

УДК 621

ОСОБЛИВОСТІ ТЕОРЕТИЧНОЇ МОДЕЛІ РОЗРАХУНКУ КОНТУРУ ПОЖЕЖІ

Л.В. Гусєва, НУЦЗУ

Е.А. Паніна, НУЦЗУ

М.В. Маляров, канд. техн. наук, доцент НУЦЗУ

В.В. Христич, канд. техн. наук, доцент НУЦЗУ

Основними факторами, знання яких визначає тактику гасіння пожеж і вибір керівником гасіння пожежі способів і засобів боротьби з ним, є контур лісової пожежі і його параметри, а також напрямок його найбільш небезпечного поширення.

Відштовхуючись від відомих усереднених емпіричних або теоретичних значень невеликого числа основних параметрів лісових пожеж можна вивчати відносно прості моделі, які описують поширення крайки пожежі. Більшого успіху можна досягти в феноменологічних (аналітико – геометричних, геометричних, напівемпіричних) підходах [1-4, 7]. Однак, незважаючи на численні і часто плідні зусилля [1-4] в даний час не існує досить простою, надійною і практично застосовною математичної моделі розвитку лісової пожежі. Труднощі створення такої моделі неодноразово обговорювалися в літературі [4, 6].

Проблеми лісових пожеж та пожежної безпеки лісів присвячено велику кількість експериментальних і теоретичних робіт. Існуючі теоретичні моделі для визначення факторів поширення пожеж можна вельми умовно розділити на два класу: мікроскопічні та феноменологічні моделі. В мікроскопічних моделях [5, 6] спроба врахувати велику кількість різномірних параметрів, що впливають на динаміку контуру пожежі, призводить до необхідності вирішувати труднообозримі диференціальні рівняння, рішення яких ще більш утруднено часто невизначеними початковими і граничними умовами.

Виходячи з припущень, що контур пожежі є безперервним, що пожежа розвивається в однорідному середовищі, що контур пожежі можна розглядати як ізотермічну криву на площині, нами отримано наступне рівняння:

$$\frac{\partial f}{\partial t} + \vec{V}\vec{\nabla}f = 0, \quad (1)$$

де $\vec{V} = d\vec{r}/dt$ швидкість руху контуру пожежі, а функція $f = f(\vec{r}, t)$ описує контур пожежі в точці \vec{r} в момент часу t .

Зазначимо, що в [4, 5] із залученням додаткових гіпотез отримують рівняння (2) в різних формах і роблять спроби його вирішення.

Таким чином, для опису геометрії пожежі $\rho(\varphi, t)$ достатньо знати контур $\rho_0(\varphi)$ і мати залежність $V_r(\varphi, t)$ від полярного кута φ і часу t . Для отримання залежності $V_r(\varphi, t)$ від φ опустимо тимчасово залежність від t і скористаємося виразами для швидкостей розповсюдження фронтальної $V_{\varphi p}$, флангової $V_{\varphi l}$ і тилової V_{ml} крамок пожежі відносно напрямку швидкості вітру \vec{V}_v , отриманими в [1]. Ці прості вирази залежать від V_e і параметрів, пов'язаних з питомою

теплоємністю горючих матеріалів, їх складом і вологістю.

Виходячи з величин $V_{\phi p}$, $V_{\phi л}$, $V_{m л}$ скористаємося простою геометричною моделлю і зробимо природне [2-5] припущення, що залежність V_r від φ можна описати еліпсом, який витягнуть уздовж напрямку вітру. Тоді [8]:

$$V_r(\varphi) = (V_0 + kV_B) \frac{2\alpha \cos\varphi + (1 + \alpha^2) \sqrt{\cos^2\varphi + (1 - \alpha^2) \sin^2\varphi}}{\cos^2\varphi + (1 + \alpha^2)^2 \sin^2\varphi}, \quad (3)$$

де φ - полярний кут, відлічуваний від напрямку вітру, $\alpha = V_B / \sqrt{V_B^2 + C^2}$, V_0 , k і C - параметри теорії, які визначаються з експерименту [1-3].

Відзначимо, що початок координат в (3) вибрано таким чином, що $V_r(0) = V_{\phi p}$, $V_r(\pi) = V_{m л}$, а мала піввісь еліпса (3) дорівнює $V_{\phi л}$.

Подальші напрями розвитку пропонованої моделі бачаться нам, перш за все в наступному. На формули роботи [1] для $V_{\phi p}$, $V_{\phi л}$, $V_{m л}$ і в (3) необхідно ввести явні і в принципі відомі залежності від вологості W (функцію $F_3(x, y)$) і кута θ нахилу місцевості. Знання $F_i(x, y)$ дозволить за відомим градієнту $\nabla F_i(x, y)$ - обчислити значення кута θ в кожній точці.

Насамперед, зазначимо, що такий феноменологічний підхід передбачає вирішення двох взаємопов'язаних завдань. Одна з них полягає в побудові теоретичної моделі, що дозволяє розрахувати контур пожежі в різні моменти часу. Рішення цієї задачі припускає використання певної яким-небудь способом швидкості руху кромки пожежі в кожній заданій точці місцевості.

Таким чином, продуктом остаточної реалізації розглянутої моделі може бути пакет програм, призначений для практичного використання та навчання співробітників пожежної охорони лісів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Теліцин Р. П. Залежність швидкості розповсюдження низових пожеж від умов погоди. // Сб. праць Даль НІИЛХ, 1965. - Вип. 7. - С. 391-405.
2. Коровін Р. Н. Методика розрахунку деяких параметрів низових лісових пожеж. - М.: Лесн. пром-сть, 1969. - С. 244-265.
3. Арцибашев Е. С. Лісові пожежі і боротьба з ними. - М.: Лесн. пром-сть, 1974. - С. 119.
4. Доррер Т. Д. Математичні моделі динаміки лісових пожеж. - М.: Лесн. пром-сть, 1979. - С. 160.
5. Конєв Е. В. Аналіз процесів розповсюдження лісових пожеж і палиць. // Сб. наук. тр. "Теплофізика пожеж". - Новосибірськ: Наука, 1984. - С. 99-125.
6. Гришин А. М. Математичне моделювання лісових пожеж і нові способи боротьби з ними. - Новосибірськ: Наука, 1992. - С. 408.
7. Куценко Л. М., Шоман О. В., Васильєв С. В. Передбачення кромки вигорання при лісовій пожежі методом іміджевої екстраполяції. // Сб. наук. тр. "Проблеми пожежної безпеки". - Харків: АПБУ, 2001. - Вип. 10, - С. 98-102.
8. Басманов А. Е., Созник А. П., Тарасенко А. А. Експериментально-аналітичну модель швидкості розповсюдження низової лісової пожежі. // Сб. наук. тр. "Проблеми пожежної безпеки". - Харків: АПБУ, 2002. - Вип. 11. - С. 17-25.
9. Ніконов, А. Ю. Система для навчання персоналу тактиці боротьби з лісовими пожежами / А. Ю. Ніконов, Д. Н. Сучков, Р. А. Доррер // Складні системи в екстремальних умовах: Тези доповідей XIII Міжнародного симпозіуму.