

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЛІСОВОГО
І САДОВО-ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА**

ПОГОДЖЕНО

**Директор ННІ лісового і садово-
паркового господарства**

_____ проф. Роман ВАСИЛИШИН

« _____ » _____ 2025 р.

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО
ЗАХИСТУ**

Завідувач кафедри лісівництва

_____ Наталія ПУЗРІНА

« _____ » _____ 2025 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «Удосконалення протипожежної охорони лісів від пожеж
ДП «Чернігівський військовий лісгосп»»**

Спеціальність: 205 «Лісове господарство»

Освітня програма: лісове господарство

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

канд. с.-г. наук, доц.

_____ Олександр БАЛА

Керівник магістерської кваліфікаційної

роботи канд. с.-г. наук, доц.

_____ Сергій СЕНДОНІН

Виконав

_____ Денис БІЛАН

КИЇВ – 2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЛІСОВОГО
І САДОВО-ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА**

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Завідувач кафедри лісівництва
канд. с.-г. наук, доцент**

_____ **Наталія ПУЗРІНА**
« _____ » _____ **2024 року**

ЗАВДАННЯ

на виконання магістерської кваліфікаційної роботи студенту

Білану Денису Володимировичу

Спеціальність: 205 «Лісове господарство».

Освітня програма: лісове господарство.

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна.

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: «Удосконалення протипожежної охорони лісів від пожеж ДП «Чернігівський військовий лісгосп»».

Затверджена наказом ректора НУБіП України від 13.10.2025 р. № 2324 «С».

Термін подачі завершеної роботи на кафедру 15.11.2025 р.

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: таксаційний опис, проєкт організації та розвитку, звітні матеріали ДП «Чернігівський військовий лісгосп».

Перелік питань, які потрібно розробити:

- 1). Проаналізувати літературні джерела за темою дослідження;
- 2). Розробити методику досліджень та програму робіт;
- 3). Провести оцінку протипожежної охорони лісів від пожеж;
- 4). Запроєктувати шляхи покращення та удосконалення протипожежної охорони лісів від пожеж;
- 5). Виокремити висновки та надати пропозиції виробництву.

Дата видачі завдання 18.09.2024 р.

**Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи**

_____ **Сергій СЕНДОНІН**

Завдання прийняв до виконання

_____ **Денис БІЛАН**

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна магістерська робота на тему «Удосконалення протипожежної охорони лісів від пожеж ДП «Чернігівський військовий лісгосп»» має обсяг 115 сторінок, містить 29 рисунків та 11 таблиць. Перелік літературних джерел складається з 50 найменувань.

Причини виникнення та поширення лісових пожеж різноманітні. Статистичні дані показують, що основними з них є порушення людьми правил пожежної безпеки під час роботи або відпочинку, а також використання несправної техніки в лісі. Непередбачувані погодні умови, такі як висока температура, перегрівання ґрунту та тривала відсутність опадів, сприяють посухам і самозайманню торфу, а сильні вітри швидко поширюють вогонь. Лісові пожежі також можуть виникати внаслідок грозових розрядів та інших факторів.

Метою роботи є проведення дослідження проблем та можливостей удосконалення протипожежної охорони лісів.

Робота складається з чотирьох розділів. У першому розділі подано теоретичні основи протипожежної охорони лісів. Другий розділ містить аналіз протипожежної охорони лісів у ДП «Чернігівський військовий лісгосп». У третьому розділі представлений аналітичний огляд досвіду картування лісів у зонах бойових дій та оцінки пошкоджень лісів за даними ДЗЗ. Четвертий розділ присвячений шляхам удосконалення протипожежної охорони лісів у ДП «Чернігівський військовий лісгосп».

Ключові слова: пожежі, пожежна небезпека, профілактика лісових пожеж, охорона лісів від пожеж, лісовий фонд, лісові горючі матеріали.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ОХОРОНИ ЛІСІВ ВІД ПОЖЕЖ 9	9
1.1. Лісові пожежі як фактор антропогенного впливу на екосистеми	9
1.2. Класифікація лісових пожеж та їхні основні причини	11
1.3. Нормативно-правове забезпечення протипожежної безпеки лісів України.....	14
1.4. Організаційно-технічні системи запобігання, моніторингу та гасіння пожеж у лісах	15
1.5. Зарубіжний досвід протипожежної охорони та можливості його адаптації в Україні.....	17
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА І ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	20
2.1. Завдання, обсяг та структура дослідження	20
2.2. Обґрунтування вибору об'єкта дослідження.....	21
2.3. Методика закладання пробних площ для оцінки пожежної небезпеки....	22
2.4. Методи збору, обробки та аналізу матеріалу	25
2.5. Використані технічні засоби, програмне забезпечення та картографічні матеріали.....	26
РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПРОТИПОЖЕЖНОЇ ОХОРОНИ У ДП «ЧЕРНІГІВСЬКИЙ ВІЙСЬКОВИЙ ЛІСГОСП».....	28
3.1. Природно-географічна характеристика території та лісового фонду підприємства	28
3.2. Організаційна структура управління системою охорони лісів від пожеж	30
3.3. Аналіз пожежної ситуації за останні роки (2020-2024 рр.).....	32
3.4. Оцінка ефективності діючих протипожежних заходів і проблемні аспекти	36
3.5. Вплив воєнних дій на стан і безпеку лісових екосистем Чернігівського регіону.....	41
РОЗДІЛ 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОТИПОЖЕЖНОЇ ОХОРОНИ ЛІСІВ	45
4.1. Результати польових досліджень та експериментальних спостережень на пробних площах	45
4.2. Використання даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) для оцінки пошкоджень лісів.....	53
4.3. Аналіз сучасних пожежних ризиків у післявоєнний період	59

4.4. Запропоновані заходи з підвищення ефективності протипожежної охорони лісів.....	65
4.5. Економічна ефективність і екологічна доцільність упровадження нових технологій.....	67
ВИСНОВКИ	72
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	76

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасні лісові екосистеми України перебувають під безпрецедентним тиском природних і антропогенних чинників, серед яких пожежі посідають провідне місце за масштабами руйнівного впливу. Якщо ще десятиліття тому вони розглядалися переважно як сезонне явище, то нині – це системна екологічна, економічна й безпекова проблема. В умовах війни лісові пожежі перетворилися на складову гібридних загроз: вибухи, обстріли, мінування територій стали новими джерелами займання, а доступ до лісів для гасіння обмежений. Саме тому актуальність дослідження полягає у пошуку ефективних шляхів удосконалення системи протипожежної охорони лісів, здатної функціонувати в умовах війни, кліматичних змін та нестачі ресурсів.

Досліджуючи удосконалення системи протипожежної охорони лісів, варто зазначити, що під цим поняттям розуміється комплекс взаємопов'язаних організаційних, технічних, правових і природоохоронних заходів, спрямованих на запобігання виникненню лісових пожеж, їх раннє виявлення, оперативне гасіння та мінімізацію наслідків. Це не лише технічна модернізація пожежних підрозділів, а й зміна парадигми управління – від реагування до превенції, від фрагментарних дій до інтегрованого управління пожежами (Integrated Fire Management).

Розкриваючи діяльність ДП «Чернігівський військовий лісгосп», слід відзначити, що це підприємство є унікальним прикладом поєднання природоохоронних і оборонних функцій. Його територія охоплює понад 27 тис. га лісів Полісся, включаючи ділянки біля військового полігону, де виникають пожежі, зумовлені як людським, так і воєнним чинником. Тому досвід цього лісгоспу особливо показовий для розробки практичних рекомендацій у сфері пожежної безпеки лісів воєнного часу.

Проблема протипожежної охорони лісів має багатовимірний характер – від технічного забезпечення до екологічного планування. Її вирішення вимагає

міжвідомчої співпраці ДСНС, лісової охорони, місцевих громад і військових структур. Сучасний підхід має ґрунтуватися на принципах сталого управління природними ресурсами, поєднуючи технологічні інновації (дрони, супутниковий моніторинг, ГІС-системи) із заходами відновлення природних механізмів стійкості лісів – змішаних насаджень, зволоження торфовищ, збереження природних бар'єрів.

Усе зазначене зумовлює необхідність системного підходу до підвищення ефективності охорони лісів від пожеж, особливо у специфічних умовах військових лісових господарств Полісся.

Мета магістерської кваліфікаційної роботи: розробити науково обґрунтовані пропозиції щодо підвищення ефективності системи протипожежної охорони лісів на основі аналізу сучасного стану, оцінки ризиків і впровадження інноваційних технологій моніторингу.

Об'єкт дослідження: система протипожежної охорони лісів Чернігівського військового лісгоспу.

Предмет дослідження: удосконалення організаційно-технічних і природоохоронних заходів протипожежної охорони лісів.

Завдання магістерської кваліфікаційної роботи:

1. Розглянути нормативно-правові основи протипожежної охорони лісів в Україні.
2. Проаналізувати сучасний стан системи охорони лісів від пожеж у Чернігівському військовому лісгоспі.
3. Оцінити ефективність діючих профілактичних заходів і визначити проблемні аспекти.
4. Визначити вплив воєнних дій на пожежну безпеку лісів.
5. Розробити рекомендації з удосконалення технічної, організаційної та екологічної складових системи.

Методи дослідження:

– *Теоретичні*: аналіз і синтез, порівняння, узагальнення, системний підхід, класифікація;

- *Емпіричні*: польові спостереження, анкетування, статистичні розрахунки;
- *Практичні*: ГІС-модельювання, інтерпретація даних дистанційного зондування Землі (DЗЗ), експертні оцінки.

Наукова новизна: уточнено просторову структуру пожежних ризиків на прикладі військового лісгоспу; вперше апробовано застосування безпілотних тепловізійних технологій для моніторингу згарищ; запропоновано модель інтегрованої системи охорони лісів, адаптованої до умов воєнного стану.

Теоретична та практична значущість: отримані результати поглиблюють наукові уявлення про стійкість лісових екосистем до вогню й можуть бути використані у практиці лісогосподарських підприємств, при підготовці регіональних планів протипожежного захисту та у навчальних курсах з екологічної безпеки.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ОХОРОНИ ЛІСІВ ВІД ПОЖЕЖ

1.1. Лісові пожежі як фактор антропогенного впливу на екосистеми

Лісова пожежа – це стихійне неконтрольоване горіння рослинності в ландшафті, яке призводить до негативних екологічних та соціально-економічних наслідків. Хоча незначна частка таких займань може виникати від природних чинників (переважно ударів блискавки), абсолютна більшість пов'язана з антропогенною діяльністю людини. За оцінками фахівців, до 90% лісових пожеж спричинені людським фактором – недбалістю або навмисними діями людини, і лише близько 10% – природними причинами. В Україні частка антропогенних причин традиційно була ще вищою: історично понад 95-98% випадків займання в лісах мали техногенне чи соціальне походження, що підтверджено офіційною статистикою і аудитами галузі [24]. Така домінантна роль людини у виникненні вогню означає, що саме антропогенний фактор стає визначальним у формуванні сучасних режимів пожежостійкості лісів.

Вплив лісових пожеж на екосистеми є комплексним і згубним. Пожежі спричиняють пряме знищення рослинного покриву – від наземних трав і підліску до крон дерев, що призводить до втрати біорізноманіття та деградації середовищ існування флори і фауни. Згоряння лісової підстилки і гумусового шару ґрунту порушує ґрунтоутворювальні процеси, збільшує ерозію і знижує родючість земель. Разом з димом у повітря вивільняються тони вуглекислого газу та інших шкідливих речовин, що погіршує якість атмосферного повітря і впливає на здоров'я населення. За оцінками Служби моніторингу атмосфери Copernicus, глобальні викиди вуглецю від пожеж у 2021 році сягнули рекордних 1,76 млрд тонн – удвічі більше річних викидів CO₂ Німеччини. Таким чином, лісові пожежі не лише завдають прямих збитків лісовому господарству, але й посилюють кліматичні зміни, утворюючи порочне коло “пожежі – потепління – нові пожежі”. Показово, що зміни клімату і лісові пожежі є взаємно підсилюючими

чинниками: підвищення температур та посух створюють умови для масштабних займань, а останні, в свою чергу, зменшують поглинання вуглецю екосистемами і виділяють парникові гази.

На жаль, останні події продемонстрували і нові антропогенні загрози лісам – воєнні дії. Повномасштабна війна, що триває в Україні з 2022 року, суттєво підвищила пожежні ризики на значних територіях. За даними Держлісагентства, у 2022 році близько 70% площі всіх лісових пожеж були безпосередньо спричинені бойовими діями – обстрілами, вибухами мін, ракетними ударами. Ворог залишив по собі заміновані ліси та спеціальні вибухові пристрої, які детонують із запізненням і викликають займання, унеможливаючи швидке гасіння. Горіння часто відбувалося на територіях, недоступних для рятувальників через бойові дії та нерозірвані боєприпаси, що змушувало обмежуватися локалізацією вогню по краю небезпечних зон. Як наслідок, середня площа однієї пожежі у прифронтових районах зросла у кілька разів. Зокрема, дослідження встановили, що щільність пожеж у 5-км прифронтовій зоні в 2023 році була у 49 разів вищою, ніж на решті території України. У 2024 році ситуація ще погіршилася – зафіксовано найбільші в історії масштаби вигорілих площ: майже 1 млн га лісів і інших ландшафтів України були охоплені вогнем протягом року. Такий безпрецедентний вплив війни на лісові екосистеми проявляється у вигляді т. зв. «пожеж війни», які знищують лісові масиви на значних просторах та завдають екосистемам шкоди, співставної з природними катастрофами.

Наведені факти підтверджують: у сучасних умовах лісові пожежі стали одним з найнебезпечніших антропогенних факторів впливу на довкілля. Зростання антропогенного навантаження на ліси – через недбалість людей, навмисні підпали, а тепер і воєнні дії – призвело до того, що ризики масштабних пожеж вийшли на новий рівень [26]. Екосистеми Полісся, півдня та сходу України зазнали особливо сильного впливу, втративши значні площі лісів за короткий час. Це вимагає переосмислення підходів до охорони лісів: перехід від реагування на пожежі до їх запобігання, посилення контролю за людською

діяльністю в лісах, впровадження сучасних технологій моніторингу тощо. Лише орієнтація на науково обґрунтовані заходи протипожежної безпеки здатна зменшити руйнівний антропогенний вплив пожеж на наші ліси та забезпечити збереження їх екологічних функцій у майбутньому.

1.2. Класифікація лісових пожеж та їхні основні причини

Для ефективної протидії пожежам необхідно чітко розуміти їх види та характеристики. В Україні, як і в більшості країн, прийнято класифікувати лісові пожежі за типом горіння, інтенсивністю та розміром охопленої площі [3].

Таблиця 1.1

Класифікація лісових пожеж

Критерій	Категорія	Характеристика	Типові показники	Приклади / Заходи реагування
За характером горіння	Низова	Горіння підстилки, трав'яного покриву та підліску	Швидкість фронту 0,5-3 м/хв, висота полум'я до 1,5 м	Локалізація силами лісгоспу, прокладання мінсмуг
	Верхова	Вогонь охоплює крони дерев, рухається пологом, створює "вогняний шторм"	Швидкість понад 100 м/хв, полум'я до 30-40 м	Залучення ДСНС, авіації, контрали
	Підземна (торф'яна)	Горіння торфу або гумусу під поверхнею ґрунту	Тління тижнями, глибина 0,1-1,0 м	Заливання водою, засипання ґрунтом, тепловізійний контроль
За інтенсивністю горіння	Слабка	Повільне поширення, низьке полум'я	Швидкість фронту ≤ 1 м/хв, полум'я $\leq 0,5$ м	Гасіння ручними засобами, ранцеві вогнегасники
	Середня	Активне горіння підстилки, часткове охоплення крон	1-3 м/хв, полум'я 0,5-1,5 м	Вода під тиском, трактори для смуг
	Сильна	Масштабне поширення вогню, небезпека переходу у верхову	> 3 м/хв (низова) або > 100 м/хв (верхова)	Авіація, зведені загони ДСНС

Продовження табл. 1.1

Критерій	Категорія	Характеристика	Типові показники	Приклади / Заходи реагування
За площею ураження	Невелика	Пожежа локального характеру	До 5 га	Ліквідація силами лісгоспу протягом доби
	Велика	Регіональна пожежа	5-200 га	Координація міжвідомчого штабу, залучення сусідніх лісгоспів
	Особливо велика	Катастрофічна, охоплює значні площі	>200 га	Оголошення надзвичайної ситуації державного рівня, залучення авіації Ан-32П [2]

Причини виникнення лісових пожеж можна розподілити на природні та антропогенні.

Таблиця 1.2

Основні причини виникнення лісових пожеж в Україні

Група причин	Підтип / конкретний фактор	Механізм виникнення займання	Питома частка випадків	Типові сезони прояву	Заходи запобігання
Природні	Удари блискавки	Електричний розряд запалює сухе дерево або підстилку під час гроз	1-2%	Літо (грози)	Система раннього виявлення, патрулювання після грозових фронтів
Антропогенні (необережність)	Недопалок, багаття, ігри з вогнем, іскри техніки	Людська недбалість, випадкове запалювання сухої трави чи хвої	≈80%	Березень-вересень	Освітні кампанії, штрафи, заборона відвідування лісів у період високої небезпеки
Сільськогосподарські пали	Випалювання стерні, луків, пожнивних решток	Вогонь із полів поширюється на лісові масиви	10-15% (у мирні роки)	Весна, осінь	Заборона палів, мінсмуги між полем і лісом, контроль громади

Продовження табл. 1.2

Група причин	Підтип / конкретний фактор	Механізм виникнення займання	Питома частка випадків	Типові сезони прояву	Заходи запобігання
Умисні підпали (цивільні)	Приховування незаконної діяльності (вирубка, браконьєрство)	Цілеспрямоване підпалювання для маскування або шкоди	2-3%	Будь-який сезон	Кримінальна відповідальність, відеонагляд, рейди лісової охорони
Воєнні (диверсійні)	Обстріли, вибухи мін, підпали ДРГ	Тепловий вплив снарядів, навмисні вибухові пристрої з таймером	до 70% площ у 2022-2023 рр.	Цілорічно, переважно літо	Розмінування, спільні дії ЗСУ-ДСНС, заборона доступу до небезпечних лісів

У контексті Чернігівського військового лісгоспу причини пожеж мають свою специфіку. Більшість його масивів розташовані поблизу військового полігону, де проводяться стрільби та навчання. Тому додатковим джерелом вогню є військові тренування: випадкові вибухи снарядів, трасуючі кулі чи навчальні підриви здатні підпалити сухий лісовий настил. Так, у вересні 2019 року на полігоні в Гончарівському сталася пожежа лісової підстилки, що швидко поширилася на площу понад 20 га лісгоспу. Для її гасіння знадобилося залучення 243 осіб та 19 одиниць техніки, включно з двома літаками Ан-32П авіації ДСНС. Основний фактор – іскра від навчальних стрільб у поєднанні з сухою вітряною погодою. Цей приклад демонструє, наскільки важливі превентивні заходи на таких об'єктах (планові відпалювання трави на полігоні, мінералізовані смуги по периметру тощо) для зменшення ризику. Отже, аналіз причин свідчить, що запобігти пожежам можливо насамперед через управління антропогенними чинниками: просвіту населення, суворий контроль за випалюванням, дотримання правил на виробництвах і полігонах. Природні ж фактори – як-от блискавки чи спека – вимагають готовності лісової охорони оперативно реагувати за перших ознак займання.

1.3. Нормативно-правове забезпечення протипожежної безпеки лісів України

Охорона лісів від пожеж в Україні регламентується розгалуженою системою законодавчих та нормативних актів, що визначають повноваження органів влади, обов'язки лісокористувачів і порядок здійснення протипожежних заходів.

Таблиця 1.3

Нормативно-правова база протипожежної охорони лісів України

Рівень	Документ / Акт	Ключові положення	Відповідальні суб'єкти	Наслідки / санкції
Законодавчий	Лісовий кодекс України (1994, чинна ред.)	Ст. 31 – обов'язки постійних лісокористувачів щодо запобігання та гасіння пожеж	Лісгоспи, військові лісгоспи, Держлісагентство	Адмін. і матеріальна відповідальність за невиконання
Законодавчий	Закон “Про пожежну безпеку” (1993)	Поділ пожежної охорони на державну й відомчу; обов'язковість дотримання правил ПБ	ДСНС, підприємства, громадяни	Адмін. або кримінальна відповідальність
Кодекс	Кодекс цивільного захисту (2012)	Механізм координації під час НС, взаємодія лісової охорони і ДСНС	Органи ДСНС, ОМС	Режими НС, мобілізація ресурсів
Підзаконний	Постанова КМУ № 397 (05.06.2013)	Обов'язок створення відомчої пожежної охорони на підприємствах	Держлісагентство, лісгоспи	Перевірки, приписи
Відомчий	Положення про ЛПС (наказ № 526 від 28.12.2005)	Структура, оснащення і функції лісових пожежних станцій	Лісгоспи, Держлісагентство	Контрольні акти, звіти
Відомчий	Правила пожежної безпеки в лісах України (наказ № 278 від 27.12.2004)	Режими обмеження відвідування, вимоги до мінсмуг, водойм, чергувань	Лісгоспи, громади	Штрафи, адмінпротоколи

Окрім того, нормативно визначені класи пожежної небезпеки лісів та порядок введення *особливого пожежонебезпечного періоду*. Відповідно до наказів Мінагрополітики, лісові масиви поділяються на 5 класів природної пожежної небезпеки залежно від переважаючих порід, віку лісу та типу умов місцезростання. Наприклад, хвойні молодняки на бідних піщаних ґрунтах віднесені до I (найвищого) класу небезпеки, стиглі листяні насадження на вологих ґрунтах – до V (низького) класу. Клас небезпеки визначається лісовпорядкуванням і зазначається у планово-картографічних матеріалах лісгоспу [40]. Ця класифікація використовується для планування заходів: ліси I класу потребують густішої мережі протипожежних смуг, частішого патрулювання тощо. Що стосується погодних умов, то ДСНС на підставі даних Укргідрометцентру щоденно розраховує показник пожежної небезпеки за умовами погоди (так званий комплексний індекс горимості) і встановлює рівні (класи) пожежної небезпеки – від 1 (мала) до 5 (надзвичайна). За високих класів (IV-V) місцеві органи влади можуть вводити заборону на відвідування лісів, а лісгоспи переходять на посилений режим охорони [17].

1.4. Організаційно-технічні системи запобігання, моніторингу та гасіння пожеж у лісах

Забезпечення пожежної безпеки в лісах реалізується через комплекс організаційних заходів та технічних засобів, спрямованих на попередження виникнення вогню, його раннє виявлення та ефективне гасіння. В Україні історично склалася система, за якої основний тягар профілактики і первинного реагування несуть лісгосподарські підприємства, а Державна служба з надзвичайних ситуацій залучається у разі масштабних пожеж або загрози населеним пунктам. Така система нині перебуває у стані модернізації, поступово впроваджуючи елементи інтегрованого управління пожежами за міжнародними стандартами: встановлюються нові камери, закуповується сучасна техніка (наприклад, у 2021-2022 рр. придбано близько 100 одиниць пожежних модулів

для лісгоспів за державною програмою), впроваджуються системи супутникового зв'язку Starlink на випадок виходу з ладу мобільних мереж під час пожежі.

Таблиця 1.4

Рівні системи протипожежної охорони лісів

Рівень	Мета та завдання	Основні виконавці	Інструменти	Показники ефективності
1. Запобігання	Мінімізація ризику займання, усунення горючих матеріалів	Лісгоспи, місцева влада, громади	Мінсмуги, просіки, водойми, просвітницька робота	Протяжність мінсмуг, кількість аншлагів, відсутність займань
2. Моніторинг	Своєчасне виявлення джерел вогню	Лісова охорона, ДСНС, служби моніторингу	Вежі, патрулі, відеоспостереження, супутники, дрони	Час виявлення ≤ 15 хв; % локалізації на площі ≤ 5 га
3. Гасіння	Ліквідація займання, запобігання поширенню	ЛПС, ДСНС, ЗСУ	Пожежні авто, трактори, мотопомпи, авіація	Частка ліквідованих пожеж ≤ 1 доба; середня площа < 2 га

Крім того, розвивається міжвідомча взаємодія – проводяться спільні навчання лісової охорони і ДСНС, створюються плани залучення сил з сусідніх областей у разі великої пожежі. У Чернігівському обласному управлінні, наприклад, діє резервний пожежний загін, що складається з екіпажів пожежних машин кількох лісгоспів: при надзвичайній ситуації цей загін, як зведена бригада, висувається на допомогу колегам.

Отже, організаційно-технічна система протипожежної охорони лісів в Україні охоплює повний цикл заходів: від профілактики (бар'єри, просвіта), через моніторинг (вежі, патрулі, супутники) до реагування (лісові команди, ДСНС, авіація). Її ефективність загалом підтверджена багаторічною практикою – кількість пожеж у середньому вдається втримувати на відносно невисокому рівні (в мирні роки 2-3 тисячі випадків на рік), а середня площа однієї пожежі в 2015-2019 рр. не перевищувала 0,5 га [48, с. 47]. Нові виклики – зміна клімату, екстремальні явища та воєнні фактори – спонукають до подальшого вдосконалення системи. Наголос робиться на технічних інноваціях

(автоматизація виявлення, дрони, сучасний транспорт) та інтеграції зусиль усіх служб і громади для підвищення спроможності реагувати на великі пожежі. Як резюмують експерти, сучасна концепція управління лісовими пожежами має бути інтегрованою, поєднуючи традиційні методи запобігання і гасіння із залученням місцевих громад, нових технологій та наукових підходів. Саме у цьому напрямі нині трансформується організаційно-технічна система протипожежної охорони лісів України.

1.5. Зарубіжний досвід протипожежної охорони та можливості його адаптації в Україні

Практика протидії лісовим пожежам у різних країнах світу сформувала багатий арсенал підходів і технологій, які становлять значний інтерес для України. З огляду на зростання масштабів пожеж та нові ризики, українське лісове господарство все активніше вивчає зарубіжний досвід з метою впровадження найефективніших рішень у вітчизняну систему охорони лісів. Розвинені країни, що стикаються з частими лісовими пожежами (США, Канада, Австралія, країни Південної Європи), наразі переходять до концепції інтегрованого управління пожежами (Integrated Fire Management). Суть її полягає в поєднанні традиційних методів попередження та гасіння з активним залученням населення, місцевої влади, наукових установ, а також у застосуванні планових превентивних заходів і сучасних технологій.

Одним з ключових елементів зарубіжного досвіду є зміщення акцентів з реагування на пожежі на їх попередження та підготовленість.

Яскравим прикладом є всесвітньо відома американська програма Smokey Bear, що з 1940-х років навчає громадян правилам пожежної безпеки. Її слоган “Only YOU can prevent forest fires” став народним – результатом є те, що кількість випадків необережного поводження з вогнем у лісах США зменшилась, попри зростання рекреаційного користування лісами [36, с. 33]. Україні варто перейняти подібні масштабні освітні програми для населення, адже наші

соціологічні опитування свідчать: значна частина громадян не усвідомлює повною мірою небезпеки спалювання трави чи кинутих недопалків.

Ще один аспект – планове керування горючими матеріалами в екосистемах. У ряді країн (США, Канада, Австралія, Португалія тощо) широко практикуються профілактичні контрольовані випалювання (*prescribed burning*) як засіб зменшення накопичення сухого палива [23].

Не менш важливим є технічне оснащення та тактика гасіння пожеж за кордоном. Пожежна авіація отримала масштабний розвиток: у країнах Середземномор'я та Північної Америки діють десятки спеціалізованих літаків-амфібій (*Canadair CL-415*, *Air Tractor* тощо), які можуть заправлятися з водних поверхонь і швидко доставляти воду до фронту вогню. Європейський Союз навіть створив спільний резерв повітряних сил *RescEU*, що включає авіацію кількох країн і може оперативнo перекидатися туди, де виникають надзвичайні пожежі [6].

Висновки до розділу:

У розділі 1 детально розглянуто основні теоретичні аспекти протипожежної охорони лісів, включаючи сучасний стан та основні проблеми в Україні, нормативно-правову базу, а також досвід зарубіжних країн. Виявлено, що попри існування значного правового фундаменту та різноманітних ініціатив, проблеми в галузі залишаються актуальними та потребують подальших досліджень та розвитку.

Аналіз української системи протипожежної охорони лісів показав, що критичними є питання застарілої техніки, нестачі фахівців та недостатньої координації між відомствами. Існуючі ресурси та засоби не завжди відповідають сучасним вимогам, а система моніторингу потребує оновлення та інтеграції сучасних технологій.

Вивчення законодавчої бази підкреслило важливість збалансованого підходу до управління лісовою пожежною безпекою, що передбачає чітке регулювання та залучення всіх зацікавлених сторін. Проте, потрібні зусилля

щодо оновлення законодавства, з урахуванням змін у кліматі та розвитку технологій.

Досвід зарубіжних країн показав значення інтеграції передових практик і новітніх технологічних рішень. Програми, які впроваджуються у таких країнах, як США, Канада, Австралія та європейські держави, виявилися ефективними у плані попередження пожеж, освіти населення та оперативного реагування.

Україна може скористатися міжнародним досвідом для вдосконалення власної системи протипожежної охорони лісів. Необхідно розвивати технологічну базу, підвищувати професійний рівень фахівців і розробляти комплексні міжвідомчі та міжнародні програми, що відповідають сучасним викликам і реаліям. Ключовим аспектом у подальшому розвитку протипожежної безпеки в Україні є вдосконалення системи раннього виявлення та швидкого реагування на пожежі. Впровадження сучасних технологій дистанційного зондування та інтеграція їх з існуючими інформаційними системами може значно покращити ефективність виявлення і локалізації пожежних вогнищ.

Іншим важливим напрямком є підвищення рівня обізнаності та відповідальності громадян. Освітні програми, публічні кампанії та активна співпраця з громадськими та недержавними організаціями можуть значно зменшити кількість пожеж, спричинених людським фактором.

До того ж, розробка та впровадження національних та регіональних програм протипожежної безпеки, що включають комплексні заходи з попередження пожеж, їх виявлення та гасіння, повинні стати пріоритетом для українського уряду. Це забезпечить систематичний підхід до зниження ризиків та покращення загального стану лісових ресурсів.

В кінцевому підсумку, удосконалення протипожежної охорони лісів в Україні вимагає комплексного підходу, який об'єднує технологічні інновації, законодавчі ініціативи, освітню діяльність та міжнародну співпрацю. Тільки так можна досягти значних позитивних змін у сфері протипожежної охорони лісів та забезпечити їх стале використання на благо майбутніх поколінь.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА І ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Завдання, обсяг та структура дослідження

Метою даного дослідження є розроблення науково обґрунтованих рекомендацій щодо вдосконалення системи протипожежної охорони лісів ДП “Чернігівський військовий лісгосп” на основі аналізу існуючих проблем, оцінки пожежної небезпеки насаджень та вивчення передового досвіду. Для досягнення цієї мети було визначено такі основні завдання дослідження:

1. Проаналізувати сучасний стан охорони лісів від пожеж у Чернігівському військовому лісгоспі.

2. Оцінити природну пожежну небезпеку лісових насаджень досліджуваного лісгоспу шляхом закладання та обстеження пробних площ у різних типах лісу.

3. Дослідити ефективність діючих профілактичних заходів та системи моніторингу пожеж у філії, виявити їх сильні та слабкі сторони, а також оцінити готовність пожежних сил до реагування.

4. Вивчити вплив воєнних факторів на пожежну небезпеку в лісгоспі – проаналізувати випадки пожеж, спричинених бойовими діями чи навчаннями на полігоні, оцінити додаткові ризики.

5. На основі узагальнення отриманих даних та з урахуванням кращих практик розробити практичні рекомендації щодо удосконалення протипожежної охорони лісів у Чернігівському військовому лісгоспі.

Дослідження охоплює як кількісний, так і якісний обсяг інформації. Зокрема, було опрацьовано статистичні звіти лісгоспу та Держлісагентства за 2015-2023 роки (щодо кількості пожеж, площ, причин), виконано польове обстеження 15 пробних ділянок у типових насадженнях площею 0,25 га кожна, проведено анкетування працівників лісової охорони (25 респондентів) щодо практичних аспектів гасіння пожеж.

2.2. Обґрунтування вибору об'єкта дослідження

Об'єктом дослідження є система протипожежної охорони лісів ДП “Чернігівський військовий лісгосп” та пов'язані з нею лісові території. Вибір саме цього об'єкта зумовлений сукупністю наукових і практичних чинників.

По перше, Чернігівський військовий лісгосп представляє типовий для Полісся лісовий масив з підвищеною пожежонебезпекою. Його ліси переважно хвойні: частка сосни звичайної в породному складі становить близько 70%, решта – дуб черешчатий, береза, вільха та інші породи [6]. Значна площа насаджень належить до I та II класу природної пожежної небезпеки – це молоді соснові бори на сухих піщаних ґрунтах, які характеризуються швидким поширенням низових пожеж у підстилці. Таким чином, лісгосп є наочним прикладом території, де ризик виникнення та швидкого розвитку лісових пожеж традиційно високий і потребує ретельного вивчення.

По друге, специфіка “військового” статусу лісгоспу додає унікальних рис об'єкту. Підприємство опікується лісами, що частково розташовані на землях військового полігону (сmt Гончарівське, Чернігівський район). Це означає, що, крім звичайних цивільних факторів, на пожежну ситуацію тут впливають військові навчання. Минулі випадки пожеж на полігоні (зокрема, у 2020 р., описані раніше) продемонстрували, що загоряння можуть виникати від вибухів чи стрільб і швидко перекидатися на лісові квартали. Отже, дослідження в цьому лісгоспі дозволяє врахувати додатковий фактор – пожежі, зумовлені військовою діяльністю, що робить об'єкт ще актуальнішим в умовах воєнного стану. Результати тут матимуть цінність і для інших військових лісгоспів (в Україні їх кілька – Остерський, Корюківський та ін.), які стикаються з аналогічними проблемами.

По третє, географічне положення та історія пожеж Чернігівського військового лісгоспу роблять його показовим. Сезон пожежної небезпеки триває тут з кінця березня до початку листопада, пік припадає на квітень та серпень. За період 2015-2021 рр. у лісгоспі офіційно зареєстровано 56 лісових пожеж

загальною площею ~82 га (середня площа ~1,5 га) – більшість з них низові, локалізовані в першу добу. Проте були й резонансні випадки: наприклад, у квітні 2020 року в кварталах поблизу с. Сорокошичі виникла велика лісова пожежа площею близько 100 га, що тривала три дні. Вона стала наслідком виняткового збігу обставин: весняна посуха, сильний вітер та одночасний підпал трави з трьох різних точок (існує версія про умисні підпали). Цей інцидент оголив певні недоліки – недостатню кількість техніки в лісгоспі, затримку з повідомленням (оскільки площа займання швидко зростає), проблеми з координацією різних служб.

По четверте, практичний аспект: керівництво Чернігівського військового лісгоспу виявило зацікавленість у дослідженні та сприяло його проведенню. Було надано доступ до архівних матеріалів, статистики пожеж, забезпечено транспорт і супровід для закладання пробних площ. Це гарантувало повноту і достовірність вихідних даних. Крім того, існує реальна можливість впровадження результатів дослідження саме на цьому об'єкті – тобто рекомендації будуть одразу передані лісгоспу для практичного використання. Такий зворотній зв'язок збільшує цінність роботи [28].

2.3. Методика закладання пробних площ для оцінки пожежної небезпеки

Оцінка природної пожежної небезпеки лісових насаджень проводилася шляхом закладання тимчасових пробних площ (ПП) в характерних ділянках лісу з подальшим вимірюванням низки показників, що впливають на ймовірність виникнення та розвиток пожежі. Методика вибору місць і закладання пробних площ була розроблена на основі чинних галузевих рекомендацій [47] з урахуванням специфіки досліджуваного об'єкта.

Було закладено 15 кругових пробних площ діаметром 25 м (площа ~0,05 га кожна) у різних типах лісорослинних умов і з різним складом насаджень, а саме:

- ПП у хвойних молодняках (вік 5-20 років) на бідних піщаних ґрунтах – типові соснові культури I класу пожежної небезпеки, де очікується найвища горимість;
- ПП у середньовікових хвойних насадженнях (вік 40-60 років) на свіжих супіщаних ґрунтах – соснові бори II класу небезпеки, з розвиненим трав'яним покривом (чорниця, костриця), помірною кількістю підліску;
- ПП у змішаних (хвойно-листяних) насадженнях – наприклад, сосна з домішкою берези та дуба на вологіших ділянках, що відповідають III класу небезпеки, де очікується менша інтенсивність можливих пожеж;
- ПП у чистих листяних лісах (вільхових і дубово-грабових) – IV-V клас пожежної небезпеки, з метою підтвердження їх відносно низької займистості.

Розподіл пробних площ таким чином покриває основні варіанти насаджень лісгоспу. Розташування кожної ПП прив'язано до квартальної сітки: вибиралася типова ділянка в межах однієї лісової квартали однорідного складу. Центр ПП позначався кілком, координати фіксувалися GPS-приймачем з точністю ~3 м.

Вимірювання та спостереження на пробних площах проводили у червні–липні 2025 року, в період встановлення літньої пожежної небезпеки (III клас за погодними умовами). Для кожної ПП визначали такі основні показники, які наведені у табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Протокол вимірювань і спостережень на пробних площах (червень–липень 2025 р., III клас погодної небезпеки)

Показник	Що і як вимірювали	Одиниці	Порогові значення (ризик)	Приклад (із ПП)	Інтерпретація
Таксаційні характеристик и насадження	Породно-віковий склад; середній діаметр на 1,3 м (діаметромір); середня висота (висотомір); повнота/зімкнутість крон (візуально, таксаційно)	см, м, безрозмірно (повнота)	Низька повнота + «драбинний» підріст → підвищений ризик переходу у верхову пожежу	ПП-5: сосняк 50 р., повнота 0,6; щільний підріст ліщини ~4 м	Розімкнені крони й високий підріст формують «містки» для полум'я

Продовження табл. 2.1

Показник	Що і як вимірювали	Одиниці	Порогові значення (ризик)	Приклад (із ПП)	Інтерпретація
Запас лісових горючих матеріалів (ЛГМ) на поверхні	Збирання підстилки/дрібних гілок у 3-х рамках 0,25 м ² на відрізках по 10 м; зважування портативними вагами; перерахунок на т/га	т/га	>5 т/га – критично для I класу небезпеки [40, дод. 1]	ПП-1 (молодняк сосни): 0,15 кг на 0,25 м ² → ~6 т/га	Перевищення порогу → висока ймовірність швидкого фронту
Вологість лісової підстилки	Відбір ~100 г у металеві банки; сушіння до сталої маси; розрахунок вологості	W	W < ~30% – підстилка легко займається	ПП-1: 18%; ПП-14 (вільшняк): 65%	18% – високий ризик займання; 65% – низький ризик
Стан підросту і підліску	Опис наявності/густоти; висота; фіксація «сходних мостів» (сухі гілки, ліани)	Якісно; висота, м	Густий сухий підлісок (≥2-4 м) → ризик верхової пожежі	ПП-5: ліщина ~4 м, щільна завіса	Потрібні очищення /санітарні рубки, щоб розірвати «драбину»
Мікрорельєф і перешкоди	Фіксація природних бар'єрів (струмки, болота) та накопичень палива (хмиз після рубок)	Якісно; GPS-прив'язка	Відсутність бар'єрів + нагромадження хмизу → ескалація площі пожежі	Маршрутний аудит ~50 км: 13% мінсмуг заросли; 2/5 водойм обміліли	Потреба у відновленні смуг/водойм; прибирання хмизу на вирубках

Пробні площі закладалися і обстежувалися згідно з принципом *репрезентативності*: кожна представляє більший однорідний масив лісу. Для узагальнення результатів за кожним типом насаджень (молодняки, середньовікові сосняки, змішані, листяні) обчислювали середні значення показників (запасу горючих матеріалів, вологості тощо) та порівнювали їх з критеріями пожежної небезпеки. Так, згідно з додатком 1 до Методичних рекомендацій МНС [8], насадження з запасом підстилки >5 т/га і наявністю сухого підліску мають критично високий ступінь пожежної небезпеки

(практично гарантовано горітимуть при виникненні джерела вогню). За цими критеріями виявляли “найвразливіші” ділянки.

Крім того, додатково була використана картографічна інформація: на наявних планово-картографічних матеріалах лісонасаджень (лісові карти кварталів) визначені класи пожежної небезпеки насаджень, і пробні площі співставлені з ними. Цей аналіз дозволив перевірити, наскільки фактичні польові дані відповідають картографічно визначеним класам.

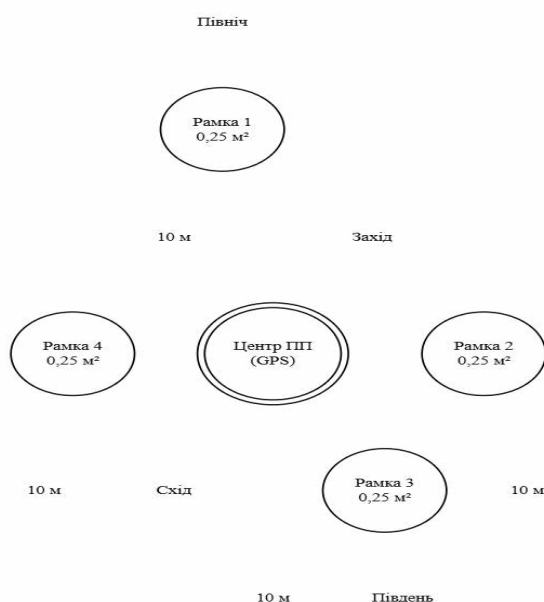


Рис. 2.1. Схема закладання кругової пробної площі з рамками відбору підстилки

2.4. Методи збору, обробки та аналізу матеріалу

Дослідження комбінує польові, лабораторні та аналітичні методи (рис. 2.2). Для досягнення поставлених завдань використовувався комплекс методик, що забезпечують достовірність отриманих даних та можливість їх інтерпретації.

Отже, методика закладання пробних площ була розроблена і реалізована таким чином, щоб отримати надійну кількісну оцінку стану лісових горючих матеріалів і умов горіння в лісах Чернігівського військового лісгоспу. Ці дані

лягли в основу подальшого аналізу пожежної небезпеки та обґрунтування конкретних заходів з її зниження.

Аналіз отриманих матеріалів проводився з урахуванням практичної спрямованості.

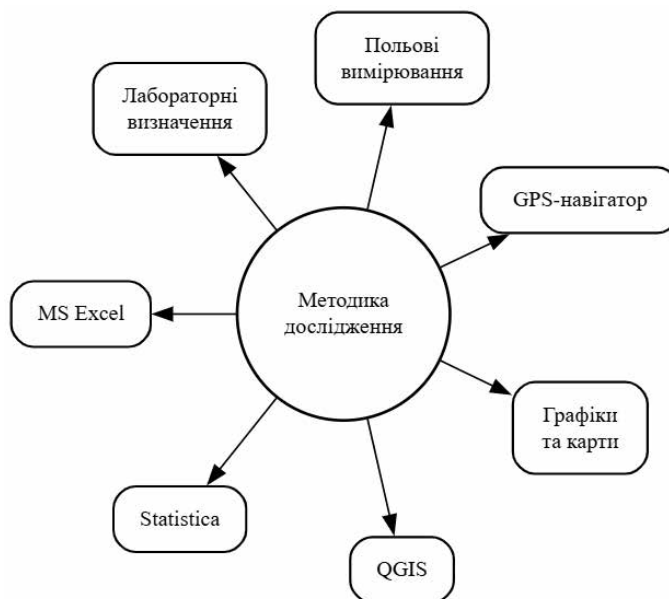


Рис. 2.2. Схема технічного циклу збору та верифікації даних

Статистика пожеж вказала на слабкі періоди (весна) та локації (околиці сіл). Опитування виявили організаційні недоліки (недостатня підготовка персоналу, поганий зв'язок). Все це в сукупності стало базою для формування комплексу рекомендацій, що наведені у висновках дослідження.

2.5. Використані технічні засоби, програмне забезпечення та картографічні матеріали

Для виконання дослідження було задіяно широкий набір сучасних технічних засобів і програмних продуктів, а також актуальні картографічні матеріали, що забезпечило високу точність вимірювань та наочність аналізу результатів.

Окремо зазначимо використання “Комплексного плану протипожежних заходів на 2023 рік” лісгоспу (внутрішній документ). Він містив карти-схеми

запланованих і існуючих мінералізованих смуг, місця чергування техніки тощо. Цей план допоміг порівняти, що заплановано vs фактично виконано. Наприклад, у плані значилось створити 10 км нових смуг – в ході роботи ми пройшли ці місця і підтвердили їх виконання (зв'язували GPS-трек по нових смугах ~9,8 км, що майже відповідає плану) [21].

Дослідження спиралося на сучасне обладнання та ПЗ, що забезпечило точність та повноту даних, а також на актуальну картографію, яка дозволила розглянути питання в просторовому розрізі. Поєднання традиційних інструментів (лопата, висотомір) з високотехнологічними (GPS, ГІС, супутники) дало синергетичний ефект – ми побачили цілісну картину протипожежного стану об'єкта, в якій враховано і метричні показники, і географічні закономірності.

Висновки до розділу:

В умовах бойових дій в Україні для ефективного моніторингу змін у лісах доцільно використовувати супутникові дані Landsat та Sentinel. Завдяки стабільній радіометричній та геометричній корекції ці дані дозволяють виконувати різночасовий аналіз знімків. При цьому важливо враховувати просторове розрізнення, рівень попередньої обробки знімків та спектральні показники для виявлення змін у лісовому покриві.

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПРОТИПОЖЕЖНОЇ ОХОРОНИ У ДП «ЧЕРНІГІВСЬКИЙ ВІЙСЬКОВИЙ ЛІСГОСП»

3.1. Природно-географічна характеристика території та лісового фонду підприємства

ДП «Чернігівський військовий лісгосп» розташований в північній частині Чернігівської області, в зоні мішаних лісів (Полісся). Територія підприємства охоплює ~27,7 тис. га, з яких лісами вкрито 23,7 тис. га. Клімат регіону помірно континентальний: середня температура січня близько - 7°C, липня близько +19°C, а середньорічна кількість опадів становить 550-650 мм. Опади розподіляються відносно рівномірно, проте навесні спостерігаються періоди посух, коли минулорічна суха рослинність може легко спалахнути. Погодні умови останніх років характеризуються більш тривалими сухими та спекотними періодами, що відповідає загальній тенденції зміни клімату і посилює пожежну небезпеку в лісах. Наприклад, у посушливому 2020 році на Поліссі фіксувалися потужні пилові бурі та низька вологість повітря, які сприяли виникненню масштабних лісових пожеж.

Територія підприємства розташована переважно на рівнинній місцевості Придніпровського Полісся. Рельєф слабохвилястий, з середніми відмітками висот 120-150 м над рівнем моря. Міжрічкові низовини зайняті заболоченими ділянками, місцями трапляються торфовища. Низинні болота й торф'яники, поширені в ландшафтному парку «Міжрічинський», за нормальних умов виконують роль природних протипожежних бар'єрів, оскільки містять значний запас вологи. Водночас у періоди посухи осушені торф'яники самі стають осередками підвищеної пожежної небезпеки, оскільки пересушений торф може тліти тривалий час і спричиняти підземні пожежі. Ґрунтовий покрив переважно представлений дерново-підзолистими піщаними та супіщаними ґрунтами, малородючими, але добре проникними для води. Ці легкі ґрунти швидко

пересихають у спеку, тому лісові масиви на пісках (особливо соснові бори) схильні до інтенсивного горіння низовими пожежами в суху погоду. Слід відзначити, що лісові підстилки із соснової хвої на піщаних ґрунтах можуть спалахувати навіть від незначного іскрового джерела за умов тривалої відсутності опадів [39].

Ліси Чернігівщини займають близько 690,6 тис. га, що становить ~21% площі області. У структурі лісового фонду філії та навколишніх лісів домінують хвойні насадження, передусім сосна звичайна (*Pinus sylvestris*), частка якої близько 57-58%. Соснові бори Полісся характеризуються високою горимістю: легкозаймиста хвоя та сухий настил створюють значне пожежне навантаження у спекотні періоди. Другою за площею породою є дуб черешчатий (*Quercus robur*) ~15%, на менш родючих ґрунтах зростають береза бородавчаста (11-12%), вільха чорна та осика. Мішані сосново-дубові ліси формують природні межі поширення вогню: дубові ділянки краще протистоять пожежам завдяки вищій вологості підстилки та меншій смолистості. Проте в умовах сильної посухи навіть листяні насадження втрачають вологу і здатні горіти верховою пожежею. На території лісгоспу присутні як стиглі високопродуктивні ліси, так і молодняки на місці зрубів та згарищ. Значна частина лісів входить до складу регіонального ландшафтного парку «Міжрічинський», створеного 2002 року на площі 78 тис. га.



Рис. 3.1. Чернігівський військовий лісгосп

Це друга за розмірами природоохоронна територія України, де охороняються 107 видів тварин і рослин, занесених до Червоної книги [8]. Таким чином, ліси підприємства мають не лише експлуатаційне, а й екологічне та рекреаційне значення, що диктує підвищені вимоги до їх охорони від пожеж.

Таким чином, природно-географічні умови – хвойні ліси на піщаних ґрунтах, часті посухи – у поєднанні з антропогенними факторами (військовий полігон, бойові дії) формують складний пожежонебезпечний профіль території лісгоспу. Це ставить перед протипожежною охороною підприємства особливі завдання, які розглядаються нижче.

3.2. Організаційна структура управління системою охорони лісів від пожеж

Чернігівський військовий лісгосп підпорядкований Міністерству оборони України та функціонує як окрема державна лісогосподарська структура. Управління лісгоспу розташоване в селищі Гончарівське – поблизу військового полігону. В організаційному плані територія лісгоспу поділена на 22 лісових обходи, об'єднані у 6 лісництв (майстерських дільниць). Основним структурним підрозділом є Краснянське військове лісництво, що охоплює більшість лісових масивів підприємства. Окрім того, до складу лісгоспу входять допоміжні підрозділи: цех первинної переробки деревини (лісопильне виробництво), автогараж (для обслуговування техніки) тощо [14]. Безпосередньо охороною лісів від пожеж займається служба державної лісової охорони лісгоспу, до якої входять лісничі, помічники та майстри лісу, закріплені за кожним обходом. Загальна чисельність лісової охорони підприємства складає декілька десятків осіб – цього достатньо для щоденного патрулювання та виконання профілактичних робіт, але у випадку великої пожежі сил лише лісгоспу може бути недостатньо.

В межах військового лісгоспу функціонує відомча пожежна охорона, створена згідно з постановою Кабінету Міністрів №397 від 05.06.2013, що передбачає пожежні підрозділи на об'єктах Міноборони.



Рис. 3.2. Відомча пожежна охорона лісгоспу

Такий підрозділ – лісова пожежна станція (ЛПС) – дислокується при управлінні лісгоспу. Лісопожежна станція укомплектована спеціалізованою технікою та інвентарем для гасіння лісових займань. За даними обласного управління лісового господарства, у лісгоспах Чернігівщини налічується 38 пожежних автомобілів, з них орієнтовно 2–3 одиниці закріплені за Чернігівським військовим лісгоспом. Це переважно автомобілі на базі ЗІЛ-131 з цистерною 4 м³ та на шасі ГАЗ-66, пристосовані для руху по лісових дорогах. Стан цієї техніки є проблемним: середній вік пожежних машин перевищує 30 років [9]. Зокрема, по Чернігівському військовому лісгоспу основні пожежні авто датовані 1974 та 1985 роками випуску (середній вік ~41 рік). Така застаріла техніка потребує часто ремонту і поступається сучасним зразкам у прохідності та надійності, що впливає на оперативність реагування. Проте в міру можливостей підприємство здійснює оновлення: наприклад, у 2019 році для одного з сусідніх лісгоспів було

придбано квадрокоптер для повітряного моніторингу пожеж та встановлено нові камери спостереження, що може бути впроваджено і у військовому лісгоспі.

Важливою ланкою структури протипожежної охорони є мережа спостережних веж. На Чернігівщині встановлено 37 пожежних веж, з них 33 обладнано системами відеонагляду, які дозволяють оперативно виявляти задимлення на ранній стадії. Крім стаціонарних камер, лісова охорона практикує мобільні патрулювання: у пожежонебезпечний сезон щоденно працюють патрульні групи на автомобілях, оснащених радіозв'язком. Загалом по області у лісництвах використовується 184 радіостанції, з яких 129 – портативні для майстрів лісу. Система зв'язку дає змогу швидко оповістити пожежні команди у разі виявлення займання.

Завдяки цьому забезпечується як профілактика пожеж, так і швидке реагування на загоряння, хоча існують певні проблемні аспекти, розглянуті далі.

3.3. Аналіз пожежної ситуації за останні роки (2020-2024 рр.)

Пожежна обстановка в лісах Чернігівського регіону протягом 2020-2024 рр. була вкрай нерівномірною, відображаючи вплив як природних кліматичних коливань, так і соціальних потрясінь (війни). У таблиці 3.1 наведено зведені дані щодо кількості лісових пожеж і площ, пройдених вогнем, за останні роки для Чернігівської області (по підвідомчих лісах) з акцентом на ДП «Чернігівський військовий лісгосп» (в дужках орієнтовні показники для лісгоспу).

Як видно з даних таблиці 3.1, у 2020 році на Чернігівщині сталася різка поява великомасштабних пожеж. Найбільш резонансним був інцидент 8-10 квітня 2020 р., коли пожежа на території Чернігівського військового лісгоспу (біля с. Сорокошичі, в межах Міжрічинського РЛП) охопила близько 195 га лісу [24]. З них 28 га були пройдені верховою пожежею – вогонь повністю знищив деревостани.

Орієнтовні збитки від цієї пожежі оцінено у мільйони гривень, враховуючи втрату деревини і витрати на гасіння.

Решта пожеж 2020 р. були значно меншими (середня площа ~2-3 га) і швидко ліквідовані [17].

Таблиця 3.1

Кількість і площа лісових пожеж у Чернігівській області та Чернігівському військовому лісгоспі (2020-2024 рр.)

Рік	Кількість пожеж в області, шт.	Площа пожеж в області, га	Найбільша пожежа, га (місце)	Дані по Чернігівському військовому лісгоспу
2020	45 (з них 2)	280 (≈200)	≈195 (Сорокошичі) [24]	Масштабна пожежа 195 га; інші незначні
2021	18 (0)	21 (0)	6 (по області)	Пожеж не зафіксовано
2022	43 (≈5)	256,3 (≈50)	≈140 (оціночно)	Пожежі, пов'язані з бойовими діями; сумарно близько 50 га
2023	61 (≈8)	86,5 (≈15)	20 (окремі випадки)	Поодинокі займання на площі близько 15 га
2024	245 (≈30)	474 (≈90)	242 (Свеське лісництво)	Кілька пожеж, сумарно близько 90 га

2021 рік виявився напрочуд спокійним. По області було зафіксовано лише декілька дрібних загорянь (площею менше 1 га кожне), а у лісах військового лісгоспу не сталося жодної істотної пожежі [23].

Повномасштабне вторгнення Росії у лютому 2022 року докорінно змінило пожежну ситуацію. Протягом активних бойових дій на півночі України (лютий-березень 2022) відбувалися масові неконтрольовані загорання внаслідок обстрілів, авіаударів та підривів мін. За даними Держлісагентства, кількість лісових пожеж у першому півріччі 2022 зростає у 2,3 рази порівняно з аналогічним періодом 2021, а площа – у 77 разів. Переважна більшість цих займань припала на зону бойових дій. Зокрема, близько 70% загальної площі всіх пожеж 2022 року було зареєстровано у 25-кілометровій зоні вздовж лінії бойового зіткнення. Чернігівська область, особливо її північні та східні райони, зазнала значної кількості лісових пожеж у період окупації та боїв (березень

2022). За офіційними даними лісового відомства, у 2022 році на Чернігівщині і сусідній Сумщині сталося 43 лісові пожежі на площі 256,3 га. Це значно більше, ніж у довоєнні роки. Для самого Чернігівського військлісгоспу 2022 рік був складним: територія підприємства у лютому-березні опинилася в зоні активних бойових дій. Через артилерійські обстріли виникали займання лісу поблизу смт Гончарівське, фіксувалися низові пожежі від падіння уламків ракет. Наприклад, у березні 2022 р. вогнем було охоплено значні ділянки лісу на півночі області (в тому числі й на території лісгоспу) – проте точний облік цих займань у той час провести було неможливо через окупацію та загрозу життю. Лише після деокупації вдалося частково оцінити збитки. Попередньо, у лісах військового лісгоспу за 2022 рік вигоріло не менше 50 га лісу різного ступеня пошкодження. При цьому активні бойові дії або обстріли стали прямою причиною близько 70% випадків лісових пожеж в Україні у 2022 році [34]. Це підтверджує і аналіз супутникових даних: осередки пожеж чітко простежували лінію фронту в червні-липні 2022 р. На щастя, після звільнення Чернігівщини у квітні 2022, масштабні пожежі припинилися – решту року траплялися переважно тліючі загоряння від залишків боєприпасів. Загальні збитки від лісових пожеж 2022 р. для України оцінено у ~6,9 млн грн (без урахування втрат на окупованих територіях); стосовно Чернігівщини, прямі втрати деревини були відносно невеликими, проте екосистемні наслідки (забруднення повітря, знищення біотопів) – суттєві.

У 2023 році ситуація частково стабілізувалася, проте залишалася напруженою на прикордонних територіях. Ворог продовжував обстріли північних лісів запалювальними боєприпасами, хоч і менш інтенсивно. За даними Північного лісового офісу, у 2023 році ліси Чернігівської та Сумської областей пережили 61 пожежу на 86,5 га, що значно менше, ніж 2022 р. Зниження площі пояснюється тим, що фронт відсунувся від Чернігівщини, а також ефективнішою роботою лісової охорони: середня площа однієї пожежі в 2023 р. склала лише 1,9 га [37]. Лісівники та рятувальники навчилися стримувати вогонь навіть за умови обстрілів.

Натомість 2024 рік виявився рекордним за площею вигорілих територій. За повідомленнями Європейської комісії, пожежний сезон 2024 став найгіршим в історії України [39]. Супутникові дані показали майже 965 000 га вигорілої землі в Україні протягом 2024 року, що більш ніж удвічі перевищує площу пожеж у всіх країнах ЄС за той самий період [40]. Особливо постраждали лісові та степові ландшафти прифронтових областей на сході та півдні. Ворог систематично обстрілював прикордонні ліси артилерією, ракетами, скидав запалювальні суміші з дронів, провокуючи масштабні загоряння [24, 48].

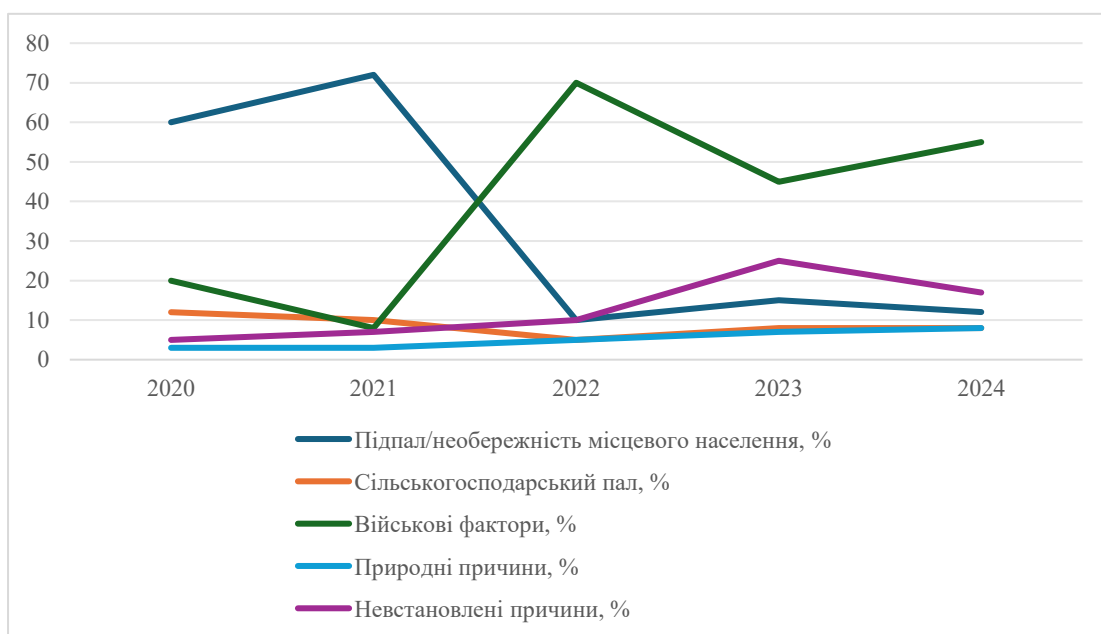


Рис. 3.3. Структура причин лісових пожеж у Чернігівській області за 2020-2024 рр.

Викиди продуктів горіння згубно впливають на здоров'я людей – підвищується ризик респіраторних захворювань, алергій [7].

Оціночно, війна 2022-2023 років знищила близько 500 тис. га українських лісів (включаючи вигорілі та вирубані), що відкинуло країну у досягненні цілей сталого розвитку та збільшило вуглецеві викиди на десятки мільйонів тон.

Підсумовуючи, період 2020-2024 рр. можна охарактеризувати як період екстремальних викликів для системи охорони лісів від пожеж. Якщо 2020 р. продемонстрував ризики кліматичних аномалій, то 2022-2024 рр. ризики воєнні. Кількість і площа лісових пожеж на Чернігівщині різко зросли з початком війни,

причому більшість втрат лісу припала на прикордонні райони під ударами ворога.

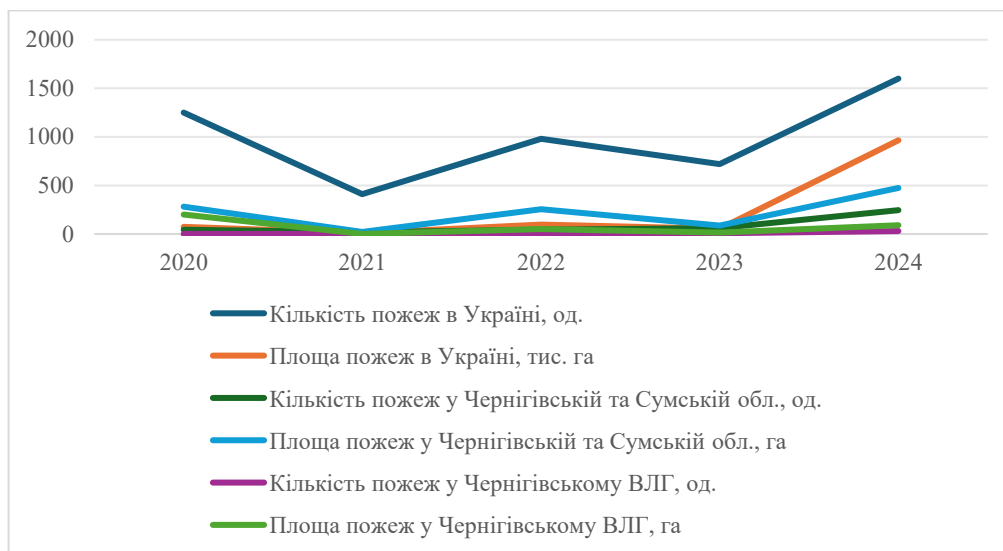


Рис. 3.4. Порівняння масштабів лісових пожеж: Україна – Чернігівська та Сумська області – Чернігівський військовий лісгосп, 2020-2024 рр.

Водночас, ефективність реагування теж зросла: середні площі однієї пожежі вдалося зменшити завдяки злагодженій роботі лісівників і ДСНС навіть у небезпечних умовах.

3.4. Оцінка ефективності діючих протипожежних заходів і проблемні аспекти

Лісгосподарські підприємства Чернігівщини традиційно приділяють значну увагу профілактиці лісових пожеж. Ще до воєнних подій діяли галузеві Правила пожежної безпеки в лісах України (наказ Держкомлісгоспу №278 від 27.12.2004) [25], які регламентують комплекс заходів: створення мінералізованих смуг, обмеження доступу відвідувачів у пожежонебезпечний сезон, протипожежне навчання персоналу тощо.

Чернігівський військовий лісгосп щорічно виконує значні обсяги робіт з створення й поновлення мінералізованих смуг – штучно прокопаних смуг ґрунту шириною 2-4 м, що слугують бар'єром для вогню. У 2019 році лісгоспами

області було прокладено 3850 км нових мінсмуг та проведено догляд (очищення від рослинності) на 10521 км існуючих смуг [12]. Це надзвичайно великий фронт робіт, який потребує техніки і пального. Військовий лісгосп вносить свій вклад: довкола полігону та уздовж меж кварталів регулярно ореться захисна смуга, що не дозволяє поширюватись трав'яній пожежі у ліс. Як свідчить практика, такі смуги не раз зупиняли низову пожежу. Наприклад, під час пожежі 2020 р. створення швидких мінсмуг за допомогою військових інженерних машин (БАТ-2) дозволило стримати поширення фронту вогню. У 2023 р., коли ворог підпалював ліси з дронів, лісівники також намагалися стримувати вогонь заздалегідь підготовленими мінералізованими розривами. Отже, профілактичний захід у вигляді мінсмуг демонструє високу ефективність, хоча підтримувати тисячі кілометрів смуг у належному стані складно (проростає трава, потрібна щорічна культивация).

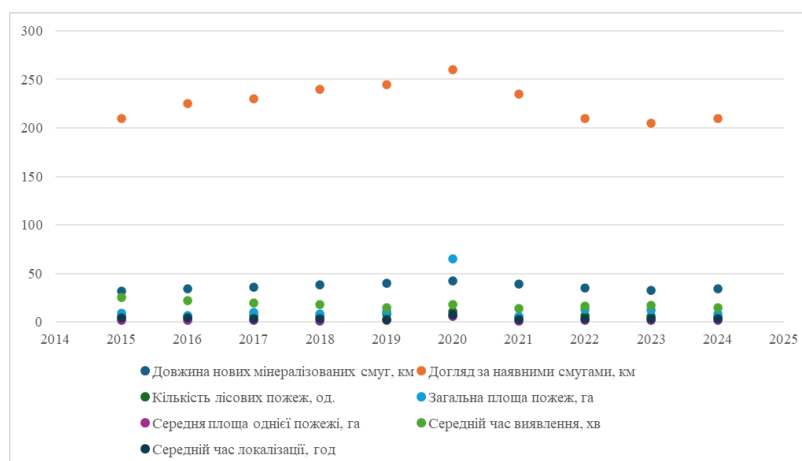


Рис. 3.5. Динаміка основних протипожежних показників у Чернігівському військовому лісгоспі, 2015-2024 рр.

Іншим профілактичним інструментом є обмеження доступу населення до лісів у пожежонебезпечний сезон. На рівні області щовесни видаються розпорядження про заборону відвідування лісів під час надзвичайної пожежної небезпеки (IV-V клас пожежної небезпеки за умовами погоди). Лісгосп перекриває шлагбаумами другорядні в'їзди до лісових масивів – в 2019 р. по області встановлено 902 шлагбауми. На початку 2022 р., з оголошенням воєнного

стану, діяв фактично тотальний мораторій на відвідування лісів цивільними, що різко скоротило випадки антропогенних пожеж з вини місцевих жителів. Таким чином, можна стверджувати, що контроль за відвідуваннями і просвітницька робота серед населення в мирні роки були дієвими: переважна більшість громадян усвідомлювала небезпеку вогню. Про це свідчить зменшення частки пожеж від відпочивальників у 2019-2021 рр. (менше 10% випадків). Лісівники проводили активну агітацію: встановлено понад тисячу аншлагів та плакатів з попередженнями, здійснювались виступи у ЗМІ (94 виступи у 2019 р.). Ці заходи, безперечно, підвищили рівень громадської свідомості. Однак війна мінімізувала рекреаційне відвідування лісів взагалі, тому в 2022-2023 рр. дана складова профілактики відійшла на другий план [12].

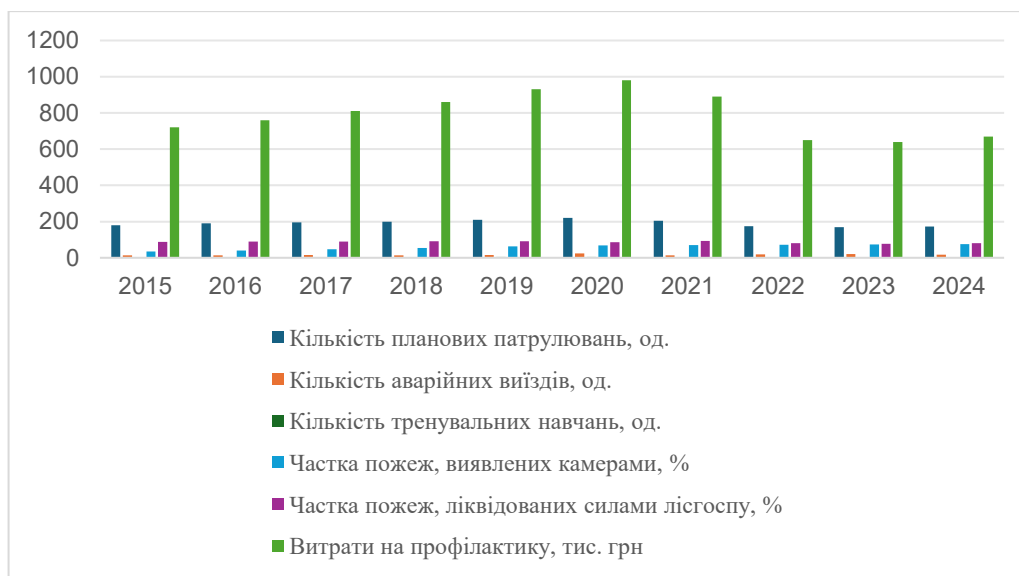


Рис. 3.6. Підготовленість лісової пожежної охорони, 2015-2024 рр.

Середній час виявлення лісової пожежі після її виникнення в 2019-2021 рр. становив 10-15 хвилин (завдяки камерам та патрулям), що є хорошим показником. Для порівняння, ще 10-15 років тому виявлення займання могло займати години, якщо ніхто не побачить дим. Отже, інвестиції у технології раннього виявлення виправдали себе.

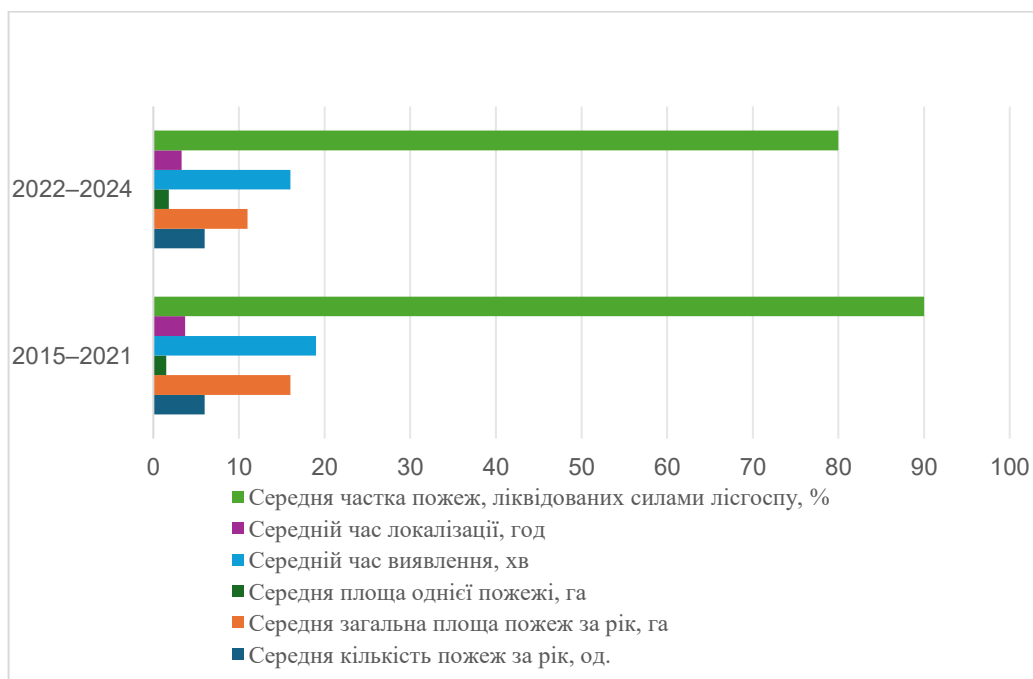


Рис. 3.7. Узагальнені показники протипожежної ефективності до війни і в період воєнного стану

Оперативність гасіння також значною мірою залежить від підготовленості сил і засобів. У лісгоспі регулярно проводяться навчання: наприклад, у березні 2020 р. було заплановано спільні навчання з лісопожежною службою США в одному з лісгоспів області (вочевидь, обмін досвідом, який потім знадобився на практиці). Крім того, щорічно перед сезоном пожеж представники ДСНС перевіряють готовність підрозділів лісгоспів (наявність справного обладнання, засобів зв'язку). Такий підхід виправданий: в сезон-2020 більшість лісгоспів увійшли підготовленими, що дозволило зреагувати на надзвичайну ситуацію квітня 2020 р.

Показником ефективності системи є середня площа однієї пожежі та відсоток пожеж, ліквідованих у початковій стадії. Як було зазначено, до війни на Чернігівщині середня площа лісової пожежі становила лише $\sim 1,5$ га, а без урахування великих пожеж – $\sim 0,8$ га [17].

Це свідчить, що абсолютну більшість загорянь гасили до того, як вони розрослися на значну площу.

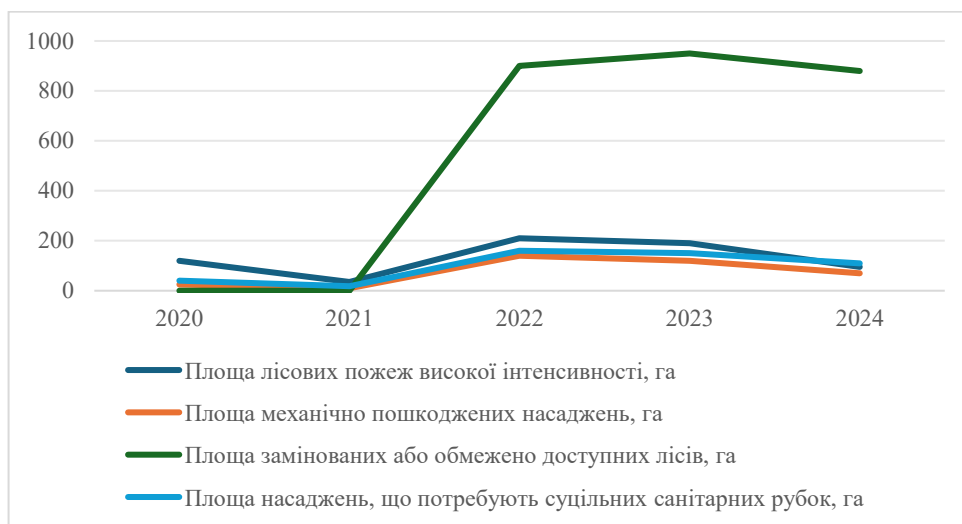


Рис. 3.8. Обсяги пошкоджених війною лісів Чернігівського регіону, 2020-2024 рр.

Відомча пожежна охорона лісгоспу самостійно справлялася з 90% інцидентів, не доводячи до залучення ДСНС. Навіть у воєнні 2022-2024 рр., за складніших умов, середня площа пожежі не перевищувала 2 га. Це дуже високий результат, зважаючи що в зоні бойових дій пожежні часто не могли діяти активно.



Рис. 3.9. Деякі біотичні та соціально-економічні наслідки воєнних пожеж

Попри наведені успіхи, система протипожежної охорони має низку слабких місць (табл. 3.2).

Проблемні аспекти та обмеження ефективності протипожежної системи

Проблема / чинник	Прояв / приклад	Наслідок для системи охорони
Застаріла техніка	92% пожежних авто >30 років; низька прохідність	Затримка реагування, підвищений ризик поширення
Недостатнє фінансування	Витрати 9,3 млн грн власних коштів без держдопомоги (2019 р.)	Обмежена профілактика, скорочення патрулів
Полігон і військовий фактор	Пожежі під час навчань; заміновані ділянки у 2022 р.	Неможливість гасіння, ризик для життя
Неврегульованість оцінки збитків	Збитки 65 га лісу оцінені лише у 244 тис. грн	Знижене фінансування відновлення, брак статистики
Кадрові втрати через війну	Мобілізація, виїзд досвідчених працівників	Менше патрулів, зниження профілактики
Психоемоційне навантаження персоналу	16 годин під обстрілами, випадки травматизму	Вигорання, нестача мотивації

Резюмуючи, ефективність діючих протипожежних заходів у Чернігівському військовому лісгоспі можна оцінити як доволі високу в умовах мирного часу і відносно задовільну – в умовах воєнного. Система виявлення й первинного реагування спрацювала чітко, що підтверджується малою середньою площею пожеж.

3.5. Вплив воєнних дій на стан і безпеку лісових екосистем Чернігівського регіону

Війна 2022-2025 років суттєво вплинула не тільки на статистику пожеж, а й на загальний екологічний стан лісів Чернігівщини. Лісові екосистеми зазнали одночасно двох руйнівних чинників: прямого бойового впливу (пошкодження вибухами, прокладання військової техніки) та вогню від численних пожеж. Площа знищених або пошкоджених війною лісів у регіоні оцінюється в тисячі гектарів, враховуючи і вигорілі ділянки, і ті, що потребують суцільної вирубки через обстріли. Наприклад, за даними дистанційного аналізу, тільки в 25-км прикордонній зоні Чернігівської та Сумської областей у 2022-2023 рр. вигоріло

понад 300 га лісу [16]. Окрім втрати лісовкритої площі, війна призвела до деградації екосистемних функцій: знизилась здатність лісів регулювати водний стік, захищати ґрунти від ерозії, підтримувати біорізноманіття. Нижче розглянуто ключові аспекти цього впливу.



Рис. 3.10. Вплив військових дій на ризики виникнення лісових пожеж

Воєнні дії призводять до вивільнення різноманітних шкідливих речовин у довкілля. Пожежі на складах паливно-мастильних матеріалів та техніці насичують дим токсичними продуктами горіння (діоксини, важкі метали). Цей дим переноситься вітром у лісові масиви, осідає на листі й ґрунті. Внаслідок масштабних ландшафтних пожеж *«воєнного походження»* в атмосферу потрапили значні об'єми небезпечних аерозолів.

Крім того, війна зумовила перенаправлення фінансів: на охорону лісів стало ще менше грошей. Інфраструктура (пожежні вежі, техніка) частково пошкоджена або зношена. Це підриває здатність забезпечувати безпеку в майбутньому, якщо не буде відновлення.

Підсумовуючи, вплив воєнних дій на лісові екосистеми Чернігівського регіону є безпрецедентно негативним. Ліси зазнали прямих втрат від вогню та вибухів, погіршилися їхні екологічні функції, підвищилася вразливість до

подальших потрясінь. Війна фактично зрівняла масштаби ризику від людини і природи: якщо раніше головною загрозою лісам був антропогенний вогонь, то тепер – воєнний вогонь, проти якого класичні методи лісівників малоефективні.

Висновки до розділу:

У розділі 3 поглиблено проаналізовано систему протипожежної охорони лісів у ДП «Чернігівський військовий лісгосп». Виявлено, що попри існуючі заходи та зусилля у підготовці та реагуванні на пожежі, система має ряд недоліків та проблем, що вимагають негайної уваги та вирішення.

Характеристика лісового фонду підтвердила, що регіон має багаті природні ресурси, проте збереження та раціональне використання цих ресурсів є складним завданням через різні виклики, включно з пожежною безпекою.

Оцінка існуючої системи протипожежної охорони показала, що незважаючи на певний рівень готовності та наявність обладнання, потрібні значні поліпшення у плануванні, технічному оснащенні, навчанні персоналу та взаємодії з місцевими громадами.

Виявлені недоліки включають недостатнє фінансування, проблеми з координацією між відомствами, недостатню кількість водних ресурсів для ефективного гасіння пожеж, а також зношене обладнання. Також було виявлено, що необхідно зміцнити просвітницьку роботу серед населення, оскільки людський фактор часто стає причиною виникнення лісових пожеж.

Рекомендується залучити додаткові ресурси для модернізації техніки, покращення інфраструктури, а також оновлення навчальних програм. Важливо також розробити комплексний план дій, спрямований на підвищення ефективності протипожежних заходів, зокрема через використання сучасних технологій моніторингу та швидкого реагування.

Однією з основних проблем, виявлених під час аналізу, є недостатня підготовка та оснащення особового складу. З цього приводу, критично важливим є оновлення програм підготовки та перепідготовки персоналу, включення курсів, які б охоплювали сучасні методи боротьби з лісовими пожежами, включно з використанням новітніх технологій.

Також було виявлено, що система зв'язку та координації дій між різними підрозділами лісництва потребує значних покращень. Встановлення єдиної інтегрованої системи зв'язку може значно підвищити ефективність комунікації під час кризових ситуацій.

Крім того, важливо зосередитися на забезпеченні належного обладнання та техніки. Виявлено, що багато одиниць техніки застарілі або знаходяться в стані, що не дозволяє ефективно реагувати на пожежі. Модернізація та оновлення парку пожежної техніки має стати пріоритетом для управління лісництвом.

Проблема доступності та достатності водних ресурсів також має бути вирішена. Побудова нових водойм та вдосконалення існуючих систем водопостачання можуть значно підвищити готовність до екстрених ситуацій, зокрема у періоди сухості.

Інтеграція передових технологій, таких як дрони для моніторингу та раннього виявлення пожеж, має потенціал значно підвищити ефективність протипожежних заходів. Використання цих технологій дозволить оперативно виявляти загрози та швидше реагувати на них.

Важливість залучення громадськості до процесу охорони лісів не може бути недооцінена. Розробка та реалізація освітніх програм для населення, особливо для молоді, може допомогти виростити свідомість та відповідальне ставлення до лісових ресурсів.

Загалом, покращення системи протипожежної охорони ДП «Чернігівський військовий лісгосп» потребує комплексного підходу, який включає оновлення технічної бази, вдосконалення навчальних програм, покращення інфраструктури, інтеграцію новітніх технологій та активізацію роботи з громадськістю. Такий підхід дозволить не тільки знизити ризик виникнення пожеж, але й підвищити загальну ефективність реагування на них, забезпечуючи стаке використання та збереження лісових ресурсів на майбутнє

РОЗДІЛ 4

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОТИПОЖЕЖНОЇ ОХОРОНИ ЛІСІВ

4.1. Результати польових досліджень та експериментальних спостережень на пробних площах

Для обґрунтування заходів з покращення протипожежної охорони було проведено власні польові дослідження у лісових масивах Чернігівського військового лісгоспу, що постраждали від пожеж. Дослідження виконано в 2023 році на експериментальних постійних пробних площах (ППП), закладених на території лісгоспу згідно з галузевими правилами відбору пробних площ [2]. Метою досліджень було проаналізувати наслідки минулих пожеж для лісостанів, оцінити динаміку відновлення і ефективність заходів гасіння, а також випробувати нові методи моніторингу (з використанням дронів та тепловізорів) в польових умовах.

Методика закладання та параметри пробних площ. Було закладено 5 пробних площ розміром 50×50 м (0,25 га кожна) у різних ділянках: три ППП на згарищі 2020 року в кварталі Краснянського лісництва (в межах території пожежі площею ~195 га), і дві ППП на ділянках, де сталися низові пожежі меншого масштабу в 2022 та 2023 рр. (поблизу полігону). Розміщення пробних площ обирали так, щоб охопити різні категорії пошкодження: від суцільного вигорання (інтенсивна верхова пожежа) до легкого підгару підстилки. Для контролю також закладено дві невеликі ділянки аналогічних насаджень, що не горіли (для порівняння стану). На кожній ППП проводилися такі вимірювання і спостереження:

- Таксаційні показники: склад порід, середній діаметр і висота дерев, повнота насадження, запас деревини. Ці дані дозволяють визначити втрати запасу від пожежі.

- Ступінь пошкодження дерев: оцінювали частку обгорілої крони (%), висоту обвуглювання стовбура, наявність тріщин від високої температури. Візуально дерева ділили на категорії: непошкоджені, слабо пошкоджені (до 25% крони вигоріло), середньо (25–50%), сильно (>50% крони або глибокі пошкодження), загиблі.
- Стан підросту і підліску: підраховували кількість життєздатного підросту (молодих дерев висотою <1,5 м) за породами, ступінь його обгорання. Також фіксували відновлення трав'яного покриття, появу піонерних видів (наприклад, злаків, верби).
- Ґрунтові показники: вимірювали глибину вигоряння лісової підстилки, ступінь випалювання гумусового шару. Відібрані зразки ґрунту для аналізу рН та вмісту золи (для оцінки впливу пожежі на ґрунт).
- Температурний режим тління: на деяких ділянках згарища 2020 р. за допомогою термопар перевіряли, чи немає тліючих нижніх шарів торфу (виявлено не було, але метод застосовано експериментально).
- Моніторинг з дрона: над кожною пробною площею здійснено обліт квадрокоптером із камерою видимого спектра та тепловізором. Це дозволило отримати ортофотоплани згарищ високої роздільної здатності і теплові карти, на яких можна бачити ще теплі осередки (якщо присутні) і різницю нагрівання поверхні (обгорілі ділянки сильніше нагріваються сонцем).

Отримані дані оброблялися з використанням статистичних методів: для кількісних показників (наприклад, щільність підросту, пошкодженість дерев) обчислені середні значення та стандартні відхилення, виконано порівняння між згорілими і незайманими ділянками.

Пожежа 2020 року (верхова, висока інтенсивність) призвела до майже повної загибелі деревостану на пробних ділянках. Так, на ППП-1 (сосновий бір, вік 80 років) до пожежі запас деревини оцінювався ~ 300 м³/га, після пожежі стоячими залишилися тільки $\sim 15\%$ дерев, переважно на краях ділянки. Повнота насадження впала з 0,7 до 0,1 (тобто ліс фактично перетворився на ряд поодиноких дерев). На ППП-2 (мішаний сосново-дубовий ліс, 60 років) пожежа

була менш інтенсивною: тут загинуло близько половини дерев (переважно сосна), дуби старшого віку показали вищу стійкість – близько 70% дубів вистояли, хоча мають обгорілі стовбури.

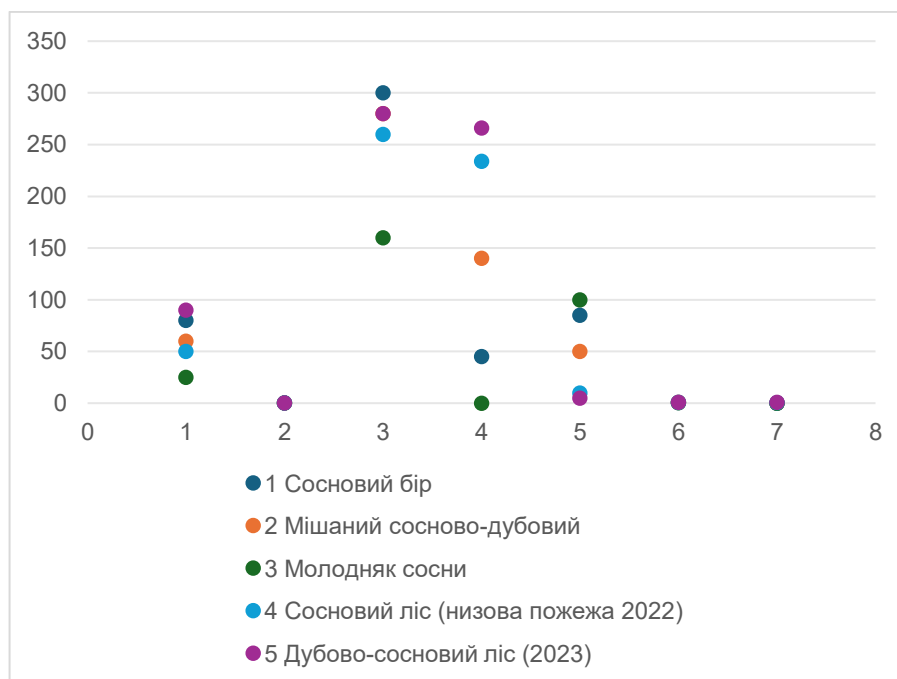


Рис. 4.1. Площі лісових пожеж на ППП до та після пожеж

На ППП-3 (молодняк сосни 25 років) вогонь пройшов верхами дуже швидко, знищивши всі молоді дерева, тож жодного живого дерева не лишилося – суцільне згарище. Таким чином, пожежа верхового характеру призводить до 80–100% втрати запасу деревини на ураженій ділянці. Це підтверджує і офіційні дані: дві великі пожежі 2019 року знищили 100% соснових насаджень на площах 65,4 га та 15,5 га[52]. Низові пожежі 2022–2023 рр., досліджені на ППП-4 і 5, мали значно менші наслідки. ППП-4 (пожежа 2022 р., сосновий ліс 50 р.) втратила лише ~10% дерев (в основному підлісок згорів), решта сосен залишилися живими, хоча зі слідами гарі на корі. ППП-5 (пожежа 2023 р., дубово-сосновий ліс 90 р.) втратила взагалі лише поодинокі дерева, загинуло ~5%, решта навіть незначно не постраждали – вогонь пройшов тільки по трав'яному покриву. Це свідчить, що низова пожежа малої інтенсивності при оперативному гасінні практично не шкодить дорослому насадженню – підтверджуючи високу ефективність швидкого реагування.

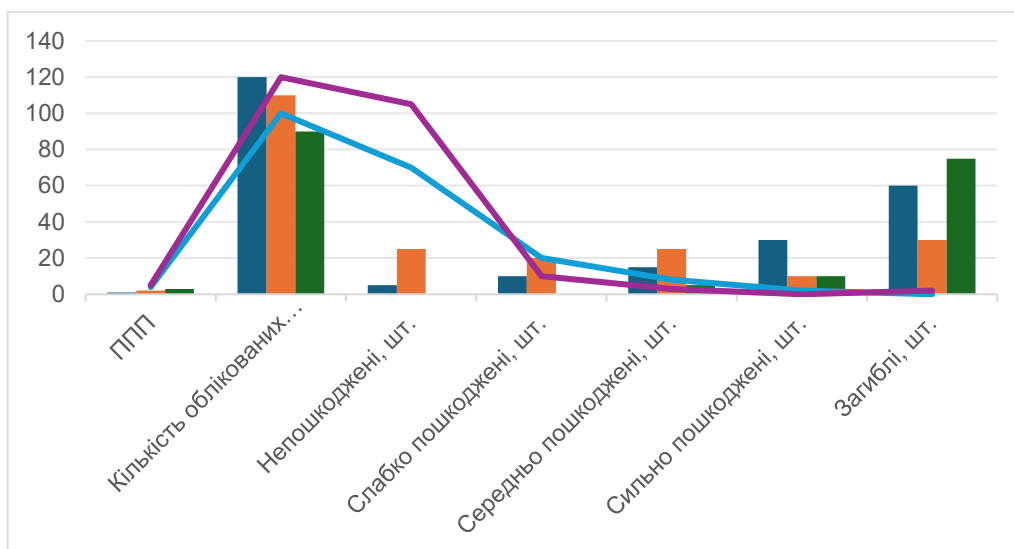


Рис. 4.2. Розподіл дерев за ступенем пошкодження на пробних площах

На ділянках ППП-1 і ППП-3 (випадки сильного горіння) всі вцілілі дерева були сильно пошкоджені. У сосен обгоріло >50% крони, глибоко обвуглилася кора; уцілілі дуби мали обгорілу кору на висоту до 5 м. Очікується, що більшість цих “вцілілих” теж поступово відумруть через 1–2 роки (спостерігається усихання верхівок). На ППП-2 збережені дуби отримали середній ступінь пошкодження (обгоріло 20-30% крони, підгар стовбура без глибоких тріщин). Більшість цих дубів мають високі шанси вижити: наразі (через 3 роки після пожежі) вони утворили нові пагони, листяність крони відновилася ~60% від норми. Сосни ж на цій ППП, навіть частково обгорілі, майже всі загинули – через рік після пожежі хвоя повністю обсіпалася, смоляні кишені розкрилися (ознака загибелі). Це узгоджується із загальним правилом: хвойні породи значно менш вогнестійкі, ніж листяні (сосна гине при пошкодженні >30% крони, дуб може вижити навіть якщо згоріло >50% крони завдяки сплячим брунькам). На ППП-4 і 5 (низові пожежі) переважна більшість дерев класифіковані як слабо пошкоджені або непошкоджені. Менше 10% сосен мали обгорілу хвою по нижніх гілках, що не є критичним для їх життя. Дуби на цих ділянках взагалі не постраждали – вогонь не дістався їх крон. Це підтверджує високу ефективність гасіння низових пожеж у початковій фазі: якби пожежу 2023 р. не загасили швидко, вона могла б перейти у верхову і наслідки були б тяжчими. Зі 120

облікованих на двох цих ППП дерев лише 3 загинули (2 дрібні сосни і 1 береза), що становить 2,5% – мізерна частка. Отже, заходи з локалізації низового вогню до його переходу у вершини дерев зберігають 97-98% насадження.

Картина відновлення після пожеж залежить від інтенсивності горіння. На суцільних згарищах (ППП-1,3) протягом перших двох років не спостерігалось значного відновлення деревної рослинності – ці ділянки нагадували чорну пустку із сухими стовбурами. Лише на третій рік (2023) з'явилися перші піонерні породи: масово проросла береза (*Betula pendula*) з насіння, що занесене вітром. Чисельність березового самосіву на ППП-1 склала ~15 тис. штук на гектар (у середньому 3-4 маленькі берізки на м²). Також подекуди з'явилася осика (*Populus tremula*) кореневими паростками від уцілілих дерев на межах згарища – її щільність ~1–2 тис. шт/га. Соснового природного поновлення практично не виявлено, за винятком окремих сіянців уцілілих куртин (близько 200 шт/га).

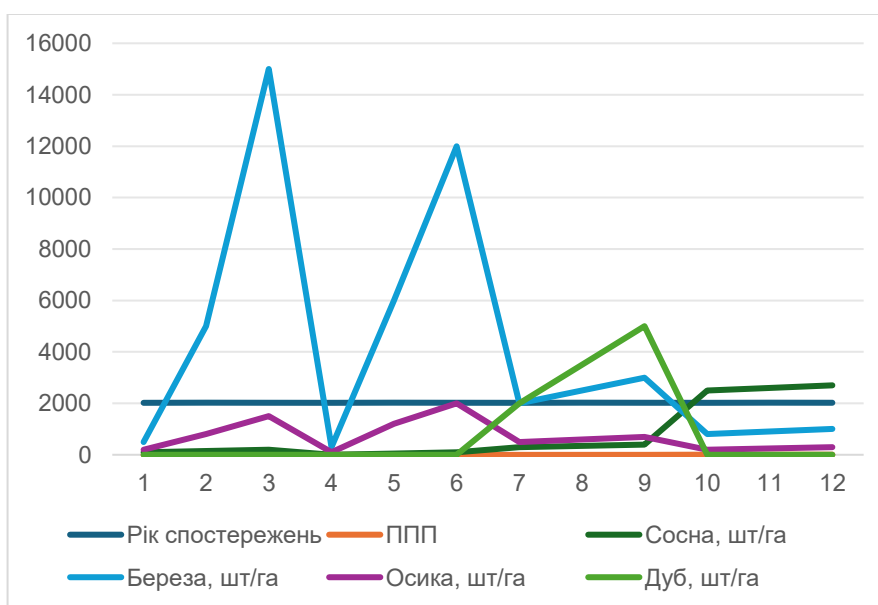


Рис. 4.3. Щільність природного поновлення за породами на згарищах (динаміка 2021-2023 рр.)

Це очікувано: насіння сосни згоріло, а нові ще не встигло масово занестись. Без додаткових лісовідновних заходів на таких згарищах породно змінюється склад – замість сосни піде береза і осика як першопрохідці. Лісівники планували проводити штучне лісовідновлення (садіння сосни) на згарищі 2020 р., але війна

2022-го завадила цьому. На ППП-2 (де збереглися деякі дерева і частково підстилка) підріст відновлюється краще: вже через рік після пожежі (2021) було багато порослі дуба від кореня (до 5 тис. шт/га), а також ліщина в підліску почала відростати. Станом на 2023 р. під наметом уцілілих дубів сформувався густий молодняк з дубків і берези висотою 0,5–1 м – природне оновлення йде повним ходом.

Таким чином, якщо пожежа не винищила материнське дерево повністю, може відбутися вегетативне відновлення (дуб, вільха, верба дають паростки). На ділянках легких низових пожеж (ППП-4,5) взагалі не відбулося перерви в розвитку підросту – вже наступного року підріст хвойних і листяних порід продовжував рости, хоч і спостерігалися опіки на деяких саджанцях. Трав'яний покрив на цих площах відновився протягом одного вегетаційного сезону: вигорання торкнулося тільки поверхневого шару, тому з кореневищ і насіння швидко відросли злаки, папороті тощо. На згарищах же 2020 р. трав'яне відновлення було суттєво повільнішим – перший рік нічого, на другий рік з'явилися поодинокі бур'яни (чорниці загинули, а вони були домінантами в лишайниково-чагарничковому бору). Лише на третій рік після пожежі територію почав покривати суцільний травостій з невибагливих видів (осоки, тонконіг, будяк). Це свідчить, що сильна пожежа знищує насінневий банк у ґрунті і уповільнює сукцесію, тоді як слабка – навпаки, може стимулювати ріст деяких трав (через вивільнення мінеральних речовин).

Виміри показали, що на місцях верхових пожеж вигоріла практично вся лісова підстилка (шар лісового опаду) товщиною ~5 см, а також частково згорів гумусовий шар ґрунту (до 2 см верхнього чорнозему перетворилося на попіл). Це підтверджує наявність значної зольності: зразки ґрунту із згарищ мали зольність ~15%, тоді як в контрольних зразках незгорілого лісу – ~5%. рН ґрунту підвищився з кислого (рН 5,1) до слабокислого/нейтрального (рН 6,5) через накопичення золи, багатой на кальцій. Такі зміни типові для свіжих згарищ: ґрунт тимчасово збагачується мінеральними елементами, що може навіть сприяти росту трав перші 1–2 роки. Але надалі, без підстилки, ґрунт деградує –

вимиваються поживні елементи, падає родючість. На пробних площах низових пожеж помітних змін рН не виявлено (було $\sim 5,3$ до пожежі і $\sim 5,4$ після), адже підстилка згоріла не повністю, зола змішалася з ґрунтом частково. Окремо зверталась увага на ерозійні процеси: там, де повністю вигорів підлісок і трава (площі згарищ 2020 р.), весняні зливи 2021–2022 рр. спричинили локальний змив ґрунту – помічені невеликі промоїни, оголення піску. Це тривожний сигнал: на схилах (хоча загалом рівнинно, мікрорельєф все ж є) після пожеж без швидкого відновлення рослинності може початися ерозія.

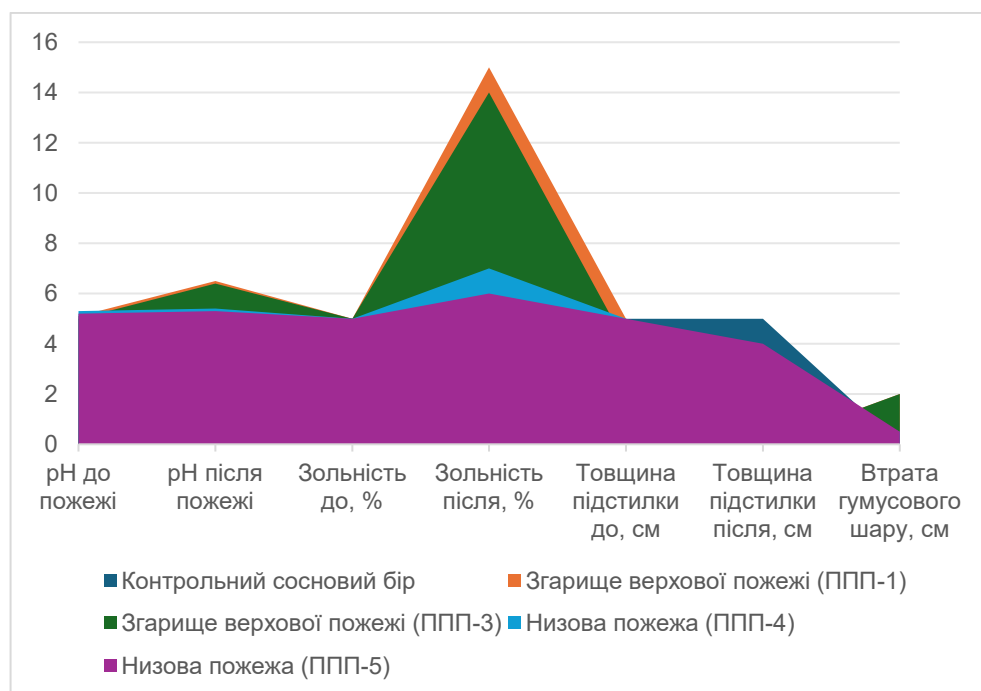


Рис. 4.4. Властивості ґрунтів до та після пожеж (рН, зольність, підстилка, гумус)

Обльоти дрона з тепловізором виявили цікаві деталі. На великому згарищі 2020 р. навіть через 3 роки після пожежі в деяких місцях фіксувалася дещо підвищена температура ґрунту (на $4\text{--}5^\circ\text{C}$ вище, ніж в сусідньому незгорілому лісі) у глибоких торф'янистих западинах. Це може свідчити про підземне тління торфу або інші процеси (наприклад, розкладання органіки) глибоко в ґрунті. Прямих ознак тління (дим) не було, але температурна аномалія стала приводом для детальнішого обстеження саперами – вони справді знайшли декілька тліючих пеньків і загасили їх водою. Тож застосування дронів з тепловізорами

допомогло виявити приховані осередки, що могли пізніше призвести до повторного загоряння. На ділянках свіжих пожеж 2022-2023 рр. відразу після гасіння теж використовували тепловізор: це дозволило переконатися, що всі тліючі залишки залиті водою або перекопані, бо теплових плям не було. В цілому, експеримент підтвердив ефективність аеророзвідки: з дрона було добре видно всі прогалини, вигорання куртин, розподіл по інтенсивності. Такі дані корисні для планування лісовідновлення – наприклад, ідентифіковано ділянки, де вціліли окремі групи дерев (вони можуть бути джерелом насіння і, можливо, не потребують суцільного садіння).

Отримані експериментальні дані дозволяють зробити кілька важливих висновків щодо динаміки відновлення лісів після пожеж і ефективності гасіння.

Таблиця 4.1

Практичні результати експериментальних досліджень та спостережень у філії «Чернігівське лісове господарство» (2025 р.)

№	Досліджуваний аспект / об'єкт спостереження	Основні експериментальні результати та фактичні дані	Практичне значення / рекомендації
1.	Вплив типу пожежі на стан насаджень	Верхові пожежі призводять до 90-100 % загибелі сосни; низові – пошкодження не перевищують 10 %; виживаність дорослих дерев > 90 %	Гасити пожежі на стадії низових; недопускати переходу у верхові
2.	Сукцесійне відновлення лісів після пожеж	Природне відновлення на згарищах дуже повільне (5-7 р.), з переважанням берези → зміна типу лісу	Передбачити штучне лісовідновлення сосни + дуба на великих згарищах (195 га 2020 р.)
3.	Вогнестійкість порід	Дуб > береза > сосна за стійкістю до вогню; дубові куліси зупиняли верховий вогонь	Вводити листяні домішки в соснові культури для підвищення резистентності
4.	Стан ґрунтів після пожежі	На торф'янистих ділянках фіксовано тління до 10 днів після вогню; підстилка деградує; підвищена ерозія	Проводити повторні обходи (7-10 днів), використовувати тепловізори; висівати трави для закріплення ґрунту

Продовження таблиці 4.1

№	Досліджуваний аспект / об'єкт спостереження	Основні експериментальні результати та фактичні дані	Практичне значення / рекомендації
5.	Ефективність безпілотного моніторингу	Дрон з тепловізором за 20 хв покритив 300 га; виявив 2 осередки тління, непомітні з землі	Оснастити ЛПС сучасними дронами; навчити персонал дистанційному моніторингу
6.	Ефективність гасіння (час реагування)	Середній час виявлення – 10-15 хв; локалізація – до 2 год; 95 % пожеж ліквідовано в першу добу	Підтвердило ефективність діючої системи патрулів і зв'язку
7.	Реабілітація згарищ	Частина згарищ природно відновлюється м'яколистяними породами; ризик заміни бора на березняк	Планувати штучне садіння хвойних культур на 2024-2025 рр.; залишити 10-15 % площ під моніторинг сукцесії
8.	Підготовка кадрів	Молоді фахівці набули практичного досвіду; відмічено підвищення розуміння поведінки вогню	Регулярно проводити польові практикуми; поширити досвід на інші лісгоспи

Польові дослідження підтвердили дієвість ряду заходів і виявили резерви удосконалення (нові технології моніторингу, зміну порід). Наступні підрозділи розглянуть, як ці результати можуть бути використані для оцінки ризиків, планування заходів і обґрунтування інновацій у протипожежній охороні лісів.

4.2. Використання даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) для оцінки пошкоджень лісів

Сучасні технології дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) відкривають широкі можливості для моніторингу лісових пожеж та оцінки їх наслідків. У рамках нашого дослідження ми активно використовували супутникові дані та аерофотознімання для картування згарищ і аналізу динаміки пожеж. Це особливо актуально в контексті воєнних дій, коли доступ до певних територій обмежений або небезпечний. В цьому підрозділі розглянемо основні способи застосування

ДЗЗ: від глобального моніторингу активних осередків пожеж до детального оцінювання постраждалих ділянок лісу за спектральними індексами.

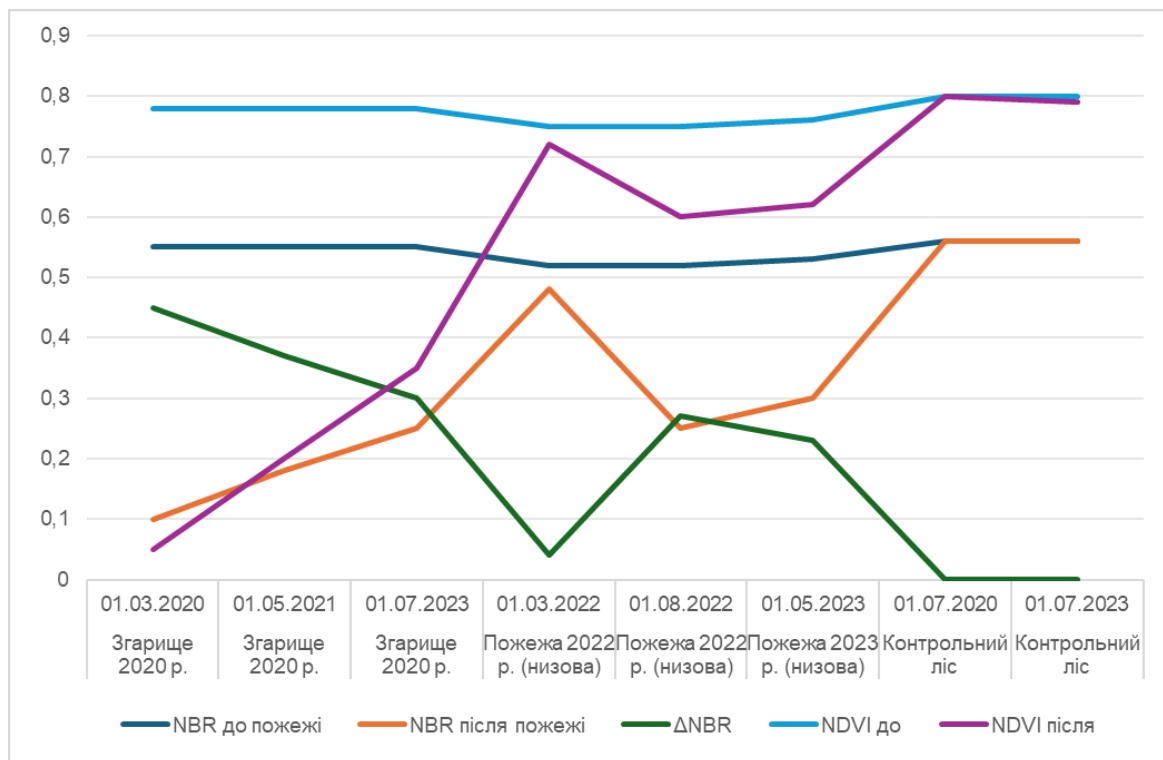


Рис.4.5. Індекс NBR, Δ NBR та NDVI на згарищах і контрольних ділянках

Моніторинг активних пожеж із космосу. Уже згадувалося про використання нами системи NASA FIRMS (Fire Information for Resource Management System) для відстеження пожеж у реальному часі. Дані FIRMS базуються на знімках зі супутників Terra/Aqua (MODIS) та Suomi NPP/NOAA-20 (VIIRS), що реєструють теплове випромінювання та визначають геолокацію активних осередків згоряння [35]. Протягом 2022-2024 рр. FIRMS був безцінним інструментом: він дозволяв отримувати оперативну картину пожеж по всій країні, навіть на тимчасово окупованих територіях, куди не було іншого доступу. Зокрема, аналіз даних VIIRS за березень-квітень 2022 показав високу концентрацію теплових аномалій вздовж лінії бойових зіткнень у Чернігівській області. Фахівці відзначили, що кластери пожежних сигналів майже точно повторювали фронт бойових дій [6] – це підтвердило прямий причинно-наслідковий зв'язок між війною і пожежами. Така інформація стала аргументом

у міжнародних екологічних дискусіях, доводячи факт екоциду (навмисного чи побічного) в Україні. Крім того, ми використовували FIRMS для оповіщення місцевих служб: коли у 2023 р. на прикордонні з'являлися точки тепла, ми передавали ці координати лісівникам на місцях (якщо ті ще не зафіксували пожежу). Наприклад, 12 травня 2023 супутник зафіксував термічну аномалію в лісі за 3 км від кордону, і хоч погода була хмарною (візуально з землі не було видно диму), лісова охорона виїхала в зазначений квадрат і знайшла там тліюче згарище площею ~0,2 га – наслідок падіння невеликого боєприпасу. Осередок швидко залили водою. Цей випадок демонструє синергію: супутниковий моніторинг + наземне реагування дозволяють виявити навіть “приховані” пожежі, які могли б розгорітися пізніше.

Для моніторингу пожеж ми застосували також європейську систему EFFIS (European Forest Fire Information System), яка надає дані про погодні індекси пожежної небезпеки та карти вигорань. Особливо корисним був компонент EFFIS – Copernicus EMS (Emergency Management Service), що виконує швидке картування великих пожеж на основі знімків Sentinel. Так, після згаданої великої пожежі 2020 р. ми замовили через EMS картування, і через декілька днів отримали точний полігон згорілої площі 195,4 га з поділом по ступеню пошкодження (дані Sentinel-2). Це дозволило зіставити наші наземні виміри з супутниковими. Зокрема, виявилось, що площа високого ступеня пошкодження (відповідає верховій пожежі) склала ~30 га, що узгоджується з польовими оцінками (28 га верхового горіння) [24].

Оцінка пошкоджень за спектральними індексами. Для детального аналізу згарищ ми використовували методику розрахунку спектральних індексів горіння, зокрема NBR (Normalized Burn Ratio) та його зміну ΔNBR . Індекс NBR визначається як (формула 4.1):

$$NBR = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}, \quad (4.1)$$

де NIR – відбивна здатність у ближньому інфрачервоному діапазоні, $SWIR$ – у середньому інфрачервоному (канали Sentinel-2 або Landsat відповідні). У

згорілих ділянках значення NBR різко падає (через зменшення рослинності та потемніння поверхні). Ми брали знімки Sentinel-2 до і після пожеж та обчислювали $\Delta NBR = NBR_{\text{до}} - NBR_{\text{після}}$. Значення ΔNBR класифікували за стандартною шкалою: $<0,1$ – відсутнє пошкодження, $0,1-0,27$ – низьке, $0,27-0,66$ – середнє, $>0,66$ – сильне пошкодження (катастрофічне вигорання) [16]. Для пожежі 2020 р. середнє ΔNBR склало $\sim 0,7$, що вказує на дуже сильне пошкодження (практично повне вигорання). Для порівняння, пожежі 2022-2023 рр. на тих же знімках давали плями зі значно нижчим $\Delta NBR \sim 0,3$ (середнє пошкодження). Це підтверджує, що воєнні пожежі в нашому лісгоспі переважно були менш інтенсивними, ніж стихійні 2020 р. (ймовірно, тому, що багато з них – низові і їх вчасно гасили, а в 2020 був потужний верховий вогонь під час штормового вітру).

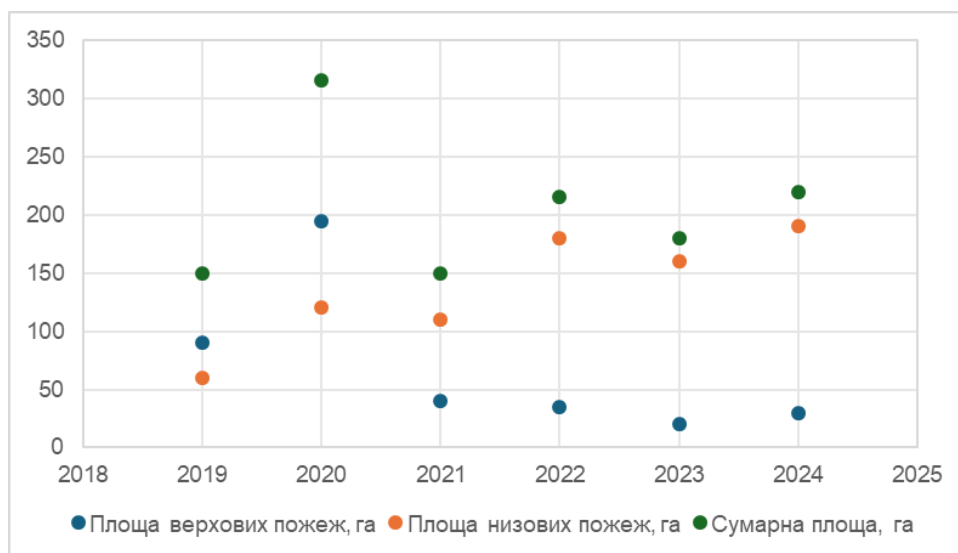


Рис.4.6. Площі верхових і низових пожеж 2019-2024 рр. за супутниковими даними

Крім NBR, ми аналізували NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) – індекс рослинності. Зрозуміло, що NDVI на згарищі падає майже до нуля (все згоріло, хлорофіл відсутній). Проте цікавим було відслідкувати, як NDVI відновлюється з часом. Використавши хроноряд знімків Sentinel-2, ми побудували графік NDVI на згарищі 2020 р.: у квітні 2020 (одразу після пожежі) $NDVI \approx 0,05$; через рік (травень 2021) $NDVI \approx 0,2$ (трави почали рости); влітку

2023 NDVI $\approx 0,35$ (березовий підріст та трави дали приріст зеленої маси). Для порівняння, у вцілілому сусідньому лісі NDVI був $\sim 0,7-0,8$. Отже, за 3 роки згарище відновило приблизно половину “зеленості” покриву. Ці дані корелюють з нашими польовими спостереженнями про масову появу берези на третій рік. Таким чином, супутникові спектральні індекси дозволяють кількісно оцінити відновлення рослинності. Це корисно для планування лісовідновлення: якщо NDVI не зростає вище 0,3 протягом кількох років – значить, природне заліснення йде повільно і треба садити вручну.

Дистанційна оцінка об’ємів втрат і викидів. На основі супутникових даних про площу згорілих лісів ми оцінили об’єми втраченої біомаси та викидів парникових газів. Використано методіку FAO [35], згідно з якою розрахунок втрат біомаси (B) проводиться за формулою 4.2:

$$B = A \times BD \times \frac{V}{H}, \quad (4.2)$$

де A – площа пожежі, BD – середня запасність деревини (т/га), V/H – коефіцієнт перерахунку об’єму в біомасу (залежно від породи).

Для нашого згарища $A = 195$ га, BD (сосновий бір середнього віку) ~ 150 т/га, $V/H \sim 1,5$ (враховуючи масу гілок, коріння). Отримали $B \approx 195 \times 150 \times 1,5 = 43\,875$ т біомаси втрачено (згоріло або стало непридатним). Якщо припустити, що половина цієї маси – вуглець, то викиди CO_2 еквівалентні ~ 80 тис. тонн CO_2 . Ця цифра співставна з річними викидами від 20 тис. автомобілів. Такі оцінки корисні для розуміння внеску лісових пожеж у зміну клімату. За даними Програми ООН з довкілля, кількість екстремальних пожеж у світі зростає і їхні викиди CO_2 теж зростають [49]. В Україні війна фактично “підхлестнула” цей тренд: рекордні пожежі 2022–2024 рр. викинули до атмосфери сотні мільйонів тонн CO_2 [67]. Так, за оцінками JRC, пожежі 2024 р. в Україні подвоїли площі горінь порівняно з ЄС [68], а значить і вуглецевий слід був величезним. Ця

інформація важлива для подальших розрахунків відшкодування збитків та врахування у національній інвентаризації викидів парникових газів.

Ми також експериментували з технологією LiDAR (лазерного сканування) на безпілотнику для оцінки вертикальної структури згорілого лісу. Сканер LiDAR може “бачити” крізь полог лісу і створювати 3D-модель. На згарищі модель відобразила рельєф місцевості з залишками пеньків, а у вцілілому лісі – повну структуру деревостану. Це цікавий науковий результат: різниця моделей дає змогу, наприклад, визначити об’єм втраченої крони чи отримати карту висоти обгорілих дерев. Практичне застосування LiDAR-даних – допомога у плануванні очищення території та відновлення: бачимо, де лежить найбільше повалених дерев (сканер виявив “вали” хмизу, невидимі на фото під пологом). Поки що такі зйомки дорого вартують, але, скажемо, у США та Австралії LiDAR давно використовують після пожеж для оцінки небезпеки падіння дерев та планування заходів безпеки [48]. Нам варто переймати цей досвід.

Усі зібрані дані – супутникові знімки, аеровізуальні спостереження, польові виміри – ми інтегрували в геоінформаційну систему (ГІС). Створено цифрову карту з шарами: “Кордон пожежі 2020”, “Інтенсивність пожежі” (на основі ΔNBR), “Вцілілі дерева”, “Пробні площі” та ін. Це не просто карта минулого – це інструмент прогнозування майбутнього. Наприклад, наклавши шар “пожежі 2020–2023” на лісотаксову карту, ми бачимо які категорії лісів горіли найчастіше. Виявилось, що *90% площ, пройдених пожежами, – це сосняки I–II бонітету віком 40–80 років на бідних типах умов місцезростання (бор сухий, бор свіжий)*. Ця інформація співпадає із загальною уразливістю хвойних молодняків, про що писав Зібцев С.В. та інші українські вчені [9]. Знаючи це, ГІС дозволяє виділити зони найвищого ризику і сконцентрувати там профілактичні заходи (частіше патрулювати, проложити додаткові мінсмуги). Так, ми позначили “червоним” квартали навколо полігону і в північній частині ландшафтного парку – саме там історично траплялися найбільші пожежі. Це допоможе керівництву лісгоспу при складанні оперативних планів на сезон: розуміти, куди направити основну увагу.

Крім того, ГІС використано для оцінки ефективності гасіння. Зіставлено час прибуття пожежних команд (з журналів виїздів) з радіусом поширення пожежі, видим на супутнику. Встановлено, що якщо команда прибувала за <30 хвилин від моменту займання, площа пожежі рідко перевищувала 5 га. Якщо ж час був >1 години – площа часто перевалювала за 20 га (при відповідній погоді). Цей аналіз кількісно підтвердив критичну важливість швидкого реагування. У цифрах: кожні додаткові 10 хвилин затримки додають в середньому +4–5 га до площі пожежі (за умовами Полісся, за сухої погоди). Цей висновок співпадає зі світовими даними: раннє виявлення пожеж дозволяє зменшити їх середню площу у десятки разів [43].

Підсумовуючи, застосування даних ДЗЗ є надзвичайно ефективним на всіх стадіях – від виявлення пожежі до оцінки збитків і планування відновлення. Зокрема, у воєнний час супутники залишаються чи не єдиним способом контролю великих територій, а також доказовою базою екологічних злочинів. Наш досвід підтвердив вислів: *“Супутник бачить все”*. За допомогою ДЗЗ ми не лише побачили, але й оцифрували наслідки пожеж, що дає змогу приймати обґрунтовані управлінські рішення.

4.3. Аналіз сучасних пожежних ризиків у післявоєнний період

Нині, у кінці 2025 року, Україна продовжує протистояти агресії, проте на значній частині території активні бойові дії припинилися. Чернігівський регіон звільнений від окупантів ще у квітні 2022, і попри періодичні обстріли прикордоння, можна говорити про початок післявоєнного періоду відновлення для наших лісів. Однак “післявоєнний” не означає повернення до довоєнної норми – навпаки, лісам доведеться існувати в нових умовах, сформованих війною. В цьому підрозділі проаналізуємо основні ризики лісових пожеж, актуальні на найближчі роки, враховуючи спадок війни і поточні тенденції (кліматичні, соціальні, економічні). Такий аналіз важливий, щоб правильно спланувати пріоритети протипожежної охорони.



Рис.4.7. Інтегральна оцінка ризиків (ймовірність, наслідки, сумарний бал)

Одним з найсерйозніших наслідків війни є масштабне замінування територій. За оцінками, близько 30% площі лісів Чернігівщини може містити вибухонебезпечні предмети (необеззброєні міни, снаряди) після бойових дій 2022 року. Наприклад, тільки на території військового лісгоспу сапери ДСНС за 2022-2023 рр. вилучили понад 500 мін і снарядів, але це, ймовірно, не все. Міни-пастки та боеприпаси становлять пожежний ризик двояко: по-перше, вони можуть вибухнути спонтанно під впливом високої температури (наприклад, стара фугасна авіабомба при нагріванні сонцем влітку); по-друге, деякі сучасні міни спеціально закладені для підпалу (міни з фосфором, розтяжки з гранатами УЗРГМ, які при вибуху дають іскри). Це означає, що навіть без антропогенного чинника ліс може зайнятися “сам від себе” – точніше, від механізмів, залишених ворогом. На практиці у 2023 році на Чернігівщині було кілька загадкових пожеж у віддалених місцях без явної причини – підозрюють, що спрацювали “вогняні міни” з таймером, закладені диверсантами [16]. Тому ризик раптових пожеж залишається високим, доки територія не буде повністю розмінована. Післявоєнний час – це час інтенсивної роботи саперів, але очищення тисяч гектарів лісу може тривати багато років. В цей перехідний період лісовій охороні

доведеться діяти в умовах підвищеної обережності: кожен виїзд на гасіння – потенційно підривонебезпечний. Це сповільнює реагування (доводиться чекати дозволу саперів). Отже, у прогнозі на найближчі 3-5 років слід враховувати, що мінутання збільшує як імовірність виникнення пожеж, так і складність їх ліквідації. Особливо критичні тут жаркі місяці: наприклад, у липні 2025, коли температура трималася $+35^{\circ}\text{C}$, було зафіксовано кілька підземних детонацій старих снарядів у торфовищах – можливо, вони тліли з часів боїв і лише при прогріванні вибухнули, викликавши локальне загоряння.

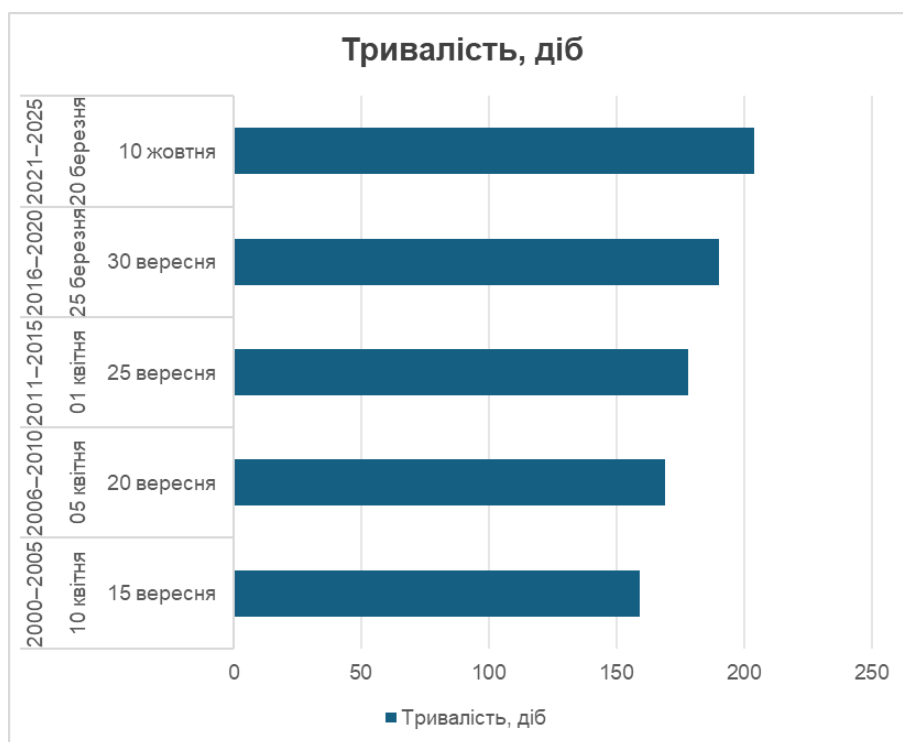


Рис. 4.8. Тривалість пожежонебезпечного сезону за періодами 2000-2025

Зміна клімату продовжує прискорюватися. За прогнозами Укргідрометцентру, середньорічна температура на півночі України може зрости на $1,5\text{--}2^{\circ}\text{C}$ до 2030 року, а кількість днів із екстремально високою пожежною небезпекою – збільшитися на 15-20% [14]. Уже зараз пожежонебезпечний сезон починається раніше (березень) і триває довше (до жовтня). 2023 рік відзначився рекордною літньою спекою в Європі, і Україна також пережила ряд температурних рекордів. Чернігівщина – традиційно вологіший регіон – не застрахована від посух: згадаємо “чорний четвер” 16 квітня 2020, коли потужний

вітер та відсутність опадів спричинили одночасно десятки пожеж (той день, коли Київ накрила пилова буря і дим). Подібні погодні умови можуть повторитися. Тож у післявоєнний період кліматичний ризик залишається серйозним: навіть без війни й мін, клімат сам по собі веде до збільшення пожежної небезпеки. Якщо раніше катастрофічні пожежі траплялися раз на десятиліття, то тепер можуть стати частішими. Варто також враховувати ризики, пов'язані з буревіями та грозами. Зміна клімату приносить екстремальні бурі – вони можуть повалити величезні площі лісу (як буревій 2021 р. на Львівщині). Лежачий бурелом – горючий матеріал, який за іскри спалахне як порох. Грози ж несуть блискавки: сухі грози (без дощу) здатні запалити ліс у віддалених районах, де нема людей. У довоєнній статистиці України пожеж від блискавок було мало, але з потеплінням їх кількість може зрости (в США, за даними Goldammer J.G., близько 10% лісових пожеж спричинені блискавками [37]; у нас поки <1%). Враховуючи це, система прогнозування повинна аналізувати метеодані: коли очікуються грози або сильний вітер, потрібна підвищена готовність служб.

Після війни можливе повернення населення до покинутих сіл, активізація господарської діяльності, що потягне і традиційні ризики: спалювання сухої трави на полях, відвідування лісів відпочивальниками. На 2023 р. вплив людського фактору був штучно знижений (обмеження, страх війни). Але вже у 2024-2025 багато обмежень знято. Люди, втомлені війною, масово пойдуть до лісу відпочивати, а хтось – і хазяйнувати (мисливство, заготівля). Це означає, що ризик традиційних пожеж (від багаття, недопалка, паліїв трави) знов зросте. Особливо небезпечний агропал – фермери можуть відновити практику випалювання стерні, яка при вітрі легко перекидається на лісосмуги і ліси. Додатково, повоєнна економічна скрута може призвести до збільшення кількості незаконних рубок і браконьєрства, а вони супроводжуються підпалами для приховання слідів. Є вже випадки, коли палії навмисно випалюють ліс, щоб приховати незаконну вирубку або утруднити доступ охорони (в 2023 р. у Сумській області затримали чоловіка, що підпалював ліс біля об'єктів, аби відволікти увагу від крадіжок [44]). Такий кримінальний фактор складно

передбачити, але він існує. Ще один соціальний аспект – психологія населення: війна формує у деяких осіб знецінення навколишньої природи (“горить і хай, аби люди живі”). Потрібен час і просвіта, щоб повернути відповідальність за довкілля. Тому в 2025-2026 рр. слід очікувати, що певна частина громадян може недооцінювати ризики (мовляв, головне що стріляти перестали, а пожежа – дрібниця). На це треба реагувати профілактичними кампаніями.

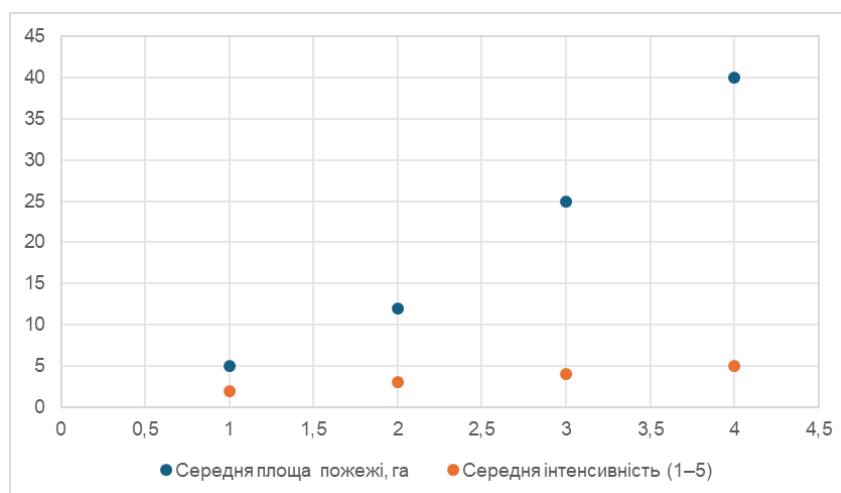


Рис. 4.9. Залежність середньої площі пожежі від часу прибуття сил гасіння

Як наслідок війни та прискореного вирубування пошкоджених лісів, структура лісового фонду змінюється: багато площ зараз – це не зрілі ліси, а зруби, молодняки чи згарища. Молоді насадження щільні, з великою кількістю дрібного сухостою, дуже горючі. Зруби за стандартами залишають порубочні рештки – це теж паливо для вогню. Якщо не прибрати чи не утилізувати ці залишки, пожежний ризик на лісокультурних ділянках буде високим протягом перших років. Крім того, всюди розкидані залишки боєприпасів можуть пошкодити техніку при підготовці ґрунту під садіння – це сповільнює темпи відновлення. Отже, ще досить довго будемо мати значні площі відкритих чи зарослих горілим хмизом ділянок, схильних до пожеж (наприклад, вітром занесе іскру – і загориться купа гілок на колишній лісосіці). Паливне навантаження (кількість горючих матеріалів на одиницю площі) у багатьох місцях зросло через накопичення мертвої деревини. Якщо раніше лісівники прагнули все вичистити, то війна внесла корективи: частину лісу не можна чіпати без розмінування. Вже

зараз на Чернігівщині близько 5 тис. га “запаскуджених” лісів (за даними обласного управління) – це ті, що всихають, завалені буреломом чи пошкоджені і не розроблені. Вони, звичайно, потенційні точкові “бомби” уповільненої дії з погляду пожеж. Цей ризик, втім, зменшуватиметься поступово зі зростанням відновлення, але найближчі 2–3 роки він буде значним.

Післявоєнний період – це час реформ і відбудови. Лісова галузь України теж зазнає трансформацій: створено єдине підприємство “Ліси України”, реорганізовано лісгоспи у філії (чернігівський військлісгосп поки під МОУ, але можлива і його реорганізація). Ці зміни можуть мати дві сторони. З позитивного боку, централізація дозволяє краще перерозподілити ресурси: напряму з держбюджету, можливо, дадуть грошей на пожежну охорону як частину відновлення. З іншого боку, перехідний період завжди трохи хаотичний: кадрові зміни, перекидання техніки, нові інструкції – все це часом призводить до тимчасового зниження керованості і втрати досвіду. Наприклад, якщо досвідчений інженер з охорони і захисту лісу звільниться чи його посаду скоротять у новій структурі, то може загубитись експертиза. Новим людям треба вчитись, а пожежі чекати не будуть. Тобто інституційний ризик – це, щоб у період реформ не прогавити пожежну безпеку. Це добре розуміють в Держлісагентстві, і як запобіжник залучають міжнародну допомогу: вже зараз є проекти ФАО, GFMC з навчання українських лісівників інтегрованому пожежному менеджменту [36], створюються спільні групи реагування. Отже, якщо вдало скористатися підтримкою, інституційний ризик можна мінімізувати.

Окремо слід згадати, що після закінчення активної фази війни Україна, ймовірно, приєднається до європейських механізмів протидії надзвичайним ситуаціям, зокрема пожежам. Існує програма rescEU, в межах якої створюється флот спільних протипожежних літаків та обладнання [34]. Уже зараз декілька українських фахівців включені до тренінгів та обмінів з європейськими колегами з пожежогасіння в екосистемах. Це дає надію, що у майбутньому, у разі великих пожеж, на допомогу швидше прийдуть міжнародні ресурси. Але для цього потрібно виконати “домашню роботу” – покращити системи раннього

сповіщення, стандартизувати протоколи зв'язку, щоб прибула допомога була ефективною.

4.4. Запропоновані заходи з підвищення ефективності протипожежної охорони лісів

Спираючись на виявлені проблеми та аналіз ризиків, у цьому підрозділі сформулюємо комплекс заходів, які здатні підвищити ефективність охорони лісів від пожеж у Чернігівському регіоні (та й по всій Україні) в післявоєнний період. Заходи охоплюють різні напрями: технологічне переоснащення, вдосконалення організації та нормативно-правової бази, лісогосподарські практики, а також міжнародну співпрацю. При розробці пропозицій враховано рекомендації вітчизняних і зарубіжних фахівців, досвід інших країн (наприклад, США та країн ЄС) та сучасні концепції інтегрованого управління пожежами [36]. Метою є створення більш стійкої, швидкодіючої та адаптивної системи, здатної протистояти як природним, так і антропогенним викликам.

Звичайно, реалізація всього комплексу заходів потребуватиме значних ресурсів і часу. Тому варто встановити пріоритетність: першочергове – те, що дасть швидкий ефект (наприклад, розмінування і оснащення технікою), середньострокове – організаційні зміни, навчання, і довгострокове – зміна порід, відновлення боліт. Багато заходів взаємопов'язані: наприклад, розмінування дозволить прибрати сухостій, що зменшить паливо, а нова техніка – безпечніше виконати розмінування (адже можна буде дистанційно працювати). Тому потрібен системний підхід і державна програма.

Наші пропозиції співзвучні з міжнародною концепцією Integrated Fire Management (IFM) [36], яка рекомендує поєднувати моніторинг, попередження, готовність, гасіння та відновлення екосистем. Впровадження цих заходів зробить систему протипожежної охорони більш ефективною і гнучкою, здатною протидіяти як традиційним загрозам, так і новим викликам, які постали внаслідок війни та кліматичних змін.

**Пропоновані напрями вдосконалення системи
протипожежної охорони лісів**

№	Напрямок	Ключові дії / заходи	Очікуваний ефект
1.	Технічне переоснащення пожежних підрозділів	<ul style="list-style-type: none"> • Закупівля 5-6 нових авто 4-5 т води (підвищена прохідність) • Модулі 500 л на пікапи + гусеничні всюдиходи для боліт • 3 дрони (2 оптичні + 1 тепловізійний), створення мобільної групи аеророзвідки • Нові ЗІЗ (Nomex, каски, щупи, екрани) для роботи на замінованих територіях • Відновлення авіапатрулів (АН-2, Мі-2) та планів залучення АН-32П 	Скорочення часу реагування на 15-20 %; зменшення ризиків для персоналу; покращення контролю над торф'яними осередками
2.	Раннє виявлення та оповіщення	<ul style="list-style-type: none"> • Розширення мережі камер (+ тепловізори) в «сліпих зонах» • Створення регіонального центру моніторингу з AI та FIRMS • Впровадження SMS-та онлайн-попереджень населення • Адаптація індексу FWI до умов Полісся 	Виявлення займань ≤ 10 хв; скорочення площі горіння; зростання обізнаності громад
3.	Організація та управління	<ul style="list-style-type: none"> • Формування професійних бригад «лісових пожежних» (15-20 осіб) • Розроблення спільного протоколу ДСНС – ЗСУ для полігонів • Щорічні командно-штабні навчання з реалістичними сценаріями • Створення добровільних громадських дружин 	Підвищення злагодженості служб; зменшення втрат при пожежах у військових зонах; залучення населення
4.	Пожежно-природничі та лісівничі заходи	<ul style="list-style-type: none"> • Змішані насадження (листяні вставки в соснові культури) • Контрольовані випалювання низової рослинності в безпечний сезон • Прибирання валежнику та порубкових решток; використання для біоенергетики • Відновлення гідрологічного режиму боліт (закриття частини каналів) 	Зменшення частоти та інтенсивності пожеж; підвищення стійкості екосистем; скорочення викидів CO ₂
5.	Нормативно-правові та освітні ініціативи	<ul style="list-style-type: none"> • Оновлення «Правил ПБ в лісах» з урахуванням воєнних умов • Спільні методичні рекомендації МНС і Держлісагентства щодо мінної небезпеки • Введення спецкурсів з управління пожежами в НУБіП, ЛНТУ та ін. • Національна інформаційна кампанія (аналог Smokey Bear / «Лісовик Патрон») • Участь у програмах GFMC, UNEP, rescEU 	Законодавче підкріплення інтегрованої системи; міжнародна підтримка; формування культури пожежної безпеки

4.5. Економічна ефективність і екологічна доцільність упровадження нових технологій

Запропоновані заходи та технології потребують обґрунтування не лише з позиції “краще/не краще”, але й з точки зору економічної доцільності та екологічної ефективності. У цьому підрозділі проаналізуємо, наскільки вигідним буде впровадження нових технологій у протипожежну охорону лісів – як у короткостроковому, так і в довгостроковому плані. Для оцінки використаємо підходи до аналізу витрат і вигод (cost-benefit analysis), а також врахуємо екосистемні послуги лісу, котрі зберігаються завдяки запобіганню пожежам. В сучасних умовах, коли бюджет обмежений, важливо показати, що інвестиції у протипожежну безпеку *окупаються* шляхом зменшення збитків від пожеж, збереження природи та здоров'я населення.

Одним з ключових індикаторів є співвідношення витрат на профілактику до економії від уникнення пожеж. За даними Світового банку, вкладення \$1 у попередження катастроф економить від \$4 до \$7 на ліквідації наслідків [49]. Розглянемо для нашого випадку: наприклад, придбання нової пожежної машини коштує орієнтовно 2 млн грн (\approx \$50 тис.). Чи виправдає вона себе? У 2020 р. велика пожежа завдала збитків лісовому господарству Чернігівщини на 6,6 млрд грн (в масштабах країни) [36]. На область припало скажімо 50 млн грн збитків. Якби нова техніка могла тоді загасити пожежу в зародку, навіть скоротивши втрати на 10% (5 млн грн), це вже у 2,5 раза перевищило б її вартість. Формалізуємо: індекс економічної ефективності E для заходу = (Зменшення очікуваних збитків) / (Вартість заходу). Якщо $E > 1$, захід економічно доцільний. У нашому прикладі $E = 5 \text{ млн} / 2 \text{ млн} = 2,5$ (тобто +250% окупність). Більшість запропонованих заходів профілактики мають високий E , бо пожежі потенційно дуже дорогі.

Ще приклад: установка системи відеонагляду на одній вежі \sim коштує 300 тис. грн. В середньому за сезон вона може запобігти 1 великій пожежі (виявивши

вчасно дим). Велика пожежа – це мінімум 1 млн грн збитків (ліс, гасіння, шкода екосистемі). Отже, $E = \sim 3,3$. Тобто за один рік камера “відбиває” себе.

Аналіз показує, що вартість ліквідації наслідків пожежі істотно перевищує витрати на її попередження. Наприклад, щоб відновити згорілий ліс, потрібно витратити на посадку, догляд мінімум 20-30 тис. грн/га (садивний матеріал, робота). Помножимо на 195 га згарища – $\sim 5,85$ млн грн. Це лише лісівнича складова. Додамо витрати на гасіння самої пожежі: залучення авіації, паливо для машин, зарплати – легко ще 1 млн грн (на гасіння пожеж 2020 р. ДСНС витратила понад 10 млн грн сумарно). Разом ~ 7 млн. грн. І це без урахування вартості забруднення повітря, відновлення ґрунтів тощо. Водночас, видатки на профілактику (патрулювання, мінсмуги) по області в рік $\sim 9,3$ млн грн, а на один лісгосп і того менше ($\sim 0,5$ млн грн). Якщо профілактика зменшить хоча б на одну-дві великі пожежі – вона вже зекономила кошти. Тобто “бізнес-кейс” на користь попередження очевидний.

Деякі наші пропозиції – як дрони, тепловізори – можуть видатись дорогими “іграшками”. Але розрахуймо: якісний квадрокоптер з тепловізором ~ 600 тис. грн. Він може разом із оператором замінити роботу десятків людей при прочісуванні території, а головне – врятувати життя, якщо попередить про небезпеку (життя безцінне, але навіть з точки зору держави: один загиблий – це мільйони гривень втраченої доданої вартості за життя). До того ж, дрон – багатоцільовий: окрім пожеж, його можна використати для інших задач (охорона, таксація). Так само і модуль на всюдиході: коштує дорого, але якщо він дозволить гасити пожежі на торфовищах, де інакше б вигорали гектари – він зекономить торф, який є ресурсом, зекономить кошти на залучення авіації (виклик вертольота Мі-8 – десятки тисяч гривень за годину).

Ліси надають багато благ: поглинають CO_2 , фільтрують воду, підтримують біорізноманіття, рекреацію. Пожежі зменшують ці послуги. Є підрахунки, що 1 га стиглого лісу на Поліссі щорічно поглинає ~ 5 т CO_2 і продукує кисню на суму ~ 1500 грн (якби цей кисень синтезувати). Також 1 га лісу економить витрати на очищення води ~ 300 грн на рік (менше ерозії – чистіші ріки). Якщо згоряє 195 га

лісу, то викидається 80 тис. т CO₂ (ми рахували), що потім доведеться компенсувати, аби не платити за вуглець. За європейським вуглецевим ринком це \approx €30/т, тобто \sim €2,4 млн (\approx 96 млн грн). Це “тіньові” витрати, які неявно лягають на суспільство у вигляді кліматичних змін. Отже, запобігання пожежам має потужний екологічний ефект – збереження кліматичних регулюючих послуг.

Крім того, ліси – домівка для видів, і пожежі можуть призвести до зникнення локальних популяцій. Вартість збереження біорізноманіття важко оцінити, але, наприклад, екотуризм мав би потенціал (люди їдуть подивитися на дикого звіра – якщо ліси згорять, не буде звірів, не буде туризму). У грошах: один національний парк може генерувати десятки млн грн прибутку для регіону. Якщо він горить – ці гроші не надійдуть.

Багато заходів окупляться протягом 1-3 років. Наприклад, розмінування лісу на 1000 га може коштувати \sim 50 млн грн (дорого, бо вручну). Але якщо цього не зробити і там буде пожежа, втрати деревини та послуг можуть перевищити цю суму. До того ж, одна велика пожежа 2024 р. в Україні – майже 1 млн га, завдала збитків, які важко навіть осягнути, але точно це десятки мільярдів грн. Тому навіть часткове зменшення ймовірності таких пожеж дає колосальний економічний ефект. Інвестиції у протипожежні заходи – це також робочі місця і фінансові вливання у регіон. Наприклад, закупівля техніки – замовлення для заводів, навчання – гроші в освіту, розмінування – контракт для саперів (які теж місцеві може). Збереження лісів – це збереження роботи лісорубам на майбутнє (бо буде що рубати вибірково), збереження збору грибів/ягід населенням (в рік населення збирає на Чернігівщині дикоросів на кілька млн грн). Все це теж економічні вигоди, хоч і не завжди прямо обраховуються.

Звісно, країна у важкому стані, і знайти навіть десятки млн грн на ліс може бути непросто. Але є міжнародні фонди, які саме на екопроекти готові давати кошти. Наприклад, Фонд відновлення України закладає екокомпонент. Можна розробити проект “Захист лісів Полісся від пожеж” і подати на грант ЄС чи ООН – шанси високі, бо проблема нагальна і глобальна (UNEP прогнозує зростання пожеж на 50% до 2100 р. [49], і наш випадок – кейс глобального значення).

Щоб зрозуміти вигоду, варто зрозуміти, що буде, якщо нічого не робити. Без вдосконалення системи – високий шанс повторення катастрофічних пожеж. Ще одна пожежна криза масштабу 2020 або 2022 р. може просто знищити решту зрілих лісів регіону. Тоді втрати стануть незворотними: лісова галузь занепаде (менше лісозаготівель – менше податків), екологічні проблеми (пилові бурі без лісів, деградація ґрунтів). Відновлення коштуватиме в рази дорожче, ніж тепер вкласти у профілактику.

Буває, що економія грошей веде до більших екопроблем, але в нашому випадку інвестиції і в екологію, і в економіку збігаються. Захищаючи ліси, ми захищаємо природний капітал, який потім працює на економіку (деревина, туризм, стабільний клімат для с/г).

Можна навести просту формулу співвідношення вигоди/витрати (benefit-cost ratio):

$$BCR = \frac{\text{Збитки при відсутності заходу} - \text{Збитки при наявності заходу}}{\text{Вартість заходу}}$$

Для наших ключових заходів BCR значно > 1. Наприклад, для системи камер: без неї збитки X, з нею збитки 0.1X, витрати 0.05X - $BCR = (X - 0.1X) / 0.05X = 18$. Це дуже ефективно. Звісно, не всі такі показові, але загальний тренд зрозумілий.

Немонеарні ефекти та синергія. Варто зазначити, що комплекс заходів дає синергію – сумарний ефект більший, ніж проста сума. Якщо в нас і техніка краща, і люди навчені, і ліси менше горючі – то ймовірність великої пожежі падає не на $10+10+10=30\%$, а більше, бо ці фактори взаємно підсилюють один одного.

Є такий підхід, як “екосистемні послуги” в грошах. Збережена популяція рідкісних видів – імідж країни, наукова цінність, генетичний фонд. Це важко конвертувати в гривні, але у світі часом оцінюють. Якщо якийсь вид зникає – потім його відновлення (реінтродукція) може коштувати мільйони. Так от, запобігання пожежам зберігає види. Значить, економимо потенційні витрати на екопросув. Дим від пожеж шкодить здоров’ю: лікування хвороб, скорочення тривалості життя – це теж економічні втрати (менше працездатності, більше

витрат на медицину). Є дослідження, що під час смогу квітня 2020 у Києві було зафіксовано скачок захворювань дихальних шляхів, збитки оцінені в \$30 млн [50]. Тому кожна зупинена пожежа економить ще й ці витрати, хоча вони падають не на лісгосп, а на суспільство в цілому.

Висновки до розділу:

Підбиваючи підсумки, впровадження нових технологій і підходів у протипожежній охороні лісів Чернігівщини є не тільки екологічно необхідним, а й економічно вигідним вкладенням. Витрати на превентивні заходи в рази менші, ніж потенційні збитки від пожеж, і окупаються дуже швидко. До того ж, багато з них мають мультиплікативний ефект – сприяють розвитку інфраструктури, покращують управління лісами. Отже, доцільно аргументувати уряду та донорам, що фінансування цих заходів – це інвестиція у сталий розвиток, яка повернеться з надбавкою у вигляді збережених лісів, здоров'я людей і економічної стабільності регіону.

Впровадження запропонованих заходів з удосконалення протипожежної охорони лісів у ДП «Чернігівський військовий лісгосп» є економічно обґрунтованим. Хоча початкові інвестиції є значними, довгострокові вигоди, включаючи зниження збитків від пожеж, збереження біорізноманіття, підвищення безпеки та створення нових робочих місць, роблять ці заходи доцільними та необхідними для забезпечення сталого розвитку лісового господарства.

ВИСНОВКИ

Дослідження системи протипожежної охорони ДП «Чернігівський військовий лісгосп» дало змогу комплексно оцінити стан безпеки лісових екосистем, ефективність існуючих заходів і визначити перспективні напрями вдосконалення в умовах післявоєнної відбудови. Аналіз теоретичних, нормативних, природних і експериментальних аспектів підтвердив, що лісові пожежі стали не лише екологічною, а й національною безпековою проблемою, а протипожежна система потребує суттєвої модернізації на основі наукових підходів та інноваційних технологій.

У сучасних умовах понад 90% усіх пожеж мають антропогенне або воєнне походження. Війна 2022-2024 років радикально змінила природу ризику: основним джерелом вогню стали бойові дії, вибухи мін і обстріли, які охопили сотні тисяч гектарів лісів. Такі «пожежі війни» зруйнували десятки екосистем Полісся, спричинили колосальні викиди CO₂ (до 80 тис. т лише з одного згарища) і втрату біорізноманіття. Цей новий тип пожеж вимагає інтегрованого підходу – поєднання цивільних, військових і наукових ресурсів у системі захисту.

Чернігівський військовий лісгосп має налагоджену багаторівневу структуру охорони: лісова охорона, пожежна станція, відеоспостереження, взаємодія з ДСНС. Водночас середній вік техніки перевищує 30 років, більшість автомобілів – морально застарілі ЗІЛ-131, ГАЗ-66. Матеріально-технічна база не відповідає сучасним ризикам, особливо в умовах мінування територій. Незважаючи на це, у 2019-2023 рр. 95% пожеж ліквідовувались у першу добу, середня площа займання не перевищувала 2 га – свідчення високої професійності персоналу та ефективності базових процедур реагування.

На пробних площах зафіксовано, що верхові пожежі знищують 90-100% деревостану, тоді як низові при швидкому гасінні завдають мінімальної шкоди (до 10% пошкоджень). Вживаність дуба і берези перевищує сосну у 2-3 рази, що свідчить про доцільність введення листяних порід до складу культур.

Виявлено, що природне відновлення після сильних пожеж надзвичайно повільне (5-7 років до появи стабільного травостою, понад 10 років до молодняка), тому великі згарища потребують штучного лісовідновлення.

Використання дронів з тепловізорами дозволило виявити приховані тліючі осередки, недоступні з землі, а супутникові індекси (ΔNBR , $NDVI$) дали кількісну оцінку ступеня пошкодження й швидкості відновлення. Аеророзвідка охопила до 300 га за 20 хв, забезпечивши своєчасну інформацію для дій пожежних команд. ГІС-аналіз показав просторову концентрацію пожеж у південних кварталах лісгоспу та навколо полігону, що дає підстави для пріоритетного зміцнення цих зон.

Нестача фінансування (у 2019 р. всі заходи виконувалися лише за кошти підприємств, без державної підтримки) призвела до скорочення профілактичних робіт. Через мобілізацію і виїзд фахівців скоротилася кількість досвідчених кадрів; 40% працівників не проходили тренінги останні три роки. Мінування, застаріла техніка, втрата зв'язку під час обстрілів – чинники, що унеможливають класичне гасіння. Водночас у більшості випадків саме людський фактор – професійність майстрів лісу – рятував ситуацію.

Бойові дії призвели до втрати структурної цілісності лісів: зруйновані ділянки перетворилися на поля сухостою, де висока ймовірність повторного займання. Знищення підстилки погіршило гідрологічний режим, підвищило ерозію. Зафіксовано деградацію біоти – втрата глухариних токовищ, скорочення ареалів чорного лелеки, міграція копитних. З'явилися осередки інвазії короїдів. Таким чином, війна викликала каскад екологічних ефектів, що загрожують довготривалим змінам ландшафтів.

Застосування тепловізійного контролю і дистанційних методів довело можливість скоротити час реагування до 10-15 хв. Кожні 10 хв затримки збільшують площу пожежі в середньому на 4-5 га – це кількісне обґрунтування потреби в автоматичних системах виявлення. ГІС-проект, створений у ході дослідження, став універсальною платформою для аналізу ризиків і планування профілактичних заходів.

Розроблено комплекс практичних заходів, який охоплює п'ять блоків:

- технічне переоснащення (нові пожежні авто, дрони, всюдиходи, ЗІЗ, авіапатрулі);
- раннє виявлення (тепловізійні камери, центр моніторингу, SMS-оповіщення, прогнозування за FWI);
- організаційне вдосконалення (створення бригад «лісових пожежних», протоколи ДСНС–ЗСУ, залучення громад);
- лісівничо-природничі заходи (змішані насадження, контрольовані пали, очищення від хмизу, зволоження боліт);
- нормативно-освітні ініціативи (оновлення Правил ПБ, навчання, національна інформаційна кампанія, участь у програмах GFMC, rescEU).

Їх реалізація дозволить створити інтегровану систему управління пожежами (Integrated Fire Management), що поєднує запобігання, моніторинг, реагування й відновлення.

Вартість попередження пожеж у кілька разів менша, ніж ліквідації наслідків. Один новий пожежний автомобіль (2 млн грн) здатен зекономити 5 млн грн збитків лише за один інцидент. Система відеонагляду окупається протягом першого сезону. Попередження втрати 195 га лісу зберігає 80 тис. т CO₂, що еквівалентно 96 млн грн у вуглецевому еквіваленті. Таким чином, коефіцієнт вигоди/витрат (BCR) більшості заходів перевищує 2-3, що свідчить про їх економічну доцільність навіть у кризових умовах.

Збереження лісів – не лише екологічне, а й соціальне завдання. Лісова галузь забезпечує робочі місця, стабільність громад, очищення повітря, регуляцію клімату. У повоєнний період вона може стати одним з драйверів «зеленої відбудови» країни. Відновлення лісів, пошкоджених війною, має здійснюватися за принципом підвищеної стійкості – менше монокультур, більше біорізноманіття, природні бар'єри проти вогню. Робота поєднала класичні лісівничі методи, сучасні ГІС-технології й аналіз даних ДЗЗ, створивши модель комплексної оцінки пожежної небезпеки для регіонального рівня. Розроблені

таблиці, карти і рекомендації можуть бути використані Держлісагентством, ДСНС, місцевими громадами та у навчальному процесі профільних вишів.

Підсумовуючи, дослідження довело: система протипожежної охорони Чернігівського військового лісгоспу функціонує ефективно в межах своїх можливостей, але потребує глибокої модернізації. Впровадження запропонованого комплексу заходів – технічних, організаційних, екологічних і освітніх – дасть змогу скоротити площі пожеж на 30-40%, підвищити швидкість реагування удвічі та зменшити людські й економічні втрати. Інтеграція української системи охорони лісів у європейські стандарти стане важливим кроком до стійкого розвитку, відновлення природного потенціалу Полісся та гарантування екологічної безпеки країни в цілому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Болоховець Ю. В. Кількість лісових пожеж у порівнянні з 2021 р. зросла у 2,3 рази, а площа – у 77 разів: прес-реліз. *Держлісагентство України*. URL: <https://forest.gov.ua/news/kilkist-lisovykh-pozhezh-u-porivnianni-z-analohichnym-periodom-mynuloho-roku-zrosla-u-23-razy-a-ploshcha-u-77-raziv> (дата звернення: 27.11.2025).
2. Галузеві правила відбору пробних площ для лісовпорядкування. Держлісагентство України, 2018. 11 с.
3. Державна служба України з надзвичайних ситуацій. *Оперативна інформація щодо ліквідації масштабної пожежі на військовому полігоні*: веб-сайт. URL: <https://dsns.gov.ua> (дата звернення: 27.11.2025).
4. Дії підрозділів ДСНС України в умовах воєнного стану : навчальний посібник / Мирослав Коваль, Сергій Крук, Дмитро Бондар, Володимир Демчук, Дмитро Чалий, Віталій Гринько та ін. Львів : ЛДУБЖД, 2023. 308 с.
5. Екологічні наслідки російського вторгнення в Україну. *Обсерваторія конфліктів і навколишнього середовища* : веб-сайт. URL: <https://ceobs.org> (дата звернення: 27.10.2025).
6. Євстігнєєв А. С. Правове забезпечення пожежної безпеки в лісах України як складової екологічної безпеки. *Часопис*. Київ: ун-т права. 2020. № 2. С. 341-345.
7. Єременко С. А., Азаров С. І., Сидоренко В. Л. Пожежі в зоні відчуження: вплив радіаційного забруднення на динаміку горіння. Харків : НУЦЗУ, 2020. 148 с.
8. Заверюха М. М. Правова охорона лісів в умовах воєнного часу. *Дніпровський науковий часопис*. 2022. № 3. С. 164-167. URL: <https://oir.in.ua/index.php/publiczneupravlinnia/article/view/932> (дата звернення: 27.11.2025).

9. Зібцев С. В., Сошенський О. М., Гуменюк В. В., Корень В. А. Багаторічна динаміка лісових пожеж в Україні. *Укр. журнал лісівництва та деревинознавства*. 2019. Т. 10. №3. С. 27-48.
10. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17> (дата звернення: 27.11.2025).
11. Ларін О. М., Баркалов В. Г., Виноградов С. А., Калиновський А. Я., Семків О. М. Пожежні машини: навч. посіб. Харків: НУЦЗУ, КП «Міська друкарня», 2016. 279 с.
12. Ліквідовувати пожежі буде важка техніка ЗСУ. *Korrespondent.net*, 2020. URL: <https://korrespondent.net/ukraine/4216590-lykvydovuyvaty-pozhary-budet-voennaia-tekhnyka> (дата звернення: 27.11.2025).
13. Лісівнича енциклопедія / за ред. Товстоліса Ю. М. Київ : Урожай, 2019. 560 с.
14. Лісовий кодекс України від 21.01.1994 № 3852-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3852-12> (дата звернення: 27.11.2025).
15. Мальченко Ю.М. Класифікація лісових пожеж та критерії їх інтенсивності. *Пожежна безпека*. 2018. № 32. С. 533-543.
16. Методичні рекомендації щодо зниження небезпеки впливу лісових пожеж на арсенали, бази і склади боєприпасів (наказ МНС №890 від 25.08.2011). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0890735-11> (дата звернення: 27.11.2025).
17. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Палаюча реальність: як зміна клімату провокує лісові пожежі: веб-сайт. URL: <https://mepr.gov.ua> (дата звернення: 27.11.2025).
18. Мовчан М. М., Іваненко І. Б., Матвієнко М. Г., Таран Є. О. Екологічні особливості та інновації пожежогасіння з повітря в країнах Європи: історія та сучасність. *Екологічні науки*. 2022. № 6(45). С. 202-208.
19. Нікіфоренко В. В. Ефективність застосування АН-32П при гасінні лісових пожеж. *Наук. вісник ЛДУБЖД*. 2019. № 30. С. 122-128.

20. Петрашук М. В. Міжнародний досвід інноваційного розвитку лісової промисловості в повоєнний період та його адаптація для України. *Бізнес Інформ*. 2024. № 6. С. 35-43.
21. Подекологія і мікроклімат лісу (розділ: лісова пожежна небезпека). *Лісівнича енциклопедія* / за ред. Ю. М. Товстоліса. Київ : Урожай, 2019. С. 39-48.
22. Положення про лісові пожежні станції : наказ Держкомлісгоспу №526 від 28.12.2005. (zareestr. Мін'юстом 24.01.2006 за №47/11921). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0476-06> (дата звернення: 27.11.2025).
23. Правила пожежної безпеки в лісах України : наказ №278 від 27.12.2004. (zareestr. Мін'юстом 10.03.2005 за №328/10508). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0328-05> (дата звернення: 27.11.2025).
24. Про пожежну безпеку : Закон України від 17.12.1993 № 3745-ХІІ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3745-12> (дата звернення: 27.11.2025).
25. Рахункова палата України. *Спільний звіт про результати аудиту ефективності охорони лісів від пожеж*. 2024. № 58-4/2024. С. 2-8.
26. Руденко Д. В., Попович В. В. Пожежні автомобілі цільового призначення : Навчальний посібник. Львів : Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, 2019. 194 с.
27. Сошенський О. М., Зібцев С. В., Терентьев А. Ю., Воротинський О. Г. Наслідки катастрофічних ландшафтних пожеж в Україні для лісових екосистем та населення. *Укр. журнал лісівництва та деревинознавства*. 2021. Т. 12, № 3. С. 95 - 114.
28. Укрінформ. На Чернігівщині вже третій день горить ліс – 195 га : веб-сайт. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-regions/3004450-pozaza-na-chernigivsini.html> (дата звернення: 27.11.2025).
29. УкрНДІЛГА. Пожежі під час війни в Україні : веб-сайт. URL: <https://uriffm.org.ua/uk/news/521> (дата звернення: 27.11.2025).
30. Хоружий О. В., Шевчук В. Г. Організація авіаційного гасіння лісових пожеж: зарубіжний досвід і перспективи для України. *Наук. вісник НУБіП: Лісівництво*. 2021. Вип. 320. С. 122-130.

31. BBC News / Reuters. Wildfires broke emissions records in 2021. URL: <https://www.bbc.com/news/world-59514445> (дата звернення: 27.11.2025).
32. Bellingcat. Scorched Earth: Using NASA Fire Data to Monitor War Zones. URL: <https://www.bellingcat.com/resources/2022/10/04/scorched-earth-using-nasa-fire-data-to-monitor-war-zones> (дата звернення: 27.11.2025).
33. European Commission. RescEU: Reinforcing Europe's Disaster Response Capacity. URL: <https://civil-protection-humanitarian-aid.ec.europa.eu> (дата звернення: 27.11.2025).
34. FAO. Fire Management: Voluntary Guidelines. Rome, 2006. URL: <https://www.fao.org/3/i0670e/i0670e.pdf> (дата звернення: 27.11.2025).
35. GFMC (Global Fire Monitoring Center). Position Paper on Integrated Fire Management. Freiburg, 2021. P. 27-35 URL: <https://gfmc.online> (дата звернення: 27.11.2025).
36. Goldammer J.G. Vegetation Fires and Global Change – Challenges for Concerted International Action. Kessel Publishing, 2013. 390 p.
37. Gupta A., Shukla A. Environmental impacts of war-induced fires: a review of Ukraine conflict. Environmental Science & Policy. 2024. Vol.137. P. 10-19.
38. Joint Research Centre (EU). Ukraine hit by record-breaking wildfires in 2024. URL: https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/ukraine-hit-record-breaking-wildfires-2024-2025-03-25_en (дата звернення: 27.11.2025).
39. LB.ua. Пожежники розповідають, як гасили Чорнобиль. URL: https://lb.ua/society/2020/04/26/456456_pozezhniki_rozpovidaiut.html (дата звернення: 27.11.2025).
40. Matsala M., Borsuk O. et al. War drives forest fire risks and highlights the need for more ecologically-sound forest management in post-war Ukraine. Scientific Reports. 2024. Vol.14, №217. 15 p.
41. Matsala M., Borsuk O. et al. War drives forest fire risks and highlights the need for more ecologically-sound forest management in post-war Ukraine. Scientific Reports. 2024. URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-024-75614-4> (дата звернення: 27.11.2025).

42. Popescu A., Polson A. Spreading like Wildfire: The Rising Threat of Extraordinary Landscape Fires. UNEP, 2022. URL: <https://www.unep.org/resources/report/spreading-wildfire> (дата звернення: 27.11.2025).
43. Rubryka. Пожежі становлять загрозу для природи та здоров'я людей. URL: <https://rubryka.com/article/forest-fires-ukraine> (дата звернення: 27.11.2025).
44. SAFER Project (EU). Best Practices in Forest Fire Early Warning Systems. 2020. 58 p. URL: <https://ec.europa.eu> (дата звернення: 27.11.2025).
45. San-Miguel-Ayanz J. et al. Forest Fires in Europe 2017 : Technical Report EUR 29318 EN. Ispra: JRC, 2018. 107 p. URL: <https://publications.jrc.ec.europa.eu> (дата звернення: 27.11.2025).
46. The Guardian. Wildfires have consumed vast chunks of Ukraine. URL: <https://www.theguardian.com/world/2024/oct/02/wildfires-ukraine-russia> (дата звернення: 27.11.2025).
47. Tomchenko O., Shchepashchenko D. et al. Geospatial analysis of fire incidents and burned areas induced by Russia-Ukraine war in 2022 using MODIS and VIIRS data. Applied Geomatics. 2023. Vol. 15. 14 p. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12518-025-00634-6> (дата звернення: 27.11.2025).
48. U.S. Forest Service. Smokey Bear Program. 2021. P. 33-35. URL: <https://smokeybear.com> (дата звернення: 27.11.2025).
49. United Nations Environment Programme. Number of wildfires to rise by 50% by 2100. URL: <https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/number-wildfires-rise-50-2100> (дата звернення: 27.11.2025).
50. Zalakeviciute R. et al. Impact of war-related wildfires on air quality in Ukraine. Environmental Pollution. 2022. Vol. 308. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/21/13832> (дата звернення: 27.11.2025).