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

N E W S

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА СЕРИЯСЫ

♦

СЕРИЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ

♦

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

1 (311)

ҚАҢТАР – АҚПАН 2017 ж.
ЯНВАРЬ – ФЕВРАЛЬ 2017 г.
JANUARY – FEBRUARY 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)
Бошкаев К.А. PhD докторы (Қазақстан)
Сұраған Д. PhD докторы (Қазақстан)
Quevedo Hernando проф. (Мексика),
Джунушалиев В.Д. проф. (Қырғыстан)
Вишневский И.Н. проф., академик (Украина)
Ковалев А.М. проф., академик (Украина)
Михалевич А.А. проф., академик (Белорус)
Пашаев А. проф., академик (Әзірбайжан)
Такибаев Н.Ж. проф., академик (Қазақстан), бас ред. орынбасары
Тигиняну И. проф., академик (Молдова)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Физика-математикалық сериясы».

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

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

Мерзімділігі: жылына 6 рет.
Тиражы: 300 дана.

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

---

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2017

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

Г л а в н ы й р е д а к т о р
д.ф.-м.н., проф. академик НАН РК **Г.М. Мутанов**

Р е д а к ц и о н н а я к о л л е г и я:

Джумадильдаев А.С. проф., академик (Казахстан)
Кальменов Т.Ш. проф., академик (Казахстан)
Жантаев Ж.Ш. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Умирбаев У.У. проф. чл.-корр. (Казахстан)
Жусупов М.А. проф. (Казахстан)
Джумабаев Д.С. проф. (Казахстан)
Асанова А.Т. проф. (Казахстан)
Бошкаев К.А. доктор PhD (Казахстан)
Сураган Д. доктор PhD (Казахстан)
Quevedo Hernando проф. (Мексика),
Джунушалиев В.Д. проф. (Кыргызстан)
Вишневский И.Н. проф., академик (Украина)
Ковалев А.М. проф., академик (Украина)
Михалевич А.А. проф., академик (Беларусь)
Пашаев А. проф., академик (Азербайджан)
Такибаев Н.Ж. проф., академик (Казахстан), зам. гл. ред.
Тигиняну И. проф., академик (Молдова)

«Известия НАН РК. Серия физико-математическая».

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

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)
Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан **№5543-Ж**, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год.
Тираж: 300 экземпляров.

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

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017

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

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

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

Dzhumadildayev A.S. prof., academician (Kazakhstan)
Kalmenov T.Sh. prof., academician (Kazakhstan)
Zhantayev Zh.Sh. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Umirbayev U.U. prof. corr. member. (Kazakhstan)
Zhusupov M.A. prof. (Kazakhstan)
Dzhumabayev D.S. prof. (Kazakhstan)
Asanova A.T. prof. (Kazakhstan)
Boshkayev K.A. PhD (Kazakhstan)
Suragan D. PhD (Kazakhstan)
Quevedo Hernando prof. (Mexico),
Dzhunushaliyev V.D. prof. (Kyrgyzstan)
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

N E W S
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES
ISSN 1991-346X
Volume 1, Number 311 (2017), 113 – 119

D.S. Dzhumabaev[1,2], S.M. Temesheva[1,3]

[1]Institute of mathematics and mathematical modeling MES RK, Almaty, Kazakhstan;
[2]International information technology university, Almaty, Kazakhstan;
[3]Al-Farabi Kazakh national university, Almaty, Kazakhstan
dzhumabaev@list.ru, nur15@mail.ru

APPROXIMATION OF PROBLEM FOR FINDING THE BOUNDED SOLUTION TO SYSTEM OF NONLINEAR LOADED DIFFERENTIAL EQUATIONS

Abstract. On the whole axis the system of nonlinear loaded differential equations is considered. The questions of existence and approximation bounded solution to the system are studied. The definition of «limit as $t \to \pm\infty$» solution to the system of nonlinear loaded differential equations is introduced. Sufficient conditions for the existence of bounded solution to the system of nonlinear loaded differential equations and convergence of the function sequence composed by the bounded solutions to the linearized system of loaded differential equations are obtained. Regular nonlinear two-point boundary value problem for the system of nonlinear loaded differential equations on the finite interval is constructed, which approximate the problem of finding bounded solutions to the original system of loaded differential equations. It is given an estimate of the difference between the solution to initial singular problem and the solution to the approximating regular two-point boundary value problem.

Key words: singular problem, nonlinear loaded differential equation, bounded solution, approximation.

УДК 517.956.223, 519.62

Д.С. Джумабаев[1,2], С.М. Темешева[1,3]

[1]Институт математики и математического моделирования МОН РК, Алматы, Казахстан;
[2]Международный университет информационных технологий, Алматы, Казахстан;
[3]Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

АППРОКСИМАЦИЯ ЗАДАЧИ НАХОЖДЕНИЯ ОГРАНИЧЕННОГО РЕШЕНИЯ СИСТЕМЫ НЕЛИНЕЙНЫХ НАГРУЖЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

Работа выполнена в рамках проекта № 4057/ГФ4 по грантовому финансированию МОН РК на 2015-2017 гг.

Аннотация. На всей оси рассматривается система нелинейных нагруженных дифференциальных уравнений. Исследуются вопросы существования и аппроксимации ограниченного решения рассматриваемой системы уравнений. Вводится определение «предельного при $t \to \pm\infty$» решения системы нелинейных нагруженных дифференциальных уравнений. Получены достаточные условия существования ограниченного решения системы нелинейных нагруженных дифференциальных уравнений и сходимости к нему последовательности функций, составленной с помощью ограниченных решений линеаризованной системы нагруженных дифференциальных уравнений. Построена регулярная нелинейная двухточечная краевая задача для системы нелинейных нагруженных дифференциальных уравнений на конечном интервале, аппроксимирующая задачу нахождения ограниченного решения исходной системы нагруженных дифференциальных уравнений. Установлена оценка разности между решением исходной сингулярной задачи и решением аппроксимирующей регулярной двухточечной краевой задачей.

Ключевые слова: сингулярная задача, нелинейное нагруженное дифференциальное уравнение, ограниченное решение, аппроксимация.

Вопросы существования и построения приближенных методов нахождения ограниченных на всей оси решений нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений рассмотрены многими авторами [1-11]. Различные задачи для нагруженных диффеернциальных уравнений и методы для их решений исследованы в [12-17].

В настоящей статье на $R=(-\infty,\infty)$ рассматривается нелинейное нагруженное дифференциальное уравнение

$$\frac{dx}{dt}=f(t,x)+f_0(t,x(\theta_{-m}),x(\theta_{-m+1}),\ldots,x(\theta_m)),\quad x\in R^n,\quad \|x\|=\max|x_i|, \tag{1}$$

где $f:R^{n+1}\to R^n$, $f_0:R^{2n+2}\to R^n$ непрерывны, $\theta_{-m}<\theta_{-m+1}<\ldots<\theta_0=0<\theta_1<\ldots<\theta_m$.

Целью работы является нахождение условий существования ограниченного на всей оси решения системы нелинейных нагруженных дифференциальных уравнений (1) и построение регулярных двухточечных краевых задач на конечном интервале, позволяющих с заданной точностью определить сужение этого решения на конечный интервал.

В работе [11] введено определение “предельного при $t\to\infty$” решения нелинейного обыкновенного дифференциального уравнения и доказано, что, если система линеаризованная вдоль такого решения является экспоненциально дихотомичной на полуоси, то “предельное при $t\to\infty$” решение обладает притягивающим свойством. Этот результат позволил построить аппроксимирующие двухточечные краевые задачи на конечном интервале для сингулярных краевых задач для нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений на всей оси. Методы и результаты [11] применяются для нахождения условий существования ограниченных на всей оси решений уравнения (1) и для построения аппроксимирующих регулярных краевых задач на конечном интервале.

Используются следующие обозначения:

$\widetilde{C}(J,R^n)$ – пространство непрерывных и ограниченнных на $J\subseteq R$ функций $x:J\to R^n$ с нормой $\|x\|_1=\sup\limits_{t\in R}\|x(t)\|$; $C(J,R^n)$ – множество непрерывных на J функций;

$$S(x_0(t),J,r)=\{x(t)\in C(J,R^n):(x(t)-x_0(t))\in\widetilde{C}(J,R^n),\|x-x_0\|_1<r\},\text{ где } x_0(t)\in C(J,R^n);$$

$$G(x_0(t),J,r)=\{(t,x):t\in J,\|x-x_0(t)\|<r\};$$

$$G_0(x_0(t),J,r)=\{(t,v_{-m},\ldots v_m):t\in J,\|v_k-x_0(\theta_k)\|<r,\ k=\overline{-m,m}\}.$$

Возьмем непрерывно дифференцируемую на R функцию $x_0(t)$ так, что

$$\left(\frac{d}{dt}x_0(t)-f(t,x_0(t))-f_0(t,x_0(\theta_{-m}),x_0(\theta_{-m+1}),\ldots,x_0(\theta_m))\right)\in\widetilde{C}(R,R^n) \tag{2}$$

Ограниченное на R решение системы нагруженных дифференциальных уравнений (1) определяется как предел последовательности функций, составленной с помощью ограниченных на всей оси решений линеаризованных систем нагруженных дифференциальных уравнений. Поэтому рассмотрим линейное нагруженное обыкновенное дифференциальное уравнение

$$\frac{dx}{dt}=A(t)x+\sum_{j=-m}^{m}A_j(t)x(\theta_j)+f(t),\quad x\in R^n,\quad t\in R, \tag{3}$$

где матрицы $A(t)$, $A_j(t)$ $(j=\overline{-m,m})$ и вектор-функция $f(t)$ непрерывны и ограничены на R. Ограниченное решение уравнения (3) называется решением задачи 1.

Определение 1. Задача 1 называется корректно разрешимой, если для любой непрерывной и ограниченной на R функции $f(t)\in C(R,R^n)$ уравнение (3) имеет единственное ограниченное на R решение $x^*(t)$ и выполняется неравенство $\|x^*\|_1\le\gamma\|f\|_1$, где константа γ не зависит от $f(t)$.

Определение 2. Непрерывно дифференцируемая на R функция $x_0(t)$ называется предельным при $t \to \mp\infty$ решением уравнения (1), если

$$\lim_{t\to\mp\infty} \| \dot{x}_0(t) - f(t, x_0(t)) - f_0(t, x_0(\theta_{-m}), x_0(\theta_{-m+1}), \ldots, x_0(\theta_m)) \| = 0.$$

Пусть выполнены следующие условия:

(A). Функция $f(t,x)$ непрерывна и имеет равномерно непрерывную производную $\frac{\partial}{\partial x} f(t,x)$ в $G(x_0(t), R, r)$, где $x_0(t)$ – предельное при $t \to \mp\infty$ решение уравнения (1), и справедливы следующие предельные соотношения

$$\lim_{t\to-\infty} f(t,x) = f_-(x), \quad \lim_{t\to+\infty} f(t,x) = f_+(x) \tag{4}$$

$$\lim_{t\to-\infty} x_0(t) = x_-, \quad \lim_{t\to\infty} x_0(t) = x_+, \tag{5}$$

где x_-, x_+ являются решениями систем нелинейных уравнений $f_-(x) = 0$, $f_+(x) = 0$, соответственно.

(B). Функция $f_0(t, v_{-m}, \ldots v_m)$ непрерывна и имеет равномерно непрерывные производные $\frac{\partial}{\partial v_k} f_0(t, v_{-m}, \ldots v_m)$ $(k = \overline{-m, m})$ в $G_0(x_0(t), R, r)$ и для всех $(t, v_{-m}, \ldots, v_m) \in G_0(x_0(t), R, r)$ имеют место соотношения

$$\sup_{t\in(-\infty,-T]} \|f_0(t, v_{-m}, \ldots, v_m)\| \le \delta_0(-T), \quad \sup_{t\in[T,\infty)} \|f_0(t, v_{-m}, \ldots, v_m)\| \le \delta_0(T),$$

$$\lim_{T\to\mp\infty} \delta_0(T) = 0, \quad \lim_{t\to\mp\infty} \left\| \frac{\partial}{\partial v_k} f_0(t, v_{-m}, \ldots, v_m) \right\| = 0, \quad k = \overline{-m, m}.$$

(C). Задача 1 для линеаризованного нагруженного дифференциального уравнения

$$\frac{dy}{dt} = \frac{\partial}{\partial x} f(t, x_0(t)) y + \sum_{k=-m}^{m} \left(\frac{\partial}{\partial v_k} f_0(t, v_{-m}, \ldots, v_m) \Big|_{\substack{v_{-m}=x_0(\theta_{-m}) \\ \ldots \\ v_m = x_0(\theta_m)}} \cdot J_{\theta_k} \right) y, \quad y \in R^n, \tag{6}$$

корректно разрешима, где $J_{\theta_k} y(t) = y(\theta_k)$, $k = \overline{-m, m}$.

(B). Функции $f_-(x)$, $f_+(x)$ в $S(x_-, r)$, $S(x_+, r)$ соответственно имеют производные $f'_-(x)$, $f'_+(x)$ и равномерно относительно x справедливы предельные соотношения

$$\lim_{t\to-\infty} \frac{\partial}{\partial x} f(t,x) = f'_-(x), \qquad x \in S(x_-, r),$$

$$\lim_{t\to+\infty} \frac{\partial}{\partial x} f(t,x) = f'_+(x), \qquad x \in S(x_+, r),$$

и $f'_\mp(x_\mp) = A_{(\mp)}$, $Re\,\xi_j^\mp \ne 0$, где $\xi_j^\mp$ - собственные значения матриц $A_{(\mp)}$, $j = \overline{1, n}$.

Теорема 1. Функции $f(t,x)$ и $f_0(t, v_{-m}, \ldots v_m)$ непрерывны и имеют равномерно непрерывные производные $\frac{\partial}{\partial x} f(t,x)$ и $\frac{\partial}{\partial v_k} f_0(t, v_{-m}, \ldots v_m)$ соответственно в $G(x_0(t), R, r)$ и $G_0(x_0(t), R, r)$. При любом $\hat{x}(t) \in S(x_0(t), R, r)$ задача 1 для линеаризованного нагруженного дифференциального уравнения

$$\frac{dy}{dt}=\frac{\partial}{\partial x}f\big(t,\hat{x}(t)\big)y+\sum_{k=-m}^{m}\left(\frac{\partial}{\partial v_k}f_0\big(t,v_{-m},\ldots,v_m\big)\Big|_{\substack{v_{-m}=\hat{x}(\theta_{-m})\\ \ldots\\ v_m=\hat{x}(\theta_m)}}\cdot J_{\theta_k}\right)y+\hat{f}(t),\quad y\in R^n,\quad t\in R,\quad (7)$$

корректно разрешима с константой γ.

Тогда при выполнении неравенства

$$\gamma\,\|\,\dot{x}_0(t)-f(t,x_0(t))-f_0(t,x_0(\theta_{-m}),x_0(\theta_{-m+1}),\ldots,x_0(\theta_m))\,\|_1<r$$

существует число $\alpha\geq 1$ такое, что последовательность непрерывно дифференцируемых на R функций

$$x_{n+1}(t)=x_n(t)+\Delta x_n(t),\quad n=0,1,...,\qquad (8)$$

где $\Delta x_n(t)$ – ограниченное на R решение линейного уравнения

$$\frac{dy}{dt}=\frac{\partial}{\partial x}f\big(t,x_n(t)\big)y+\sum_{k=-m}^{m}\left(\frac{\partial}{\partial v_k}f_0\big(t,v_{-m},\ldots,v_m\big)\Big|_{\substack{v_{-m}=x_n(\theta_{-m})\\ \ldots\\ v_m=x_n(\theta_m)}}\cdot J_{\theta_k}\right)y-$$

$$-\frac{1}{\alpha}\left(\frac{d}{dt}x_n(t)-f\big(t,x_n(t)\big)-f_0\big(t,x_n(\theta_{-m}),\ldots,x_n(\theta_m)\big)\right),\quad y\in R^n,\quad t\in R,\qquad (9)$$

по норме $\widetilde{C}(R,R^n)$ сходится к $x^*(t)$ решению уравнения (1) в $S(x_0(t),R,r)$.

Доказательство. В уравнении (1) сделаем замену $u=x-x_0(t)$, получим

$$\frac{du}{dt}=f(t,u+x_0(t))+f_0(t,u(\theta_{-m})+x_0(\theta_{-m}),\ldots,u(\theta_m)+x_0(\theta_m))-\frac{d}{dt}x_0(t),\quad u\in R^n,\quad t\in R,(10)$$

Задачу нахождения решения уравнения (10), принадлежащего шару $S(0,R,r)\subset\widetilde{C}(R,R^n)$ запишем в виде операторного уравнения

$$\mathsf{A}(u)\equiv Hu+F(u)=0,\quad u\in S(0,R,r),$$

где $H=\dfrac{d}{dt}$, $F(u)=-f(t,u(t)+x_0(t))-f_0(t,u(\theta_{-m})+x_0(\theta_{-m}),\ldots,u(\theta_m)+x_0(\theta_m))+\dfrac{d}{dt}x_0(t)$.

Учитывая, что корректная разрешимость с константой γ задачи 1 для уравнения (7) обеспечивает оценку $\|(H+F'(u))^{-1}\|_{L(Y,X)}\leq\gamma$ при всех $u\in S(0,R,r)$, а соотношения (8), (9) эквивалентны итерационному процессу (1.18) [11, с. 18], на основе теоремы 5 [11, с. 18] получаем утверждение теоремы.

Далее исследуются вопросы аппроксимации ограниченных на всей оси решений нелинейного нагруженного уравнения (1) решениями регулярных краевых задач на конечном интервале. Для этой цели рассматривается нелинейная двухточечная краевая задача для нагруженного дифференциального уравнения

$$\frac{dx}{dt}=f(t,x)+f_0(t,x(\theta_{-m}),x(\theta_{-m+1}),\ldots,x(\theta_m)),\quad t\in[-T,T],\quad x\in R^n,\qquad (11)$$

$$P_1S_-f_-(x(-T))+P_2S_+f_+(x(T))=0.\qquad (12)$$

Здесь S_-, S_+ – вещественные неособые $(n\times n)$ - матрицы, приводящие матрицы Якоби $f'_-(x_-)$, $f'_+(x_+)$ к обобщенно-жордановым формам

$$\widetilde{A}_-=S_-f'_-(x_-)S_-^{-1}=\begin{pmatrix}\widetilde{A}_{-,11} & 0\\ 0 & \widetilde{A}_{-,22}\end{pmatrix},\quad \widetilde{A}_+=S_+f'_+(x_+)S_+^{-1}=\begin{pmatrix}\widetilde{A}_{+,11} & 0\\ 0 & \widetilde{A}_{+,22}\end{pmatrix},$$

где $\widetilde{A}_{\mp,11}$ и $\widetilde{A}_{\mp,22}$ состоят из обобщенно-жордановых клеток, соответствующих собственным значениям матриц $f'_{\mp}(x_{\mp})$ с отрицательными и положительными действительными частями, число которых обозначим $n_1^{\mp}$ и $n_2^{\mp}$ соответственно. Введем $(n\times n)$-матрицы $P_1=\begin{pmatrix} I_{n_1^-} & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$, $P_2=\begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & I_{n_2^+} \end{pmatrix}$, где $I_{n_1^-}$, $I_{n_2^+}$ – единичные матрицы размерностей n_1^-, n_2^+ соответственно.

Сужение ограниченного на R решения $x^*(t)$ уравнения (1) на интервал $[-T,T]$ обозначается через $x_T^*(t)$ и вводится функциональный шар

$$S(x_T^*(t),[-T,T],\rho^*)=\{x(t)\in C([-T,T],\mathrm{R}^n):\| x-x_T^*\|_{0,T}<\rho^*\}.$$

Теорема 2. Пусть выполнены условия (A)-(D) и $x^*(t)\in S(x^{(0)}(t),r)$ – ограниченное на R решение нелинейного нагруженного дифференциального уравнения (1). Тогда существуют числа $T_0>0$, $\rho^*>0$ такие, что для всех $T\ge T_0$ регулярная двухточечная краевая задача (11), (12) в $S(x_T^*(t),[-T,T],\rho^*)$ имеет единственное решение $x_T(t)$, и справедлива оценка

$$\left\|x_T-x^*\right\|_{0,T}\le 2\gamma\{\|\mathrm{S}_-\|\cdot\left(\left\|f_-\left(x^*(-T)\right)\right\|+\delta_0(-T)\right)+\|\mathrm{S}_+\|\cdot\left(\left\|f_+(x^*(T))\right\|+\delta_0(T)\right)\}.$$

Доказательство. Нелинейную двухточечную краевую задачу (11), (12) запишем в виде операторного уравнения

$$Ax\equiv Hx+F(x)=0, \tag{13}$$

где

$$H=\begin{pmatrix}\dfrac{d}{dt}\\ 0\end{pmatrix},\quad F(x)=\begin{pmatrix}-f(t,x(t))-f_0(t,x(\theta_{-m}),x(\theta_{-m+1}),\ldots,x(\theta_0),\ldots,x(\theta_m))\\ P_1S_-f_-(x(-T))+P_2S_+f_+(x(T))\end{pmatrix}.$$

Оператор A отображает банахово пространство $X=C([-T,T],R^n)$ с нормой $\|x\|_{0,T}=\max\limits_{t\in[-T,T]}\|x(t)\|$ в банахово пространство $Y=\widetilde{C}([-T,T],R^n)\dotplus R^n$ с нормой $\|y\|_Y=\max\{\|f\|_{0,T},\|d\|\}$.

Из условия теоремы следует существование $\rho_0>0$ такого, что $S(x^*(t),\rho_0)\subset S(x_0(t),r)$, а функции $f(t,x)$, $f_0(t,v_{-m},\ldots,v_m)$, $f_-(x)$, $f_+(x)$ имеют равномерно непрерывные производные: $f'_x(t,x)$, $\dfrac{\partial}{\partial v_k}f_0(t,v_{-m},\ldots,v_m)$ $(k=\overline{-m,m})$, $f'_-(x)$, $f'_+(x)$ в соответсвующих множествах. Отсюда вытекают существование и равномерная непрерывность производной Фреше $F'(x)$ в $S(x_T^*(t),[-T,T],\rho^*)$.

По условию (C) задача 1 для линеаризованного уравнения (7) корректно разрешима. Тогда из теоремы 1 следует существование $T_1>0$ такого, что линейная регулярная двухточечная краевая задача

$$\frac{dz}{dt}=\frac{\partial}{\partial x}f\left(t,x^*(t)\right)z+\sum_{k=-m}^{m}\left(\frac{\partial}{\partial v_k}f_0\left(t,v_{-m},\ldots,v_m\right)\Big|_{\substack{v_{-m}=x^*(\theta_{-m})\\ \ldots\\ v_m=x^*(\theta_m)}}\cdot J_{\theta_k}\right)z+\varphi(t),\quad t\in[-T,T],\quad z\in\mathrm{R}^n,$$

$$P_1S_-f'_-(x^*(-T))\cdot z(-T)+P_2S_+f'_+(x^*(T))\cdot z(T)=\widetilde{d},\quad \widetilde{d}\in\mathrm{R}^n,$$

для всех $T > T_1$ корректно разрешима с независящей от T константой K_1. Это эквивалентно обратимости линейного оператора $H + F'(x_T^*): X \to Y$ и выполнению неравенства $\| (H + F'(x_T^*))^{-1} \|_{L(Y,X)} \le K_1$.

В качестве x_0 возьмем функцию $x_T^*(t)$ и к операторному уравнению (13) применим теорему 6 [11, с. 18].

Первое условие теоремы выполняется с $\gamma_0 = K_1$.

Возьмем число $\varepsilon = \dfrac{1}{2K_1}$ и, в силу равномерной непрерывности производной Фреше, выберем $\rho_* \in (0, \rho_0]$ так, чтобы выполнялось неравенство

$$\| F'(x) - F'(x_0) \|_{L(\mathrm{X},Y)} \le \varepsilon = \frac{1}{2K_1}.$$

Тогда $\varepsilon\gamma_0 = \dfrac{1}{2K_1} \cdot K_1 = \dfrac{1}{2} < 1$ и так как

$$\| Hx_0 + F(x_0) \|_{\mathrm{Y}} = \| P_1 S_- f_-(x^*(-T)) + P_2 S_+ f_+\left(x^*(T)\right) \|$$

(здесь учитывается, что функция $x^*(t)$ удовлетворяет дифференциальному уравнению (1) при всех $t \in \mathrm{R}$), $\lim\limits_{t \to \mp\infty} x^*(t) = \hat{x}_{\mp}$, $f_-(\hat{x}_-) = 0$, $f_+(\hat{x}_+) = 0$, то выберем $T_0 > T_1$ такое, что

$$2K_1 \| Hx_0 + F(x_0) \|_Y < \rho_*.$$

Все условия теоремы 6 [11, с. 18] выполнены, откуда следует утверждение теоремы.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Далецкий Ю.А., Крейн М.Г. Устойчивость решений дифференциальных уравнений в банаховом пространстве. М.: Наука, 1970.

[2] Конюхова Н.Б. К решению краевых задач на бесконечном интервале для некоторых нелинейных систем обыкновенных дифференциальных уравнений с особенностью // Ж. вычисл. матем. и матем. физ. - 1970. - Т. 10, № 5. - С. 1150-1163.

[3] Конюхова Н.Б. Об итеративном решении нелинейных краевых задач, выделяющих малые решения некоторых систем обыкновенных дифференциальных уравнений с особенностью // Ж. вычисл. матем. и матем. физ. - 1974. - Т. 14, № 5. - С. 1221-1231.

[4] Мухамадиев Э. Исследования по теории периодических и ограниченных решений дифференциальных уравнений // Матем. заметки. - 1981. - Т. 30, Вып. 3. - С. 4 3 3 - 460.

[5] Абрамов А.А., Конюхова Н.Б., Балла К. Устойчивые начальные многообразия и сингулярные краевые задачи для систем обыкновенных дифференциальных уравнений // Comput. Math. Banach Center Publ. Warsaw: PWN Polish Scient. Publs. - 1984. -V. 13. - P. 319-351.

[6] Dzhumabaev D.S. Convergence of iterative methods for unbounded operator equations // Mathematical Notes. - 1987. - Vol. 41, No 5. - P.356-361.

[7] Dzhumabaev D.S. Approximation of a bounded solution and exponential dichotomy on the line // Computational Mathematics and Mathematical Physics. - 1990. - Vol.30, No 6. - P. 32-43.

[8] Сансоне Дж. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Изд-во иностр. лит. 1954. Ч. II.

[9] Хартман Ф. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Мир. 1970.

[10] Dzhumabaev D.S. Approximation of a bounded solution of a linear ordinary differential equation by solutions of two-point boundary value problems // Computational Mathematics and Mathematical Physics. - 1990. - Vol.30, No 2. - P. 34-45.

[11] Dzhumabaev D.S. Singular boundary value problems and their approximation for nonlinear ordinary differential equations // Computational Mathematics and Mathematical Physics. - 1992. - Vol. 32, No 1. - P. 10-24.

[12] Krall A.M. The development of general differential and general differential-boundary systems // Rocky mountain journal of mathematics. – 1975. – Vol. 5, - P. 493-542.

[13] Nakhushev A.M. Boundary value problems for loaded integral-differential equations of hyperbolic type and their applications to the soil moisture forecast // Differencial'nye Uravneniya. – 1979. – Vol. 15, - P. 96-105.

[14] Nakhushev A.M. On an approximate method of solving boundary value problems for differential equations and its applications to the dynamics of soil moisture and groundwater // Differencial'nye Uravneniya. – 1982. – V. 18, - P.72-81.

[15] Alikhanov A.A., Berezkov A.M., Shkhanukhov-Lafishev M.Kh. Boundary value problems for certain classes of loaded differential equations and solving them by finite difference methods // Comput. Math. Math. Phys. – 2008. – Vol. 48, - P. 1581-1590.

[16] Abdullaev V. M., Aida-zade K.R. Numerical method of solution to loaded nonlocal boundary value problems for ordinary differential equations // Comput. Math. Math. Phys. - 2014. – Vol. 54, - P. 1096-1109.

[17] Aida-zade K.R., Abdullaev V.M. On the numerical solution of loaded systems of ordinary differential equations with nonseparated multipoint and integral conditions // Numer. Anal. Appl. – 2014. – Vol. 7, - P.1-14.

REFERENCES

[1] Daletskii Yu.A., Krein M.G. Ustoichivost' reshenii differentsial'nyh uravnenii v banahovom prostranstve. M.: Nauka, **1970.**

[2] Konyukhova N.B. K resheniyu kraevyh zadach na beskonechnom intervale dlia nekotoryh nelineinyh sistem obyknovennyh differentsial'nyh uravnenii s osobennoct'yu // Zh. vychisl. matem. i matem. fiz. **1970.** T. 10, № 5. S. 1150-1163.

[3] Konyukhova N.B. Ob iterativnom reshenii nelineinyh kraevyh zadach, vydeliayushih malye reshenia nekotoryh sistem obyknovennyh differentsial'nyh uravnenii s osobennoct'yu // Zh. vychisl. matem. i matem. fiz. **1974.** T. 14, № 5. S. 1221-1231.

[4] Muhamadiev E. Issledovania po teorii periodicheskih i ogranichennyh reshenii differentsial'nyh uravneniii // Matem. zametki. **1981**. T. 30, Vyp. 3. S.433- 460.

[5] Abramov A.A., Konyukhova N.B., Balla K. Ustoichivye nachal'nye mnogoobrazia i singuliarnye kraevye zadachi dlia sistem obyknovennyh differentsial'nyh uravnenii // Comput. Math. Banach Center Publ. Warsaw: PWN Polish Scient. Publs. **1984.** V. 13. P. 319-351.

[6] Dzhumabaev D.S. Convergence of iterative methods for unbounded operator equations // Mathematical Notes. **1987.** Vol. 41, No 5. P.356-361.

[7] Dzhumabaev D.S. Approximation of a bounded solution and exponential dichotomy on the line // Computational Mathematics and Mathematical Physics. **1990**. Vol.30, No 6. P. 32-43.

[8] Sansone Dzh. Ordinary differential equations. M.: Izd-vo inostr. lit. **1954.** V. II.

[9] Hartman F. Ordinary differential equations. M.: Mir. **1970.**

[10] Dzhumabaev D.S. Approximation of a bounded solution of a linear ordinary differential equation by solutions of two-point boundary value problems //Computational Mathematics and Mathematical Physics. **1990**. Vol.30, No 2. P. 34-45.

[11] Dzhumabaev D.S. Singular boundary value problems and their approximation for nonlinear ordinary differential equations // Computational Mathematics and Mathematical Physics. **1992.** Vol. 32, No 1. P. 10-24.

[12] Krall A.M. The development of general differential and general differential-boundary systems // Rocky mountain journal of mathematics. **1975.** Vol. 5, P. 493-542.

[13] Nakhushev A.M. Boundary value problems for loaded integral-differential equations of hyperbolic type and their applications to the soil moisture forecast // Differencial'nye Uravneniya. **1979.** Vol. 15, P. 96-105.

[14] Nakhushev A.M. On an approximate method of solving boundary value problems for differential equations and its applications to the dynamics of soil moisture and groundwater // Differencial'nye Uravneniya. **1982**. Vol. 18, P.72-81.

[15] Alikhanov A.A., Berezkov A.M., Shkhanukhov-Lafishev M.Kh. Boundary value problems for certain classes of loaded differential equations and solving them by finite difference methods // Comput. Math. Math. Phys. 2008. Vol. 48, P. 1581-1590.

[16] Abdullaev V. M., Aida-zade K.R. Numerical method of solution to loaded nonlocal boundary value problems for ordinary differential equations // Comput. Math. Math. Phys. **2014.** Vol. 54, P. 1096-1109.

[17] Aida-zade K.R., Abdullaev V.M. On the numerical solution of loaded systems of ordinary differential equations with nonseparated multipoint and integral conditions // Numer. Anal. Appl. **2014.** Vol. 7, P.1-14.

ӘОЖ: 517.956.223, 519.62

Д.С. Жұмабаев[1,2], С.М. Темешева[1,3]

[1]ҚР БҒМ Математика және математикалық моделдеу институты, Алматы қ., Қазақстан,
[2]Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, Алматы қ., Қазақстан,
[3]Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

СЫЗЫҚСЫЗ ЖҮКТЕЛГЕН ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУЛЕР ЖҮЙЕСІНІҢ БҮКІЛ ӨСТЕ ШЕКТЕЛГЕН ШЕШІМІН ТАБУ ЕСЕБІНІҢ АППРОКСИМАЦИЯСЫ

Аннотация. Сызықсыз жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесі бүкіл өсте қарастырылады. Қарастырылып отырған теңдеулер жүйесінің шектелген шешімінің бар болуы мен оны аппроксимациялау мәселелері зерттеледі. Сызықсыз жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесінің «$t \to \pm\infty$ болғандағы шекті» шешімінің анықтамасы енгізіледі. Сызықсыз жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесінің шектелген шешімінің бар болуының және сызықтандырылған жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесінің шектелген шешімдері көмегімен құрылған функциялар тізбегінің осы шешімге жинақтылығының жеткілікті шарттары алынған. Жүктелген дифференциалдық теңдеулердің бастапқы жүйесінің шектелген шешімін табу есебін аппроксимациялайтын ақырлы аралықтағы сызықсыз жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін регулярлы сызықсыз екінүктелі шеттік есеп тұрғызылған. Бастапқы сингулярлы есептің шешімі мен аппроксимациялаушы регулярлы екінүктелі шеттік есептің шешімінің арасындағы айырманың бағалауы тағайындалған.

Түйін сөздер: сингулярлы есеп, сызықсыз жүктелген дифференциалдық теңдеу, шектелген шешім, аппроксимациялау.

МАЗМҰНЫ

Буртебаев Н., Керимкулов Ж.К., Алимов Д.К., Отарбаева А.М., Мухамеджанов Е.С., Джансейтов Д.М. 18 МэВ энергиялы дейтрондардың ^{6}Li ядроларынан серпімді шашырауын зерттеу 5
Жұмабаев Д.С.,. Темешева С.М. Сызықсыз жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесінің бүкіл өсте шектелген шешімін табу есебінің аппроксимациясы..... 13
Исахов А. А., Даржанова А. Б. Математикалық модельдеу әдісі арқылы қоршаған ортаға жылу электр станцияларының жұмысының әсерін бағалау..... 20
Дроздов А.М., Жохов А.Л., Юнусов А.А., Юнусова А.А. Космологиялық мәселелерді шешудің жуықтау салдары. (1-бөлім)..... 27
Дроздов А.М., Жохов А.Л., Юнусов А.А., Юнусова А.А. Космологиялық мәселелерді шешудің жуықтау салдары. (2-бөлім) 36
Дроздов А.М., Жохов А.Л., Юнусов А.А., Юнусова А.А. Космологиялық мәселелерді шешудің жуықтау салдары (1-бөлім) 46
Дроздов А.М., Жохов А.Л., Юнусов А.А., Юнусова А.А. Космологиялық мәселелерді шешудің жуықтау салдары. (2-бөлім) 55
Байжанов С.С., Кулпешов Б.Ш. Әбден О-минималдық теориялардың модельдерін байытуда инварианттық қасиеттері..... 65
Дуйсенбай А.Д., Такибаев Н.Ж., Курмангалиева В.О. Исследование реакций взаимодействия изотопов Li и Be с нейтронами..... 72
Қабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Абекова Ж.А., Омашова Г.Ш., Қыдырбекова Ж.Б., Джумагалиева А.И. Нақты газ изотермаларын зерттеуге арналған компьютерлік зертханалық жұмысты орындауды ұйымдастыру 77
Калмурзаев Б.С. L_m^0 Жартыторының екі элементі ершов иерархиясының жиындар үйірінің Роджерс жартыторына енуінің бағалаулары жайлы..... 83
Рябикин Ю.А., Ракыметов Б.А., Байтимбетова Б.А., Айтмукан Т., Клименов В.В., Муратов Д.А., Мереке А.У., Умирзаков А.У. Көміртекті қабықшаның парамагнитті қасиетін анықтау негізінде кеуікті никельді анодты зерттеу үшін ЭПР әдісінің мүмкіндігі..... 91
Байтимбетова Б.А., Рябикин Ю.А., Рахметов Б.А. Графен құрылымдарын ультрадыбыс өрісінде графитті ароматикалық көмірсутектер жүйесінде әсер етіп алу және оларды ЭПР әдісімен зерттеу..... 99
Буртебаев Н., Керимкулов Ж.К., Алимов Д.К., Отарбаева А.М., Мухамеджанов Е.С., Джансейтов Д.М. 18 МэВ энергиялы дейтрондардың ^{6}Li ядроларынан серпімді шашырауын зерттеу..... 104
Жұмабаев Д.С., Темешева С.М. Сызықсыз жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесінің бүкіл өсте шектелген шешімін табу есебінің аппроксимациясы..... 113
Жаврин Ю.И., Косов В.Н., Молдабекова М.С., Асембаева М.К., Федоренко О.В., Мукамеденкызы В. Ауамен араласатын кейбір табиғи газ қоспасы компоненттері коэффициенттерінің табы..... 120
Шыныбаев М.Д., Даирбеков С.С., Жолдасов С.А., Алиасқаров Д.Р., Мырзақасова Г.Е., Шекербекова С.А., Садыбек А.Ж. Екі жылжымайтын нүкте проблемасының жаңа нұсқасын үш дене есебінде қолдану..... 127
Шалданбаев А.Ш., Акылбаев М.И., Сапрунова М.Б. Толқындардың үзік ішек бойымен таралуы туралы..... 137
Жақып-тегі К. Б. $k-\varepsilon$, les, рейнольдс және дәрежелі моделдер туралы..... 144
Мазакова Б.М., Жақыпов А.Т., Абдикеримова Г.Б. Көзі ашық мәліметтердің негізінде ғарыш аппараттарының орбитасын салу..... 159
Сапрунова М.Б., Ақылбаев М.И., Шалданбаев А.Ш. Желідегі ақпарларды қорғаудың бір тәсілі туралы..... 164
Смагулова Л.А., Исаева Г.Б. Программалауды оқытуда қолданылатын оқыту технологияларының ерекшеліктері 173
Есқалиев М.Е. Жүктелген элемент әсерінен болатын есепті жуықтап шешу үшін шекаралық элементтер әдісі.... 180
Миндетбаева А.А., Мусаханова М.А. Информатика бойынша сыныптан тыс жұмыстарды жүргізуге арналған ақпараттық-бағдарламалық кешен құру..... 187

СОДЕРЖАНИЕ

Буртебаев Н., Керимкулов Ж.К., Алимов Д.К., Отарбаева А.М., Мухамеджанов Е.С., Джансейтов Д.М. Изучение упругого рассеяния дейтронов на ядрах ^{6}Li при энергии 18 МэВ..... 5
Джумабаев Д.С., Темешева С.М. Аппроксимация задачи нахождения ограниченного решения системы нелинейных нагруженных дифференциальных уравнений..... 13
Исахов А. А., Даржанова А. Б. Оценка воздействия функционирования тепловой электростанции на окружающую среду методами математического моделирования..... 20
Дроздов А.М., Жохов А.Л., Юнусов А.А., Юнусова А.А. Решение космологической проблемы в приближениях. (Часть-1)..... 27
Дроздов А.М., Жохов А.Л., Юнусов А.А., Юнусов А.А. Решение космологической проблемы в приближениях. (Часть-2) 36
Дроздов А.М., Жохов А.Л., Юнусов А.А., Юнусова А.А. Решение космологической проблемы в приближениях (Часть-1) 46
Дроздов А.М., Жохов А.Л., Юнусов А.А., Юнусов А.А. Решение космологической проблемы в приближениях (Часть-2) 55
Байжанов С.С., Кулпешов Б.Ш. Инвариантные свойства при обогащениях моделей вполне О-минимальных теорий..... 65
Дүйсенбай А.Д., Такибаев Н.Ж., Құрмангалиева В.О. Li және Be изотоптарының нейтрондармен әрекеттесу реакцияларынзерттеу..... 72
Кабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Абекова Ж.А., Омашова Г.Ш., Кыдырбекова Ж.Б., Джумагалиева А.И. Организация выполнения компьютерной лабораторной работы по исследованию изотерм реального газа 77
Калмурзаев Б.С. Об оценках вложимости L_m^0 в полурешетку Роджерса двухэлементных семейств множеств иерархии Ершова…… 83
Рябикин Ю.А., Ракыметов Б.А., Байтимбетова Б. А., Айтмукан Т., Клименов В.В., Муратов Д.А., Мереке А.У., Умирзаков А.У. Выяснение возможности использования метода ЭПР для изучения пористого никелевого анода на основе определения парамагнитных характеристик углеродных пленок…… 91
Байтимбетова Б.А., Рябикин Ю.А., Рахметов Б.А. Получение графеновых структур в системе графит с ароматическими углеводородами при воздействии ультразвукового поля и изучение их методом ЭПР ……. 99
Буртебаев Н., Керимкулов Ж.К., Алимов Д.К., Отарбаева А.М., Мухамеджанов Е.С., Джансейтов Д.М. Изучение упругого рассеяния дейтронов на ядрах ^{6}Li при энергии 18 МэВ..... 104
Джумабаев Д.С., Темешева С.М. Аппроксимация задачи нахождения ограниченного решения системы нелинейных нагруженных дифференциальных уравнений..... 113
Жаврин Ю.И., Косов В.Н., Молдабекова М.С., Асембаева М.К., Федоренко О.В., Мукамеденкызы В. Следовые коэффициенты компонентов некоторых природных газовых смесей, диффундирующих в воздух..... 120
*Шинибаев М.Д., Даирбеков С.С., Жолдасов С.А., Алиаскаров Д.Р., Мырзакасова Г.Е., Шекербекова С.А., Садыбек А.*Ж. Использование новой версии задачи двух неподвижных центров в задаче трех тел..... 127
Шалданбаев А.Ш., Ақылбаев М.И., Сапрунова М.Б. О распространении волн по разрывной струне..... 137
Джакупов К.Б. О $k-\varepsilon$, les, рейнольдс и степенных моделях..... 144
Мазакова Б.М., Жакыпов А.Т., Абдикеримова Г.Б. Построение орбиты космического аппарата на основе открытых исходных данных..... 159
Сапрунова М.Б., Ақылбаев М.И., Шалданбаев А.Ш. Об одном способе защиты передачи информации..... 164
Смагулова Л.А., Исаева Г.Б. Особенности технологий обучения, применяемых в обучении программирования.....173
Ескалиев М.Е. Метод граничного элемента для приближенного решения задачи, вызванной действием нагруженного элемента..... 180
Миндетбаева А.А., Мусаханова М.А. Создание информационно-программного комплекса для проведения внеклассных работ по информатике..... 187

CONTENTS

Burtebayev N., Kerimkulov Zh.K., Alimov D.K., Otarbayeva A.M., Mukhamejanov Y.S., Janseitov D.M. Study of elastic scattering of deuterons from ^{6}Li AT energy 18 MeV..... 5
Dzhumabaev D.S., Temesheva S.M. Approximation of problem for finding the bounded solution to system of nonlinear loaded differential equations 13
Issakhov A.A., Darzhanova A.B. Assessing the impact of thermal power plants in the aquatic environment in reservoir-cooler..... 20
Drozdov A.M., Zhokhov A.L., Yunusov A.A., Yunusova A.A. Solution of the cosmological problem in the approximations. (Part-1).....27
Drozdov A.M., Zhokhov A.L., Yunusov A.A., Yunusova A.A. Solution of the cosmological problem in the approximations. (Part-2) 36
Drozdov A.M., Zhokhov A.L., Yunusov A.A., YunusovaA.A. Solution of the cosmological problem in the approximations (Part-1) 46
Drozdov A.M., Zhokhov A.L., Yunusov A.A., Yunusova A.A. Solution of the cosmological problem in the approximations. (Part-2) 55
Baizhanov S.S., Kulpeshov B.Sh. Invariant properties at expanding models of quite O-minimal theories..... 65
Duisenbay A.D., Takibayev N.ZH., Kurmangalieva V.O. Research of the reactions of Li and Be isotopes with neutrons.... 72
Kabylbekov K.A., Ashirbaev H. A., Abekova ZH. A., Omashova G.Sh., Kydyrbekova Zh. B., Dzhumagalieva A.I. The organization of performance of computer laboratory operation on examination of isothermal curves real gaza..... 77
Kalmurzayev B.S. On assessments of ebmeddability L_m^0 in rogers semilattice of two-element families of sets in the Hierarchy of Ershov…… 83
Ryabikin Y.A., Rakymetov B.A., Baytimbetova B.A., Aytmukan T., Klimenov V.V., Muratov D.A., Mereke A.U., Umirzakov A.U. Identification of capabilities of the EPR method in studying porous nickel anodes based on definition of paramagnetic characteristics of carbon films…… 91
Baitimbetova B.A., Ryabikin Yu.A., Rachmetov B.A. Production of graphene structures in the graphite with an aromatic hydrocarbon on exposure to ultrasonic fields and investigation of their EPR…… 99
Burtebayev N., Kerimkulov Zh.K., Alimov D.K., Otarbayeva A.M., Mukhamejanov Y.S., Janseitov D.M. Study of elastic scattering of deuterons from ^{6}Li at energy 18 MeV..... 104
Dzhumabaev D.S., Temesheva S.M. Approximation of problem for finding the bounded solution to system of nonlinear loaded differential equations..... 113
Zhavrin Yu.I., Kosov V.N., Moldabekova M.S., Asembaeva M.K., Fedorenko O.V., Mukamedenkyzy V. Trace coefficients of components of some natural gaseous mixtures diffusing into the air..... 120
Shinibaev M.D., Dairbekov S.S., Zholdasov S.A., Myrzakasova G.E., Aliaskarov D.R., Shekerbekova S.A., Sadybek A.G. Use of the new version of the problem of two centers in the three-body problem..... 127
Shaldanbayev A. Sh., Akylbayev M., Saprunova M.B. About an advance of waves on an explosive string.....137
Jakupov K.B. About $k-\varepsilon$, les, reynolds and power model..... 144
Mazakova B.M., Zhakypov A.T., Abdikerimova G.B. The spacecraft's orbit consecution based on open source data..... 159
Saprunova M.B., Akylbayev M., Shaldanbayev A. Sh. About one way of protection of information transfer..... 164
Smagulova L.A., Issayeva G.B. Features of the learning technologies used in teaching programming.....173
Yeskaliyev M.Ye. Boundary element method for the approximate solution of the problem caused by the action of a loaded element..... 180
Mindetbayeva A.A., Musahanova M.A. Creation of the of a software complex for extracurricular activities on informatics..... 187

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, А.Е. Бейсебаева*
Верстка на компьютере *А.М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 01.02.2017.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
11,4 п.л. Тираж 300. Заказ 1.

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