

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОННОЇ СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ

Руденко О.В., магістр, oleksandra.rudenko.kita@donntu.edu.ua;

Шейна Г.О., к.т.н., доцент, ganna.sheina@donntu.edu.ua

ДВНЗ «ДонНТУ», м. Луцьк, Україна

Протягом останнього часу пожежі лісових масивів була настільки стихійними і масивними явищами, що моніторинг і керування лісовими масивами стали актуальною потребою. З одного боку, лісові пожежі – складний процес із величезним екологічним впливом. З іншого боку, лісові пожежі – загроза для максимізації виробництва деревини. Тому і державні установи, і комерційні підприємства об'єднуються, щоб мінімізувати загрозу лісових пожеж. Ці установи є джерелом фінансування для розвитку моніторингу лісових масивів.

На поточний момент існує багато досліджень [1, 2] направлених на вивчення динаміки розповсюдження пожеж у лісових масивах. Спрогнозувати розповсюдження пожеж є можливим при заданій конфігурації лісового масиву та поточних погодних умовах.

Розрізняють два шляхи розповсюдження фронту хвилі: наземний (низова пожежа) і за кронами дерев (верхня пожежа). У лісовому масиві є просторова неоднорідність середовища, яку необхідно враховувати для підвищення точності прогнозування процесів. В одних напрямках поширення пожежі буде потреба у швидкому втручанні для її зупинення, в інших напрямках через порушення теплового балансу фронт пожежі погасне повністю за природних умов (рис. 1).

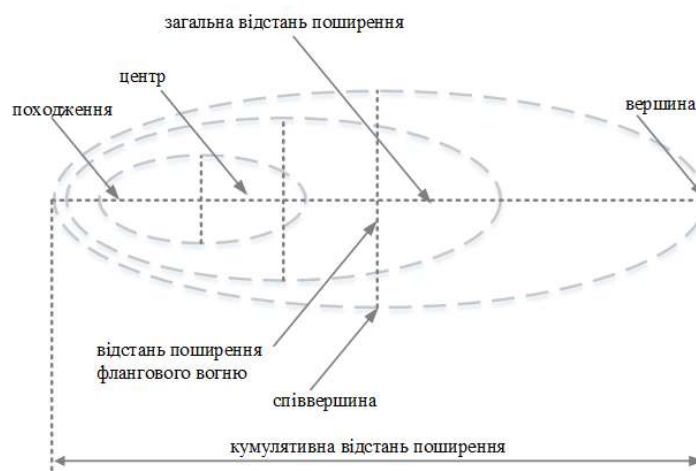


Рисунок 1. Поширення фронту хвилі лісових пожеж

Ідентифікація параметрів процесів розповсюдження лісових пожеж – це задача, визначення часу досягнення фронту хвилі певного місця. Постановка задачі формується наступним чином: визначення розповсюдження фронту збурення в багатомірному керованому середовищі (лісовому масиві).

Цей процес підпорядковується рівнянню Гамільтона–Якобі. Фронт хвилі пожежі розглядається як дія $S(q, t)$ у функції координати q і часу t :

$$\frac{\partial S(q_1, q_2, \dots, q_s, t)}{\partial t} + H\left(q_1, q_2, \dots, q_s, t, \frac{\partial S}{\partial q_1}, \frac{\partial S}{\partial q_2}, \dots, \frac{\partial S}{\partial q_s}\right) = 0 \quad (1)$$

Для умови, що рівняння (1) має для події $S(q, t)$ значення розв'язку через величини координат, часу і довільних постійних:

$$S = f(q_1, q_2, \dots, q_s, t; \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_s) \quad (2)$$

Для ідентифікації й оцінки параметрів лісових пожеж використовується апаратура, яка сканує зображення фронту хвилі горіння і оцінює ступінь задимленості місцевості. Це класичний підхід. Але класичний підхід необхідно модифікувати. Його необхідно доповнити дослідженнями динаміки розповсюдження пожеж за рахунок фіксації в певній послідовності часових проміжків. Таким чином розгляд автоматизованої системи керування захисту лісів від пожеж є актуальним. Головною задачею таких досліджень є сформулювати модель – модель швидкості розповсюдження фронту хвилі.

Розглянемо систему керування захисту лісів від пожеж. Почнемо з вимог до цієї системи: безперервність роботи; мобільність; можливість роботи з інформацією про географічні дані у реальному часі; простота обслуговування; оновлення даних, методів, алгоритмів. Типові задачі, які розв'язуються цією електронною системою: оцінка стану за даними дистанційного моніторингу; моделювання та дослідження динаміки лісових пожеж; керування процесами гасіння лісових пожеж.

Система контролю стану лісових масивів включає два канали: для видимого випромінювання (ТВ) та інфрачервоного (ТПВ) (рис. 2).

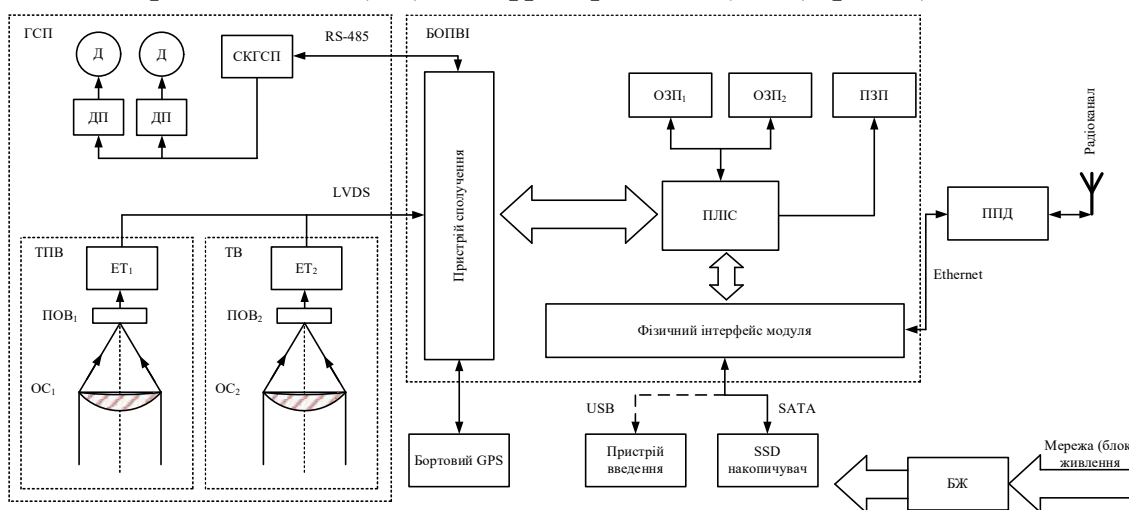


Рисунок 2. Система контролю стану лісових масивів

Інформація з двох каналів переходить до платформи стабілізації (ГСП). Наступний блок – блок обробки і передачі інформації (БОПВІ). З виходу блоку БОПВІ інформація передається через блок передачі даних вимірювання (ППД). Блок вимірювання містить два оптичних канали (ОС), які в свою чергу передають інформацію до приймачів оптичного випроміню-

вання (ПОВ). Останні, в свою чергу, здійснюють перетворення сигнал в електричний. Електронні тракти (ЕТ) піддають сигнали попередній обробці. В блоці БОПВІ використовується програмована інтегральна логічна схема (ПЛІС). Її функція – перетворення сигналу в режимі реального часу. Тому в цьому блоці задіяні запам'ятовуючі пристрої, оперативні (ОЗП). Отримана інформація зберігається в пристроях запам'ятовування інформації (ПЗП). Універсальність системи забезпечується двигунами (Д) і датчиками положення, які обертають (ДП). Вони керуються системою (СКГСП) і доповнюються блоком живлення (БЖ).

Ця система вирішує наступні важливі задачі: отримання двох типів сигналів; визначення місця і причини виникнення лісової пожежі; отримання і збереження відео сигналу з місця пожежі; мобільна реєстрація стану лісової пожежі; розумна система моніторингу стану лісового масиву; зручний інтерфейс обробки даних в мобільних метеостанціях.

На основі отриманих даних будується еліптична модель зростання пожежі (див. рис. 1): вогонь з точкового джерела вільного горіння поширюватиметься за еліптичною формою. Приймається, що вплив палива є рівномірним і безперервним. Враховується рельєф (однорідний, неоднорідний), напрямок вітру (постійний, змінний). Пожежна діяльність не враховується. Доповнюється моніторинг погодними спостереженнями, які впливають на поведінку пожежі.

Література

1. Taylor, S.W. Field guide to the Canadian forest fire behavior prediction / S. W. Taylor, M. E. Alexander. – National resources Canada, Canadian forest service, Northern forestry center. – 2018. – P. 54.
2. The US forest service. An Overview. History, fast facts and key points. Forestry mission, wildfires, forests, and communities. The national fire plan and fire management programs. – Progressive Management. – 2017. P. 134.

Анотація

Досліджувалася електронна система моніторингу лісових масивів, виявлення та ідентифікації лісових пожеж. Сформульовано модель швидкості розповсюдження фронту хвилі лісових пожеж на основі рішення рівняння Гамільтона – Якобі як дії у функції координати і часу. Розглянуті методи та засоби контролю швидкості і напрямку розповсюдження фронту хвилі лісових пожеж.

Ключові слова: електронна система, моніторинг, лісовий масив, ідентифікація, лісові пожежі, фронт хвилі, швидкість розповсюдження.

Abstract

An electronic system for monitoring forest areas, detection and identification of forest fires was studied. A model of the propagation speed of the wave front of forest fires is formulated based on the solution of the Hamilton-Jacobi equation as an action in the function of coordinates and time. The considered methods and means of controlling the speed of propagation of the wave front of forest fires.

Keywords: electronic system, monitoring, forest area, identification, forest fires, wave front, propagation speed.