

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



ЖАС ҒАЛЫМДАР КЕҢЕСІ



Студенттер мен жас ғалымдардың  
**«ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ - 2016»** атты  
XI Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XI Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
**«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ - 2016»**

PROCEEDINGS  
of the XI International Scientific Conference  
for students and young scholars  
**«SCIENCE AND EDUCATION - 2016»**

2016 жыл 14 сәуір  
Астана

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

**Студенттер мен жас ғалымдардың  
«Ғылым және білім - 2016»  
атты XI Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XI Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
«Наука и образование - 2016»**

**PROCEEDINGS  
of the XI International Scientific Conference  
for students and young scholars  
«Science and education - 2016»**

**2016 жыл 14 сәуір**

**Астана**

**ӘӨЖ 001:37(063)**

**КБЖ 72:74**

**Ғ 96**

**Ғ96** «Ғылым және білім – 2016» атты студенттер мен жас ғалымдардың XI Халық. ғыл. конф. = XI Межд. науч. конф. студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2016» = The XI International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2016» . – Астана: <http://www.enu.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/>, 2016. – .... б. (қазақша, орысша, ағылшынша).

**ISBN 978-9965-31-764-4**

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

**ӘӨЖ 001:37(063)**

**КБЖ 72:74**

**ISBN 978-9965-31-764-4**

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия  
ұлттық университеті, 2016

## ҒАЛАМДЫҚ ГРАВИТАЦИЯЛЫҚ ӨРІСТІҢ ӘРТҮРЛІ МОДЕЛДЕРІНДЕГІ КЕЙБІР ОРБИТАЛАР.

**Ксенбаева Динара Азимхановна**

*dinaro4ka\_46@mail.ru*

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ Жалпы және теориялық физика кафедрасының 2 курс  
магистранты, Астана, Қазақстан  
Ғылыми жетекшісі – Д.Кенжалиев

Біз тұрақты жағдайдағы ғаламдық үлгілердегі гравитациялық өрісінің екі түрін қарастырамыз. Олардың кейбіреуі осьтік симметриялық, ал басқалары үш осьті болып табылады. Эквипотенциал және потенциал заңдары Кутузов пен Осипковке (1980а) сәйкес бөлек берілген[4]. Салыстырмалы қарапайым потенциал заңы Кузмин-Маласидзе моделі (1969) негізінде жүзеге асырылады[6]. Екі түрлі модель тиісінше төрт және бес құрылымдық параметрлерінен тұрады. Сондай-ақ бір композициялық модель ұсынылған. Бұл модельдерде кейбір мысалдардың траекториясы есептеледі. Орбита сипаттауының еңқарапайым әдісі координаттар жазықтығына олардың проекцияларын салу болып табылады. Алайда, бұл есептеулердің үлкен мөлшерін қажет етеді және ақпарат түсіндіру кезінде қиындықтарға әкеледі. Осьтік симметриялық модельдер жағдайында тең қозғалатын меридианды жазықтықта қозғалыс (цилиндрлік R үйлестіре отырып, Z) ортақ шешім ретінде саналады. Үш осьті модельдер жағдайында, біреуі өтетін үш түрлі тең қозғалатын жазықтықты пайдалана алады. Біз 2-4 секцияларында модельдерді сипаттаймыз, ал есептелген орбиталар 5 бөлімде талқыланады.

### **Кіріспе**

Соңғы жылдары Ғаламның гравитациялық өрісі әр түрлі үлгілердегі жұлдыздарының траекториясы қарқынды салынды. Біз орбита сипаттамалары модель қасиеттеріне қалай әсер ететінін түсіндіру ниетіндеміз. Осыған ұқсас зерттемелерді Кутузов және Осипков (1992) жүзеге асырды, ашық кластерлерді 70 орбита оғаштығы және максималды биіктігі үш үлгіде салыстырылды. Мұнда біз негізінен түрлі вариациядағы модельдер – аксиалды симметриялы және үш осьті орбита қасиеттерін қарастырамыз.

Әдебиетте модельдердің алуан түрлі вариациялары бар. Біз олардың біразын ғана атап өтеміз. Ossipkov L.P. (1997) айналу симметриясы бар жүйелер үшін кейбір параметрлермен жалпы нысандағы төртінші ретті (төрттік) эквипотенциалдарға толық талдау жасады. Үш осьті эллипстік Ғаламның динамикалық модельдерін Арнолд орбита фигуралары туралы моделінің өріс жылдамдығына тәуелділігін есептеуін пайдалана отырып салды[1]. Ұқсас үлгі үшін Merritt және Valluri (1996) ядролық қара тесік білдіруге жобаланған орталық нүктесі бұқаралық стохастикалық орбиталар фазалық кеңістік арқылы диффузиялық туғызатынын тапты. Kutuzov S.A. (1997) үш осьті массасын қамтамасыз ететін сегізінші ретті эквипотенциалдары бар моделін ұсынды.

Мұнда біз арнайы түріндегі (Kutuzov 1998) қарапайым үш осьті төртінші ретті эквипотенциалдарды пайдаланамыз. Үш осьті нысандағы жауапты параметрлердің бірі, асимптотикалық салалардағы бейім эквипотенциалдары осылайша айнымалы түрінде көрсетілген, осылайша, соңғы массасының модельдері үшін табиғи талап қанағаттандырылды[3].

### **Аксиалды симметриялық модельдің жиындары**

Барлық шамалар өлшемсіз болып табылады. Өлшемді шамалар өзгерісі келесі тендеуде берілген. Негізгі параметрлері: ұзындығы, потенциалы және массасы

$$r, \hat{\phi}, M = r \hat{\phi} / G$$

G гравитациялық тұрақты болып табылады.

Алғашында біз осьтік симметриялық модельдерді қарастырамыз. Потенциал заңы әлеуетті еркін параметрлер мен бір тәуелсіз айнымалы  $\xi$  арқылы құрылған.  $\xi$  аргументы координаттар функциясы болып табылады.

$$\varphi = \varphi(\xi), \xi^2 = f(R, z). \quad (1)$$

$\xi$  айнымалысы олардың ретін анықтап, бірден келесі эквипотенциалға өзгертетін параметр болып табылады.  $\xi = \text{const}$  (1) формулаға қою тұрақты эквипотенциал теңдеуін береді.

Эквипотенциал және потенциал заңы Кутузов және Осипковке сәйкес бөлек беріледі (1980a). Аталған топтың ерекше жағдайлары болып табылатын он модельдері Кутузов және Осипков бойынша тіркелген (1980b). Бұл модельді бұрын П. П. Паренаго (1950, 1952), Г. Г. Кузмин (1953, 1956), А. Тоомре (1963), М. Miyamoto және R. Nagai (1975), М. Непон (1959), Кузмин және Велтман (1972) ұсынылды. Бұл жердегі эквипотенциалдар кейінірек, (Кутузов 1989) жинақталды [2]. (1) формулаға сәйкес, эквипотенциалдар  $f$  функциясы  $(R, z)$  бойынша анықталады. Төмендегідей эквипотенциалдық екі - параметрлік жиындары (Кутузов 1989) ұсынылады:

$$\xi^2 = r^2 + 2\mu(1-\varepsilon)(q-\varepsilon), r^2 = R^2 + z^2, q = \sqrt{\varepsilon^2 + z^2}. \quad (2)$$

$\varepsilon, \mu$  шамалары модельдің құрылымдық параметрлері

$$0 \leq \varepsilon \leq 1, \quad 0 \leq \mu < \infty$$

### Үш осьті модельдер жиындары

Біз әлі күнге дейін (1) теңдеу түріндегі потенциалын қабылдаймыз, бірақ қазір оның аргументі  $\xi$  декарттық үш функциясы болып табылады (масса орталығында шығу тегі бар) координаттары  $x, y, z$

$$\xi^2 = g(x, y, z).$$

Әлбетте, аргументтердің тізіміне  $\xi$  қосу, яғни  $f(x, y, z, \xi)$  өкілдігі,  $x, y, z$  координаты эквипотенциал теңдеуін өзгертпейді.

$f(x, y, z, \xi)$  функциясы үш шарттан тұрсын

$$\xi^2 = r^2 + 2\mu(1-\varepsilon)(q-\varepsilon) + \tau(\xi)s^2, \quad 0 \leq \varepsilon < \infty. \quad (3)$$

мұнда,

$$\begin{aligned} r^2 &\equiv x^2 + y^2 + z^2, & q &\equiv \sqrt{\varepsilon^2 + z^2}, \\ s^2 &\equiv y^2 - x^2 \begin{cases} \geq 0, & |x| \leq |y|; \\ < 0, & |x| > |y|. \end{cases} \end{aligned}$$

Жаңа өрнек үш осьті нысан үшін жауапты болып табылады, оның үшінші мерзімі, (2)-ден ерекшеленеді.  $\tau$  коэффициенті  $\xi$ -ның функциясы болады деп болжанады. Мұны үш осьтік параметр деп атайды.

Мұндағы  $\varepsilon = 1r^2$  (4) теңдеудің оң жағында қалып отыруы, модельдің сфералық екенін білдіреді. Бірақ енді  $\mu = 0$  теңдігі сфералық моделіне ауысуды білдірмейді, өйткені үш осьті параметр нөлге тең емес болуы мүмкін.

Kutuzov (1998) үш осьті параметр  $\tau(\xi)$  бойынша келесі шектеулер ұсынды. Бір параметр эллипстің  $\xi^2 = (1-\tau)x^2 + (1+\tau)y^2$  центріне жеткенде шеңберге айналуы жөн, алайда бұл шарт міндет емес

$$\tau(0) = 0. \quad (4)$$

Потенциал шексіздік сфералық симметриялы болу үшін келесі шек болуы тиіс:

$$\lim_{\xi \rightarrow \infty} \tau(\xi) = 0. \quad (5)$$

Бұл жағдайда  $\tau, \xi$  теріс күші ретінде нөлге ұмтылу керек. Сол кезде (3) теңдеудің оң жағының үшінші жағдайының реті 2-ден кем болады. Екінші жағдайдың тек  $z$ -те бірінші ретті, бірінші жағдай әрқашан 2-ретті болғандықтан басым болады.

Айналма жылдамдықтың үш осьті үлгіде ешқандай мағынасы жоқ. Сондықтан, біз жай ғана гравитациялық өрісті сипаттаймыз, яғни квази-дөңгелек жылдамдығын енгіземіз

$$W^2 = -R \left[ \frac{\partial \psi(R, z)}{\partial R} \right]_{z=0}, \quad \psi(R, z) = \varphi(\xi)|_{x=y}, \quad R = \sqrt{x^2 + y^2}. \quad (6)$$

### Орбиталарды тергеу және талқылау

- 1) Біз жұлдыз траекториясын салу үшін Коши проблемасын шешуіміз керек.

$$\ddot{r} = \nabla \varphi(\xi)$$

Екінші ретті қарапайым дифференциалдық теңдеулер жүйесі болып табылады.

Мұнда  $r$  центрге қатысты жұлдыз позиция векторы. Бастапқы жағдайда  $t_0$  уақыты еркін сәтке беріледі:

$$r(t_0) = r_0, \quad v(t_0) = v_0.$$

мұндағы  $v = \dot{r}$  - жұлдыздың жылдамдық векторы.

Біз өлшемсіз уақытты (және барлық өзге де функциялар мен айнымалылар) пайдаланамыз. Интеграция интервалы өткелдердің санымен координаттар  $z = 0$  немесе  $y = 0$  сипатталады.

Екінші ретті қарапайым дифференциалдық теңдеулер жүйесі қарапайым жолмен бірінші ретті қарапайым теңдеулер түрінде шешіледі.

- 2) Энергия  $E$  және бұрыштық момент  $L_z$  туралы  $z$ -компоненті бойынша қозғалыс осьтік симметриялы моделінің интегралдары табылады (Огородников 1958)

$$E = \varphi(\xi) - \frac{1}{2}(\mathcal{G}_m^2 + \mathcal{G}_\theta^2), \quad L_z = R\mathcal{G}_\theta, \quad \mathcal{G}_m^2 = \mathcal{G}_R^2 + \mathcal{G}_z^2.$$

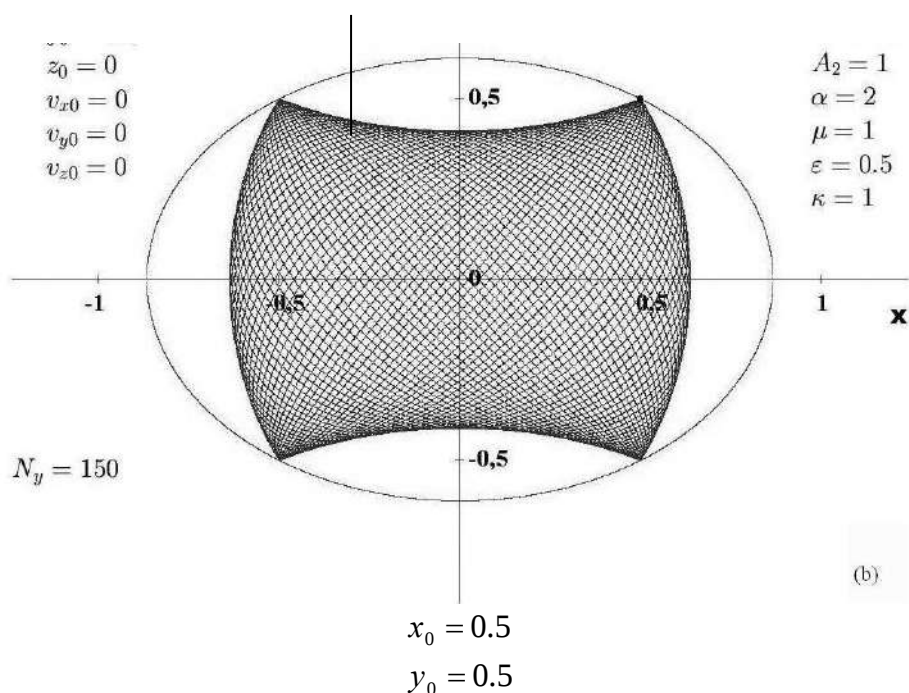
Мұнда  $\mathcal{G}_R, \mathcal{G}_\theta, \mathcal{G}_z$  цилиндрлік координаталар жылдамдығы компоненттері болып табылады,  $\mathcal{G}_m$  -меридиан жылдамдығы,  $E$  теріс белгісі бар жалпы энергия.

- 3) Біз одан әрі үш осьті моделіндегі орбиталарды қарастыруды жалғастырамыз. 1 суретте әртүрлі үш осьті параметрлердегі өрістің бастапқы нүктелері бірдей болып құлаған жұлдыздың траекториялары көрсетілген. Бастапқы жылдамдығы  $y$ -осі бойымен бағытталған, ал бастапқы нүктесі,  $x$  осінде жатқан кезде траекториясын қарастыру, сондай-ақ қызықты.

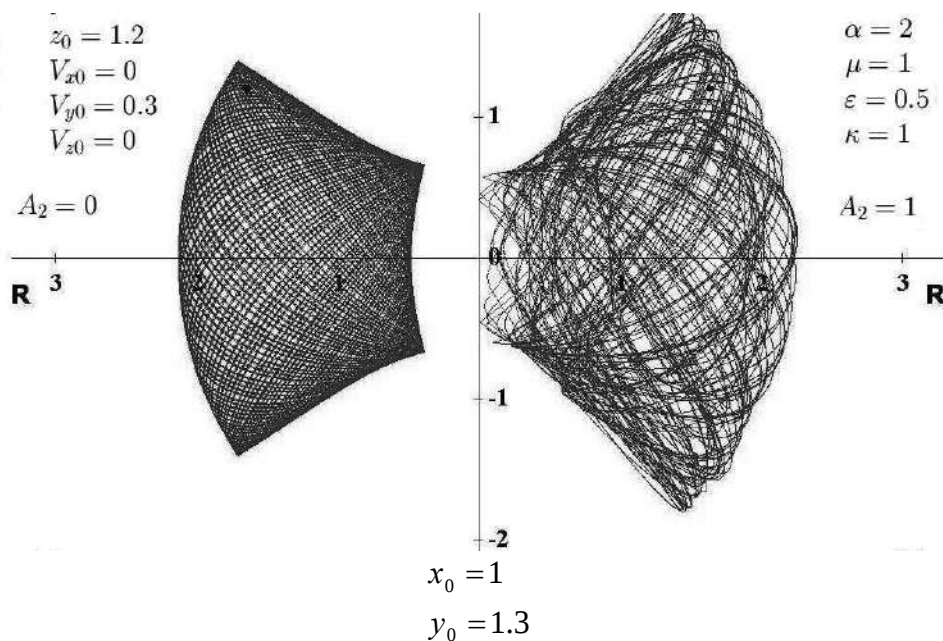
Бастапқы жылдамдығы бастапқы нүктесінде дөңгелек жылдамдығы аз болса осьтік симметриялық модель үшін траекториясы шеңбер ішіндегі орбитаға шектелген облыс ішінде жатыр, ал бастапқы жылдамдығы дөңгелек жылдамдығынан үлкен болса, ол тыс жатыр.

Осьтік симметриялық потенциалдарға байланысты (сур. 2) тең қозғалатын меридианды жазықтықта орбитаны зерттеу ыңғайлы. Біз аналогиялық тұрғыда үш осьті моделіне арналған жазықтықта орбита салдық, орбита шектері одан әрі «алба-жұлбаға» айналды.

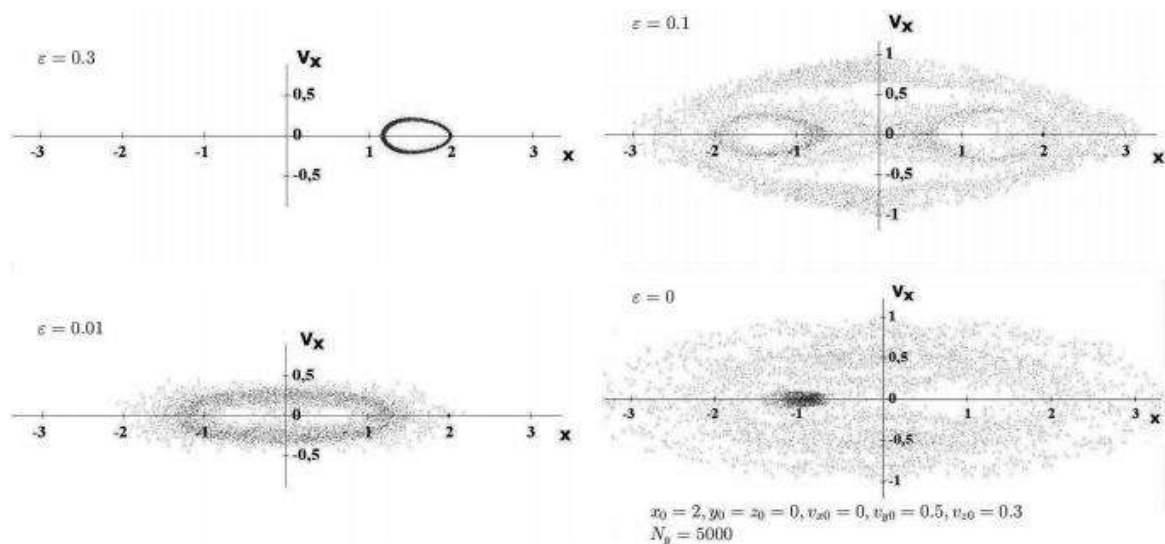
Пуанкаре беттеріне (Binney & Tremaine 1987) ұқсас, біз үш диаграмманы сала аламыз.



1 сурет. Үш осьті  $\tau$  параметріндегі  $A_2$  коэффициентінің өзгеруі



2 сурет. Жылжымалы жазықтықтағы 2 траектория: а) осьтік симметриялық моделде, б) үш осьті моделде. Бастапқы нүкте мен жылдамдық компоненттері 2 траектория үшін бірдей



3 сурет. Үш осьті модельдегі бет тегістігі әртүрлі жағдайлар. Бастапқы нүктелері барлық жағдайда бірдей, параметрлері ( $\varepsilon$ -ден басқа жағдайда) де тең.  $N_y = 0$

жазықтығындағы оң  $\mathcal{Q}_y$  мен түйісімдер саны

#### Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Огородников К.Ф. Динамика звездных систем. – М.: Физматгиз, 1958, 644 с.
2. Miyamoto M., Nagai R. Three-dimensional models for the distribution of mass in galaxies// Publ. Astron. Soc. Japan. 1975. Vol. 27. P. 533-543.
3. Кутузов С.А., Распопова Н. В., Рельеф поля сил орбиты в модели галактики // Вестн. С.- Петерб. ун-та. Сер.10: Прикладная математика, информатика и процессы управления. 2008. Вып. 1. С. 32-42.
4. Кутузов С.А., Осипков Л.П., Плотность в моделях сильно сплюснутых звездных систем // Астрономический журнал. 1988. Том 65. № 3. С. 468,477.
5. Кузмин Г.Г. Третий интеграл движения звезд и динамика стационарной Галактики // Публикации Тартуской астр. обсерв., 1953. Том 32. № 5. С. 332-368.
6. Кузмин Г.Г., Маласидзе Г.А., Об одной форме гравитационного потенциала, допускающей решение задачи о плоских орбитах звезд в эллиптических интегралах // Публикации Тартуской астр.обсерв. 1969. Том 38. С. 181-250.
7. Кузмин Г.Г., Велтман Ю.-И.К., Проекция плотности и обобщенно- изохронные модели сферических звездных систем // Публикации Тартуской астр. обсерв. 1972. Том 40. С. 281-323.

УДК524.83.1

#### СОЛИТОНДЫ ТОЛҚЫНДАРҒА ҚЫСҚАША ТАЛДАУ

Ерболова Нүрән Арайқызы

Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ Физика техникалық факультетінің «Жалпы және теориялық физика» кафедрасы, Астана, Қазақстан  
Ғылыми жетекшісі – Н.С. Серікбаев

**1. Кіріспе.** Солитондар теориясының қалыптасуы және оның іс жүзінде адам зат қызметіне қолданылуы қалай іске асты? Оңашаланған толқынды адамдар 1834 жылдың тамыз айына дейін бірнеше рет көруі мүмкін, алайда дәл сол жылы шотландиялық инженер,