

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА ТА ЕКОЛОГІЇ
КАФЕДРА ЛІСІВНИЦТВА, ЛІСОВИХ КУЛЬТУР І ТАКСАЦІЇ ЛІСУ

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

ЧМУНЕВИЧ ГРИГОРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

УДК 630*5

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ПРОФІЛАКТИКА ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ В УМОВАХ
ФЛІЇ САРНЕНСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО**

Галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство
Спеціальність 205 Лісове господарство
Подається на здобуття освітнього ступеня Магістр

Кваліфікаційна робота містить результати власних наукових досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело _____ Г.О. Чмуневич

Керівник роботи
Швець Марина
Василівна
к.б.н., доцент

Житомир -2023

Висновок кафедри лісівництва, лісових культур і таксації лісу за результатами попереднього захисту: _____

Протокол засідання кафедри лісівництва, лісових культур і таксації лісу
№ 6 від «5» грудня 2023 р.

Завідувач кафедри лісівництва, лісових культур і таксації лісу

к.с.-г.н, доцент _____ Сірук Ю.В.

«05» грудня 2023 р.

Результати захисту кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти Чмуневич Григорій Олександрович захистив кваліфікаційну роботу з оцінкою:

сума балів за 100 бальною шкалою _____

за шкалою ECTS _____

за національною шкалою _____

Секретар ЕК

_____ Дубницька Ірина Юріївна

(підпис)

АНОТАЦІЯ

Чмуневич Г.О. Профілактика лісових пожеж в умовах філії Сарненське лісове господарство. Рукопис.

Кваліфікаційна робота магістра ОПП «Лісове господарство», спеціальності 205 «Лісове господарство». Поліський національний університет. Житомир, 2023. Кваліфікаційна робота магістра має вступ, три основні розділи, висновки і пропозиції, літературний список, додатки.

Лісові пожежі є однією з ключових небезпек природного походження, що характерні для території України. Щоб виявити основні закономірності лісових пожеж і обґрунтувати рекомендації щодо профілактики, локалізації та гасіння, застосовують вивчення практичного досвіду від працівників лісової охорони, здійснюють теоретичний аналіз вирішення даних проблем. Це у подальшому дасть можливість прогнозувати розповсюдження лісових пожеж і забезпечить формування ефективних управлінських рішень щодо їхньої локалізації та гасіння.

Ключові слова: лісова пожежа, протипожежні заходи, клас пожежної небезпеки; Дубровицьке лісництво.

ABSTRACT

Chmunevych G.O. Prevention of forest fires in the conditions of the branch Sarnenske Forestry. Manuscript.

Master's qualification work of specialty 205 "Forestry". Polissia National University. Zhytomyr, 2023. The master's thesis consists of an introduction, three sections, conclusions and proposals, a list of used sources, and appendices.

Forest fires are one of the main natural hazards characteristic of Ukraine. To reveal the main laws present in forest fires and justify recommendations for both prevention localization and extinguishing of forest fires, there is a study of the practical experience gained by forest protection workers and a study of the theoretical justification of these problems. This will make it possible to predict the spread of forest fires and their assessments, which ensure the formation of effective management decisions on their localization and extinguishing.

Key words: forest fire, fire prevention measures, fire hazard class; Dubrovytske forestry.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ.....	7
РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА, ОБ’ЄКТИ ТА МЕТОДИКА РОБОТИ.....	14
2.1. Охорона лісу від пожеж та лісозахисні роботи.....	14
2.2. Методика роботи.....	17
2.3. Характеристика об’єктів дослідження.....	19
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	23
3.1. Результати досліджень.....	23
3.2. Визначення збитків від лісових пожеж.....	27
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	29
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	32

ВСТУП

Актуальність роботи.

Проблема лісових пожеж має складний та багатогранний характер і вимагає комплексного підходу для її вирішення. Два основних аспекти цієї проблеми включають соціальний та технічний підходи. Все це повною мірою стосується лісів філії Сарненське лісове господарство. Магістри лісового господарства повинні завжди бути готовими до виникнення лісових пожеж, знати їх природу та ефективно застосовувати сучасні методи їх ліквідації.

Метою кваліфікаційної роботи є вивчення стану протипожежної профілактичної діяльності серед населення, учнів, здобувачів та різних категорій робітників, які здійснюють різні роботи в лісах. Особливо це актуальне питання так, як ліси Дубровицького лісництва безпосередньо примикають до лісової зони, тому мають рекреаційне значення.

Об'єкт і предмет дослідження. Досліджували лісові насадження Дубровицького лісництва філії Сарненське лісове господарство на предмет протипожежної безпеки та ефективність профілактичних заходів. Предметом дослідження була наявна та потенційна горимість деревостанів в умовах філії.

Методи дослідження: використовували загальноприйняті в лісовому господарстві методики для дослідження лісових пожеж.

Перелік публікацій автора за темою дослідження:

1. Піка С.Ю., Миколаєнко А.В., Бібко Б.В., **Чмуневич Г.О.** Симптоматика та патогенез бактеріальних хвороб лісових деревних рослин у лісах України. 77-а Всеукр. науково-практична студ. конференція «*Науковий пошук молоді для сталого розвитку ЛГ та СПГ*» (9 листопада 2023 року). Київ, 2023. С. 87.

2. **Чмуневич Г.О.** Профілактика лісових пожеж в умовах філії «Сарненське лісове господарство». *Ліс, наука, молодь*: зб. матеріалів учасн. XI Всеукр. наук.-практ. конф. (23 листопада 2023 року). Житомир : Поліський нац. університет, 2023. С. 234–235.

3. **Chmunevych G. O.**, Tsopa M. O., Grygorchuk V. V, Yanchuk D. Yu. Assessment of the effectiveness of phytosanitary measures in forestry enterprises in Ukraine. *Студентська науково-практична конференція «Технології. Наука. Практика – 2023»*. (7 грудня 2023 року). Житомир, 2023. С. 39

Практичне значення отриманих результатів

Отримані в результаті наукових досліджень експериментальні дані можуть бути використані в практиці організації профілактичних заходів в умовах Дубровицького лісництва філії Сарненське лісове господарство ДП «Ліси України».

Структура та обсяг роботи

Кваліфікаційна робота Чмуневича Г.О. представлена на 36 сторінках друкованого тексту та містить три основні розділи, список використаних джерел нараховує 42 одиниці. У першому розділі зроблено огляд літературних джерел згідно теми наукового дослідження та добре висвітлено питання щодо профілактики лісових пожеж. В другому розділі наведена програма та методика дослідження, а також характеристика об'єктів дослідження. В третьому розділі подається експериментальна частина роботи. За результатами написання кваліфікаційної роботи зроблені змістовні висновки та рекомендації виробництву.

РОЗДІЛ 1

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ (КРИТИЧНИЙ ОГЛЯД)

Лісові пожежі є серйозною природною небезпекою для України, а основні причини їх виникнення можна узагальнити наступним чином: розряд блискавки, де приблизно 4-5 % лісових пожеж виникають внаслідок природних явищ, зокрема розряду блискавки; виробнича діяльність – близько 10 % лісових пожеж спричиняються виробничою діяльністю, наприклад, лісозаготівля; людський фактор – становить 75-85 % випадків утворення пожеж [40,41,42].

Збитки від пожеж перевищують збитки від шкідників і хвороб лісу, взятих разом. Сильні лісові пожежі, які мають стихійний характер, негативно впливають на довкілля та призводять до ряду серйозних наслідків [36,39].

Проблема лісових пожеж має складний та багатогранний характер і вимагає комплексного підходу для її вирішення. Два основних аспекти цієї проблеми включають соціальний та технічний підходи [26,27,32].

Згідно зі статистичними даними, щорічно в нашій країні виникає від 2 до 5 тисяч лісових пожеж, які знищують тисячі гектарів лісу. Збитки, завдані ними, обчислюються мільйонами гривень. До гасіння лісових пожеж залучено основні підрозділи Держлісагенства України, ДСНС та інші підрозділи [2,3,4].

У залежності від ролі, яку відіграють ті чи інші лісові матеріали у виникненні горіння та його розповсюдженні на лісових ділянках, їх ділять на три класи [24,29].

1. Провідники горіння (лишайники, сухі мохи, суха лісова підстилка, торфяники, повалені напівгнилі стовбури і пні);
2. Підтримувачі горіння (сухі трави, напівчагарники, підріст і підлісок, гілки і хвоя);
3. Затримуючі розповсюдження горіння (деякі дерева, кущі та види трав, люпин багаторічний, бадан, види спіреї, сіра вільха, липа, осика).

Теплотворна здатність деяких лісових горючих матеріалів представлена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Теплотворна здатність різноманітних видів лісових горючих матеріалів, кДж/кг

Лісовий горючий матеріал	Q_v	Q_n за мінімальної вологості
Соснова молода хвоя	20750	13550
Ялинова хвоя	20650	10850
Кладонія (лишайник)	17850	12450
Сухі мохи (Шребера)	20050	12550
Вереси	22450	13350
Брусниці	21550	11850
Багно	22650	12550
Опад від хвойних	21650	-
Папороть суха	17050	-
Підстилка лісова	18250	11050
Торф	21150	13250

Осередок горіння розпочинається із загорання сухого лісового матеріалу. Інколи воно може спостерігатись у вигляді тління, наприклад, після недостатньо ефективного гасіння вогню або залишків загорілого полум'я [20,21].

За сприятливих умов загорання розповсюджується по площі ділянки лісу, а цьому часто сприяє вітер. Так починається лісова пожежа. Для її виникнення необхідні як мінімум дві умови. Це наявність сухого (6-25% вологості) легкозаймистого матеріалу та джерела вогню. Крім того, необхідний вільний доступ повітря до зони горіння і поширення горіння на тій площі, що відповідає просторовому розташуванню горючих матеріалів [22]. Із метою кращої організації заходів щодо гасіння лісових пожеж, його ефективність вирізняється такими пожежними елементами [23]:

- фронт пожежі – це бік пожежі, яка має найшвидший рух. На рівнині напрям руху пожежі співпадає із напрямком вітру;

- фланги пожежі – боки з крайкою вогню меншої інтенсивності горіння і висотою полум'я у порівнянні із фронтом;

- тил пожежі – протилежний бік фронтові, де інтенсивність горіння і швидкість розповсюдження пожежі менші, аніж на фронті.

На інтенсивність пожежі впливає вітер. При його швидкості більше, ніж 6 м/с низовий вогонь переходить у крони дерев та змінює напрям руху пожежі. При швидкості вітру в 1 м/с, вітер може збільшувати швидкість фронту пожежі орієнтовно в 5 раз, порівняно із штилем, а за швидкості в 2 м/с – у 10 разів[19,30,31]. Залежність швидкості просування фронту лісової пожежі від швидкості вітру і захаращення лісостанів, представлено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Вплив швидкості вітру і забруднення повітря на швидкість поширення вогню у ялинниках за 40-% вологості повітря

Забруднення повітря	Швидкість вітру на висоті дерев 2 м, м/с			
	0	1-3	4-8	9-13
Швидкість поширення вогню, м/хв				
Слабке	2	38	72	155
Середнє	12	44	172	375
Сильне	18	71	282	610

Швидкість розповсюдження крайки пожежі проти вітру, тобто, з тилу пожежі, в 6-10 раз менша. Причинами виникнення пожеж є необережна поведінка людей при поводженні із вогнем, порушення правил пожежної безпеки, природні явища (удари блискавки, посуха). Відомо, що 90% пожеж виникають з вини людини, і лише 7-8% від блискавки [33]. Класифікація лісових пожеж базується на трьох типах лісових пожеж: наземні пожежі (грунтові пожежі), надземні пожежі (наземні пожежі) і підземні пожежі (торф'яні пожежі) [9, 34].

Невеликі низові пожежі можуть мати такі форми: рухливу або ж стійку, на відміну від «ураганної» верхівкової.

Наземні низові пожежі поширюються швидко і згорають лише нижні частини стовбурів дерев. За таких пожеж горить верхній шар ґрунту, лісова підстилка, ялини з тонкою корою та поверхневі корені, також підлісок, молодняк сосни. Лісові пожежі, викликані верхівковими пожежами, знищують крони дерев, але ріст крон частково продовжується [1, 19, 35]. Зовсім інша ситуація при лісових пожежах, де вогонь довго триває, коли верхівки дерев повністю згорають, а стовбур повністю обвуглюється після пожежі. Ці пожежі повністю знищують підлісок, надземну рослинність та лісову підстилку. Підземні пожежі виникають на торф'яних землях із великими шарами торф'яної підстилки [6, 16].

За інтенсивністю лісові пожежі класифікують за такими показниками: швидкість поширення слабких трав'яних пожеж - до 1 м / хв, середніх пожеж 1-3 м / хв., інтенсивних сильних більше 3 м/хв. Тому висота полум'я в сягає до 0,5 м, або 1,5 м, або ж більше 1,5 м [15, 17]. Слабка пожежа переміщується зі швидкістю до 3 м/хв, середня до 100 м/хв, тоді як сильна більше 100 м/хв. Слабка пожежа під землею – коли горить шар торфу до 25 см, середня – до 50 см, сильна – коли вона перевищує 50 см [8, 17]. Розподіл типів лісу та лісових ділянок за класами природної пожежної небезпеки представлено в табл. [5, 7].

Таблиця 1.3

Поділ типів лісу і ділянок лісу за класами природної пожежної небезпеки для регіону Полісся України

Розряд пожежної небезпеки	Клас пожежної небезпеки	Типи лісу та лісових ділянок	Умови потенційного розповсюдження пожеж
Високий	I	Хвойні деревостани молодого віку, розладнані насадження, вітровальні ділянки, ділянки після бурелому, захаращені ділянки, згарища, сосняки у сухих борових і суборових умовах	Протягом пожежонебезпечного періоду є висока можливість виникнення, як низових, так і верхових пожеж.
Вище	II	Сосняки у ТЛУ А ₃ .	Протягом пожежонебезпечного

середнього			періоду є можливість виникнення низових пожеж, значна кількість верхових у весняно-осінньому періоді.
Середній	III	Сосняки у ТЛУ: А ₄ ;В ₂ ;С ₂ , листяні у ТЛУ: А ₂ ;В ₂ ;С ₂ . Ялинники у ТЛУ: В ₂ ;В ₃ ;С ₂ .	Протягом пожежонебезпечного періоду є можливість виникнення низових пожеж, а інколи і верхових.
Нижче середнього	IV	Сосняки у ТЛУ: В ₃ ;В ₄ ;С ₃ , листяні у ТЛУ: А ₄ ;В ₄ ;С ₃ ;С ₄ ;Д ₂ ;Д ₃ ;Д ₄ , ялинники у ТЛУ: С ₃ ;С ₄ .	Пожежі можливі лише під час пожежного максимуму.
Низький	V	Деревостани у ТЛУ: А ₅ ;В ₅ ;С ₅ .	Виникнення пожеж можливе лише за тривалої посухи.

Пожежна небезпека на один клас вище є для: хвойних лісів, які сприяють переходу від низової пожежі до верхової (густа висока рослинність, захаращеність тощо); для невеликих лісових масивів, оточених зонами підвищеної пожежної небезпеки; для лісистих територій, що прилягають до доріг або поблизу горючих лісових ділянок; для виснажених рослин у лісових масивах після лісоосушувальних робіт [25,28,29]. Інтенсивність горіння в лісах залежить від метеорологічних факторів, які суттєво впливають на стан горіння (займання), тип горіння, а також на виникнення лісових пожеж та їхній подальший розвиток.

У першу чергу на висихання лісових горючих матеріалів та їхню здатність до загорання впливають опади, температура, вологість повітря, а також вітер. Найбільш значним фактором погоди, який знижує ступінь пожежної небезпеки, є дощ силою в 5 мм і більше [14,18,19].

Таблиця 1.4

Шкала визначення горимості способом підпалювання

Клас горимості	Результат підпалів	Швидкість горіння, хв.	Характеристика класів
I	Не горить	0	Неможливість пожежі
II	Повільно	2	Можливість слабких пожеж
III	Займається	1-2	Можливість середніх пожеж
IV	Швидко горить	1	Можливість небезпечних пожеж

Таблиця 1.5

Шкала Нестерова для визначення пожежної небезпеки в лісі за умовами погоди [23, 38]

Клас пожежної небезпеки	Пожежна небезпека	Комплексний показник
I	Відсутня	< 300
II	Мала	301-1000
III	Середня	1001-4000
IV	Висока	4001-10000
V	Надзвичайна	10000-12000

Протипожежна профілактика – це комплекс заходів направлених на запобігання виникнення лісових пожеж, обмеження їх розповсюдження, своєчасне виявлення осередків вогню. Ці заходи відносять до двох основних груп: перша – заходи для випередження виникнення лісових пожеж, контролю за додержанням протипожежних правил в лісах; друга – заходи, направлені на попередження розповсюдження лісових пожеж [13,14,19].

До попереджувальних протипожежних заходів відносять адміністративні заходи, роз'яснювальну, виховну і агітаційну роботу серед працівників, населення, учнів, здобувачів, здійснення контролю за дотриманням правил протипожежної безпеки у лісах та ін. нормативних документів з протипожежної охорони лісових масивів.

Встановлення точного місця осередку горіння здійснюється візуально або інструментально шляхом:

- наземного спостереження з пожежних спостережних пунктів або наземному патрулюванні;
- авіаційного патрулювання з борту літака або гелікоптера;
- космічного спостереження з борту штучних супутників Землі та пілотованих космічних кораблів.

Для забезпечення своєчасного виявлення лісових пожеж, лісгоспи зобов'язані:

- здійснювати будівництво наземних спостережних пунктів;
- організовувати спостереження за лісами із зазначених пунктів;
- проводити необхідні підготовчі роботи на території лісгоспу для авіаційного патрулювання лісів;
- проводити підготовку та інструктаж лісової охорони на протипожежну тематику;
- залучати громадські організації, їх активність, шкільні лісництва до несення дозорно-сторожової служби, проводити інструктажі про порядок повідомлення виявлених пожеж тощо;
- забезпечити чіткий, дієвий зв'язок.

Способи гасіння лісових пожеж: захльостування вогню по крайці пожежі, засипання крайки пожежі ґрунтом, гасіння лісових пожеж водою, застосування хімічних засобів, гасіння лісових пожеж за допомогою відпалу, гасіння торф'яних пожеж, тактичні прийоми гасіння лісових пожеж [10,11,12].

РОЗДІЛ 2

ПРОГРАМА, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Охорона лісу від пожеж та лісозахисні роботи

У філії Сарненське ЛГ основними лісозахисними заходами є біологічні методи боротьби із шкідниками і збудниками хвороб лісу, що передбачають такі роботи: виготовлення і подальше розвішування штучних гнізд, годівниць обгороджування мурашників, поточне лісопатологічне і рекогносцирувальне обстеження на предмет патологій [1, 37, 38]. На даний час санітарний стан лісів оцінюється як задовільний, але для покращення його стану необхідно й надалі підтримувати належний санітарний стан під час проведення різних видів рубок. Зокрема дотримуватись таких правил: на вирубаній ділянці залишити пні розмірами не більше 1/3 діаметра, якнайшвидше перевозити хвойні з лісосіки, просушувати заготовлену деревину, очищати відразу ділянки від порубкових решток.

Більш детально охорона лісу від пожеж буде викладена в основній частині дипломної роботи. Разом з тим, вивчались питання розповсюдження лісових пожеж, методів їхнього гасіння.

Лісові пожежі можна значно зменшити лише шляхом системних змін. На прикладі філії розглянуто питання підготовки лісових фондів до протипожежної ситуації, визначено заходи та послідовність оперативного реагування всіх відповідних служб. На території підприємства акцент робиться на болотах і відкритих територіях, постійно проводяться навчальні курси із гасіння лісових пожеж. Лісівники спільно із рятувальниками проводять безліч профілактичних заходів із влаштуванням протипожежних бар'єрів та очищення від захаращеності смуг при дорогах.



Рис. 1. Навчання на предмет гасіння лісової пожежі на території філії
(2022 р.)

Злагожденість спільних дій лісівників та рятувальників запорука вчасної ліквідації пожежі, з мінімальними втратами для природи й господарства. Середній клас пожежної небезпеки по всьому лісгоспу становить – 2,9. Для своєчасного виявлення можливих осередків горіння додатково встановили телевізійні системи відеоспостереження (рис. 2).

Головна / Пожежі (супутник)

Пожезі (супутник)

Статус:

Область:

Постійний лісовористувач:

Лісництво:

Період з:

Період по:

Показані 1-50 із 2 286 записів.

№	Область	Постійний лісовористувач	Пожезі	Квартал	Відділ	Температура напруженої повітря (°C)	Вологість	Важелю	Останнє оновлення	Локація	Статус	Карта
1913	Кіровоградська область	ДП "Компанієвське лісове господарство"	Кіровоградське лісництво	1	5	0.3	303.5	2020-11-10 14:51:55	2020-11-16 16:51:34	2020-11-16 16:51:34	Позажено	
1963	Кіровоградська область	ДП "Олександрівське лісове господарство"	Олександрівське лісництво	11	10	0.4	302	2020-11-15 14:51:55	2020-11-16 16:51:34	2020-11-16 16:51:34	Позажено	
1961	Кіровоградська область	ДП "Олександрівське лісове господарство"	Олександрівське лісництво	11	11	0.3	303.1	2020-11-15 14:51:55	2020-11-16 16:51:34	2020-11-16 16:51:34	Позажено	

Рис. 1. Використання господарством автоматизованої системи «Пожезі»

Держлісфонд Рівненщини під постійним наглядом із використанням камер відео спостереження. На підприємствах успішно діють централізовані диспетчерські пункти відеоспостережень, які ефективно виявляють та локалізують місця займання.

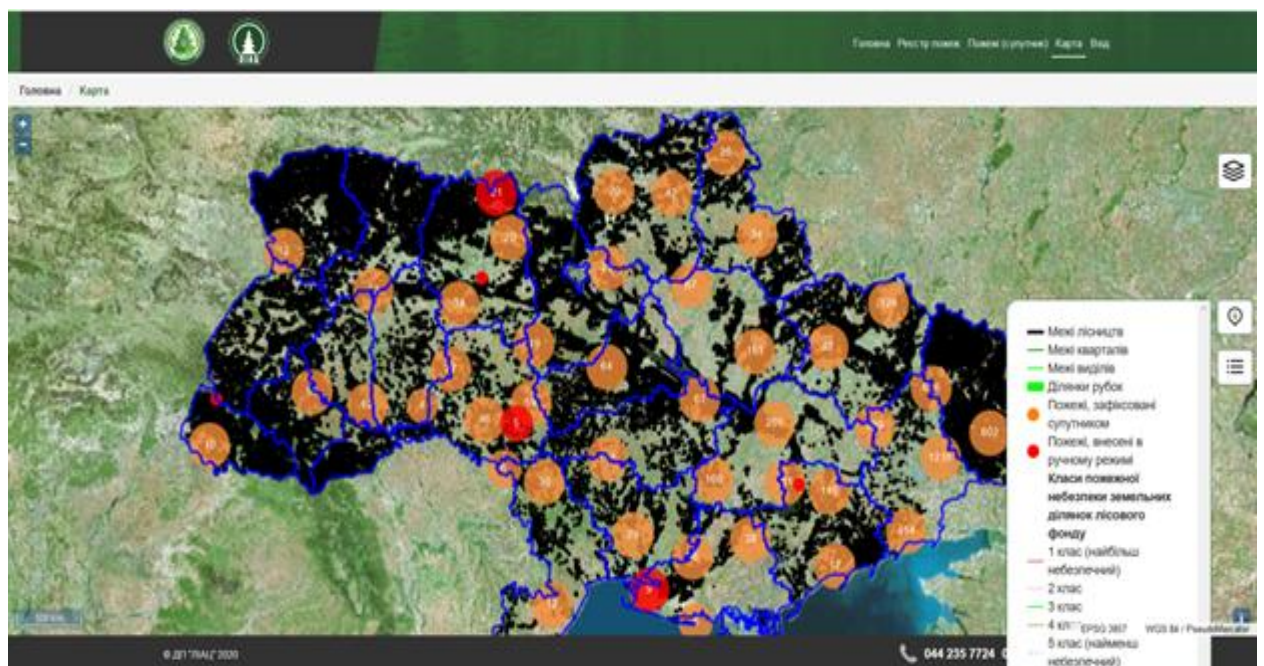


Рис. 2. Пожежі, які фіксуються на території України супутником у АС «Пожезі»

Система «Пожежа» дозволяє автоматизувати та оптимізувати введення та розповсюдження інформації про пожежі, фіксувати лісові пожежі та візуалізувати їх на картах. Отримати оперативну інформацію щодо поточної обстановки, стану та тривалості пожежі. На основі супутникових даних відбувається оперативна реакція на можливі пожежі, спричинені конкретними лісокористувачами (по регіонах). Є можливість аналізувати стан пожежної безпеки на конкретній території, прогнозувати та розробляти профілактичні заходи щодо охорони лісів. Тому система «Пожежа» дозволяє більш ефективно обробити всю інформацію про лісові пожежі та спрогнозувати подальшу ситуацію лісового масиву господарства.

2.2.Методика досліджень

На території філії Сарненське лісове господарство розміщено 14 пожежних спостережних веж. Із основних засобів пожежогашіння в наявності є шість пожежних авто. При лісгоспі функціонує пожежно-хімічна станція І типу.

Загальна сума витрат на протипожежні цілі в 2022 році становила 1153 тис. грн.

На території Дубровицького лісництва, за останні 5 років, великомасштабних лісових пожеж не було. Але, загоряння в лісах відбуваються щороку, по три-сім випадків, залежно від погодних. Розподіл лісових насаджень на території Дубровицького лісництва висвітлено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Розподіл лісових насаджень Дубровицького лісництва, га

Тип насаджень	Площа, га
Хвойні (сосняки і ялинники)	2261,9
Твердолистяні породи	1221,9
М'ягколистяні породи	1663,7
Не вкриті лісом	819,5
Разом:	5867,0

Отже, 43,9% займають хвойні насадження, які утворені сосновими та ялиновими лісами. Більше половини з них – це молодняки та середньовікові насадження. Ці ліси відносяться до розряду небезпечних у пожежному відношенні. Тобто, мають високу природню пожежну небезпеку.

Щоб розробити свої рекомендації, я використав метод створення пробних ділянок у районах, уражених лісовими пожежами, і порівняв показники управління зі здоровими насадженнями того самого місця. Ця робота була проведена восени 2022 року. Так, у приміських лісах з кожним роком збільшується кількість людей, які використовують ліси як місце відпочинку, особливо у вихідні та святкові дні. Як наслідок, навантаження на кожен гектар зелених лісових насаджень продовжує зростати. У більшості випадків неорганізоване та необмежене відвідування лісів людиною завдає значної шкоди [1, 28].

Зміни під впливом людини у процесі відновлення природних комплексів часто мають негативні наслідки. Часто руйнуються природні зв'язки, що формувались десятиліттями, аж до їхнього повного знищення. Дигресійні процеси можна розділити на п'ять етапів [24]. На перших трьох стадіях дигресії людина впливає переважно на рослинність і тваринний світ. Тому за цих умов зміни, що відбуваються в окремих природних комплексах, можна вважати оборотними. За відсутності зовнішніх впливів природні комплекси через деякий час повертаються до початкового стану. На четвертій і п'ятій стадіях виникають незворотні властивості [19]. Шлях від стадії 1 до стадії 5 може проходити протягом певного періоду часу (3-5-10 років). Стійкість природних комплексів залежить від властивостей ґрунту, його вологості, складу та віку деревостану. Основна причина цього полягає в будові кореневої системи деревних порід, ріст і розвиток якої в основному залежить від ґрунтових умов [21,24].

Лісові пожежі, якщо не призводять до повного згоряння лісових насаджень, то викликають значне ослаблення насаджень і серйозне порушення їхніх захисних функцій, а заселення таких лісових масивів

завжди відбувається, в першу чергу, патогенами. Для відновлення таких лісів необхідні довгострокові лісогосподарські заходи. Спалювання сміття, що залишилося після рекреантів, становить пожежну небезпеку. Тому при проведенні цих заходів необхідно дотримуватись правил та вимог пожежної безпеки, описаних нижче. Усі спостереження проведені мною в соснових та ялинових насадженнях Дубровицького лісництва. Закладено 10 дослідних ділянок у різновікових лісах.

2.3. Характеристика об'єктів дослідження

Картка пробної площі № 1

Філія Сарненське лісове господарство»

Дубровицьке лісництво, квартал 59, виділ 6

Таксаційна характеристика деревостану:

Склад - 9Сз1Бп, вік – 25 років, тип лісу - В₂, рельєф – рівнинна територія, підросту і підліску немає, ЖНП – суниці, орляк та осокові.

Картка пробної площі № 2

Філія Сарненське лісове господарство»

Дубровицьке лісництво, квартал 42, виділ 6

Таксаційна характеристика деревостану:

Склад – 7ЯзДз, вік – 39 років, тип лісу – В₁, рельєф – рівнинна територія, підросту і підліску немає, ЖНП – суниці, малина, зірочник.

Картка пробної площі № 3

Філія Сарненське лісове господарство»

Дубровицьке лісництво, квартал 17, виділ 2

Таксаційна характеристика деревостану:

Склад – 9Бп1Сз,з вік – 20 років, тип лісу – В₁, рельєф – рівнинна територія, підросту і підліску немає, ЖНП – суниця, костриця, орляк.

Картка пробної площі № 4

Філія Сарненське лісове господарство»

Дубровицьке лісництво, квартал 24, виділ 6

Таксаційна характеристика деревостану:

Склад – 10Бп+Сз, вік - 12, тип лісу – В₂, рельєф – рівнинна територія, підросту і підліску немає, ЖНП – конвалія, орляк та осокові.

Картка пробної площі № 5

Філія Сарненське лісове господарство»

Дубровицьке лісництво, квартал 18, виділ 5

Таксаційна характеристика деревостану:

Склад – 8Бп2Сз, вік – 19 років, тип лісу - В₂, рельєф – рівнинна територія, підросту і підліску немає, ЖНП – плеуроцій, суниці, орляк.

Картка пробної площі № 6

Філія Сарненське лісове господарство»

Дубровицьке лісництво, квартал 10, виділ 8

Таксаційна характеристика деревостану:

Склад – 4Сз6Бп, вік - 18, тип лісу – В₁, рельєф – рівнинна територія, підросту і підліску немає, ЖНП – папороть, орляк.

Картка пробної площі № 7

Філія Сарненське лісове господарство

Дубровицьке лісництво, квартал 15, виділ 5

Таксаційна характеристика деревостану:

Склад – 7ЯзС,з вік – 49 років, тип лісу – В₃, рельєф – рівнинна територія, підросту і підліску немає, ЖНП – ожина, малина, папороть, орляк.

Картка пробної площі № 8

Філія Сарненське лісове господарство

Дубровицьке лісництво, квартал 31, виділ 19

Таксаційна характеристика деревостану:

Склад - 8Сз2Бп, вік - 37, тип лісу – В₁, рельєф – рівнинна територія, підросту і підліску немає, ЖНП – чорниці, малина папороть.

Картка пробної площі № 9

Філія Сарненське лісове господарство»

Дубровицьке лісництво, квартал 9, виділ 12

Таксаційна характеристика деревостану:

Склад – 8Яз2Дз, вік – 27 років, тип лісу - В₂, рельєф – рівнинна територія, підросту і підліску немає, ЖНП – мох Шребера, орляк.

Картка пробної площі № 10

Філія Сарненське лісове господарство

Дубровицьке лісництво, квартал 10, виділ 5

Таксаційна характеристика деревостану:

Склад – 10Сз, вік – 54 роки, тип лісу - В₂, рельєф – рівнинна територія, підросту і підліску немає, ЖНП – малина, орляк.

Таблиця 2.2

Зведена характеристика пробних площ у насадженнях
Дубровицького лісництва

№ п/п	Склад деревостану	Вік, років	ТЛУ/Бонітет	Середні		Повнота	Запас на 1 га, м ³
				Н, м	D, см		
1	9Сз1Бп	25	В ₂ /П	16	14,4	0,8	80
2	7ЯзДз	39	В ₁ /П	16	14,0	0,7	110
3	9Бп1Сз	20	В ₁ /П	18	16,8	0,7	80
4	10Бп+Сз	12	В ₂ /П	6	4,0	0,7	40
5	8Бп2Сз	19	В ₂ /П	8	4,0	0,5	28
6	4Сз6Бп	18	В ₁ /І	10	8,0	0,8	90
7	7ЯзСз	49	В ₃ /П	18	22,0	0,7	130
8	8Сз2Бп	37	В ₁ /П	16	18,0	0,8	120
9	8Яз2Дз	27	В ₂ /П	10	14,0	0,7	80
10	10Сз	54	В ₂ /П	20	24,0	0,7	200

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. Результати досліджень

Наприкінці вегетаційного періоду надземні трави відмирають і висихають, часто перетворюючись на легкозаймисті матеріали. Дослідження горіння сухої трави необхідні для розробки протипожежних заходів та пошуку оптимальних способів гасіння пожежі.



Рис. 3. Принцип залучення місцевої влади, територ. органів оборони та активістів під час пожежної небезпеки до патрулювання та швидкого гасіння пожеж

Запаси підстилки у насадженнях різного складу наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Запаси підстилки в лісах різного складу

Деревостан	Вік, років	Зімкнення крон	Підстилка		
			Запас т/га		Потужність, см
			середній	мін.-макс.	
Сосновий	30-90	0,7-0,8	31,4	27,3-35,7	2,3-3,1
Ялиновий	30-85	0,8-1,0	43,3	37,1-46,5	2,5-3,2
Ялиновий з часткою берези і осики (2 од.)	35-70	0,6-0,8	37,5	30,3-45,6	2,9-3,1
Листяний	30-65	0,6-0,7	9,6	7,5-11,8	1,0-1,2

Запас лісової підстилки в культурах хвойних видів і природному насадженні берези повислої представлений у табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Запас лісової підстилки в культурах хвойних видів і природному насадженні берези повислої

Деревостан	Вік, років	Зімкнутість крон	Маса підстилки, т/га
Сосновий	50	0,85	27,6
Ялиновий	50	0,95	35,3
Березовий	60	0,85	4,1

Хвойна підстилка із запасами 40-50 т/га може поглинати лише 5-8 мм атмосферних опадів. Із настанням бездощової погоди, внаслідок сильного випаровування, небезпека лісових пожеж значно зростає. Залежно від погодних умов ризик виникнення лісових пожеж є різним. Старі сосни звичайні мають товсту кору на стовбурах, що захищає їх від камбіального перегріву та пожежі. У молодих дерев і ялин старшого віку кора тонша, тому при пожежі можуть виникнути камбіальні опіки по всьому діаметру стовбура (таблиця 3.3).

Таблиця 3.3

Теплові коефіцієнти кори і деревини

Кора за породою	Вологість, %	Вага, г/см ³	Теплопровідність, ккал/м	Температуропровідність	Теплоємність ккал/кг
Кора сосни комлева	45-50	0,45-0,55	0,075	0,245	0,655
	80-90		0,145	0,235	0,865
Кора ялини комлева	55-70	0,65-0,75	0,105	0,275	0,525
Кора берези	55-70	0,75-0,85	0,105	0,195	0,675
Деревина соснова	45-60	0-47	0,115	0,595	0,405
	80-95	0,65-0,70	0,195	0,525	0,635
		0,80-0,85	0,265	0,495	0,735
Деревина ялинова	55-70	0,60-0,65	0,205	0,525	0,685
	80-90	0,70-0,75	0,235	0,505	0,705
Деревина березова	55-70	0,80-0,85	0,265	0,505	0,665

Із таблиці 3.3 видно, що соснова кора має теплоізоляційні властивості кращі, порівняно із корою ялини. При однаковій вологості теплопровідність деревини приблизно в два рази перевищує теплопровідність кори.

Проведений експеримент показав, що взимку (січень 2023 р.) з лісу відбирали зразки кори довжиною 12-28 см із заболонню у живих дерев, кількість відібраних зразків 10. Зразки зберігалися за температури 20 °С. Потім було відокремлено кору від заболоні, зразки перенесено до котельні, де температура сягала більше 60 °С у котлі. Одночасно було простежено і за змінами температури. Експеримент завершився, коли температура деревної кори підвищилась до 50°С. Дані оформлено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Дані по визначенню теплопровідності (відносної) кори із ростучих дерев ялини і сосни

Зразок кори	Товщина, мм	Вологість, %	Час нагрівання камбію (сек.) до температури						
			20	25	30	35	40	45	50
Кора соснова завтовшки 3-4,5 мм									
Із лубом	3,5	65	0	1,40	2,55	4,00	5,10	6,40	7,40
Без лубу	4,5	55	0	1,40	3,35	5,35	10,5	15,5	19,5
Кора соснова завтовшки 5-7 мм									
Із лубом	5,5	60	0	2,25	4,25	6,15	9,05	11,5	15,5
Без лубу	7,0	45	0	3,5	4,0	7,5	12,5	18,5	28,5
Кора соснова завтовшки 8-10 мм									
Із лубом	8,5	45	0	4,5	6,5	10,5	19,5	33,0	45,5
Без лубу	9,5	40	0	6,6	10,0	15,5	24,0	36,5	51,5
Кора ялинова завтовшки 2,5-5,5 мм									
Із лубом	5,0	45	0	3,5	5,5	8,5	12,5	16,5	24,5
Без лубу	3,5	35	0	1,5	2,5	4,0	7,5	12,5	17,0
Із лубом	4,0	35	0	2,5	4,5	7,5	10,5	13,5	17,5
Без лубу	3,5	45	0	1,5	3,0	4,5	7,5	10,5	14,5

Вміст вологи (%) у корі визначали шляхом зважування свіжих зразків і доведення їх до температури 20 °С. Досліди підтвердили, що теплопровідність товстої соснової кори нижча, ніж у ялини, але теплоізоляційні властивості тонкої соснової кори гірші, ніж у ялини. Тому можна зробити висновок, що рослини росни із товстою корою є краще захищеними від вогню, ніж ялини, тоді як молоді дерева сосни більш чутливі до пожежі, ніж рослини ялини. Максимальний діаметр ялини, яка піддається камбіальному опіку під час пожежі такої ж інтенсивності, приблизно вдвічі перевищує діаметр сосни. Щоб підтвердити ці твердження, ми провели експеримент на тестовій ділянці за допомогою контрольного методу.

У сосновому лісі, який пережив дві лісові пожежі, діаметри модельних дерев вимірювали на 1-метрових поперечних перерізах протягом кожного року, коли дерева були сухими.

Дерева сосни є стійкішими до низових пожеж, починаючи із товщини 18 см. Починаючи з діаметра 32 см, опіки камбію на деревах ялини, практично відсутні.

3.2. Визначення об'ємів збитків від лісових пожеж

За низових пожеж деревні рослини пошкоджуються дуже неоднаково. Частина з них має слабкий ступінь пошкодження, інша – середній і сильний. Ступінь пошкодження залежить від деревної породи. Співвідношення площ з різним ступенем пошкодження наведено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

Співвідношення площ для деревних видів із різним ступенем пошкодження насаджень пожежами (низовими) (%)

Пошкодження	Розподіл площі для деревних видів			
	Сосна	Ялина	Ялиця	Береза
Слабке	20	5	15	35
Середнє	35	20	35	30
Сильне	45	75	55	45

Потім визначається відсоток відмерлої деревини та майбутнього її відпаду по відношенню до загального запасу (таблиця 3.7).

Таблиця 3.7

Кількість відмерлої деревної маси і відпаду після проходження низовими пожежами, (% від запасу)

Пошкодження деревостану	Класи віку	Сосна	Ялина, ялиця	Береза
Слабке	III-IV	16	45	52
	V	11	35	42
	VI	8	55	27
	VII-VIII	9	13	10
Середнє	III-IV	26	27	65
	V	21	25	55
	VI	16	17	35
	VII-VIII	11	12	27
Сильне	III-IV	41	55	105
	VI	31	32	85
	VII-VIII	21	27	65

Загальні витрати деревини (м^3) розраховуються шляхом множення вартості кожної частини вигорілої площі із певним ступенем пошкодження на запас деревини на гектар, на частку мертвої деревини та очікуваний подальший відпад. Отримані добутки додаємо.

Низова пожежа пройшла у соснових деревостанах (пробна площа № 10) на площі 1,2 га, де запас деревини становить 200 м^3 . Площа згарища за пошкодженням насадження із середнім ступенем 0,44 га. Витрати деревини $41,7 \text{ м}^3$. Низовою пожежою пройдено у ялинових насадженнях на пробній площі № 7 на площі 0,9 га, запас деревини становить 130 м^3 . Площа згарища за пошкодженням насадження із середнім ступенем 0,4 га. Витрати деревини $8,7 \text{ м}^3$.

Оцінка витрат деревини на корені обчислюється за таксовою вартістю деревини на корені з урахуванням поясу та розряду такс. Якщо пожежа виникла в лісах I групи, то сума втрат зростає вдвічі.

У наведеному прикладі втрати деревини становлять – $49,7 \text{ м}^3$. Із сортиментних даних таблиць відношення виходу деревини у %: першого сорту – 86,0 %, третього сорту – 4,0 % і відходів – 10,0 %. Втрата деревини першого сорту у подальшому становитиме $42,9 \text{ м}^3$.

Користуючись таксами на деревину за першим лісотаксовим поясом та другим розрядом такс, вартість деревини разом з коефіцієнтом (доданим) 1,141 (грн. коп.) за цінами 2022 року витрати в майбутньому будуть $3023663,0$ грн.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Рахувати основними завданнями лісової охорони:

- проведення профілактично-протипожежних заходів, забезпечення оперативного виявлення лісових пожеж, на етапі виникнення;
- гасіння пожеж власними силами і засобами, залучаючи населення, працівників ін. підприємств згідно типового мобілізаційно-оперативного плану.

У найбільш небезпечних місцях лісу, біля доріг, слід якісно облаштувати місця для рекреантів. Рекомендується на виїздах з міст та інших населених пунктів, біля вокзалів, встановлювати тимчасові знаки такого змісту: «Сьогодні висока небезпека виникнення лісових пожеж» або «Сьогодні висока небезпека виникнення пожеж. Рух автотранспорту та рух заборонено». Організувати лісоохоронні патрулі відповідно до вимог класу пожежної небезпеки та робочих інструкцій. Провести поточний ремонт існуючих протипожежних смуг, які з часом втрачають свою протипожежну функцію через заростання рослинністю і захаращенням відпаду. Такі заходи не завжди вчасно проводяться в Дубровицькому лісництві.

Для цього можна застосовувати культиватор КЛБ-1,7. У трав'яних типах лісу догляд за смугами необхідно проводити не менше 3 рази за сезон, в ягідних – 2 рази, в лишайникових – 1 раз.

У хвойних насадженнях необхідно прокласти нові смуги в кварталах, використовуючи плуги ПКЛ-70. Додатково, смуги слід організувати на лісових межах, поряд із будівлями, лісовими складами, біля створених лісових культур хвойних видів.

Зокрема:

- розміщення смуг по обидва боки залізниць, шосейних та магістральних доріг;
- прокладання двох смуг вздовж залізниць;

- з'єднання обох смуг через кожні 100-150 м, використовуючи перпендикулярні смуги;

- вздовж шосейних шляхів прокладання одинарних смуг на відстані 5 м від шляху.

Смуги прокладаються навколо місць загального відпочинку та куріння, на межах лісосік і вирубок, лісу та с/г угідь, якщо там спалюється стерня або суха минулорічна трава.

Керівник робіт зобов'язаний мати постійний зв'язок (мобільний, радіозв'язок) із лісництвом та відповідальним черговим по лісгоспу.

Використання у господарстві АС «Пожежі» має на меті впровадження програмного продукту є створення ЄЕБД лісових пожеж, забезпечення ефективної автоматизації процесів внесення та обробки даних, можливість відслідковування ситуації із лісовими пожежами.

Мета програмного продукту Автоматизована система «Пожежі» полягає в автоматизації та оптимізації процесів занесення та передачі інформації про лісові пожежі, а також ведення обліку цих пожеж з можливістю їхньої візуалізації на мапі та відслідковуванням перебігу пожежі. Переваги цього застосунку:

Єдина електронна база лісових пожеж.

- Відкритість перед громадськістю в частині обліку пожеж.
- Ефективний контроль за внесеними даними на різних стадіях гасіння лісової пожежі.
- Можливість передбачити перебіг пожеж.
- Картографічна візуалізація лісових пожеж.
- Суттєве зменшення паперових носіїв щодо такої інформації.
- Отримання оперативної інформації про поточний стан, динаміку та тривалість пожеж на ДЗЗ;
- Оперативне сповіщення про можливу пожежу конкретного лісокористувача (за територією) на основі ДЗЗ;

- Захищеність зберігання інформації.
- Можливість формування поточних електронних звітів.
- Можливість виявлення потенційно небезпечних ділянок лісового фонду (у пожежному відношенні) на основі аналізу та прогнозування;
- Проведення аналізу з оцінки стану пожежної безпеки в лісах, і розроблення запобіжних заходів для збереження лісових насаджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Автоматизована система «Пожежі». URL: <https://www.ukrforest.com/system.fire>
2. Балабух В.О., Зібцев С.В. Вплив зміни клімату на кількість та площу лісових пожеж України. *Укр. Гідро метеор. журнал*. 2016. № 18. С. 54–77.
3. Буц Ю.В. Динаміка ландшафтних пожеж в Україні та еколого-економічні наслідки їх виникнення. *Вісник ОНУ*. 2013. 18.2. С. 111 – 117.
4. Буц Ю.В., Крайнюк О.В., Екологічна небезпека забруднення атмосферного повітря в зонах лісових. *Пожежна безпека. ЛДУ БЖД, УкрНДІПБ МНС України*, №. 21. 2012. С. 39-42. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/414>
5. Васильєв С. В. Передбачення кромок вигорання при лісовій пожежі. *Вісник Херсон. держ. університету*. 2003. № 3. 59–63.
6. Вивчення тенденцій виникнення та пошкодження лісів пожежами в різних природних зонах України / С.Г. Сидоренко та ін. *Лісівнича наука в контексті сталого розвитку* : матер. наук. конф. УкрНДІЛГА, 2015. 95 с.
7. Ворон В.П. Тенденції виникнення пожеж у лісах. *Лісівн. і агролісомеліор.* 2009. Вип. 115. С. 207–265.
8. Грицюк Ю.І. Структурні компоненти задачі оптимального управління процесом боротьби з лісовими пожежами. *Наукові праці ЛАНУ*. 2010. Вип. 8. С. 152–179.
9. Гілітуха Д.В., Зібцев С.В. Моніторинг лісів, пошкоджених пожежами та шкідниками у зоні відчуження ЧАЕС за даними ДЗЗ. *Науков. вісник НУБіП*. 2011. Вип. 164, С. 55–63.
10. Державне агентство ЛРУ : офіційний веб-сайт. URL : <https://forest.gov.ua/>

11. Дреєв Д. В., Валерко Р. А. Динаміка пожеж у природних екосистемах Житомир. області. «Сучасні екологічні проблеми урбанізованих територій»: мат-ли Всеукр. наук.-практ. конф. Поліський нац. університет, 2020. С. 34-36.

12. Захарчук А.В. Протипожежні заходи в лісах країн Європейського Союзу. *Проблеми ведення та експлуатації лісових і мисливських ресурсів*: зб. матеріалів всеукр. наук.-практ. конф. ЖНАЕУ, 2020. С. 103–105.

13. Захарчук А. В. Аналіз пожежного стану лісів у ДП «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство». *Ліс, Наука, Молодь* : матеріали Всеукр. науково-практичної конференції. ЖНАЕУ, 2020. С. 56–57.

14. Зацерковний В. І., Тішаєв І. В., Шищенко О. І. Застосування матеріалів дистанційного зондування в завданнях моніторингу лісових пожеж і кількісного оцінювання рослинності. *Наукоємні технології*. 2016. № 1 (29). С. 42-47.

15. Зібцев С.В. Аналіз сучасної лісопожежної обстановки і стану протипожежної охорони радіаційно-забруднених лісів в зонах безумовного та гарантованого відселення. *Проблеми екології лісів і лісокористування на Поліссі України*. Вип. 5. С. 121–167.

16. Зібцев С. В., Сошенський О. М., Гуменюк В. В., Корень В. А. Багаторічна динаміка лісових пожеж в Україні. *Ukrainian journal of forest and wood science*. 2019. Vol. 10.3. С. 27-41.

17. Зібцев С.В. Методика аналізу пірологічного стану лісів та охорони лісів від пожеж в зонах радіаційного забруднення. *Зб. наук. праць Уманського державного аграрного університету*. 2004. 64.1. С. 129–181.

18. Зібцев С.В. Проблема радіаційних лісових пожеж на землях, забруднених внаслідок аварії на ЧАЕС. *Наук. вісник НАУ*. 2007. Вип. 104. С. 84–96.

19. Зібцев С.В. Стан охорони лісів від пожеж в Україні та головні напрямки його покращення. *Наук. вісник НАУ*, 2000. Вип. 25. С. 678.

- 20.Ковальчук І. С. Вплив побіжних лісових пожеж на продуктивність чорниці (*Vaccinium myrtillus* L.). Наукові читання – 2014. Житомир: ЖНАЕУ, 2014. Т. 2. С. 90–92.
- 21.Кузик А.Д. Оцінювання пожежної небезпеки лісів за умовами погоди. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2011.21.1.С. 74-81.
- 22.Кузик А.Д. Про методи гасіння лісових пожеж. *Пожжежна безпека*. Вип. 3. 2003. С. 118-120.
- 23.Ліхновський Р. В., Білошицький М. В. Загороджувальні смуги як спосіб локалізації пожеж у природних екосистемах. *Науковий вісн. Цивільний захист та пожежна безпека*. 2016. 2.2. С. 55-59
- 24.Матусяк М.В. Лісова пірологія. Методичні вказівки до виконання практичних робіт, спеціальності 205 «Лісове господарство», освітнього рівня «Бакалавр». Вінниця: РВВ ВНАУ, 2020. 90 с.
- 25.Перспективи лісопірологічних досліджень в Україні в контексті глобальних та регіональних змін / Зібцев С.В. та ін. *Лісове і садово-паркове господарство ХХІ сторіччя: актуальні проблеми та шляхи їх вирішення*: мат. Міжнар. науково-практ. конфер. 2014. С. 36–54.
- 26.Питель А.А. Охорона лісів від пожеж на території Рівненського природного заповідника. *Водні і наземні екосистеми та збереження їх біорізноманіття - 2022*: матер. Всеукр. наук.-пр. конфер. Житомир: Поліський національний університет, 2022. С.124-127.
- 27.Питель А. А. Охорона лісів від пожеж на території Рівненського природного заповідника. *Лісівнича освіта і наука: стан , проблеми та перспективи розвитку*: матеріали Міжн. Науково-практ. конфер. МФК, 2023. С. 187-189.
- 28.Правила пожежної безпеки в лісах України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0328-05#Text>
- 29.Практикум з лісівництва: посіб. / Свириденко В.Є. та ін. Київ : Арістей, 2008. 416 с.

30. Пожежі у лісах Рівненщини спричиняли як люди, так і уламки російських ракет. URL: <https://rivnepost.rv.ua/news/pozhezhi-u-lisakh-rivnenshchini-sprichinyali-yak-lyudi-tak-i-ulamki-rosiyskikh-raket>

31. Піка С.Ю., Миколаєнко А.В., Бібко Б.В., Чмуневич Г.О. Симптоматика та патогенез бактеріальних хвороб лісових деревних рослин у лісах України. 77-а Всеукраїнська науково-практична студентська конференція «Науковий пошук молоді для сталого розвитку лісового комплексу та садово-паркового господарства» (9 листопада 2023 року). Київ, 2023. С. 87.

32. Регіональний Східноєвропейський Центр моніторингу пожеж. URL: <https://nubip.edu.ua/node/9083/4>

33. Сидоренко С. Г. Прогнозування розвитку соснових молодняків після низової пожежі. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2014. Вип.125. С. 188–197.

34. Український гідрометеорологічний центр. URL : <https://www.meteo.gov.ua/>

35. Усцький І.М., Плуґагар Ю.В., Вплив пожеж на ліси та післяпожежний розвиток. *Лісівництво і агролісомеліорація*. Харків, 2008. Вип. 112. С. 179–185.

36. Яворовський П.П. Аналіз пожежостійкості лісів України в умовах змін клімату. Вісник Нац. Університету біоресурсів і природокористування України. Лісівництво та декоративне садівництво. 2015.216.1. С. 88–93.

37. Чмуневич Г.О. Профілактика лісових пожеж в умовах філії «Сарненське лісове господарство». *Ліс, наука, молодь*: зб. матеріалів учасн. Всеукр. наук.-практ. конф. Житомир : Поліський нац. університет, 2023. С. 234–235.

38. Chmunevych G. O., Tsopa M. O., Grygorchuk V. V., Yanchuk D. Yu. Assessment of the effectiveness of phytosanitary measures in forestry enterprises in

Ukraine. *Студ. науково-практична конференція «Технології. Наука. Практика – 2023»*. (7 грудня 2023 року). Житомир, 2023. С. 39

39. Bayo A., Antolín D., Medrano N., Calvo B., Celma S. Early detection and monitoring of forest fire with a wireless sensor network system. *Procedia Engineering*. V. 5. 2010. 248-252. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2010.09.094>

40. Maffei C., Predicting forest fires burned area and rate of spread from pre-fire multispectral satellite measurements. *Jour. Of Photog. and Remote Sensing*. V. 158. 2019. 263-279. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2019.10.013>.

41. Varela N., Díaz-Martinez, Jorge L., Ospino A., Zelaya N. Wireless sensor network for forest fire detection. *Procedia Computer Science*. V. 175. 2020. 435–440.

42. Forest fires. URL: <https://ru.scribd.com/document/660565782/Forest-fires-2023>