

ISSN 2224-5227

2016 • 2

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ  
**БАЯНДАМАЛАРЫ**

**ДОКЛАДЫ**

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

**REPORTS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ЖУРНАЛ 1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1944 г.  
PUBLISHED SINCE 1944



Бас редактор  
ҚР ҰҒА академигі **М.Ж. Жұрынов**

Редакция алқасы:

хим.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әдекенов С.М.** (бас редактордың орынбасары), эк.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әділов Ж.М.**, мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Арзықұлов Ж.А.**, техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Бишімбаев У.К.**, а.-ш.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Есполов Т.И.**, техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Мұтанов Г.М.**, физ.-мат.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Өтелбаев М.О.**, пед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Пралиев С.Ж.**, геогр.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Северский И.В.**; тарих.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Сыдықов Е.Б.**, физ.-мат.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Тәкібаев Н.Ж.**, физ.-мат.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Харин С.Н.**, тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбүсейітова М.Х.**, экон. ғ. докторы, проф., ҰҒА корр. мүшесі **Бейсембетов И.К.**, биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жамбакин К.Ж.**, тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Кәрібаев Б.Б.**, мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Локшин В.Н.**, геол.-мин. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Өмірсеріков М.Ш.**, физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рамазанов Т.С.**, физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Садыбеков М.А.**, хим.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Сатаев М.И.**; ҚР ҰҒА құрметті мүшесі, а.-ш.ғ. докторы, проф. **Омбаев А.М.**

Редакция кеңесі:

Украинаның ҰҒА академигі **Гончарук В.В.** (Украина), Украинаның ҰҒА академигі **Неклюдов И.М.** (Украина), Беларусь Республикасының ҰҒА академигі **Гордиенко А.И.** (Беларусь), Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Дука Г.** (Молдова), Тәжікстан Республикасының ҰҒА академигі **Илолов М.И.** (Тәжікстан), Қырғыз Республикасының ҰҒА академигі **Эркебаев А.Э.** (Қырғызстан), Ресей ҒА корр. мүшесі **Величкин В.И.** (Ресей Федерациясы); хим.ғ. докторы, профессор **Марек Сикорски** (Польша), тех.ғ. докторы, профессор **Потапов В.А.** (Украина), биол.ғ. докторы, профессор **Харун Парлар** (Германия), профессор **Гао Энджун** (КХР), филос. ғ. докторы, профессор **Стефано Перни** (Ұлыбритания), ғ. докторы, профессор **Богуслава Леска** (Польша), философия ғ. докторы, профессор **Полина Прокопович** (Ұлыбритания), профессор **Вуйцик Вольдемар** (Польша), профессор **Нур Изура Уздир** (Малайзия), д.х.н., профессор **Нараев В.Н.** (Ресей Федерациясы)

Главный редактор  
академик НАН РК **М.Ж. Журинов**

Редакционная коллегия:

доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **С.М. Адекенов** (заместитель главного редактора), доктор экон. наук, проф., академик НАН РК **Ж.М. Адилов**, доктор мед. наук, проф., академик НАН РК **Ж.А. Арзыкулов**, доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **В.К. Бишимбаев**, доктор сельскохозяйств. наук, проф., академик НАН РК **Т.И. Есполов**, доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **Г.М. Мутанов**, доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **М.О. Отелбаев**, доктор пед. наук, проф., академик НАН РК **С.Ж. Пралиев**, доктор геогр. наук, проф., академик НАН РК **И.В. Северский**; доктор ист. наук, проф., академик НАН РК **Е.Б. Сыдыков**, доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Н.Ж. Такибаев**, доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **С.Н. Харин**, доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Х. Абусейтова**, доктор экон. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **И.К. Бейсембетов**, доктор биол. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **К.Ж. Жамбакин**, доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Б.Б. Карибаев**, доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **В.Н. Локшин**, доктор геол.-мин. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Ш. Омирсериков**, доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.С. Рамазанов**, доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.А. Садыбеков**, доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.И. Сатаев**; почетный член НАН РК, доктор сельскохозяйств. наук, проф., **А.М. Омбаев**

Редакционный совет:

академик НАН Украины **Гончарук В.В.** (Украина), академик НАН Украины **И.М. Неклюдов** (Украина), академик НАН Республики Беларусь **А.И.Гордиенко** (Беларусь), академик НАН Республики Молдова **Г. Дука** (Молдова), академик НАН Республики Таджикистан **М.И. Илолов** (Таджикистан), член-корреспондент РАН **Величкин В.И.** (Россия); академик НАН Кыргызской Республики **А.Э. Эркебаев** (Кыргызстан), д.х.н., профессор **Марек Сикорски** (Польша), д.т.н., профессор **В.А. Потапов** (Украина), д.б.н., профессор **Харун Парлар** (Германия), профессор **Гао Энджун** (КНР), доктор философии, профессор **Стефано Перни** (Великобритания), доктор наук, профессор **Богуслава Леска** (Польша), доктор философии, профессор **Полина Прокопович** (Великобритания), профессор **Вуйчик Вольдемар** (Польша), профессор **Нур Изура Удзир** (Малайзия), д.х.н., профессор **В.Н. Нараев** (Россия)

«Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан» ISSN 2224-5227

Собственник: Республиканское общественное объединение «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 №5540-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год. Тираж: 2000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г.Алматы, ул.Шевченко, 28, ком.218-220, тел. 272-13-19, 272-13-18

<http://nauka-nanrk.kz> [reports-science.kz](http://reports-science.kz)

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

©Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016 г.

E d i t o r - i n - c h i e f

**M.Zh. Zhurinov**, academician of NAS RK

Editorial board:

**S.M. Adekenov** (deputy editor in chief), Doctor of Chemistry, prof., academician of NAS RK; **Zh.M. Adilov**, Doctor of Economics, prof., academician of NAS RK; **Zh.A. Arzykulov**, Doctor of Medicine, prof., academician of NAS RK; **V.K. Bishimbayev**, Doctor of Engineering, prof., academician of NAS RK; **T.I. Yespolov**, Doctor of Agriculture, prof., academician of NAS RK; **G.M. Mutanov**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., academician of NAS RK; **M.O. Otelbayev**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., academician of NAS RK; **S.Zh. Praliyev**, Doctor of Education, prof., academician of NAS RK; **I.V. Seversky**, Doctor of Geography, prof., academician of NAS RK; **Ye.B. Sydykov**, Doctor of Historical Sciences, prof., academician of NAS RK; **N.Zh. Takibayev**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., academician of NAS RK; **S.N. Kharin**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., academician of NAS RK; **M.Kh. Abuseitova**, Doctor of Historical Sciences, prof., corr. member of NAS RK; **I.K. Beisembetov**, Doctor of Economics, prof., corr. member of NAS RK; **K.Zh. Zhambakin**, Doctor of Biological Sciences, prof., corr. member of NAS RK; **B.B. Karibayev**, Doctor of Historical Sciences, prof., corr. member of NAS RK; **V.N. Lokshin**, Doctor of Medicine, prof., corr. member of NAS RK; **M.Sh. Omirserikov**, Doctor of Geology and Mineralogy, prof., corr. member of NAS RK; **T.S. Ramazanov**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., corr. member of NAS RK; **M.A. Sadybekov**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., corr. member of NAS RK; **M.I. Satayev**, Doctor of Chemistry, prof., corr. member of NAS RK; **A.M. Ombayev**, Honorary Member of NAS RK, Doctor of Agriculture, prof.

Editorial staff:

**V.V. Goncharuk**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **I.M. Neklyudov**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.I. Gordienko**, NAS RB academician (Belarus); **G. Duca**, NAS Moldova academician (Moldova); **M.I. Iolov**, NAS Tajikistan academician (Tajikistan); **A.E. Erkebayev**, NAS Kyrgyzstan academician (Kyrgyzstan); **V.I. Velichkin**, RAS corr.member (Russia); **Marek Sikorski**, Doctor of Chemistry, prof. (Poland); **V.A. Potapov**, Doctor of Engineering, prof. (Ukraine); **Harun Parlar**, Doctor of Biological Sciences, prof. (Germany); **Gao Endzhun**, prof. (PRC); **Stefano Perni**, Doctor of Philosophy, prof. (UK); **Boguslava Leska**, dr, prof. (Poland); **Pauline Prokopovich**, Doctor of Philosophy, prof. (UK); **Wójcik Waldemar**, prof. (Poland), **Nur Izura Udzir**, prof. (Malaysia), **V.N. Narayev**, Doctor of Chemistry, prof. (Russia)

**Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.**

ISSN 2224-5227

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 5540-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 2000 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of.219-220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

<http://nauka-nanrk.kz/> [reports-science.kz](http://reports-science.kz)

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

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2016

**ESTIMATION OF DENSITY THE DARK MATTER  
HALOS BY DYNAMICS OF DWARF GALAXIES. I**

<sup>1</sup>Chechin L.M., <sup>2</sup>Konysbayev T.K.

<sup>1</sup>[chechin-lm@mail.ru](mailto:chechin-lm@mail.ru), <sup>2</sup>[talgar\\_777@mail.ru](mailto:talgar_777@mail.ru)

<sup>1</sup>Fessenkov Astrophysical Institute, Almaty, Kazakhstan,

<sup>2</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

**Key words:** dark matter, dwarf galaxies, dark matter halo, central density of dark matter profile.

**Abstract** One of the important characteristics of the profile of dark matter halo is the value of its central density  $\rho_0$ . But the dispersion in its numerical estimates today reaches the nine orders and higher. In article the possibility of more exact estimates  $\rho_0$  on the basis of probe bodies (dwarf galaxies) dynamics in the external gravitational field of galaxies is proved.

For justification it was investigated the standard dynamical model – in a gravitational field of the massive galaxy surrounded with halo of a dark matter the probe body (dwarf galaxy) moves. As for the distribution function of dark matter the most known profile by Navarro – Frenk – White have been chosen.

The trajectory of a dwarf galaxy under the influence of the Newtonian force, as we know, is elliptic one. By entering a natural condition that the particle trajectory under the influence of force caused by a dark matter is elliptic also, we get the possibility of finding the analytical value of dark matter's central density. It is equal

$$\rho_0 = -\frac{3E^2(2Emr^2 - 3M^2)}{16\pi GM^4}.$$

We find its numerical value from a condition that the corresponding rotation curves are crossing at point  $r_0 \approx 5 \text{ Kpc}$ , while the velocities of probe bodies in it have the magnitude about  $v_0 \approx 200 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ . (In fact, for dwarf galaxy Messier 32  $v_0 \approx 205 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ ; for dwarf galaxy Leo V  $v_0 \approx 173 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ ). Then, substituting these numerical values at the above found formula, we get the following magnitude of the central halo's dark matter density  $\rho_0 \sim 10^{-24} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ .

УДК 524

**ОЦЕНКА ПЛОТНОСТИ ГАЛО ТЕМНОЙ МАТЕРИИ  
ПО ДИНАМИКЕ КАРЛИКОВЫХ ГАЛАКТИК. I**

<sup>1</sup>Чечин Л.М., <sup>2</sup>Коньсбаев Т.К.

<sup>1</sup>[chechin-lm@mail.ru](mailto:chechin-lm@mail.ru), <sup>2</sup>[talgar\\_777@mail.ru](mailto:talgar_777@mail.ru)

<sup>1</sup>Астрофизический институт им. В.Г.Фесенкова, Алматы, Казахстан,

<sup>2</sup>Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** темная материя, карликовые галактики, гало темной материи, центральная плотность темной материи.

**Аннотация** Важнейшей характеристикой профиля гало темной материи является значение её

центральной плотности  $\rho_0$ . Обычно такой профиль находится методами моделирования динамики звезд в галактиках и их кластерах. Однако при этом разброс в численных оценках достигает девяти порядков и выше. В статье обоснована возможность более точной оценки  $\rho_0$  на основе исследования динамики пробных тел (карликовых галактик) в гравитационном поле галактик. При этом показано, что наиболее вероятное значение центральной плотности гало темной материи составляет  $\rho_0 \sim 10^{-24} \frac{c}{cm^3}$ .

### Введение

Одной из актуальных проблем современной космологии является исследование свойств темной материи. Темная материя - это особый вид космической субстанции, которая в общем энергетическом балансе Вселенной составляет примерно 23% (см., например [1]). Астрономические наблюдения показывают, что темная материя в основном концентрируется вокруг крупномасштабных космических объектов типа галактик и их кластеров. При этом темная материя образует гало, масса которой составляет до 90% массы всей галактики [2].

Следует заметить, что распределение темной материи в гало галактик является неоднородным, концентрируясь в их центрах и спадая к периферии. Соответствующая функция распределения темной материи или ее профиль обычно находится методами численного моделирования динамики звезд в галактиках. На сегодняшний день известен ряд таких профилей [3-7], в которые входит величина плотности темной материи в центрах галактик  $\rho_0$ .

Нахождение численного значения этой величины представляет собой определенную проблему, которую, на наш взгляд, можно решить путем исследования динамики галактик. При этом учет темной энергии и темной материи в динамике галактик удачно реализуется даже в рамках ньютоновского приближения [1, 8, 9].

Целью настоящей работы является оценка плотности темной материи на основе исследования динамики пробных тел (карликовых галактик).

### О динамике пробных тел в гало темной материи массивных галактик

Для достижения цели, поставленной работе, рассмотрим динамическую модель – в гравитационном поле массивной галактики, окруженной гало темной материи, движется пробное тело (карликовая галактика). Прототипом такой модели является, например, модель движения карликовой галактики Мессье 32 в галактике Андромеда и движение карликовой галактики Лев V в поле массивной галактики Млечный путь.

Что касается функции распределения темной материи, то мы выберем наиболее известный профиль Наварро – Френка – Уайта [10]

$$\rho(r) = \frac{\rho_0}{\frac{r}{r_0} \left[ 1 + \left( \frac{r}{r_0} \right) \right]^2}. \quad (1)$$

Здесь и далее  $\rho_0$  - плотность темной материи в центре галактики,  $r_0$  – размеры гало,  $r$  - текущий радиус. Примем, что между ними существует соотношение

$$\varepsilon = \frac{r}{r_0} \ll 1. \quad (2)$$

Поэтому функцию  $\rho(r)$  можно разложить в ряд Тейлора и представить ее в приближенном виде

$$\rho(r) = \rho_0 \left( \frac{r_0}{r} - 2 \right). \quad (3)$$

Тогда потенциальная энергия поля темной материи запишется следующим образом

$$U = \frac{8}{3} \pi G \rho_0 m r^2 - \frac{4}{3} \pi G \rho_0 m r_0 r \quad (4)$$

Введя обозначения

$$\hat{\alpha} = \frac{8}{3} \pi G \rho_0 m, \quad (5)$$

$$\hat{\beta} = \frac{4}{3} \pi G \rho_0 m r_0, \quad (6)$$

потенциал (4) приведем к виду

$$U = \hat{\alpha} r^2 - \hat{\beta} r. \quad (7)$$

Для дальнейших вычислений будем использовать только первое слагаемое, поскольку оно в силу своего знака приводит к замкнутой траектории.

Опираясь на законы сохранения энергии и момента импульса в динамике пробного тела, его траекторию можно представить следующим образом

$$\hat{\phi} = \int \frac{\frac{1}{r^2} dr}{\sqrt{\frac{2mE}{M^2} - \frac{2m\hat{\alpha}r^2}{M^2} - \frac{1}{r^2}}}. \quad (8)$$

Взяв интеграл в правой части (8), находим явный вид траектории пробного тела

$$\psi = 2\hat{\phi} = -\arccos \frac{\left(\frac{1}{r^2} - \frac{mE}{M^2}\right)}{\sqrt{\frac{m^2 E^2}{M^4} - 2\frac{m\hat{\alpha}}{M^2}}} + const. \quad (9)$$

Из выражения (9) видно, что оно описывает эллиптическую траекторию, аналогичную стандартной траектории в механике Ньютона для задачи одного тела. Поэтому целесообразно ввести небесно-механические величины - параметр  $\hat{p}$  и эксцентриситет  $\hat{e}$  для такой траектории

$$\hat{p}^2 = \frac{M^2}{mE}, \quad \hat{e} = \sqrt{1 - 2\frac{\hat{\alpha}M^2}{mE^2}}. \quad (10)$$

$$\frac{\hat{p}}{r} = (1 + \hat{e} \cos 2\hat{\phi})^{\frac{1}{2}}. \quad (11)$$

Придадим этому выражению вид, совпадающий со стандартным ньютоновским эллипсом [11]

$$\frac{p}{r} = 1 + e \cos \varphi, \quad (12)$$

$$\varphi = \arccos \frac{\frac{M}{r} - \frac{m\alpha}{M}}{\sqrt{2mE + \frac{m^2\alpha^2}{M^2}}} + const. \quad (13)$$

Введя новые обозначения  $e = \frac{\hat{e}}{2}$  и  $\hat{p} = p$ , и складывая выражения траекторий (9) и (13), получаем с требуемой точностью общую траекторию пробного тела

$$\frac{p}{r} = 1 + e(\cos \varphi + \cos \psi). \quad (14)$$

При анализе выражения (11) мы разложим его правую часть в ряд Тейлора по малому параметру  $\hat{e} = 2e$ .

Потребуем теперь чтобы в этом случае траектории (11) и (12) совпадали. Для обоснования этого утверждения воспользуемся графиками кривых вращения для ньютоновской траектории и траектории тела в гравитационном поле темной материи. Известно, что график ньютоновской траектории представляет собой гиперболу, а график реальной кривой вращения – квазилогарифмическую линию (см., например, [12, 13]).

Наблюдения показали, что эти кривые пересекаются в точке  $r_0 \approx 5 \text{ кпк}$ , а соответствующие скорости пробных тел в этой точке имеют величину  $v_0 \approx 200 \frac{\text{км}}{\text{с}}$ . (Для карликовой галактики

Мессье 32  $v_0 \approx 205 \frac{\text{км}}{\text{с}}$ ; для карликовой галактики Лев V  $v_0 \approx 173 \frac{\text{км}}{\text{с}}$ ). Именно эти значения мы будем использовать в дальнейших численных оценках центральной плотности гало темной материи.

Далее, на этом же основании положим, что совпадают и углы траекторий, то есть  $\psi = \varphi$ . Отсюда находим соотношение

$$\frac{1}{r} \left( \frac{M}{r} - \frac{mE}{M} r \right) = \frac{\frac{M}{r} - \frac{m\alpha}{M}}{\sqrt{\frac{m^2 E^2}{M^2} - 2m\hat{\alpha}}} \sqrt{2mE + \frac{m^2 \alpha^2}{M^2}}. \quad (15)$$

В силу того, что полная энергия больше кинетической, а она, в свою очередь, больше потенциальной энергии ( $E > T > U$ ), можно считать, что  $\frac{M}{r} \gg \frac{m\alpha}{M}$ . Тогда из (15) имеем более простое выражение

$$\frac{1}{r} \left( \frac{M}{r} - \frac{mE}{M} r \right) = \frac{\frac{M}{r}}{\sqrt{\frac{m^2 E^2}{M^2} - 2m\hat{\alpha}}} = \frac{M}{r} \sqrt{2mE}. \quad (16)$$

Отсюда находим значение неизвестного коэффициента в первом слагаемом выражения (7)

$$\hat{\alpha} = -\frac{2E^3 m^2 r^2 - 3E^2 mM^2}{2M^4}. \quad (17)$$

Приравняв (5) и (17) друг к другу, находим выражения центральной плотности гало темной материи

$$\rho_0 = -\frac{3E^2 (2Emr^2 - 3M^2)}{16\pi GM^4}. \quad (18)$$

Для проведения численных оценок примем, что в выражении (18) масса пробного тела  $m$  равна единичной массе и будем грубо считать, что  $M = m\mu \sim r_0 v_0$ , а также  $E = m\varepsilon \sim v_0^2$ . Тогда, подставляя сюда указанные выше численные значения для положения тела и его скорости, получаем следующую оценку центральной плотности гало темной материи

$$\rho_0 \sim 10^{-24} \frac{\text{г}}{\text{см}^3}. \quad (19)$$

Интересно сопоставить этот результат с ранее полученными аналогичными значениями. Так, в работе [14]  $\rho_0 \sim 10^{-16} \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ . В работе [15] было показано, что оценка плотность центральной части

темной материи не должна превышать  $\rho_0 \sim 10^{-18} \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ . В работе было [16] показано, что плотность центральной части темной материи равна  $\rho_0 \sim 10^{-24} \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$  и в работе было [17] показано, что плотность центральной части темной материи равна  $\rho_0 \sim 10^{-23} \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ .

Из всех анализа полученных оценок можно сделать вывод о том, что наиболее приемлемым является интервал величин  $\sim 10^{-24} \leq \rho_0 \leq \sim 10^{-18} \left( \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \right)$ . Так что расхождение в величине плотности центральной части темной материи составляет уже пять-шесть порядков.

### Заключение

Исследование динамики пробных тел в гало темной материи галактик привело к следующим результатам:



- получена общая траектория пробного тела (14), которая одновременно учитывает влияние как ньютоновского потенциала, так и потенциала, создаваемого гало темной материи;
- численное значение центральной плотности гало темной материи составляет величину  $\sim 10^{-24} \frac{e}{\text{см}^3}$ .

Авторы выражают благодарность АО «Национальный центр космических исследований и технологий» Аэрокосмического комитета МИИР РК за финансовую поддержку исследования в рамках государственной программы 076 – Космические исследования в Республике Казахстан.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Долгачев В.П., Доможилова Л.М., Чернин А.Д. Поверхность Нулевого Ускорения Вокруг Местной Группы Галактик // *Астрономический журнал*. – 2003. - Т. 80. –С. 792-797.
- [2] Iocco F., Pato M., Bertone G., Jetzer P. Dark Matter Distribution in the Milky Way: Microlensing and Dynamical Constraints // *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics* – 2011 – V.11 – P. 029.
- [3] 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.
- [4] Burkert A. The Structure of Dark Matter in Dwarf Galaxies // *The Astrophysical Journal Letters* – 1995 – V.447 – P. 171-175.
- [5] 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.
- [6] Einasto J. The Dark Matter and Large Scale Structure // *Astronomical Soc. Pacific Conference Series* – 2000 – V.252 – P. 85.
- [7] Evans N.W., An J. Distribution Function of Dark Matter // *Phys.Rev* – 2006 – V.73 – P. 023524.
- [8] Kahn F.D., Woljter L. Intergalactic Mater and the Galaxy // *The Astrophysical Journal* – 1959 – №3 – V.130 - P. 705-717.
- [9] Chechin L.M., Ibraimova A.T. Influence of Oscillating Dark Matter on the Dynamics of Baryonic Substrate // *Astronomical and Astrophysical Transactions* – 2015 – (in press).
- [10] Navarro J.F., Frenk C.S., White S.D.M. The Structure of Cold Dark Matter Halos // *The Astrophysical Journal* – 1996 – V.462 – P. 563.
- [11] Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. *Механика* // М.: Наука – 1988.
- [12] Kirilov A.A., Turaev D. The Universal Rotation Curve of Spiral Galaxies // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* – 2006 – V.371 – P. L31-L35.
- [13] Kravtsov A.V., Klypin A.A. The Cores of Dark Matter-Dominated Galaxies: Theory Versus Observations // *The Astrophysical Journal* – 1998 - V.502 – P. 48.
- [14] Hideyoshi A. Influence of Dark Matter on Light Propagation in Solar System // *Advances in Space Research* – 2010- V.45 – P. 1007-1014.
- [15] Chechin L.M. The Cherenkov Radiation in the Galaxy Halo of Dark Matter // *International Journal of Astronomy and Astrophysics* – 2013. – V.3 - P. 285-290.
- [16] Nesti F., Salucci P. The Local Dark Matter Density // *VIII International Workshop on the Dark Side of the Universe*, June 10-15, 2012, Rio de Janeiro, Brazil.
- [17] Zacek V. Dark Matter // *Fundamental Interactions: Proceedings of the 22<sup>nd</sup> Lake Louise Winter Institute* World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. - 2008. - P. 170-206.

#### REFERENCES

- [1] Dolgachev V.P., Domozhilova L.M., Chernin A.D. The Zero-Acceleration Surface Around the Local Group of Galaxies. *The Astronomical Journal*, **2003**, 80, 792-797 (in Russ.).
- [2] Iocco F., Pato M., Bertone G., Jetzer P. Dark Matter Distribution in the Milky Way: Microlensing and Dynamical Constraints. *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*, **2011**, 11, 029 (in Eng.).
- [3] 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**, 310, 527-539 (in Eng.).
- [4] Burkert A. The Structure of Dark Matter in Dwarf Galaxies. *The Astrophysical Journal Letters*, **1995**, 447, 171-175 (in Eng.).
- [5] Catena R., Ullio P. A Novel Determination of the Local Dark Matter Density. *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*, **2010**, 8, 1–21 (in Eng.).
- [6] Einasto J. The Dark Matter and Large Scale Structure. *Astronomical Soc. Pacific Conference Series*, **2000**, 252, 85 (in Eng.).
- [7] Evans N.W., An J. Distribution Function of Dark Matter. *Physical Review*, **2006**, 73, 023524 (in Eng.).
- [8] Kahn F.D., Woljter L. Intergalactic Mater and the Galaxy. *The Astrophysical Journal*, **1959**, 130, 705-717 (in Eng.).
- [9] Chechin L.M., Ibraimova A.T. Influence of Oscillating Dark Matter on the Dynamics of Baryonic Substrate. *Astronomical and Astrophysical Transactions*, **2015**, (in press), (in Eng.).
- [10] Navarro J.F., Frenk C.S., White S.D.M. The Structure of Cold Dark Matter Halos. *The Astrophysical Journal*,

1996, 462, 563 (in Eng.).

- [11] Landau L.D., Lifschitz E.M. *Mechanics*. M. Nauka, **1988** (in Russ.).
- [12] Kirilov A.A., Turaev D. The Universal Rotation Curve of Spiral Galaxies. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **2006**, 371, L31-L35 (in Eng.).
- [13] Kravtsov A.V., Klypin A.A. The Cores of Dark Matter-Dominated Galaxies: Theory Versus Observations. *The Astrophysical Journal*, **1998**, 502, 48 (in Eng.).
- [14] Hideyoshi A. Influence of Dark Matter on Light Propagation in Solar System. *Advances in Space Research*, **2010**, 45, 1007-1014 (in Eng.).
- [15] Chechin L.M. The Cherenkov Radiation in the Galaxy Halo of Dark Matter. *International Journal of Astronomy and Astrophysics*, **2013**, 3, 285-290 (in Eng.).
- [16] Nesti F., Salucci P. The Local Dark Matter Density. *VIII International Workshop on the Dark Side of the Universe*, June 10-15, **2012**, Rio de Janeiro, Brazil (in Eng.).
- [17] Zacek V. Dark Matter. *Fundamental Interactions: Proceedings of the 22<sup>nd</sup> Lake Louise Winter Institute*, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd, **2008**, 170-206 (in Eng.).

### Қараңғы материя галосының тығыздығын ергежейлі галактикалардың динамикасы арқылы бағалау. I

<sup>1</sup>Чечин Л.М., <sup>2</sup>Қонысбаев Т.К.

<sup>1</sup>[chechin-lm@mail.ru](mailto:chechin-lm@mail.ru), <sup>2</sup>[talgar\\_777@mail.ru](mailto:talgar_777@mail.ru)

<sup>1</sup>В.Г. Фесенков атындағы астрофизикалық институт, Алматы, Қазақстан

<sup>2</sup>әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** қараңғы материя, ергежейлі галактикалар, қараңғы материяның центріндегі тығыздығы, қараңғы материяның галосы.

**Аннотация.** Қараңғы материя галосының профилінің маңызды сипаттамасы - центріндегі тығыздығының  $\rho_0$  мәні болып табылады. Әдетте, мұндай профиль галактикалардағы және оның кластерлеріндегі жұлдыздардың динамикасын модельдеу әдісімен табылады. Алайда, бұл жағдайда сандық бағалаудың мәні тоғыз реттікке дейін жетеді және асады. Мақалада сынамалық дененің (ергежейлі галактикалардың) динамикасын галактиканың гравитациялық өрісінде зерттеуді негізге ала отырып нақтырақ  $\rho_0$ -ны бағалау мүмкіндігі дәлелденген. Сонымен қатар, қараңғы материя

галосының орталық тығыздығының ең ықтимал мәні  $\rho_0 \sim 10^{-24} \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$  құрайтыны көрсетілген.

Поступила 12.03.2016 г.

---

---

**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 work described 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](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the originality detection service Cross Check <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 сайте:

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

<http://www.reports-science.kz/index.php/ru/>

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

Подписано в печать 05.04.2016.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
14,25 п.л. Тираж 2000. Заказ 2.