

## ЗБЕРЕЖЕННЯ ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ ВІД ПОЖЕЖ

<sup>1</sup> Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*Розглянуто стан проблеми збереження лісових ресурсів від пожеж. Досліджено характеристики процесу горіння деревини. Проведено аналіз методів визначення пожежонебезпечних ситуацій та запропоновано структурну схему елемента системи пожежної сигналізації з використанням лінійного оптичного давача диму для охорони лісових ресурсів від пожеж.*

**Ключові слова:** лісові ресурси, пожежний сповіщувач, система пожежної сигналізації.

### **Abstract**

*The state of the problem of preservation of forest resources from fires is considered. The characteristics of the wood burning process are studied. The analysis of methods of definition of fire-hazardous situations is carried out and the structural scheme of an element of system of the fire alarm system with use of the linear optical smoke sensor for protection of forest resources from fires is offered. The state of provision of settlements of Ukraine with sewage treatment facilities and use of sewage sludge is analyzed. The directions of sewage sludge utilization are offered.*

**Keywords:** forest resources, fire detector, fire alarm system.

### **Вступ**

Лісові формації займають особливе місце серед рослинних ресурсів планети. На долю лісів припадає 65 % біомаси суші. Вони відіграють величезну роль в стабілізації кисневого балансу атмосфери в планетарному масштабі, а також виконують водоохоронні, захисні, очисні, санітарно-гігієнічні, оздоровчі, естетичні та інші корисні функції, покращують довкілля, створюють умови для існування диких тварин.

Щорічно на планеті виникає більше 200000 лісових пожеж, які викидають в атмосферу мільйони тонн продуктів згорання. В Україні їх кількість коливається від 1500 до 3000 на рік, де вони охоплюють площу понад 3000 га, причому 90—95 % пожеж виникають з вини населення.

Під час пожежі за рахунок хімічних реакцій виділяється велика кількість газів, включаючи: окис вуглецю (CO), окис азоту (NO), двоокис азоту (NO<sub>2</sub>), аміак (NH<sub>3</sub>) і вуглеводні, які суттєво впливають на локальні і глобальні концентрації атмосферного озону (O<sub>3</sub>) і гідроксильні радикали (ОН<sup>-</sup>). Лісові пожежі на локальному рівні є джерелами домішок впродовж кількох годин або навіть днів. При цьому вплив полутантів за цей, відносно короткий час, може значно погіршити якість повітря [1]. Для зменшення збитків, завданих лісовими пожежами, важливе їх вчасне виявлення. Жоден з існуючих методів та засобів не здатний контролювати самозаймання в спекотну пору року, особливо лісів хвойних порід, порушення правил пожежної безпеки та навмисні підпали. Тому питання про розробку нових засобів для охорони лісових ресурсів від пожеж, зокрема, створення систем лісової пожежної сигналізації, постає дедалі гостріше.

### **Характеристика лісових пожеж**

Основними видами лісових пожеж як стихійних лих, що охоплюють, як правило, величезні території (кілька сотень тисяч і мільйонів гектарів), за об'єктом горіння є низові, верхові і підземні пожежі. Лісові низові пожежі характеризуються горінням лісової підстилки і надґрунтового покриву без захоплення крон дерев. Швидкість руху фронту низової пожежі складає від 0,3-1 м/хв (при слабкій пожежі) і до 16 м/хв (при сильній пожежі), висота полум'я – 1-2 м, максимальна температура на кромці пожежі досягає 900°C. Після такої пожежі затіненість поверхні ґрунту зменшується з 90 % до 60 %, а мертві та пошкоджені дерева викидають на землю велику кількість уламків сухих гілок. В результаті цього через рік або два на даній ділянці спостерігається теплий та сухий ґрунт, накопичується велика кількість сухих гілок, що сприяє виникненню другої пожежі, яка може знищити понад 60 % всієї біомаси лісу [2].

Лісові верхові пожежі розвиваються, як правило, на низових і характеризуються горінням крон дерев. При верховій пожежі полум'я розповсюджується головним чином з крони на крону з великою швидкістю, що досягає 8-25 км/год, залишаючи іноді цілі ділянки необпаленого вогнем лісу. При стійкому характері пожежі вогнем охоплюються не тільки крони, але й стовбури дерев. Полум'я розповсюджується зі швидкістю 5-8 км/год, охоплюючи весь ліс від ґрунтового покриву і до верхівок дерев.

Підземні пожежі виникають як продовження низових та верхових пожеж і розповсюджуються по торф'яному шару, що знаходиться в землі, на глибину до 50 см і більше. Горіння йде повільно майже за відсутності кисню, зі швидкістю 0,1-0,5 м/хв з виділенням великої кількості диму і утворенням вигорілих пустот (прогарів). Горіння може продовжуватися тривалий час навіть зимою під шаром снігу. Під час лісової пожежі одночасно відбуваються процеси горіння деревини та органічного деревного пилу.

Абсолютно суха деревина в середньому містить 49 % вуглецю, 44 % кисню, 6 % водню, 0,1-0,3 % азоту. При спалюванні деревини залишається її неорганічна частина – зола. До складу золи входять кальцій, калій, натрій, магній і інші елементи. Перераховані хімічні елементи і їх сполуки утворюють основні органічні речовини: целюлозу (45-60 %), лігнін (15-35 %) і геміцелюлозу (25 %).

Точний хімічний склад пилу залежить від виду рослини. Сухі стебла рослин складаються в основному з клітковини, що має формулу (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>) [3].

У результаті лісових пожеж в атмосферу планети поступає щороку 11·10<sup>12</sup> т CO<sub>2</sub>. Карбон оксид вступає у фотохімічні реакції з газами у атмосфері, міняючи її склад [4].

#### Аналіз методів визначення пожежонебезпечних ситуацій

В теперішній час заходи по виявленню лісових пожеж проводяться у всьому світі за наступними напрямками [5]:

- патрулювання лісів (наземне і авіаційне);
- спостереження за лісовими масивами із пожежних спостережних вишок, мачт, пунктів;
- використання лазерних систем;
- аналіз зображень зі штучних супутників Землі.

Основні методи визначення пожежонебезпечних ситуацій наведено на рис. 1.



Рисунок 1 – Основні методи визначення пожежонебезпечних ситуацій

В основі активних методів лежить використання лазерних систем дистанційного зондування природного середовища. До пасивних оптичних дистанційних методів екологічного моніторингу відносять аерокосмічні спостереження, які надають високу за якістю і кількістю інформацію, але

мають досить високу вартість.

Ефективність патрулювання лісів знижується завдяки низькій кратності авіапатрулювання, що обумовлена високою вартістю оренди літальних апаратів і істотною залежністю від метеоумов [6].

Спостереження за лісовими масивами з вишок, де встановлюється телевізійна апаратура, можливо лише за сприятливої погоди, що зменшує достовірність в цілому інформації, що отримується. Висока вартість таких споруд не дозволяє широко їх використовувати в лісовому господарстві. Крім того, такі спостереження ускладнюються надмірним завантаженням лісників: на кожного з них в Україні припадає по 350-400 га лісових насаджень [7,8].

Отже, якщо врахувати вартісну характеристику та ефективність застосування вище перерахованих методів визначення пожежонебезпечних ситуацій, то найбільш прийнятними для України та її лісового фонду є інструментальні з використанням різних типів пожежних сповіщувачів (сенсорів).

Сучасні пожежні сповіщувачі можна класифікувати кількома способами:

- за явищем, що виявляє сповіщувач;
- за засобом реагування сповіщувача на виявлене явище;
- за здатністю сповіщувача повертатися у початковий стан;
- за можливістю зняття або заміни сповіщувача.

Враховуючи особливості поставленої задачі по створенню системи пожежної сигналізації для охорони лісових ресурсів, можна прийти до висновку, що найбільш перспективними для застосування є системи, у яких використовуються оптичні димові пожежні сповіщувачі, які чутливі до присутності продуктів згоряння, та викликають поглинання або розсіювання випромінювання у інфрачервоній, видимій або ультрафіолетовій областях спектра електромагнітного випромінювання. Для охоплення максимальної площі спостереження лісових ресурсів перспективним є застосування системи пожежної сигналізації, яка складається із мережі лінійних оптичних давачів (сповіщувачів) диму (ЛОДД), які спрацьовують за появи ознак горіння поблизу визначеної лінії. Для забезпечення своєчасного виявлення пожежонебезпечних ситуацій ЛОДД зв'язані по радіоканалу із пультом централізованого спостереження, на якому проводиться прийом, обробка і реєстрація вимірювальної і діагностичної інформації.

### **Структурна схема елемента системи пожежної сигналізації**

З метою вирішення проблеми охорони лісових ресурсів від пожеж пропонується структурна схема елемента запропонованої системи пожежної сигналізації, що зображена на рисунку 2 для охорони лісових ресурсів від пожеж.

В якості сповіщувача (первинного перетворювача), що входить до складу системи пожежної сигналізації використано серійно випускаємий ЛОДД, призначений для виявлення диму в зоні довжиною 100 м і шириною 18 м, що забезпечує контроль загальної площі 1500–2000 м<sup>2</sup>. ЛОДД складається з передавача і приймача інфрачервоного випромінювання, рознесених у просторі на відстань від 10 до 100 метрів.

Живлення та контроль споживаного струму сенсором диму здійснюється через вузол елементів контролю електроживлення і, у випадку виходу з ладу оптичного лінійного давача диму, цим вузлом створюється сигнал аварії непрацездатності, який передається на мікроконтролер та записується в енергонезалежну ПЗУ.

Основним блоком схеми пристрою є блок управління, до якого входять: мікроконтролер, вузол модема, Flash-пам'ять (енергонезалежна ПЗУ), вузол елементів контролю електроживлення. Блок управління забезпечує виконання таких функцій:

1) сканує наявність сигналів:

— аварії по перевищенню максимально допустимого струму споживання контролюємих вузлів схеми пристрою;

— аварійного порогу розряду акумуляторної батареї;

— сигналізації з вхідного пристрою про задимленість повітря;

— запиту з приймача радіосигналу про діагностичні дані;

2) формує сигнали управління:

— вузлом елементів контролю електроживлення (оскільки всі вузли схеми, за винятком блока управління, живляться в імпульсному режимі для економії заряду акумуляторної батареї);

— трактами прийому/передачі радіосигналів (елементом комутації антени).

Після спрацювання сенсора диму мікроконтролер передає сигнал про пожежу на передавач

радіосигналу. Радіопередавач оснащений швидкодіючим елементом грозозахисту радіотракту, що запобігає пошкодженню схеми пристрою, передає кодований сигнал на пульт централізованого спостереження. Використання направленої антени дає можливість під час прийому підсилити радіосигнал, а при передачі – зменшити потужність вихідного каскаду радіопередавача для збереження достатньої якості передачі.

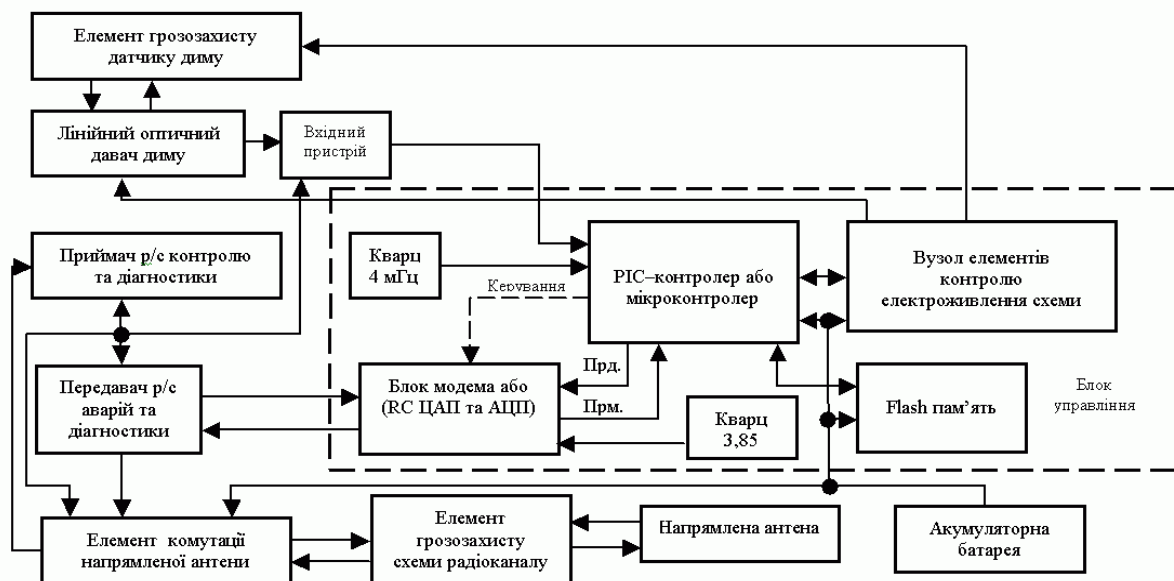


Рисунок 2 – Структурна схема елемента системи пожежної сигналізації

### Висновок

Запропонований елемент системи пожежної сигналізації для охорони лісових ресурсів по радіоканалу дозволяє організувати надійну охорону від пожеж цінних природних територіальних комплексів, які містять рідкісні або занесені до Червоної книги України види рослинного і тваринного світу, а також об'єкти природно-заповідного фонду – природні національні парки, заповідники, заказники, пам'ятки природи та ін.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кратков В. Л. Моделирование лесного низового пожара и ветрового переноса примесей // Инженерная экология. – 2003. – № 1. – С. 35-49.
2. Инженерная экология: Учебник / Под ред. проф. В. Т. Медведева. – М.: Гардарики, 2002. – 687 с.
3. Химическая энциклопедия: В 5 т.: Т1 / Кнунянц И. Л. и др. – М.: Сов. энц., 1990. – 671 с.
4. Пухлий В. А. Процессы горения и взрыва в дисперсных средах. – Научные труды в 4-х томах. Том 1. – Севастополь, 2001. – 340 с.
5. Белов В. А. Новые технические средства для охраны лесов от пожаров // Лесное хозяйство. – 1999. – № 5. – С. 48.
6. Главацкий Г. Д., Филимонов Э. Г. Автономная телевизионная аппаратура для обнаружения лесных пожаров // Лесное хозяйство. – 1997. – № 6. – С.48-49.
7. Єрмаков М. Горять ліси Вінниччини // Пожежна безпека. – 2005. – № 6. – С. 28-29.
8. Оленев Е. А., Козлов С. А. Новый способ раннего обнаружения лесных пожаров // Лесное хозяйство. – 2004. – № 6. – С. 33-34.

*Гарсія Камачо Ернан Уліанодт* – аспірант інституту екологічної безпеки та моніторингу довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ullianodht7777@gmail.com.

*Васильківський Ігор Володимирович* – канд. техн. наук, доцент кафедри екології та екологічної безпеки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: igor.vntu@gmail.com.

*Hernan Camacho Garcia Ullianodt* – postgraduate Institute of ecological safety and monitoring of environment, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ullianodht7777@gmail.com.

*Vasylykowsky Igor Volodymyrovych* – the candidate of echnical sciences, profesor asistent of the Department of Ecology and Environmental Safety, Institute for Environmental Security and Environmental Monitoring Vinnytsia National Technical University, e-mail: igor.vntu@gmail.com.