядах на парадигму обучения фундаментальным проблемам физики на примере частиц космического происхождения.....	112
<i>Мырзақұл Т.Р., Таукенова А.С., Белисарова Ф.Б., Мырзақұл Ш.Р.</i> Инфляционная модель k -эссенции при неминимальной связи с инвариантом Гаусса-Боннэ.....	120
<i>Омашова Г.Ш., Саббекова Р.С., Кабылбеков К.А., Саидахметов П.А., Абдрахманова Х.К., Арысбаева А.С.</i> Самостоятельное конструирование заданий для выполнения компьютерной лабораторной работы по исследованию изохорного процесса.....	127
<i>Рябкин Ю.А., Ракыметов Б.А., Айтмуқан Т.</i> О возможности определения парамагнитных характеристик пламени твердого топлива на основе ЭПР-данных углеродных пленок.....	134
<i>Саббекова Р.С., Омашова Г.Ш., Кабылбеков К.А., Саидахметов П.А., Серикбаева Г.С., Актуреева Г.К.</i> Организация компьютерных лабораторных работ по исследованию тока включения и выключения с использованием пакета программ MATLAB.....	139
<i>Ташенова Ж.М., Калдарова М., Мусайф М.</i> Численное обоснование одномерности некоторой трехмерной задачи установившегося температурного состояния при наличии теплового потока, теплообмена и теплоизоляции.....	148
<i>Ташенова Ж.М., Мусайф М., Калдарова М.</i> Энергетический метод в решении задач термоупругости.....	155
<i>Турганбай К.Е., Қалдыбекова С.У.</i> Особенности развития мышления учителя информатики в высшей школе.....	163
<i>Шоманов А.С., Ахмед-Заки Д.Ж., Амирғалиев Е.Н., Мансурова М.Е.</i> О задаче оптимизации распределения ключей в Mapreduce модели.....	167
<i>Бакирова Э.А., Искакова Н.Б., Уайсов Б.</i> Об одном алгоритме решения линейной краевой задачи для интегро-дифференциального уравнения Фредгольма с параметром.....	173
<i>Ақылбаев М.И., Сапрыгина М.Б., Шалданбаев А.Ш.</i> Решение сингулярно возмущенной задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка с постоянным коэффициентом методом отклоняющегося аргумента.....	181
<i>Рустемова К.Ж., Шалданбаев А.Ш., Ақылбаев М.И.</i> Решение сингулярно возмущенной задачи Коши, для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами, методом отклоняющегося аргумента.....	193
<i>Аширбаев Х.К., Кабылбеков К.А., Абдрахманова Х.А., Джумағалиева А.И., Кыдырбекова Ж.Б.</i> Организация компьютерной лабораторной работы по исследованию электрического и магнитного полей с использованием пакета программ MATLAB.....	206

CONTENTS

<i>Berdibay S.B., Paretskaya N.A., Sabitov A.N., Islamov R.A., Tamazyan R.A., Tokmoldin S.Zh., Ilin A.I., Martirosyan K.S.</i> Phenylalanine - iodine complex and its structure.....	5
<i>Kabyshv A.M., Kuterbekov K.A., Penionzhkevich Yu.E., Maslov V.A., Mendibayev K., Sobolev Yu.G., Lukyanov S.M., Kabdrakhimova G. D., Aznabayev D. T., Kurmanzhanov A. T.</i> Errors in the total reaction cross sections and energies of incident particles measured using modified transmission technique	10
<i>Berdibay S.B., Paretskaya N.A., Sabitov A.N., Islamov R.A., Tamazyan R.A., Tokmoldin S.Zh., Ilin A.I., Martirosyan K.S.</i> Phenylalanine complex with iodine and its structure.....	19
<i>Dzhumagulova K.N., Ramazanov T.S., Masheyeva R.U., Donkó Z.</i> Effect of magnetic field on diffusion coefficients of the three-dimensional yukawa systems.....	25
<i>Grushevskaya E.A., Lebedev I.A., Temiraliev A.T., Fedosimova A.I.</i> Study on events with complete destruction of projectile nucleus in interactions of asymmetric nuclei	30
<i>Askarova A., Zhumakhanova A.S., Kudaykulov A., Tashev A.A., Kaliyeva G.S.</i> The energy method in the study of steady-state thermophysical condition of a rod of variable cross section in the presence of heat flow, heat exchange and thermal insulation.....	38
<i>Abishev M., Kenzhebayev N., Kenzhebayeva S., Dzhanbekov A.</i> Calculation of isotopic composition of catalytic material under radiation by reactor neutrons.....	48
<i>Abishev M., Khassanov M.</i> Simulation of the thermal neutrons interaction with catalytic composition (Pb, Bi, Po) by "IBUS" software.....	53
<i>Aldabergenova T.M., Ganeyev G.Z., Kislitsin S.B., Dosbolaev M.K.</i> Effect of pulsed plasma irradiation on thermal erosion and structure of graphite surface.....	57
<i>Jakupov K.B.</i> Genealogy of the Stokes and Navier equations. Degree rheological laws and equations.....	64
<i>Zhaugasheva S.A., Valiolda D.S., Janseitov D.M., Zhussupova N.K., Serikov Zh., Aitzhan F.</i> Theoretical study of the coulomb breakup of the halo nuclei ^{11}Be , ^{15}C	81
<i>Zhaugasheva S.A., Saidullaeva G.G., Nurbakova G.S., Khabyl N., Turarbekova M.M.</i> Determination properties of heavy decay in the B(Bs) meson in the framework of the relativistic character of the interaction.....	86
<i>Koshanov B.D., Nurikenova J.</i> On solvability of the generalized Dirichlet-Neiman problem for a high order elliptic equation.....	95
<i>Kuralbaev Z.K., Orazaeva A.R., Rahimzhanova Z.M.</i> Mechanical-mathematical model of kinematics in the asthenosphere under the influence of rising mental substances.....	103
<i>Mukashev K.M., Kazachenok V.V., Alieva M.E.</i> About new look at the paradigm of study fundamental problems of physics of cosmic the example of origin.....	112
<i>Myrzakul T.R., Taukenova A.S., Belisarova F.B., Myrzakul S.R.</i> Inflation model of k -essence for non minimally coupled Gauss-Bonnet invariant.....	120
<i>Omashova G. Sh., Spabekova R.S., Kabylbekov K.A., Saidakhmetov P.A., Abdrakhmanova KH.K., Arysbaeva A.S.</i> Independent designing of tasks for performance of computer laboratory work on the investigation of the isophoric process...	127
<i>Ryabikin Yu.A., Rakymetov B.A., Aitmukan T.</i> On the possibility of determination of paramagnetic characteristics of flame of solid fuel on the basis of epr-data carbon films.....	134
<i>Spabekova R. S., Omashova G.SH., Kabylbekov K. A., Saidakhmetov P. A., Serikbaeva G.S., Aktureeva G.K.</i> Organization of computer laboratory works on the research of turnonand turnoff current with the use of matlab program package	139
<i>Tashenova Zh., Kaldarova M., Mussaif M.</i> One-dimensional numerical substantiation of some three-dimensional problem steady state temperature in the presence of heat flow, heat exchange and thermal insulation.....	148
<i>Tashenova Z., Mussaif M., Kaldarova M.</i> Energy method in decision problems thermoelasticity.....	155
<i>Turganbay K.E., Kaldibekoba S.U.</i> Features of thinking of the teacher of Informatics in high school.....	163
<i>Shomanov A.S., Akhmed-Zaki D.Zh., Amirgaliyev E.N., Mansurova M.E.</i> About the problem of key distribution in Mapreduce model	167
<i>Bakirova E.A., Iskakova N.B., Uaisov B.</i> On the algorithm for solving of a linear boundary value problem for fredholm integro-differential equation with parameter.....	173
<i>Akylbaev M.I., Saprigina M.B., Shaldanbaeva A.Sh.</i> Solution of a singularly perturbed Cauchy problem, for an ordinary differential equation of the first order with a constant coefficient, by the method of a deviating argument.....	181
<i>Rustemova K.Zh., Shaldanbaeva A.Sh., Akylbaev M.I.</i> Solution of a singularly perturbed Cauchy problem for an ordinary second-order differential equation with constant coefficients by the method of a deviating argument.....	193
<i>Ashirbaev H.A., Kabylbekov K. A., Abdrakhmanova H. K., Dzhumagalieva A.I., Kydyrbekova Zh.B.</i> Organization of computer laboratory works to study electric and magnetic fields using the software package matlab.....	206

**Publication Ethics and Publication Malpractice
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

www.nauka-nanrk.kz

<http://www.physics-mathematics.kz>

ISSN 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)

Редакторы *М. С. Ахметова, Д.С. Аленов, Т.А. Апендиев*
Верстка на компьютере *А.М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 10.04.2017.
Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
6,5 п.л. Тираж 300. Заказ 3.

Национальная академия наук РК
050010, Алматы, ул. Шевченко, 28, т. 272-13-18, 272-13-19