

<http://road.issn.org/issn/2518-1726>

ISSN 1991-346X

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**

5 (309)

**ҚЫРКҮЙЕК – ҚАЗАН 2016 ж.
СЕНТЯБРЬ – ОКТЯБРЬ 2016 г.
SEPTEMBER – OCTOBER 2016**

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

ҚР ҰҒА ХАБАРЛАРЫ. ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА СЕРИЯСЫ

Бас редакторы
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)
Бошкаев 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)

ИЗВЕСТИЯ НАН РК. СЕРИЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ

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

Редакционная коллегия:

Джумадильдаев 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 1991-346X

<http://road.issn.org/issn/2518-1726>

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](http://www.nauka-nanrk.kz/physics-mathematics.kz)

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016

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

**NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC
OF KAZAKHSTAN. SERIES OF PHYSICS AND MATHEMATICS**

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 1991-346X

<http://road.issn.org/issn/2518-1726>

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, 2016

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 5, Number 309 (2016), 50 – 54

UDK 524.85

A. T. Zulpykharov², T.K. Konysbayev², L.M. Chechin^{1,2}

¹Fessenkov Astrophysical Institute, Almaty, Kazakhstan,
²Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
z.adilet.t@mail.ru, talgar_777@mail.ru, chechin-lm@mail.ru

ESTIMATION OF RELAXATION TIME FOR GALAXIES WITH ACCOUNT OF DARK MATTER

Abstract. In this article the problem of estimation the time of galaxies' relaxation under accounting the concrete dark matter distribution, with comparing the time of galaxies' relaxation during the epoch of galaxies formation in the Universe is considered. The final result correlates with the well-known results on the Universe evolution.

The time of galaxy relaxation under accounting of dark matter contribution was calculated by Lagrange-Jacobi's equation usage. The distribution of dark matter has been choosing in the form of Navarro-Frenk-White profile. As the result, it was shown that relaxation time radically depends on the number of particles in a galaxy and on the parameter of dark matter state.

As this parameter must be less than unit (extremely rigid equation of a condition of substance corresponds), parameter as the first member among Taylor, has to be less (at least much).

It is obvious that further reduction of size of parameter and increase in number of particles does not make sense.

Keywords: dark matter distribution, Lagrange-Jacobi equation.

УДК 524.85

А. Т. Зулпыхаров², Т.К. Конысбаев², Л.М. Чечин^{1,2}

¹Астрофизический институт им. В.Г.Фесенкова, Алматы, Казахстан,
²Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ РЕЛАКСАЦИИ ГАЛАКТИК С УЧЕТОМ ТЕМНОЙ МАТЕРИИ

Аннотация. В статье ставится задача оценить время релаксации галактик с учетом конкретного распределения темной материи, сопоставить время релаксации галактик с эпохой формирования галактик во Вселенной. Конечный результат хорошо согласуется с известными результатами эволюции Вселенной. Время релаксации галактики с учетом вклада темной материи было рассчитано с помощью уравнения Лагранжа-Якоби. В качестве распределения темной материи была выбрана профиль Наварро-Френка-Уайта. Как результат, выявлено, что время релаксации галактик радикально зависит от числа частиц в галактике и от параметра состояния темной материи.

Так как этот параметр должен быть меньше единицы (сверхжесткое уравнение состояния) то как параметр первый член в ряду Тейлора, должен быть меньше (как минимум на порядок).

Очевидно, что дальнейшее уменьшение размера параметра и увеличение числа частиц не имеет смысла.

Ключевые слова: распределение темной материи, уравнение Лагранжа-Якоби.

Введение

Одной из актуальных проблем современной космологии является исследование свойств темной материи. Согласно современным представлениям в состав любой галактики входят темная

материя. Темная материя - это особый вид космической субстанции, которая в общем энергетическом балансе Вселенной составляет примерно 26,5% (см., например [1]).

Сама идея о существовании темной материи, как известно [2], была предложена для объяснения устойчивости галактик и их систем. Дело заключается в том, что численные оценки кинетической энергии галактики как системы N-тел, дают величину, большую, чем ее внутренняя потенциальная энергия. Соответствующую разность в энергиях и призвана обеспечить темная материя.

Однако устойчивость галактики существенно зависит от ее формы, что описывается конкретным моментом инерции. Изменение момента инерции галактик со временем связано с определенным соотношением между ее внутренними кинетической и потенциальной энергиями. Существующая зависимость описывается уравнением Лагранжа-Якоби [3].

При использовании уравнения Лагранжа-Якоби следует иметь в виду, что момент инерции галактики существенно зависит не только от формы, но и от пространственного распределения темной материи. Поэтому важно исследовать устойчивость системы N-тел, при различных распределениях темной материи.

Дело в том, что распределение темной материи в гало галактик является неоднородным, концентрируясь в их центрах и спадая к периферии. Конкретная функция распределения темной материи или ее профиль обычно находится методами численного моделирования динамики звезд в галактиках. На сегодняшний день известен ряд таких профилей [4 - 8].

Целью настоящей работы является оценка времени релаксации галактик с учетом выбранного распределения темной материи. Время релаксации фактически является временем окончательного формирования галактик как замкнутых гравитирующих систем [9]. Поэтому важно сопоставить время релаксации галактик с эпохой формирования галактик во Вселенной.

1. О времени релаксации галактик с учетом темной материи

Запишем уравнение Лагранжа-Якоби [3]

$$\frac{1}{2} \frac{d^2 J}{dt^2} = 2h - W \quad (1)$$

В уравнении (1) h - полная энергия системы которую будем считать квазипостоянной, W - потенциальная энергия взаимодействия галактик между собой, и между каждой галактикой и общим гало темной материи, I - общий момент инерции всей системы. Если система N тел находится во внешнем поле темной материи, то

$$W = -G \sum_{i=1}^N \frac{m_i M}{r_i}, \quad (2)$$

где масса гало темной материи

$$M = \frac{4}{3} \pi \rho R^3 = \frac{4}{3} \pi \int \rho_{DM}(r) r^3 dr. \quad (3)$$

Причем область скопления галактик будем считать сферическо-симметричной. Для исследования уравнения (1) с учетом темной материи необходимо добавить уравнение состояния в виде

$$P = \omega \rho, \quad (4)$$

где P - давление, ρ - плотность и ω - постоянный коэффициент или параметр состояния темной материи.

Обычно параметр темной материи задается как постоянный коэффициент. Однако при исследовании эволюции галактики состояние темной материи меняется со временем. Поэтому необходимо использовать переменный во времени параметр состояния $\omega(t)$. Стандартным выражением уравнения состояния, получаемым при разложении $\omega(t)$ в ряд Тейлора, является [10] следующее -

$$P_{DM} = \left[\omega_{DM} \rho_{DM} = \omega_0 - \omega_1 H_0 \left(\frac{t}{1 - H_0 t} \right) \right] \rho_{DM}(r) \quad (5)$$

где H_0 - постоянная Хаббла, t - время релаксации, ω_0, ω_1 - постоянные величины, $\rho_{DM}(r)$ - пространственное распределение плотности темной материи или профиль темной материи. В качестве такового мы выбрали наиболее распространенный профиль Наварро-Френка-Уайта [11].

$$\rho(r) = \frac{\rho_{DM}}{\frac{r}{r_0} \left[1 + \left(\frac{r}{r_0} \right) \right]^2}. \quad (6)$$

Здесь ρ_{DM} - центральная плотность гало темной материи, r_0 - размер гало галактики и r - текущий радиус.

Обобщим теперь выражение для момента инерции тела $I = \int r^2 [\rho(r) + 3P(r)] dV$ на случай релятивистской космологии. Дело в том, что при описании момента инерции протяженных тел с использованием темной материи необходимо учитывать не только пространственное распределение ее плотности, но и распределение соответствующего давления. Поэтому, в согласии с [12], выражение для момента инерции будет иметь вид

$$J = \int r^2 [\rho(r) + 3P(r)] dV, \quad (7)$$

Подставляя сюда выражение (5), получаем

$$J = \left(1 + 3\omega_0 - 3\omega_1 H_0 \frac{t}{1 - H_0 t} \right) \int r^2 \rho(r) dV \quad (8)$$

Для дальнейших расчетов рассмотрим сферическо-симметричную галактику. Анализ выражения (8) показывает что подинтегральное выражение зависит только от пространственной координаты. Вводя сюда профиль Наварро-Френк-Уайта (6), получаем

$$J = \int r^2 \rho_{DM}(r) dV = \frac{4\pi}{3} r_0 \rho_0 \int_0^R \frac{r^3 dr}{\left(1 + \frac{r}{r_0} \right)^2}. \quad (9)$$

Точное вычисление этого интеграла дает

$$J = \frac{4\pi}{3} \rho_0 r^5 (3 \ln 2 - 2), \quad (10)$$

Таким образом, искомый момент инерции галактики принимает вид

$$J = J_0 + J_1(t), \quad (11)$$

где постоянная часть

$$J_0 = \frac{4\pi}{3} (1 + 3\omega_0) (3 \ln 2 - 2) \rho_{DM} R^5, \quad (12)$$

а переменная во времени компонента

$$J_1(t) = -\frac{4\pi}{3} 3\omega_1 H_0 (3 \ln 2 - 2) \rho_{DM} R^5 \left(\frac{t}{1 - H_0 t} \right). \quad (13)$$

Условие полной релаксации галактики состоит в том что $\frac{d^2 J}{dt^2} = 0$. Таким образом, получаем уравнение

$$\frac{1}{2} \frac{d}{dt} \left(\frac{d}{dt} \left(\frac{t}{1 - H_0 t} \right) \right) = 2h - W(r), \quad (14)$$

Отсюда находим время релаксации галактики с учетом эволюции темной материи

$$t = \frac{1}{H_0} \left\{ 1 - \left[\frac{6\pi R^5 \omega_1 H_0^2 \rho_{DM}}{5(W - 2h)} \right]^{\frac{1}{3}} \right\}. \quad (15)$$

Из формулы (15) видно, что она существенно зависит от количества частиц N в галактике, так как $W = wN$, где w - потенциальная энергия частицы единичной массы. Для типичных галактик $r_0 = 10^{18}$ см, $\rho_{DM} = 10^{-29} \frac{г}{см^3}$ [13] постоянная Хаббла $H_0 \approx 10^{-18} c^{-1}$. Тогда при количестве частиц $N = 10^{13}$ и $\omega_1 = 0.01$ из (15) находим время релаксации галактики - $t = 0.3T \approx 3 \cdot 10^9$ лет.

Выбор $\omega_1 = 0.01$ обусловлен следующими соображениями. Согласно [10] величины ω_0 и ω_1 постоянны. Так как ω_0 должно быть меньше единицы ($\omega_0 = 1$ для сверхжесткого уравнения состояния [14]), то ω_1 должно быть как минимум на порядок меньше ω_0 , то есть $\omega_1 \sim 0,01$.

Полученная нами оценка хорошо согласуется с известными результатами по эволюции Вселенной [15]. Заметим, что обычно используемое количество частиц в галактике составляет меньшую величину - $N = 10^8 \div 10^9$. Выявленное нами различие, по-видимому, может быть связано с тем, что указанное число описывает количество видимых звезд в галактике, в то время как число $N = 10^{13}$ описывает реальное количество звезд, включая огромное число чрезвычайно слабых - невидимых звезд, или соответствует фону темного барионного вещества.

Закключение

В работе, используя уравнение Лагранжа-Якоби, вычислено время релаксации галактики с учетом вклада темной материи. В качестве распределения темной материи был использован профиль Наварро-Френка-Уайта. Из (15) видно, что время релаксации существенно зависит от количества частиц в галактике и от параметра ω_1 . Так как параметр ω_0 должен быть меньше единицы [14] (предельно жесткое уравнение состояния вещества соответствует $\omega_0 \approx 0.3$), то параметр ω_1 , как первый член в ряду Тейлора, должен быть меньше (как минимум на порядок) ω_0 . Полагая нижнее значение второго параметра $\omega_1 \sim 0,01$, получаем верхнюю оценку числа частиц - она не должна превышать 10^{13} . Очевидно, что дальнейшее уменьшение величины параметра ω_1 и увеличение числа частиц не имеет смысла.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Березинский В.С., Докучаев В.И., Ерошенко Ю.Н. Мелкомасштабные сгустки темной материи // Успехи Физических Наук. - 2014. - Т. 184 - С. 3-42.
- [2] Rubin V. C., Ford W. K. Jr., Thonnard N. Rotational Properties of 21 SC Galaxies with a Large Range of Luminosities and Radii, from NGC 4605 /R = 4kpc/ to UGC 2885 /R = 122 kpc // Astrophysical Journal. - 1980 - V. 238 - P. 471-487.
- [3] L. G. Lukyanov, L. P. Nasonova, G. I. Shirmin. The Lagrange-Jacobi Equation in the Finite-Size Many-Body Problem // Astronomy Letters. - 2003 - V.29 - P. 635-639.
- [4] Avila-Reese V., Firmani C., Klypin A., Kravtsov A.V. Density Profiles of Dark Matter Haloes: Diversity and Dependence on Environment // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. - 1999 - V.310 - P. 527-539.
- [5] Burkert A. The Structure of Dark Matter in Dwarf Galaxies // The Astrophysical Journal Letters. - 1995 - V.447 - P. 171-175.
- [6] Catena R., Ullio P. A Novel Determination of the Local Dark Matter Density // Journal of Cosmology and Astroparticle Physics. - 2010 - V.8 - P. 1-21.

- [7] Einasto J. The Dark Matter and Large Scale Structure // Astronomical Soc. Pacific Conference Series. – 2000 – V.252 – P. 85.
- [8] Evans N.W., An J. Distribution Function of Dark Matter // Phys.Rev. – 2006 – V.73 – P. 023524.
- [9] Чандрасекар С., Принципы звездной динамики М., ИЛ 1948.
- [10] Linder E. V., Jenkis A. Cosmic Structure Growth and Dark Energy // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. – 2005 – V.362 – P. 799-825.
- [11] Navarro J.F., Frenk C.S., White S.D.M. The Structure of Cold Dark Matter Halos // The Astrophysical Journal. – 2003 – V.346 – P. 573-583.
- [12] Зельдович Я. Б., Новиков И. Д. Строение и эволюции Вселенной. М., Наука. 1975.
- [13] Чернин А. Д. Космический вакуум // Успехи Физических Наук. – 2001. - Т. 171 – С. 1153 –1175.
- [14] Фортон В.Е., Уравнение состояния вещества. От идеального газа до кварк-глюонной плазмы. М., ФИЗМАТЛИТ., 2013.
- [15] Maraston C. Evolutionary Population Synthesis: Models, Analysis of the Ingredients and Application to High-z Galaxies // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. – 2005 – V.362 – P. 799-825.

REFERENCES

- [1] Berezhinsky B.S., Dokuchaev B.I., Eroshenko Y.N. Small-Scale Clumps of Dark Matter // Advances in Physical Sciences, 2014. Т. 184 – С. 3-42. (in Russ.).
- [2] Rubin V. C., Ford W. K. Jr., Thonnard N. Rotational Properties of 21 SC Galaxies with a Large Range of Luminosities and Radii, from NGC 4605 /R = 4kpc/ to UGC 2885 /R = 122 kpc // Astrophysical Journal. 1980. V. 238 – P. 471-487.
- [3] L. G. Lukyanov, L. P. Nasonova, G. I. Shirmin. The Lagrange-Jacobi Equation in the Finite-Size Many-Body Problem // Astronomy Letters. – 2003 – V.29 – P. 635-639.
- [4] Avila-Reese V., Firmani C., Klypin A., Kravtsov A.V. Density Profiles of Dark Matter Haloes: Diversity and Dependence on Environment // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. – 1999 – V.310 – P. 527-539.
- [5] Burkert A. The Structure of Dark Matter in Dwarf Galaxies // The Astrophysical Journal Letters. – 1995 – V.447 – P. 171-175.
- [6] Catena R., Ullio P. A Novel Determination of the Local Dark Matter Density // Journal of Cosmology and Astroparticle Physics. – 2010 – V.8 – P. 1-21.
- [7] Einasto J. The Dark Matter and Large Scale Structure // Astronomical Soc. Pacific Conference Series. – 2000 – V.252 – P. 85.
- [8] Evans N.W., An J. Distribution Function of Dark Matter // Phys.Rev. – 2006 – V.73 – P. 023524.
- [9] Chandrasekhar S. Principles of Stellar Dynamics M., I L 1948 (in Russ.).
- [10] Linder E. V., Jenkis A. Cosmic Structure Growth and Dark Energy // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. – 2005 – V.362 – P. 799-825.
- [11] Navarro J.F., Frenk C.S., White S.D.M. The Structure of Cold Dark Matter Halos // The Astrophysical Journal. – 2003 – V.346 – P. 573-583.
- [12] Zel'dovich, Ya. B., Novikov I.D. The Structure and Evolution of the Universe. M., Nauka, 1975 (in Rus.).
- [13] Chernin A. D. Space Vacuum // Advances in Physical Sciences. – 2001. - Т. 171 – С. 1153 –1175 (in Rus.).
- [14] Fortov B.E., The equation of state of a substance from the ideal gas to the quark-gluon plasma. M., PHYSMATH LIT., 2013
- [15] Maraston C. Evolutionary Population Synthesis: Models, Analysis of the Ingredients and Application to High-z Galaxies // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. – 2005 – V.362 – P. 799-825.

А. Т. Зулпыхаров², Т.К. Қонысбаев², Л.М. Чечин^{1,2}

¹В.Г. Фесенков атындағы астрофизикалық институт, Алматы, Қазақстан

²Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан

ҚАРАҢҒЫ МАТЕРИЯНЫ ЕСЕПКЕ АЛУМЕН ГАЛАКТИКАЛАРДЫҢ РЕЛАКСАЦИЯ УАҚЫТЫН БАҒАЛАУ

Аннотация. Мақаланың негізгі мақсаты - галактикалардың қараңғы материя таралуы арқылы релаксация уақытын анықтау. Түпкі нәтиже Жер жүзі эволюциясының белгілі нәтижелерімен жақсы үйлеседі. Галактиканың релаксация уақыты, қараңғы материя үлесімен қоса, Лагранж-Якоби тендеуі арқылы шығарылды. Қараңғы материяның үлестіруі ретінде Наварро-Френка-Уайттың профилі алынған. Нәтижесі ретінде, мәліметтер бойынша айта алатынымыз релаксация уақыты галактикадағы бөлшектер санына тәуелді деген тұжырым айқындалды.

Бөлшектер саны бірден аз болуының салдарынан (аса қатты күй тендеуі) тейлор қатарында бірінші болады.

Әлбетте, бөлшектер санының мөлшерін одан әрі қысқарту мен арттыру мағынасыз болып табылады.

Түйін сөздер: қараңғы материя таралуы, Лагранж-Якоби тендеуі.

МАЗМҰНЫ

Жұлдыздардың және тұмандықтардың зерттеулері

<i>Серебрянский А.В., Гайнуллина Е.Р., Халикова А.В.</i> , ТУС3215-906-1 айнымалы жұлдыз: бүгілген жаркылдың талдауы және жіктеуі.....	5
<i>Кондратьева Л.Н., Рспаев Ф.К., Аймуратов Е.К., Отебай А.Б.</i> , V725 Тау объектісінің спектрлік және фотометрлік бақылауларының нәтижелері.....	12
<i>Кондратьева Л.Н., Рспаев Ф.К., Аймуратов Е.К.</i> , M1-65 планеталық тұмандықтың айнымалылығы.....	22
<i>Павлова Л.А.</i> , Жұлдыз маңындағы құрылымдардың қалыптасуына магниттік өрістердің әсері.....	29
<i>Кокумбаева Р.И., Хруслов А.В., Кусакин А.В.</i> , GSC 3601-01531 және GSC 3601-01504 екі жаңа айнымалы жұлдыздар	35

Аспан механикасының және жұлдыздар жүйесінің мәселелері

<i>Дубовиченко С.Б., Джазаиров-Кахраманов А.В., Буркова Н.А., Ткаченко А.С.</i> , Астрофизикалық энергия кезінде радиациялық ${}^2\text{H}^3\text{He}$ басып алу	41
<i>Зулыхаров А.Т., Коньсбаев Т.К., Чечин Л.М.</i> , Қараңғы материя есебімен ғаламдар релаксацияларының уақытын бағалау.....	50

Күннің және күн жүйесі денелерінің физикасы

<i>Шестакова Л.И., Демченко Б.И.</i> , А тобы жұлдыздары дискілерінде атомдар мен иондар динамикасына бүгілген жарық қысымының әсері.....	55
<i>Демченко Б.И., Шестакова Л.И.</i> , Күн маңындағы сублимация процессінде оливин тозақ бөлшектерінің орбиталық дамуы	64
<i>Шестакова Л.И., Демченко Б.И.</i> , А тобы жұлдыздары маңындағы сублимация процессінде силикатты тозақ бөлшектерінің орбиталық дамуы.....	73
<i>Минасянц Г.С., Минасянц Т.М., Томозов В.М.</i> Күннің минимум белсенді кезіндегі иондық энергиямен Fe/O қатынасының өзгеруі. I. күнде дақтар жоқ болғанда Fe және O иондарының энергетикалық спектрлері.....	81
<i>Минасянц Г.С., Минасянц Т.М., Томозов В.М.</i> Күн белсенділігі минимумында иондар қуатымен Fe/O мәнінің өзгеруі. II. Циклдің минимумында ғарыш сәулелерінің аномалды компоненттерінің ролі.....	86
<i>Тейфель В.Г., Каримов А.М., Харитонова Г.А.</i> , Сатурндағы аммиактың жұтылуы – 2009 жылы күн мен түннің теңелуі кезеңінде ендік вариациялар асимметриясы	91
<i>Каримов А.М., Лысенко П.Г., Тейфель В.Г.</i> , Сатурнның солтүстік жартышары - 2015 жылы метан және аммиактың жұтылуы	97
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.</i> 2016 жылдың көріну маусымында юпитер дискісі бойынша метанның-аммиактың жұтылуын зерттеу I. Экватор аймағы	104
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.</i> жылдың көріну маусымында юпитер дискісі бойынша метанның-аммиактың жұтылуын зерттеу. II. Ендік вариациялар	110
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.</i> 2016 жылдың көріну маусымында Юпитерде метан-аммиак жұтылуын зерттеу III. Үлкен Қызыл Дақ (ҮҚД).....	118
<i>Демченко Б.И., Воропаев В.А., Комаров А.А., Молотов И.Е., Серебрянский А.В., Усольцева Л.А.</i> , Көптеген геотұрақты серіктердің кейбір сипаттамалары.....	124
<i>Демченко Б.И., Комаров А.А., Нифонтова М.В., Усольцева Л.А.</i> , Көру шегі аз CCD-матрицада ГТС бақылауларының астрометриялық өңдеулерінің әртүрлі әдістерінің салыстырмалы талдауы.....	129
<i>Демченко Б.И., Комаров А.А., Кругов М.А., Рева И.В., Серебрянский А.В., Усольцева Л.А.</i> , Тянь-Шань Астрономиялық Обсерваториясы бекетінде геотұрақты серіктерді бақылау жағдайы.....	135
<i>Шомищева С.А., Рева И.В., Кондратьева Л.Н., Отебай А.Б.</i> , Тянь-Шань Астрономиялық Обсерваториясының 1-метрлік телескобында фотометрлік жүйесін стандарттау.....	140
<i>Терещенко В.М.</i> , SSP-5A фотоэлектрлік фотометрі жұмысының сипаттамасы және ерекшеліктері.....	146
<i>Терещенко В.М., Шамро А.В.</i> , Абсолютті өлшемдер үшін спектрограф. Оптика-механикалық блоктың сызбасы және құрылымы.....	155

Теориялық зерттеулер

<i>Қалдыбекова Б.Қ., Решетова Г.В.</i> Арнайы ішектен жасалған тордың сандық нәтижелері.....	160
<i>Бакирова Э.А., Қадырбаева Ж.М.</i> Жүктелген дифференциалдық теңдеулер үшін сызықты көпнүктелі шеттік есептің шешілімділігі туралы.....	168
<i>Бесбаев Г.А., Көпжасарова А.А., Сапрыгина М.Б., Шалданбаев А.Ш.</i> Гурса операторының Крейн кеңістігіндегі жалқылығы туралы.....	176
<i>Жұмәлі А.С., Решетова Г.В.</i> Жерасты ерітінділеудің микроскопиялық динамикасын сандық моделдеу.....	188
<i>Бақтыбаев Қ., Дәлелханқызы А., Қиқымова І., Мырзагулов А.</i> Әсерлесуші бозондар моделін уран ядросының деформацияланған изотоптарына қолдану.....	195
<i>Көпжасарова А.А., Бесбаев Г.А., Абылкасымова Э. А., Шалданбаев А.Ш.</i> Толқын теңдеуінің шартарапты волтерлі есептерінің Крейннің кеңістігіндегі спектралдік таралымдары.....	203
<i>Шоманбаева М.Т., Көпжасарова А.А., Бесбаев Г.А., Шалданбаев А.Ш.</i> Толқындық теңдеуінің шартарапты шекаралық есебінің спектрлік қасиеттері.....	213
Қазақстанның астрономиялық ғылым 75 жыл.	224

СОДЕРЖАНИЕ

Исследование звезд и туманностей

<i>Серебрянский А.В., Гайнуллина Е.Р., Халикова А.В.</i> , Переменная звезда TYC3215-906-1: анализ кривой блеска классификация.....	5
<i>Кондратьева Л.Н., Рспаев Ф.К., Аймуратов Е.К., Отебай А.Б.</i> , Результаты спектральных и фотометрических наблюдений объекта V725 Тау.....	12
<i>Кондратьева Л.Н., Рспаев Ф.К., Аймуратов Е.К.</i> , Переменность планетарной туманности M1-65	22
<i>Павлова Л.А.</i> , Влияние магнитных полей на формирование околозвездных структур	29
<i>Кокумбаева Р.И., Хруслов А.В., Кусакин А.В.</i> , Две новые переменные звезды GSC 3601-01531 и GSC 3601-01504... ..	35

Проблемы небесной механики и динамики звездных систем

<i>Дубовиченко С.Б., Джазаиров-Кахраманов А.В., Буркова Н.А., Ткаченко А.С.</i> , Радиационный $^2\text{H}^3\text{He}$ захват при астрофизических энергиях	41
<i>Зулыхаров А.Т., Коньсбаев Т.К., Чечин Л.М.</i> , Оценка времени релаксации галактик с учетом темной материи.....	50

Физика Солнца и тел солнечной системы

<i>Шестакова Л.И., Демченко Б.И.</i> , Действие светового давления на динамику атомов и ионов в осколочных дисках звезд класса А.....	55
<i>Демченко Б.И., Шестакова Л.И.</i> , Орбитальная эволюция пылевых частиц оливина в процессе сублимации около Солнца	64
<i>Шестакова Л.И., Демченко Б.И.</i> , Орбитальная эволюция силикатных пылевых частиц в процессе сублимации около звезд класса А	73
<i>Минасянц Г.С., Минасянц Т.М., Томозов В.М.</i> Изменение отношения Fe/O с энергией ионов в минимуме солнечной активности. I. Энергетические спектры ионов Fe и O при отсутствии пятен на Солнце.....	81
<i>Минасянц Г.С., Минасянц Т.М., Томозов В.М.</i> Изменение отношения Fe/O с энергией ионов в минимуме солнечной активности. II. Роль аномальной компоненты космических лучей в минимуме цикла.....	86
<i>Тейфель В.Г., Каримов А.М., Харитонова Г.А.</i> , Аммиачное поглощение на Сатурне - асимметрия широтных вариаций в период равноденствия 2009 года.....	91
<i>Каримов А.М., Лысенко П.Г., Тейфель В.Г.</i> , Северное полушарие Сатурна - поглощение метана и аммиака в 2015 году	97
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.</i> Исследование молекулярного поглощения по диску Юпитера в сезон видимости 2016 года I. экваториальная область.....	104
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.</i> , Исследование молекулярного поглощения на Юпитере в сезон видимости 2016 года II. Широтные вариации.....	110
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.</i> Исследование молекулярного поглощения на Юпитере в сезон видимости 2016 года. III. Большое Красное Пятно (БКП)	118
<i>Демченко Б.И., Воропаев В.А., Комаров А.А., Молотов И.Е., Серебрянский А.В., Усольцева Л.А.</i> , Некоторые характеристики множества геостационарных спутников.....	124
<i>Демченко Б.И., Комаров А.А., Нифонтова М.В., Усольцева Л.А.</i> , Сравнительный анализ различных методов астрометрической обработки наблюдений ГСС на CCD-матрице с малым полем зрения.....	129
<i>Демченко Б.И., Комаров А.А., Кругов М.А., Рева И.В., Серебрянский А.В., Усольцева Л.А.</i> , Условия наблюдений геостационарных спутников на пункте Тянь-Шанская Астрономическая Обсерватория.....	135
<i>Шомищева С.А., Рева И.В., Кондратьева Л.Н., Отебай А.Б.</i> , Стандартизация фотометрической системы 1-метрового телескопа Тянь-Шанской Астрономической Обсерватории.....	140
<i>Тереценок В.М.</i> , Характеристики и особенности работы фотоэлектрического фотометра SSP-5A	146
<i>Тереценок В.М., Шамро А.В.</i> , Спектрограф для абсолютных измерений. Схема и конструкция оптико-механического блока.....	152

Теоретические исследования

<i>Калдыбекова Б. К., Решетова Г. В.</i> Численные результаты специальной сетки из струн.....	160
<i>Бакирова Э.А., Кадирбаева Ж.М.</i> О разрешимости линейной многоточечной краевой задачи для нагруженных дифференциальных уравнений.....	168
<i>Бесбаев Г.А., Көпжасарова А.А., Сапрыгина М.Б., Шалданбаев А.Ш.</i> О самосоряженности оператора Гурса в пространстве Крейна.....	176
<i>Жумали А.С., Решетова Г.В.</i> Численное моделирование микроскопической динамики подземного выщелачивания.....	188
<i>Бактыбаев К., Далелханкызы А., Кикьмова I., Мырзабаев А.</i> Применение модели взаимодействующих бозонов в деформированных изотопах ядра урана.....	195
<i>Көпжасарова А.А., Бесбаев Г.А., Абылкасымова Э. А., Шалданбаев А.Ш.</i> Спектральные разложения решения вольтерровых нелокальных краевых задач волнового уравнения.....	203
<i>Шомаманбаева М.Т., Көпжасарова А.А., Бесбаев Г.А., Шалданбаев А.Ш.</i> Спектральные свойства нелокальной краевой задачи волнового уравнения	213
75 лет казахстанской астрономической науке.....	224

CONTENTS

Investigation of stars and nebulae

<i>Serebryanskiy A.V., Gaynullina E.R., Khalikova A.V.</i> Variable star TYC3215-906-1: light curve analyses and classification	5
<i>Kondratyeva L., Rspaev F., Aimuratov Ye., Otebay A.</i> Results of the spectral and photometric observations of the object V725 Tau	12
<i>Kondratyeva L., Rspaev F., Aimuratov Ye.</i> , Variability of the planetary nebula M1-65.....	22
<i>Pavlova L.A.</i> , The influents magnetic field on the forming circumstellar structure.....	29
<i>Kokumbaeva R.I., Khruslov A.V., Kusakin A.V.</i> , GSC 3601-01531 and GSC 3601-01504, two new variable stars.....	35

Problems of celestial mechanics and dynamics of stellar systems

<i>Dubovichenko S.B., Dzhazairov-Kakhramanov A.V., Burkova N.A., Tkachenko A.S.</i> , Radiative $^2\text{H}^3\text{He}$ capture at astrophysical energies	41
<i>Zulpykharov A. T., Konysbayev T.K., Chechin L.M.</i> The relaxation time estimation for galaxies with account of Dark matter.....	50

Physics of sun and bodies of the Solar system

<i>Shestakova L.I., Demchenko B.I.</i> , The action of radiation pressure on the dynamics of atoms and ions in debris disks of A-type stars.....	55
<i>Demchenko B.I., Shestakova L.I.</i> , Orbital evolution of olivine dust grain during sublimation process near the Sun.....	64
<i>Shestakova L.I., Demchenko B.I.</i> , Orbital evolution of silicate dust particles during sublimation near A-type stars.....	73
<i>Minasyants G.S., Minasyants T.M., Tomozov V.M.</i> Variations of Fe/O Ratio with Ion's Energies in the Solar Activity Minimum. I. Energy Spectra of Fe and O Ions on the Spotless Sun	81
<i>Minasyants G.S., Minasyants T.M., Tomozov V.M.</i> Variations of Fe/O Ratio with Ion's Energies in the Solar Activity Minimum. II. Role of anomalous component of the cosmic rays in a cycle minimum.....	86
<i>Tejfe V.G.I., Karimov A.M., Kharitonova G.A.</i> The ammonia absorption in Saturn – an asymmetry of latitudinal variations at the 2009 equinox.....	91
<i>Karimov A.M., Lysenko P.G., Tejfe V.G.I., Kharitonova G.A.</i> , Northern hemisphere of SATURN – the methane and ammonia absorption in 2015.....	97
<i>Vdovichenko V.D., Kirienko G.A., Lysenko P.G.</i> , The study of molecular absorption over Jovian disk in season of 2016 visibility. I. Equatorial area.....	104
<i>Vdovichenko V.D., Kirienko G.A., Lysenko P.G.</i> The study of molecular absorption on Jupiter in visibility season of 2016. II. Latitudinal variations.....	110
<i>Vdovichenko V.D., Kirienko G.A., Lysenko P.G.</i> The study of molecular absorption on Jupiter in visibility season of 2016. III. Great Red Spot (GRS).....	118
<i>Demchenko B. I., Komarov A. A., Molotov I. E., Serebryansky A. V., Usoltseva L. I., Voropaev V.A.</i> Some features of geostationary satellites ensemble.....	124
<i>Demchenko B. I., Komarov A. A., Nifontova M.V., Usoltseva L. I.</i> , Comparative analysis of several methods of astrometric processing of the GSS observations using CCD-cameras with narrow field of view.....	129
<i>Demchenko B. I., Komarov A. A., Krugov M.A., Reva I.V., Serebryansky A. V., Usoltseva L. I.</i> , Condition of observations of geostationary satellites at Tien Shan astronomical observatory.....	135
<i>Shomshenkova S. A., Reva I.V., Kondratyeva L.N., Otebay A.B.</i> , Standardization of the photometric system of the 1-meter telescope of Tien-Shan Astronomical Observatory.....	140
<i>Tereschenko V. M.</i> , The characteristics and peculiarities of the photoelectrical photometer SSP-5A operation.....	146
<i>Tereschenko V. M., Shamro A. V.</i> , Spectrograph for absolute measurements. Scheme and construction of the optic-mechanic block.....	152

Theoretical studies

<i>Kaldybekova B.K., Reshetova G. V.</i> Numerical results of special grid of strings.....	160
<i>Bakirova E.A., Kadirbayeva Zh.M.</i> On a solvability of linear multipoint boundary value problem for the loaded differential equations.....	168
<i>Besbayev G. A., Kopzhasarova A.A., Saprygina M.B., Shaldanbayev A.Sh.</i> On self-conjugation of the operator of goursat in crane space	176
<i>Zhumali A.S., Reshetova G.V.</i> Numerical modelling of microscopic dynamics of in-situ leaching.....	188
<i>Baktybaev K., Dalelkhankyzy A., Kyqymova I., Myrzabaev A.</i> Applying the model of interacting bosons in a deformed nucleus of uranium isotopes.....	195
<i>Kopzhasarova A.A., Besbayev G. A., Abylkassymova E.A., Shaldanbayev A.SH.</i> Spectral resolutions of solution of voltaire nonlocal boundary value problems of a wave equation.....	203
<i>Shomanbayeva M. T., Kopzhasarova A.A., Besbayev G. A., Shaldanbayev A.Sh.</i> Spectral properties of a nonlocal boundary value problem of a wave equation.....	213
75 years of Kazakhstan's astronomical science	224

**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>

<http://road.issn.org/issn/2518-1726>

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

Подписано в печать 25.09.2016.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

14 п.л. Тираж 300. Заказ 5.