

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

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА
СЕРИЯСЫ**



СЕРИЯ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ



**PHYSICO-MATHEMATICAL
SERIES**

2 (312)

НАУРЫЗ – СӘУІР 2017 Ж.

МАРТ – АПРЕЛЬ 2017 г.

MARCH – APRIL 2017

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

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

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

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

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

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

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Физика-математикалық сериясы».

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

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

Мерзімділігі: жылына 6 рет.
Тиражы: 300 дана.

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

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2017

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

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

Редакционная коллегия:

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

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

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

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

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

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017

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

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

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

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

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

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

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

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

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

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

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

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

NEWS

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

ISSN 1991-346X

Volume 2, Number 312 (2017), 98 – 103

UDC 629.195+531.1

**M.D. Shinibaev¹, S.S. Dairbekov², S.A. Zholdasov²,
D.A. Aliaskarov², G.E. Myrzakasova², A.G. Sadybek²**

¹ National Center of Space Researches and Technologies», Almaty, Kazakhstan;

² University of Syr-Daria, Zhetysai, Kazakhstan

PERTURBATIONS SATELLITES FROM THE LIGHT PRESSURE IN THE DELAUNAY ELEMENTS

Annotation. Canonical Delaunay osculating elements have been introduced to ensure that the right sides of the differential equations of perturbed motion, determine the osculating elements there was no terms proportional to the time [1, p. 693].

This article shows that this property is preserved in the case of non-gravitational perturbations of nature. In the [2, p. 63] it is noted that the first group of Delaunay elements is “slow” and the second – “fast”. But this is true only for the gravitational perturbations. It will be shown that in the case of non-gravitational perturbations of all the elements expert Delaunay “ ℓ ” may be “slow”. This is very important because the slow variables can be considered constant in the first approximation.

Following Delaunay take further:¹

$$H = \alpha_2, \quad G = \alpha_3, \quad h = \beta_2, \quad g = \beta_3, \quad \cos i = \frac{\alpha_3}{\alpha_2}. \quad (1)$$

In this article, the beginning of a new shadow less theory that allows preliminary assessment of the strength of the perturbation satellite pressure of light in osculating elements matter when eccentricity exceeds the limit of the Laplace for eccentricity

$$e > e_{\text{g}} = 0,662743 \dots$$

This is true to this day in space flight dynamics.

Key words: Earth satellite, Delaunay elements, the light pressure, Perturbations from the light pressure, distant satellites, orbital motion, shadow less theory

УДК 629.195+531.1

**М.Д. Шинибаев¹, С.С. Даирбеков², С.А. Жолдасов²,
Д.А. Алиаскаров², Г.Е. Мырзакасова², А.Ж. Садыбек²**

¹Национальный центр космических исследований и технологий, г. Алматы, Казахстан;

²Университет Сыр-Дария, г. Джетысай, Казахстан;

ВОЗМУЩЕНИЯ СПУТНИКА ЗЕМЛИ ОТ СВЕТОВОГО ДАВЛЕНИЯ В ЭЛЕМЕНТАХ ДЕЛОНЕ

Аннотация. Канонические оскулирующие элементы Делоне были введены для того, чтобы в правых частях дифференциальных уравнений возмущенного движения, определяющих оскулирующие элементы, не было членов, пропорциональных времени [1, с. 693].

В данной статье показано, что это свойство элементов сохраняется и в случае возмущений негравитационной природы. В [2, с. 63] отмечено, что первая группа элементов Делоне L, G, H относятся к разряду

«медленных», а вторая ℓ, g, h относятся к разряду «быстрых» переменных. Но это справедливо только для гравитационных возмущений. Ниже будет показано, что в случае негравитационных возмущений все элементы Делоне, кроме « ℓ », могут оказаться «медленными». Это очень важно, так как в первом приближении медленные переменные можно считать постоянными.

Следуя Делоне, имеем*:

$$H = \alpha_2, \quad G = \alpha_3, \quad h = \beta_2, \quad g = \beta_3, \quad \cos i = \frac{\alpha_3}{\alpha_2}. \quad (1)$$

В данной статье положено начало новой бестеневой теории, которая позволяет предварительно оценить возмущения спутника от сил светового давления в оскулирующих элементах Делоне в случае, когда эксцентриситет орбиты превышает предел Лапласа по эксцентриситету

$$e > e_{\text{г}} = 0,662743 \dots$$

Это актуально по сей день в динамике космического полета.

Ключевые слова: спутник Земли, элементы Делоне, световое давление, возмущения от светового давления, далекий спутник, движение орбитальное, бестеневая теория.

1. Введение

Пусть ИСЗ, относящийся к разряду далеких ИСЗ, совершает возмущенное движение в поле тяготения Земли и сил светового давления Солнца. Тогда силовая функция для спутника любой формы в пределах бестеневой теории можно представить так:

$$U = \frac{\mu}{r} + \frac{1}{2} \nu r^2 - \frac{3}{2} \nu z^2, \quad (2)$$

где r – модуль радиуса-вектора ИСЗ; z – аппликата ИСЗ; коэффициент ν подбирается так, чтобы движения узла и перицентра орбиты ИСЗ совпадали с наблюдениями (рис. 1).

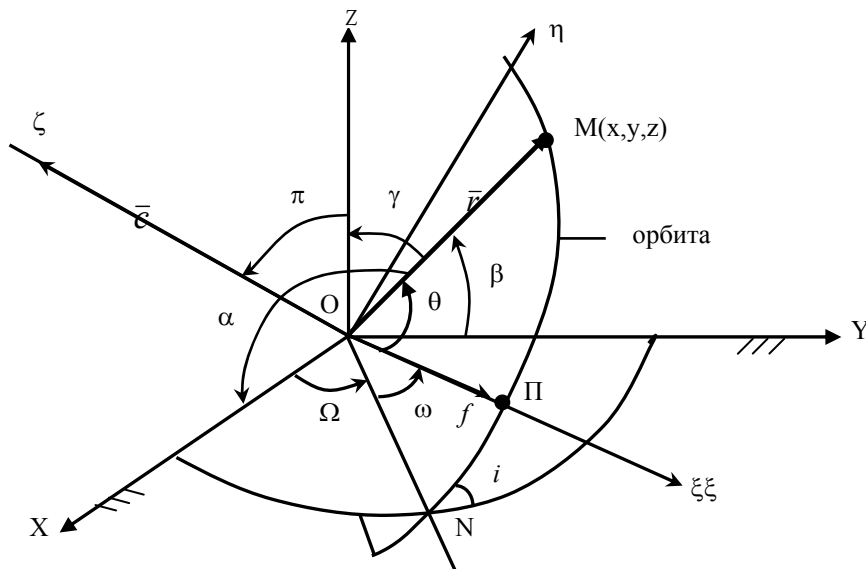


Рисунок 1 - К постановке задачи

На рис. 1 обозначено через M – ИСЗ, N – узел орбиты, Π – перицентр, XYZ – геоцентрическая система координат, $O\xi\eta\zeta$ – орбитальная система координат, Ω – долгота восходящего узла, θ – истинная аномалия, $u = \omega + \theta$ – аргумент широты, ω – угловое расстояние перицентра от узла, i –

* Субботин М.Д. Введение в теоретическую астрономию.- М.: Наука, 1968.- 800 с. (см. с. 655).

наклон орбиты, \bar{c} – постоянная интеграла площадей, $\bar{c} \perp O\xi\eta$, $O\xi$ – ось направления на перигецентр, \bar{r} составляет с координатами X, Y, Z соответственно, углы $\alpha_0, \beta_0, \gamma_0$. Эти углы определяются по формулам:

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha_0 &= \cos u \cos \Omega - \sin u \sin \Omega \cos i, \\ \cos \beta_0 &= \cos u \sin \Omega + \sin u \cos \Omega \cos i, \\ \cos \gamma_0 &= \sin u \sin i. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

2. Переход к оскулирующим элементам Делоне

Делоне предложил элементы [1, с. 693]

$$\left. \begin{aligned} L &= \sqrt{\mu a}, \quad G = \sqrt{\mu a(1-e^2)}, \quad H = \sqrt{\mu a(1-e^2)} \cos i, \\ \ell &= n(t - \tau), \quad g = \pi - \Omega, \quad h = \Omega, \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где τ – время прохождения через перигецентр, μ – произведение постоянной тяготения на сумму масс центрального тела и ИСЗ, a – большая полуось эллиптической орбиты, n – среднее движение, π – долгота перигецентра, L, G, H – медленные переменные, ℓ, g, h – быстрые переменные (предположительно).

Переменным Делоне соответствуют следующие канонические уравнения:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dL}{dt} &= \frac{\partial R'}{\partial \ell}, \quad \frac{dG}{dt} = \frac{\partial R'}{\partial g}, \quad \frac{dH}{dt} = \frac{\partial R'}{\partial h}, \\ \frac{d\ell}{dt} &= -\frac{\partial R'}{\partial L}, \quad \frac{dg}{dt} = -\frac{\partial R'}{\partial G}, \quad \frac{dh}{dt} = -\frac{\partial R'}{\partial H}, \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

где функция Гамильтона имеет вид

$$R' = \frac{\mu^2}{2L^2} + R, \quad (6)$$

здесь R – возмущающая функция.

Переменные Делоне связаны с кеплеровскими элементами следующим образом:

$$\left. \begin{aligned} a &= \frac{L^2}{\mu}, \quad e = \frac{\sqrt{L^2 - G^2}}{L} = \sqrt{1 - \left(\frac{G}{L}\right)^2}, \quad \cos i = \frac{H}{G}, \quad \Omega = h, \quad \pi = g + h, \\ \tau &= t - \frac{\ell}{n}, \quad p = \frac{G^2}{\mu}, \quad \omega = g, \quad p = a(1 - e^2). \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Возмущающая функция из (2)

$$R = \frac{1}{2}vr^2 - \frac{3}{2}vz^2. \quad (8)$$

Перейдем в (6) к переменным Делоне

$$R' = \frac{v}{2} \left[\frac{\frac{G^2}{\mu}}{1 + \sqrt{1 - \left(\frac{G}{L}\right)^2} \cos \theta} \right]^2 \cdot \left[1 - 3 \sin^2(\theta + g) \left(1 - \frac{H^2}{G^2} \right) \right] + \frac{\mu^2}{2L^2}. \quad (9)$$

С учетом (9) перепишем (5)

$$\frac{dL}{dt} = 0, \quad L = \text{const}, \quad (10)$$

$$\frac{dG}{dt} = -\frac{3v}{2} \left[\frac{\frac{G^2}{\mu}}{1 + \sqrt{1 - \left(\frac{G}{L}\right)^2} \cos \theta} \right]^2 \cdot \left(1 - \frac{H^2}{G^2}\right) \sin 2(\theta + g), \quad (11)$$

$$\frac{dH}{dt} = \frac{3v}{2} \left[\frac{\frac{G^2}{\mu}}{1 + \sqrt{1 - \left(\frac{G}{L}\right)^2} \cos \theta} \right]^2 \cdot \left(1 - \frac{H^2}{G^2}\right) \sin 2(\theta + \pi - h), \quad (12)$$

$$\frac{d\ell}{dt} = \frac{\mu^2}{L^3} - v \left[1 - 3 \sin^2(\theta + g) \cdot \left(1 - \frac{H^2}{G^2}\right) \right] \cdot \frac{G^4}{\mu^2} \cdot \frac{\left(\frac{G^2}{L^3}\right) \cos \theta}{\left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{G}{L}\right)^2} \cos \theta\right]^3 \sqrt{1 - \left(\frac{G^2}{L^2}\right) \cos \theta}}, \quad (13)$$

$$\frac{dg}{dt} = - \left\{ \frac{\frac{G^3}{\mu^2} \cdot \left[2\sqrt{1 - \left(\frac{G}{L}\right)^2} + \left(2 - \frac{G^2}{L^2}\right) \cos \theta \right] \cdot \left[1 - 3 \sin^2(\theta + g) \cdot \left(1 - \frac{H^2}{G^2}\right) \right]}{\left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{G}{L}\right)^2} \cos \theta\right]^3 \sqrt{1 - \left(\frac{G^2}{L^2}\right) \cos \theta}} + \frac{dh}{dt} \right\} \cdot \frac{v}{2}, \quad (14)$$

$$\frac{dh}{dt} = -3v \left[\frac{\frac{G^2}{\mu}}{1 + \sqrt{1 - \left(\frac{G}{L}\right)^2} \cos \theta} \right]^2 \cdot \frac{H^2}{G^2} \sin^2(\theta + g). \quad (15)$$

В уравнениях (10)-(15) перейдем в левых частях от t к θ [3, с. 199], используя формулу

$$\frac{dA}{d\theta} = \frac{dA}{dt} \cdot \frac{1}{n} \left(\frac{r}{a}\right)^2 \frac{1}{\sqrt{1 - e^2}}, \quad (16)$$

где A – любой элемент из L, G, H, ℓ, g, h .

В правых частях этих же уравнений перейдем к кеплеровским переменным, используя (7). Учитывая, что $v = O(10^{-8} - 10^{-10})$, из (10)-(13) делаем заключение о том, что ℓ – быстрая переменная, а остальные L, G, H, g, h – медленные переменные.

Исходя из этого, следуя Делоне, примем:

$$\alpha_2 = G, \quad \alpha_3 = H, \quad \beta_2 = g, \quad \beta_3 = h, \quad (17)$$

так как в первом приближении медленные переменные можно считать постоянными величинами. Поэтому интегрирование дифференциальных уравнений (11)-(15) от нуля до верхних переменных пределов дает следующие решения:

$$G = -\frac{3\nu}{2}G_0 \{ [G_{00} + eG_{01} + e^2G_{02}] + (e_2G_{12})\theta + (G_{20} + e^2G_{22})\cos 2(\theta + \beta_2) + e^2G_{32} \cos(4\theta + 2\beta_2) + (eG_{41} + e^2G_{42})\cos(\theta + 2\beta_2) + eG_{51} \cos(3\theta + 2\beta_2) \}, \quad (18)$$

где

$$G_{00} = \frac{1}{2}\cos 2\beta_2, \quad G_{01} = -\frac{8}{3}\cos 2\beta_2, \quad G_{02} = \frac{15}{3}\cos 2\beta_2, \quad G_{12} = \frac{5}{2}\sin 2\beta_2, \quad G_{20} = -\frac{1}{2}, \\ G_{22} = -\frac{1}{4}, \quad G_{32} = -\frac{5}{8}, \quad G_{41} = 2, \quad G_{42} = -1, \quad G_{51} = \frac{2}{3}, \quad H = \frac{\alpha_3}{\alpha_2}G; \quad (19)$$

$$\ell = \{ [m_{00} + em_{01} + e^2m_{02}] + (m_0\theta) + [m_{11}e\sin \theta + m_{12}e^2 \sin 2\theta] \} - \\ -\frac{\nu}{e} \{ (m_{20} + e^2m_{22})\theta + m_{30} \sin 2(\theta + \beta_2) + m_{41}e\sin \theta + m_{52}e^2 \sin 2\theta + m_{61}e\sin(\theta + \beta_2) + \\ + m_{71}e\sin(3\theta + \beta_2) + m_{82}e^2 \sin(4\theta + 2\beta_2) + m_{91}e\sin(\theta + 2\beta_2) + m_{101}e\sin(3\theta + 2\beta_2) + \\ + m_{112}e^2 \sin(2\theta + \beta_2) + m_{122}e^2 \sin(4\theta + \beta_2) \}, \quad (20)$$

где

$$m_{00} = -\frac{3}{4}m_1 \sin 2\beta_2, \quad m_{01} = m_1(6 \sin \beta_2 + 2 \sin 2\beta_2), \quad m_{02} = -\frac{45}{16}m_1 \sin \beta_2, \\ m_{11} = -2m_0, \quad m_{12} = \frac{3}{4}m_0, \quad m_{20} = -\frac{1}{2}m_1, \quad m_{22} = m_1 \cdot \frac{3}{2} \left(\frac{3}{2}\cos 2\beta_2 - 1 + \frac{3}{2}\cos \beta_2 \right), \\ m_{30} = \frac{3}{4}m_1, \quad m_{41} = \frac{5}{2}m_1, \quad m_{52} = -\frac{3}{2}m_1, \quad m_{61} = -\frac{9}{4}m_1, \quad m_{71} = -\frac{3}{4}m_1, \\ m_{82} = \frac{9}{16}m_1, \quad m_{91} = -\frac{3}{2}m_1, \quad m_{101} = -\frac{1}{2}m_1, \quad m_{112} = \frac{9}{4}m_1, \quad m_{122} = \frac{9}{4}m_1. \\ h = -\nu h_0 \{ (h_{00} + h_{02}e^2)\theta + h_{11}e\sin \theta + h_{22}e^2 \sin 2\theta + h_{32}e^2 \sin 2(\theta + \beta_2) + h_{41}e\sin(\theta + \beta_2) + \\ + h_{51}e\sin(3\theta + \beta_2) + h_{62}e_2 \sin(4\theta + \beta_2) - (H_{01}e + H_{02}e^2) \}, \quad (21)$$

где

$$h_{00} = 1, \quad h_{02} = \left(2 + \frac{5}{2}\cos \beta_2 \right), \quad h_{11} = -4, \quad h_{22} = \frac{5}{2}, \quad h_{32} = 2, \quad h_{41} = 2, \quad h_{51} = \frac{2}{3}, \\ h_{62} = \frac{5}{8}, \quad H_{01} = (h_{41} + h_{51})\sin \beta_2, \quad H_{02} = h_{32} \sin 2\beta_2 + h_{62} \sin \beta_2. \\ \pi = -\frac{\nu}{e}\pi_0 \{ (\pi_{00} + e\pi_{01} + e^2\pi_{02}) + (\pi_{10} + e^2\pi_{12})\sin \theta + (\pi_{21}e + \pi_{22}e^2)\sin 2\theta + \\ + \pi_{31}e\sin 2(\theta + \beta_2) + (e\pi_{41} + e^2\pi_{42})\sin(4\theta + 2\beta_2) + (\pi_{50} + e^2\pi_{52})\sin(\theta + 2\beta_2) \}, \quad (22)$$

где

$$\pi_0 = \left(\frac{\alpha_2^2 - \alpha_3^2}{2\alpha_2^2} \right) \cdot \frac{a\sqrt{\mu a}}{2n}, \quad \pi_{00} = \frac{1}{6} - \frac{2}{3}\sin 2\beta, \quad \pi_{01} = \frac{9}{16}\sin 2\beta_2, \quad \pi_{02} = \frac{1}{3} - \frac{1}{12}\sin 2\beta_2, \\ \pi_{10} = \gamma, \quad \pi_{12} = 2\gamma, \quad \pi_{21} = -\frac{5}{4}\gamma, \quad \pi_{22} = -5\gamma, \quad \pi_{31} = -\frac{1}{4}, \quad \pi_{41} = -\frac{5}{16}, \quad \pi_{42} = -\frac{5}{4}, \\ \pi_{50} = -\frac{1}{2}, \quad \pi_{52} = -1,$$

далее можно воспользоваться равенством

$$g = \pi - h. \quad (23)$$

3. Выводы

3.1 Главная ценность результатов заключается в том, что они пригодны при любом эксцентриситете $e > e_{\bar{e}} = 0,662743\dots$, где $e_{\bar{e}}$ – предел Лапласа по эксцентриситету.

3.2 Орбита ИСЗ медленно поворачивается вокруг оси Oz по закону (21), перицентр орбиты медленно поворачивается против хода стрелки часов вокруг оси Oz по закону (23). Из (20) следует, что ИСЗ совершает быстрое движение по орбите, которая совершает медленные перемещения в пространстве $OXYZ$, причем большая полуось орбиты остается постоянной.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Дубошин Г.Н. Небесная механика. Основные задачи и методы.-М.: Наука, 1968.- 799 с.
 [2] Дубошин Г.Н. Небесная механика. Методы теории движения искусственных небесных тел.- М.: Наука, 1983.- 351 с.
 [3] Чеботарев Г.А. Аналитические и численные методы небесной механики.- М.-Л.: Наука, 1965.- 367 с.

REFERENCES

- [1] Dubochin G.N. Nebesnaya mehanika. Osnovnye zadachi i metody.- M.: Nauka, 1968.- 799 s. (in Russ).
 [2] Dubochin G.N. Nebesnaya mehanika. Metodi teorii dvizheniya iskusstvennih nebesnih tel.- M.: Nauka, 1983.- 351 s. (in Russ).
 [3] Chebotarev G.A. Analiticheskie i chislennye metody nebesnoy mehaniki.- M.-L.: Nauka, 1965.- 367 s. (in Russ).

ӘОЖ: 629.195+531.1

**М.Д. Шыныбаев¹, С.С. Даирбеков², С.А. Жолдасов²,
 Д.Р. Алиасқаров², Г.Е. Мырзақасова², А.Ж. Сәдібек²**

¹Ұлттық ғарыштық зерттеулер мен технологиялар орталығы, Алматы қ., Қазақстан;
²Сыр-Дария университеті, Жетысай қ., Қазақстан

ЖЕРДІҢ ЖАСАНДЫ СЕРІГІНІҢ СӘУЛЕ ҚЫСЫМЫНАН АЛҒАН ҰЙЫТҚУЫН ДЕЛОНЕ ЭЛЕМЕНТТЕРІНДЕ ЕСЕПКЕ АЛУ

Аннотация. Делоненің элементтерін енгізгенде оскуляциялық элементтердің дифференциалдық теңдеулерінің оң жағында уақытқа пропорционал мүшелер пайда болмайды [1, б. 693]. Бұл қасиет гравитациялық емес ұйытқуларда да сақталады. [2, б. 63] Делоненің бірінші топтағы элементтері L, G, H «баяу», ал екінші топтағылары l, g, h – «жылдам» өзгереді делінген. Бірақ бұл тек гравитациялық жағдайда ғана орынды екен.

Мақалада бұл дәлелденді және l -ден басқа элементтердің бәрі «баяу» болуы анықталады.

Бұл өте құнды қасиет, өйткені оларды алғашқы шешімде тұрақты деп есептеуге болады.

Делоне бойынша:¹

$$H = \alpha_2, \quad G = \alpha_3, \quad h = \beta_2, \quad g = \beta_3, \quad \cos i = \frac{\alpha_3}{\alpha_2}. \quad (1)$$

Мақалада көлеңкесіз жаңа теорияға бастама жасалды. Ол жеңіл жолмен Жер серігінің сәуледен алған ұйытқуын Делоне элементтерінде есептелінді және шешімдер Лаплас шегіне тәуелсіз болды

$$e > e_{\bar{e}} = 0,662743\dots$$

Бұл жағдай осы күнде де ғарыштық ұшу динамикасында актуалды.

Тірек сөздер: Жер серігі, Делоне элементтері, сәуле қысымы, сәуле қысымынан алынған ұйытқу, алыс орналасқан Жер серігі, орбиталық қозғалыс, көлеңкесіз теория.

МАЗМҰНЫ

<i>Джумабаев Д.С., Жармагамбетов А.С.</i> Фредгольм интегро-дифференциалдық теңдеуі үшін сызықтық шеттік есепті шешудің сандық әдісі.....	5
<i>Асанова А.Т., Иманчиев А.Е., Қәдірбаева Ж.М.</i> Жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін көпнүктелі есептің бірмәнді шешілімділігі туралы	12
<i>Дауылбаев М. К., Джумабаев Д. С., Атахан Н.</i> Сингулярлы ауытқыған интегралды-дифференциалдық теңдеуге арналған шекаралық есептің асимптотикалық бейнелеуі.....	18
<i>Асқарова Ә.С., Бөлегенова С.Ә., Бөлегенова С.Ә., Максимов В.Ю., Оспанова Ш.С.</i> ПК-39 және БКЗ-160 қазандықтарының жану камераларының аэродинамикасы мен жылу масса алмасуын зерттеу.....	27
<i>Абишев М.Е., Токтарбай С., Абылаева А.Ж., Талхат А.З., Белсарова Ф.Б.</i> Екі массивті айналмалы дене өрісіндегі айналмалы сынақ дене орбитасының орнықтылығы.....	39
<i>Ақжігітова Э.М., Құрманғалиева В.О., Арбузов А.Б.</i> Мюонның радиациялық ыдырауын модельден тәуелсіз түрде сипаттау	54
<i>Асқарова Ә.С., Бөлегенова С.Ә., Бөлегенова С.Ә., Максимов В.Ю., Оспанова Ш.С.</i> ПК-39 қазандығының жану камерасындағы шаң тозанды көмір отынын жағу процесін сандық модельдеу.....	58
<i>Әбішев М., Малыбаев А., Кеведо Э.</i> Мінсіз газдың геометротермодинамикасы.....	64
<i>Шыныбаев М.Д., Беков А.А., Рахимжанов Б.Н., Моминов С.Б., Сәдібек А.Ж., Дауырбеков С.С., Жолдасов С.А.</i> Хилдың екінші есебіндегі ұйытқулы шеңбер типтес орбиталар.....	69
<i>Асқарова А.С., Бөлегенова С.А., Бөлегенова С.А., Максимов В.Ю., Максұтханова А.М., Турбекова А.Г., Бейсенов Х.И.</i> БКЗ-160 жану камерасындағы термохимиялық-газдандырылған көмір жануын зерттеудің есептеу эксперименті.....	75
<i>Салғараева Г.И., Базарбаева А.</i> Білім берудегі Steam жүйесі және робототехника.....	81
<i>Ақылбаев М.И., Пархатова С., Шалданбаев А.Ш.</i> Бірлесіп толыққан операторлар	87
<i>Шыныбаев М.Д., Дауырбеков С.С., Жолдасов С.А., Алиасқаров Д.Р., Мырзақасова Г.Е., Сәдібек А.Ж.</i> Жердің жасанды серігінің сәуле қысымынан алған ұйытқуын Делоне элементтерінде есепке алу.....	98
<i>Қабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Абекова Ж.А., Омашова Г.Ш., Қыдырбекова Ж.Б., Джумағалиева А.И.</i> Соққы құбылысын зерттеуге арналған компьютерлік зертханалық жұмысты ұйымдастырудың бланкі үлгісі.....	104
<i>Қожамқұлова Ж.Ж., Аманкелдіқызы Н., Кабаева Д.А.</i> Болашақ мұғалімдерді кәсіби дайындауда қолданылатын ақпараттық технологиялар және олардың даму болашағы.....	110
<i>Қошанов Б.Д., Әділбеков Е.Н., Дүйсен Е.</i> Шектелмеген облыста пуассон және Бигармониалы теңдеулер үшін Дирихле есебі шешімдер кеңістігінің өлшемі – I.....	116
<i>Қошанов Б.Д., Әділбеков Е.Н., Дүйсен Е.</i> Шектелмеген облыста Пуассон және бигармониалы теңдеулер үшін Дирихле есебі шешімдер кеңістігінің өлшемі – II.....	126
<i>Сапрыгина М.Б., Ақылбаев М.И., Шалданбаев А.Ш.</i> Штурм-Лиувилл операторының периодты кері есебі.....	132
<i>Қойшыева Т.Қ., Қожамқұлова Ж.Ж., Сабит Б.</i> Жоғары оқу орнында болашақ мұғалімдерді объектілі-бағдарлы жобалау негізінде кәсіби дайындау моделі.....	146
<i>Исаева Г.Б., Бейсенова А.М.</i> Виртуалды машина және виртуалды машина ерекшеліктері мен виртуалдану деңгейлері жайлы жалпы мәселелер.....	153
<i>Сарсенбаев Х.А., Хамзина Б.С., Колдасова Г.А., Исаева Г.Б.</i> Көлденең ұңғымалардың өнімдік қабатын тиімді ашу үшін биополимерлі бұрғылау ерітіндісін қолдану.....	161
Ғалымды еске алу	
Э.Г. Боос.....	166

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Джумабаев Д.С., Жармагамбетов А.С.</i> Численный метод решения линейной краевой задачи для интегро-дифференциального уравнения Фредгольма.....	5
<i>Асанова А.Т., Иманчиев А.Е., Кадирбаева Ж.М.</i> Об однозначной разрешимости многоточечной задачи для системы нагруженных дифференциальных уравнений	12
<i>Дауылбаев М. К., Джумабаев Д. С., Атахан Н.</i> Асимптотическое представление сингулярно возмущенных краевых задач для интегро-дифференциальных уравнений.....	18
<i>Аскарова А.С., Болегенова С.А., Болегенова С.А., Максимов В.Ю., Оспанова Ш.С.</i> Исследование аэродинамики и теплообмена в топочных камерах котлов ПК-39 и БКЗ-160	27
<i>Абишев М.Е., Токтарбай С., Абылаева А.Ж., Талхат А.З., Белисарова Ф.Б.</i> Устойчивость орбиты вращательного движения пробного тела в поле двух массивных вращающихся тел.....	39
<i>Акжигитова Э.М., Курмангалиева В.О., Арбузов А.Б.</i> Описание радиоционного распада мюона в модельно – независимом подходе	54
<i>Аскарова А.С., Болегенова С.А., Болегенова С.А., Максимов В.Ю., Шортанбаева Ж.К.</i> Численное моделирование процессов сжигания пылеугольного топлива в топочной камере котла ПК 39.....	58
<i>Абишев М., Мальбаев А., Кеведо Э.</i> Геометротермодинамика идеального газа.....	64
<i>Шинибаев М.Д., Беков А.А., Рахимжанов Б.Н., Моминов С.Б., Садыбек А.Ж., Даиырбеков С.С., Жолдасов С.А.</i> Возмущенная орбита кругового типа во второй задаче Хилла.....	69
<i>Аскарова А.С., Болегенова С.А., Болегенова С.А., Максимов В.Ю., Максутханова А.М., Турбекова А.Г., Бейсенов Х.И.</i> Вычислительный эксперимент по исследованию горения термохимически-газифицированного угля в топочной камере котла БКЗ-160.....	75
<i>Салгареева Г.И., Базарбаева А.</i> Система Steam в образовании и робототехника.....	81
<i>Ақылбаев М.И., Пархатова С., Шалданбаев А.Ш.</i> О совместно полных операторах Штурма-Лиувилля.....	87
<i>Шинибаев М.Д., Даирбеков С.С., Жолдасов С.А., Алиаскаров Д.А., Мырзакасова Г.Е., Садыбек А.Ж.</i> Возмущения спутника земли от светового давления в элементах Делоне.....	98
<i>Кабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Абекова Ж.А., Омашова Г.Ш., Кыдырбекова Ж.Б., Джумагалиева А.И.</i> Организация выполнения компьютерной лабораторной работы по исследованию явления биения.....	104
<i>Кожамкулова Ж.Ж., Аманкелдикызы Н., Кабаева Д.А.</i> Информационные технологии, используемые при подготовке будущих педагогов, и их развитие.....	110
<i>Кошанов Б.Д., Адильбеков Е.Н., Дуйсен Е.</i> Размерность пространства решений задачи Дирихле для уравнений Пуассона и бигармонического уравнения в неограниченной области- I.....	116
<i>Кошанов Б.Д., Адильбеков Е.Н., Дуйсен Е.</i> Размерность пространства решений задачи Дирихле для уравнений Пуассона и бигармонического уравнения в неограниченной области- II.....	126
<i>Сапрыгина М.Б.¹, Акылбаев М.И., Шалданбаев А.Ш.</i> Обратная периодическая задача оператора Штурма-Лиувилля.....	132
<i>Койшиева Т.К., Кожамкулова Ж.Ж., Сабит Б.</i> Профессиональная подготовка будущих преподавателей в высших учебных заведениях на основе объектно-ориентированного проектирования	146
<i>Исаева Г.Б., Бейсенова А.М.</i> Виртуальные машины, преимущества виртуальных машин и уровни виртуализации...153	
<i>Сарсенбаев Х.А., Хамзина Б.С., Колдасова Г.А., Исаева Г.Б.</i> Применение биополимерных буровых растворов для эффективного вскрытия продуктивных горизонтов горизонтальных скважин.....	161
Памяти ученого	
Краткий очерк научной и общественной деятельности академика Национальной академии наук Республики Казахстан Э.Г.Бооса.....	166

CONTENTS

<i>Dzhumabaev D.S., Zharmagambetov A.S.</i> Numerical method for solving a linear boundary value problem for fredholm integro-differential equations.....	5
<i>Assanova A.T., Imanchiev A.E., Kadirbayeva Zh.M.</i> On the unique solvability of a multi-point problem for system of the loaded differential equations hyperbolic type	12
<i>Dauylbayev M. K., Dzhumabaev D. S., Atakhan N.</i> Asymptotical representation of singularly perturbed boundary value problems for integro-differential equations	18
<i>Askarova A.S., Bolegenova S.A., Bolegenova S.A., Maximov V.Yu., Ospanova Sh.S.</i> Investigation of aerodynamics and heat and mass transfer in the combustion chambers of the boilers PK-39 and BKZ-160.....	27
<i>Abishev M.E., Toktarbay S., Abylayeva A.Zh., Talkhat A.Z., Belissarova F.B.</i> The orbital stability of the motion of a test particle in a field of two massive rotating bodies.....	39
<i>Akzhigitova E.M., Kurmangalieva V.O., Arbuzov A.B.</i> Description of radiative muon decay using model-independent approach.....	54
<i>Askarova A.S., Bolegenova S.A., Bolegenova S.A., Maximov V.Yu., Shortanbaeva Zh.K.</i> Numerical modeling of burning pulverized coal in the combustion chamber of the boiler PK 39.....	58
<i>Abishev M., Malybayev A., Quevedo H.</i> Geometrothermodynamics of the ideal gas	64
<i>Shinibaev M.D., Bekov A.A., Rahimganov B.N., Mominov S.B., Sadybek A.G., Dairbekov S.S., Zholdasov S.A.</i> Perturbed orbit of a circular type for the Hill second task	69
<i>Askarova A.S., Bolegenova S.A., Bolegenova S.A., Maximov V.Yu., Maxutkhanova A.M., Turbekova A.G., Beisenov Kh.I.</i> A Computational experiment for studying the combustion of thermochemically-gasified coal in the combustion chamber of the boiler BKZ-160.....	75
<i>Salgarayeva G.I., Bazarbayeva A.</i> Steam system in education and robotics.....	81
<i>Akylbayev M. I., Parkhatova S., Shaldanbayev A.Sh.</i> On jointly completeness of Sturm-Liouville operators.....	87
<i>Shinibaev M.D., Dairbekov S.S., Zholdasov S.A., Aliaskarov D.A., Myrzakasova G.E., Sadybek A.G.</i> Perturbations satellites from the light pressure in the delaunay elements.....	98
<i>Kabyrbekov K.A., Ashirbaev H. A., Abekova Zh. A., Omashova G.Sh., Kydyrbekova Zh. B., Dzhumagalieva A.I.</i> The organization of performance of computer laboratory operation on examination of the phenomenon of palpation.....	104
<i>Kozhamkulova Zh.Zh., Amankeldikyzy N., Kabaeva D.A.</i> Information technology used in the preparation of future teachers and their development.....	110
<i>Koshanov B.D., Adilbekov E.N., Duysen E.</i> The dimension of the space solutions of the dirichlet problem for the Poisson and biharmonic equations in unbounded Domains – I.....	116
<i>Koshanov B.D., Adilbekov E.N., Duysen E.</i> The dimension of the space solutions of the Dirichlet problem for the Poisson and biharmonic equations in unbounded domains – II.....	126
<i>Saprigina M.B., Akylbayev M. I., Shaldanbayev A.Sh.</i> The inverse periodic problem of the Sturm-Liouville operator.....	132
<i>Koyschieva T.K., Kozhamkulova Zh.Zh., Sabit B.</i> Training in higher education for future teachers on the basis of object-oriented design.....	146
<i>Issayeva G.B., Beisenova A.M.</i> The virtual machines, advantages of the virtual machines and virtualization levels.....	153
<i>Sarsenbayev Kh.A., Khamzina B.S., Koldassova G.A., Issayeva G.B.</i> Application of biopolymer drilling fluid for effective opening productive horizons horizontal wells.....	161
The memory of the scientist	
E. G. Boos	166

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

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

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

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

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

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

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

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

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

www.nauka-nanrk.kz

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

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

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

Подписано в печать 10.04.2017.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
11,4 п.л. Тираж 300. Заказ 2.

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