

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет агротехнологій та природокористування**  
**Кафедра садово-паркового та лісового господарства**

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_

*підпис*

\_\_\_\_\_

*ПІБ*

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти

на тему:

**ОСОБЛИВОСТІ ОХОРОНИ ЛІСІВ ВІД ПОЖЕЖ В УМОВАХ**  
**ЛІСОВИХ ГОСПОДАРСТВ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Виконав:

Сергій КОТЕНКО

\_\_\_\_\_

*Ім'я ПРІЗВИЩЕ*

Група:

ЛІС 2201-1с.т.

Науковий керівник

Доцент Сергій ГОРБАСЬ

\_\_\_\_\_

*Ім'я ПРІЗВИЩЕ*

Рецензент

Доцент Олександр ЄМЕЦЬ

\_\_\_\_\_

*Ім'я ПРІЗВИЩЕ*

Суми – 2025

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет** *агротехнологій та природокористування*

**Кафедра** *садово-паркового та лісового господарства*

**Ступень вищої освіти** – *бакалавр*

**Спеціальність** – *205 «Лісове господарство»*

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри садово-паркового  
та лісового господарства**

\_\_\_\_\_ ПІБ  
«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**  
**Котенко Сергій Олександрович**  
*прізвище, ім'я, по батькові*

1. Тема кваліфікаційної роботи «Особливості охорони лісів від пожеж в умовах лісових господарств сумської області»
2. Керівник кваліфікаційної роботи Горбась Сергій Миколайович
2. Строк подання здобувачем закінченої роботи \_\_\_\_\_
3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно опрацювати) 1. Визначити характерні риси виникнення лісових пожеж та проаналізувати сучасні підходи боротьби з ними в умовах Краснопільського дочірнього агролісогосподарського підприємства «Краснопільський агролісгосп». 2. Провести огляд особливостей умов вирощування лісових насаджень на території підприємства «Краснопільський агролісгосп». 3. Оцінити методичні аспекти щодо забезпечення ефективності системи моніторингу та спостереження за пожежами. 4. Провести аналіз чинних заходів із захисту лісових насаджень від пожеж ними в умовах підприємства «Краснопільський агролісгосп».

5. Перелік графічного матеріалу (з точною вказівкою обов'язкових креслень)

Керівник кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
*підпис* *Ім'я, ПРИЗВИЩЕ*

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
*підпис* *Ім'я, ПРИЗВИЩЕ*

Дата отримання завдання «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назви етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1.	Вибір теми і об'єкта досліджень	5-й семестр	
2.	Розробка завдання до кваліфікаційної роботи; складання календарного плану; формування змісту розрахунково-пояснювальної записки (формування переліку питань, які необхідно опрацювати в роботі). Підбір методик для проведення досліджень	5-й семестр	
3.	Виконання кваліфікаційної роботи		
3.1.	Підбір та аналіз літературних джерел з теми кваліфікаційної роботи	5-й семестр	
3.2.	Збір вихідних даних (проведення польових досліджень) для написання експериментальної частини кваліфікаційної роботи	6-й семестр	
3.3.	Підготовка загального варіанту кваліфікаційної роботи (розділ 1-3, висновки)	7-й семестр	
3.4.	Апробація результатів дослідження	За 40 днів до дати захисту	
4.	Перевірка роботи науковим керівником і допуск до попереднього захисту	За 35 днів до дати захисту	
5.	Перевірка кваліфікаційної роботи на унікальність	За 30 днів до захисту	
6.	Рецензування	За 15 днів до захисту	
7.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	За 10 днів до захисту	
8.	Прилюдний захист кваліфікаційної роботи перед екзаменаційною комісією	Відповідно наказу ректора	

Керівник кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
*підпис* *Ім'я, ПРІЗВИЩЕ*

Здобувач \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
*підпис* *Ім'я, ПРІЗВИЩЕ*

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ ВИНИКНЕННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ ТА РОЗГЛЯНУТИ ТЕХНОЛОГІЇ БОРОТЬБИ З НИМИ.....	10
1.1. Лісові пожежі, їх причини та наслідки.....	10
1.2. Прогнозування виникнення лісових пожеж та їх виявлення.....	144
1.3. Технології боротьби з пожежами .....	20
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	22
2.1. Умови лісовирощування на підприємстві.....	22
2.2. Складові організації протипожежної охорони лісу.....	23
2.3. Методичні підходи щодо встановлення ефективності системи моніторингу та спостереження за лісовими пожежами .....	24
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	266
3.1. Аналіз методів протипожежних заходів на підприємстві.....	266
3.2. Оцінка ефективності протипожежної методики охорони лісів .....	299
3.3. Шляхи підвищення ефективності системи протипожежної безпеки у лісових екосистемах.....	344
ВИСНОВКИ .....	377
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	388
ДОДАТКИ .....	444

## АНОТАЦІЯ

**Котенко С. О. «Особливості охорони лісів від пожеж в умовах лісових господарств сумської області» Кваліфікаційна робота освітнього рівня – бакалавр, на правах рукопису. Спеціальність – 205 Лісове господарство. – Сумський національний аграрний університет. – Суми, 2025.**

Кваліфікаційна робота присвячена аналізу стану протипожежного захисту лісів на території ДП «Краснопільський агролісгосп». У теоретичній частині досліджено природу лісових пожеж, їх види, причини виникнення та вплив кліматичних умов на ризик загорянь. Описано сучасні технології виявлення пожеж та методи їх гасіння, зокрема використання супутникових даних, мінералізованих смуг, мотопомп, спеціальної техніки й інформаційної роботи з населенням.

У практичній частині охарактеризовано природні умови підприємства, оцінено ефективність чинної системи моніторингу та реагування, проаналізовано статистику виникнення пожеж у 2015–2024 роках. Розроблено рекомендації щодо вдосконалення протипожежного захисту шляхом запровадження інженерно-технічних та організаційно-правових заходів.

**Ключові слова:** лісові пожежі, протипожежна охорона, лісове господарство, пожежна безпека.

## ABSTRACT

**Kotenko S. O. " Peculiarities of forest protection from fires in the conditions of forestry in the Sumy region " Qualification work for obtaining an educational level - bachelor, in the form of a manuscript. Specialty - 205 Forestry - Sumy National Agrarian University - Sumy, 2025.**

The qualification work is devoted to the analysis of the state of fire protection of forests on the territory of the State Enterprise "Krasnopilsky Agroforestry". In the theoretical part, the nature of forest fires, their types, causes of occurrence and the impact of climatic conditions on the risk of fire occurrence are investigated. Modern fire detection technologies and methods of extinguishing fires are described, including the use of satellite data, mineralized strips, motor pumps, special equipment, and public awareness.

In the practical part, the natural conditions of the enterprise are characterized, the effectiveness of the current monitoring and response system is assessed, and the statistics of fire occurrence in 2015-2024 are analyzed. Recommendations for improving fire protection through the implementation of engineering, technical, organizational and legal measures are developed.

**Keywords:** forest fires, fire protection, forestry, fire safety.

## ВСТУП

**Актуальність дослідження.** Лісові екосистеми є надзвичайно важливими складовими природних ресурсів, які забезпечують життєдіяльність біосфери та виконують численні корисні функції для людства. Разом із тим, вони перебувають під постійною загрозою, однією з найактуальніших серед яких є лісові пожежі. Лісові пожежі, що виникають у межах Краснопільського дочірнього агролісогосподарського підприємства «Краснопільський агролісгосп» (далі – підприємство), мають низку специфічних характеристик, що вимагають комплексного підходу до розробки і впровадження системи захисту лісів від вогню. Усвідомлення цих особливостей разом із реалізацією ефективних заходів запобігання надзвичайно важливі як для раціонального використання та відновлення природних ресурсів, так і для забезпечення безпеки суспільства та його інфраструктури. У цій роботі досліджуються актуальні питання пожежного ризику в умовах діяльності підприємства, аналізуються специфічні аспекти організації охорони лісів від пожеж, а також пропонуються шляхи їх попередження та оперативного усунення.

**Мета і завдання дослідження.** Метою цього дослідження є визначення та наукове обґрунтування організаційних заходів, спрямованих на захист лісових масивів від пожеж в умовах Краснопільського дочірнього агролісогосподарського підприємства «Краснопільський агролісгосп»,

**Завдання дослідження:**

1. Визначити характерні риси виникнення лісових пожеж та проаналізувати сучасні підходи боротьби з ними в умовах Краснопільського дочірнього агролісогосподарського підприємства «Краснопільський агролісгосп».
2. Провести огляд особливостей умов вирощування лісових насаджень на території підприємства «Краснопільський агролісгосп».
3. Оцінити методичні аспекти щодо забезпечення ефективності системи моніторингу та спостереження за пожежами.

4. Провести аналіз чинних заходів із захисту лісових насаджень від пожеж ними в умовах підприємства «Краснопільський агролісгосп».

**Об'єктом дослідження** є система протипожежного захисту лісових екосистем.

**Предмет дослідження** зосереджено на методології планування та реалізації заходів протипожежної охорони в умовах функціонування підприємства.

**Методи та підходи дослідження** включають застосування комплексу загальнонаукових методів, таких як аналіз і синтез інформації, індуктивний і дедуктивний підходи, методи порівняння та співставлення, а також спостереження.

**Наукова новизна.** Проведене дослідження являє собою цілісну наукову роботу, спрямовану на вивчення специфіки організації протипожежної охорони лісів у контексті діяльності підприємства. У рамках цього дослідження проаналізовано ключові аспекти пожежної небезпеки з урахуванням кліматичних умов, ландшафтних характеристик, структурної будови лісових насаджень та особливостей регіональної інфраструктури. Особливий акцент зроблено на оцінці ефективності застосування різних методів запобігання й локалізації пожеж, таких як раннє виявлення загорянь, створення протипожежних бар'єрів, використання водойм, а також впровадження сучасних технологічних рішень і обладнання.

**Практичне значення отриманих результатів.** Результати проведеного дослідження можуть стати основою для державних установ, що займаються управлінням лісовими ресурсами, у процесі розробки та впровадження більш ефективних стратегій запобігання та ліквідації лісових пожеж. Вивчення специфіки пожежної небезпеки у відповідному регіоні сприятиме оптимальному розподілу наявних ресурсів та фінансів, спрямованих на заходи з охорони лісів. Це дозволить мінімізувати втрати від пожеж, забезпечити поліпшення стану лісових екосистем, а також підвищити їхню екологічну стійкість. Окрім того, отримані результати можуть бути

враховані у процесі формування законодавчих ініціатив та політики, що спрямовані на вдосконалення системи сталого управління лісовими ресурсами, охорони природи та збереження біорізноманіття.

**Апробація результатів дослідження.** Результати досліджень доповідалися на закордонних науково-практичних конференціях студентів.

**Публікації.** Котенко С. О. Метеорологічні умови, які сприяють виникненню лісових пожеж / Горбась С.М., Контенко С. О. // The Future of Science, Technology and Economy. Collection of Scientific Papers with Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference. International Scientific Unity. June 11-13, 2025. Sofia, Bulgaria. 408 p.

**Структура і обсяг роботи.** Кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел (51 найменування). Загальний обсяг дипломної кваліфікаційної роботи – 44 сторінок комп'ютерного тексту, містить 6 таблиць, 8 рисунків.

## РОЗДІЛ 1.

### ОСОБЛИВОСТІ ВИНИКНЕННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ ТА РОЗГЛЯНУТИ ТЕХНОЛОГІЇ БОРОТЬБИ З НИМИ

#### 1.1. Лісові пожежі, їх причини та наслідки

Велика частина території України вкрита лісами, які є справжнім національним багатством і гордістю нашого народу. Ліси потребують дбайливого захисту, оскільки їхнє недбале використання може мати руйнівні наслідки. Особливо небезпечними є лісові пожежі, що становлять одну з найсерйозніших екологічних загроз, здатних порушити природний баланс та завдати шкоди цілим лісовим масивам. Зміна клімату й зростання антропогенного впливу сприяють тому, що такі пожежі дедалі частіше охоплюють великі площі.

На території України ситуація ускладнюється додатково через наслідки бойових дій, які підвищують ймовірність виникнення подібних катастроф. Під час пожеж у лісах відбувається не лише знищення велетенської кількості дерев, але і загибель багатьох тварин, птахів, пошкодження споруд та втрата величезних матеріальних цінностей.

Основними небезпечними чинниками таких пожеж є:

- висока температура, яка спричиняє займання всього в зоні горіння;
- теплове випромінювання, через яке горючі матеріали можуть загорятися навіть за межами осередку пожежі;
- сильне задимлення, яке дратує дихальні шляхи, має негативний психологічний вплив на людей або викликає отруєння окисом вуглецю в небезпечних випадках.

Крім цього, задимленість обмежує видимість та ускладнює рух транспорту і роботу рятувальних служб.

Незважаючи на профілактичні заходи з охорони лісів, літні місяці все одно створюють сприятливі умови для виникнення та поширення пожеж. Статистика свідчить, що щороку в Україні фіксується від 10 до 15 тисяч

лісових пожеж на площі понад 500 гектарів. Основними причинами їх виникнення є:

- людський фактор (60%);
- необережність організацій та експедицій (19,7%);
- діяльність лісозаготівельників (3,5%);
- сільськогосподарські випалювання (6,7%);
- природні чинники, як-от блискавки (8,1%);
- інші причини (2%).

Отож, у 90% випадків відповідальність за лісові пожежі лежить на людині та її недбалому поведженні з вогнем

Розрізняють такі види пожеж:

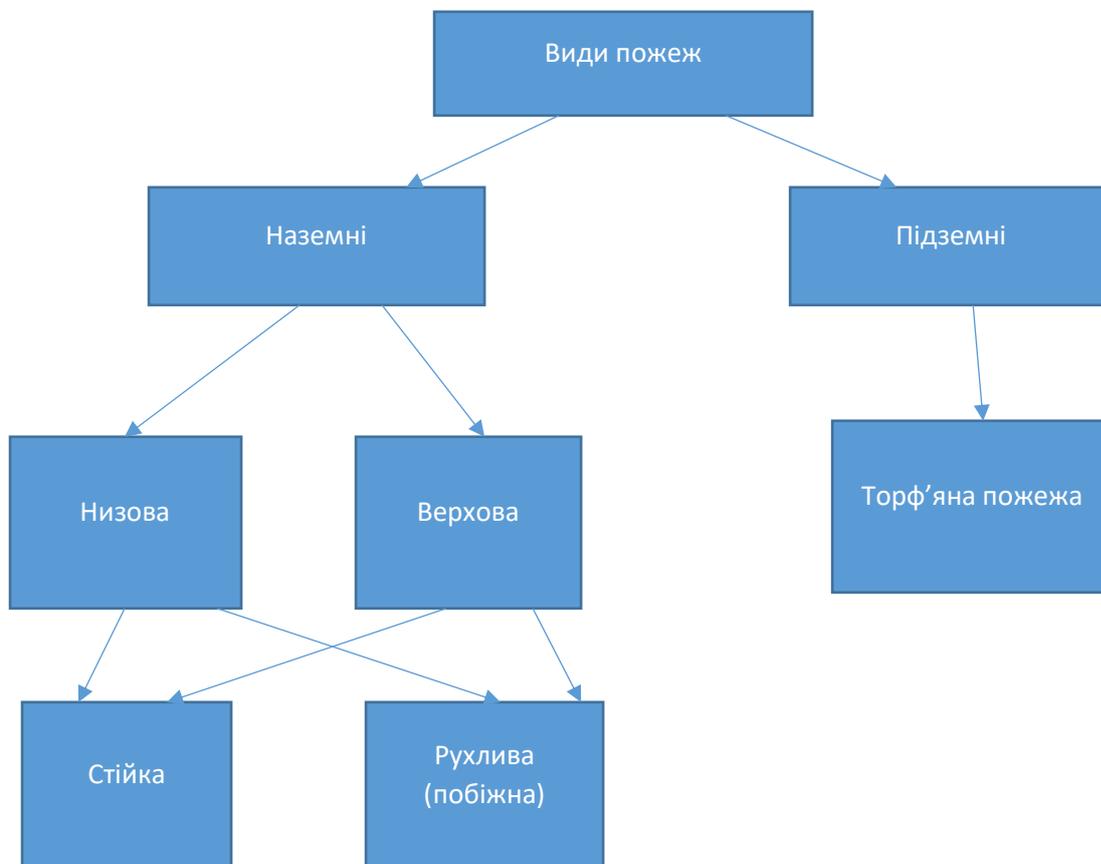


Рис. 1.1. Види пожеж.

Таблиця 1.1

## Характеристика видів пожеж

№ п/п	Вид пожежі	Характеристика
1	Низова пожежа	Пожежі, що охоплюють надґрунтовий покрив, який включає лишайники, мохи, лісову підстилку, трави, чагарники, деревний опад, вітролом і порубкові рештки, а також зачіпають нижній ярус рослинності, зокрема, підріст та підлісок (див. рис. 1.2)
2	Рухлива низова пожежа	Пожежі з фронтальною крайкою, що рухається зі швидкістю понад 0,5 м/хв. і характеризуються значним полум'яним горінням. Такі пожежі значною мірою спричиняють вигорання надґрунтового покриву.
3	Верхова пожежа	Пожежі, які поширюються в кронному просторі лісових насаджень. У цьому випадку низовий вогонь часто виступає як складова частина верхової пожежі (див. рис. 1.3).
4	Стійка верхова пожежа	Пожежі з інтенсивністю до 4 км/год., що охоплюють крони дерев і супроводжуються стабільним низовим полум'ям. Як наслідок, майже вся територія залишається вигорілою, а з дерев залишаються лише обвуглені стовбури.
5	Підземні пожежі	Пожежі, пов'язані з тлінням торфового шару ґрунту без відкритого полум'я (див. рис. 1.4).
6	Стійка низова пожежа	Пожежі з фронтом, який рухається повільніше ніж 0,5 м/хв., де горіння відбувається переважно у безполуменевій формі (тління) наземних горючих матеріалів.
7	Рухлива верхова пожежа	Пожежі з поширенням до 4 км/год., які охоплюють як крони дерев, так і фронт стійкої низової пожежі. У результаті таких подій територія повністю вигоряє, залишаючи лише обвуглені залишки деревних стовбурів.

Слід зазначити, що майже будь-яка пожежа в лісі на початку свого розвитку має вигляд низової і за відповідних умов може перейти у верхову або підземну.

Зовнішній вигляд низової та верхової пожеж схематично зображено на рис.1.2. та на рис. 1.3. відповідно



Рис. 1.1. Низова пожежа



Рис. 1.2. Верхова пожежа

Зовнішній вигляд підземної (торф'яної) пожежі схематично зображено на рис.1.4.



Рис. 1.4. Горіння торф'яниці.

Виникнення та розвиток лісових пожеж істотно залежать від стану погоди. Встановлено такі класи пожежної небезпеки за умовами погоди:

1. Небезпека пожежі відсутня.
2. Середня пожежна небезпека.
3. Висока пожежна небезпека.
4. Надзвичайно висока пожежна небезпека.

### **1.2. Прогнозування виникнення лісових пожеж та їх виявлення**

Виявлення лісових пожеж є критично важливим для запобігання їх подальшому поширенню та зменшення наслідків. Швидке реагування на загоряння дозволяє мінімізувати можливі збитки, людські втрати та допомагає зберегти природні ресурси. Проте сучасні методи виявлення і прогнозування лісових пожеж все ще недостатньо ефективні.

Лісові пожежі – це складний процес, який може спалахнути в будь-якому місці лісу. Тому необхідно володіти різноманітними і дієвими засобами моніторингу та виявлення для оперативного реагування. Зараз основними способами виявлення лісових пожеж є наземне спостереження,

спостереження з пожежних веж, повітряне патрулювання і спостереження з космосу.

Моніторинг лісів являє собою систематичне спостереження за їх станом з метою забезпечення ефективного управління та охорони природних ресурсів. Цей процес сприяє оцінці змін у лісовій екосистемі, виявленню проблем і розробці стратегій для їх подолання. Традиційні методи моніторингу лісів є важливим засобом для визначення масштабів лісових масивів, їх структури та складу порід. таблиці 1.2

**Таблиця 1.2**

**Основні методики оцінки стану лісових екосистем**

№ п/п	Назва методики	Характеристика методики
1	Облік лісових площ	ґрунтується на деталізованих процесах інвентаризації та лісовпорядкування. Інвентаризація передбачає закладання пробних ділянок у встановлених лісових культурах та плантаціях, у той час як лісовпорядкування забезпечує виділення земельних ділянок, їх класифікація та розрахунок деревних запасів відповідно до вікових категорій.
2	Таксація лісів	спрямована на визначення критичних характеристик насаджень, таких як видова композиція, вік, щільність, структура і діаметри деревини. Ця методика дозволяє лісовпорядним організаціям розуміти зміни в структурі лісу під впливом антропогенних та природних факторів, що має ключове значення для підтримання біорізноманіття та екологічної різноманітності.
3	Визначення показників	Оцінка певних індикаторів стану лісових масивів, таких як щільність, висота дерев, об'єм деревини, а також присутність шкідників і патогенів, допомагає встановлювати загальний стан здоров'я лісових зон.

## Продовження таблиці 1.2

№ п/п	Назва методики	Характеристика методики
4	Вибірковий районний облік	полягає в аналізі деревних параметрів та характеристик залісненості на окремих ділянках, що сприяє збору детальних даних щодо структури та функціонування лісових екосистем. Це створює поглиблену базу даних для подальшої аналітики та прогнозування динаміки лісових масивів.
5	Моніторинг стану дерев	зосереджений на виявленні ознак захворювань і шкідників серед дерев та оцінці їх розповсюдження, дозволяючи оперативно контролювати негативні зміни та попереджати потенційні великомасштабні пошкодження.
6	Супутникові знімки	є ефективним методом отримання спектральної інформації про рослинний покрив. Завдяки ним можливо проводити оцінку стану лісових територій, санітарного стану, площ вирубок та інших важливих параметрів, а також відстежувати динаміку змін залісненості на великих територіях.

Збір і аналіз метеорологічних даних є важливою складовою традиційних методів моніторингу, які впливають на стан і динаміку розвитку лісових екосистем. Серед таких даних виділяють показники температури, рівень опадів, вологість повітря та інші кліматичні параметри, що дозволяють простежити взаємозв'язок між кліматичними умовами та здоров'ям лісів. Однак традиційні підходи мають власні обмеження, такі як значні витрати часу й ресурсів, обмежений охоплення територій та недостатня точність і деталізація отриманої інформації. У зв'язку з цим доцільно поєднувати традиційні методи із сучасними технологіями, зокрема застосовуючи геоінформаційні системи та інструменти дистанційного зондування Землі для ефективнішого моніторингу та управління лісовими ресурсами.

Традиційні методи моніторингу лісів демонструють ефективність у локальних дослідженнях, проте вони мають певні недоліки. Здебільшого наземні спостереження охоплюють лише окремі ділянки, що не дає змоги сформувати цілісну картину стану лісової екосистеми. Окрім цього, такі підходи вимагають значних людських і фінансових ресурсів. Сучасні ж технології, як-от геоінформаційний аналіз, дистанційне зондування та алгоритми машинного навчання, стають дедалі популярнішими серед науковців і фахівців у сфері лісового господарства завдяки їхній ефективності та інноваційному підходу. Одним із найбільш прогресивних і водночас дієвих способів моніторингу лісових масивів у XXI столітті є космічне картографування в поєднанні з безперервним дистанційним моніторингом. Використання супутникових знімків дозволяє отримати об'єктивну та інформативну оцінку стану лісів, відстежувати зміни в екосистемах і планувати відповідні заходи для їхнього збереження. Технології космічного картографування забезпечують великий обсяг релевантних даних, які можуть бути корисними для різноманітних цілей. Наприклад, за допомогою аналізу відтінку зображень визначається типовий зелений тон лісових масивів, оскільки хлорофіл, що є основним пігментом рослин, поглинає світло, переважно в зеленому спектрі. Це дозволяє виділити лісові площі й створювати точні карти їхнього розташування.

Супутникові знімки дозволяють аналізувати густоту лісових насаджень, надаючи можливість оцінити стан лісів у різних регіонах. Території з більшою щільністю дерев зазвичай відображаються на зображеннях темнішими відтінками, оскільки крони дерев і гілки затримують сонячне світло. Це дає змогу визначати області з високою густотою лісу, що свідчить про його добрий стан і екологічну стабільність у межах відповідних територій. Цей ефект наочно ілюструється на рис. 1.5 [15].

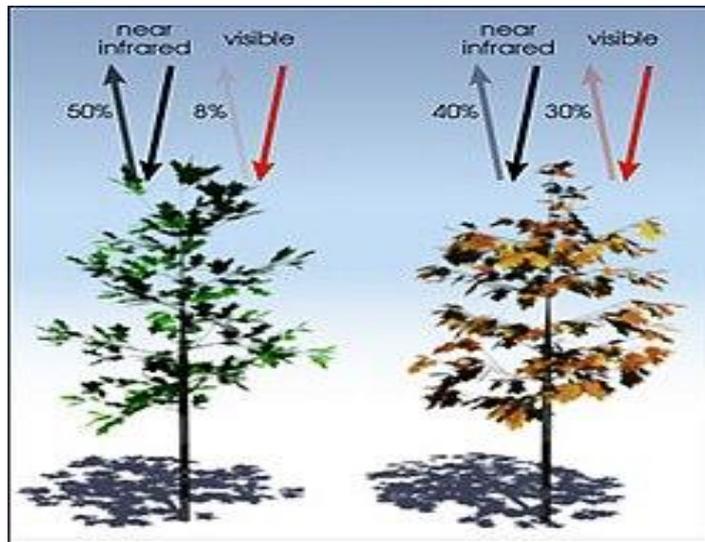


Рис. 1.5 застосування NDVI для ідентифікації здорових та уражених рослин

Космічні знімки надають можливість здійснювати детальний аналіз структури лісових масивів. Використання сучасних алгоритмів обробки даних сприяє ідентифікації різних видів дерев, визначенню параметрів крон рослин, а також виявленню дерев, доріг та інших конструктивних елементів. Такий підхід забезпечує оцінювання біорізноманіття лісових екосистем, виявлення зон із проблемним станом і формування пріоритетних заходів для їх відновлення та збереження. Зверніть увагу на рис. 1.6.

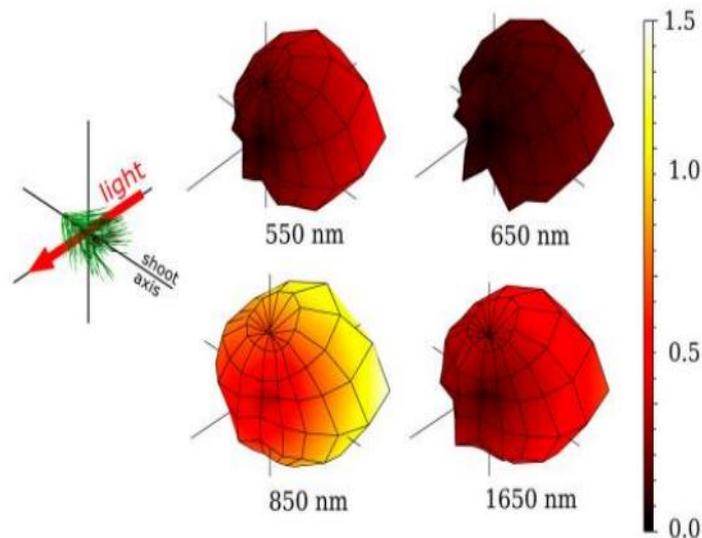


Рис. 1.6 показано функції фази розсіювання зразка пагонів сосни звичайної, виміряні на чотирьох різних довжинах хвилі. У верхньому лівому куті наведена діаграма, що демонструє геометрію освітлення [16]

Аналіз змін лісового покриву є одним із ключових напрямів використання космічних знімків. Порівняння зображень, зроблених у різні періоди, дозволяє оцінити динаміку процесів деградації, викликаних вирубкою лісів, поширенням хвороб і шкідників, а також просторові зміни в розподілі лісових масивів. Така інформація має вирішальне значення для розробки стратегій із збереження й відновлення лісових ресурсів.

Крім того, космічні знімки відіграють важливу роль у виявленні лісових пожеж та оцінці їх обсягів. Аналіз аномалій у кольорових і структурних характеристиках зображень допомагає визначити наявність пожежі та простежити її поширення. Ці дані сприяють оперативному реагуванню, включно з організацією заходів для гасіння та мінімізації шкоди від природного лиха. На рисунку 1.7 наведені спектральні характеристики відбиття деяких деревних складників, таких як стовбури й окремі шматки кори. [44].

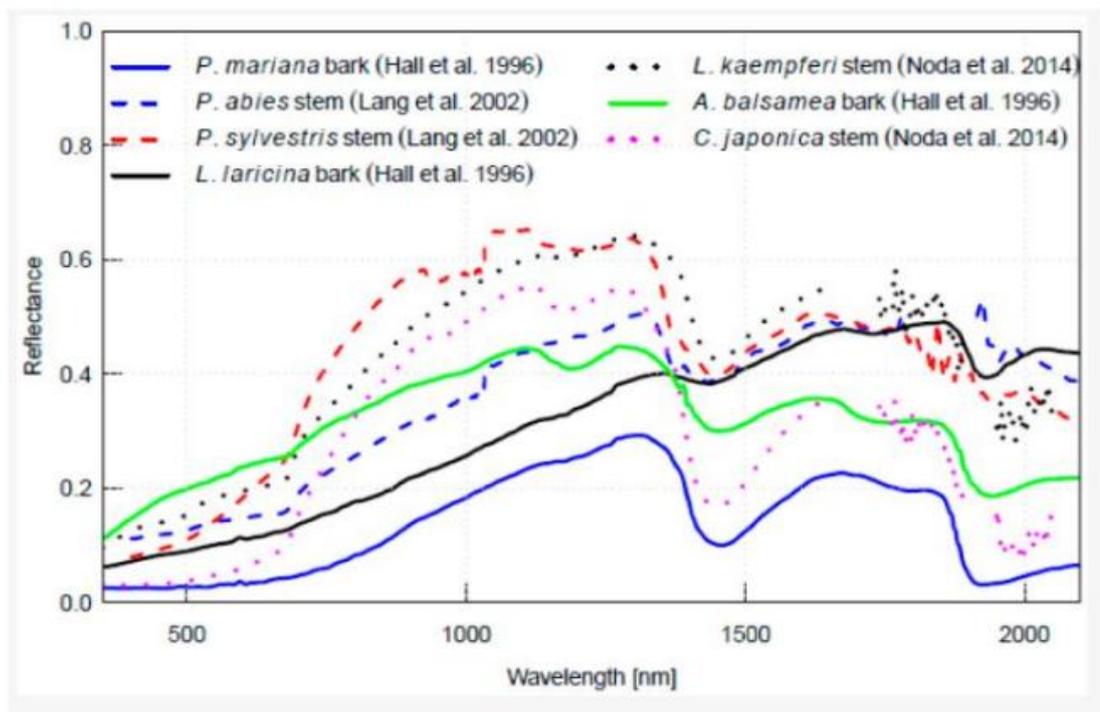


Рис. 1.7. Спектри відбиття деревних компонентів (стволів дерева або шматків кори) [41]

### 1.3. Технології боротьби з пожежами

Для боротьби з лісовими пожежами застосовують такі методи:

- Захльостування крайки низової пожежі за допомогою зелених гілок, мішковини, що дозволяє зміщувати палаючі частки в центр осередку та зменшувати інтенсивність горіння. Кромку пожежі також засипають ґрунтом за допомогою лопат чи спеціальних пристроїв, що сприяє механічному збиванню полум'я, охолодженню горючих матеріалів і перешкодженню доступу повітря.

- Прокладання мінералізованих смуг і канав для блокування поширення пожежі. Це виконується за допомогою фрез, спеціалізованих машин, канавокопачів, бульдозерів або вручну лопатами. Такі смуги очищають від поверхневого покриву й підстилки до мінералізованого шару ґрунту.

- Гасіння пожеж із використанням зустрічного низового вогню. Зону перед рухомим фронтом пожежі обпалюють, створюючи захисну смугу, позбавлену горючого матеріалу. Процес підтримується вітром, спрямованим назустріч пожежі, що виникає як результат взаємодії потоків повітря, і це обмежує подальше розповсюдження полум'я.

- Використання вибухових речовин для створення захисних траншей і канав, які перешкоджають поширенню пожежі. Вибухові заряди також збивають полум'я викинутим ґрунтом та ударною хвилею. Заряди розміщують у спеціально пробурених свердловинах чи траншеях або в екстрених випадках роблять накладні підриви.

- Для уникнення неконтрольованого поширення випалювання його проводять від наявних опорних рубежів, таких як лісові дороги, просіки, канали, широкі потоки води, або мінералізованих смуг, створених штучно. Ці рубежі мають бути непрохідними для вогню завдяки природним або штучним бар'єрам.

- Гасіння пожеж за допомогою мотопомп, а також водоскидів із літаків і гелікоптерів. Подання води на осередки горіння охолоджує матеріали й

зменшує вміст кисню за рахунок утворюваної пари, що сприяє припиненню горіння.

- Використання хімічних засобів для сповільнення поширення пожежі й створення захисних смуг. Хімікати охолоджують горючі матеріали, припиняють доступ кисню, а також уповільнюють процес окислення. До таких речовин належать водні розчини хлоридів кальцію, калію або натрію. Для обмеження доступу повітря використовують піну з вогнегасників або емульсій, які розпилюються через пожежні насоси.

- Штучне викликання опадів через обстріл хмарного фронту із застосуванням зенітної артилерії, снарядів із йодистим сріблом чи іншими спеціальними речовинами або запуском ракет із літаків чи зенітних установок. [31].

## РОЗДІЛ 2

### УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Умови лісовирощування на підприємстві

ДП "Краснопільський агролісгосп" розташоване в південно-східній частині Сумської області та охоплює територію площею 11 522 гектари. Ліси тут розвиваються в умовах помірно-континентального клімату, з достатньою кількістю опадів. Однак певні природні чинники, зокрема висока температура повітря, низька вологість ґрунту та наявність молодих хвойних насаджень, можуть сприяти ризику виникнення та поширення пожеж. Водойми та річки в регіоні здатні суттєво допомогти у гасінні загорянь, проте їх ефективність знижується при недостатній кількості опадів.

Загальна площа лісового фонду, яка закріплена за підприємством, становить 11 522 гектари, із них 9 548,1 гектара вкриті лісовою рослинністю. Ці території використовуються для різних цілей: природоохоронних, історико-культурних, наукових, рекреаційно-оздоровчих і захисних.

Згідно з лісорослинним районуванням, територія агролісгоспу належить до Північно-Східного Сумського лісостепу. Тут переважають дубові та кленово-липово-дубові ліси, а також заплавні луки, характерні для Середньо-Руського лісостепового округу. Районування було розроблено спеціалістом С. А. Генсіруком.

Клімат у районі господарства є помірно-континентальним. Йому властиве тривале тепле літо з помірним рівнем опадів і відносно м'яка зима.

Природні умови даного регіону можуть сприяти появі пожеж у лісах. Наприклад, висока температура разом із низькою вологістю ґрунту підвищують ризик загорянь, ускладнюючи їхнє гасіння. Наявність значної кількості листяних порід дерев збільшує обсяг горючих матеріалів, полегшуючи поширення полум'я. В той же час річки та ставки забезпечують необхідний доступ до води для протидії пожежам, але за дефіциту опадів рівень води у цих водоймах може знижуватися, що утруднює гасіння.

## 2.2. Складові організації протипожежної охорони лісу

Організація протипожежного захисту лісів передбачає впровадження системного комплексу заходів, спрямованих на попередження виникнення та поширення пожеж, а також оперативну й ефективну ліквідацію вогнищ займання. Цей процес охоплює кілька ключових етапів.

1. Впровадження сучасних технологій. Застосування інноваційних методів для виявлення та моніторингу пожеж, зокрема використання дронів із тепловізійними камерами та супутникових систем спостереження. Проте, у нинішніх умовах воєнного стану подібні методи є обмеженими, оскільки використання дронів заборонено в прикордонних регіонах.

2. Моніторинг лісового середовища. Постійне спостереження за станом лісових масивів для своєчасного виявлення загрозливих факторів і застосування превентивних заходів.

3. Розробка планів пожежного захисту. Створення детальних стратегій реагування у випадку виникнення пожеж, що включають співпрацю з іншими аварійно-рятувальними службами, гарантування наявності необхідних ресурсів і засобів.

4. Організація навчально-тренувальних заходів. Регулярне підвищення кваліфікації персоналу з питань пожежної безпеки, проведення тренінгів і забезпечення належної теоретичної та практичної підготовки у спеціалізованих установах.

5. Взаємодія з місцевими громадами. Активне залучення місцевого населення до процесу запобігання пожежам шляхом проведення просвітницьких кампаній, навчальних заходів і активної співпраці зі ЗМІ для поширення інформації про пожежну небезпеку.

6. Формування спеціалізованої служби пожежного захисту. Заснування організації, відповідальної за виявлення, локалізацію та ліквідацію пожеж, із належним оснащенням і кваліфікованими кадрами.

7. Установлення норм пожежної безпеки. Розробка й упровадження чітких регламентів щодо заборони діяльності, яка потенційно може

спричинити займання, наприклад, розпалювання вогню, куріння чи використання вогнепальної зброї поблизу лісів.

Усі зазначені заходи є базовими елементами системи лісового протипожежного захисту, спрямованої на збереження природних екосистем.

### **2.3. Методичні підходи щодо встановлення ефективності системи моніторингу та спостереження за лісовими пожежами**

Оцінка ефективності системи моніторингу та спостереження за лісовими пожежами є ключовим етапом для визначення успішності заходів із захисту лісів від вогню. Цей процес охоплює аналіз різноманітних даних, таких як результати моніторингу потенційних ризиків пожеж, оперативне виявлення загорянь на ранніх етапах, своєчасна реакція на події та ефективність заходів з гасіння пожеж.

Під час проведення оцінки розглядаються фактичні результати у порівнянні із запланованими цілями та показниками. Важливими аспектами є точність і швидкість виявлення пожеж, ефективне використання наявних ресурсів та обладнання, масштаби поширення полум'я, а також оцінка нанесених збитків природному середовищу та людям. Такі дії дозволяють ідентифікувати сильні та слабкі сторони існуючої системи, виокремити проблемні зони та запропонувати заходи для покращення стратегій боротьби з пожежами. Отримані результати слугують основою для прийняття раціональних рішень та розробки оновлених стратегій протипожежного захисту.

Далі наведено ключові чинники, які впливають на ефективність заходів захисту лісів:

1. Швидкість виявлення пожеж. Суттєвий показник, який характеризує здатність системи оперативно розпізнавати загоряння. Використання сучасних технологій, таких як супутникові системи, дрони чи автоматизовані детектори, може значно підвищити цей параметр.

2. Точність визначення місцезнаходження пожежі. Від правильної локалізації загоряння залежить ефективність управління ресурсами та організація реагування. Геолокаційні технології забезпечують високий рівень точності.

3. Системи оповіщення і комунікації. Ефективність попереджувальних засобів і координації між сторонами відіграє вирішальну роль у мінімізації часу реагування на пожежу. Автоматичні сповіщення та налагоджене співробітництво рятувальних служб забезпечують оперативність рішень.

4. Реагування і гасіння пожеж. Оцінюється здатність мобілізувати необхідні ресурси, такі як техніка, обладнання й персонал. Компетентність пожежників та швидка мобілізація можуть значно зменшити масштаби пошкоджень.

Ефективність пожежних ліній також є предметом оцінки — їх придатність для запобігання поширенню вогню та сприяння його контролю:

1. Ширина та довжина ліній. Необхідно враховувати їхній розмір відповідно до специфіки ландшафту та передбачуваних ризиків.

2. Утримання та обслуговування. Регулярне очищення від рослинності, забезпечення доступу техніки сприяє підвищенню функціональності ліній.

3. Локація і розміщення. Пожежні лінії повинні покривати найбільш уразливі ділянки, враховуючи природні бар'єри, здатні запобігти поширенню вогню.

4. Постійний моніторинг і адаптація. Аналіз ефективності й модернізація ліній з огляду на зміну кліматичних умов та інших факторів сприяє посиленню їхньої ролі в протипожежному захисті.

Впровадження регулярної оцінки та вдосконалення систем моніторингу і реагування є невід'ємним компонентом довгострокової стратегії боротьби з лісовими пожежами. [36].

## РОЗДІЛ 3

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 3.1. Аналіз методів протипожежних заходів на підприємстві

Використання заходів для захисту лісових насаджень від лісових пожеж є важливою складовою роботи лісівників [38]. Нижче наведено кілька методів та заходів, які застосовуються для захисту лісів від пожеж на вказаному підприємстві:

Моніторинг та нагляд: ця дія включає системи попередження пожеж, що можуть бути встановлені в лісах, постійне патрулювання та спостереження за наявністю пожеж, агітаційна робота серед населення та встановлення спеціальних механічних перешкод на шляху потенційного слідування пожежі. Завдяки цьому заходу, можуть бути виявлені інциденти на початкових етапах їх розвитку (табл. 3.1).

**Таблиця 3.1**

#### Профілактичні та попереджувальні заходи з охорони лісів від пожеж на підприємстві

Виготовлено та встановлено шлагбауми	Встановлено аншлаги	Догляд за мінсмугами, розривами, км	Профілактичні бесіди в школах, щодо дотримання правил пожежної безпеки в лісі	Виступи у засобах масової інформації
3	4	Не проведено в зв'язку з евакуацією населення з Краснопільської та Миропільської ТГ та руйнацією інфраструктури сіл та селищ району		

Організація патрулювання та загасання пожеж є важливою складовою стратегії захисту лісових масивів. Регулярне обходження лісів сприяє виявленню потенційних загорянь на ранніх стадіях та негайному реагуванню на них. Лісівники користуються пожежними вогнегасниками,

автоцистернами та іншим спеціальним обладнанням, яке детально перераховано в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

### Лісопожежна техніка в розрізі підприємств на підприємстві

Всього пож. техніки, шт	ЗІЛ	Інші	Наявність мотопомп	Наявність РЛО
0	0	0	1	10

Протипожежні коридори представляють собою просіки, створені шляхом видалення рослинності вздовж меж лісових масивів або між окремими ділянками лісу. Вони спрямовані на зниження інтенсивності та швидкості поширення лісових пожеж, виконуючи функцію буферних зон.

Інформування громадськості та користувачів лісу є одним із ключових аспектів забезпечення пожежної безпеки. До пріоритетів належать просвітницька діяльність щодо правил пожежної безпеки, роз'яснення заборон на використання відкритого вогню в небезпечних зонах, а також нагадування про необхідність оперативного повідомлення відповідних служб у разі виникнення загоряння. Вчасне поширення цих знань може суттєво скоротити кількість пожежних випадків.

Окрему роль у захисті від пожеж відіграють технічні засоби та обладнання. Вони застосовуються для оперативного виявлення осередків займання, безпосереднього гасіння пожеж та їх подальшого локалізування. Серед таких засобів можна виокремити пожежні автомобілі, авіаційні ресурси, зокрема вертольоти, системи водозабезпечення, ручні інструменти для гасіння та інше спеціалізоване устаткування. Важливим аспектом ефективного функціонування цього обладнання є регулярне технічне обслуговування, а також систематичне навчання персоналу через тренування. Таким чином, усі наявні ресурси, які перебувають у розпорядженні відповідних служб, потребують комплексного й злагодженого підходу для

забезпечення максимальної ефективності в боротьбі з лісовими пожежами.  
Наявні ресурси агролісгоспу перераховані в табл. 3.3.

Таблиця 3.3

**Наявність засобів пожежогасіння та протипожежного обладнання [14]**

№	Назва пожежного обладнання та засобів пожежогасіння	Наявність на 01.01.25 р.
1.	Пожежні автомобілі АЦ-40 та АРС-14	0
2.	Лісопожежні модулі	1
3.	Патрульний автомобіль	2
4.	Мотопомпи	1
5.	Хлопавки	7
6.	Пожежні рукави	80
7.	Пожежні стволи	2
8.	Колісні трактори	2
9.	Плуги лісові, ґрунтомети	1
10.	Ранцеві лісові вогнегасники	10
11.	Бензопили	1
12.	Лопати	25
13.	Сокири	5
14.	Граблі	10
15.	Змочувачі	0
16.	Каністри	10
17.	Рації всього	1
18.	Черговий одяг і спецвзуття	10
19.	Аптечки першої медичної допомоги	1
20.	Кухлі для питної води	15
21.	Бідони для питної води	3

Реалізація плану протипожежних заходів на підприємстві передбачає наступні етапи:

1. Розробка переліку заходів для забезпечення пожежної безпеки з урахуванням потенційних ризиків і вимог законодавства.
2. Призначення відповідальних осіб або команд для втілення плану та здійснення контролю над його виконанням.
3. Забезпечення потрібними ресурсами, зокрема матеріалами, обладнанням та фінансуванням, для реалізації запланованих дій.
4. Проведення практичних заходів, визначених у плані, з метою запобігання пожежам і гарантування безпеки.
5. Постійний контроль за виконанням заходів, оперативне виявлення та усунення недоліків для підвищення ефективності роботи системи протипожежного захисту.
6. Регулярне оновлення планів і процедур пожежної безпеки з урахуванням сучасних технологій, нових нормативних вимог та висновків на основі попереднього досвіду.

Аналіз заходів захисту лісових насаджень на підприємстві показав ефективність окремих методів. Система моніторингу підтвердила свою дієвість, дозволивши виявляти пожежі на їх початкових стадіях. Патрулювання та оперативне тушіння є ключовими складовими боротьби з вогнем. Освітні та інформаційні кампанії серед громадськості сприяли підвищенню рівня усвідомленості та відповідального ставлення до лісових ресурсів. Для ефективного захисту лісових насаджень необхідно застосовувати різноманітні методи й засоби з врахуванням специфіки місцевих умов і особливостей ландшафту.

### **3.2. Оцінка ефективності протипожежної методики охорони лісів**

Оцінка ефективності системи моніторингу і контролю за лісовими пожежами є одним із ключових етапів для визначення успішності заходів, спрямованих на захист лісів від вогню. Цей процес охоплює аналіз великого

обсягу даних, серед яких результати моніторингу рівнів пожежної небезпеки, своєчасність виявлення загорянь, оперативність реагування на пожежні події та ефективність гасіння [1].

В рамках оцінювання здійснюється порівняння фактичних досягнень із запланованими цілями та показниками результативності. Це включає аналіз таких параметрів, як точність і швидкість виявлення пожеж, оптимальне використання ресурсів та обладнання, а також оцінку масштабів поширення пожежі, її руйнівного впливу на довкілля та ризиків для життя людей [49].

Результати подібного оцінювання допомагають виявити сильні та слабкі сторони системи моніторингу, визначають критичні проблемні ділянки й дають змогу сформулювати пропозиції щодо вдосконалення засобів і стратегій лісозахисту. На основі цих даних розробляються відповідні заходи для підвищення ефективності протипожежної охорони.

Нижче описані головні чинники, що впливають на результативність протипожежних заходів:

1. Виявлення пожеж. Важливою характеристикою є швидкість виявлення займання. Застосування сучасних технологій — супутникових систем, дронів та автоматичних індикаторів пожеж — дозволяє суттєво покращити цей показник [4].

2. Точність геолокації. Надання точних координат місця загоряння має вирішальне значення для ефективного управління ресурсами та реагування. Такі засоби, як сучасні системи географічної позиціонування, забезпечують високу точність [20].

3. Системи оповіщення та комунікації. Аналізується рівень ефективності взаємодії між службами, які залучаються до ліквідації пожежі. Автоматизовані системи оповіщення і чітка координація діяльності підрозділів позитивно впливають на результативність реагування [31].

4. Оперативність реагування і гасіння. Оцінюються можливості ресурсного забезпечення (пожежна техніка, обладнання) і кваліфікація

персоналу. Чітко організоване та швидке реагування сприяє локалізації пожеж на початкових етапах, мінімізуючи їх вплив [22].

Також окрема увага приділяється оцінці ліній протипожежного захисту, тобто їхньому внескові в стримування поширення вогню. Ключові аспекти такого оцінювання включають:

- Ширина і довжина. Лінії повинні бути достатньо широкими для зупинки вогню і водночас охоплювати всю територію потенційного ризику.

- Стан і обслуговування. Регулярне очищення від рослинності, забезпечення доступності для рятувальників і техніки значно підвищує ефективність ліній [21].

- Локація. Розташування пожежних ліній має охоплювати найбільш ризиковані зони й враховувати природні бар'єри .

- Аналіз і адаптація. Постійний моніторинг і оновлення відповідно до змін у довкіллі чи кліматі підвищують їх ефективність [29, 37].

Аналіз даних з Книги лісових пожеж, де фіксуються всі випадки займання в межах території підприємства, дозволив встановити, що кількість пожеж на рік після реалізації профілактичних заходів у 2023 році зменшилася порівняно з попереднім періодом до впровадження цих заходів. Водночас, це зниження може бути частково пояснено зменшенням кількості відвідувачів лісу протягом 2023 року, що відповідно зменшило ймовірність виникнення пожеж. Цей аспект можна охарактеризувати як людський фактор, на який важко здійснювати вагомий вплив через обмежену кількість доступних інструментів, зокрема проведення профілактичних бесід і лекцій, які нерідко демонструють недостатню ефективність. Незважаючи на це, проблема виникнення пожеж залишається актуальною. Проте слід зазначити, що у період з 2022 по 2023 роки на території підприємства не зафіксовано жодної пожежі, тоді як у 2021 році та попередніх роках зазвичай реєстрували від двох до трьох випадків займання щороку (див. табл. 3.5).

Оцінювання результативності боротьби з пожежами доцільно проводити на основі ефективності превентивних заходів. У цьому контексті

звертає на себе увагу також негативна динаміка зі збільшення площі, охопленої пожежами. Зокрема, середня площа лісових масивів, уражених вогнем, у 2021 році становила 0,5 км<sup>2</sup>, тоді як в попередні роки вона досягала 2,8 км<sup>2</sup> (див. табл. 3.5). Таким чином, результати реалізованих заходів демонструють позитивну динаміку. Це дає підстави стверджувати, що впроваджені на території підприємства профілактичні дії є ефективними щодо запобігання виникненню лісових пожеж.

Таблиця 3.4

### Лісові пожежі на території підприємства

Дата	Площа на початок виникнення пожежі	Площа лісу, яку пройшла пожежа
06.06.2015	0,4	0,7
30.06.2015	1,2	3,2
25.07.2015	0,6	0,6
27.08.2016	0,3	0,5
08.09.2016	0,3	0,3
18.07.2017	0,8	1
20.08.2017	0,7	1,2
22.08.2019	0,4	4,2
17.09.2021	0,5	0,7
31.07.2022	1	1,5
28.08.2023	1,3	2
02.08.2024	2	2,1

Відобразивши таблицю 3.4 на рис. 3.1 у вигляді графіка та провівши їх детальний аналіз можна прийти до висновку, що позитивні результати про які ми говорили вище є не простим збігом обставин, а дійсно результатом правильних превентивних заходів, оскільки у виникненні пожеж

простежується негативна динаміка, крім цього рятувникам вдається вчасно і правильно локалізувати пожежі, так що їх площа на початку дорівнює площі в кінці пожежі, як це видно в таблиці у профілі 2021 року.

Проведена оцінка впроваджених заходів на підприємстві підтвердила їх значний внесок у зменшення ризику пожеж. Зокрема, ефективність пожежних ліній, які мають належну інфраструктуру, демонструється у їхній здатності запобігати поширенню вогню та швидкому реагуванні на пожежні загрози. Система моніторингу, пожежні лінії, патрулювання та моніторинг виявилися ефективними інструментами для запобігання та контролю пожеж.

Проте, для подальшого підвищення ефективності рекомендується поліпшити систему комунікації між пожежними службами та використовувати передові технології для моніторингу пожежних загроз. Такі заходи допоможуть забезпечити ще більшу безпеку та захист від пожеж на підприємстві.

Оцінка впроваджених на підприємстві заходів підтвердила їх вагомий внесок у зниження ризику виникнення пожеж. Зокрема, ефективність пожежних ліній із сучасною інфраструктурою проявляється у здатності запобігати поширенню вогню та забезпечувати оперативне реагування на загрози. Також важливу роль у системі протипожежного захисту відіграють моніторинг, патрулювання та відповідні запобіжні заходи, які виявили свою ефективність у боротьбі з пожежами.



Рис. 3.1. Динаміка виникнення пожеж на території агролісгоспу

Після завершення військових дій на території лісів, що перебувають у володінні агролісгоспу, доцільно вдосконалити систему взаємодії між пожежними службами та впроваджувати інноваційні технології для моніторингу потенційних загроз. Застосування таких рішень дозволить значно підвищити рівень безпеки та забезпечити ще кращий захист від пожеж для підприємства.

### **3.3. Шляхи підвищення ефективності системи протипожежної безпеки у лісових екосистемах**

Знання особливостей поширення лісових пожеж, а також швидкості їхнього розповсюдження по фронту, флангу та тилу, є ключовим для аналізу їхньої подальшої поведінки. Це дозволяє точно оцінити площу займання на певній території у конкретний проміжок часу й оптимально спланувати заходи з локалізації та ліквідації пожежі. Такий підхід сприяє ефективному розрахунку залучених ресурсів і технічних засобів, необхідних для ліквідації надзвичайної ситуації, а також захисту житлових районів та інших стратегічно важливих об'єктів, розташованих у зоні ризику.

Запровадження скоригованих коефіцієнтів і уточнення геометричної форми поширення лісової пожежі сприятиме підвищенню якості прийняття управлінських рішень щодо локалізації та ліквідації загорянь. Це також позитивно вплине на ефективність розподілу людських ресурсів і техніки, що задіюються як для гасіння пожеж, так і для запобігання загрозам населеним пунктам, матеріальним цінностям та інфраструктурі.

Однією з основних причин недостатньої ефективності заходів із запобігання та подолання лісових пожеж у сучасному контексті є ціла низка факторів:

- незадовільний рівень профілактичної роботи з населенням щодо забезпечення пожежної безпеки як у лісових зонах, так і в населених пунктах;

- відсутність достатнього забезпечення органів місцевого самоврядування ресурсами, необхідними для виконання робіт із запобігання та ліквідації пожеж;
- бракує навченої мережі добровільних пожежних команд або інструкторів у значній частині лісових районів;
- недостатність дієвої системи інформування громадян про надзвичайні ситуації та оповіщення під час їх виникнення;
- дефіцит ресурсів для гасіння пожеж, включаючи спеціалізовану техніку та джерела водопостачання;
- скупчення легкозаймистих відходів і бур'янів навколо населених пунктів.

Для усунення цих проблем і зменшення катастрофічних наслідків природних лісових пожеж необхідно вдосконалити комплекс профілактичних та оперативних заходів, які можна розділити на дві групи:

а) Організаційно-правові заходи:

- вдосконалення законодавчої бази, зокрема норм щодо захисту лісових екосистем і сталого розвитку лісового господарства;
- розробка сучасних методик для моніторингу та прогнозування поширення лісових пожеж, у тому числі вдосконалення алгоритмів розрахунку показників потенціалу пожежної небезпеки;
- активізація інформаційно-роз'яснювальної роботи серед населення через медійні платформи;
- посилення контролю над дотриманням пожежної безпеки в районах, близьких до лісових масивів, об'єктів економіки та місць відпочинку;
- створення спеціально облаштованих зон для рекреації, обладнаних із дотриманням протипожежних вимог;
- розширення можливостей для оперативного збору, аналізу та передачі інформації про лісові пожежі до відповідних служб;
- вдосконалення методик проведення невідкладних аварійно-рятувальних робіт у процесі ліквідації масштабних пожеж.

б) Інженерно-технічні заходи:

- забезпечення створення протипожежних розривів (бар'єрів), мінералізованих смуг і протипожежних узлісь для обмеження поширення лісових пожеж;
- організація підготовки ресурсів та засобів, необхідних для запобігання виникненню лісових пожеж і ефективного їх гасіння;
- здійснення контролю за рівнем підготовленості ресурсів і засобів для протидії пожежній небезпеці, включаючи виїзди оперативних груп до регіонів потенційного ризику лісових пожеж;
- регулювання стану лісових екосистем шляхом оптимізації складу деревостанів, очищення місць рубок, усунення захаращеності позалісосічних територій, а також проведення санітарних рубок і інших подібних заходів;
- вдосконалення методів, технологій і засобів виявлення лісових пожеж, зокрема організація постійного практичного чергування на пожежно-спостережних пунктах і вишках, інтеграція систем космічного й авіаційного моніторингу, а також наземного патрулювання;
- створення й навчання позаштатних пожежно-рятувальних формувань у населених пунктах та на економічно важливих об'єктах, розташованих у лісових масивах або безпосередньо поблизу них.

Зазначений комплекс заходів спрямований на підвищення ефективності системи запобігання великим лісовим пожежам, зменшення їхніх негативних наслідків і забезпечення скоординованої взаємодії структур управління Єдиної державної системи запобігання та ліквідації надзвичайних ситуацій, органів місцевого самоврядування, виконавчої влади різних рівнів і спеціальних підрозділів із гасіння природних пожеж.

## ВИСНОВКИ

1. Однією з основних проблем у галузі лісівництва є лісові пожежі, які можуть виникати внаслідок як природних явищ, таких як спека та блискавки, так і антропогенної діяльності, включаючи недбале поводження з вогнем та підпалювання сміття. Впровадження ефективних технологій боротьби з цими пожежами є надзвичайно важливим завданням. Сучасні методи включають системи моніторингу, виявлення загроз і швидкій реакції на них, а також координацію дій рятувальних служб.

2. Огляд умов для вирощування лісу підкреслює значення ретельного обліку та догляду за лісовими масивами. Створення сприятливих умов для здорового росту лісів передбачає правильний вибір видів дерев, регулярний догляд та своєчасне виявлення потенційних загроз.

3. Ефективна протипожежна охорона вимагає належної організації та координації спільних зусиль. Цей процес включає системи моніторингу та патрулювання, ведення обліку протипожежних ліній і обладнання.

Ефективність системи моніторингу і нагляду визначається кількома факторами, такими як точність виявлення пожеж, адекватне фінансування та підтримка, а також оперативність реагування на загрози.

4. Для оцінки ефективності системи слід здійснювати аналіз статистичних даних, оцінювати результати ужитих заходів та постійно вдосконалювати систему.

Проаналізовані дані вказують на необхідність постійного підвищення ефективності системи протипожежного захисту, зокрема через активізацію просвітницької діяльності і відповідну підготовку пожежних команд.

На основі проведеного аналізу рекомендуються розвиток системи моніторингу та координації зусиль, а також посилення заходів щодо підвищення рівня обізнаності про пожежну безпеку.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ареф'єва С.І. Розробка ГІС-сервера лісогосподарської галузі України / С.І. Ареф'єва, О.В. Барладін, О.Ю. Скляр // Уч. зап. Таврич. нац. ун-та ім. В.И. Вернадського. Сер. Географія. Т. 24. 2011. № 3. С. 24-32.
2. Балановський О. П., Лапінський В. П., Приходько О. М. (2018). Роль лісового господарства в економіці України. Економіка і прогнозування. № 2. С. 55-61.
3. Барладін О.В. Використання даних дистанційного зондування Землі для створення електронних ресурсів / О.В. Барладін, Л.І. Миколенко // Сучас. досягн. геодез. науки та вир-ва. 2011. № 1. С. 162-167.
4. Боговин А. В. (2011). Типи категорій біорізноманіття в умовах антропогенної трансформації екологічних систем / О.В. Екологія та ноосферологія – Екологія та ноосферологія. томи 22. 3-4. 73-83.
5. Бойко В. В., Гойдич А. В., Ковальчук Л. С. (2019). Моделювання оптимальних варіантів відновлення лісових фондів населених пунктів. Екологія та природокористування. № 4. С. 67-72.
6. Бондар А.О., Вакулюк В.Д., Орлов О.М.. Відновлення пошкоджених льодом подільських градів / О.В. Лісівництво і агролісомеліорація. – Деревництво та агролісомеліорація. 103. 128-129.
7. Борисенко А. В., Семенова О. В., Галімова О. І. (2021). Інноваційні підходи в лісовому господарстві: світовий досвід і перспективи застосування в Україні. Економічний вісник НТУУ "КПІ". Том 2. № 37. С. 21-29.
8. Відтворення насаджень дуба звичайного (*Quercus robur* L.) у Правобережному лісостепу України садивним матеріалом із закритою кореневою системою: автореф. дис. ... кандидата сільськогосподарських наук: 06.03.01 "Лісові культури та фітомеліорація" / Ю.Ю. Сегеда ; Національний університет біоресурсів і природокористування України. К., 2017. 23 с.

9. Гаврилова І. М., Шапіро А. І., Литвиненко В. П. (2021). Інноваційні технології в лісівництві: досвід застосування в Україні. Економічний вісник Донбасу. № 3 (61). С. 87-94.
10. Гавришок Б. Б., Потокій М. В. Картографічний метод у ретроспективно-географічних дослідженнях природокористування (на прикладі Подільських Товтр в межах Тернопільської області). Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія : Географія. Тернопіль, 2014. №1. С. 20-29.
11. Гайда Ю. Лісові генетичні ресурси та їх збереження. Ю. Гайда, І. Попадинець, Р. Яцик та ін.- Тернопіль: Підручники і посібники. С. 208-288.
12. Герасимов С. В., Жовтоноженко І. В., Мірошніченко О. М. (2020). Ефективність використання лісових ресурсів в Україні: сучасний стан та перспективи. Економіка та підприємництво. № 4 (21). С. 92-99.
13. Зварич В. Л., Мельничук М. Д., Величко В. В. (2015). Оцінка стану діяльності лісгосподарських підприємств України за допомогою системи балансування показників. Економіка АПК. №2. С. 70-76.
14. Клименко С. М., Борисенко В. І., Писаренко А. В. (2020). Стан лісівництва в Україні та шляхи його оптимізації. Лісівництво і агролісомеліорація. № 145. С. 12-19.
15. Ковальов Ю. М., Петров О. В., Лисенко В. І. (2020). Оптимізація використання лісових ресурсів на прикладі Волинської області. Вісник аграрної науки. № 5. С. 43-49.
16. Кондратюк Т. І., Тихонов І. В., Мазур Л. В. (2021). Правове регулювання лісового господарства в Україні: сучасний стан та перспективи розвитку. Право і безпека. № 4. С. 66-73.
17. Кошель М. В., Якубів В. І. (2017). Вплив лісівничої діяльності на структуру лісостепових екосистем. Науковий вісник НЛТУ України. Тематичний випуск «Лісівництво та агролісомеліорація». Вип. 27.11. С. 124-131.

18. Мартиненко С. І., Кравченко Ю. А., Сергієнко І. М. (2017). Стан і перспективи лісового господарства України. Економіка та управління. № 3 (64). С. 78-84.
19. Матвійчук В. П., Сидорук Т. В., Мирончук О. М. (2021). Інноваційні аспекти в лісівництві та їх вплив на стале використання лісових ресурсів. Науковий вісник НЛТУ України. Тематичний випуск «Науково-технічний прогрес та ефективне управління агропромисловим виробництвом». Вип. 31.11. С. 111-117.
20. Мельничук М. Д., Гарбар М. В. (2016). Формування агрегатного показника ефективності лісового господарства в контексті сталого розвитку. Науковий вісник НЛТУ України. Тематичний випуск «Стале розвиток агропромислового виробництва». Вип. 26.11. С. 207-213.
21. Мешкова В.Л. Лісова ентомологія і лісове господарство. Захист і карантин рослин (міжвідомчий тематичний наук. збірник). Київ: Ін-т захисту рослин, 2013. Вип. 54. С. 292–299.
22. Михайленко О. С., Смірнова Л. М., Приходько О. М. (2021). Потенціал лісового господарства України в контексті сталого розвитку. Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. С. З. Гжицького. Том 27. № 109. С. 128-135.
23. Нестеренко В. М., Литвиненко В. П., Бондаренко В. С. (2021). Правове забезпечення раціонального використання лісових ресурсів. Лісівництво і агролісомеліорація. № 152. С. 34-41.
24. Панченко О. О., Підгайний О. І., Козловська Л. М. (2021). Фінансово-економічний механізм управління лісовим господарством. Економіка: реалії часу. № 2 (39). С. 104-111.
25. Поліщук Б.В. Сучасні досягнення і проблеми в дослідженнях розвитку та стану лісів / Б.В. Поліщук// Геодез., картогр. і аерофотознім. – 2018. – № 70. – С. 138- 145.
26. Полякова О. О., Глушко Л. В., Крикля В. М. (2019). Особливості функціонування лісового господарства в умовах антропогенного впливу. Вісник аграрної науки Причорномор'я. Том 2. № 2 (9). С. 62-67.

27. Савчук С. О., Любимова Т. І., Кравчук І. О. (2018). Особливості застосування лісового фонду для вирішення екологічних проблем регіонів України. Лісівництво і агролісомеліорація. № 138. С. 23-30.
28. Семенченко Ю. О., Черепанов С. В., Головацький О. В. (2021). Тенденції розвитку лісового господарства в Україні на сучасному етапі. Екологія та природокористування. № 1. С. 44-49.
29. Ткач В. П. Сучасні проблеми розвитку лісового господарства Харківської області / В. П. Ткач, І. Ф. Букша, М. М. Ведмідь // Лісівництво і агролісомеліорація. 2013. Вип. 122. С. 3–11.
30. Шевчук О. М., Ковальчук Л. С., Поліщук В. В. (2021). Природно-лісові ресурси та їх раціональне використання. Екологія та природокористування. № 2. С. 78-85.
31. Binkley C. S., DeLuca T. H., Hawkins B. J. (2017). Opportunities and challenges of managing forests for multiple ecosystem services. *Frontiers in Ecology and the Environment*. Volume 15, Issue 2. Pages 64-71. DOI: 10.1002/fee.1454.
32. Ferretti M, Fischer R, Mues V, Granke O, Lorenz M, Seidling W, 2017: Part II: Basic design principles for the ICP Forests Monitoring Networks. In: UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre (ed.): Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde, Germany, 21 p.
33. Fisher R. F., Binkley D. (2018). *Ecology and Management of Forest Soils* (5th ed.). Wiley-Blackwell. ISBN: 978-1119504215.
34. Hujala T., Pykäläinen J., Karppinen H. (2015). Forest owner cooperation practices in Europe: An analysis of case studies. *Small-scale Forestry*. Volume 14, Issue 3. Pages 317-336. DOI: 10.1007/s11842-015-9296-9.
35. Koricheva J., Gurevitch J., Mengersen K. (2019). *Handbook of Meta-analysis in Ecology and Evolution*. Princeton University Press. ISBN: 978-0691137292.

36. Lillesø J. P. B., Vaast P., Leisz S. J. (2020). *Biodiversity, Forests and Community Development: Insights from Southeast Asia*. Routledge. ISBN: 978-0367433385.
37. Michel A, Seidling W, editors (2017) *Forest Condition in Europe: 2017 Technical Report of ICP Forests*. Report under the UNECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (CLRTAP). BFWDokumentation 24/2017. Vienna: BFW Austrian Research Centre for Forests. 128 p.
38. Nordén B., Appelqvist T., Bader P., et al. (2016). Adaptive management of forest biodiversity in Nordic countries—A systematic review. *Forest Ecology and Management*. Volume 360. Pages 375-385. DOI: 10.1016/j.foreco.2015.10.029.
39. Pan Y., Birdsey R. A., Phillips O. L., et al. (2018). A large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science*. Volume 333, Issue 6045. Pages 988-993. DOI: 10.1126/science.1201609.
40. Puettmann K. J., Coates K. D., Messier C., et al. (2020). *A Critique of Silviculture: Managing for Complexity*. Island Press. ISBN: 978-1642830571.
41. Rist L., Felton A., Samuelsson L., et al. (2021). Implementing landscape approaches to improve forest governance and catalyze transformative change. *Forest Policy and Economics*. Volume 125. Article 102473. DOI: 10.1016/j.forpol.2021.102473.
42. Schelhaas M. J., Nabuurs G. J., Schuck A. (2021). Natural disturbances in the European forests in the 19th and 20th centuries. *Global Change Biology*. Volume 17, Issue 5. Pages 1520-1535. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2010.02305.x.
43. Seidling W, Hansen K, Strich S, Lorenz M, 2017: Part I: Objectives, Strategy and Implementation of ICP Forests. In: UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre (ed.): *Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests*. Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde, Germany, 12 p.

44. Sterba H. (2021). Understanding Forest Disturbances: A Comparative Analysis of Two Centuries of European Forest Dynamics. Springer. ISBN: 978-9400719322.
45. Temesgen H., Bettinger P., Li R., et al. (2021). Forest Sampling Designs for Inventory and Monitoring: A Statistical Primer. Springer. ISBN: 978-3030779118.
46. Vacek Z., Kneifl M., Hruza P., et al. (2021). European Beech: A Model Species for Forestry and Conservation. Springer. ISBN: 978-3030659915.
47. Zhang J., Nielsen Å. B., Thorsen B. J., et al. (2019). Determinants of private forest management decisions: A study of Norwegian nonindustrial private forest owners. *Forest Science*. Volume 65, Issue 2. Pages 216-228. DOI: 10.1093/forsci/fxy037.
48. Zhu Z., Piao S., Myneni R. B., et al. (2021). Greening of the Earth and its drivers. *Nature Climate Change*. Volume 6, Issue 8. Pages 791-795. DOI: 10.1038/nclimate3004.

#### **Електронні джерела**

49. Державне агентство лісових ресурсів України. Структура галузі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dklg.kmu.gov.ua> (дата звернення: 28.05.2025).
50. Концепція Державної цільової програми розвитку лісового господарства України на 2016–2020 роки [Електронний ресурс]: Проект для обговорення. –  
Режим доступу: [http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art\\_id=113516&cat\\_id=82872](http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=113516&cat_id=82872) (дата звернення: 28.05.2025).
51. Особливо цінні для збереження ліси: визначення та господарювання. Практичний посібник для України. – 2-ге вид. [Електронний ресурс]. – 2015. – 146 с. – Режим доступу: <http://www.twirpx.com/file/864185/> (дата звернення: 28.05.2025).

# ДОДАТКИ