

Міністерство освіти і науки України
Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаника
Вінницький національний технічний університет
Центр математичного моделювання ІППММ
ім. Я.С.Підстригача НАН України
AGH науково-технологічний університет
ім. Ст.Сташіца, Польща
Представництво "Польська академія наук" в Києві
Лудзький університет, Польща
Інститут кібернетики НАН України
Національний авіаційний університет
Фінансово-економічний інститут Таджикистану
Економічна академія "Д.А.Ценов", Болгарія
Харківський національний університет радіоелектроніки
НДІ інтелектуальних комп'ютерних систем ТНЕУ та ІК НАН України
Новий університет Лісабона, Португалія
Азербайджанська державна нафтова академія
Об'єднаний інститут проблем інформатики НАН Білорусі
Інститут інженерів з електротехніки
та електроніки (ІЕЕЕ), Українська секція
Асоціація "Інформаційні технології України"
Громадська організація "Івано-Франківський ІТ кластер"

"ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ"

**матеріали
міжнародної науково-практичної конференції**

**6-8 липня 2023 року
Івано-Франківськ**

"INFORMATION TECHNOLOGIES AND COMPUTER MODELLING"
proceedings
of the International Scientific Conference
2023, July, 6th to 8th
Ivano-Frankivsk

Івано-Франківськ - 2023

Основні напрямки роботи

Секція 1 Інформаційні технології в технічних, системах спеціального призначення, соціумі, освіті, медицині, економіці, управлінні, екології та юриспруденції

Секція 2 Теорія інформації, кодування, перетворення форми, цифрової обробки та ущільнення інформації

Секція 3 Системний аналіз

Секція 4 Глибинний аналіз та організація даних, Big Data, системи штучного інтелекту, Smart додатки

Секція 5 Кібербезпека

Секція 6 Архітектура та компоненти комп'ютерних систем та мереж

Секція 7 Математичне та комп'ютерне моделювання складних систем

Секція 8 Прикладні методи дослідження дискретно-неперервних математичних моделей

Section Structure

Section 1. Information technologies in technical and special purpose systems, information technologies in society, education, medicine, economics, management, ecology and law

Section 2. Information theory, coding and information form transformation

Section 3. System analysis

Section 4. Deep analysis and data organization, big data technologies, artificial intelligence systems, smart applications

Section 5. Information protection in information and telecommunication system

Section 6. Components, computer systems and networks architectonics

Section 7. Mathematical and computer modelling of complex systems

Section 8. Applied methods for continuous and discrete mathematical models research

Загальна крайова задача для поздовжніх коливань шарнірно закріпленого стрижня

Р.М. Тацій

кафедра прикладної математики і механіки
ЛДУ безпеки життєдіяльності
Львів, Україна

О.Ю. Чмир

кафедра прикладної математики і механіки
ЛДУ безпеки життєдіяльності
Львів, Україна
o_chmyr@yahoo.com

О.О. Карабин

кафедра прикладної математики і механіки
ЛДУ безпеки життєдіяльності
Львів, Україна
karabynoks@gmail.com

М.І. Кусій

кафедра прикладної математики і механіки
ЛДУ безпеки життєдіяльності
Львів, Україна
kusijmiroslava@gmail.com

The general boundary value problem for the longitudinal oscillations of a hinged rod

R.M. Tatsij

Department of Applied Mathematics and Mechanics
Lviv State University of life safety
Lviv, Ukraine

O. Yu. Chmyr

Department of Applied Mathematics and Mechanics
Lviv State University of life safety
Lviv, Ukraine
o_chmyr@yahoo.com

O.O. Karabyn

Department of Applied Mathematics and Mechanics
Lviv State University of life safety
Lviv, Ukraine
karabynoks@gmail.com

M.I. Kusij

Department of Applied Mathematics and Mechanics
Lviv State University of life safety
Lviv, Ukraine
kusijmiroslava@gmail.com

Анотація – Розглянуто крайову задачу для рівняння поперечних коливань стрижня за умов шарнірного закріплення його кінців та із загально прийнятими початковими умовами. Знайдено розв'язки такої задачі у випадку стрижня сталої жорсткості за допомогою концепції квазіпохідних, сучасної теорії систем лінійних диференціальних рівнянь, класичного методу Фур'є та методу редукції.

Abstract – The boundary value problem for the equation of transverse oscillations of a rod under conditions of hinged fastening of its ends and with generally accepted initial conditions was considered. The solutions of a such problem were found in the case of a rod of constant stiffness by using a concept of quasi-derivatives, the modern theory of systems of linear differential equations, the classical Fourier method and a reduction method.

Ключові слова: квазидиференціальне рівняння четвертого порядку, матриця Коші, крайова задача, задача на власні значення, метод Фур'є та метод власних функцій.

Keywords: fourth-order kvazidifferential equation, the Cauchy matrix, the boundary value problem, the eigenvalues problem, the method of Fourier and the method of eigenfunctions.

I. ВСТУП

Одним із методів розв'язування нестационарних крайових задач є прямиий метод, загальна схема реалізації якого полягає в зведенні вихідної задачі до розв'язування двох простіших, взаємозв'язаних задач та застосуванні схеми Фур'є. Цей метод був розроблений при дослідженні процесів теплообміну [1] та загальних крайових задач для рівнянь повздовжніх коливань стрижня [2-4].

Важливу роль в цьому методі відіграє концепція квазіпохідних, яка дозволяє уникнути проблеми множення узагальнених функцій.

В цій роботі вперше використано подібний підхід до дослідження загальних крайових задач для рівняння поперечних коливань стрижня. Слід підкреслити, що в цих задачах за просторовою змінною виникає рівняння в частинних похідних не другого, а четвертого порядку.

II. ОСНОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ, ФОРМУЛЮВАННЯ ЗАДАЧІ, ПОБУДОВА РОЗВ'ЯЗКУ

Нехай E, I, ρ, F – сталі, $q(x, t)$ – функція.

Розглянемо диференціальне рівняння

$$\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + \alpha \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = \frac{q(x, t)}{a_0}, \quad x \in (0; l), \quad t \in (0; +\infty) \quad (1)$$

з крайовими умовами

$$\begin{cases} w(0, t) = z_{00}(t); & \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}(0, t) = z_{01}(t); \\ w(l, t) = z_{l0}(t); & \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}(l, t) = z_{l1}(t), \end{cases} \quad t \in [0; +\infty) \quad (2)$$

та початковими умовами

$$\begin{cases} w(x, 0) = \varphi(x), \\ \frac{\partial w}{\partial t}(x, 0) = \psi(x), \end{cases} \quad x \in [0; l], \quad (3)$$

де $\alpha = \frac{\rho F}{EI}$, $a_0 \equiv EI$, $z_{00}(t)$, $z_{01}(t)$, $z_{l0}(t)$, $z_{l1}(t) \in C^2(0; +\infty)$, $\varphi(x)$, $\psi(x)$ – кусково-неперервні на $(0; l)$.

Згідно з методом редукції розв'язок задачі (1) - (3) шукаємо у вигляді суми двох функцій

$$w(x, t) = u(x, t) + v(x, t). \quad (4)$$

Визначимо функцію $u(x, t)$ як розв'язок крайової квазістатичної задачі

$$u^{IV}(x, t) = 0, \quad (5)$$

$$\begin{cases} u(0, t) = z_{00}(t); & u''(0, t) = z_{01}(t); \\ u(l, t) = z_{l0}(t); & u''(l, t) = z_{l1}(t) \end{cases} \quad t \in [0; +\infty). \quad (6)$$

В основі методу розв'язування задачі (5), (6) лежить концепція квазіпохідних [5]. Розв'язок крайової задачі (5)-(6) має вигляд

$$u(x, t) = z_{00}(t) + x \cdot \left(-\frac{z_{00}(t)}{l} - \frac{lz_{01}(t)}{3} + \frac{z_{l0}(t)}{l} - \frac{lz_{l1}(t)}{6} \right) +$$

$$+ \frac{x^2}{2!} \cdot z_{01}(t) + \frac{x^3}{3!} \cdot \left(-\frac{z_{01}(t)}{l} + \frac{z_{l1}(t)}{l} \right).$$

Запишемо мішану задачу для функції $v(x, t)$, враховуючи, що функція $u(x, t)$ задовольняє (5)-(6)

$$\frac{\partial^4 v}{\partial x^4} + \alpha \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} = \frac{q(x, t)}{a_0} - \alpha \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}, \quad x \in (0; l), \quad t \in (0; +\infty), \quad (7)$$

$$\begin{cases} v(0, t) = 0; & \frac{\partial^2 v}{\partial x^2}(0, t) = 0; \\ v(l, t) = 0; & \frac{\partial^2 v}{\partial x^2}(l, t) = 0 \end{cases} \quad t \in [0; +\infty), \quad (8)$$

$$\begin{cases} v(x, 0) = \varphi(x) - u(x, 0), \\ \frac{\partial v}{\partial t}(x, 0) = \psi(x) - \frac{\partial u}{\partial t}(x, 0), \end{cases} \quad x \in [0; l]. \quad (9)$$

Для розв'язання задачі (10) - (11) застосовано модифікований метод власних функцій [4].

ВИСНОВКИ

Розв'язана загальна крайова задача для рівняння поперечних коливань стрижня за умов шарнірного закріплення його кінців у випадку сталої жорсткості. При розв'язанні задачі використано схему прямого методу, який ґрунтується на концепції квазіпохідних, сучасній теорії систем диференціальних рівнянь та модифікованому методу власних функцій Фур'є.

Такий підхід поширюється на випадки будь-яких інших умов закріплення кінців стрижнів.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] Tatsii, R.M., Stasyuk, M.F. & Pazen, O.Y. Direct Method of Calculating Nonstationary Temperature Fields in Bodies of Basic Geometric Shapes. *J Eng Phys Thermophy* 94, 298–310 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10891-021-02302-z>
- [2] Тацій Р.М., Карабин О.О., Чмир О.Ю. Схема дослідження поздовжніх коливань стрижня з чотирьох кусків кусково-сталого перерізу (The scheme for investigation for longitudinal oscillations of rod of a piecewise-constant section) // Збірник наукових праць ДОРОГИ І МОСТИ. – 2019. – № 19. – С. 151 – 166. DOI: 10.36100/dorogimosti2019.19.149.
- [3] Тацій Р.М., Карабин О.О., Чмир О.Ю. Загальні крайові задачі для моделювання поздовжніх коливань стрижня // Прикладні питання математичного моделювання. – 2020. – Т. 3. № 1. – С. 194 – 206.
- [4] Tatsij R, Karabyn O., Chmyr O., Malets I., Smotr O. General Scheme of Modeling of Longitudinal Oscillations in Horizontal Rods // International Scientific Conference “Intellectual Systems of Decision Making and Problem of Computational Intelligence”. *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies* book series. Vol. 77. P. 789-802. https://doi.org/10.1007/978-3-030-82014-5_54.
- [5] Тацій Р.М. Узагальнені квазідиференціальні рівняння / Р.М. Тацій, М.Ф. Стасюк, В. Мазуренко, О.О. Власій - Дрогобич. Коло, 2011. - 297 с.

SOLVING MULTIPARAMETER INVERSE PROBLEMS OF EDDY CURRENT MEASUREMENTS OF ELECTROPHYSICAL PARAMETERS PROFILES OF FLAT OBJECTS USING THE METHOD OF A PRIORI INFORMATION ACCUMULATION ...	213
VOLODYMYR HALCHENKO, RUSLANA TREMBOVETSKA, VOLODYMYR TYCHKOV, NATALIA TYCHKOVA	
КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НА ОСНОВІ СТОХАСТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ГЕНЕРАЦІЇ ШТУЧНИХ ДАНИХ	216
ФАЙНЗІЛЬБЕРГ ЛЕОНІД	
ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС «WODFIL» ДЛЯ АНАЛІЗУ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ЗАСИПНОГО ФІЛЬТРА ВОДИ..	219
ЮРІЙ БІЛУЩАК, ОЛЬГА ЧЕРНУХА, АНАСТАСІЯ ЧУЧВАРА	
ПАРАЛЕЛЬНІ АЛГОРИТМИ ІНТЕРАКТИВНОГО ОЦІНЮВАННЯ ОБ'ЄКТІВ СКЛАДНИХ СИСТЕМ.....	223
МИХАЙЛО ЯДЖАК	
ЗАГАЛЬНА КРАЙОВА ЗАДАЧА ДЛЯ ПОЗДОВЖНИХ КОЛИВАНЬ ШАРНІРНО ЗАКРІПЛЕНОГО СТРИЖНЯ.....	226
Р.М. ТАЦІЙ, О.О. КАРАБИН, О.Ю. ЧМИР, М.І. КУСІЙ	
ПОТОКОВИЙ ШИФР НА ОСНОВІ СІР-КВАЗІГРУП 4-ГО ПОРЯДКУ	227
ВОЛОДИМИР ЛУЖЕЦЬКИЙ, ГАЛИНА КРАЙНІЧУК	
РОЗРОБЛЕННЯ ІНВЕРТОРНОГО СИЛОВОГО БЛОКУ СТАНЦІЇ КАТОДНОГО ЗАХИСТУ ТРУБОПРОВОДУ	231
ІВАН ЛЕВИЦЬКИЙ, ДМИТРО КАБЛАК, ОЛЕНА ЗАМІХОВСЬКА	
ДОСЛІДЖЕННЯ ДІАГНОСТИЧНИХ ОЗНАК ВІБРАЦІЙНОГО СТАНУ ГАЗПЕРЕКАЧУВАЛЬНОГО АГРЕГАТУ	235
ОЛЕНА ЗАМІХОВСЬКА, НАТАЛІЯ ІВАНЮК, ВЛАДИСЛАВ БОЙКО, ЛЕОНІД ЗАМІХОВСЬКИЙ	
МЕТОД ОПРАЦЮВАННЯ МОНОЧАСТОТНОГО КОРИСНОГО СИГНАЛУ В ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ВПЛИВУ ЗАВАД	238
ЮРІЙ СТРИЛЕЦЬКИЙ, НАЗАРІЙ ЯРЕМКО	
ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КОМПОНЕНТІВ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ НА БАЗІ PLC І SCADA	241
МИКОЛА НИКОЛАЙЧУК, ЮРІЙ РІСКОВ	
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ МОДУЛЬ ОБЛІКУ МАТЕРІАЛЬНИХ РЕСУРСІВ ДЛЯ ERP-СИСТЕМИ “ПЛАЗМІС”	244
ОЛЕГ БІСІКАЛО, ВАЛЕРІЙ СТАРЖИНСЬКИЙ	
STAGES OF DATA ANALYSIS PROCESS TO IMPLEMENTING E-GOVERNMENT PROJECT	248
MOHAMED AL KILANI, VOLODYMYR KOBZIEV	
ДЛЯ НОТАТОК	256

Наукове видання

**"ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
ТА
КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ"**

**матеріали
Міжнародної науково-практичної конференції
6-8 липня 2023 року
Івано-Франківськ**

ISBN 9786178128234

**"INFORMATION TECHNOLOGIES
AND
COMPUTER MODELLING"**

**proceedings
of the International Scientific Conference
2023, July, 6th to 8th
Ivano-Frankivsk**

Науковий редактор: Л.Б. Петришин
Технічний редактор: В.З. Максимець
Коректор: Ю.Ю. Іляш
Комп'ютерна верстка: О.М. Голіней

Прикарпатський національний університет
імені Василя Стефаника
76018, Івано-Франківськ, вул. Шевченка, 57,
ПНУ, адміністративний корпус

Формат. Папір офсетний. Ум. Друк арк.
Тираж 150 прим.

Друк: підприємець Голіней О.М.
тел. (0342) 58 04 32

Свідоцтво внесення до державного реєстру
ДК №