

УДК 514.18

С.В. Росоха, д-р техн. наук, НУЦЗУ
К.В. Анісімов, асистент, НТУ «ХПІ»

ЕКСТРАПОЛЯЦІЯ РОЗВИТКУ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ З УРАХУВАННЯМ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИПРОМІНЮВАННЯ

У статті розглядається способи екстраполяції розвитку лісової пожежі з урахуванням впливу кутових коефіцієнтів випромінювання на рослинний матеріал.

Ключові слова: кутові коефіцієнти випромінювання, геометрична модель, лісові пожежі, екстраполяція.

Постановка проблеми. Лісові пожежі завдають величезних і часто непоправних збитків природно-екологічним і матеріальним ресурсам Україні. Однією з головних причин цього положення є відсутність повноцінного моделюючого апарату розвитку та поширення лісових пожеж, що стримує не лише створення нових високоефективних заходів боротьби з ними, але і перешкоджає завданням оперативного визначення оптимальних напрямів для використання сучасних організаційних способів і технічних засобів їх гасіння. У зв'язку з цим розробка нових способів моделювання розвитку лісових пожеж є актуальною задачею сьогодення.

Аналіз основних досліджень і публікацій було здійснено у напрямку визначення наявності досліджень, спрямованих на врахування впливу променевої енергії щодо формоутворення контурів вигоряння під час пожежі. Так у роботі [1] було наведено спосіб розв'язання оберненої задачі променевого теплообміну, який дозволяє визначити геометричну форму джерела тепла (або тепложивильника), здатного для даного теплового потоку забезпечити на площині певний розподіл локальних кутових коефіцієнтів випромінювання (ККВ). В роботах [2, 3, 4] розглядаються формоутворення об'єктів на основі паралельних множин реалізованих засобами процесора Maple, які мають практичне застосування для екстраполяції розвитку лісових пожеж. Проте, в цих роботах не враховується вплив променевої енергії, що є суттєвим недоліком для екстраполяції розвитку лісових пожеж.

Формування цілей статті. Метою даної роботи є розробка основ алгоритмів розрахунку контурів вигоряння рослинного матеріалу з урахуванням геометричних параметрів випромінювання від умовного фронту пожежі на горючий матеріал.

Основна частина. На сьогоднішній день не дослідженими залишилися питання опису графічного прояву реакції гетерогенного типу з урахуванням променевої теплопередачі від фронту пожежі на миттєвому контурі до попереднього рослинного матеріалу шляхом обчислення кутових коефіцієнтів випромінювання.

Розглядаються способи моделювання розвитку лісових пожеж, яке здійснюється шляхом апроксимації функції розвитку пожежі у вигляді контурів фронту вигорання рослинного матеріалу. Суть іміджевої екстраполяції полягає в передбаченні зображення кромки вигорання $N+1$, яке логічно слідує з даної послідовності зображень попередніх кромок вигорання N .

При цьому вважається, що вузловими елементами є зображення, описані рівняннями у неявному вигляді, і що на результат екстраполяції можна впливати за допомогою спеціального параметра k . Іміджева екстраполяція полягає у знаходженні значення функції в деякій точці за межами доступного інтервалу визначення цієї функції за її значеннями у вузлових точках інтервалу [5].

Нехай маємо N рівнянь $\{F_i(x, y) = 0\}$, які є описом послідовності вузлових кромок вигорання в моменти часу $t = t_i$. Тоді екстрапольовану криву в момент часу $t = t_N$ можна описати рівнянням:

$$F_5(x, y) \equiv F_4(x, y) + \frac{\left((F_1(x, y) - F_2(x, y)) \cdot 1^k + (F_3(x, y) - F_2(x, y)) \cdot 2^k + (F_4(x, y) - F_3(x, y)) \cdot 3^k \right)}{(2^k + 3^k)} \quad (1)$$

де: F_1, F_2, F_3, F_4 - контури пожежі отримані в момент часу t_1, t_2, t_3, t_4 ; F_5 - екстрапольований контур пожежі в момент часу t_5 .

Використовуючи вираз (1), засобами Maple знайдемо контур F_5 . Отримані результати екстраполяції контура F_5 приведені на рис. 1.

Врахування променевої складової частки енергії буде характеризуватися геометрично, тобто коректування ґрунтується на ККВ [7], що характеризує взаємне розташування й геометрію поверхонь, що беруть участь у теплопередачі. Припустимо, що фронт вигорання представлений у вигляді умовної "стіни" пожежі (рис. 2), яка складається з 2-х типів комірок. Комірку В вважатимемо випромінювачем, а комірку А – приймачем.

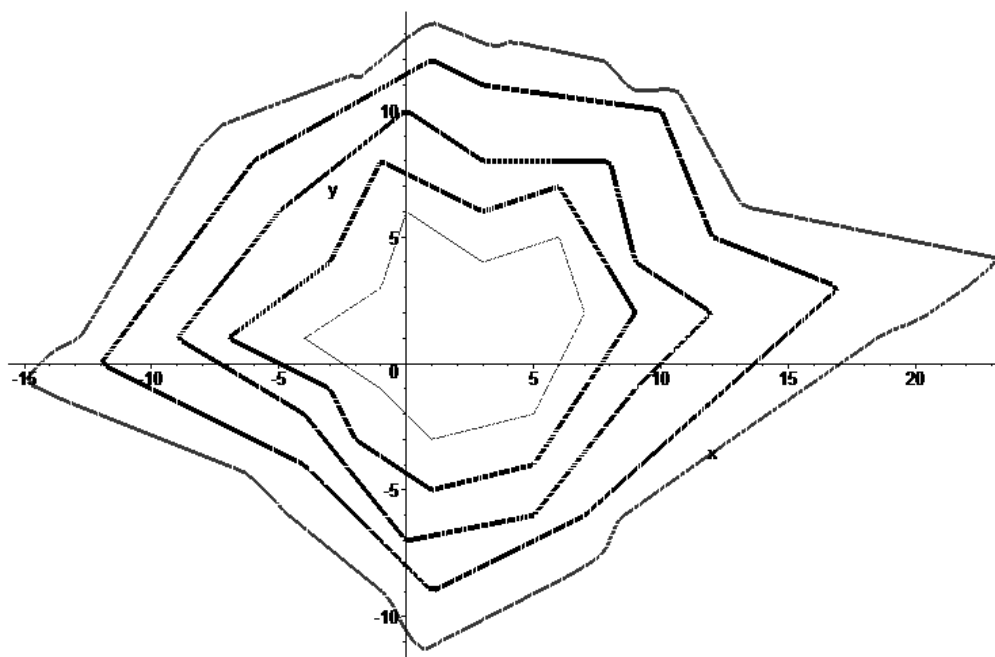


Рис. 1. – Приклад побудови контуру за допомогою лінійної іміжевої екстраполяції

Комірки, залежно від типу рослинного матеріалу, можуть бути різними за формою. Розглянемо наступну схему променевого теплообміну: між коміркою, обмеженою еліпсом, і прямокутною коміркою.

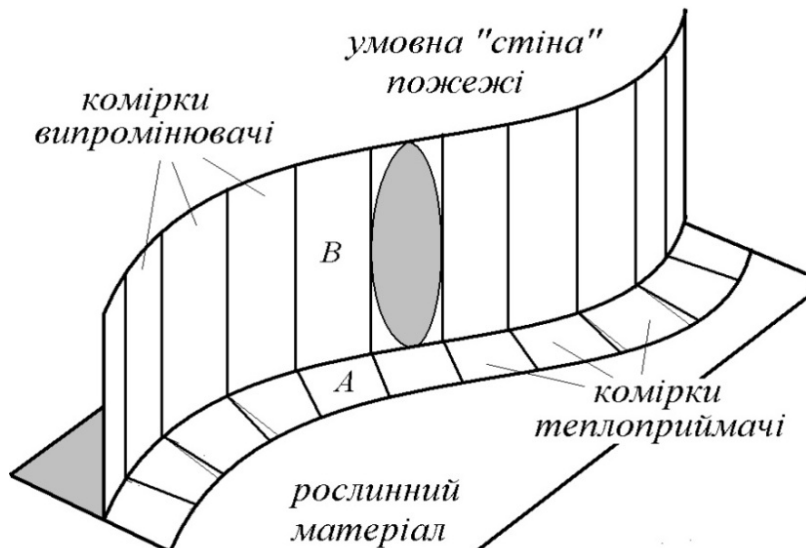


Рис. 2. – Умовна «стіна» пожежі

Розглянемо знаходження локальних ККВ, при геометричній схемі променевої теплопередачі: випромінювач – еліпс, а поверхня приймач – горизонтальна площина. Для розрахунку локальних кутових коефіцієнтів випромінювання між еліпсом і прямокутником скористаємося RP - рівнянням еліпса [6]. Нижче наведені параметричні рівняння еліпса:

$$x(t) = p; \quad (2)$$

$$y(t) = a \cdot \cos(t) + q;$$

$$z(t) = b \cdot \sin(t) + b;$$

де: p і q – Декартові координати.

Далі наведено радіально-паралельні проекції цього еліпса у вигляді параметричних рівнянь:

$$z_{RP} = \frac{z(t)}{\sqrt{x(t)^2 + y(t)^2 + z(t)^2}}, \quad y_{RP} = \frac{y(t)}{\sqrt{x(t)^2 + y(t)^2 + z(t)^2}} \quad (3)$$

Тоді локальний ККВ буде дорівнювати:

$$F_{A-dB} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (z_{RP} \dot{y}_{RP} - \dot{z}_{RP} y_{RP}) dt \quad (4)$$

У результаті обчислень локальних кутових коефіцієнтів одержуємо гістограму їх розподілу (рис. 3). Тут x і y — координати точки, а z — значення локального кутового коефіцієнта випромінювання.

Щоб зробити коректування результатів екстраполяції розвитку контуру пожежі на предмет променевої енергії, з початку необхідно лінії контуру пожежі розбити на ділянки. Із середини відрізка лінії контуру пожежі проводимо однакові нормальні вектори. Так на ділянці концентрації енергії в інтегральний ККВ ввійдуть локальні ККВ з більшими значеннями (рис.3 а), у випадку ж з ділянкою розсіювання в інтегральний ККВ ввійдуть із меншими значеннями (рис.3 б), що відобразиться на значенні інтегрального ККВ.

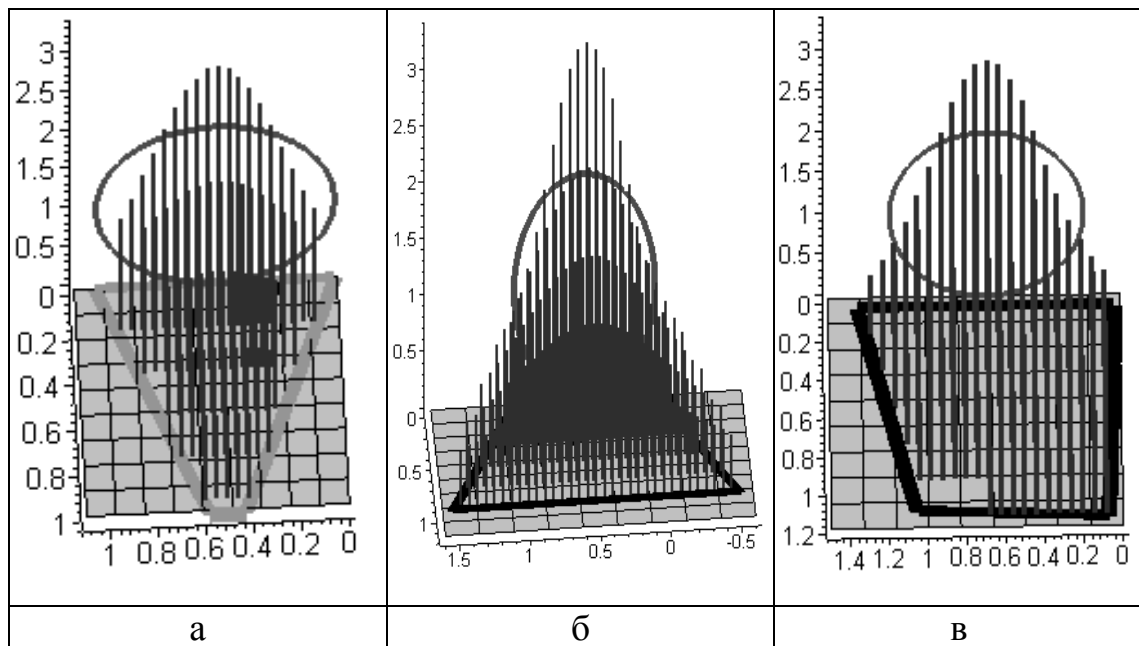


Рис. 3. - Розподіл локальних ККВ на різних площадках

Коректування відбувається шляхом обчислення коефіцієнта концентрації енергії. Формула наведена нижче:

$$c = \frac{F}{S} \quad (4)$$

де: F – інтегральний кутовий коефіцієнт;
 S – площа ділянки перед лінією фронту пожежі.
 Далі здійснюється безпосередньо корекція

$$V_{res} = V \cdot c \quad (5)$$

де: V – вектор, нормальний до фронту пожежі, який обирається із співвідношення висоти фронту пожежі і даної ділянки приймача випромінювання (у разі, коли невідомо яким є рослинний матеріал) або обирається табличне значення. Цей коефіцієнт впливатиме на результуючий вектор, який є нормальним до фронту пожежі й описує тенденцію поширення пожежі.

У результаті буде отриманий набір векторів. Кожний вектор буде відповідати своїй ділянці абстрактної стіни пожежі (рис. 4).

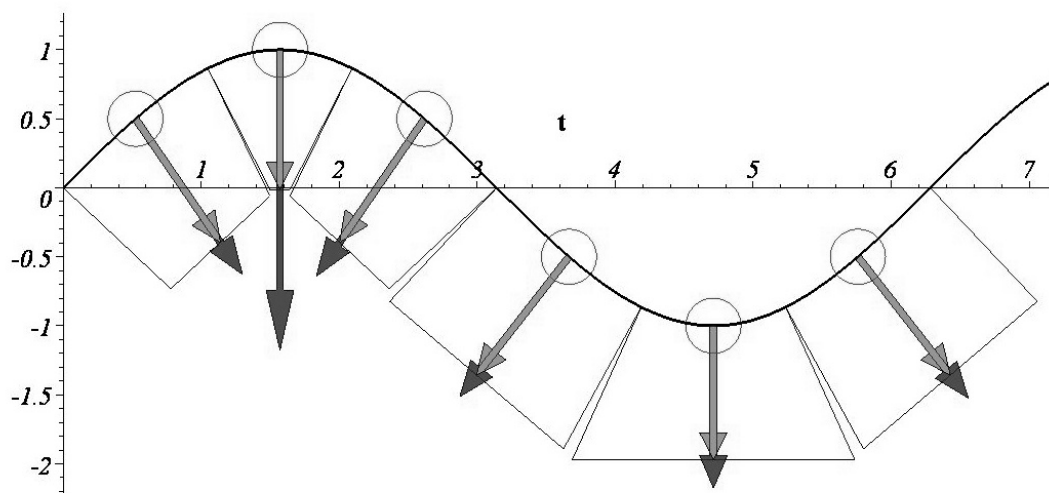


Рис. 4. – Світлі – вектори нормалі, темні - вектори коректування.

У результаті одержимо відкоректований контур фронту пожежі, на основі напівемпіричного способу.

Висновки. Запропоновано варіант удосконалення способу зворотної іміджевої екстраполяції, з врахуванням геометричних параметрів випромінювання від умовного фронту пожежі на матеріал горіння, а також розроблено визначені етапи, які необхідно здійснити для комп'ютерної реалізації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кукуруза Д.В., Геометричне модулювання розподілу значень локальних кутових коефіцієнтів випромінювання на множенні точок площини: Дисс. кандидата техн. наук: 05.01.01 - Київ: КГТУСА (КИСИ), 2007.
 2. Шоман О.В., Геометричне моделювання узагальнених паралельних множин : Дис... д-ра наук: 05.01.01 - 2007
 3. Ромін А.В., Визначення просторової форми геометричного об'єкта в часі за описами його зображень: Дис... канд. техн. наук: 05.01.01 / Академія пожежної безпеки України. - Х., 2001.
 4. Васильєв С.В., Геометричне моделювання паралельних множин як графічного прояву реакцій гетерогенного типу : дис... канд. техн. наук: 05.01.01 / Академія цивільного захисту України. — Х., 2005.
 5. Куценко Л.М., Шоман О.В., Ромін А.В. Метод іміджевої інтерполяції та екстраполяції // Труды / Таврическая государственная агротехническая академия.- вып. 4, том 12. - Мелитополь: ТГАТА, 2001 - С. 15 - 20.
 6. Куценко Л.Н. Машинная графика в задачах проекционной природы. -М.: Знание (Новое в жизни, науке и технике. Серия "Математика, кибернетика" N 9), 1990, 48 с.
 7. Зигель Р., Хауэл Дж. Теплообмен излучением: Пер. с англ. - М.: Мир, 1975. - 934 с.
- nuczu.edu.ua

С.В. Росоха, К.В. Анисимов

Екстраполяція розвитку лесних пожег з урахуванням геометричних параметрів излучения.

В статье рассматриваются способы экстраполяции развития лесных пожаров с учетом влияния угловых коэффициентов излучения на растительный материал.

Ключевые слова: угловой коэффициент излучения, геометрическая модель, лесные пожары, экстраполяция.

K.V. Rosokha, K.V. Anisimov

Extrapolation of development of forest fires taking into account geometrical parameters of radiation.

In article it is considered methods of forecasting of forest fire taking into account influence of angular coefficients of radiation on a vegetative material.

Keywords: Angular factor of radiation, geometrical model, forest fires, extrapolation.