

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**

5 (315)

**ҚЫРКУЙЕК – ҚАЗАН 2017 Ж.
СЕНТЯБРЬ – ОКТЯБРЬ 2017 Г.
SEPTEMBER – OCTOBER 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. корр.-мүшесі (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. чл.-корр. (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. corr. member. (Kazakhstan)
Quevedo Hernando prof. (Mexico),
Dzhunushaliyev V.D. prof. (Kyrgyzstan)
Vishnevskyi 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 5, Number 315 (2017), 127 – 133

UDC 517.94

A.A. Kopzhasarova, A.Sh. Shaldanbayev, A.B. Imanbayeva

Southern Kazakhstan state university of Aueyev M.

shaldanbaev51@mail.ru**THE DECISION IS SINGULAR THE INDIGNANT TASK
OF CAUCHY BY A SIMILARITY METHOD**

Abstract: In the real work, the similarity method, has received frontier layer decomposition of the decision is singular the indignant task of Cauchy:

$$L_{\varepsilon}y = \varepsilon y'(x) + q(x)y(x) = f(x), y(0)=0,$$

where $q(x) \geq \alpha > 0$, $f(x) \in W_2^n[0,1]$, $q(x) \in W_2^n[0,1]$.

Keywords: singulary, self-conjugate operator, similarity method, Gilbert-Schmidt's theorem, spectral decomposition, interface, asymptotic decomposition.

УДК 517.94

А.А.Копжасарова, А.Ш.Шалданбаев, Иманбаева А.Б.

Южно-Казахстанский государственный университет им. М.О. Ауезова, г.Шымкент

**Решение сингулярно возмущенной задачи Коши
методом подобия**

Аннотация: В настоящей работе, методом подобия, получено погранслоное разложение решения сингулярно возмущенной задачи Коши:

$$L_{\varepsilon}y = \varepsilon y'(x) + q(x)y(x) = f(x), y(0) = 0,$$

где $q(x) \geq \alpha > 0$, $f(x) \in W_2^n[0,1]$, $q(x) \in W_2^n[0,1]$.

Ключевые слова: сингулярный, самосопряженный оператор, метод подобия, теорема Гильберта-Шмидта, спектральное разложение, пограничный слой, асимптотическое разложение.

1.Введение. Рассмотрим в пространстве $L^2(0,1)$ сингулярно возмущенную задачу Коши:

$$L_{\varepsilon}y = \varepsilon y'(x) + q(x)y(x) = f(x), 0 < x \leq 1 \quad (1.1)$$

$$y(0) = 0, \quad (1.2)$$

где $f(x) \in L^2(0,1)$, $q(x) \in C[0,1]$, $\varepsilon > 0$ - малый параметр.

Определение 1.1. Регулярным решением начальной задачи (1.1)-(1.2) называется непрерывно дифференцируемая в $(0,1]$ и непрерывная в $[0,1]$ функция $y(x)$, удовлетворяющая уравнения (1.1) и начального условия (1.2).

Определение 1.2. Функция $y(x)$ называется сильным решением начальной задачи (1.1)-(1.2), если существует последовательность регулярных решений $\{y_n(x)\}$, $n = 1, 2, \dots$ начальных задач (1.1)-(1.2), такая, что $Ly \rightarrow f$, $y_n \rightarrow y$ в пространстве $L^2(0,1)$.

Определение 1.3. Начальная задача (1.1)-(1.2) называется сильно разрешимой, если для любого $f(x) \in L^2(0,1)$ существует единственное сильное решение начальной задачи (1.1)-(1.2).

Отметим, что при изучении различных сингулярно возмущенных задач возникает необходимость изучения задачи (1.1)-(1.2) [1.]. Существуют различные методы решения этой задачи [1-5], но все они, или почти все являются полуэмпирическими. В этих работах точно указываются порядок остаточного члена по малому параметру ε , но коэффициент при параметре остается не известным [6-8]. Среди прикладников бытует мнение, что сингулярно возмущенные задачи стоят обособленно от остальной математики, поэтому широко известные методы здесь не применимы. Но как показаны в работах [9-15], такие задачи можно решать методами спектральной теории операторов [16-17], что и сделано в данной работе.

2. Метод исследования.

Сначала покажем сильную разрешимость начальной задачи (1.1)-(1.2).

Теорема 2.1. Если $q(x)$ непрерывная функция на отрезке $[0,1]$, удовлетворяющая условию

$$q(x) \geq \min q(x) = \alpha > 0, \quad (2.1)$$

то начальная задача (1.1)-(1.2) сильно разрешима в пространстве $L^2(0,1)$ и это сильное решение имеет вид:

$$y(x, \varepsilon) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(Tf, S\varphi_n)}{\varepsilon \cdot \mu_n} \cdot T^{-1}\varphi_n(x), \quad (2.2)$$

где

$$Tf(x) = \exp\left(\frac{1}{\varepsilon} \int_0^x q(t) dt\right) \cdot f(x), T^{-1}g(x) = \exp\left(-\frac{1}{\varepsilon} \int_0^x q(t) dt\right) \cdot g(x),$$

$$\varphi_n(x) = \sqrt{2} \sin \mu_n x, \mu_n = (-1)^n \left(n\pi + \frac{\pi}{2}\right), n = 0, 1, 2, \dots, S\varphi_n(x) = \varphi_n(1-x), n = 0, 1, 2, \dots$$

Доказательство.

(а) Единственность. Предварительно докажем одну лемму, которая может иметь и самостоятельное значение.

Лемма 2.1. Если $q(x)$ непрерывная в $[0,1]$ функция, удовлетворяющая условию

$$q(x) \geq \alpha > 0, \quad (2.1)$$

то для любой функции $y(x) \in C^1(0,1) \cap C[0,1]$ и удовлетворяющей условию $y(0) = 0$ имеет место неравенство:

$$\|L_\varepsilon y\| \geq \alpha \cdot \|y\|. \quad (2.3)$$

Доказательство. Умножив обе части уравнения (1.1) скалярно на $y(x)$, получим:

$$\varepsilon(y', y) + (q(x)y, y) = (f(x), y),$$

или

$$\frac{\varepsilon y^2(1)}{2} + \int_0^1 q(x)y^2 dx = \int_0^1 f(x)y(x) dx.$$

Отсюда в силу неравенства (2.1), имеем

$$\alpha \cdot \|y\|^2 \leq \frac{\varepsilon y^2(1)}{2} + \int_0^1 q(x)y^2 dx = (f, y) \leq |(f, y)| \leq \|y\| \cdot \|f\|.$$

Сократив обе части полученного неравенства на $\|y\|$, получим требуемое утверждение леммы. Из этой леммы следует единственность сильного решения.

Предположим, что начальная задача (1.1)-(1.2) имеет более двух решений, тогда существуют по крайней мере два решения: $u(x)$ и $v(x)$ такие, что $\|u(x) - v(x)\| \neq 0$, и $u_n \rightarrow u$, $L_\varepsilon u_n \rightarrow f$; $v_n \rightarrow v$, $L_\varepsilon v_n \rightarrow f$, ($n \rightarrow \infty$), где $\{u_n(x)\}$ и $\{v_n(x)\}$ последовательности классических решений задачи (1.1)-(1.2). Тогда их разность $z_n = u_n - v_n$ является решением регулярной задачи $L_\varepsilon z_n = f_n - g_n$, $n = 1, 2, \dots$, поэтому в силу неравенства (2.3) имеет место неравенства:

$$\alpha \cdot \|z_n\| \leq \|L_\varepsilon z_n\| = \|f_n - g_n\|, n = 1, 2, \dots$$

Переходя к пределу в этом неравенстве, при $n \rightarrow \infty$, получим

$$\alpha \cdot \|u - v\| = 0, \Rightarrow \|u - v\| = 0,$$

что противоречит нашему предположению, мы пришли к противоречию, стало быть не верно наше предположение о существовании более двух решений. Следовательно, существует не более одного решения.

(б) Существование решения. Пусть

$$y_N(x) = \sum_{n=0}^N \frac{(Tf, S\varphi_n)}{\varepsilon \cdot \mu_n} \cdot T^{-1}\varphi_n(x) = T^{-1} \sum_{n=0}^N \frac{(Tf, S\varphi_n)}{\varepsilon \cdot \mu_n} \cdot \varphi_n(x),$$

тогда

$$y_N(x) = \exp\left(-\frac{1}{\varepsilon} \int_0^x q(t) dt\right) \cdot \sum_{n=0}^N \frac{(Tf, S\varphi_n)}{\varepsilon \cdot \mu_n} \cdot \varphi_n(x),$$

поэтому

$$\begin{aligned} y'_N(x) &= -\frac{q(x)}{\varepsilon} y_N(x) + \exp\left(-\frac{1}{\varepsilon} \int_0^x q(t) dt\right) \cdot \sum_{n=0}^N \frac{(Tf, S\varphi_n)}{\varepsilon \cdot \mu_n} \cdot \varphi'_n(x) = -\frac{q(x)}{\varepsilon} y_N(x) + \\ &+ \exp\left(-\frac{1}{\varepsilon} \int_0^x q(t) dt\right) \cdot \sum_{n=0}^N \frac{(Tf, S\varphi_n)}{\varepsilon} \cdot S\varphi_n. \end{aligned}$$

Следовательно,

$$L_\varepsilon y_N = \varepsilon \cdot y'_N + q(x)y_N(x) = \exp\left(-\frac{1}{\varepsilon} \int_0^x q(t) dt\right) \cdot \sum_{n=0}^N (Tf, S\varphi_n) \cdot S\varphi_n.$$

Оператор S является унитарным оператором, поэтому он переводит ортонормированный базис в ортонормированный базис, стало быть, имеет место Фурье разложение:

$$Tf(x) = \sum_{n=0}^N (Tf, S\varphi_n) \cdot S\varphi_n(x),$$

следовательно, последовательность $\sum_{n=0}^N (Tf, S\varphi_n) \cdot S\varphi_n(x)$ является фундаментальной в $L^2(0,1)$. Тогда из непрерывности оператора T^{-1} следует фундаментальность последовательности $\{L_\varepsilon y_N\}$, $N = 1, 2, \dots$ в $L^2(0,1)$, а из априорной оценки (2.3) видно фундаментальность $\{y_N\}$ в $L^2(0,1)$.

Заметим, также, что функция

$$\exp\left(-\frac{1}{\varepsilon} \int_0^x q(t) dt\right) \cdot \sum_{n=0}^N (Tf, S\varphi_n) \cdot S\varphi_n$$

непрерывно в $[0,1]$, поэтому $\{y_N(x)\}$ - есть последовательность классических решений. Итак, нами установлено, что $y_N(x) \rightarrow y(x)$, $L_\varepsilon y_N = g_n \rightarrow g$ в $L^2(0,1)$, поэтому функция $y(x)$ является сильным решением начальной задачи (1.1)-(1.2).

Теперь исследуем гладкость полученного сильного решения. В силу (2.1) и (2.3) имеет место неравенство

$$\|q(x)y_N(x) - q(x)y_{N'}(x)\| = \|q(x)[y_N(x) - y_{N'}(x)]\| = \left[\int_0^1 q^2(x)[y_N(x) - y_{N'}(x)]^2 dx \right]^{\frac{1}{2}} \leq$$

$$\max_{0 \leq x \leq 1} |q| \cdot \|y_N - y_{N'}\| \leq \frac{\max |q|}{\alpha} \|L_\varepsilon y_N - L_\varepsilon y_{N'}\|,$$

поэтому последовательность $\{q(x)y_N(x)\}$ также фундаментальна в пространстве $L^2(0,1)$, следовательно, последовательность $\{y_{N'}\}, N = 1, 2, \dots$ также фундаментальна в пространстве $L^2(0,1)$. Таким образом, существуют функции $y(x)$ и $y'(x)$ из $L^2(0,1)$, такие, что $y_N(x) \rightarrow y(x), y_{N'}(x) \rightarrow y'(x)$ в $L^2(0,1)$, а это означает, что функция $y(x)$ является элементом пространства Соболева $W_2'[0,1]$. Известно, что элементы этого пространства есть абсолютно непрерывные функции, имеющие обобщенные производные первого порядка, суммируемые с квадратом в $[0,1]$.

Переходя к пределу при $N \rightarrow \infty$ в формуле

$$y_N(x) = \sum_{n=0}^N \frac{(Tf, S\varphi_n)}{\varepsilon \cdot \mu_n} \cdot T^{-1}\varphi_n(x),$$

получим

$$y(x, \varepsilon) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(Tf, S\varphi_n)}{\varepsilon \cdot \mu_n} \cdot T^{-1}\varphi_n(x),$$

а переходя к пределу при $N \rightarrow \infty$, в равенстве

$$L_\varepsilon y_N = \varepsilon \cdot y'_N + q(x)y_N(x) = \exp\left(-\frac{1}{\varepsilon} \int_0^x q(t)dt\right) \cdot \sum_{n=0}^N (Tf, S\varphi_n) \cdot S\varphi_n =$$

$$T^{-1} \cdot \sum_{n=0}^N (Tf, S\varphi_n) \cdot S\varphi_n(x),$$

получим

$$L_\varepsilon y = T^{-1} \cdot Tf = f(x).$$

Следствие 2.1. Для любого сильного решения задачи Коши имеет место неравенство:

$$\|y\| \leq \frac{1}{\alpha} \cdot \|f\|,$$

иначе говоря,

$$\|L_\varepsilon^{-1}\| \leq \frac{1}{\alpha} \quad (2.4)$$

3. Результаты исследований

Нами доказана следующая основная,

Теорема 3.1. Если

$$(a) f(x) \in W_2^n[0,1], q(x) \in W_2^n[0,1];$$

$$(б) q(x) \geq \alpha > 0,$$

то сильное решение сингулярно возмущенной задачи Коши (1.1)-(1.2) принадлежит пространству $W_2^{n+1}[0,1]$, и удовлетворяет оценке:

$$\left\| y(x, \varepsilon, f) - \sum_{k=0}^{n-1} (-1)^k \left[\frac{J^k f(x)}{q(x)} - \frac{J^k f(0)}{q(0)} \cdot e^{-\frac{1}{\varepsilon} \int_0^x q(t)dt} \right] \cdot \varepsilon^k \right\| \leq \frac{\varepsilon^n}{\alpha} \cdot \|J^n f\|,$$

где $Jf(x) = \frac{d}{dx} \frac{f(x)}{q(x)}, J^0 = I$ - единичный оператор.

4. Обсуждение результатов

Вывод асимптотического разложения.

Из Фурье представления сильного решения сингулярно возмущенной задачи можно вывести погранслойное разложение, оно появляется из формулы коэффициентов Фурье, при интегрировании по частям. Предполагая функции $f(x)$ и $g(x)$ достаточно гладкими, преобразуем коэффициенты Фурье формулы (2.2), с целью вывода погранслойного разложения.

$$\begin{aligned}(Tf, S\varphi_n) &= \int_0^1 e^{\frac{1}{\varepsilon} \int_0^x q(t) dt} f(x) \varphi_n(1-x) dx = \int_0^1 f(x) \varphi_n(1-x) \frac{\varepsilon}{q(x)} d e^{\frac{1}{\varepsilon} \int_0^x q(t) dt} = \\&= \varepsilon \int_0^1 \frac{f(x)}{q(x)} \varphi_n(1-x) d e^{\frac{1}{\varepsilon} \int_0^x q(t) dt} = \varepsilon \frac{f(x)}{q(x)} \varphi_n(1-x) \cdot e^{\frac{1}{\varepsilon} \int_0^x q(t) dt} \Big|_0^1 - \\&- \varepsilon \int_0^1 \left[\left(\frac{f}{q} \right)' \varphi_n(1-x) - \frac{f}{q} \varphi_n'(1-x) \right] \cdot e^{\frac{1}{\varepsilon} \int_0^x q(t) dt} dx = - \frac{f(0) \varphi_n(1)}{q(0)} \cdot \varepsilon - \\&- \varepsilon \int_0^1 \left[\frac{f(x)}{q(x)} \right]' e^{\frac{1}{\varepsilon} \int_0^x q(t) dt} \cdot \varphi_n(1-x) dx + \varepsilon \int_0^1 \frac{f(x)}{q(x)} \varphi_n'(1-x) \cdot e^{\frac{1}{\varepsilon} \int_0^x q(t) dt} dx = \\&= - \frac{f(0)}{q(0)} \varphi_n(1) \cdot \varepsilon - \varepsilon \left(T \left(\frac{f}{q} \right)', S\varphi_n \right) + \varepsilon \mu_n \left(T \left(\frac{f}{q} \right)', \varphi_n \right); \end{aligned}$$

Подставив это выражение в формулу (2.2), получим формулу подчиняющемуся индуктивному методу

$$\begin{aligned}y(x, \varepsilon) &= \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(Tf, S\varphi_n)}{\varepsilon \cdot \mu_n} \cdot T^{-1} \varphi_n(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \left[- \frac{f(0) \varphi_n(1)}{q(0) \mu_n} - \frac{\left(T \left(\frac{f}{q} \right)', S\varphi_n \right)}{\mu_n} + \left(T \left(\frac{f}{q} \right)', \varphi_n \right) \right] \cdot \\&\cdot T^{-1} \varphi_n(x) = T^{-1} \left[- \sum_{n=0}^{\infty} \frac{f(0) \varphi_n(1)}{\mu_n} \varphi_n(x) \right] - \varepsilon y \left(x, \varepsilon, \left(\frac{f}{q} \right)' \right) + T^{-1} T \left(\frac{f}{q} \right)' = \\&= \frac{f(x)}{q(x)} - T^{-1} \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \frac{f(0) \varphi_n(1)}{q(0) \mu_n} \varphi_n(x) - \varepsilon y \left(x, \varepsilon, \left(\frac{f}{q} \right)' \right) = \\&= \frac{f(x)}{q(x)} - \frac{f(0)}{q(0)} \cdot e^{-\frac{1}{\varepsilon} \int_0^x q(t) dt} - \varepsilon y \left(x, \varepsilon, \left(\frac{f}{q} \right)' \right), (3.1) \end{aligned}$$

где для удобства использовано обозначение $y(x, \varepsilon) = y(x, \varepsilon, f)$ – решение сингулярно возмущенной задачи Коши с правой частью f . Поясним появление второго члена:

$$\begin{aligned}\varphi_n(x) &= \sqrt{2} \sin \left(n\pi + \frac{\pi}{2} \right) x, n = 0, 1, 2, \dots \text{отсюда } \varphi_n(1) = (-1)^n \sqrt{2}, n = 0, 1, 2, \dots \\ \varphi_n(1) \cdot \varphi_n(x) &= 2(-1)^n \sin \left(n\pi + \frac{\pi}{2} \right) x, n = 0, 1, 2, \dots, \\ \frac{\varphi_n(1) \cdot \varphi_n(x)}{\mu_n} &= \frac{2(-1)^n \sin \left(n\pi + \frac{\pi}{2} \right) x}{(-1)^n \left(n\pi + \frac{\pi}{2} \right)} = \frac{2 \sin \left(n\pi + \frac{\pi}{2} \right) x}{\left(n\pi + \frac{\pi}{2} \right)}.\end{aligned}$$

Единицу разложим в ряд Фурье по системе $\{\varphi_n(x)\}$.

$1 = \sum_{n=0}^{\infty} (1, \varphi_n) \varphi_n(x)$, где $(1, \varphi_n)$ – Фурье коэффициенты.

$$(1, \varphi_n) = \int_0^1 \sqrt{2} \sin \left(n\pi + \frac{\pi}{2} \right) x dx = - \frac{\sqrt{2} \cos \left(n\pi + \frac{\pi}{2} \right) x}{n\pi + \frac{\pi}{2}} \Big|_0^1 = \frac{\sqrt{2}}{n\pi + \frac{\pi}{2}},$$

$$(1, \varphi_n) \cdot \varphi_n(x) = \frac{2 \sin\left(n\pi + \frac{\pi}{2}\right)x}{\left(n\pi + \frac{\pi}{2}\right)} = \frac{\varphi_n(1) \cdot \varphi_n(x)}{\mu_n}.$$

Формула (3.1) позволяет применить, метод математической индукции, для вывода формулы остаточного члена погранслоного разложения. Для удобства дальнейших вычислений вводим оператор:

$$Jf(x) = \frac{d}{dx} \frac{f(x)}{q(x)},$$

которая делит функцию $f(x)$ на $q(x)$, затем дифференцирует полученный результат один раз. Тогда полученная нами формула (3.1) принимает вид:

$$y(x, \varepsilon, f) = \frac{f(x)}{q(x)} - \frac{f(0)}{q(0)} \cdot e^{-\frac{1}{\varepsilon} \int_0^x q(t) dt} - \varepsilon y(x, \varepsilon, Jf).$$

Предположим, что при $m = n$ верна формула

$$y(x, \varepsilon, f) = \sum_{k=0}^{n-1} (-1)^k \left[\frac{J^k f(x)}{q(x)} - \frac{J^k f(0)}{q(0)} \cdot e^{-\frac{1}{\varepsilon} \int_0^x q(t) dt} \right] \cdot \varepsilon^k + (-1)^n y(x, \varepsilon, J^n f) \cdot \varepsilon^n,$$

где $J^0 = I$. Покажем, что тогда она имеет место и при $m = n + 1$. В самом деле, по рекуррентной формуле, имеем:

$$y(x, \varepsilon, J^n f) = \frac{J^n f(x)}{q(x)} - \frac{J^n f(0)}{q(0)} \cdot e^{-\frac{1}{\varepsilon} \int_0^x q(t) dt} - \varepsilon \cdot y(x, \varepsilon, J^{n+1} f),$$

поэтому

$$y(x, \varepsilon, f) = \sum_{k=0}^{n-1} (-1)^k \left[\frac{J^k f(x)}{q(x)} - \frac{J^k f(0)}{q(0)} \cdot e^{-\frac{1}{\varepsilon} \int_0^x q(t) dt} \right] \cdot \varepsilon^k + \\ + (-1)^n \left[\frac{J^n f(x)}{q(x)} - \frac{J^n f(0)}{q(0)} \cdot e^{-\frac{1}{\varepsilon} \int_0^x q(t) dt} \right] \cdot \varepsilon^n + (-1)^{n+1} y(x, \varepsilon, J^{n+1} f) \cdot \varepsilon^{n+1}.$$

Таким образом,

$$y(x, \varepsilon, f) = \sum_{k=0}^{n-1} (-1)^k \left[\frac{J^k f(x)}{q(x)} - \frac{J^k f(0)}{q(0)} \cdot e^{-\frac{1}{\varepsilon} \int_0^x q(t) dt} \right] \cdot \varepsilon^k + (-1)^n y(x, \varepsilon, J^n f) \cdot \varepsilon^n$$

где $J^0 = I$ - единичный оператор, а остаточный член $y(x, \varepsilon, J^n f)$ является решением задачи Коши:

$$\varepsilon y'(x) + q(x)y = J^n f, y(0) = 0,$$

и поэтому удовлетворяет оценке:

$$\|y(x, \varepsilon, J^n f)\| \leq \frac{\|J^n f(x)\|}{\alpha}.$$

5. Выводы. Если коэффициент уравнения строго положительный, то остаток погранслоного разложения допускает оценку через этот коэффициент. Если требуемая точность равна δ , то достаточно брать $\frac{\|J^n f(x)\|}{\alpha} \varepsilon^n < \delta$. По видимому, это весомый аргумент при численном решении задачи Коши, особенно в той ситуации, когда величина α очень мала.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Васильева А.Б., Бутузов В.Ф. Асимптотические методы в теории сингулярных возмущений. -М.: Высш. шк. 1990. -200с.
- [2] Вишик М.И., Люстерник А.А. Регулярное вырождение и погранслоный слой для линейных дифференциальных уравнений с малым параметром // Успехи математических наук, 1957. №5. с.3-122.
- [3] Tikhonov A. N. Mat. Sbornik 27, 147-156 (1950), (in Russian).
- [4] Imanaliev M. I. Asymptotical Methods in the Theory of Singularly Perturbed Integro-Differential Systems, Ilim, Bishkek,

- [5] Lomov S. Introduction to the General Theory of Singular Perturbations, American Mathematical Society, Providence, RI, 1992.
- [6] Butuzov V. Comput. Math. Math. Phys. 12, 14-34 (1972).
- [7] Vasil'eva A., and Tupchiev V. Soviet Math. Dokl. 9, 179-183 (1968).
- [8] Trenogin V. Russian Math. Surveys 25, 119-156 (1970).
- [9] Kal'menov T. Sh., Akhmetova S. T., and Shaldanbaev A. Sh, Mat. Zh. Almaty 4, 41-48 (2004), (in Russian).
- [10] T. Sh. Kal'menov, and U. A. Iskakova, Doklady Mathematics 45, 1460-1466 (2009).
- [11] T. Sh. Kal'menov, and A. Sh. Shaldanbaev, Journal of Inverse and Ill-Posed Problems 18, 352-369 (2010).
- [12] A. Kopzhassarova, and A. Sarsenbi, Abstract and Applied Analysis 2012, 1-6 (2012), (Article ID 576843).
- [13] Orazov I., Shaldanbaev A. Sh, Shomanbayeva M. About the nature of the spectrum of the periodic problem for the heat equation with a deviating argument. // Abstract and Applied Analysis. Volume 2013(2013). Article ID 128363, 6 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/128363>.
- [14] Shaldanbaev A. Sh. Manat Shomanbayeva, Isabek Orazov, Solution of a singularly perturbed Cauchy problem using a method of a deviating argument, AIP Conference Proceedings 1676, 020072 (2015); doi: 10.1063/1.4930498.
- [15] A. Sh. Shaldanbaev, Manat Shomanbayeva, and Asylzat Kopzhassarova. Solution of a singularly perturbed Cauchy problem for linear systems of ordinary differential equations by the method of spectral decomposition, AIP Conference Proceedings 1759, 020090 (2016); doi: 10.1063/1.4959704.
- [16] Ахиезер Н.Н., Глазман Н.М. Теория линейных операторов в гильбертовом пространстве.-М.: Наука, 1966, 544с.
- [17] Рид М., Саймон Б. Методы современной математической физики. Т.1-2. – М.: Мир, 1977.

REFERENCES

- [1] Vasil'eva A.B., Butuzov V.F. Asimptoticheskie metody v teorii singularnykh vozmushchenij.-М.: Vyssh. shk. 1990.-200s.
- [2] Vishik M.I., Ljusternik A.A. Reguljarnoe vyrozhdenie i pogrannoj sloj dlja linejnykh differencial'nykh uravnenij s Malym parametrom // Uspehi matematicheskikh nauk, 1957. №5. s.3-122.
- [3] Tikhonov A. N. Mat. Sbornik 27, 147-156 (1950), (in Russian).
- [4] Imanaliev M. I. Asymptotical Methods in the Theory of Singularly Perturbed Integro-Differential Systems, Ilim, Bishkek.
- [5] Lomov S. Introduction to the General Theory of Singular Perturbations, American Mathematical Society, Providence, RI, 1992.
- [6] Butuzov V. Comput. Math. Math. Phys. 12, 14-34 (1972).
- [7] Vasil'eva A., and Tupchiev V. Soviet Math. Dokl. 9, 179-183 (1968).
- [8] Trenogin V. Russian Math. Surveys 25, 119-156 (1970).
- [9] Kal'menov T. Sh., Akhmetova S. T., and Shaldanbaev A. Sh. Mat. Zh. Almaty 4, 41-48 (2004), (in Russian).
- [10] Kal'menov T. Sh., and Iskakova U. A. Doklady Mathematics 45, 1460-1466 (2009).
- [11] Kal'menov T. Sh., and Shaldanbaev A. Sh. Journal of Inverse and Ill-Posed Problems 18, 352-369 (2010).
- [12] Kopzhassarova A., and Sarsenbi A. Abstract and Applied Analysis 2012, 1-6 (2012), (Article ID 576843).
- [13] Orazov I., Shaldanbaev A. Sh, Shomanbayeva M. About the nature of the spectrum of the periodic problem for the heat equation with a deviating argument. // Abstract and Applied Analysis. Volume 2013(2013). Article ID 128363, 6 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2013/128363>.
- [14] Shaldanbaev A. Sh. Manat Shomanbayeva, Isabek Orazov. Solution of a singularly perturbed Cauchy problem using a method of a deviating argument, AIP Conference Proceedings 1676, 020072 (2015); doi: 10.1063/1.4930498.
- [15] A. Sh. Shaldanbaev, Manat Shomanbayeva, and Asylzat Kopzhassarova, Solution of a singularly perturbed Cauchy problem for linear systems of ordinary differential equations by the method of spectral decomposition, AIP Conference Proceedings 1759, 020090 (2016); doi: 10.1063/1.4959704.
- [16] Ahiezer N.N., Glazman N.M. Teorija linejnykh operatorov v gil'bertovom prostranstve.-М.: Nauka, 1966.,-544s.
- [17] Rid M., Sajmon B. Metody sovremennoj matematicheskoy fiziki. T.1-2. – М.: Mir, 1977.

ӨОЖ 517.94

А.А. Копжасарова, А.Ш. Шалданбаев, А.Б. Иманбаева

Әуезов атындағы Оңтүстік-Қазақстан университеті, Шымкент қ.

Ұқсастық әдісі бойынша, сингуляр әсерленген Кошидің есебін шешу

Аннотация: Бұл еңбекте, мына, $L_\varepsilon u = \varepsilon u'(x) + q(x)u(x) = f(x)$, $u(0) = 0$, сингуляр әсерленген Коши есебінің шешімінің асимптотикалық таралымы алынды, мұндағы $q(x) \geq \alpha > 0$, $f(x) \in W_2^n[0,1]$, $q(x) \in W_2^n[0,1]$.

Тірек сөздер: сингуляр, жалқы оператор, ұқсастық әдісі, Гилберт пен Шмидтің теоремасы, спектрал-дік таралым, қаспақ, асимптотикалық таралым.

МАЗМУНЫ

<i>Кульжумиева А.А., Сартабанов Ж.А.</i> Сызықты біртекті D_e -жүйелерді жордандық канондық түрге келтіру.....	5
<i>Сайдуллаева Н.С., Кабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Каликулова А.О., Пазылова Д.Т.</i> Matlab бағдарламалар пакетін қолданып «Сыртқы күш әсер еткенде мәжбүрлі тербелістерді есептеу және визуализациялау» компьютерлік зертханалық жұмысты орындауды ұйымдастыру.....	13
<i>Сайдуллаева Н.С., Тагаев Н.С., Пазылова Д.Т., Каликулова А.О.</i> Влияние однократной перегрузки на развитие усталостной трещины.....	22
<i>Жантаев Ж.Ш., Виляев А.В., Серикбаева Э.Б.</i> Солтүстік Тянь-Шаньнің сейсмикалық тәртіп ерекшелігін бағалауда геотермиялық үлгілеуді қолдану.....	26
<i>Гордиенко Г.И., Яковец А.Ф., Литвинов Ю.Г.</i> Ионосфералақы F-аймақтың биіктігін бағалау әдістерін салыстыру.....	35
<i>Яковец А.Ф., Гордиенко Г.И., Крюков С.В., Жумабаев Б.Т., Литвинов Ю.Г.</i> Электрондық концентрацияның ионосфераның F2-қабатының максималындағы күнделікті өзгеруі.....	44
<i>Яковец А.Ф., Гордиенко Г.И., Жумабаев Б.Т., Литвинов Ю.Г., Абдрахманов Н.</i> Максимум F2-қабатының түнгі көбеюлерінің жұқа құрылымы.....	50
<i>Васильев И.В., Жумабаев Б.Т.</i> Жердің электрлік өрісінің қалыптасуына гравитациялық күшінің әсері.....	55
<i>Козин И.Д., Федулина И.Н.</i> Радиофизика есептерін шешудегі вакуум – орта.....	60
<i>Козин И.Д., Федулина И.Н.</i> Радиотолқынның қабылдағыш антеннаға әсері.....	66
<i>Жантаев Ж.Ш., Стихарный А.П., Виляев А.В.</i> Жердің қазіргі заманғы қозғалысының GPS бақылауындағы уақыттық қатарларының кедергісін сүзу алгоритмі.....	71
<i>Батрышев Д.Ф., Ерланұлы Е., Рамазанов Т.С., Габдуллин М.Т.</i> Бір қабырғалы көміртекті нанотүтікшелердің құрылымдық және электрондық қасиеттерін BECKE 3-PARAMETER LEE-YANG-PARR (B3LYP) гибрид функционалы негізінде зерттеу.....	75
<i>Серебрянский А. В., Усольцева Л. А., Комаров А. А., Рева И.В.</i> Атмосфералық экстинкцияның лездік мәндері және ауысуы коэффициенттері.....	84
<i>Бақтыбаев Қ., Бақтыбаев М.К., Наукенов Д.Д., Далелханқызы А.</i> Өзара әрекеттесуші бозондар моделінің микроскоптық негіздемесі және ядролық теориядағы жалпыланған квазиспиндік формализм.....	91
<i>Бапаев К.Б., Сләмжанова С.С.</i> Айырымдық-динамикалық жүйелердің орнықтылығы.....	101
<i>Иманбаева А.Б., Шалданбаев А.Ш., Копжасарова А.А.</i> Коэффициенттері тұрақты кәдімгі дифференциалдық теңдеулер системасының сингуляр әсерленген Коши есебін спектралдік әдіспен шешу.....	112
<i>Копжасарова А.А., Шалданбаев А.Ш., Иманбаева А.Б.</i> Ұқсастық әдісі бойынша, сингуляр әсерленген Кошидің есебін шешу.....	127
<i>Косов В.Н., Жакебаев Д.Б., Федоренко О.В.</i> Изотермиялық диффузия кезіндегі тік каналдардағы үшкомпонентті газдар қоспаларында пайда болатын конвективтік қозғалыстардың сандық талдауы.....	134
<i>Мырзақұл Ш.Р., Белисарова Ф.Б., Мырзақұл Т.Р., Мырзакулов К.Р.</i> Старобинский моделінің негізіндегі F-эссенция динамикасы	143
<i>Мамырбаев О.Ж., Мухсина Қ.Ж.</i> Мәтін үндесітілігін анықтауға арналған қолданыстағы жүйелерді талдау.....	149
<i>Омашова Г.Ш., Спабекова Р., Қабылбеков К.А., Саидахметов П.А., Абдрахманова Х.К., Аширбаев Х.А.</i> Физикалық құбылыстарды компьютерлік моделдеуде MATLAB жүйесін қолдану.....	156

СОДЕРЖАНИЕ

Кульжумиева А.А., Сартабанов Ж.А. Приведение линейных однородных D_e -систем к жордановому каноническому виду.....	5
Сайдуллаева Н.С., Кабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Каликулова А.О., Пазылова Д.Т. Организация выполнения компьютерной лабораторной работы «Расчет и визуализация вынужденных колебаний при наличии внешней силы» с применением пакета программ Matlab.....	13
Сайдуллаева Н.С., Тагаев Н.С., Пазылова Д.Т., Каликулова А.О. Влияние однократной перегрузки на развитие усталостной трещины.....	22
Жантаев Ж.Ш., Виляев А.В., Серикбаева Э.Б. Применение геотермического моделирования в оценке особенностей сейсмического режима Северного Тянь-Шаня.....	26
Гордиенко Г.И., Яковец А.Ф., Литвинов Ю.Г. Сравнение методов оценки высоты максимума F-области ионосферы.....	35
Яковец А.Ф., Гордиенко Г.И., Крюков С.В., Жумабаев Б.Т., Литвинов Ю.Г. День ото дня вариации электронной концентрации в максимуме F2-слоя ионосферы.....	44
Яковец А.Ф., Гордиенко Г.И., Жумабаев Б.Т., Литвинов Ю.Г., Абдрахманов Н. Тонкая структура ночных увеличений в максимуме F2-слоя.....	50
Васильев И.В., Жумабаев Б.Т. Влияние гравитации на формирование электрического поля земли.....	55
Козин И.Д., Федулина И.Н. Вакуум – среда в решении задач радиофизики.....	60
Козин И.Д., Федулина И.Н. Воздействие радиоволны на приёмную антенну.....	66
Жантаев Ж.Ш., Стихарный А.П., Виляев А.В. Алгоритм фильтрации помех временных рядов GPS мониторинга современных движений земной поверхности	71
Батрышев Д.Г., Ерланулы Е., Рамазанов Т.С., Габдуллин М.Т. Исследование структурных и электронных свойств одностенных углеродных нанотрубок на основе гибридного функционала bescke 3-PARAMETER LEE-YANG-PARR (B3LYP).....	75
Серебрянский А. В., Усольцева Л. А., Комаров А. А., Рева И. В. Коэффициенты перехода и мгновенные значения атмосферной экстинкции.....	84
Бактыбаев К., Бактыбаев М.К., Наукенов Д.Д., Далелханкызы А. Микроскопическое обоснование модели взаимодействующих бозонов и обобщенный квазиспиновый формализм в теории ядра	91
Бапаев К.Б., Сламжанова С.С. Об устойчивости разностно – динамических систем.....	101
Иманбаева А.Б., Копжасарова А.А., Шалданбаев А.Ш. Асимптотическое разложение решения сингулярно возмущенной задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.....	112
Копжасарова А.А., Шалданбаев А.Ш., Иманбаева А.Б. Решение сингулярно возмущенной задачи Коши методом подобия.....	127
Косов В.Н., Жакебаев Д.Б., Федоренко О.В. Численный анализ конвективных движений, возникающих при изотермической диффузии в вертикальных каналах в трехкомпонентных газовых смесях.....	134
Мырзакул Ш.Р., Белисарова Ф.Б., Мырзакул Т.Р., Мырзакулов К.Р. Динамика F-эссенции в рамках модели старобинского	143
Мамырбаев О.Ж., Мухсина Қ.Ж. Анализ существующих систем для определения тональности текста.....	149
Омашова Г.Ш., Спабекова Р., Кабылбеков К.А., Саидахметов П.А., Абдрахманова Х.К., Аширбаев Х.А. Использование системы MATLAB при компьютерном моделировании физических процессов.....	156

CONTENTS

<i>Kulzhumiyeva A.A., Sartabanov Zh.A.</i> Reduction of linear homogeneous D_e -systems to the jordan canonical form.....	5
<i>Saidullayeva N.S., Kabyrbekov K.A., Ashirbaev Kh.A., Kalikulova A.O., Pazylova D.T.</i> Organization of computer lab work "Calculation and visualization of forced oscillations in the presence of an external force" with the use of the software package Matlab.....	13
<i>Saidullayeva N.S., Tagaev N.S., Pazylova D.T., Kalikulova A.O.</i> Effect of single overload on the development of a fatigue crack.....	22
<i>Zhantaev Zh.Sh., Vilyayev A.V., Serikbaeva E.B.</i> The application of geothermal modeling in the assessment of the features of the seismic regime of the Northern Tien Shan.....	26
<i>Gordienko G.I., Yakovets A.F., Litvinov Yu.G.</i> Comparison of the methods for estimating the hight of the maximum of th F region of the ionosphere.....	35
<i>Yakovets A.F., Gordienko G.I., Kryukov S.V., Zhumabayev B.T., Litvinov Yu.G.</i> Day-to-day variability of electron concentration n the ionospheric $F2$ layer maximum.....	44
<i>Yakovets A.F., Gordienko G.I., Zhumabayev B.T., Litvinov Yu.G., Abdrakhmanov N.</i> Fine structure of nighttime enhancements of the electron concentration in the $F2$ layer maximum	50
<i>Vassilyev I.V., Zhumabayev B.T.</i> Influence of gravitation on formation of the electric field of the earth.....	55
<i>Kozin I.D., Fedulina I.N.</i> Vacuum - environment in the decision of radio physics problems.....	60
<i>Kozin I.D., Fedulina I.N.</i> Radio-wave action on the receiving antenna.....	66
<i>Zhantaev Zh.Sh., Stikharny A.P., Vilyayev A.V.</i> The algorithm for filtering the errors of time series GPS monitoring of actual movements of the earth's surface.....	71
<i>Batryshev D.G., Yerlanuly Ye., Ramazanov T.S., Gabdullin M.T.</i> Investigation of structural and electronic properties of single-walled carbon nanotubes on the basis of a hybrid functional becke 3-parameter LEE-YANG-PARR (B3LYP).....	75
<i>Serebryanskiy A., Usoltseva L., Komarov A., Reva I.</i> The trasformation coefficients and instantaneous values of atmospheric extinction.....	84
<i>Baktybaev K., Baktybaev M.K., Naukenov D.D., Dalelkhankyzy A.</i> Microscopic justification of the model of interacting bosons and a generalizedquasispin formalism in the theory of the nuclei.....	91
<i>Bapayev K.B., Slamzhanova S.S.</i> On stability of difference-dynamical systems	101
<i>Imanbayeva A.B., Shaldanbayev A.Sh., Kopzhasarova A.A.</i> Asymptotic decomposition the decision is singular the indignant task of Cauchy for the system of the ordinary differential equations with constant coefficients.....	112
<i>Kopzhasarova A.A., Shaldanbayev A.Sh., Imanbayeva A.B.</i> The decision is singular the indignant task of Cauchy by a similarity method.....	127
<i>Kossov V.N., Zhakebaev D.B., Fedorenko O.V.</i> Numerical analysis of convective motions occurring under isothermal Diffusion in the vertical channels in ternary gaseous mixtures.....	134
<i>Myrzakul S.R., Belisarova F.B., Myrzakul T.R., Myrzakulov K.R.</i> Dynamics of F-essence in frame of the starobinsky model.....	143
<i>Mamyrbayev O.Zh., Muhsina K.Zh.</i> Analysis of existing systems for determination of tonnity of text.....	149
<i>Omashova G. Sh., Spabekova R., Kabyrbekov K. A., Saidahmetov P. A., Abdrahmanova H. K., Ashirbaev H. A.</i> The use of the system MATLAB in the compyter simulation of physical processes.....	156

**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 25.09.2017.
Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
11 п.л. Тираж 300. Заказ 5.

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