

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**

**4 (302)**

**ШІЛДЕ – ТАМЫЗ 2015 ж.**

**ИЮЛЬ – АВГУСТ 2015 г.**

**JULY – AUGUST 2015**

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

ҚР ҰҒА академигі,

**Мұтанов Г. М.**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әшімов А.А.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байғұнчеков Ж.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Жұмаділдаев А.С.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қалменов Т.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Мұқашев Б.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Өтелбаев М.О.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Тәкібаев Н.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Харин С.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішев М.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жантаев Ж.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қалимолдаев М.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Косов В.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мұсабаев Т.А.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Ойнаров Р.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рамазанов Т.С.** (бас редактордың орынбасары); физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Темірбеков Н.М.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Өмірбаев У.У.**

Р е д а к ц и я к ең е с і:

Украинаның ҰҒА академигі **И.Н. Вишневский** (Украина); Украинаның ҰҒА академигі **А.М. Ковалев** (Украина); Беларусь Республикасының ҰҒА академигі **А.А. Михалевич** (Беларусь); Әзірбайжан ҰҒА академигі **А. Пашаев** (Әзірбайжан); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **И. Тигиняну** (Молдова); мед. ғ. докторы, проф. **Иозеф Банас** (Польша)

Главный редактор

академик НАН РК

**Г. М. Мутанов**

Редакционная коллегия:

доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.А. Ашимов**; доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **Ж.Ж. Байгунчеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.С. Джумадильдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Т.Ш. Кальменов**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Б.Н. Мукашев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **М.О. Отелбаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Н.Ж. Такибаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **С.Н. Харин**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Е. Абишев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.Ш. Жантаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Н. Калимолдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **В.Н. Косов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.А. Мусабаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Р. Ойнаров**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.С. Рамазанов** (заместитель главного редактора); доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.М. Темирбеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **У.У. Умирбаев**

Редакционный совет:

академик НАН Украины **И.Н. Вишневский** (Украина); академик НАН Украины **А.М. Ковалев** (Украина); академик НАН Республики Беларусь **А.А. Михалевич** (Беларусь); академик НАН Азербайджанской Республики **А. Пашаев** (Азербайджан); академик НАН Республики Молдова **И. Тигиняну** (Молдова); д. мед. н., проф. **Иозеф Банас** (Польша)

«Известия НАН РК. Серия физико-математическая». ISSN 1991-346X

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

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

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

Editor in chief

**G. M. Mutanov**,  
academician of NAS RK

Editorial board:

**A.A. Ashimov**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **Zh.Zh. Baigunchekov**, dr. eng. sc., prof., academician of NAS RK; **A.S. Dzhumadildayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **T.S. Kalmenov**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **B.N. Mukhashev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.O. Otelbayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **N.Zh. Takibayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **S.N. Kharin**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.Ye. Abishev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.Sh. Zhantayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.N. Kalimoldayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **V.N. Kosov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.A. Mussabayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **R. Oinarov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.S. Ramazanov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK (deputy editor); **N.M. Temirbekov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **U.U. Umirbayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK

Editorial staff:

**I.N. Vishnievski**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.M. Kovalev**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.A. Mikhalevich**, NAS Belarus academician (Belarus); **A. Pashayev**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **I. Tighineanu**, NAS Moldova academician (Moldova); **Joseph Banas**, prof. (Poland).

**News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series.**  
**ISSN 1991-346X**

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

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2015

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 4, Number 302 (2015), 256 – 261

**ELLIPTIC MOTION TYPE OF RESONANCE SATELLITES  
AT INTERVALS  $\alpha_4 < w < \alpha_3$  IN THE CASE OF A SMALL TILT ORBIT  
TO THE MAIN PLANE**

**M. D. Shinibaev<sup>1</sup>, A. A. Bekov<sup>1</sup>, Zh. S. Kukiev<sup>2</sup>, T. D. Berdalieva<sup>2</sup>,  
A. K. Zhamedinova<sup>2</sup>, B. N. Rakhimzhanov<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>JSC "NCKIT", Almaty, Kazakhstan;

<sup>2</sup>Syrdaria University, Zhetysai, Kazakhstan;

<sup>3</sup>Kokshetau State University named after Sh. Ualikhanov, Kokshetau, Kazakhstan.

E-mail: shinibaev\_maxsut@mail.ru

**Keyword:** resonance, orbits, small denominator, the gravitational field, the force function, Earth satellite, polar coordinates

**Abstract.** Writing the differential equations of motion of the body in the geocentric coordinates, integrating them through a Fourier series, or a Taylor series or Poisson series can find that kind  $m\omega_1 + n\omega_2 \approx 0$  of small divisors appear in the coefficients of series representing solutions. There  $m, n$  - integers,  $\omega_1, \omega_2$  - rate of movements. These small dividers are so-called "small- denominators." At the same time the existence of solutions, analytic, smooth convergence solutions in the form of a series of essentially depends on the arithmetic properties of numbers  $m, n$  and the quality of the differential equations [1].

This big problem is far from over and decides this day, both in the theory of differential equations and in the theory of motion resonant satellites. A wide variety of tasks performed by satellites, making it virtually an important systematic study of a fairly broad class of resonance rotation reverse it - the so-called nominal movements [2]. Especially important are the new variables to-that do not make any sense, as in the non-resonant and resonant in the

areas of motion of the satellite. [3] The problem of resonances and small denominators consists of "academic" and "engineering," issues. But if the first is enough to take care of the stability of the resonant motion, the second - "dissipative factor" has to "load on board satellite» in the form of a system of active stabilization. Clearly, an adequate solution of the first problem, give a reliable basis for solving the second.

In the context of the above subject, developed in the article is relevant in all areas of science where there is a "small denominators" and resonances of various kinds.

УДК 531.1+629.195

## ЭЛЛИПТИЧЕСКИЙ ТИП ДВИЖЕНИЯ РЕЗОНАНСНОГО ИСЗ НА ИНТЕРВАЛЕ $\alpha_4 < w < \alpha_3$ В СЛУЧАЕ МАЛОГО НАКЛОНА ОРБИТЫ К ОСНОВНОЙ ПЛОСКОСТИ

М.Д. Шинибаев<sup>1</sup>, А.А. Беков<sup>1</sup>, Ж.С. Кукиев<sup>2</sup>, Т.Д. Бердалиева<sup>2</sup>,  
А.К. Жамединова<sup>2</sup>, Б.Н. Рахимжанов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>АО «НЦКИТ», Алматы, Казахстан;

<sup>2</sup>Университет Сыр-Дария, Жетысай, Казахстан;

<sup>3</sup>Кокшетауский государственный университет им. Ш. Уалиханова, Кокшетау, Казахстан

**Ключевые слова:** резонанс, орбита, малый знаменатель, поле тяготения, силовая функция, спутник Земли, полярные координаты.

**Аннотация.** Записав дифференциальные уравнения движения тела в геоцентрических координатах, интегрируя их посредством рядов Фурье, либо рядов Тейлора или рядов Пуассона можно обнаружить, что малые делители вида  $m\Omega_1 + n\Omega_2 \approx 0$  появляются у коэффициентов рядов представляющих решения.

Здесь  $m, n$  – целые числа,  $\Omega_1, \Omega_2$  – частоты движений. Эти малые делители представляют собой, так называемые, «малые знаменатели». При этом существование решения, аналитичность, гладкость, сходимость решений в виде рядов существенно зависит от арифметических свойств чисел  $m, n$  и качеств самих дифференциальных уравнений [1].

Эта большая проблема далека от завершения и решается, по сей день, как в теории дифференциальных уравнений, так и в теории движения резонансных ИСЗ.

Большое разнообразие задач, выполняемые спутниками, делает практически важным систематическое изучение достаточно широкого класса резонансов вращения с обращением – так называемых номинальных движений [2]. Особенно важны новые переменные, которые не теряют смысл, как в нерезонансных, так и в резонансных зонах движения ИСЗ [3]. Проблема резонансов и малых знаменателей состоит из «академических» и «инженерных» вопросов. Но если в первой достаточно позаботиться об устойчивости резонансного движения, то во второй – «диссипативный фактор» приходится «загружать на борт спутника» в форме той или иной системы активной стабилизации. Ясно, что адекватное решение первой задачи даст надежные основы для решения второй.

В контексте изложенного тема, разрабатываемая в статье, актуальна во всех областях науки, где есть «малые знаменатели» и резонансы различных видов.

Пусть пассивный ИСЗ совершает движение в поле тяготения центрального и внешнего тела, тогда силовую функцию в геоцентрических координатах можно представить так [4]:

$$U = \frac{M}{r} + \frac{1}{2}vr^2 + \frac{1}{2}(v' - v)z^2, \quad (1)$$

где  $\mu$  – гравитационный параметр;  $x, y, z$  – геоцентрические координаты ИСЗ;  $r^2 = x^2 + y^2 + z^2$ ; параметры  $v$  и  $v'$  подбираются так, чтобы получались наблюдаемые движения узла и перигея орбиты.

Дифференциальные уравнения движения с учетом (1) имеют вид:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{\mu x}{r^3} &= vx, & \frac{d^2y}{dt^2} + \frac{\mu y}{r^3} &= vy, \\ \frac{d^2z}{dt^2} + \frac{\mu z}{r^3} &= v'z \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Они допускают интеграл площадей в основной плоскости  $Oxy$  интеграл площадей

$$xy' - yx' = C \quad (3)$$

и в пространстве  $Oxyz$  интеграл энергий

$$\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2 = 2(U + h), \quad (4)$$

где  $C$  – постоянная интеграла площадей;  $h$  – постоянная интеграла энергии.

В случае резонанса  $r \rightarrow \infty$  и функция  $r(t)$  становится кусочно-непрерывной. В каждой резонансной точке  $r(t)$  терпит разрыв 1-го рода.

Введем новые переменные, которые позволяют исключить «малые знаменатели», и которые не теряют смысла, как в резонансной, так и в нерезонансной зоне движения ИСЗ.

Пусть орбита ИСЗ имеет малый наклон к основной плоскости, тогда

$$z \neq 0, \quad z^2 \approx 0, \quad s = \frac{z}{\rho} \neq 0, \quad s^2 \approx 0, \quad \rho^2 = x^2 + y^2,$$

где  $s$  – тангенс широты. Теперь перепишем (2) в переменных Хилла [5]:

$$\frac{d^2w}{d\nu^2} + \left(1 + \frac{\alpha}{w^4}\right)w - 1 = 0, \quad (5)$$

$$\frac{d^2s}{d\nu^2} + \left(1 + \frac{\beta}{w^4}\right)s = 0, \quad \frac{d\nu}{dt} = \frac{\mu^2}{C^3} w^2, \quad (6)$$

где:

$$\alpha = \frac{\nu C^6}{\mu^4}, \quad \beta = \frac{(\nu' - \nu)C^6}{\mu^4}, \quad w = \frac{C^2}{\mu} \cdot \frac{1}{\rho}, \quad (7)$$

$\alpha - const$ ,  $\beta - const$ ,  $w$  – переменная Хилла,  $\nu$  – истинная долгота.

Уравнение (5) допускает понижение порядка

$$d\nu = \frac{w dw}{\sqrt{-w^4 + 2w^3 + Hw^2 + \alpha}}, \quad (8)$$

где  $H = \frac{2hC^2}{\mu^2}$  – постоянная интегрирования, для действительных движений подкоренной полином положителен.

В [4, 5] было установлено, что подкоренной полином положителен на двух интервалах:

А)  $\alpha_4 \leq w \leq \alpha_3$ ;

В)  $\alpha_2 \leq w \leq \alpha_1$ ,

где корни  $\alpha_1 > \alpha_2 > \alpha_3 > \alpha_4$ , причем  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  – положительные корни,  $\alpha_4$  – отрицательный корень.

В случае эллиптического типа движения  $\alpha > 0$ ,  $H < 0$  и (8) имеет вид

$$d\nu = \frac{w dw}{\sqrt{-w^4 + 2w^3 - Hw^2 + \alpha}}, \quad (9)$$

На интервале А) совершен переход от (9) к нормальной форме Лежандра

$$d\nu = \mu_0 \frac{w d\varphi}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2 \varphi}}, \quad (10)$$

где:  $k^2 = \frac{\alpha_{43}\alpha_{12}}{\alpha_{13}\alpha_{42}}$ ,  $\mu_0 = \frac{2}{\sqrt{\alpha_{31}\alpha_{42}}}$ ,  $k$  – модуль эллиптического интеграла,  $\varphi$  – промежуточная

переменная,  $\varphi = am\nu$  – амплитуда  $\nu$ ,

$$0 < k < 1, \quad \alpha_{ik} = \alpha_k - \alpha_i \quad (k, i = 1, 2, 3, 4),$$

$$w = \frac{\alpha_4\alpha_{31} + \alpha_1\alpha_{43} \sin^2 \varphi}{\alpha_{31} + \alpha_{43} \sin^2 \varphi}; \quad \sin^2 \varphi = \frac{\alpha_{31}(w - \alpha_4)}{\alpha_{43}(\alpha_1 - w)}; \quad (11)$$

если  $w = \alpha_4$ , то  $\varphi = 0$ ; если  $w = \alpha_3$ , то  $\varphi = \frac{\pi}{2}$ .

Рассмотрим резонансный случай, когда  $\rho \rightarrow \infty$  из (7)  $w \rightarrow 0$ .

Из (11) при  $w = 0$  имеем

$$\sin \varphi = \pm \sqrt{\frac{\alpha_{31}(-\alpha_4)}{\alpha_{43}\alpha_1}}, \quad (12)$$

здесь  $\alpha_4 < 0$ , поэтому подкоренное выражение положительно, причем значение его со знаком (-)

не укладывается в рассматриваемый интервал  $\left[0; \frac{\pi}{2}\right]$ .

Исходя из этого, резонансу соответствует одна точка на оси  $O\varphi$ :

$$\varphi_{\delta\hat{a}\zeta} = \arcsin \sqrt{\frac{\alpha_{31}\alpha_4}{\alpha_{43}\alpha_1}}, \quad (13)$$

причем

$$0 < \varphi_{\delta\hat{a}\zeta} < \frac{\pi}{2}, \quad (14)$$

поэтому график  $w(\varphi)$  имеет вид (рисунок 1):

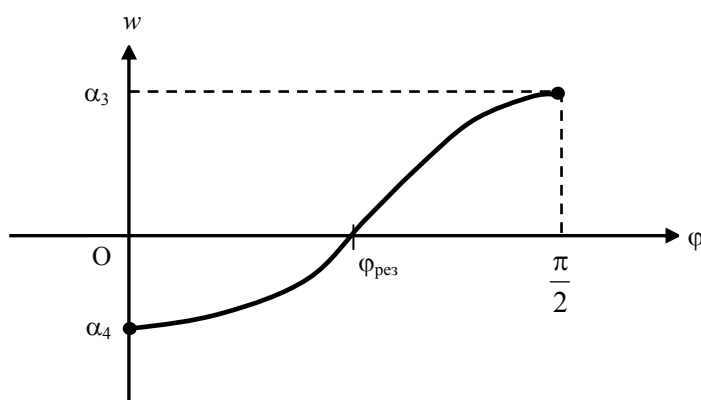


Рисунок 1

Таким образом, нерезонансных зон два:

$$0 \leq \varphi_{ip} < \varphi_{\delta\hat{a}\zeta}, \quad \varphi_{\delta\hat{a}\zeta} < \varphi_{ip} \leq \frac{\pi}{2}.$$

Из (7) имеем



$$\rho = \frac{\tilde{N}^2}{\mu w}, \quad \text{при } w = \alpha_4 < 0, \quad \rho_4 = \frac{\tilde{N}^2}{\mu \alpha_4} < 0; \quad \varphi = 0,$$

при резонансе  $w = 0$ ,  $\rho_{\delta \dot{a} \zeta} = \infty$ ;  $\varphi = \varphi_{\delta \dot{a} \zeta}$ ;

$$\text{при } w = \alpha_3 > 0, \quad \rho_3 = \frac{\tilde{N}^2}{\mu \alpha_3} > 0, \quad \varphi = \frac{\pi}{2}.$$

Из графика  $\rho(\varphi)$  (рисунок 2) видно, что функция терпит разрыв при  $\varphi = \varphi_{\delta \dot{a} \zeta}$ ,  $\rho \rightarrow \infty$ , причем  $\rho \neq 0$  ни в одной точке, так как на интервале  $\left[0; \frac{\pi}{2}\right]$  ни в одной точке  $w \neq \infty$  (рисунок 1).

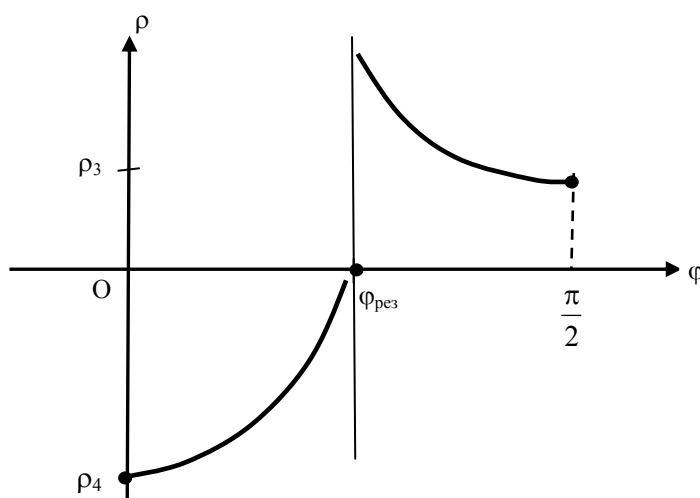


Рисунок 2

Таким образом, переменные Хилла  $w, \nu, \varphi$  могут быть использованы для исследования движения резонансных ИСЗ, так как они не теряют смысла, как на резонансных, так и нерезонансных зонах движения этих спутников.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [4] Колмогоров А.Н. Доклады АН СССР. – 1953, №5. – Т.93. – С.763-766.  
 [5] Белецкий В.В. Движение искусственного спутника относительно центра масс. – М.: Наука, 1965. – 416 с.  
 [6] Молчанов А.Д. Гипотеза резонансной структуры Солнечной системы // Пространство и время. – 2013, №1 (11). – С.34-48.  
 [7] Шинибаев М.Д., Беков А.А. и др. Об орбитальном движении направляемого космического объекта в поле тяготения центрального и внешнего тела // Доклады НАН РК. – 2014, №3. – С.21-26.  
 [8] Шинибаев М.Д. Поступательно-вращательные движения твердого тела в стационарном и нестационарном поле тяготения Земли. – Алматы: Ғылым, 2010. – 132 с.

#### REFERENCES

- [4] Kolmogorov A.N. Doklady AN SSSR. – 1953, №5. – V.93. – p.763-766 (in Russ).  
 [5] Beletskii V.V. The movement of an artificial satellite of the center of mass. – M.: Nauka, 1965. – 416 s. (in Russ).  
 [6] Molchanov A.D. The hypothesis of the resonance structure of the solar system. Space and Time. – 2013, №1 (11). – p.34-48 (in Russ).  
 [7] Shinibaev M.D., Bekov A.A. i dr. On the orbital motion directed the space object in the gravitational field of the central and outer body. Reports of NAS RK. – 2014, №3. – p.21-26 (in Russ).  
 [8] Shinibaev M.D. Translational-rotational motion of a rigid body in stationary and non-stationary Earth's gravitational field. – Almaty: Gylym, 2010. – 132 p. (in Russ).

**ОРБИТАСЫ НЕГІЗГІ ЖАЗЫҚТЫҚҚА АЗ КӨЛБЕУДЕГІ РЕЗОНАНСТЫҚ  
ЖЖС  $\alpha_4 < w < \alpha_3$  ИНТЕРВАЛЫНДАҒЫ ЭЛЛИПС ТИПТІ ҚОЗҒАЛЫСЫ**

**М. Д. Шыныбаев<sup>1</sup>, А. А. Беков<sup>1</sup>, Ж. С. Көкеев<sup>2</sup>, Т. Д. Бердалиева<sup>2</sup>,  
А. К. Жәмединова<sup>2</sup>, Б. Н. Рахимжанов<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>«Ұлттық Ғарыштық Зерттеулер мен Технологиялар Орталығы» АҚ, Алматы, Қазақстан;

<sup>2</sup>«Сыр-Дария университеті», Жетісай, Қазақстан;

<sup>3</sup>«Ш.Ұалиханов атындағы Көкшетау мемлекеттік университеті», Көкшетау, Қазақстан

**Тірек сөздер:** резонанс, орбита, кіші бөлгіш, тартылыс өрісі, күш функциясы, Жер серігі, полярлық координаттар.

**Аннотация.** Жерцентрлік координаттарда жазылған дифференциалдық тендеулерді Фурье қатарына, немесе Тейлор қатарына, немесе Пуассон қатарына жіктеп интегралдасақ шешімдерде кіші бөлгіш  $m\omega_1 + n\omega_2 \approx 0$  пайда болады. Мұнда  $m, n$  – бүтін сандар,  $\omega_1, \omega_2$  – бұрыштық жылдамдықтар. Осы «кіші бөлгіштер» қатар мүшелеріне кіреді. Бұл жағдайда шешімдердің бар болуы, басқада түрлі қасиеттері  $m, n$  сандарының арифметикалық қасиеттеріне байланысты болады [1].

Проблема әлі шешілмеген, ол ЖЖС қозғалысында да, сызықтық емес дифференциал-дық тендеулер теориясында да, және резонанстық теорияда да өзекті.

Жасанды жер серіктерінің атқаратын жұмыстарының түрлеріне байланысты түрлі резонанстық қозғалыстарды зерттеу өзекті болып тұр [2]. Әсіресе резонанстық және резонанстық емес аумақтарда бірдей орынды болатын айнымалылар өте қажет [3].

«Резонанстар» және «кіші бөлгіштер» екі аспекттен тұрады «академиялық» және «инженерлік». Біріншісі орнықтылықты тексерумен орындалса, екіншісі стабилизациямен байланысты. Екіншісі нақты шешілуі үшін біріншісі шешілуі қажет.

Айтылғандарға байланысты мақаладағы зерттеулер өзекті болып табылады.

*Поступила 07.07.2015 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 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](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 сайте:

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

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

Редактор *М. С. Ахметова*

Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 14.07.2015.

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

17,25 п.л. Тираж 300. Заказ 4.