

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**

6 (310)

**ҚАРАША – ЖЕЛТОҚСАН 2016 Ж.
НОЯБРЬ – ДЕКАБРЬ 2016 г.
NOVEMBER – DECEMBER 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 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, 2016

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, 2016

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, 2016

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 6, Number 310 (2016), 21 – 24

UDC 517.957.6

M.M. Sarsengeldin¹, M.M. Slyamkhan², N.T. Bizhigitova³

^{1,2}Kazakh British Technical University, Almaty, Kazakhstan Department of mathematics and natural sciences
mercy@mail.ru

ANALYTICAL SOLUTION OF HEAT EQUATION WITH MOVING BOUNDARY NOT TANGENT TO AXIS BY HEAT POLYNOMIALS

Abstract. It was found the analytical solution of heat equation with moving boundary with a method of heat polynomials for finding the coefficients.

Key words: Integral Error Functions.

Introduction

It's well known that a wide range of transient phenomena in fields of low-temperature plasma, filtration and other evolutionary processes which are associated with phase transformations lead to the necessity of solving heat and mass transfer problems with free moving inter-phase boundaries. Development of analytical methods of solution of free boundary problems are very important for analysis of dynamics of mentioned phenomena specifically phenomena occurring in electrical contacts.

The well-known analytical method is based on the representation of a solution in the form of heat potential with following reduction of the given problem to integral equation [1]. However if the domain with moving boundary degenerates into a point at the initial time, the integral equations become singular and cannot be solved by Picard's iteration method. Asymptotic properties of such equations have been investigated in [2]. Auto-model case when the boundary $\alpha(t)$ is moving according to the law $\alpha(t) = c\sqrt{t}$ is considered in [3] where analytical solution is found. Solution of the problem with $\alpha(t) = ct$ is represented by Heat potentials method in [4]. In this study we use heat polynomials which are elaborated from Integral Error Functions and its properties to solve given boundary value problem.

Problem statement

Definition: The class functions M_β is defined by formula: $f(t) \in M_\beta(h)$ if $f(t)$ is continuous on the interval $(0, t)$ and $\lim_{t \rightarrow 0} \frac{f(t)}{t^\beta} = h = const$, where β is any real number.

The main problem can be formulated as following. It is required to find the solution of the heat equation

$$\frac{\partial u}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \quad (1)$$

in the domain $D: (t > 0, 0 < x < \alpha(t))$, where $\alpha(t) = ct$, degenerates at the initial time: $\alpha(0) = 0$, $\varphi(0) = 0$ and satisfies the initial condition

$$u(0, 0) = 0 \quad (2)$$

and the boundary conditions

$$u(0, t) = \varphi(t) \quad (3)$$

$$u(\alpha(t), t) = U - const \quad (4)$$

Problem solution:

Solution of equation (1) can be represented in the following form

$$u(x, t) = \sum_{n=0}^{\infty} \left\{ A_n \cdot t^n \left[i^{2n} \operatorname{erfc} \frac{x}{2a\sqrt{t}} + i^{2n} \operatorname{erfc} \left(\frac{-x}{2a\sqrt{t}} \right) \right] + B_n \cdot t^{\frac{2n+1}{2}} \left[i^{2n+1} \operatorname{erfc} \frac{x}{2a\sqrt{t}} - i^{2n+1} \operatorname{erfc} \left(\frac{-x}{2a\sqrt{t}} \right) \right] \right\} \quad (5)$$

or in the form of heat polynomials

$$u(x, t) = \sum_{n=0}^{\infty} \left\{ A_{2n} \sum_{m=0}^n x^{2n-2m} t^m \beta_{2n,m} + A_{2n+1} \sum_{m=0}^n x^{2n-2m+1} t^m \beta_{2n+1,m} \right\} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} u(x, t) = & A_0 \beta_{0,0} + \\ & A_2 (x^2 \beta_{2,0} + t \beta_{2,1}) + \\ & A_4 (x^4 \beta_{4,0} + x^2 t \beta_{4,1} + t^2 \beta_{4,2}) + \dots \\ & + A_{2n} (x^{2n} \beta_{2n,0} + x^{2n-2} t \beta_{2n,1} + \dots + x^2 t^{n-1} \beta_{2n,n-1} + t^n \beta_{2n,n}) + \dots \\ & A_1 x \beta_{1,0} + \\ & A_3 (x^3 \beta_{3,0} + x t \beta_{3,1}) + \\ & + A_5 (x^5 \beta_{5,0} + x^3 t \beta_{5,1} + x t^2 \beta_{5,2}) + \dots \\ & + A_{2n+1} (x^{2n+1} \beta_{2n+1,0} + x^{2n-1} t \beta_{2n+1,1} + \dots + x^3 t^{n-1} \beta_{2n+1,n-1} + x t^n \beta_{2n+1,n}) + \dots \end{aligned} \quad (7)$$

where

$$\beta(n, m) = \frac{1}{2^{n+m-1} m!(n-2m)!}$$

It's easy to see that if we use expression (6) for $x=0$, expand function $\varphi(t)$ into Maclaurin's series and combine like terms on the left side in (3), then we have

$$\sum_{n=0}^{\infty} A_{2n} \beta_{2n,n} t^n = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\varphi^{(n)}(0)}{n!} t^n,$$

which implies following formula for A_{2n}

$$A_{2n} \beta_{2n,n} = \varphi_n \quad (8)$$

where $\varphi_n = \frac{\varphi^{(n)}(0)}{n!}$

Utilizing (7) for $x = ct$ from (5) we have

$$\begin{aligned} u(ct, t) = & A_0 \beta_{0,0} + \\ & A_2 (c^2 t^2 \beta_{2,0} + t \beta_{2,1}) + \\ & A_4 (c^4 t^4 \beta_{4,0} + c^2 t^3 \beta_{4,1} + t^2 \beta_{4,2}) + \dots \\ & + A_{2n} (c^{2n} t^{2n} \beta_{2n,0} + c^{2n-2} t^{2n-1} \beta_{2n,1} + \dots + c^2 t^{n+1} \beta_{2n,n-1} + t^n \beta_{2n,n}) + \dots \\ & A_1 c t \beta_{1,0} + \\ & A_3 (c^3 t^3 \beta_{3,0} + c t^2 \beta_{3,1}) + \\ & + A_5 (c^5 t^5 \beta_{5,0} + c^3 t^4 \beta_{5,1} + c t^3 \beta_{5,2}) + \dots \\ & + A_{2n+1} (c^{2n+1} t^{2n+1} \beta_{2n+1,0} + c^{2n-1} t^{2n} \beta_{2n+1,1} + \dots + c^3 t^{n+2} \beta_{2n+1,n-1} + c t^{n+1} \beta_{2n+1,n}) + \dots = U \end{aligned} \quad (9)$$

If we expand $\psi(t)$ into Maclaurin's series combine like terms of left side and then take derivatives of both sides of (8) it is easy to derive from below relations following recurrent formula (10) for coefficient

$$\begin{aligned}
 &A_{2n+1} \\
 &A_0\beta_{0,0} = U \\
 &A_1c\beta_{1,0} + A_2\beta_{2,1} = 0 \\
 &A_2c^2\beta_{2,0} + A_3c\beta_{3,1} + A_4\beta_{4,2} = 0 \\
 &A_3c^3\beta_{3,0} + A_4c^2\beta_{4,1} + A_5c\beta_{5,2} + A_6\beta_{6,3} = 0 \\
 &A_4c^4\beta_{4,0} + A_5c^3\beta_{5,1} + A_6c^2\beta_{6,2} + A_7c\beta_{7,3} + A_8\beta_{8,4} = 0 \\
 &\dots\dots\dots \\
 &A_n c^n \beta_{n,0} + A_{n+1} c^{n-1} \beta_{n+1,1} + A_{n+2} c^{n-2} \beta_{n+2,2} + \dots + A_{2n-1} c \beta_{2n-1,n-1} + A_{2n} \beta_{2n,n} = 0 \\
 &A_{n+1} c^{n+1} \beta_{n+1,0} + A_{n+2} c^n \beta_{n+2,1} + A_{n+3} c^{n-1} \beta_{n+3,2} + \dots + A_{2n+1} c \beta_{2n+1,n} + A_{2n+2} \beta_{2n+2,n+1} = 0 \\
 &A_{2n+1} c \beta_{2n+1,n} = -A_{2n+2} \beta_{2n+2,n+1} - \sum_{m=n+1}^{2n} A_m c^{2n+2-m} \beta_{m,m-n-1}
 \end{aligned} \tag{10}$$

Convergence

Let's take $t = t_0$ to prove convergence of series (3) in the interval $0 < x < \alpha(t)$. From (8) and (10) we get following even and odd coefficients respectively

$$A_{2n} = \frac{\varphi_n}{\beta_{2n,n}} = \frac{\varphi^{(n)}(0)}{n!} \cdot 2^{3n-1} \cdot n!(2n-2n)! = \varphi^{(n)} \cdot 2^{3n-1}$$

$$A_{2n+1} = \frac{1}{c\beta_{2n+1,n}} \left[-A_{2n+2} \varphi^{(n)} \cdot 2^{3n-1} \beta_{2n+2,n+1} - \sum_{m=n+1}^{2n} A_m c^{2n+2-m} \cdot \beta_{m,m-n-1} \right]$$

where

$$\begin{aligned}
 \beta_{2n+2,n+1} &= \frac{1}{2^{3n+2} (n+1)! (2n+2-2(n+1))!}, \\
 \beta_{m,m-n-1} &= \frac{1}{2^{2m-n-2} (m-n-1)! (2n+2-m)!}
 \end{aligned}$$

To prove convergence of (3) we have to demand convergence of

$$\sum_{n=0}^{\infty} \left\{ A_{2n+1} \sum_{m=0}^n (ct_0)^{2n-2m+1} t_0^m \beta_{2n+1,m} \right\} \text{ and } \sum_{m=0}^n (ct_0)^{2n-2m+1} t_0^m \beta_{2n+1,m} \text{ respectively}$$

By d'Alambert's convergence test from last sentence of series (9) we get

$$\begin{aligned}
 \frac{c^{2n+1} \beta_{2n+1,0}}{c^{2n-1} \beta_{2n+1,1}} &= c^2 \frac{2^{2n} \cdot (2n+1)!}{2^{2n+1} (2n-1)!} = c^2 \frac{1}{2} \cdot (2n)(2n+1) = c^2 \cdot n(2n+1) < 1 \\
 &\Rightarrow c < \frac{1}{\sqrt{n(2n+1)}}
 \end{aligned}$$

For $t = t_0$ series (3) is bounded and let

$$A_{2n+1} t_0^{n+1} \sum_{m=0}^n t_0^m \beta_{2n+1,n-m} c^{2m+1} < C_1$$

==== 23 =====

$$A_{2n+1} < \frac{C_1}{t_0^{n+1} \sum_{m=0}^n t_0^m \beta_{2n+1, n-m} c^{2m+1}}$$

For any value $t < t_0$ let's multiply both sides of latter expression by

$$t^{n+1} \sum_{m=0}^n t^m \beta_{2n+1, n-m} c^{2m+1}$$

$$A_{2n+1} t^{n+1} \sum_{m=0}^n t^m \beta_{2n+1, n-m} c^{2m+1} < C_1 \frac{t^{n+1} \sum_{m=0}^n t^m \beta_{2n+1, n-m} c^{2m+1}}{t_0^{n+1} \sum_{m=0}^n t_0^m \beta_{2n+1, n-m} c^{2m+1}} < C_1 \left(\frac{t}{t_0} \right)^{n+1}$$

Take the sum of the both sides

$$\Rightarrow \sum_{n=0}^{\infty} A_{2n+1} \sum_{m=0}^n t^{2n+1} \beta_{2n+1, n-m} c^{2m+1} < C_1 \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{t}{t_0} \right)^{n+1}$$

Thus convergence is proved

Conclusion

Problem (1)-(4) is solved by heat polynomials. Coefficients A_{2n} , A_{2n+1} can be calculated from recurrent formulas (8) and (10) respectively. Convergence of solution series is proved.

In the second problem, we introduced the heat equation with a moving boundary, which degenerates at the initial moment of time represented in explicit analytic form. The developed method is based on the integral functions of the error and its properties. The main idea was to find the coefficients of the linear combination of the integral error functions that a priori satisfy the heat equation.

REFERENCES

- [1] Tihonov A.N., Samarskij A.A. Uravneniya matematicheskoy fiziki. Gostehteorizdat. Moskva, 1951
 [2] Harin S.N. // Teplovye processy v jelektricheskikh kontaktah i svyazannye s nimi singuljarnye integral'nye uravneniya. Aforeferat dissertacii. Alma-Ata, 1968
 [3] Harin S.N. // O teplovyh zadachah s podvizhnoy granicej. Izvestija AN Kaz SSR, ser. fiz.- mat. nauk, № 3, 1965
 [4] S.N. Kharin, M.M. Sarsengeldin. Analytical solution of heat equation with moving boundary not tangent to coordinate axis. Herald of NAS RK, 2011, 3-rd ed. Phys-math, pp. 3-8

М.М. Сарсенгельдин, М.М. Слямхан, Н.Т. Бижигитова

АНАЛИТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ С ДВИЖУЩИМИСЯ ГРАНИЦАМИ НЕ КАСАЮЩИЕСЯ ОСИ ТЕПЛОВЫМИ ПОЛИНОМАМИ

Аннотация: Найдено аналитическое решение уравнения теплопроводности с движущей границей методом тепловых полиномов для нахождения коэффициентов.

Ключевые слова: Интегральная Функция Ошибок.

М.М. Сарсенгельдин, М.М. Слямхан, Н.Т. Бижигитова

ҚОЗҒАЛМАЛЫ ШЕКАРАСЫ БАР ОСЬКЕ ТИМЕЙТІН ЖЫЛУӨТКІЗГІШТІК ТЕНДЕУІНІҢ ЖЫЛУ КӨПМҮШЕЛЕРІ АРҚЫЛЫ АНАЛИТИКАЛЫҚ ШЕШІМІ

Аннотация: Қозғалмалы шекарасы бар жылуөткізгіштік тендеуінің жылу көпмүшелері арқылы аналитикалық шешімі және жылуөткізгіштік тендеуін қаңағатандыратын коэффициенттері табылды.

Тірек сөздер: Интегралды Қателіктер Функциясы.

МАЗМҰНЫ

<i>Бакранова Д.И., Кукушкин С.А., Бейсембетов И.К., Осипов А.В., Нусупов К.Х., Бейсенханов Н.Б., Кенжалиев Б.К., Сейтов Б.Ж.</i> Ақауы аз кремний матрицаларындағы атомдардың орнын басу әдісімен алынған эпитаксиалды SiC кабыршақтарын рентгендік талдау.....	5
<i>Батрышев Д.Ф., Рамазанов Т.С., Досболаев М.К., Габдуллин М.Т., Ерланұлы Е.</i> Жоғары жиілікті сыйымдылық разрядында газдық фазадан плазмохимиялық әдісімен көміртек нанотүтікшелерін синтездеу.....	10
<i>Демьянова А.С., Данилов А.Н., Буртебаев Н., Джансейтов Д.М., Керимкулов Ж., Алимов Д.К., Мухамеджанов Е.С.</i> ¹³ C ядросының экзотикалық күйлерінің радиустары.....	17
<i>Сарсенгельдин М.М., Слямхан М.М., Бижигитова Н.Т.</i> Қозғалмалы шекарасы бар оське тимейтін жылуөткізгіштік тендеуінің жылу көпмүшелері арқылы аналитикалық шешімі.....	21
<i>Бакранова Д.И., Кукушкин С.А., Бейсембетов И.К., Осипов А.В., Нусупов К.Х., Бейсенханов Н.Б., Кенжалиев Б.К., Сейтов Б.Ж.</i> Ақауы аз кремний матрицаларындағы атомдардың орнын басу әдісімен алынған эпитаксиалды SiC кабыршақтарын рентгендік талдау.....	25
<i>Диханбаев К.К., Мусабек Г.К., Сиваков В.А., Ермухамед Д., Мейрам А.Т.</i> Кремний наноталшықтарының микрофотолюминесценциясы.....	32
<i>Батрышев Д.Ф., Рамазанов Т.С., Досболаев М.К., Габдуллин М.Т., Ерланұлы Е.</i> Жоғары жиілікті сыйымдылық разрядында газдық фазадан плазмохимиялық әдісімен көміртек нанотүтікшелерін синтездеу.....	38
<i>Демьянова А.С., Данилов А.Н., Буртебаев Н., Джансейтов Д.М., Керимкулов Ж., Алимов Д.К., Мухамеджанов Е.С.</i> ¹³ C ядросының экзотикалық күйлерінің радиустары.....	45
<i>Сергеев Д.М., Шұңқеев Қ.Ш.</i> «Ниобий – көміртекті нанотүтікше (5,5) – ниобий» нанотүйіспесінің транспорттық сипаттамаларының компьютерлік модельдеуі.....	49
<i>Досболаев М.К., Утегенов А.У., Тажен А.Б., Рамазанов Т.С., Габдуллин М.Т.</i> Импульстік плазмалық ағынның динамикалық қасиеттері мен импульсті плазмалық деткіштегі тозаңның пайда болуы.....	59
<i>Минглибаев М.Ж., Жұмабек Т.М.</i> Теңбүйірлі шектелген үш дене мәселесі	67
<i>Оразбаев С.А., Өмірбеков Д.Б., Досболаев М.Қ., Габдуллин М.Т., Рамазанов Т.С.</i> Сынақта тозаңды-плазмалы шамның жарық беру қасиетін зерттеу.....	74
<i>Жақып К.Б.</i> Сұйықтықтар мен газдардағы химиялық реакциялары бар термобародиффузияларды моделдеу.....	80
<i>Оразбаев С.А., Өмірбеков Д.Б., Габдуллин М.Т., Досболаев М.Қ., Рамазанов Т.С.</i> Газ температурасының тозаңды нанобөлшектердің өлшемі мен құрылымына әсері.....	89
<i>Жақып-тегі К. Б.</i> Гуктың заңымен серпілімдік теориясында моделдеу. Кернеулер тензорында симметрия жоқтығы.....	96
<i>Буртебаев Н., Алимов Д., Зазулин Д.М., Керимкулов Ж.К., Юшков А.В., Джансейтов Д.М., Мухамеджанов Е., Насрулла М.</i> Төменгі энергиялы протондардың ¹⁴ N ядросымен әсерлесу потенциал параметрлерін анықтау.....	104
<i>Буртебаев Н., Керимкулов Ж.К., Амангелді Н., Алимов Д.К., Мухамеджанов Е.С., Джансейтов Д.М., Мауей Б., Аймаганбетов А., Қурахмедов А.Е., Бекбаев С.М., Мадиярова А.Ж.</i> 17,5 және 41 МэВ энергияларда ¹¹ B ядроларынан ¹⁴ N иондарының серпімді шашырауын зерттеу.....	109
<i>Искакова У.А., Төрбек Б.Т.</i> Лаплас операторы үшін робен-коши қисынсыз есебін шешудің бір әдісі туралы.....	115
<i>Шинибаев М.Д., Беков А.А., Даирбеков С.С., Жолдасов С.А., Мырзақасова Г.Е., Алиаскаров Д.Р., Шекербекова С.А., Садыбек А.Ж.</i> Екі жылжымайтын нүкте проблемасының жаңа нұсқасы.....	121
<i>Сарсенбаев Х.А., Хамзина Б.С., Колдасова Г.А., Исаева Г.Б.</i> Модификацияланған алс лигносульфонатты реагентін (НПП «Азимут») зерттеу.....	126

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Бакранова Д.И., Кукушкин С.А., Бейсембетов И.К., Осипов, А.В. Нусупов К.Х., Бейсенханов Н.Б., Кенжалиев Б.К., Сейтов Б.Ж.</i> Рентгеновский анализ эпитаксиальных пленок SiC, выращенных методом замещения атомов на подложках низкодефектного кремния.....	5
<i>Батрышев Д.Г., Рамазанов Т.С., Досболаев М.К., Габдуллин М.Т., Ерланулы Е.</i> Синтез углеродных нанотрубок плазмохимическим методом осаждения из газовой фазы в высокочастотном емкостном разряде.....	10
<i>Демьянова А.С., Данилов А.Н., Буртебаев Н., Джансейтов Д.М., Керимкулов Ж., Алимов Д.К., Мухамеджанов Е.С.</i> Экзотические состояния ядра ¹³ C с аномальными радиусами.....	17
<i>Сарсенгельдин М.М., Слямхан М.М., Бижигитова Н.Т.</i> Аналитическое решение уравнения теплопроводности с движущимися границами не касающиеся оси тепловыми полиномами.....	21
<i>Бакранова Д.И., Кукушкин С.А., Бейсембетов И.К., Осипов А.В., Нусупов К.Х., Бейсенханов Н.Б., Кенжалиев Б.К., Сейтов Б.Ж.</i> Рентгеновский анализ эпитаксиальных пленок SiC, выращенных методом замещения атомов на подложках низкодефектного кремния.....	25
<i>Диханбаев К.К., Мусабек Г.К., Сиваков В.А., Ермухамед Д., Мейрам А.Т.</i> Фотолюминесценция кремниевых нанонитей.....	32
<i>Батрышев Д.Г., Рамазанов Т.С., Досболаев М.К., Габдуллин М.Т., Ерланулы Е.</i> Синтез углеродных нанотрубок плазмохимическим методом осаждения из газовой фазы в высокочастотном емкостном разряде.....	38
<i>Демьянова А.С., Данилов А.Н., Буртебаев Н., Джансейтов Д.М., Керимкулов Ж., Алимов Д.К., Мухамеджанов Е.С.</i> Экзотические состояния ядра ¹³ C с аномальными радиусами.....	45
<i>Сергеев Д.М., Шункеев К.Ш.</i> Компьютерное моделирование транспортных характеристик наноконтакта «Ниобий – углеродная нанотрубка (5,5) – ниобий».....	49
<i>Досболаев М.К., Утегенов А.У., Тажен А.Б., Рамазанов Т.С., Габдуллин М.Т.</i> Динамические свойства импульсного плазменного потока и пылеобразование в ИПУ.....	59
<i>Минглибаев М.Дж., Жумабек Т.М.</i> К равнобедренной ограниченной задаче трех тел.....	67
<i>Оразбаев С.А., Омирбеков Д.Б., Досболаев М.К., Габдуллин М.Т., Рамазанов Т.С.</i> Экспериментальное исследование свойства светоотдачи плазменно-пылевой лампы.....	74
<i>Джакупов К.Б.</i> Моделирование термобародиффузий с химическими реакциями в жидкостях и газах.....	80
<i>Оразбаев С.А., Омирбеков Д.Б., Габдуллин М.Т., Досболаев М.К., Рамазанов Т.С.</i> Влияние температуры газа на размеры и структуры пылевых наночастиц.....	89
<i>Джакупов К.Б.</i> Моделирование по закону Гука в теории упругости. Несимметричность тензора напряжений.....	96
<i>Буртебаев Н., Алимов Д., Зазулин Д.М., Керимкулов Ж.К., Юшков А.В., Джансейтов Д.М., Мухамеджанов Е., Насрулла М.</i> Определение параметров потенциала взаимодействия протона с ¹⁴ N при низких энергиях.....	104
<i>Буртебаев Н., Керимкулов Ж.К., Амангелді Н., Алимов Д.К., Мухамеджанов Е.С., Джансейтов Д.М., Мауей Б., Аймаганбетов А., Курахмедов А.Е., Бекбаев С.М., Мадиярова А.Ж.</i> Исследование упругого рассеяния ионов ¹⁴ N на ядрах ¹¹ B при энергиях 17,5 и 41 МэВ.....	109
<i>Искакова У.А., Торекбек Б.Т.</i> Об одном методе решения некорректной задачи робена-коши для оператора лапласа... ..	115
<i>Шинибаев М.Д., Беков А.А., Даирбеков С.С., Жолдасов С.А., Мырзакасова Г.Е., Алиаскаров Д.Р., Шекербекова С.А., Садыбек А.Ж.</i> О новой версии задачи двух неподвижных центров.....	121
<i>Сарсенбаев Х.А., Хамзина Б.С., Колдасова Г.А., Исаева Г.Б.</i> Исследование модифицированного реагента АЛС лигносульфонатная (НПП «Азимут»).....	126

CONTENTS

<i>Bakranova D.I., Kukushkin S.A., Beisembetov I.K., Osipov A.V., Nussupov K.Kh., Beisenkhanov N.B., Kenzhaliev B.K., Seitov B.Zh.</i> X-Ray analysis of SiC epitaxial films grown by method of atom replacement on low dislocation silicon substrate.....	5
<i>Batryshev D.G., Ramazanov T.S., Dosbolayev M.K., Gabdullin M.T., Yerlanuly Ye.</i> Synthesis of carbon nanotubes by plasma chemical deposition method from vapour-phase in radio-frequency capacitive discharge.....	10
<i>Demyanova A.S., Danilov A.N., Burtebayev N., Janseitov D.M., Kerimkulov Zh., Alimov D.K., Mukhamejanov Y.S.</i> Exotic states of ¹³ C nuclei with abnormal radii.....	17
<i>Sarsengeldin M.M., Slyamkhan M.M., Bizhigitova N.T.</i> Analytical solution of heat equation with moving boundary tangent to axis by heat polynomials.....	21
<i>Bakranova D.I., Kukushkin S.A., Beisembetov I.K., Osipov A.V., Nussupov K.Kh., Beisenkhanov N.B., Kenzhaliev B.K., Seitov B.Zh.</i> X-ray analysis of SiC epitaxial films grown by method of atom replacement on low dislocation silicon Substrate.....	25
<i>Dikhanbayev K.K., Mussabek G.K., Sivakov V.A., Yermukhamed D., Meiram A.T.</i> Micro-photoluminescence in silicon nano-wires.....	32
<i>Batryshev D.G., Ramazanov T.S., Dosbolayev M.K., Gabdullin M.T., Yerlanuly Ye.</i> Synthesis of carbon nanotubes by plasma chemical deposition method from vapour-phase in radio-frequency capacitive discharge.....	38
<i>Demyanova A.S., Danilov A.N., Burtebayev N., Janseitov D.M., Kerimkulov Zh., Alimov D.K., Mukhamejanov Y.S.</i> Exotic states of ¹³ C nuclei with abnormal radii.....	45
<i>Sergeyev D.M., Shunkeyev K.Sh.</i> Computer simulation of transport properties of nanocontact "Niobium – carbon nanotubes (5.5) – niobium".....	49
<i>Dosbolayev M.K., Utegenov A.U., Tazhen A.B., Ramazanov T.S., Gabdullin M.T.</i> Dynamic properties of pulse plasma flow and dust formation in the pulsed plasma accelerator.....	59
<i>Minglibayev M.Zh., Zhumabek T.M.</i> On the isosceles restricted three-body problem.....	67
<i>Orazbayev S.A., Omirbekov D.B., Dosbolayev M.K., Gabdullin M.T., Ramazanov T.S.</i> Experimental research of luminous efficiency of dusty plasma lamp.....	74
<i>Zhakupov K.B.</i> Modeling thermal barodiffusion with chemical reactions in liquids and gases.....	80
<i>Orazbayev S.A., Omirbekov D.B., Gabdullin M.T., Dosbolayev M.K., Ramazanov T.S.</i> The influence of gas temperature on size and structure of the dust nanoparticles.....	89
<i>Jakupov K.B.</i> Modeling Hooke's law in the theory of elasticity. Unsymmetrical stress tensor.....	96
<i>Burtebayev N., Alimov D.K., Zazulin D.M., Kerimkulov Zh.K., Yushkov A.V., Janseitov D.M., Mukhamejanov Y., Nassurulla M.</i> Determination of parameters of proton ¹⁴ N interaction potential at low energies.....	104
<i>Burtebayev N., Kerimkulov Zh.K., Amangeldi N., Alimov D.K., Mukhamejanov Y.S., Janseitov D.M., Mauey B., Aymaganbetov A., Kurakhmedov A., Bekbaev S.M., Madiyarova A.Zh.</i> Study of elastic scattering of ¹⁴ N ions from ¹⁶ O at energies 17,5 and 41 MeV.....	109
<i>Iskakova U.A., Torebek B.T.</i> Certain method of solving ill-posed cauchy-robin problem for the laplace operator.....	115
<i>Shinibaev M.D., Bekov A.A., Dairbekov S.S., Zholdasov S.A., Myrzakasova G.E., Aliaskarov D.R., Shekerbekova S.A., Sadybek A.G.</i> A new version of the problem of two fixed centers.....	121
<i>Sarsenbayev Kh.A., Khamzina B.S., Koldassova G.A., Issayeva G.B.</i> Research of modified reagent ALS lignosulfonate (NPP «Azimut»).....	126

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)

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

Подписано в печать 2016.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
4 п.л. Тираж 300. Заказ 6.