



**МАТЕРІАЛИ ДРУКУЮТЬСЯ  
УКРАЇНСЬКОЮ, АНГЛІЙСЬКОЮ,  
ПОЛЬСЬКОЮ ТА РОСІЙСЬКОЮ  
МОВАМИ**

## **ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

*XIII Міжнародної науково-  
практичної конференції  
молодих вчених, курсантів  
та студентів*

**ПРОБЛЕМИ ТА  
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ  
СИСТЕМИ БЕЗПЕКИ  
ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ**

*Львів – 2018*

## **РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:**

- д-р с.-г. наук **Кузик А.Д.** – головний редактор  
д-р техн. наук **Гащук П.М.**  
д-р техн. наук **Гуліда Е.М.**  
д-р техн. наук **Зачко О.Б.**  
д-р техн. наук **Ковалшин В.В.**  
д-р психол. наук **Кривошшина О.А.**  
д-р фіз.-мат. наук **Стародуб Ю.П.**  
д-р фіз.-мат. наук **Таций Р.М.**  
канд. техн. наук **Башинський О.І.**  
канд. техн. наук **Горюстай О.Б.**  
канд. філол. наук **Дробіт І.М.**  
канд. техн. наук **Ємельяненко С.О.**  
канд. геол. наук **Карабин В.В.**  
канд. техн. наук **Кирилів Я.Б.**  
канд. істор. наук **Лаврецький Р.В.**  
канд. фіз.-мат. наук **Меньшикова О.В.**  
канд. техн. наук **Пархоменко Р.В.**  
канд. екон. наук **Повстин О.В.**  
канд. техн. наук **Ренкас А.Г.**  
канд. техн. наук **Рудик Ю.І.**  
канд. психол. наук **Слободяник В.І.**

**ОРГАНІЗАТОР  
ТА ВИДАВЕЦЬ**

Львівський державний університет  
безпеки життєдіяльності

**Технічний редактор,  
комп'ютерна верстка  
Друк на різнографі**

Хлевной О.В.  
Трачук О.В.

**Відповідальний за друк**

Фльорко М.Я.

**АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:**

ЛДУ БЖД, вул. Клепарівська, 35,  
м. Львів, 79007

**Контактні телефони:**

(032) 233-24-79,  
тел/факс 233-00-88

**Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності:** Зб. наук. праць XIII Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, курсантів та студентів. – Львів: ЛДУ БЖД, 2018. – 476 с.

Збірник сформовано за науковими матеріалами XIII Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, курсантів та студентів «Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності».

**Збірник містить матеріали таких тематичних секцій:**

- Пожежна та техногенна безпека;
- Організаційно-правові аспекти забезпечення безпеки життєдіяльності;
- Організація проведення аварійно-рятувальних робіт та гасіння пожеж;
- Екологічні аспекти безпеки життєдіяльності;
- Інформаційні технології у безпеці життєдіяльності;
- Управління проектами та програмами у безпеці життєдіяльності;
- Промислова безпека та охорона праці;
- Природничо-наукові аспекти безпеки життєдіяльності;
- Соціальні, психолого-педагогічні аспекти та гуманітарні засади безпеки життєдіяльності;
- Цивільний захист.

© ЛДУ БЖД, 2018

Здано в набір 01.03.2018. Підписано до друку  
12.03.2018. Формат 60x84<sup>1/3</sup>. Папір офсетний.  
Ум. друк арк. 29,75.

Гарнітура Times New Roman.  
Друк на різнографі. Наклад: 100 прим.  
Друк: ЛДУ БЖД  
вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79007.  
ldubzh.lviv@mns.gov.ua

За точність наведених фактів, економіко-статистичних та інших даних, а також за використання відомостей, що не рекомендовані до відкритої публікації, відповідальність несуть автори опублікованих матеріалів. При передрукуванні матеріалів посилання на збірник обов'язкове.

УДК 614.841.12

## ВИЗНАЧЕННЯ ДВОВИМІРНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ У ПРЯМОКУТНІЙ ОБЛАСТІ ЗА УМОВ ПОЖЕЖІ

*Дундер Олег*

Павен О.Ю., канд. техн. наук

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

У прямокутнику  $\Pi: \{0 \leq x \leq a, 0 \leq y \leq b\}$  розглядається задача про розв'язування рівняння теплопровідності (1) з крайовими умовами третього роду (2) при початковій умові (3)

$$c\rho \frac{\partial t}{\partial \tau} = \lambda \left( \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} \right), \quad (1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha t(x_0, y, \tau) - \lambda \frac{\partial t(x_0, y, \tau)}{\partial x} = \alpha \psi(\tau), \\ \alpha t(x_a, y, \tau) - \lambda \frac{\partial t(x_a, y, \tau)}{\partial x} = \alpha \psi(\tau), \\ \alpha t(x, y_0, \tau) - \lambda \frac{\partial t(x, y_0, \tau)}{\partial y} = \alpha \psi(\tau), \\ \alpha t(x, y_b, \tau) - \lambda \frac{\partial t(x, y_b, \tau)}{\partial y} = \alpha \psi(\tau), \end{array} \right. \quad (2)$$

$$t(x, y, 0) = \varphi(x, y), \quad (3)$$

де  $\psi(\tau)$  – закон зміни температури середовища по периметру поперечного перерізу прямокутника (стандартний температурний режим пожежі),  $\alpha$  – коефіцієнт теплообміну між середовищем та периметром поверхні прямокутника,  $c$  – масова питома теплоємність,  $\rho$  – густина,  $\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності,  $\varphi(x, y)$  – початковий розподіл температурного поля по товщині прямокутної колони.

У роботі [1] встановлено, що розрахунок нестационарного температурного поля прямокутного поперечного перерізу з достатньою точністю може бути знайдений за допомогою відомого в теорії теплопровідності співвідношення безрозмірних відносних температур:

$$t(x, y, \tau) = \psi(\tau) - \frac{(\psi(\tau) - t(x, \tau)) \cdot (\psi(\tau) - t(y, \tau))}{\psi(\tau) - t(x, y, 0)}. \quad (4)$$

де  $t(x, y, \tau)$  – температура двовимірного температурного поля;  $t(x, \tau)$  і  $t(y, \tau)$  – температура одновимірних температурних полів;  $t(x, y, 0)$  – початкова температура.

Співвідношення (4) відображає результат накладання одновимірних температурних полів  $t(x, \tau)$  і  $t(y, \tau)$  одне на одне. Тому для знаходження двовимірного температурного поля необхідно і достатньо знайти розподіл одновимірного температурного поля по напрямку осі  $x$  та по напрямку осі  $y$ , який детально вивчений та описаний у роботі [2]

$$t(x, \tau) = \psi(\tau) + \sum_{k=1}^{\infty} \left[ f_k e^{-\omega_k \tau} - \int_0^{\tau} e^{-\omega_k \tau} u_k(s) ds \right] X_k(x, \omega_k). \quad (5)$$

Аналогічні розрахунки проводяться для визначення розподілу одновимірного температурного поля по напрямку осі  $y$  з заміною координат з  $x$  на  $y$ , а товщина конструкції змінюється з  $a$  на  $b$ .

**Приклад.** В якості прикладу розглянуто залізобетонну колону прямокутного перерізу з розмірами  $a=40$  см та  $b=30$  см. У деякий момент часу температура середовища навколо колони починає змінюватись за законом стандартного температурного режиму пожежі  $\psi(\tau) = 345 \lg\left(1 + \frac{8\tau}{60}\right) + 20$ . В початковий момент часу температура колони є сталою і становить  $20^\circ\text{C}$ .

Використавши вище описаний розв'язок та програмне забезпечення Maple 13, отримуємо розв'язок цієї задачі у вигляді графіка, який представлено на рисунку 1.

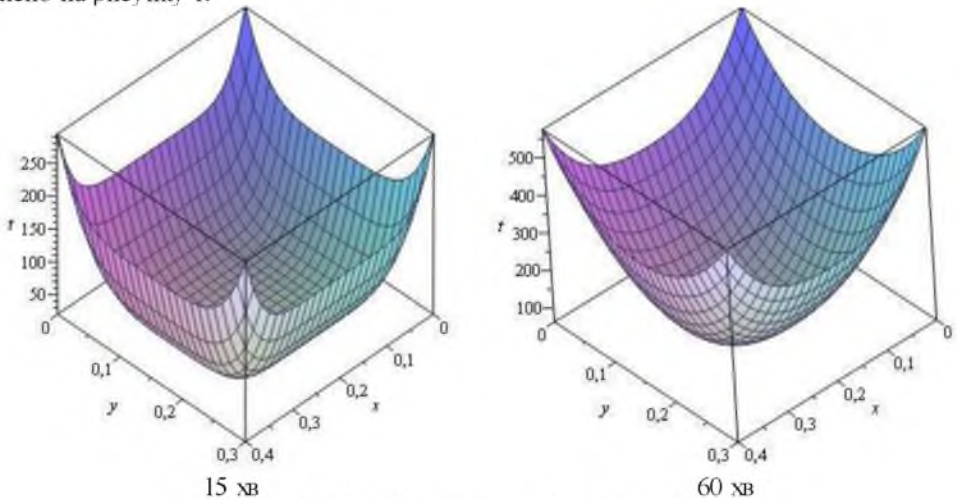


Рисунок 1 – Прогрів колони за умов пожежі

**Література:**

1. Лыков А. В. Теория теплопроводности / А. В. Лыков. – М: Высшая школа, 1967. – 559 с.
2. O. Y. Pazen and R. M. Tatsii, "General boundary-value problems for the heat conduction equation with piecewise-continuous coefficients", Journal of Engineering Physics and Thermophysics, vol. 89, no. 2, pp. 357-368, March 2016.