

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

"ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ"

**матеріали
міжнародної науково-практичної конференції**

**18-22 травня 2020 року
Івано-Франківськ**

**"INFORMATION TECHNOLOGIES AND COMPUTER MODELLING"
proceedings
of the International Scientific Conference
2020, May, 18th to 22th
Ivano-Frankivsk**

Івано-Франківськ - 2020

УДК (004:004.2/004.9+007):33/37+51+621
ББК 22.17 32.81
I-74 Т

Науковий редактор докт. техн. наук, проф. **Л.Б. Петришин**
AGH University of Science and Technology,
Прикарпатський національний університет

Матеріали статей опубліковані в авторській редакції

"Інформаційні технології та комп'ютерне моделювання"; матеріали статей Міжнародної науково-практичної конференції, м. Івано-Франківськ, 18-22 травня 2020 року. – Івано-Франківськ: п. Голіней О.М., 2020. –с.

Збірка містить матеріали статей Міжнародної науково-практичної конференції з проблем інформаційних технологій в технічних системах, в соціумі, освіті, медицині, економіці та екології; теорії інформації, кодування та перетворення форми інформації; технологій цифрової обробки інформації; захисту інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах; математичного та імітаційного моделювання систем.

УДК (004:004.2/004.9+007):33/37+51+621
ББК 22.17 32.81
I-74 Т

ISBN 978-617-7468-58-4

© ПНУ ім. В. Стефаніка, автори, 2020

СЕКЦІЯ 1.

**Інформаційні технології в технічних
та системах спеціального призначення**

SECTION 1.

**Information technologies in technical
and special purpose systems**

Моделювання Коливних Процесів в Чотиришаровому Стрижні Кусково Сталого Перерізу

Р.М. Тацій

кафедра прикладної математики і механіки
ЛДУ безпеки життєдіяльності
Львів, Україна

О.О. Карабин

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

О.Ю. Чмир

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

Modeling of Oscillatory Processes in a Four-Layer Rod of a Piecewise Constant Section

R.M. Tatsij

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

O.O. Karabyn

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

O.Yu. Chmyr

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

Анотація – Розглянуто першу крайову задачу для рівняння гіперболічного типу коливних процесів в стрижні з чотирьох кусків кусково – сталого перерізу та навантаженням в правій частині. Знайдено розв'язки такої задачі за допомогою концепції квазіпохідних, сучасної теорії систем лінійних диференціальних рівнянь, класичного методу Фур'є та методу редукції.

Abstract – The first boundary value problem for equation of hyperbolic type of oscillatory processes in a four-layer rod of piecewise-constant section and force in right parts was considered. The solutions of a such problem were found by using a concept of quasi-derivatives, a modern theory of systems of linear differential equations, the classical Fourier method and a reduction method.

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

Keywords: kvazidifferential equation, the boundary value problem, the Cauchy matrix, 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. Важливу роль в цьому методі відіграє

концепція квазіпохідних, яка дозволяє уникнути проблеми множення узагальнених функцій.

В цій роботі розглядаємо гіперболічне рівняння коливних процесів в стрижні що складається з чотирьох кусків кусково - сталого перерізу та навантаженням, що задається функцією в правій частині рівняння. Для рівнянь гіперболічного типу, вперше, подібні ідеї були впроваджені в роботах [1-3].

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

Нехай L – відкритий інтервал дійсної осі R , $[x_0; x_4] \subset L$ – відрізок дійсної осі; $0 = x_0 < x_1 < x_2 < x_3 < x_4 = l$ – довільне розбиття відрізка $[x_0; x_4]$ дійсної осі Ox на чотири частини; F_i , $i = \overline{0,3}$, E , ρ – сталі, $g_i(x)$, $i = \overline{0,3}$, – додатньо визначені функції на $[x_i; x_{i+1}]$. Покладемо $F(x) = \sum_{i=0}^3 F_i \cdot \theta_i$, $g(x) = \sum_{i=0}^3 g_i(x) \cdot \theta_i$, де θ_i – характеристична функція проміжку $[x_i; x_{i+1}]$; $u^{[1]} = F(x) \cdot u_x'$ – квазіпохідна.

Розглянемо першу крайову задачу для рівняння гіперболічного типу

$$\frac{\rho}{E} \cdot F(x) \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial}{\partial x} \left(F(x) \cdot \frac{\partial u}{\partial x} \right) + g(x), \quad (38)$$

$$x \in (x_0; x_4), t \in (0; +\infty),$$

$$\begin{cases} u(x_0, t) = \psi_0(t), \\ u(x_4, t) = \psi_1(t), \end{cases} \quad t \in [0; +\infty), \quad (39)$$

$$\begin{cases} u(x, 0) = \varphi_0(x), \\ \frac{\partial u}{\partial t}(x, 0) = \varphi_1(x), \end{cases} \quad x \in [x_0; x_4], \quad (40)$$

де $\psi_0(t)$, $\psi_1(t) \in C^2(0; +\infty)$, $\varphi_0(x)$, $\varphi_1(x)$ – кусково-неперервні на $(x_0; x_4)$.

Метод редукції відшукування розв'язку задачі детально описаний, наприклад, в [4, 5]. Згідно з цим методом розв'язок задачі (38) - (40) шукаємо у вигляді суми двох функцій

$$u(x, t) = w(x, t) + v(x, t). \quad (41)$$

Визначимо функцію $w(x, t)$ спеціальним способом, як розв'язок крайової задачі

$$(F(x) \cdot w_x')_x' = -g(x), \quad (42)$$

$$\begin{cases} w(x_0, t) = \psi_0(t), \\ w(x_4, t) = \psi_1(t), \end{cases} \quad t \in [0; +\infty). \quad (43)$$

В основі методу розв'язування задачі (42), (43) лежить концепція квазіпохідних [6].

Запишемо мішану задачу для функції $v(x, t)$, враховуючи, що функція $w(x, t)$ задовольняє (42)

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(F(x) \frac{\partial v}{\partial x} \right) - \frac{\rho}{E} \cdot F(x) \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} = \frac{\rho}{E} \cdot F(x) \frac{\partial^2 w}{\partial t^2}, \quad (44)$$

$$x \in (x_0; x_4), t \in (0; +\infty),$$

$$\begin{cases} v(x_0, t) = 0, \\ v(x_4, t) = 0, \end{cases} \quad t \in [0; +\infty), \quad (45)$$

$$\begin{cases} v(x, 0) = \Phi_0(x), \\ \frac{\partial v}{\partial t}(x, 0) = \Phi_1(x), \end{cases} \quad x \in [x_0; x_4], \quad (46)$$

$$\text{де } \Phi_0(x) \stackrel{\text{def}}{=} \varphi_0(x) - w(x, 0), \quad \Phi_1(x) \stackrel{\text{def}}{=} \varphi_1(x) - \frac{\partial w}{\partial t}(x, 0).$$

Для розв'язання задачі (47) - (48) застосовано метод власних функцій [5].

ВИСНОВКИ

Отримано явні формули для обчислення розв'язку та його квазіпохідної для будь-якого підінтервала основного проміжку, які є справедливими для довільної скінченної кількості точок розриву першого роду згаданих вище коефіцієнтів. Зауважимо, що отримані результати мають безпосереднє практичне застосування в теорії коливальних стрижнів з кусково-змінним розподілом параметрів.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] R. M. Tatsij, O. Yu. Chmyr, O. O. Karabyn, "The direct method of research of the oscillation processes for the wave equation with the pieewise continuous distribution parameters" *Visnyk Lvivskogo derzhavnogo universytetu bezpeky zhyttedijalnosti*, vol. 15. Lviv, 2017. pp. 68-80.
- [2] Р. М. Тацій, О. Ю. Чмир, О. О. Карабин, "Загальні крайові задачі для гіперболічного рівняння із кусково-неперервними коефіцієнтами та правими частинами" *Дослідження в математиці і механіці*, т. 22, вип. 2 (30), Одеса, 2017. с. 55-70.
- [3] R. M. Tatsij, O. Yu. Chmyr, O. O. Karabyn, "The total first boundary value problem for equation of hyperbolic type with pieewise constant coefficients and δ -singularities" *Researches in Mathematics and Mechanics*. Vol. 24. Odesa, 2019. pp. 86-102.
- [4] Арсенин В.Я. Методы математической физики. - М.: Наука, 1974. - 432 с.
- [5] Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. - М.: Наука, 1977. - 735 с.
- [6] Тацій Р.М. Узагальнені квазидиференціальні рівняння / Р.М. Тацій, М.Ф. Стасюк, В. Мазуренко, О.О. Власій - Дрогобич. Коло, 2011. - 297 с.

З М І С Т

СЕКЦІЯ 1. Інформаційні технології в технічних та системах спеціального призначення	3
SECTION 1. Information technologies in technical systems and systems of special purpose	3
Визначення Подібності Геопросторових Ліній	4
Віталій Горелов	4
Team Communication Methods in the Project. Remote Work Communication	6
Sofia Slupska, Volodymyr Kobziev.....	6
Методика Багатокритеріального Оцінювання як Інструмент Верифікації Характеристик Якості Програмного Забезпечення	8
Юлія Безкоровайна	8
Навігаційна Система Автономного Мобільного Робота на Основі Алгоритму A* (стар)	10
О. Білоконь	10
Участь Безпілотних Літальних Апаратів та Геоінформаційних Систем при Прорахунку Транспортних Систем Великих Міст (на Прикладі Міста Києва)	14
Шепетука Ю.М., Бондар С.О., Тимчишин Р.М.	14
Recommendation system for audiobook service	16
Mykhailo Borodin	16
Про комп'ютерні методи діагностики, ведення і підтримки повторного лікування залежних (адиктивних) пацієнтів	20
Іван Варава, Валерій Писаренко, Юлія Писаренко, Микола Фесенко	20
Комп'ютерно-інтегровані технології як глобальна тенденція розвитку безпеки судоводіння інноваційного суспільства	23
Наталія Пунченко, Олександра Цира, Надія Казакова	23
Концепція програми для задач моделювання структури і «поведінки» мобільних роботів із ШІ, призначених для супроводу пошуково-рятувальних операцій в комбінації середовищ (повітряне, наземне, підводне) та навчання	26
Олександр Коваль	26
Технологія автоматизації процесу збору та передачі даних для експертизи сортів рослин на відмінність, однорідність та стабільність	29
Олександр Коваль, Анатолій Бойко, Валерій Писаренко, Юлія Писаренко	29
Фрактальний метод геопросторової оцінки транспортної освоєності територій	32
Кузніченко Світлана, Бучинська Ірина, Клепатська Вікторія.....	32
Визначення оптимального складу групи БПЛА для виконання поставленої задачі на основі теорії нечітких множин	36
Леонід Гуляницький, Максим Огурцов	36
До питання використання безпілотних літальних апаратів для підвищення безпеки проходження морських суден від метановиверження	40
Валерій Писаренко, Юрій Панасюк, Володимир Красношапка	40
Інтегрована система прогнозування часових рядів на основі технології керованого навчання нейронних мереж, на прикладі змін котировок фінансових інструментів на фондових ринках	43
Віктор Синеглазов, Вадим Панькін	43
Інтелектуальна система аналізу музикальних творів	47
Синеглазов Віктор, Чумаченко Олена, Пацера Володимир	47

Моделювання Чутливості Обчислень Точки Безбитковості за Допомогою Оптимізації	49
Федорчук Євдоким, Шайда Оксана.....	49
Text and audio synchronization system for audiobooks service	51
Roman Khrypa	51
Методика Розрахунку Дальності Виявлення і Супроводу Цілі Лазерної Оптико-Електронної Станції Моніторингу Повітряного, Наземного та Надводного Простору	55
Шостко Ігор, Куля Юлія.....	55
Concepts and methods of the fractal approach in science education: innovative technology and computer modeling	61
Nataliya Yurkovych, Mykhaylo Mar'yan, Vladimir Seben, Andrea Klucarova	61
СЕКЦІЯ 2. Інформаційні технології в соціумі, освіті, медицині, економіці, управлінні, екології та юриспруденції	65
SECTION 2. Information technologies in society, education, medicine, economics, management, ecology and law	65
Модель та Додаток для Визначення Індикаторних Характеристик Профілів Користувачів Соціальних Мереж ..	66
Олег Бісикало, Антон Концевой.....	66
Персоналізовані Медичні Веб-Сервіси	70
Шевченко Г.Я., Шумейко О.О., Чорненко М.В.	70
Ідентифікація та Механізми Подолання Розривів у Різних Типах Наукових Комунікацій	74
Шевченко Г.Я., Білозубенко В.С., Марченко О.А.	74
Про Викладання Дисциплін з Моделювання Складних Систем	77
Василь Бегун, Олексій Волошин	77
Переваги використання методів нечіткої логіки в задачах класифікації	80
Анастасія Галушак	80
Засади Розвитку Хмарних Технологій	82
Василь Горбачук, Сергій Гавриленко, Геннадій Голоцуков, Максим Дунаєвський	82
Віртуальна Математична Лабораторія в Навчальному Процесі	85
Вікторія Данилюк, Марія Семаньків	85
Система Комп'ютерної Алгебри Maxima	88
Наталія Лазорко, Марія Семаньків.....	88
Онтологічна модель для представлення інформації наукових установ	90
Лариса Глоба, Богдан Задєєнко, Новогрудська Ріна	90
Моделювання Процедури Мамографічних Обстежень в Медичних Системах Підтримки Прийняття Рішень	94
Анатолій Поворознюк, Оксана Поворознюк, Халед Шехна	94
Вибір інформаційної платформи для відображення міграційних процесів наукових кадрів	96
Євген Самородов, Ольга Морева, Алла Патіоха	96
Хмарні Технології для Навчання та Досліджень	98
Олена Смалько	98
Впровадження елементів електронної участі у навчальних закладах на основі досвіду впровадження державних інструментів електронної демократії в Україні	100
Олексій Фразе-Фразенко, Іван Копиченко	100