

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**

2 (306)

НАУРЫЗ – СӘУІР 2016 ж.

МАРТ – АПРЕЛЬ 2016 г.

MARCH – APRIL 2016

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

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

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

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 **Байғұнчечков 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 / physics-mathematics.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016

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 / physics-mathematics.kz

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

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

НЕПОДВИЖНЫЕ М-ПОРОЖДЕННЫЕ ЧИСЛА

С. Мақышов

Ключевые слова: натуральные числа, Д.Капрекар, порожденные числа, самопорожденные числа.

Аннотация. В работе рассматривается один способ генерации чисел. Относительно этого способа определяются и изучаются классы m -порожденных и m -самопорожденных целых положительных чисел. Также вводится понятие неподвижного числа, и дается описание множества неподвижных чисел при определенных условиях.

ТҰРАҚТЫ М-ТУЫНДАҒАН САНДАР

С. Мақышов

Түйін сөздер: натурал сандар, Д. Капрекар, туындаған сандар, өзіндік туындаған сандар.

Аннотация. Мақалада жана сандар құрастырудың тағы бір әдісі қарастырылады. Осы әдіске қатысты m -туындаған және m - өзіндік туындаған натурал сандардың кластары анықталады және зерттеледі. Сонымен қатар тұрақты сандар анықтамасы беріледі және белгілі бір шартта тұрақты сандар жиыны табылады.

Поступила 13.03.2016 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 2, Number 306 (2016), 133–138

EXACT SOLUTIONS OF EVOLUTION EQUATIONS
IN RESTRICTED THREE-BODY PROBLEM WITH
VARIABLE MASSM.Dzh. Minglibayev^{1,3}, A.N. Prokopenya², B.A. Beketauov¹

¹Al-Farabi Kazakh National University, 71, al-Farabi ave., Almaty, 050038 Kazakhstan;

²Warsaw University of Life Sciences SGGW, 159, Nowoursynowska str., 02-776 Warsaw, Poland;

³Fesenkov Astrophysical Institute, 23, Observatoriya, Almaty, 050020 Kazakhstan

E-mail: Beketauov_Baglan@mail.ru

Key words: restricted problem of three bodies, variable masses, secular perturbations, exact solutions, aperiodic quasi-conical motion, quasi-circular orbit.

Abstract. The satellite version of the restricted three-body problem formulated on the basis of classical Gylden-Meshcherskii problem is considered. Motion of the point P_2 of infinitesimal mass about the point P_0 is described in the first approximation in terms of the osculating elements of the aperiodic quasi-conical motion, and an influence of the point P_1 gravity on this motion is analyzed. Long-term evolution of the orbital elements is determined by the differential equations written in the Hill approximation and averaged over the mean anomalies of points P_1 and P_2 .

As a result it was obtained curves describing the solutions of differential equations in the critical values. All relevant symbolic calculations and visualizations are done with the computer algebra system Mathematica.

МАССАЛАРЫ АЙНЫМАЛЫ ШЕКТЕЛГЕН ҮШ ДЕНЕ МӘСЕЛЕСІНІҢ ЭВОЛЮЦИЯЛЫҚ ТЕНДЕУІНІҢ НАҚТЫ ШЕШІМДЕРІ

М.Ж. Минглибаев^{1,3}, А.Н. Прокопеня², Б.А. Бекетауов¹

¹Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ. Алматы. Қазақстан

²Варшава Жаратылыстану Ғылымдар Университеті. Варшава. Польша

³В.Г. Фесенков атындағы Астрофизика институты. Алматы. Қазақстан

Түйін сөздер: шектелген үш дене мәселесі, айнымалы масса, ғасырлық ұйтқу, ерекше шешім, квазишенбер орбита.

Аннотация. Жұмыста массалары әртүрлі қарқында айнымалы шектелген үш дене мәселесінің Хилл жуықтауында эволюциялық дифференциалдық теңдеулердің ерекше шешімдері табылды. Эволюциялық теңдеулерінің критикалық мәндерінде байланысты шешімдер саласын сипаттайтын қисық алынды.

Кіріспе. Массалары айнымалы шектелген үш дене мәселесіндегі P_2 нүктесінің эволюциялық ұйтқытушу элементтері P_0 және P_1 нүктелерінің орташа аномалиясы бойынша орташаланған Хилл жуықтауындағы дифференциалдық теңдеумен сипатталады [1,2].

Автономды – стационар теңдеулер жүйесін Гаусс сұлбесі бойынша орташалап белгілі интегралданатын жағдайға келтірілген. Осы интегралданатын жүйе Хилл жуықтауында қарапайым ықшам түрге келеді және толық зерттеуге болады.

Жұмыста қарастырылған есептеулер мен визуализациялар Mathematica программасында жүргізілді.

Ғасырлық ұйтқыған негізгі теңдеулері. Лагранждың ғасырлық ұйтқу теңдеулер жүйесінен мына $e^2 = z$ түрлендіруді қолданып, әрі қарай зерттеуге қажетті мына теңдеулерді жазамыз [1,2]:

$$\frac{dz}{dn} = 20z\sqrt{1-z} \cdot \sin^2 i \sin 2\omega, \quad (1)$$

$$\frac{di}{dn} = -\frac{10z}{\sqrt{1-z}} \sin i \cos i \sin 2\omega, \quad (2)$$

$$\frac{d\omega}{dn} = \frac{2}{\sqrt{1-z}} \left[5 \cos^2 i - 5 + 5z + 5 \cos 2\omega (\sin^2 i - z) + 4(1-z)N \right], \quad (3)$$

мұндағы N – P_0 және P_1 денелерінің массасының уақыт бойынша өзгеруінен туындайтын қосымша параметр [2].

Сәйкесінше (1)-(3) теңдеулер жүйесінің бірінші интегралдар мына түрде болады

$$(1-z)\cos^2 i = c_1 = const, \quad (4)$$

$$z\left(\frac{2}{5}N - \sin^2 \omega \sin^2 i\right) = c_2 = const. \quad (5)$$

Келтірілген (5) өрнегіндегі $N=1$, жағдайы денелердің массалары тұрақты кезінде [1], [3] жұмыстарында қарастырылған, ал бұл жұмыстың ерекшелігі массалары айнымалы шектелген үшдене мәселесі деп қарастырамыз. Алынған (4)-(5) интегралдардың $N=0$ және $N=\frac{5}{2}$ критикалық мәндерінде ерекше шешімдерді қарастырамыз [4].

(4) және (5) интегралдарды пайдаланып

$$\sin^2 i = \frac{1-z-c_1}{1-z}, \quad \sin^2 \omega = \frac{(1-z)(2Nz-5c_2)}{5z(1-z-c_1)}, \quad (6)$$

(6) өрнектегі i мен ω ескеріп (1) теңдеуден $z(n)$ -ге қатысты келесі дифференциалдық теңдеуді аламыз:

$$\frac{dz}{dn} = 8 \operatorname{sgn}(\sin(2\omega_0)) \sqrt{Q(z)}, \quad (7)$$

мұндағы $\operatorname{sgn}(x)$, бастапқы $(\omega_0 = \omega(t_0))$ уақыт мезетінде $\sin(2\omega_0)$ таңбасын анықтайды. Ал $Q(z)$ көпмүшелігі жалпы түрде келесідей болады

$$Q(z) = (2Nz - 5c_2)(5c_2 + z(5 - 2N - 5c_1 - 5c_2) - z^2(5 - 2N)), \quad (8)$$

Бізге P_2 нүктесінің квазиэллипстік қозғалысын қарастырғандықтан орбита эксцентриситеті 1-ден аспауы қажет. Сәйкесінше (4) өрнектегі интеграл тұрақтысы c_1 мына аралықта жатады $0 \leq c_1 < 1$, бұдан мынаны аңғару қиын емес $0 \leq z < 1 - c_1$. Осыны ескеріп (5) интегралдың және (7) дифференциалдық теңдеудің $N = \frac{5}{2}$ және $N = 0$ критикалық мәндеріндегі шешімдеріне талдау жүргіземіз. (5) интегралдағы c_2 -тұрақтысының таңбасы N параметрінен қатаң түрде тәуелді болады, яғни $N = 0$ болғанда $-1 < c_2 \leq 0$. Сәйкесінше $N = 5/2$ болса $0 \leq c_2 < 1$ шарты орындалады. Сондықтан $N = 0$, $N = 5/2$ кезінде критикалық мәндері деп айтуға болады, өйткені бұл жағдайда интеграл тұрақтысы c_2 -нің таңбасы оң және теріс бола алады [4].

$$N = \frac{5}{2} \text{ жағдайы}$$

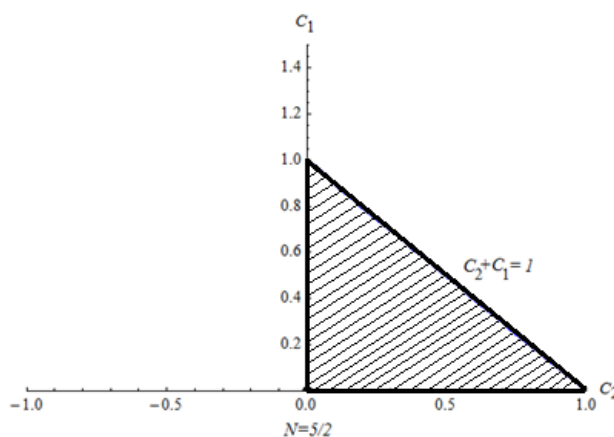
П) Бұл жағдайда (4)-(5) интегралдардан келесі өрнектерді аламыз

$$\cos^2 i = \frac{c_1}{1-z} \quad \text{және} \quad \sin^2 \omega = \frac{5(1-z)(z-c_2)}{5z(1-z-c_1)} \quad (9)$$

(9) өрнектен мына шарттарды аламыз $z \geq c_2$ және $0 \leq z < 1 - c_1$. Осы алынған шарттарды (8) теңдеумен берілген көпмүшеліктен $c_2 - z(c_1 + c_2) \geq 0$ теңсіздігі шығады, бұдан c_1 және c_2 -дің арасындағы байланысты табамыз:

$$0 \leq c_2 \leq z \leq \frac{c_2}{c_1 + c_2}, \quad c_1 + c_2 = 1, \quad 0 \leq c_1 < 1. \quad (10)$$

(10) шарттардан c_1 мен c_2 тұрақтыларының арасындағы тәуелділіктері $O c_1 c_2$ жазықтығында $c_1 = 0$, $c_2 = 0$, $c_1 + c_2 = 1$ түзулерімен шектелген үшбұрышты береді (1-сурет):



1-сурет – $N = \frac{5}{2}$ критикалық мәніндегі c_1 және c_2 жазықтықтағы тәуелділік кескіні

Енді осы үшбұрыш қабырғаларындағы шешімдерді көрсетелік.

а) $c_1 + c_2 = 1$ түзуін алайық (1-сурет). $0 \leq c_2 \leq z \leq \frac{c_2}{c_1 + c_2}$ екенін жоғарыда көрсеттік, бұдан

$z = c_2 = \text{const}$ байқауға болады. Ол үшін (5) теңдеу $\sin^2 \omega \sin^2 i = 0$ шартын қанағаттандыру қажет. Ол екі жағдайда болуы мүмкін $\sin^2 \omega = 0$ немесе $\sin^2 i = 0$. Тексеріп көрейік, егер $\sin^2 \omega = 0$ болсын делік, онда (1) және (2) теңдеулерді қанағаттандыратынын көреміз. Ал (3) теңдеуден келесі өрнекті аламыз:

$$\frac{d\omega}{dn} = 20\sqrt{1-c_2}, \quad (11)$$

$\sin^2 \omega = 0$ екенін ескерсек (11) теңдеудің оң жағы тұрақты болу қажет, ол тек $c_2 = 1$ болғанда болады. Біз квазиэллипстік қозғалысты қарастырғандықтан, орбита эксцентриситеті 1-ден аспау қажет, бұл жағдайта 1-ге тең болып қалды. Демек (5) теңдеудегі $\sin^2 \omega = 0$ болу шарты бізге жарамайды, қайшылыққа әкеліп соқты, өйткені $z = c_2 = \text{const}$.

Олай болса $\sin^2 i = 0$ шартын қарастырайық. Бұл жағдайда да (1) және (2) теңдеулерді қанағаттандырады. Ал (3) теңдеуден

$$\omega(n) = -\text{arctg}(2a \cdot n - \text{tg}\omega_0), \quad (12)$$

өрнегін аламыз, яғни (3) теңдеуді де қанағаттандырады. Бұл жағдайда $0 \leq c_2 \leq z \leq \frac{c_2}{c_1 + c_2}$ шарты

бұзылмайды. Олай болса c_1 және c_2 интегралдар тұрақтыларының мүмкін болатын мәндеріндегі $c_1 + c_2 = 1$ түзуін аламыз.

Сонымен (1)-(3) теңдеулер жүйесінің шешімдері келесі түрде болады:

$$z = \text{const}, \quad (13)$$

$$i = \text{const}, \quad (14)$$

$$\omega(n) = -\text{arctg}(2a \cdot n - \text{tg}\omega_0). \quad (15)$$

б) $c_1 = 0$, $c_2 \in [0,1]$ түзуін қарастырайық, бұл жағдай $\cos^2 i = 0$ болғанда орындалады, демек $i = \frac{\pi}{2}$ (1-сурет). Онда (4) теңдеуден $c_1 = 0$ екенін аламыз. Ал (5) өрнектен $c_2 = z(1 - \sin^2 \omega)$

теңдеуін аламыз, осы (5) теңдеуден $c_2 \leq z \leq 1$ шартын аламыз. Эволюциялық (1)-(3) теңдеулер шешімі қарапайым функциямен интегралданады [3,4].

с) Келесі жағдай $c_2 = 0$, $c_1 \in [0,1]$ түзуін көрсетелік (1-сурет). Ол үшін (5) теңдеуге талдау жасау қажет. $c_2 = 0$ болуы екі жағдайда орындалады:

1) қозғалыс траекториясы квазишеңбер орбита бойымен қозғалғанда, демек $z = 0$ болғанда. Эволюциялық ұйытқу (1)-(3) теңдеулер жүйесінің шешімі:

$$z = \text{const}, \quad (19)$$

$$i = \text{const}, \quad (20)$$

$$\omega = \omega_0 + \text{arctg}\left(\frac{1}{c_1} \cdot \text{tg}(20\sqrt{c_1} \cdot n)\right) \quad (21)$$

2) $\sin^2 i \cdot \sin^2 \omega = 1$ болуы $i = \frac{\pi}{2}$ және $\omega = \frac{\pi}{2}$ орындалады, бұл жағдайда (4)-(5)

интегралдардан $c_2 = 0$, $c_1 = 0$ аламыз, ал (1)-(3) теңдеулер жүйесінің шешімдері келесідей болады:

$$z = \text{const}, \quad (22)$$

$$i = \text{const}, \quad (23)$$

$$\omega = \omega_0 + \frac{10z}{\sqrt{1-z}} n. \tag{24}$$

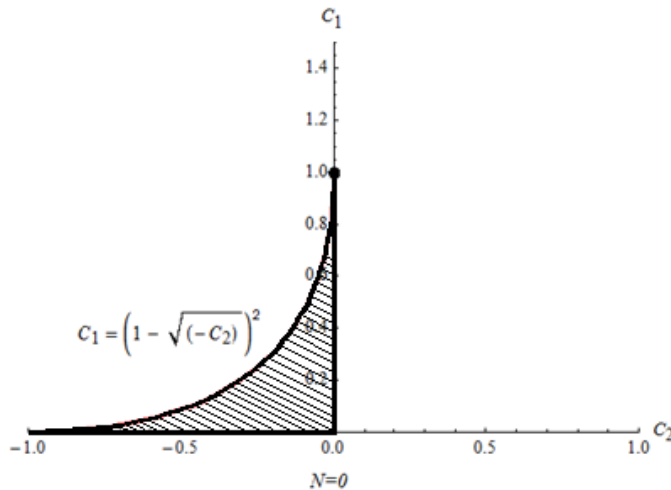
d) Жоғарыдағы көрсетілген жағдайлар $O_{c_1 c_2}$ жазықтығындағы үшбұрыштың қабырғаларындағы шешімдерін сипаттайды, ал толығырақ қамту үшін сол $O_{c_1 c_2}$ жазықтығындағы c_1 және c_2 интеграл тұрақтыларының мүмкін болатын мәндеріндегі алынған үшбұрыштың ішіндегі шешімін қарастырайық. Ол үшін $c_1 \geq 0$, $c_2 \geq 0$, $c_1 \leq 1 - \frac{5c_2}{2N}$ деп алсақ жеткілікті (1-сурет). Ал (1)-(3) теңдеулер жүйесі эллиптикалық квадратурада есептеледі [4].

$N = 0$ жағдайы

II) Егер $N = 0$ болса, онда $0 \leq z \leq 1 - c_1$, $0 \leq c_1 \leq 1$, $c_2 = -z \sin^2 i \sin^2 \omega \leq 0$ шарттарына сәйкес мына тәуелділікті аламыз:

$$c_1 \leq (1 - \sqrt{-c_2})^2 \tag{25}$$

c_1 мен c_2 арасындағы тәуелділікті аламыз (2-сурет):



2-сурет – $N = 0$ критикалық мәніндегі c_1 және c_2 жазықтықтағы тәуелділік кескіні

c_1 және c_2 нақты мәндеріне сәйкес (1)-(4) – ғасырлық теңдеулер жүйесінен бірнеше ерекше шешімдер алынады.

a) Бұл жағдайда $c_1 = 0$ түзуін қарастырайық, ол $\cos^2 i = 0$ ($i = \frac{\pi}{2}$) және квазишеңбер орбита бойымен қозғалғанда, яғни $z = 0$ болғанда орындалады, $\sin^2 i = 1$ ($i = \frac{\pi}{2}$) болса, (6) өрнектен $-1 \leq c_2 \leq 0$ екеніне көз жеткізуге болады (2-сурет). Осы шарттарды ескеріп (1)-(3) теңдеулер жүйесін шешімдерін алу қиын емес.

b) $c_2 = 0$ түзуінен, $0 \leq c_1 \leq 1$, бұл жағдайды төмендегідей екі жағдайға бөліп қарастырамыз (2-сурет).

1) Егер $z \neq 0$ болса, онда (5) теңдеуден $\sin^2 \omega = 0$, $\cos^2 \omega = 1$ және (4) өрнектен $0 \leq c_1 \leq 1$ екені шығады, олай болса (5)-(6) интегралдан келесі өрнекті аламыз:

$$z = \text{const}, \tag{29}$$

$$i = \text{const}, \tag{30}$$

$$\omega = \omega_0 + \text{arcctg} \left(\frac{20(c_1 - 1)}{c_1} \cdot n \right). \tag{31}$$

2) Если $z = 0$ болса, онда $\sin^2 \omega = 0$, $\cos^2 \omega = 1$ және $\sin^2 i = 1 - c_1$, $0 \leq c_1 \leq 1$ шарттарын аламыз. Демек (5)-(6) интегралдан келесі өрнекті аламыз:

$$z = \text{const}, \quad (32)$$

$$i = \text{const}, \quad (33)$$

$$\omega = \text{const}, \quad (34)$$

с) $c_1 \leq (1 - \sqrt{1 - c_2})^2$ қисығын алайық. (5) теңдеуден $z(-\sin^2 \omega \sin^2 i) = c_2$ және (4) теңдеуден $\sin^2 i = \frac{1 - z - c_1}{1 - z}$ екенін ескерсек жеткілікті (2-сурет). Эволюциялық (1)-(3) теңдеулер шешімі қарапайым функциямен интегралданады [4].

Қорытынды. Жұмыста массалары айнымалы шектелген үш дене мәселесіндегі Лагранждың ғасырлық ұйытқыған қозғалыс теңдеулерінің шешімі массалары өзгеру заңдылығын анықтайтын параметр – $N = 0$ және $N = 5/2$ критикалық мәніндегі ерекше шешімдері табылып олардың анықталу облыстары алынған.

ӘДЕБИЕТ

[1] Вашковьяк М.А. Эволюция орбит в ограниченной круговой двукратно осредненной задаче трех тел // Качественное исследование – 1981. – Т.19, – № 1. – С. 5-18.

[2] Минглибаев М. Дж. Динамика нестационарных гравитирующих систем. — Алматы: изд. КазНУ, 2009. — 209 с.

[3] Вашковьяк М.А. О научной деятельности профессора М.Л. Лидова и о развитии его работ по эволюции спутниковых орбит (к 80-летию со дня рождения). Дополнение в кн.: М.Л. Лидов. Курс лекций по теоретической механике. – 2-е изд., – М.: ФизМатЛит, 2010. – 496с.

[4] Prokopenya A.N., Minglibayev M., Beketauov B. On Integrability of Evolutionary Equations in the Restricted Three-Body Problem with Variable Masses// Computer Algebra in Scientific Computing/CASC2014, V.P. Gerdt, W.Koepf, W. Sieler, E.V. Vorozhtsov (Eds.), LNCS8660.–2014, pp.375-389.

REFERENCES

[1] M.A. Vashkovyak. Evoliutsiya orbit v ogranichennoi krugovoi dvukratno osrednennoi zadache treh tel//Kachestvennoe issledovanie– 1981. – Т.19, – № 1. – pp. 5-18. (in Russ.).

[2] M. Dzh. Mynglybayev. Dinamika nestatsionarnih gravitiruiushih system – Almaty: izd. KazNU, 2009. — 209 p. (in Russ.).

[3] M.A. Vashkovyak. O nauchnoi deyatelnosti professora M.L. Lidova i o razvitii ego rabot po evoliutsii sputnikovih orbit (k 80-letiu so dnya rozhdeniya). Dopolnenie v kn.: M.L. Lidov. Kurs lektzii po teoreticheskoi mekhanike. – 2-e izd., –M.: FizMatLit, 2010. – 496p. (in Russ.).

[4] Prokopenya A.N., Minglibayev M., Beketauov B. On Integrability of Evolutionary Equations in the Restricted Three-Body Problem with Variable Masses// Computer Algebra in Scientific Computing/CASC2014, V.P. Gerdt, W.Koepf, W. Sieler, E.V. Vorozhtsov (Eds.), LNCS8660.–2014, pp.375-389. (in Russ.).

ТОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ЭВОЛЮЦИОННЫХ УРАВНЕНИЙ В ОГРАНИЧЕННОЙ ЗАДАЧЕ ТРЕХ ТЕЛ С ПЕРЕМЕННЫМИ МАССАМИ

М.Ж. Минглибаев^{1,3}, А.Н. Прокопеня², Б.А. Бекетауов¹

¹КазНУ им аль-Фараби. Алматы. Казахстан; ²Варшавский Университет естественных наук. Варшава. Польша; ³Астрофизический институт им В.Г. Фесенков, Алматы, Казахстан

Ключевые слова: ограниченная задача трех тел, переменная масса, вековое возмущение, точные решения, квазиконические движение, квазикруговая орбита.

Резюме. Рассматривается спутниковая ограниченная задача трех тел с переменными массами, сформулированная на основе классической задачи Гюльдена-Мещерского. Движение точки бесконечно малой массы P_2 относительно точки P_0 описывается в первом приближении оскулирующих элементов апериодического квазиконического движения и учитывается влияние гравитации на точку этого движения. Долгопериодическая эволюция орбитальных элементов определяется дифференциальными уравнениями, записанных в приближении Хилла и осредняется средней аномалией точек P_1 и P_2 . В результате были получены кривые, описывающие область решений дифференциальных уравнений в критических значениях. Все символические вычисления и визуализация были получены с помощью системы компьютерной алгебры Mathematica.

Поступила 13.03.2016 г.

МАЗМҰНЫ

Теориялық және тәжірибелік зерттеулер

<i>Буртебаев Н., Дүйсебаев А., Керимкулов Ж.К., Алимов Д.К., Юшков А.В., Жолдыбаев Т.К., Садықов Б., Мухамеджанов Е.С., Джансейтов Д.М., Сакута С.Б.</i> 50 және 60 МэВ энергиялы ^3He иондарының ^{14}N ядроларынан серпімді шашырауын зерттеу.....	5
<i>Алтынбеков Ш.</i> Өртекті топырақ консолидациясының бірөлшемді квазисызықты есебін напордың бастапқы градиенті әсерінде шешу әдісі туралы және оның шөгуді анықтау.....	10
<i>Асқарова А.С., Болегенова С.А., Болегенова С.А., Максимов В.Ю., Ергалиева А.Б., Габитова З.Х., Боранбаева А.Е.</i> 3-D Модельдеу әдістерімен жану процесіне көмірдің ылғалдылығының зиянын зерттеу.....	21
<i>Асқарова Ә.С., Болегенова С.Ә., Болегенова С.Ә., Максимов В.Ю., Бекетаева М.Т.</i> ЖЭС жану камерасында көмірдің жануы кезінде NO_x түзілуі мен жойылуын екі кинетикалық механизм бойынша сандық моделдеу.....	29
<i>Асқарова Ә.С., Болегенова С.Ә., Болегенова С.Ә., Максимов В.Ю., Бекетаева М.Т.</i> Жану камерасының қабырға температурасы үшін берілген шекаралық шартының жану процесінің температуралық сипаттамаларына әсерін зерттеу.....	35
<i>Асқарова Ә., Болегенова С., Гороховский М., Оспанова Ш., Нұғьманова А., Утелов С.</i> Өр түрлі сұйық отындардың бүрку, тұтану және жану процестерін зерттеу	40
<i>Сапрыгина М.Б., Байсейтова У.С., Шалданбаев А.Ш., Оразов И.О.</i> Толқын теңдеуінің шартарапты есебінің тұрлауы шешілуі туралы.....	48
<i>Буртебаев Н., Керимкулов Ж.К., Демьянова А.С., Данилов А.Н., Джансейтов Д.М., Жолдыбаев Т.К., Алимов Д.К.</i> Оптикалық және фолдинг модельдер АЯСЫНДА 50 және 60 МЭВ энергияларда ^3He иондарының ^{13}C ядроларында серпімді шашырау процесстерін зерттеу.....	55
<i>Жұмбаев Д.С., Бакирова Э.А.</i> Импульс әсері бар фредгольм интегралдық- дифференциалдық теңдеулер үшін сызықты шеттік есептің бірімәнді шешілімділігінің коэффициенттік белгілері	61
<i>Өтебаев Ұ.Б., Есентаев Қ.Ө., Дархан Н.Д.</i> WEB -формалар құрудың технологиялары.....	72
<i>Жунусова Л.Х., Жунусов К.Х.</i> Тор теңдеулерінің итерациялық әдіспен шығару.....	79
<i>Қабылбеков К.А., Саидахметов П.А., Омаишова Г.Ш., Серикбаева Г.С., Сүйерқұлова Ж.Н.</i> Еркін механикалық тербелістерді зерттеуге арналған компьютерлік зертханалық жұмысты ұйымдастырудың бланкі үлгісі.....	84
<i>Қабылбеков К.А., Саидахметов П.А., Омаишова Г.Ш., Сүттібаева Д.И., Қозыбақова Г.Н.</i> Изобаралық процесті зерттеуге арналған компьютерлік зертханалық жұмысты ұйымдастырудың бланкі үлгісі.....	92
<i>Қабылбеков К.А., Омаишова Г.Ш., Саидахметов П.А., Нұрұллаев М.А., Артыгалин Н.А.</i> Карно циклімен жұмыс атқаратын қозғалтқышты зерттеуге арналған компьютерлік зертханалық жұмысты ұйымдастырудың бланкі үлгісі.....	98
<i>Түгелбаева Г.Т., Канибекова А. Е.</i> Білім негіздерін физика сабақтарына енгізу әдісін жүйелік талдау.....	104
<i>Қойишева Т.К., Қожамқұлова Ж.Ж., Базарбаева А.И., Бегимбетова Х.А.</i> Объектіге-бағытталған жүйе болашақ маманның ақпараттық-логикалық құзыреттілігін қалыптастыру факторы ретінде.....	108
<i>Қойишева Т.К., Байтерекова А.И., Салғараева М.И.</i> Болашақ мұғалімдерді кәсіби дайындауда қолданылатын объектілі-бағдарлы жобалаудың теориялық негіздері.....	116
<i>Литвиненко Н.</i> Бағдарламалық R ортаның C# ортасына біріктірілуі.....	123
<i>Мақышов С.</i> Тұрақты м-туындаған сандар.....	128
<i>Минглибаев М.Ж., Прокопья А.Н., Бекетауов Б.А.</i> Массалары айнымалы шектелген үш дене мәселесінің эволюциялық теңдеуінің нақты шешімдері.....	133
<i>Орынбаев С.А., Молдахметов С.С., Байбутанов Б.К., Ешметов М.Б., Ауесжанов Д.С.</i> Жазықтық-импульстік модуляция негізінде көпдеңгейлі инвертор сатыларының қосылу әдістемелерін зерттеу	139
<i>Сапрыгина М.Б., Шалданбаев А.Ш., Оразов И.О., Байсейтова У.С.</i> Толқын теңдеуінің шартарапты есебінің вөлтерлі болуының үзілді – кесілді шарты.....	147
<i>Сураган Д.</i> Шаттен р-нормасы үшін бір теңсіздік туралы	153
<i>Темирбеков Н.М., Тураров А.К.</i> Газлифт үрдісінің бір өлшемді моделінің сандық шешімі	159
<i>Ахметова С.Т., Шалданбаев А.Ш., Шомабаева М.Т.</i> Аргументі ауытқыған жылу теңдеуінің шекаралық коши-нейман есебіне сәйкес оператордың спектрінің құрамы туралы.....	169
<i>Шомабаева М.Т., Шалданбаев А.Ш., Ахметова С.Т.</i> Аргументі ауытқыған жылу теңдеуінің жарталай бекітілген шекаралық есебіне сәйкес оператордың үзіксіз спектрі туралы	180
<i>Ұлағатты ұстаз туралы. Шерәлі Біләл.</i>	191

СОДЕРЖАНИЕ

Теоретические и экспериментальные исследования

<i>Буртебаев Н., Дуйсебаев А., Керимкулов Ж.К., Алимов Д.К., Юшков А.В., Жолдыбаев Т.К., Садыков Б., Мухамеджанов Е.С., Джансейтов Д.М., Сакута С.Б.</i> Исследование упругого рассеяния ионов ^3He на ядрах ^{14}N при энергиях 50 и 60 МэВ.....	5
<i>Алтынбеков Ш.</i> О методике решения одномерной квазилинейной задачи консолидации неоднородного грунта с учетом начального градиента напора и определение его осадка.....	10
<i>Аскарова А.С., Болегенова С.А., Болегенова С.А., Максимов В.Ю., Ергалиева А.Б., Габитова З.Х., Боранбаева А.Е.</i> Исследование влияния влажности угля на процесс горения методами 3-d моделирования.....	21
<i>Аскарова А.С., Болегенова С.А., Болегенова С.А., Максимов В.Ю., Бекетаева М.Т.</i> Численное моделирование образования и разложения NO_x по двум кинетическим механизмам при горении угольного топлива в топочной камере ТЭЦ.....	29
<i>Аскарова А.С., Болегенова С.А., Болегенова С.А., Максимов В.Ю., Бекетаева М.Т.</i> Исследование влияния граничного условия для температуры на стенках топочной камеры на температурные характеристики процесса горения.....	35
<i>Аскарова А., Болегенова С., Гороховский М., Оспанова Ш., Нугьманова А., Утелов С.</i> Исследование процессов распыла, воспламенения и горения различного вида жидкого топлива.....	40
<i>Сапрыгина М.Б., Байсейтова У.С., Шалданбаев А.Ш., Оразов И.О.</i> Толкын тендеуінің шартарапты есебінің тұрлаулы шешілуі туралы.....	48
<i>Буртебаев Н., Керимкулов Ж.К., Демьянова А.С., Данилов А.Н., Джансейтов Д.М., Жолдыбаев Т.К., Алимов Д.К.</i> Исследование процессов упругого рассеяния ионов ^3He на ядрах ^{13}C при энергиях 50 и 60 МэВ в рамках оптического и фолдинг моделей.....	55
<i>Джумабаев Д.С., Бакирова Э.А.</i> Коэффициентные признаки однозначной разрешимости линейной краевой задачи для интегро-дифференциальных уравнений фредгольма с импульсными воздействиями.....	61
<i>Утебаев У.Б., Есентаев К.У., Дархан Н.Д.</i> Технология создания web-форм.....	72
<i>Жунусова Л.Х., Жунусов К.Х.</i> Итерационные методы решения сеточных уравнений.....	79
<i>Кабылбеков К.А., Саидахметов П.А., Омашова Г.Ш., Серикбаева Г.С., Суйеркулова Ж.Н.</i> Модель бланка организации компьютерной лабораторной работы по исследованию свободных механических колебаний.....	84
<i>Кабылбеков К.А., Саидахметов П.А., Омашова Г.Ш., Суттибаева Д.И., Козыбакова Г.Н.</i> Модель бланка организации компьютерной лабораторной работы по исследованию изобарического процесса.....	92
<i>Кабылбеков К.А., Омашова Г.Ш., Саидахметов П.А., Нураллаев М.А., Артыгалин Н.А.</i> Модель бланка организации компьютерной лабораторной работы по исследованию двигателя, совершающего цикл Карно.....	98
<i>Түгелбаева Г.Т., Канибекова А. Е.</i> Системное обсуждение способов внедрения в уроки по физике основ знаний по экологии.....	104
<i>Койшиева Т.К., Кожамкулова Ж.Ж., Базарбаева А.И., Бегимбетова Х.А.</i> Объектно-ориентированные системы как фактор формирования информационно-логической компетентности будущих специалистов.....	108
<i>Койшиева Т.К., Байтерекова А.И., Салгараева М.И.</i> Теоретические основы объектно-ориентированного проектирования, применимые для профессиональной подготовки будущих учителей.....	116
<i>Литвиненко Н.</i> Интеграция программной среды R в среду C#.....	123
<i>Макышов С.</i> Неподвижные m-порожденные числа.....	128
<i>Минглибаев М.Ж., Прокопья А.Н., Бекетауов Б.А.</i> Точные решения эволюционных уравнений в ограниченной задаче трех тел с переменными массами.....	133
<i>Орынбаев С.А., Молдахметов С.С., Байбутанов Б.К., Ешметов М.Б., Ауесжанов Д.С.</i> Исследование методик коммутации ступеней многоуровневого инвертора на основе широтно-импульсной модуляции.....	139
<i>Сапрыгина М.Б., Шалданбаев А.Ш., Оразов И.О., Байсейтова У.С.</i> Критерии вольтерровости нелокальной краевой задачи волнового уравнения.....	147
<i>Сураган Д.</i> Об одном неравенстве p-нормы в классе Шаттена.....	153
<i>Темірбеков Н. М., Тураров А. К.</i> Численное решение одномерной модели газлифтного процесса.....	159
<i>Ахметова С.Т., Шалданбаев А.Ш., Шомабаева М.Т.</i> О структуре спектра краевой задачи Коши-неймана для уравнения теплопроводности с отклоняющимся аргументом.....	169
<i>Шомабаева М.Т., Шалданбаев А.Ш., Ахметова С.Т.</i> О непрерывном спектре оператора полужакопленной краевой задачи для уравнения теплопроводности с отклоняющимся аргументом.....	180
<i>Юбилей Ашуралиев Аллаберен</i>	191

CONTENTS

Theoretical and experimental researches

<i>Burtebayev N., Duisebayev A., Kerimkulov Zh.K., Alimov D.K., Yushkov A.V., Zholdybayev T.K., Sadikov B., Mukhamejanov Y.S., Janseitov D.M., Sakuta S.B.</i> Investigation of the elastic scattering of ^3He ions on ^{14}N at energies 50 and 60 MeV.....	5
<i>Altynbekov Sh.</i> On the method of solving one-dimensional quasilinear problem of consolidation of non homogeneous soil with the initial gradient of pressure and determination of its sediment.....	10
<i>Askarova. A., Bolegenova S., Bolegenova S., Maximov V., Yergaliyeva A., Gabitova Z., Boranbaeva A.</i> Study of coal moisture on the combustion process by 3d modeling.....	21
<i>Askarova A.S., Bolegenova S.A., Bolegenova S.A., Maximov V.Yu., Beketayeva M.T.</i> Numerical modeling of formation and destruction of NO_x by TWO kinetic mechanisms during combustion of fossil fuel in the furnace of CHP.....	29
<i>Askarova A.S., Bolegenova S.A., Bolegenova S.A., Maximov V.Yu., Beketayeva M.T.</i> Study of the boundary conditions influence for the temperature on the walls of the combustion chamber in the temperature characteristics of the burning process.....	35
<i>Askarova A., Bolegenova S., Gorokhovski M., Ospanova Sh., Nugymanova A., Utelov S.</i> Investigation of atomization, ignition and combustion processes of different types of liquid fuel.....	40
<i>Saprygina M.B., Bayseytova U.S., Shaldanbayev A.Sh., Orazov I.O.</i> About regular resolvability of nonlocal boundary value problem of the wave equation.....	48
<i>Burtebayev N., Kerimkulov Zh.K., Demyanova A.S., Danilov A.N., Janseitov D.M., Zholdybayev T.K., Alimov D.K.</i> Investigation of elastic scattering of ^3He ions from ^{13}C nuclei at 50 and 60 MeV in optical and folding model.....	55
<i>Dzhumabaev D.S., Bakirova E.A.</i> Coefficient conditions for the unique solvability of linear boundary value problem for fredholm integro-differential equation with impulse effects.....	61
<i>Utebaev U.B., Yessentayev K.U., Darkhan N.D.</i> Technology of creation of web-form.....	72
<i>Zhunussova L., Zhunussov K.</i> Iterative methods for solving difference equations.....	79
<i>Kabyrbekov K.A., Saidakhmetov P.A., Omashova G.SH., Serikbaeva G.S., Suyerkulova ZH.N.</i> Model of the form of the organisation of computer laboratory operation of the free mechanical oscillations.....	84
<i>Kabyrbekov K.A., Saidakhmetov P.A., Omashova G.SH., Suttibaeva D.I., Kozybakova G.N.</i> Model of the form of the organisation of computer laboratory operation of isobaric process.....	92
<i>Kabyrbekov K.A., Omashova G.SH., Saidakhmetov P.A., Nurullaev M.A., Artygalin N.A.</i> Model of the form of the organization of computer laboratory operation on examination of the drive making the carnot cycle.....	98
<i>Tygelbaeva G.T., Kanibekova A. E.</i> System discussion of methods of introduction in lessons on physics bases of knowledge on ecology.....	104
<i>Koishieva T.K., Kozhamkulova Zh.Zh., Bazarbaeva A.I., Begimbetova A.</i> Object-oriented system as the factor of formation of information-logical competence of future professionals.....	108
<i>Koishieva T.K., Baiterekova A.I., Salgaraeva M.I.</i> Theoretical bases of object-oriented design, applicable for vocational training of future teachers.....	116
<i>Litvinenko N.</i> Integration of R software environment in C# software environment.....	123
<i>Makyshov S.</i> Stationary m-digitaddition numbers.....	128
<i>Minglibayev M.Dzh., Prokopenya A.N., Beketauov B.A.</i> Exact solutions of evolution equations in restricted three-body problem with variable mass.....	133
<i>Orynbayev S.A., Moldakhmetov S.S., Baibutanov B.K., Jeshmetov M.B., Aueszhanov D.S.</i> Methods of switching angles based on pulse width modulation for multilevel inverter.....	139
<i>Saprygina M.B., Shaldanbayev A.Sh., Orazov I.O., Bayseytova U.S.</i> Criteria Volterra of nonlocal boundary value problem of the wave equation.....	147
<i>Suragan D.</i> On an inequality for schatten \mathcal{P} -norms.....	153
<i>Temirbekov N. M., Turarov A. K.</i> Numerical solution of the one dimensional model of gas-lift process.....	159
<i>Achmetova S.T., Shaldanbayev A.Sh., Shomabayeva M. T.</i> About structure of the range of the regional task of cauchy - neumann for the heat conductivity equation with the deviating argument.....	169
<i>Shomanbayeva M. T., Shaldanbayev A.Sh., Achmetova S.T.</i> About the continuous range of the operator of the semi-fixed regional task for the heat conductivity equation with the deviating argument.....	180
Anniversary of Ashuraliev Allaberen.....	191

**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 сайте:

www.nauka-nanrk.kz

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

Редактор *М. С. Ахметова*

Верстка на компьютере *А.М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 24.03.2016.

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

11,3 п.л. Тираж 300. Заказ 2.