

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

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

## ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА  
СЕРИЯСЫ**



**СЕРИЯ**

**ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ**



**PHYSICO-MATHEMATICAL  
SERIES**

**2 (312)**

**НАУРЫЗ – СӘУІР 2017 Ж.**

**МАРТ – АПРЕЛЬ 2017 г.**

**MARCH – APRIL 2017**

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

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

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

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

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

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

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Физика-математикалық сериясы».

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

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

Мерзімділігі: жылына 6 рет.  
Тиражы: 300 дана.

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

**Джумадилаев 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](http://www.nauka-nanrk.kz) / [physics-mathematics.kz](http://physics-mathematics.kz)

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017

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

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

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

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

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

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

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

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

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

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

---

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

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

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 2, Number 312 (2017), 12 – 17

UDK 517.956

A.T. Assanova<sup>1</sup>, A.E. Imanchiev<sup>2</sup>, Zh.M. Kadirbayeva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of mathematics and mathematical modeling, Almaty,

<sup>2</sup>K.Zhubanov Aktobe regional state university, Aktobe,

E-mail: [assanova@math.kz](mailto:assanova@math.kz), [imanchiev\\_ae@mail.ru](mailto:imanchiev_ae@mail.ru), [apelman86pm@mail.ru](mailto:apelman86pm@mail.ru)

ON THE UNIQUE SOLVABILITY OF A MULTI-POINT  
PROBLEM FOR SYSTEM OF THE LOADED  
DIFFERENTIAL EQUATIONS HYPERBOLIC TYPE

**Annotation.** The nonlocal multi-point problem for the system of loaded differential equations of hyperbolic type second order is considered. The load lines in the system of equations and lines that given of the boundary conditions, can be arranged as you like. The considered problem is reduced to an equivalent multi-point problem with parameter by introducing a new unknown function instead of a loaded term in the system of equations. The problem with parameter consists of a nonlocal problem for a system of hyperbolic equations with parameter and the functional relation. Algorithms for finding an approximate solution of the equivalent problem with parameter are constructed and the conditions for their convergence are set. Sufficient conditions for the existence of unique solution to the problem with parameter are established. Conditions of existence of unique classical solution to the multi-point problem for the system of loaded differential equations of hyperbolic type are obtained in the terms of initial data. Earlier, the method of reduced to an equivalent family of problems for partial differential equations is applied to study of this problem. Sufficient conditions for the existence unique classical solution of this problem are find in the terms of some matrix compiled by the initial data.

This results are partially supported by grant of the Ministry education and science of Republic Kazakhstan No 0822 / ГФ4.

**Key words:** nonlocal multi-point problem, system of loaded differential equations, system of hyperbolic equations, parameter, algorithm, approximate solution, unique solvability.

*Problem statement.* Consider the nonlocal multi-point problem for the system of loaded differential equations of hyperbolic type second order on the rectangular domain  $\Omega = [0, T] \times [0, \omega]$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t \partial x} = A(t, x) \frac{\partial u}{\partial x} + B(t, x) \frac{\partial u}{\partial t} + C(t, x)u + f(t, x) + \sum_{i=1}^k \left\{ P_i(x) \frac{\partial u(t, x)}{\partial x} \Big|_{t=\theta_i} + Q_i(x) \frac{\partial u(t, x)}{\partial t} \Big|_{t=\theta_i} + S_i(x)u(\theta_i, x) \right\}, \quad (1)$$

$$u(t, 0) = \psi(t), \quad t \in [0, T], \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^m \left\{ K_j(x) \frac{\partial u(t, x)}{\partial x} \Big|_{t=t_j} + L_j(x) \frac{\partial u(t, x)}{\partial t} \Big|_{t=t_j} + M_j(x)u(t_j, x) \right\} = \varphi(x), \quad x \in [0, \omega], \quad (3)$$

where  $u = \text{col}(u_1, u_2, \dots, u_n)$  is unknown function, the  $(n \times n)$  matrices  $A(t, x)$ ,  $B(t, x)$ ,  $C(t, x)$ ,  $P_i(x)$ ,  $Q_i(x)$ ,  $S_i(x)$ ,  $i = \overline{1, k}$ ,  $K_j(x)$ ,  $L_j(x)$ ,  $M_j(x)$ ,  $j = \overline{1, m}$ , the  $n$  vector functions  $f(t, x)$ ,  $\varphi(x)$  are continuous on  $\Omega$ ,  $[0, \omega]$ , respectively, the load lines  $0 < \theta_1 < \theta_2 < \dots < \theta_{k-1} < \theta_k < T$ , the

lines in the boundary condition  $0 = t_1 < t_2 < \dots < t_{m-1} < t_m = T$ ,  $n$  vector function  $\psi(t)$  is continuously differentiable on  $[0, T]$ .

Let  $C(\Omega, R^n)$  ( $C([0, \omega], R^n)$ ) be a space of continuous on  $\Omega$  ( $[0, \omega]$ ) vector functions  $u(t, x)$  ( $\varphi(x)$ ) with norm  $\|u\|_0 = \max_{(t,x) \in \Omega} \|u(t, x)\|$  ( $\|\varphi\|_1 = \max_{x \in [0, \omega]} \|\varphi(x)\|$ ).

A function  $u(t, x) \in C(\Omega, R^n)$ , having the partial derivatives  $\frac{\partial u(t, x)}{\partial x} \in C(\Omega, R^n)$ ,  $\frac{\partial u(t, x)}{\partial t} \in C(\Omega, R^n)$ ,  $\frac{\partial^2 u(t, x)}{\partial t \partial x} \in C(\Omega, R^n)$  is called classical solution to problem (1)–(3), if its is satisfied of system (1) for all  $(t, x) \in \Omega$ , and boundary condition (2) and multi-point condition (3).

The questions for the existence of unique solution and the construction of algorithms for finding approximate solutions to problem (1)–(3) are investigated. Loaded partial differential equations arise in the study of various processes of physics, chemistry, biology, ecology and others [1-9]. A special role is played of a loaded hyperbolic equations and boundary value problems for them. Some classes nonlocal and boundary value problems for the loaded differential equations of hyperbolic type studied in the papers [10-14]. We can also find a bibliography and analysis results with respect to the loaded differential equations in the works [1-5]. Multi-point problems for the differential equations frequently appear in the study of natural science and engineering problems [15, 16]. Multi-point problems for the ordinary differential equations and equations of hyperbolic type are considered in the papers [17-22]. Questions of existence, uniqueness and continuous dependence of solution from data for the new classes of nonlocal problems for the system of loaded hyperbolic equations second-order are important and urgent problems of the theory of nonlocal problems for the loaded differential equations.

In present paper the results for nonlocal problems with integral conditions for the system of hyperbolic equations with mixed derivatives are developed to a class of multi-point problems for the system of loaded hyperbolic equations. Algorithms of finding approximate solutions of multi-point problem for the system of loaded hyperbolic equations are constructed and their convergence is proved.

*Reduction to an equivalent problem with parameter.* We introduce a special loading function  $L(x) = \sum_{i=1}^k \left\{ P_i(x) \frac{\partial u(t, x)}{\partial x} \Big|_{t=\theta_i} + Q_i(x) \frac{\partial u(t, x)}{\partial t} \Big|_{t=\theta_i} + S_i(x) u(\theta_i, x) \right\}$  and problem (1)–(3) is reduced to the following equivalent problem

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t \partial x} = A(t, x) \frac{\partial u}{\partial x} + B(t, x) \frac{\partial u}{\partial t} + C(t, x) u + L(x) + f(t, x), \quad (4)$$

$$u(t, 0) = \psi(t), \quad t \in [0, T], \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^m \left\{ K_j(x) \frac{\partial u(t, x)}{\partial x} \Big|_{t=t_j} + L_j(x) \frac{\partial u(t, x)}{\partial t} \Big|_{t=t_j} + M_j(x) u(t_j, x) \right\} = \varphi(x), \quad x \in [0, \omega], \quad (6)$$

$$L(x) = \sum_{i=1}^k \left\{ P_i(x) \frac{\partial u(t, x)}{\partial x} \Big|_{t=\theta_i} + Q_i(x) \frac{\partial u(t, x)}{\partial t} \Big|_{t=\theta_i} + S_i(x) u(\theta_i, x) \right\}, \quad x \in [0, \omega]. \quad (7)$$

A pair functions  $(u^*(t, x), L^*(x))$ , where  $u^*(t, x) \in C(\Omega, R^n)$ ,  $L^*(x) \in C([0, \omega], R^n)$ , is called a solution to problem (4)–(7), if the function  $u^*(t, x)$  has a partial derivatives  $\frac{\partial u^*(t, x)}{\partial x} \in C(\Omega, R^n)$ ,

$\frac{\partial u^*(t, x)}{\partial t} \in C(\Omega, R^n)$ ,  $\frac{\partial^2 u^*(t, x)}{\partial t \partial x} \in C(\Omega, R^n)$ , satisfies to system (4) for all  $(t, x) \in \Omega$  and

$L(x) = L^*(x)$ , the boundary condition (5), the multi-point condition (6) and relation for loading function (7) are valid.

At fixed  $L(x)$  the problem (4)—(6) is nonlocal problem for the system of hyperbolic equations with mixed derivatives [22]. In this work were studied of the questions for existence of unique classical solution to the investigated problem. Conditions of unique solvability to considered problem were established and the algorithms for finding its solutions are proposed. Further, for investigating to the problem (4)—(7) we applied the method of introduction functional parameters [23-38]. Problem (1)—(3) is studied in [39] by reducing the equivalent family of problems for partial differential equations with parameters.

*Scheme of the method of introduction functional parameter.* Introduce a new unknown parameter  $\lambda(x)$  as value of function  $u(t, x)$  for  $t = 0$ :  $\lambda(x) = u(0, x)$ . We replace  $u(t, x) = \tilde{u}(t, x) + \lambda(x)$  in the problem (4)—(7) and pass to the following equivalent problem

$$\frac{\partial^2 \tilde{u}}{\partial t \partial x} = A(t, x) \frac{\partial \tilde{u}}{\partial x} + B(t, x) \frac{\partial \tilde{u}}{\partial t} + C(t, x) \tilde{u} + A(t, x) \dot{\lambda}(x) + C(t, x) \lambda(x) + L(x) + f(t, x), \quad (8)$$

$$\tilde{u}(0, x) = 0, \quad x \in [0, \omega], \quad (9)$$

$$\tilde{u}(t, 0) = \psi(t) - \psi(0), \quad t \in [0, T], \quad (10)$$

$$\sum_{j=1}^m K_j(x) \dot{\lambda}(x) + \sum_{j=1}^m M_j(x) \lambda(x) + \sum_{j=2}^m \{K_j(x) \tilde{v}(t_j, x) + M_j(x) \tilde{u}(t_j, x)\} + \sum_{j=1}^m L_j(x) \tilde{w}(t_j, x) = \varphi(x),$$

$$x \in [0, \omega], \quad (11)$$

$$L(x) = \sum_{i=1}^k \{P_i(x) \dot{\lambda}(x) + P_i(x) \tilde{v}(\theta_i, x) + Q_i(x) \tilde{w}(\theta_i, x) + S_i(x) \lambda(x) + S_i(x) \tilde{u}(\theta_i, x)\}, \quad x \in [0, \omega], \quad (12)$$

where  $\tilde{v}(t, x) = \frac{\partial \tilde{u}(t, x)}{\partial x}$ ,  $\tilde{w}(t, x) = \frac{\partial \tilde{u}(t, x)}{\partial t}$ .

A triple functions  $(\tilde{u}^*(t, x), \lambda^*(x), L^*(x))$ , where  $\tilde{u}^*(t, x) \in C(\Omega, R^n)$ ,  $\lambda^*(x) \in C([0, \omega], R^n)$ ,  $L^*(x) \in C([0, \omega], R^n)$ , is called a solution to problem (8)—(12), if the function  $\tilde{u}^*(t, x)$  has a partial derivatives  $\frac{\partial \tilde{u}^*(t, x)}{\partial x} \in C(\Omega, R^n)$ ,  $\frac{\partial \tilde{u}^*(t, x)}{\partial t} \in C(\Omega, R^n)$ ,  $\frac{\partial^2 \tilde{u}^*(t, x)}{\partial t \partial x} \in C(\Omega, R^n)$ , satisfies of system (8) for all  $(t, x) \in \Omega$  and  $\lambda(x) = \lambda^*(x)$ ,  $L(x) = L^*(x)$ , the conditions on the characteristics (9), (10), relation for functional parameter (11) and relation for loading function (12) are true.

The initial data of problem satisfies of the compatibility condition in the point  $(0, 0)$  :

$$\lambda(0) = \psi(0). \quad (13)$$

At fixed  $\lambda(x)$ ,  $L(x)$  problem (8)—(10) is Goursat problem for the system of hyperbolic equations with mixed derivatives. Relations (11) and (12) allow us to determine of the unknown parameters  $\lambda(x)$ ,  $L(x)$ .

*Algorithms for finding approximate solution to problem (8)—(12).* The solution to problem (8)—(12) is triple functions  $(\tilde{u}^*(t, x), \lambda^*(x), L^*(x))$ , which we determine as a limit of the sequence of triples functions  $(\tilde{u}^{(s)}(t, x), \lambda^{(s)}(x), L^{(s)}(x))$ ,  $s = 0, 1, 2, \dots$ , based on the following algorithm:

*Step 0.* 1) Suppose that  $\tilde{u}(t, x) = \psi(t) - \psi(0)$ ,  $\tilde{v}(t, x) = 0$ ,  $\tilde{w}(t, x) = \dot{\psi}(t)$ ,  $L(x) = 0$  in the relation (11), and solving Cauchy problem for system of ordinary differential equations (11), (13) we find initial approximation of parameter  $\lambda^{(0)}(x)$  for all  $x \in [0, \omega]$ . 2) Suppose that  $\lambda(x) = \lambda^{(0)}(x)$ ,

$\dot{\lambda}(x) = \dot{\lambda}^{(0)}(x)$ ,  $L(x) = 0$  in the system (8) and solving Goursat problem for system of hyperbolic equations (8)—(10), we find  $\tilde{u}^{(0)}(t, x)$  and its derivatives  $\tilde{v}^{(0)}(t, x)$ ,  $\tilde{w}^{(0)}(t, x)$  для всех  $(t, x) \in \Omega$ . 3) From relation (12) for  $\lambda(x) = \lambda^{(0)}(x)$ ,  $\dot{\lambda}(x) = \dot{\lambda}^{(0)}(x)$ ,  $\tilde{u}(t, x) = \tilde{u}^{(0)}(t, x)$ ,  $\tilde{v}(t, x) = \tilde{v}^{(0)}(t, x)$ ,  $\tilde{w}(t, x) = \tilde{w}^{(0)}(t, x)$ , we determine initial approximation of loading function  $L^{(0)}(x)$  for all  $x \in [0, \omega]$ . And so on.

*Step s.* 1) Suppose that  $\tilde{u}(t, x) = \tilde{u}^{(s-1)}(t, x)$ ,  $\tilde{v}(t, x) = \tilde{v}^{(s-1)}(t, x)$ ,  $\tilde{w}(t, x) = \tilde{w}^{(s-1)}(t, x)$ ,  $L(x) = L^{(s-1)}(x)$  in the relation (11), and solving Cauchy problem for system of ordinary differential equations (11), (13) we find  $\lambda^{(s)}(x)$  for all  $x \in [0, \omega]$ . 2) Suppose that  $\lambda(x) = \lambda^{(s)}(x)$ ,  $\dot{\lambda}(x) = \dot{\lambda}^{(s)}(x)$ ,  $L(x) = L^{(s-1)}(x)$  in the system (8) and solving Goursat problem for system of hyperbolic equations (8)—(10) we find  $\tilde{u}^{(s)}(t, x)$  and its derivatives  $\tilde{v}^{(s)}(t, x)$ ,  $\tilde{w}^{(s)}(t, x)$  for all  $(t, x) \in \Omega$ . 3) From relation (12) for  $\lambda(x) = \lambda^{(s)}(x)$ ,  $\dot{\lambda}(x) = \dot{\lambda}^{(s)}(x)$ ,  $\tilde{u}(t, x) = \tilde{u}^{(s)}(t, x)$ ,  $\tilde{v}(t, x) = \tilde{v}^{(s)}(t, x)$ ,  $\tilde{w}(t, x) = \tilde{w}^{(s)}(t, x)$ , we determine  $s$  th approximation of loading function  $L^{(s)}(x)$  for all  $x \in [0, \omega]$ ,  $s = 1, 2, 3, \dots$

Conditions of the feasibility and convergence of the proposed algorithm are established. These conditions are also conditions of the existence unique solution to problem (8)—(12) and unique solvability to the original problem (1)--(3).

#### REFERENCES

- [1] Nakhushev A.M. Equations of mathematical biology. M.: Vyshaiya shkola, **1995**. (in Russ.)
- [2] Dzhernaliev M.T. To the theory linear boundary value problems for loaded differential equations. Almaty: Computenryi centr ITPM, **1995**. (in Russ.)
- [3] Nakhushev A.M. Problems with replacement for partial differential equations. M.: Nauka, **2006**. (in Russ.)
- [4] Dzhernaliev M.T., Ramazanov M.I. Loaded equations as perturbations of differential equations. Almaty: Gylym, **2010**. (in Russ.)
- [5] Nakhushev A.M. Loaded equations and their applications. M.: Nauka, **2012**. (in Russ.)
- [6] Bakirova E.A. About of a criteria of unique solvability of two-point boundary value problem for system of loaded differential equations // Izvestiya NAN RK. Ser.phyz.-matem. **2005**. No 1. P.95-102. (in Russ.)
- [7] Bakirova E.A. About of a necessary and sufficient conditions of unique solvability of two-point boundary value problem for loaded differential equations // Mathematical journal. **2005**. Vol. 5. No 3. P.25-34. (in Russ.)
- [8] Kadirbayeva Zh.M. About of one algorithm for finding solution of linear two-point boundary value problem for loaded differential equations // Mathem. journal. **2009**. Vol.9. No 2(32). P.64-70. (in Russ.)
- [9] Kadirbayeva Zh.M. About of a necessary and sufficient conditions of unique solvability of two-point boundary value problem for loaded differential equations // Mathem. journal. **2009**. Vol.9. No 4(34). P.63-71. (in Russ.)
- [10] Pul'kina L.S. Nonlocal problem for a loaded hyperbolic equation // Trudy MIRAN im.V.A.Steklova. **2002**. Vol.236. P.298-303. (in Russ.)
- [11] Volynskaiya M.G. About of solvability of one mixed problem for a loaded hyperbolic equation // Vestnik SamGU. Estestvenno-nauchn. seria. **2008**. No 6(65). P.40-49. (in Russ.)
- [12] Dzhumabaev D.S. Kadirbayeva Zh.M. On the one approximate method for finding solution of semi-periodic boundary value problem for system of loaded hyperbolic equations // Vestnik KazNU im. al-Farabi. Ser. mathem., mech., inf. **2010**. No 1. P.105-112. (in Russ.)
- [13] Kadirbayeva Zh.M. About of unique solvability of linear nonlocal boundary value problem for system of loaded hyperbolic equations // Izvestiya NAN RK. Ser.phyz.-matem. **2011**. No 5(279). P.19-23. (in Russ.)
- [14] Kadirbayeva Zh.M. On the one approximate method for finding solution of nonlocal boundary value problem for systems of loaded hyperbolic equations // Vestnik KazNU im. al-Farabi. Ser. mathem., mech., inf. **2014**. No 5. P.56-67. (in Russ.)
- [15] Ptachnyk B.I. Ill-posed boundary problems for partial differential equations. Kiev: Nauk. dumka, **1984**. (in Russ.)
- [16] Kiguradze I.T. Boundary value problems for systems of ordinary differential equations // Sovremennye problemy matematiki. Noveishie dostizhenia. M.: Nauka, **1987**. Vol. 30. P.3-103. (in Russ.)
- [17] Mitropol'skii Yu.A., Urmancheva L.B. On the two-point problem for systems of hyperbolic equations // Ukrainian Mathematical Journal. **1990**. Vol.42. No 12. P.1657-1663. (in Russ.)
- [18] Urmancheva L.B. Two-point and multi-point problems for systems of partial differential equations hyperbolic type. Institute of mathematics NASU. Kiev. -1993. Preprint 93.2. 40 p. (in Russ.)
- [19] Dzhumabaev D.S., Imanchiev A.E. Correct solvability of linear multi-point boundary value problem // Mathematical



journal. **2005**. Vol.5. No 1(15). P.30-38. (in Russ.)

[20]Asanova A.T. On the solvability of a family multi-point boundary value problems for a differential equations and their applications to the nonlocal boundary value problems // *Mathematical journal*. **2013**. Vol.13. No 3(49). P.43-55. (in Russ.)

[21]Asanova A.T. Multipoint problem for a system of hyperbolic equations with mixed derivative // *Journal of Mathematical Sciences (United States)*. **2016**. Vol. 212. No 3. P. 213-233.

[22]Asanova A.T., Dzhumabaev D.S. On conditions of the solvability of nonlocal multi-point boundary value problems for quasi-linear systems of hyperbolic equations // *Eurasian Mathematical Journal*. **2015**. Vol. 6. No 4. P. 19-28.

[23]Asanova A.T., Dzhumabaev D.S. Unique solvability of the boundary value problem for systems of hyperbolic equations with data on the characteristics // *Computational Mathematics and Mathematical Physics*. **2002**. Vol. 42. No 11. P. 1609-1621.

[24]Asanova A.T., Dzhumabaev D.S. Correct solvability of a nonlocal boundary value problem for systems of hyperbolic equations // *Doklady Mathematics*. **2003**. Vol. 68. No 1. P. 46-49.

[25]Asanova A.T., Dzhumabaev D.S. Unique solvability of nonlocal boundary value problems for systems of hyperbolic equations // *Differential Equations*. **2003**. Vol. 39. - No 10. P. 1414-1427.

[26]Asanova A.T., Dzhumabaev D.S. Periodic solutions of systems of hyperbolic equations bounded on a plane // *Ukrainian Mathematical Journal*. **2004**. Vol. 56. No 4. P. 682-694.

[27]Asanova A.T., Dzhumabaev D.S. Well-posed solvability of nonlocal boundary value problems for systems of hyperbolic equations // *Differential Equations*. **2005**. Vol. 41. No 3. P. 352-363.

[28]Asanova A.T. A nonlocal boundary value problem for systems of quasilinear hyperbolic // *Doklady Mathematics*. **2006**. Vol. 74. No 3. P. 787-791.

[29]Asanova A.T. On the unique solvability of a family of two-point boundary-value problems for systems of ordinary differential equations // *Journal of Mathematical Sciences*. **2008**. Vol. 150. No 5. P. 2302-2316.

[30]Asanova A.T. On the unique solvability of a nonlocal boundary value problem with data on intersecting lines for systems of hyperbolic equations // *Differential Equations*. **2009**. Vol. 45. No 3. P. 385-394.

[31]Asanova A.T. On a boundary-value problem with data on non-characteristic intersecting lines for systems of hyperbolic equations with mixed derivative // *Journal of Mathematical Sciences (United States)*. **2012**. Vol. 187. No 4. P. 375-386.

[32]Asanova A.T. On a nonlocal boundary-value problem for systems of impulsive hyperbolic equations // *Ukrainian Mathematical Journal*. **2013**. Vol. 65. No 3. P. 349-365.

[33]Asanova A.T., Dzhumabaev D.S. Well-posedness of nonlocal boundary value problems with integral condition for the system of hyperbolic equations // *Journal of Mathematical Analysis and Applications*. **2013**. Vol. 402. No 1. P. 167-178.

[34]Asanova A.T. On a solvability of the nonlocal problem with integral conditions for system of the equations of hyperbolic type // *Mathematical journal*. **2014**. Vol. 14. No 2 (52). P. 21-35. (in Russ.)

[35]Asanova A.T. Well-posed solvability of a nonlocal boundary-value problem for systems of hyperbolic equations with impulse effects // *Ukrainian Mathematical Journal*. **2015**. Vol. 67. No 3. P. 333-346.

[36]Asanova A.T. On solvability of nonlinear boundary value problems with integral condition for the system of hyperbolic equations // *Electronic Journal of Qualitative Theory of Differential Equations*. **2015**. No 63. P. 1-13.

[37]Asanova A.T. Criteria of solvability of nonlocal boundary-value problem for systems of hyperbolic equations with mixed derivatives // *Russian Mathematics*. **2016**. Vol. 60. No 1. P. 1-17.

[38]Assanova A.T. On the solvability of nonlocal boundary value problem for the systems of impulsive hyperbolic equations with mixed derivatives // *Discontinuity, Nonlinearity and Complexity*. **2016**. Vol. 5. No 2. P. 153-165.

[39]Assanova A.T., Imanchiev A.E. On the solvability of a nonlocal boundary value problems for a loaded hyperbolic equations with multi-point conditions // *Bulletin of the Karaganda university. Mathematics series*. **2016**. No 1(81). P. 15-25. (in Russ.)

**А.Т. Асанова<sup>1</sup>, А.Е. Иманчиев<sup>2</sup>, Ж.М. Кадирбаева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Институт математики и математического моделирования МОН РК, Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Актюбинский Региональный Государственный университет имени К.Жубанова, г.Актобе

### **ОБ ОДНОЗНАЧНОЙ РАЗРЕШИМОСТИ МНОГОТОЧЕЧНОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ СИСТЕМЫ НАГРУЖЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ**

**Аннотация.** Рассматривается нелокальная многоточечная задача для системы нагруженных дифференциальных уравнений гиперболического типа второго порядка. Линии нагрузки в системе уравнений и линии, в которых задаются краевые условия, могут располагаться как угодно. Путем введения новой неизвестной функции вместо нагруженной слагаемой исследуемая задача сведена к эквивалентной многоточечной задаче с параметром. Задача с параметром состоит из нелокальной задачи для системы гиперболических уравнений с параметром и функционального соотношения. Построены алгоритмы нахождения приближенного решения эквивалентной задачи с параметром и найдены условия их сходимости. Установлены достаточные условия

существования единственного решения задачи с параметром. Получены условия существования единственного классического решения многоточечной задачи для системы нагруженных дифференциальных уравнений гиперболического типа в терминах исходных данных. Ранее к исследованию рассматриваемой задачи был применен метод сведения к эквивалентному семейству задач для дифференциальных уравнений в частных производных. Были найдены достаточные условия существования единственного классического решения исследуемой задачи в терминах некоторой матрицы, составляемой по исходным данным.

**Ключевые слова:** нелокальная многоточечная задача, система нагруженных дифференциальных уравнений, система гиперболических уравнений, параметр, алгоритм, приближенное решение, однозначная разрешимость.

А.Т. Асанова<sup>1</sup>, А.Е. Иманчиев<sup>2</sup>, Ж.М. Қәдірбаева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>БЖФМ Математика және математикалық модельдеу институты, Алматы, Қазақстан

<sup>2</sup>Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе Өңірлік Мемлекеттік университеті, Ақтөбе қ.

### ЖҮКТЕЛГЕН ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕНДЕУЛЕР ЖҮЙЕСІ ҮШІН КӨПНҮКТЕЛІ ЕСЕПТІҢ БІРМӘНДІ ШЕШІМДІЛІГІ ТУРАЛЫ

**Аннотация.** Екінші ретті гиперболалық тектес жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін бейлокал көпнүктелі есеп қарастырылады. Жүктеу сызықтары мен шеттік шарттар берілген сызықтар кез келген түрде орналасуы мүмкін. Жүктелген қосылғыштың орнына жаңа белгісіз функция енгізу жолымен зерттеліп отырған есеп пара-пара көпнүктелі параметрі бар есепке келтірілген. Параметрі бар есеп гиперболалық теңдеулер жүйесі үшін параметрі бар бейлокал есептен және функционалдық қатынастан тұрады. Параметрі бар пара-пара есептің жуық шешімін табу алгоритмдері тұрғызылған және олардың жинақтылық шарттары табылған. Параметрі бар есептің жалғыз шешімінің бар болуының жеткілікті шарттары тағайындалған. Гиперболалық тектес жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін көпнүктелі есептің жалғыз классикалық шешімінің бар болуының шарттары бастапқы берілімдер терминінде алынған. Қарастырылып отырған есепті зерттеу үшін бұрын дербес туындылы дифференциалдық теңдеулер үшін есептер әулетіне келтіру әдісі пайдаланылған болатын. Зерттеліп отырған есептің жалғыз классикалық шешімінің бар болуының шарттары бастапқы берілімдер арқылы тұрғызылатын матрица терминінде табылған.

**Кілттік сөздер:** бейлокал көпнүктелі есеп, жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесі, гиперболалық теңдеулер жүйесі, параметр, алгоритм, жуық шешім, бірімәнді шешімділік.

---



---

**МАЗМҰНЫ**

<i>Джумабаев Д.С., Жармагамбетов А.С.</i> Фредгольм интегро-дифференциалдық теңдеуі үшін сызықтық шеттік есепті шешудің сандық әдісі.....	5
<i>Асанова А.Т., Иманчиев А.Е., Қәдірбаева Ж.М.</i> Жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін көпнүктелі есептің бірмәнді шешілімділігі туралы .....	12
<i>Дауылбаев М. К., Джумабаев Д. С., Атахан Н.</i> Сингулярлы ауытқыған интегралды-дифференциалдық теңдеуге арналған шекаралық есептің асимптотикалық бейнелеуі.....	18
<i>Асқарова Ә.С., Бөлегенова С.Ә., Бөлегенова С.Ә., Максимов В.Ю., Оспанова Ш.С.</i> ПК-39 және БКЗ-160 қазандықтарының жану камераларының аэродинамикасы мен жылу масса алмасуын зерттеу.....	27
<i>Абишев М.Е., Токтарбай С., Абылаева А.Ж., Талхат А.З., Белсарова Ф.Б.</i> Екі массивті айналмалы дене өрісіндегі айналмалы сынақ дене орбитасының орнықтылығы.....	39
<i>Ақжігітова Э.М., Құрманғалиева В.О., Арбузов А.Б.</i> Мюонның радиациялық ыдырауын модельден тәуелсіз түрде сипаттау .....	54
<i>Асқарова Ә.С., Бөлегенова С.Ә., Бөлегенова С.Ә., Максимов В.Ю., Оспанова Ш.С.</i> ПК-39 қазандығының жану камерасындағы шаң тозанды көмір отынын жағу процесін сандық модельдеу.....	58
<i>Әбішев М., Малыбаев А., Кеведо Э.</i> Мінсіз газдың геометротермодинамикасы.....	64
<i>Шыныбаев М.Д., Беков А.А., Рахимжанов Б.Н., Моминов С.Б., Сәдібек А.Ж., Дауырбеков С.С., Жолдасов С.А.</i> Хилдың екінші есебіндегі ұйытқулы шеңбер типтес орбиталар.....	69
<i>Асқарова А.С., Бөлегенова С.А., Бөлегенова С.А., Максимов В.Ю., Максұтханова А.М., Турбекова А.Г., Бейсенов Х.И.</i> БКЗ-160 жану камерасындағы термохимиялық-газдандырылған көмір жануын зерттеудің есептеу эксперименті.....	75
<i>Салғараева Г.И., Базарбаева А.</i> Білім берудегі Steam жүйесі және робототехника.....	81
<i>Ақылбаев М.И., Пархатова С., Шалданбаев А.Ш.</i> Бірлесіп толыққан операторлар .....	87
<i>Шыныбаев М.Д., Дауырбеков С.С., Жолдасов С.А., Алиасқаров Д.Р., Мырзақасова Г.Е., Сәдібек А.Ж.</i> Жердің жасанды серігінің сәуле қысымынан алған ұйытқуын Делоне элементтерінде есепке алу.....	99
<i>Қабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Абекова Ж.А., Омашова Г.Ш., Қыдырбекова Ж.Б., Джумағалиева А.И.</i> Соққы құбылысын зерттеуге арналған компьютерлік зертханалық жұмысты ұйымдастырудың бланкі үлгісі.....	104
<i>Қожамқұлова Ж.Ж., Аманкелдіқызы Н., Кабаева Д.А.</i> Болашақ мұғалімдерді кәсіби дайындауда қолданылатын ақпараттық технологиялар және олардың даму болашағы.....	110
<i>Қошанов Б.Д., Әділбеков Е.Н., Дүйсен Е.</i> Шектелмеген облыста пуассон және Бигармониалы теңдеулер үшін Дирихле есебі шешімдер кеңістігінің өлшемі – I.....	116
<i>Қошанов Б.Д., Әділбеков Е.Н., Дүйсен Е.</i> Шектелмеген облыста Пуассон және бигармониалы теңдеулер үшін Дирихле есебі шешімдер кеңістігінің өлшемі – II.....	126
<i>Сапрыгина М.Б., Ақылбаев М.И., Шалданбаев А.Ш.</i> Штурм-Лиувилл операторының периодты кері есебі.....	132
<i>Қойшыева Т.Қ., Қожамқұлова Ж.Ж., Сабит Б.</i> Жоғары оқу орнында болашақ мұғалімдерді объектілі-бағдарлы жобалау негізінде кәсіби дайындау моделі.....	146
<i>Исаева Г.Б., Бейсенова А.М.</i> Виртуалды машина және виртуалды машина ерекшеліктері мен виртуалдану деңгейлері жайлы жалпы мәселелер.....	153
<i>Сарсенбаев Х.А., Хамзина Б.С., Колдасова Г.А., Исаева Г.Б.</i> Көлденең ұңғымалардың өнімдік қабатын тиімді ашу үшін биополимерлі бұрғылау ерітіндісін қолдану.....	161
<b>Ғалымды еске алу</b>	
Э.Г. Боос.....	166

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Джумабаев Д.С., Жармагамбетов А.С.</i> Численный метод решения линейной краевой задачи для интегро-дифференциального уравнения Фредгольма.....	5
<i>Асанова А.Т., Иманчиев А.Е., Кадирбаева Ж.М.</i> Об однозначной разрешимости многоточечной задачи для системы нагруженных дифференциальных уравнений.....	12
<i>Дауылбаев М. К., Джумабаев Д. С., Атахан Н.</i> Асимптотическое представление сингулярно возмущенных краевых задач для интегро-дифференциальных уравнений.....	18
<i>Аскарова А.С., Болегенова С.А., Болегенова С.А., Максимов В.Ю., Оспанова Ш.С.</i> Исследование аэродинамики и теплообмена в топочных камерах котлов ПК-39 и БКЗ-160.....	27
<i>Абишев М.Е., Токтарбай С., Абылаева А.Ж., Талхат А.З., Белисарова Ф.Б.</i> Устойчивость орбиты вращательного движения пробного тела в поле двух массивных вращающихся тел.....	39
<i>Акжигитова Э.М., Курмангалиева В.О., Арбузов А.Б.</i> Описание радиоационного распада мюона в модельно – независимом подходе.....	54
<i>Аскарова А.С., Болегенова С.А., Болегенова С.А., Максимов В.Ю., Шортанбаева Ж.К.</i> Численное моделирование процессов сжигания пылеугольного топлива в топочной камере котла ПК 39.....	58
<i>Абишев М., Мальбаев А., Кеведо Э.</i> Геометротермодинамика идеального газа.....	64
<i>Шинибаев М.Д., Беков А.А., Рахимжанов Б.Н., Моминов С.Б., Садыбек А.Ж., Даиырбеков С.С., Жолдасов С.А.</i> Возмущенная орбита кругового типа во второй задаче Хилла.....	69
<i>Аскарова А.С., Болегенова С.А., Болегенова С.А., Максимов В.Ю., Максутханова А.М., Турбекова А.Г., Бейсенов Х.И.</i> Вычислительный эксперимент по исследованию горения термохимически-газифицированного угля в топочной камере котла БКЗ-160.....	75
<i>Салгараева Г.И., Базарбаева А.</i> Система Steam в образовании и робототехника.....	81
<i>Ақылбаев М.И., Пархатова С., Шалданбаев А.Ш.</i> О совместно полных операторах Штурма-Лиувилля.....	87
<i>Шинибаев М.Д., Даирбеков С.С., Жолдасов С.А., Алиаскаров Д.А., Мырзакасова Г.Е., Садыбек А.Ж.</i> Возмущения спутника земли от светового давления в элементах Делоне.....	99
<i>Кабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Абекова Ж.А., Омашова Г.Ш., Кыдырбекова Ж.Б., Джумагалиева А.И.</i> Организация выполнения компьютерной лабораторной работы по исследованию явления биения.....	104
<i>Кожамкулова Ж.Ж., Аманкелдикызы Н., Кабаева Д.А.</i> Информационные технологии, используемые при подготовке будущих педагогов, и их развитие.....	110
<i>Кошанов Б.Д., Адильбеков Е.Н., Дуйсен Е.</i> Размерность пространства решений задачи Дирихле для уравнений Пуассона и бигармонического уравнения в неограниченной области- I.....	116
<i>Кошанов Б.Д., Адильбеков Е.Н., Дуйсен Е.</i> Размерность пространства решений задачи Дирихле для уравнений Пуассона и бигармонического уравнения в неограниченной области- II.....	126
<i>Сапрыгина М.Б.<sup>1</sup>, Акылбаев М.И., Шалданбаев А.Ш.</i> Обратная периодическая задача оператора Штурма-Лиувилля.....	132
<i>Койшиева Т.К., Кожамкулова Ж.Ж., Сабит Б.</i> Профессиональная подготовка будущих преподавателей в высших учебных заведениях на основе объектно-ориентированного проектирования.....	146
<i>Исаева Г.Б., Бейсенова А.М.</i> Виртуальные машины, преимущества виртуальных машин и уровни виртуализации...153	
<i>Сарсенбаев Х.А., Хамзина Б.С., Колдасова Г.А., Исаева Г.Б.</i> Применение биополимерных буровых растворов для эффективного вскрытия продуктивных горизонтов горизонтальных скважин.....	161
<b>Памяти ученого</b>	
Краткий очерк научной и общественной деятельности академика Национальной академии наук Республики Казахстан Э.Г.Бооса.....	166

## CONTENTS

<i>Dzhumabaev D.S., Zharmagambetov A.S.</i> Numerical method for solving a linear boundary value problem for fredholm integro-differential equations.....	5
<i>Assanova A.T., Imanchiev A.E., Kadirbayeva Zh.M.</i> On the unique solvability of a multi-point problem for system of the loaded differential equations hyperbolic type .....	12
<i>Dauylbayev M. K., Dzhumabaev D. S., Atakhan N.</i> Asymptotical representation of singularly perturbed boundary value problems for integro-differential equations .....	18
<i>Askarova A.S., Bolegenova S.A., Bolegenova S.A., Maximov V.Yu., Ospanova Sh.S.</i> Investigation of aerodynamics and heat and mass transfer in the combustion chambers of the boilers PK-39 and BKZ-160.....	27
<i>Abishev M.E., Toktarbay S., Abylayeva A.Zh., Talkhat A.Z., Belissarova F.B.</i> The orbital stability of the motion of a test particle in a field of two massive rotating bodies.....	39
<i>Akzhigitova E.M., Kurmangalieva V.O., Arbuzov A.B.</i> Description of radiative muon decay using model-independent approach.....	54
<i>Askarova A.S., Bolegenova S.A., Bolegenova S.A., Maximov V.Yu., Shortanbaeva Zh.K.</i> Numerical modeling of burning pulverized coal in the combustion chamber of the boiler PK 39.....	58
<i>Abishev M., Malybayev A., Quevedo H.</i> Geometrothermodynamics of the ideal gas .....	64
<i>Shinibaev M.D., Bekov A.A., Rahimganov B.N., Mominov S.B., Sadybek A.G., Dairbekov S.S., Zholdasov S.A.</i> Perturbed orbit of a circular type for the Hill second task .....	69
<i>Askarova A.S., Bolegenova S.A., Bolegenova S.A., Maximov V.Yu., Maxutkhanova A.M., Turbekova A.G., Beisenov Kh.I.</i> A Computational experiment for studying the combustion of thermochemically-gasified coal in the combustion chamber of the boiler BKZ-160.....	75
<i>Salgarayeva G.I., Bazarbayeva A.</i> Steam system in education and robotics.....	81
<i>Akylbayev M. I., Parkhatova S., Shaldanbayev A.Sh.</i> On jointly completeness of Sturm-Liouville operators.....	87
<i>Shinibaev M.D., Dairbekov S.S., Zholdasov S.A., Aliaskarov D.A., Myrzakasova G.E., Sadybek A.G.</i> Perturbations satellites from the light pressure in the delaunay elements.....	99
<i>Kabyrbekov K.A., Ashirbaev H. A., Abekova Zh. A., Omashova G.Sh., Kydyrbekova Zh. B., Dzhumagalieva A.I.</i> The organization of performance of computer laboratory operation on examination of the phenomenon of palpation.....	104
<i>Kozhamkulova Zh.Zh., Amankeldikyzy N., Kabaeva D.A.</i> Information technology used in the preparation of future teachers and their development.....	110
<i>Koshanov B.D., Adilbekov E.N., Duysen E.</i> The dimension of the space solutions of the dirichlet problem for the Poisson and biharmonic equations in unbounded Domains – I.....	116
<i>Koshanov B.D., Adilbekov E.N., Duysen E.</i> The dimension of the space solutions of the Dirichlet problem for the Poisson and biharmonic equations in unbounded domains – II.....	126
<i>Saprigina M.B., Akylbayev M. I., Shaldanbayev A.Sh.</i> The inverse periodic problem of the Sturm-Liouville operator.....	132
<i>Koyschieva T.K., Kozhamkulova Zh.Zh., Sabit B.</i> Training in higher education for future teachers on the basis of object-oriented design.....	146
<i>Issayeva G.B., Beisenova A.M.</i> The virtual machines, advantages of the virtual machines and virtualization levels.....	153
<i>Sarsenbayev Kh.A., Khamzina B.S., Koldassova G.A., Issayeva G.B.</i> Application of biopolymer drilling fluid for effective opening productive horizons horizontal wells.....	161
<b>The memory of the scientist</b>	
E. G. Boos .....	166

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

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

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

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](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.nauka-nanrk.kz)

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

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

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

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

---

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