

Державне агентство лісових ресурсів України  
Національна академія наук України

УКРАЇНСЬКИЙ ОРДЕНА «ЗНАК ПОШАНИ» НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ  
ІНСТИТУТ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА ТА АГРОЛІСОМЕЛІОРАЦІЇ  
ім. Г. М. ВИСОЦЬКОГО (УкрНДІЛГА)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Директор УкрНДІЛГА  
чл.-кор. НААН, д-р. с.-г. наук, проф.

\_\_\_\_\_ Ткач В. П.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

**РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ ПОЖЕЖОСТІЙКОСТІ  
ЛІСІВ ТА МЕТОДИКА ПРОГНОЗУВАННЯ ЇХНЬОГО  
ПІСЛЯПОЖЕЖНОГО РОЗВИТКУ**

Схвалено Вченою радою УкрНДІЛГА,  
протокол № 4 від «28» січня 2020 р.

Затверджено Науково-технічною  
радою Держлісагентства,  
протокол № 12 від «17» червня 2020 р.

Керівник розробки:  
канд. с.-г. наук, с. н. с.

В. П. Ворон

**УДК: 630.43:630.561.24**

**Рекомендації щодо заходів з підвищення пожежостійкості лісів та методика прогнозування їхнього післяпожежного розвитку / Ворон В. П., Коваль І. М., Сидоренко С. Г., Мельник Є. Є., Бологов О. Ю., Ткач О. М., Тимощук І. В. – Харків: УкрНДЛГА, 2019. – 26 с.**

У рекомендаціях наведено основні методичні положення стосовно підвищення пожежної стійкості лісів. Розроблено методику прогнозування постпірогенного розвитку сосняків на рівні насадження та окремих дерев. Шляхи підвищення пожежостійкості лісів полягають у забезпеченні вчасного проведення комплексу лісівничих та протипожежних профілактичних заходів, з урахуванням часових та просторових тенденцій виникнення та поширення пожеж. Розроблені шкали постпірогенного відпаду насаджень та ймовірності всихання окремих дерев базуються на застосуванні основних індикаторів пошкодження дерев під час пожежі (сезон пожежі, тип та величина пошкодження) та виявлених показників вогнестійкості дерев (висота грубої кори, товщина кори, висота, діаметр та вік дерева, наявність кореневих лап). Запропоновано заходи, які спрямовані на зниження негативних наслідків для насаджень пошкоджених, низовими пожежами.

Рекомендації розроблено відповідно до Тематичного плану науково-дослідних робіт Держлісагентства на 2015–2019 рр. з метою збереження найбільш уразливих до пожеж соснових лісів та забезпечення ефективного управління й мінімізації збитків, заподіяних пожежами, за рахунок вчасної діагностики та проведення лісогосподарських заходів.

Рекомендації розраховані на спеціалістів лісового господарства, співробітників наукових і проектних організацій, екологів, студентів, аспірантів відповідних фахових напрямків підготовки.

## ЗМІСТ

ВСТУП	4
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ	5
1 ЛІСОВІ ПОЖЕЖІ ТА ЇХНІ НЕГАТИВНІ НАСЛІДКИ	6
2 ЗАХОДИ ЩОДО ПОПЕРЕДЖЕННЯ ВИНИКНЕННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ	8
2.1 Проведення протипожежних профілактичних заходів	8
2.2 Протипожежне упорядкування території відповідно до часових та просторових тенденцій виникнення пожеж	9
3 ПРИНЦИПИ СТВОРЕННЯ ПОЖЕЖОСТІЙКИХ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ	11
4 КРИТЕРІЇ ПРОГНОЗУ РОЗВИТКУ СОСНЯКІВ, ПОШКОДЖЕНИХ НИЗОВИМИ ПОЖЕЖАМИ	12
4.1 Пошкодження дерев унаслідок конвективного теплообміну	13
4.2 Опік стовбура, спричинений тепловипромінюванням	14
4.3 Пошкодження кореневих систем унаслідок теплопровідності ґрунту	17
ЗАКОНОДАВЧІ ДОКУМЕНТИ, НА ЯКИХ БАЗУЮТЬСЯ РЕКОМЕНДАЦІЇ	19
ВІДОМЧІ ДОКУМЕНТИ	21
ЛІТЕРАТУРА	22
ОСНОВНІ ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ	25

## ВСТУП

У зв'язку з глобальним потеплінням та збільшенням посушливості клімату ризик зростання частоти й масштабів лісових пожеж залишається високим. Пожежі є одним із найбільш небезпечних для лісів екологічних факторів, що завдають катастрофічних економічних, екологічних та соціальних збитків. За період з 1992 по 2017 рр. у лісах України сталося 86 958 пожеж, а площа пірогенно пошкоджених лісів становила 115 457 га.

Погодні умови – основний чинник, який визначає пожежну безпеку й регламент роботи протипожежних служб лісових господарств. Проте вони залежно від наявності додаткових факторів можуть по-різному впливати на виникнення, швидкість та особливості розвитку пожежі, а значить, і на стратегію й тактику її гасіння. При цьому слід враховувати регіональні особливості виникнення й розвитку пожеж, а також звертати увагу на особливості лісових ділянок і вплив антропогенних чинників (близькість населених пунктів, автошляхів, залізниць тощо).

Насадження сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) становлять третину насаджень лісового фонду України. Більше ніж 90 % від загальної кількості пожеж зазвичай припадає на соснові ліси, тому проблема зменшення економічних втрат, а також пом'якшення екологічних та соціальних збитків від лісових пожеж є актуальною.

Для зменшення негативних наслідків, спричинених лісовими пожежами, важливою є своєчасна діагностика та точне прогнозування розвитку, пошкоджених вогнем деревостанів. Після пожежі можливе стрімке погіршення санітарного стану пошкоджених сосняків, яке призводить до значних економічних збитків, пов'язаних із погіршенням технічних якостей деревини (появою сухості, синяви, заселенням стовбурів ентомошкідниками) та зниженням виходу ділової деревини. Отже, особливо важливим є вчасне проведення рубок, яке має базуватися на прогнозованій ймовірності та величині усихання пошкоджених пожежами сосняків. Інтенсивність, тривалість і величина післяпожежного відпаду визначаються певними регіональними особливостями.

Використання запропонованих рекомендацій дозволить оцінювати післяпожежний відпад в сосняках та сприятиме своєчасному прийняттю управлінських рішень щодо збереження деревостанів та зменшення збитків, спричинених лісовими пожежами.

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

ЛГМ	Лісові горючі матеріали
КЛПБ	Комплексні лісові протипожежні бар'єри
ДП	Державне підприємство
I <sub>c</sub>	Індекс санітарного стану

## 1 ЛІСОВІ ПОЖЕЖІ ТА ЇХНІ НЕГАТИВНІ НАСЛІДКИ

В останні десятиріччя в Україні внаслідок недостатньої кількості засобів протипожежної охорони лісів і зменшення обсягів протипожежної профілактичної роботи, підвищення інтенсивності відвідування лісу населенням, збільшення запасів лісових горючих матеріалів (ЛГМ) у насадженнях, погіршення загального протипожежного стану лісів неможливо повною мірою забезпечити зниження кількості лісових пожеж і мінімізацію збитків від них [1].

Незважаючи на послідовну профілактичну роботу, спрямовану на захист лісів, щороку внаслідок пожеж пошкоджуються тисячі гектарів лісових угідь.

Пожежна безпека в лісі повинна гарантуватися шляхом проведення планових профілактичних заходів, оперативного виявлення й ліквідації лісових пожеж на території лісового фонду лісогосподарських підприємств, організацій.

Лісова пожежа – це явище некерованого багатостадійного горіння у лісовій екосистемі, що супроводжується процесами конвекційного та радіаційного перенесення енергії, нагрівання, висушування та піролізу ЛГМ.

Пожежна ситуація в лісах формується під впливом антропогенних чинників і погодних умов. Необережне поводження з вогнем під час відвідування лісів є причиною 92–99 % випадків пожеж [3]. Внаслідок неконтрольованого випалювання сухої трави на сінокосах, пасовищах, стерні на полях виникає до 4 % випадків лісових пожеж, коли пожежа з сільськогосподарських земель поширюється у ліси. Причиною пожежі можуть бути залізничний та автомобільний транспорт, обриви ліній електропередач та підпали.

Виникненню пожеж сприяють тривала спека, відсутність опадів, сильний поривчастий вітер та літні грози із блискавками. Особливо небезпечною є посуха, коли опади за період понад 20 днів становлять менше ніж 30 % від середньомісячної норми, а також так звані розряди атмосферної електрики – «сухі грози» між хмарами та землею без випадання дощу.

У лісах України реєструють три види пожеж: низові, верхові, підземні (торф'яні). Верхові та низові пожежі поділяються на рухливі та стійкі різної інтенсивності. За швидкістю руху фронтального краю виділяють: слабкі, середньої сили, сильні пожежі. Низові пожежі вважаються слабкими, якщо мають висоту полум'я до 0,5 м, середніми – 0,5–1,5 м і сильними – понад 1,5 м [2].

Відповідно до «Класифікаційних ознак надзвичайних ситуацій» (наказ МНС України від № 658 від 06.08.2018 за N 969/32421), як надзвичайна ситуація ідентифікується верхова лісова пожежа з площею понад 25 га, низова – понад 50 га, для об'єктів природних заповідних територій – відповідно 5 та 10 га.

Для прогнозування виникнення та поширення лісових пожеж початковими вхідними даними є:

- клас природної пожежної небезпеки ділянок лісового фонду;
- клас пожежної небезпеки в лісі за умовами погоди;
- розташування та площа ділянок лісового фонду, на яких ЛГМ можуть горіти у разі появи джерела вогню;
- дані щодо рельєфу місцевості;

- наявність потенційних джерел вогню на ділянках лісового фонду, зокрема грозової уразливості;
- лісівничі характеристики насаджень: тип лісорослинних умов, повнота і густина та склад насаджень, санітарний стан лісів та інші;
- соціально-економічні показники (густина населення, щільність мережі доріг та залізничних шляхів тощо).

Швидкість поширення вогню залежить від вологості горючого матеріалу, рельєфу місцевості, швидкості та напрямку вітру. Вона посилюється зі збільшенням швидкості вітру, частки сухої органічної речовини в лісі та крутизни схилів на місцевості [8–12].

Наслідки лісових пожеж залежать від виду й форми пожежі, стану ЛГМ, величини теплового потоку, швидкості та напрямку вітру [5]. Лісові пожежі можуть поширюватися за рахунок теплового випромінювання полум'я, поширення фронту горіння та перекидання розжареного вугілля та іскор.

Важливими аспектами розвитку пожежі є:

- момент переходу низової пожежі у верхову;
- активність руху пожежі в кроні;
- відрив від головного фронту пожежі розжареного вугілля та іскор.

Перехід низової пожежі у верхову залежить від вологості листя, сили низової пожежі, висоти прикріплення гілок та щільності крони.

У разі низової пожежі на конвективний потік припадає 80–82 % тепла, на теплове випромінювання – 14–17 %, теплопровідність – 3–4 % [29, 30]. Під час верхових пожеж теплове випромінювання сягає 90 % від сумарного теплового потоку пожежі [7, 25].

Вітер і конвекційні потоки переносять розжарене вугілля та іскри на значні віддалі і, запалюючи ЛГМ, утворюють пожежні плями, які потім зливаються з головним фронтом пожежі, створюючи екстремальні умови пожежі [5]. Конвекційні колонки безвихрових потоків заввишки 300–400 м виникають навіть у разі слабого вітру, а плями загорянь утворюються на віддалі до 300 м. У разі посух, сильних вітрів та великих запасів горючих матеріалів швидкість конвекційних потоків може сягати 35 м/с. Якщо конвекційна колонка нахилена вітром у бік просування вогню, палаючі частинки можуть переноситися на відстань до 1,2 км, а пожежа може перекидатися навіть через великі водні перешкоди. Дальність розльоту частинок залежно від швидкості вітру, виду, інтенсивності пожежі наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Дальність перенесення розжареного вугілля та іскор під час пожеж [8]

Швидкість вітру, м/с	Низова сильна, верхова слабка пожежа, м	Верхова середня пожежа, м	Верхова сильна пожежа, м
3–5	25–35	50–60	80–90
8–10	50–70	100–110	170–180
15–20	100–130	200–210	330–350

## 2 ЗАХОДИ ЩОДО ПОПЕРЕДЖЕННЯ ВИНИКНЕННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ

### 2.1 Проведення протипожежних профілактичних заходів

За часом та оперативністю проведення профілактичні заходи поділяють на:

- планові, які виконують згідно з розробленим проектом незалежно від рівня поточної пожежної небезпеки в лісі (протипожежна пропаганда, благоустрій території, влаштування смуг, протипожежних доріг і водойм тощо);
- регламентовані поточним класом пожежної небезпеки в лісі (чергування пожежних команд, регулювання відвідуваності лісів населенням тощо).

2.1.1. Планові заходи з протипожежного влаштування лісів проводять на основі планів лісовпорядкування або спеціальних планів протипожежного влаштування лісової території. Види протипожежних заходів та обсяги виконуваних робіт у кожному ДП повинні ґрунтуватися на даних щодо рівня горимості лісів, причин виникнення лісових пожеж, соціально-демографічного складу винуватців їхнього виникнення, а також динаміки погодних умов.

Заходи з протипожежної профілактики у лісах поділяються на групи:

- запобігання виникненню лісових пожеж;
- обмеження поширення лісових пожеж;
- організаційно-технічні та інші заходи, що забезпечують пожежну стійкість лісового фонду.

2.1.2. Попередження виникнення лісових пожеж здійснюють за допомогою лісової пропаганди та агітації, регулювання відвідуваності лісів населенням, контролю за дотриманням правил пожежної безпеки, організаційно-технічних та лісівничих заходів, що знижують ймовірність виникнення пожеж. Особлива увага повинна бути приділена роз'ясненню правил, постанов, що стосуються пожежної безпеки в лісах. При цьому необхідно не тільки знайомити населення зі змістом зазначених документів, але й роз'яснювати, яким чином їх слід виконувати.

2.1.2.1. Лісопожежна поінформованість повинна бути:

- цілеспрямованою;
- оперативною;
- базуватися на конкретних фактах;
- проводитися безперервно впродовж року;
- посилюватися синхронно з підвищенням пожежної небезпеки за умовами погоди.

2.1.2.2. Застосовувати наступні тактики лісопожежної пропаганди:

- націлювання – засоби впливу на конкретні соціальні групи;
- нарощування поінформованості щодо пожежної небезпеки не лише лісів, але й найбільш горимих типів ландшафтів у регіональному контексті;
- посилення інформаційного впливу, який має регулюватися часовими рамками і базуватися на даних щодо пожежних режимів, фенології рослинності та історії пожеж для кожного конкретного регіону (на мікро рівні – найбільш горимого типу ландшафту);
- врахування особливостей проходження фенологічних фаз рослинністю найбільш горимих типів ландшафтів;



- проведення бесід із людьми, які працюють і відпочивають у лісі;
- створення та показ кіно- та відеофільмів, плакатів та інфографіки про шкоду, яку завдають лісові пожежі, про причини виникнення та заходи боротьби з вогнем;
- публікації у періодичній пресі виступів, бесід, статей науковців та фахівців лісового господарства на протипожежну тематику;
- залучення до інформаційної протипожежної кампанії громадських організацій та волонтерів;
- поширення інформації через соціальні мережі, блоги, відеоблоги, відеохостинги;
- розміщення в лісі біля доріг, на ділянках, де ведуться роботи, у місцях відпочинку плакатів і оголошень про пожежну небезпеку, про необхідність дбайливого ставлення до лісу, обережного поводження з вогнем у лісах;
- виготовлення, розміщення біля доріг і поширення в населених пунктах лісопожежних емблем, які концентрують увагу на попередженні лісових пожеж;
- систематична передача по місцевих теле- та радіотелемережах, у транспорті інформації про небезпеку пожеж у лісах;
- організація виставок і влаштування стендів про значення лісів, шкоду, якої завдають пожежі лісам, про способи й засоби попередження лісових пожеж.

## **2.2 Протипожежне упорядкування території відповідно до часових та просторових тенденцій виникнення пожеж**

У типових проектах протипожежного впорядкування слід урахувати такі положення:

2.2.1. Основною умовою прийняття своєчасних рішень щодо контролю пожежної ситуації в лісах є наявність повної інформації щодо пожежної небезпеки ділянок лісового фонду, пожежної небезпеки за умовами погоди та історичних даних щодо випадків пожеж.

2.2.2. Під час проектування протипожежних бар'єрів, слід додатково враховувати геопросторове розміщення та щільність випадків пожеж (центрів горимості) як лісових пожеж, так і ландшафтних пожеж, які здатні поширюватися на землі лісового фонду.

2.2.3. Згідно з Наказом Державного агентства лісових ресурсів України від 07.06.2019 № 356 «Про удосконалення обліку пожеж, осередків шкідників і хвороб лісу та механізму формування звітності» підтримувати загальну безперервну базу даних лісових пожеж на базі геопорталу «Ліси України». Кожен запис у базі про випадок пожежі має включати повну інформацію щодо часу та дати виявлення й ліквідації пожежі (державне підприємство, лісництво, квартал, виділ), географічні координати центроїда пошкодженого виділу/виділів, масштаби нанесених збитків, причини пожежі, вид пожежі, інтенсивність пожежі, повну таксаційну характеристику пошкодженого насадження чи насаджень, джерела інформації щодо пожежі та засобу її виявлення; термін з моменту виявлення до прийняття заходів та гасіння пожежі; час, витрачений на остаточне гасіння пожежі.

2.2.4. Для визначення горимості лісів необхідно використовувати модифіковану шкалу Союздіпролісгоспу [2]. Відповідно до неї розраховують середню фактичну горимість за кількістю випадків пожеж та площею пошкоджених ними ділянок лісу (табл. 2).

Таблиця 2 – Середня фактична горимість за кількістю випадків та площею пожеж [2]

Середня абсолютна горимість		Відносна горимість
за числом випадків загорання на 1 млн га за рік	за пройденою вогнем площею в га на 1 тис. га	
менше ніж 5 випадків	менше ніж 0,1	низька
від 5 до 20 випадків	0,10–0,50	нижче за середню
від 21 до 50 випадків	0,51–1,00	середня
від 51 до 100 випадків	1,01–1,50	вище за середню
від 101 до 200 випадків	1,51–3,00	висока
понад 200 випадків	понад 3,00	надзвичайна

2.2.4.1. Під час визначення фактичної та відносної горимості лісів лісгосподарських підприємств необхідно проводити розрахунок горимості як для загальної площі лісів, так і окремо для хвойних насаджень.

2.2.5. Під час планування протипожежних профілактичних заходів опиратися на дані щодо часових тенденцій виникнення пожеж, їхнього розподілу за окремими місяцями, днями тижня, годинами доби, а також визначення:

- пожежонебезпечного періоду – тривалості періоду, у межах якого виникають лісові пожежі (з моменту сходження снігового покриву до настання стійкої вологої осінньої погоди або утворення снігового покриву);
- пожежного максимуму – місяців, впродовж яких число пожеж перевищує їхню середньомісячну кількість;
- пожежного піку – відрізка часу, на який припадає найбільша кількість пожеж.

2.2.6. Під час протипожежного впорядкування враховувати, що додатковими чинниками, що підвищують пожежну небезпеку ділянок лісового фонду є:

- мезорельєф (на рівнині, пагорбі);
- експозиція та крутизна схилу;
- близькість до населених пунктів, рекреаційних об'єктів, автодоріг та залізниць;
- безпосереднє примикання до пожежонебезпечних ділянок (сільськогосподарських угідь, зрубів, пасовищ, згарищ, осередків усихання, рекреаційних пунктів тощо);
- формування осередків усихання лісу (погіршення санітарного стану насаджень призводить до різкого збільшення об'єму наземних горючих матеріалів).

2.2.7. Передбачити додаткові заходи протипожежної профілактики у лісах зелених зон великих міст та оперативне створення протипожежних бар'єрів для обмеження площ осередків усихання лісу, створення додаткових протипожежних

узлісь та ліквідації захаращеності.

У результаті такого аналізу визначають конкретні ділянки, в яких найчастіше виникають займання, а також періоди пожежних максимумів, середню та максимальну кількість пожеж в окремих лісових господарствах в певні роки, місяці, дні тижня та години впродовж доби, їхній характер та швидкість поширення. Все це дає можливість спроектувати оптимальне розміщення пожежних наглядових пунктів, маршрути наземного та авіаційного патрулювання, заходи із запобігання пожежам і обмеження їхнього розповсюдження, а також визначити потрібну кількість засобів пожежогасіння.

### **3 ПРИНЦИПИ СТВОРЕННЯ ПОЖЕЖОСТІЙКИХ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ**

Формування стійких до вогню лісів є важливою проблемою, вирішення якої надасть можливість зберегти їх від повної загибелі під час пожеж. При цьому під терміном «пожежна стійкість» розуміють ступінь пошкоджуваності вогнем різних компонентів насаджень [26]. Основним показником пожежостійкості насаджень є санітарний стан деревостанів і насамперед величина постпірогенного відпаду дерев. Оскільки практично неможливо регулювати швидкість і силу вітру, рельєф чи кількість кисню, одним із шляхів зниження ймовірності виникнення лісових пожеж, послаблення їхньої інтенсивності та гальмування швидкості поширення, а також підвищення ефективності гасіння та пом'якшення їх наслідків є зниження кількості і зміна розташування горючих матеріалів, а точніше, порушення вертикальної й горизонтальної безперервності ЛГМ. Регулювання ЛГМ не може повністю зняти загрозу виникнення лісових пожеж. Однак в лісах, в яких заздалегідь було зменшено обсяги горючих матеріалів, інтенсивність пожежі та її наслідки були значно меншими. В першу чергу запропоновані нижче заходи мають виконуватися на ділянках де пожежі виникають постійно у центрах горимості.

3.1. Порушення безперервності ЛГМ має бути досягнуте завдяки:

- вчасному проведенню рубок догляду, оскільки необхідно забезпечити збільшення відстані між кронами дерев, що зменшує можливість поширення вогню від однієї крони до іншої навіть за сильного вітру. Такий захід зменшує щільність надземних горючих матеріалів крони дерев;
- зменшенню кількості підросту, сформованого з хвойних порід, щоб зменшити можливість переходу низової пожежі у верхову.

3.2. Підвищення пожежостійкості лісів забезпечується регулюванням складу деревостанів. Наявність у складі сосняків одиниці листяних порід знижує ризик виникнення пожежі на 10–15 %, а 2–3 одиниць – на 30–50 %. Як засіб стримування поширення вогню з суміжних ділянок (центрів горимості ландшафтних пожеж) варто забезпечити створення узлісся з листяних порід дерев та чагарників.

3.3. У лісорослинних умовах, які є несприятливими для росту листяних порід, під час проведення рубок формування та оздоровлення необхідно лишати в чистих сосняках вогнестійкі дерева сосни. Основними критеріями вогнестійкості є: висота межі грубої кори, розміри дерева (діаметр), висота розташування крони, відсутність кореневих лап.

3.3.1. Формування деревостанів із вогнестійких дерев у чистих сосняках слід

забезпечувати за рахунок вилучення найменш вогнестійких дерев під час проведення рубок догляду та збереження великих дерев (I–III класи Крафта).

3.3.2. У соснових молодняках, що ростуть уздовж автодоріг та залізниці, проводити обрізування гілок дерев до висоти 2 м. Обрізування може бути поєднане з проріджуванням або застосовуватися як окремий захід. Обрізування включає видалення нижніх гілок дерева, із обов'язковим збереженням не менше ніж 50 % живої крони (відношення довжини крони до загальної висоти дерева).

#### **4 КРИТЕРІЇ ПРОГНОЗУ РОЗВИТКУ СОСНЯКІВ, ПОШКОДЖЕНИХ НИЗОВИМИ ПОЖЕЖАМИ**

До пірогенних змін в насадженні призводить спільна дія зазначених нижче чинників, які виникають під час пожежі [7, 27, 28]:

- пошкодження бруньок та опіки хвої (крони) під впливом конвективного теплового потоку;
- опік стовбура тепловим випромінюванням унаслідок дії критичної температури на камбій;
- пошкодження коріння дерев, як безпосередньо від вогню, так і внаслідок теплопровідності ґрунту.

З тепла, яке виділяється під час пожежі, на конвективний тепловий потік припадає 80–82 %, на теплове випромінювання – 14–17 %, на теплопровідність ґрунту – 3–4 % [29, 30]. Під час пожежі можливий також кондуктивний теплообмін в результаті безпосереднього контакту полум'я, розжарених вуглинок чи іскор з горючим матеріалом.

Запаси підстилки та її щільність (об'ємна маса) збільшуються відповідно до збільшення віку сосняків, діапазон мінливості значень об'ємної маси є доволі широким (30,6–97,3 г/дм<sup>3</sup>). Водночас у разі збільшення запасів подовжується час горіння й підвищується температура, а за збільшення щільності підстилки горіння уповільнюється. У міру висихання підстилки швидкість і температура її горіння зростають. Температура горіння підстилки в повітряно-сухому стані коливається в межах від 333 до 655°C. Найнижчу температуру горіння зафіксовано в гуміфікованому шарі лісової підстилки (333–347°C), а найвищу – у ферментативному (525–655°C). Посилення повітряних потоків спричиняє зростання температури горіння підстилки до 703°C.

Вплив низових пожеж на різні за таксаційною характеристикою соснові насадження в різних гігротопах сильно різниться, тобто вплив типу пошкодження, характеристики самих дерев, місцезростання, запасів та стану ЛГМ на стан дерев після низової пожежі є нерівнозначним. Ще більші відміни в стані дерев спостерігаються в наступні роки, коли до основного впливу пожежі додається ціла низка додаткових факторів.

Пошкодження пожежею відбувається під час прямої дії вогню на деревостан. Частково ступінь впливу можна оцінити відразу після пожежі. Основою для цього є такі ознаки, як висота нагару на стовбурі, пошкодження крони (дефоліація та дехромація) та кореневої системи дерева. Але ці ознаки не дають повної картини негативного впливу на насадження для подальшого прогнозу змін. Для цього

обов'язково треба враховувати біологічні особливості дерев, від яких залежить їхня чутливість до дії вогню.

Навіть у разі пошкодження однією і тією ж пожежею соснового насадження одного віку такі особливості дерев, як пригніченість у наметі, висота грубої кори та її товщина, низьке підняття крони, поверхнева коренева система та наявність корневих лап, мають вирішальне значення для оцінювання ступеня пошкодження та прогнозу подальших змін. Слід також враховувати вік дерева у зв'язку з тим, що у молодших дерев можливості до регенерації є значно більшими, ніж у старих.

Процеси всихання сосняків після пожежі можуть посилюватися під впливом вторинних чинників. Факторами, що активізують всихання в насадженнях, пошкоджених пожежами, є ентомошкідники та фітозахворювання. Мінімізації ризиків формування осередків стовбурових шкідників та фітозахворювань у пошкоджених пожежами лісах досягають за рахунок точної діагностики пошкоджень та вчасного проведення лісівничих заходів.

Пірогенне ослаблення сосняків різняться в різних гіротопах:

- у гіротопах «1–2» переважає пошкодження стовбура внаслідок тепловипромінювання;
- у гіротопах «3–4» переважають пошкодження корневих систем.

Для свіжих гіротопів найбільш значущими факторами є тривалість післяпожежного періоду, величина опіку тонкої кори та клас Крафта.

Зміни деревостану після пожеж знаходяться у прямій залежності від тривалості післяпожежного періоду: чим він триваліший, тим катастрофічніші наслідки (інтенсивне всихання спостерігається впродовж 3 років після пошкодження).

Для сосняків, пошкоджених низовою пожежею, всихання дерев відзначали вже в рік пожежі, але під дією додаткових чинників цей процес може не тільки тривати, але й посилюватися. Це може призвести практично до повного всихання насадження, для якого суцільні санітарні рубки, проведені відповідно до «Санітарних правил в лісах України», будуть найбільш доцільними [32].

#### **4.1 Пошкодження дерев унаслідок конвективного теплообміну**

Для пошкодження бруньок і хвої достатньо дії конвективного потоку з температурою 120°C впродовж декількох десятків секунд (близько хвилини). Пошкодження цього типу домінують у молодняках, тобто в деревостанах з низько опущеною кроною та невеликою висотою дерев. Критична ситуація для сосняків старших вікових груп (стигли, перестійні) може виникнути під час стійких низових пожеж упродовж посушливих періодів і періодів із високою температурою повітря [10, 17].

4.1.1. Основною метою лісівничих заходів у пошкоджених молодняках є попередження розвитку осередків стовбурових шкідників та забезпечення оптимальної площі живлення дерев, що лишилися. Такі цілі можна досягти за рахуноквилучення дерев із летальним рівнем пошкодження, що збільшує площу живлення й підвищує шанси на виживання залишених дерев.

4.1.2. У сосняках, пошкоджених конвективним теплоперенесенням (табл. 3), критеріями відбору дерев у рубку є дехромація крони та Клас Крафта дерева.

Таблиця 3 – Відпад дерев у соснових молодняках за різного рівня «дехромації» крони після 3-річного післяпожежного періоду

Дехромація, %	Клас Крафта					
	I–II		III		IV	
	Індекс стану	% сухостою	Індекс стану	% сухостою	Індекс стану	% сухостою
0–10	2,0	0	1,5	0	2,3	0
11–20	1,3	0	1,8	0	2,8	0
21–30	1,9	0	2,1	0	<b>2,2</b>	<b>10</b>
31–40	2,0	0	2,0	0	<b>2,2</b>	<b>14</b>
41–50	2,5	0	<b>2,5</b>	<b>7</b>	<b>2,3</b>	<b>16</b>
51–60	2,5	0	<b>2,4</b>	<b>7</b>	<b>2,4</b>	<b>20</b>
61–70	2,2	0	<b>2,8</b>	<b>8</b>	<b>3,0</b>	<b>37</b>
71–80	<b>3,1</b>	<b>10</b>	<b>3,1</b>	<b>11</b>	<b>3,7</b>	<b>33</b>
81–90	<b>3,4</b>	<b>10</b>	<b>3,7</b>	<b>27</b>	<b>4,1</b>	<b>53</b>
91–100	<b>5,0</b>	<b>100</b>	<b>4,9</b>	<b>90</b>	<b>4,9</b>	<b>93</b>

За пошкодження крони, підлягають відбору в рубку дерева:

- I–II класів Крафта за дехромації крони понад 80 %;
- III класу Крафта за дехромації крони понад 70 %;
- IV–V класів Крафта за дехромації крони понад 50 %. Такі дерева варто вилучати з насадження незалежно від пошкодження.

4.1.3. У разі подібних рівнів пошкодження слід залишати дерева з вищим класом Крафта (панівні, препанівні) як вогнестійкіші.

## 4.2. Опік стовбура, спричинений тепловипромінюванням

Небезпека опіку стовбура внаслідок тепловипромінювання полягає в пошкодженні вогнем камбію, що викликає порушення руху поживних речовин по стовбуру. За різних умов горіння крайка пожежі проходить за 2–3 хвилини, що для дорослих дерев не являє небезпеки, оскільки дерева біля основи стовбура мають доволі товсту кору [20]. Локальні опіки можливі лише в тріщинах кори. Стійке інтенсивне горіння понад три хвилини можливе у разі скупчення горючих матеріалів [30]. Під час пожежі на зворотній до напрямку вітру стороні стовбура, внаслідок турбулентних завихрень повітряного потоку, вертикальне полум'я піднімається по стовбуру, що викликає локальне пошкодження. Пошкодження вогнем камбію відбувається, коли товщина кори не є достатньою [31]. Ймовірність загибелі збільшується в дерев із меншим діаметром стовбура, що мають нижчу межу товстої кори, ніж дерева з більшим діаметром.

4.2.1. Опік стовбура, спричинений тепловипромінюванням, візуально визначають за середнім значенням висоти нагару на стовбурі, відносним нагаром (відношенням максимального нагару до висоти дерева, %) та опіком тонкої кори (перевищення нагаром зони перехідної кори).

4.2.2. Для соснових молодняків II класу (21–40 років) пошкодження стовбура діагностують за допомогою «відносного нагару»:

- найбільш розвинені дерева (препанівні та панівні – I–II класів Крафта) є стійкішими, тому в санітарну рубку їх відводять лише за величини відносного нагару понад 61 %;

- для дерев III класу Крафта критичним є рівень відносного нагару понад 51 % (табл. 4). Відсталі у розвитку дерева IV–V класів Крафта варто видаляти з насадження незалежно від пошкоджень.

4.2.3. За подібних рівнів пошкодження необхідно залишати дерева з вищим класом Крафта (панівні, препанівні), після чого залежно від обсягу призначають суцільну або вибірккову санітарну рубку згідно із «Санітарними правилами в лісах України».

4.2.4. Після весняних рухливих низових пожеж (кінець березня – перша декада травня) у середньовікових сосняках всихають лише відсталі в рості дерева IV–V класів Крафта. Такі дерева підлягають відбору до вибіркової санітарної рубки за середнього нагару на стовбурах понад 1,0 метр. Всихання дерев I–III класів Крафта відбувається після пошкодження стовбура вогнем вище зони грубої кори (з опіком тонкої кори).

Таблиця 4 – Відпад у соснових молодняках залежно від величини відносного нагару

Відносний нагар, %	Клас Крафта					
	I–II		III		IV	
	Індекс стану	% сухостою	Індекс стану	% сухостою	Індекс стану	% сухостою
0–10	2,1	0	2,2	0	<b>2,9</b>	<b>25</b>
11–20	2,5	0	<b>2,6</b>	<b>11</b>	<b>3,5</b>	<b>50</b>
21–30	2,5	0	<b>2,9</b>	<b>17</b>	<b>3,8</b>	<b>52</b>
31–40	<b>3,2</b>	<b>8</b>	<b>3,4</b>	<b>19</b>	<b>4,0</b>	<b>65</b>
41–50	<b>3,5</b>	<b>25</b>	<b>3,6</b>	<b>37</b>	<b>4,0</b>	<b>69</b>
51–60	<b>3,5</b>	<b>40</b>	<b>4,4</b>	<b>71</b>	<b>4,3</b>	<b>70</b>
61–70	<b>3,9</b>	<b>50</b>	<b>5,0</b>	<b>100</b>	<b>4,8</b>	<b>75</b>
71–80	–	–	<b>5,0</b>	<b>100</b>	<b>5,0</b>	<b>100</b>
81–90	–	–	<b>5,0</b>	<b>100</b>	<b>5,0</b>	<b>100</b>
91–100	–	–	<b>5,0</b>	<b>100</b>	<b>5,0</b>	<b>100</b>

4.2.5. Після літніх стійких низових пожеж у середньовікових сосняках критичними рівнями пошкодження є (табл. 5):

- для дерев I та II класів Крафта – висота нагару на стовбурі понад 4 м;
- для дерев III класу Крафта – висота нагару на стовбурі понад 3 м;
- для дерев IV класу Крафта – висота нагару на стовбурі понад 0,5 м.

4.2.6. Для оцінювання ризику всихання окремих дерев, пошкоджених низовими пожежами, та прийняття рішення щодо відведення їх у санітарну рубку розроблено нормативну таблицю визначення ймовірності відпаду середньовікових дерев залежно від природного ступеню товщини (табл. 6).

Таблиця 5 – Частка всихаючих та сухостійних дерев у середньовікових сосняках залежно від середньої висоти нагару на стовбурі та класу Крафта, %

Висота нагару, м	Клас Крафта		
	I–II	III	IV
До 0,5	0	0	<b>65</b>
0,6–1,0	0	0	<b>100</b>
1,1–1,5	0	0	<b>100</b>
1,6–2,0	0	<b>18</b>	<b>100</b>
2,1–2,5	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>100</b>
2,6–3,0	<b>15</b>	<b>35</b>	<b>100</b>
3,1–3,5	<b>20</b>	<b>40</b>	<b>100</b>
3,6–4,0	<b>35</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
4,1–4,5	<b>60</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
4,6–5,0	<b>75</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
5,1–5,5	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Таблиця 6 – Імовірність усихання окремих дерев у соснових середньовікових деревостанах, пошкоджених низовими пожежами, %

Висота нагару, м	Природний ступінь товщини										
	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
До 0,5	100	83	57	38	24	15	9	5	3	2	1
0,6–1,0	100	100	72	48	31	20	12	7	4	3	2
1,1–1,5	100	100	88	61	40	26	16	10	6	4	2
1,6–2,0	100	100	100	76	52	34	21	13	8	5	3
2,1–2,5	100	100	100	93	65	44	28	17	11	6	4
2,6–3,0	100	100	100	100	81	56	36	23	14	9	5
3,1–3,5	100	100	100	100	100	70	47	30	19	12	7
3,6–4,0	100	100	100	100	100	86	60	39	25	16	9
4,1–4,5	100	100	100	100	100	100	74	50	33	21	13
4,6–5,0	100	100	100	100	100	100	91	64	42	27	17
5,1–5,5	100	100	100	100	100	100	100	79	54	35	22
5,6–6,0	100	100	100	100	100	100	100	100	68	46	29
6,1–6,5	100	100	100	100	100	100	100	100	84	58	38
6,6–7,0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	73	49
7,1–7,5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	89	62
7,6–8,0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	77

4.2.7. За подібних рівнів пошкодження необхідно залишати дерева з вищим класом Крафта (панівні, препанівні), після чого, залежно від обсягу дерев, що прогнозовано усохнуть призначають суцільну або вибірккову санітарну рубку згідно із «Санітарними правилами в лісах України». Додатковим критерієм відбору пошкоджених пожежею дерев у рубку є критерій «опік тонкої кори», тобто перехід нагару за зону грубої кори. При пошкодженнях стовбуру вогнем за один метр до



переходу грубої кори в тонку такі дерева відбираються в рубку незалежно від висоти нагару на стовбурі.

#### **4.3 Пошкодження корневих систем унаслідок теплопровідності ґрунту**

Під час горіння надґрунтового покриву з відмерлої рослинності й мохів температура на поверхні ґрунту перевищує 200°C і може досягати 900°C [33]. Проникнення тепла в шар ґрунту внаслідок теплопровідності залежить від виду та інтенсивності пожежі, виду ґрунту, початкової температури, вмісту вологи, об'ємної щільності, питомої теплоємності й теплопровідності. Пошкодження кореневої системи залежить від її розташування. У ґрунтах різних типів коренева система розвивається по-різному. Так, наприклад, на болотистих, щебенистих ґрунтах, а також за високого рівня ґрунтових вод у сосни формується поверхнева коренева система, при цьому ймовірність пошкодження корневих систем може суттєво зростати.

Під час прогнозування наслідків низових пожеж (стійких пожеж середньої та сильної інтенсивності) на Поліссі, слід враховувати значні запаси підстилки, товщина якої може перевищувати 15 см. У більшості випадків згорає верхній опадовий шар і частково середній. Середній та нижній лише частково підсихають і, довго тліючи, створюють умови для теплопередачі, що призводить до пошкодження корневих систем.

Кореневі системи можуть пошкоджуватися під час підстилково-гумусових пожеж. За такої пожежі горіння протікає як із полум'ям, так і без нього. Час полум'яного горіння становить 2–5 %, безполум'яного горіння нижньої частини моху й підстилки – 95–98 % від загального часу горіння [34]. Горіння без полум'я може тривати від декількох десятків хвилин до декількох годин. За цей час у камбіальній зоні температура досягає летального значення, і тонке коріння обгорає. Горіння може відбуватися нерівномірно, у разі граничної вологості для горіння вогонь розповсюджується в тих місцях, де матеріал є сухішим, і вогонь проходить смугами. Під кроною дерев, де скупчується опад із хвої, лусочок кори, дрібні гілки, створюється сприятливе середовище для горіння. Унаслідок слабких підстилково-гумусових пожеж деревостан гине через пошкодження коріння. Для вологих гігروتопів основна питома вага пошкоджень припадає на пошкодження корневих систем унаслідок теплопровідності ґрунту та вигорання верхнього його шару. У вологих умовах у сосни після 20–30 років кореневі системи можуть утворювати кореневі лапи, пошкодження яких вогнем є особливо небезпечним [7].

4.3.1. Під час відбору дерев у рубку у вологих гігروتобах особливу увагу звертають на ступінь вигорання підстилки та оголення корневих лап. Тому після літніх стійких низових пожеж середньої та сильної інтенсивності (за Правилами пожежної безпеки в лісах України) необхідно якнайшвидше провести обстеження насадження. Слід звернути увагу на вигорання підстилки і часткове або повне пошкодження корневих лап:

- за умови повного згорання всієї товщі підстилки насадження гине (відпад – понад 75 %), тому слід призначати суцільну санітарну рубку.
- за умови часткового вигорання підстилки в пошкодженому насадженні проводять подеревний перелік дерев.

- за наявності оголених корневих лап (корені першого порядку пошкоджуються під час вигорання підстилки) такі дерева відводять у рубку, адже ризик їхнього усихання в подальші роки є надзвичайно високим. Видаленню підлягають також дерева, під якими (за проекцією крони) зафіксовано повне вигорання лісової підстилки до мінерального шару ґрунту.

- залежно від обсягу відібраних дерев, які підлягають рубці, призначають суцільну чи вибірккову санітарну рубку.

## Законодавчі документи, на яких базуються Рекомендації

### Кодекси:

1. Лісовий Кодекс України. Закон України № 3404-IV, постанова ВР від 8 лютого 2006 року.

2. Земельний кодекс України, Закон від 25 жовтня 2001 року № 2768-III.

3. Водний кодекс України, Постанова від 6 червня 1995 року № 213/95-ВР.

### Закони України:

4. «Про внесення змін до Лісового кодексу України». Постанова Верховної Ради України від 08 лютого 2006 року № 3404-IV.

5. «Про охорону навколишнього природного середовища», від 26 червня 1991 року, № 1268-XII.

6. «Про природно-заповідний фонд», від 16 червня 1992 року № 2456-XII.

7. «Про місцеве самоврядування в Україні» від 21 травня 1997 року № 280/97-ВР.

8. «Про місцеві державні адміністрації» від 9 квітня 1999 року № 586-XIV.

9. «Про основи містобудування» від 16 листопада 1992 року № 2780-XII.

10. «Про планування і забудову територій» від 20 квітня 2000 року № 1699-III.

11. «Про Генеральну схему планування території України» від 07 лютого 2002 року № 3059-III.

12. «Про рослинний світ» від 9 квітня 1999 року, № 591-XIV.

14. «Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000–2015 роки» від 21 вересня 2000 року № 1989-III.

15. «Про тваринний світ» від 13 грудня 2001 № 2894-III.

16. «Про Червону книгу України» від 7 лютого 2002 року № 3055-III.

17. «Про екологічну мережу України» від 24 червня 2004 року № 1864-IV.

### Закони України про ратифікацію Україною таких конвенцій та угод:

18. Конвенція про охорону біологічного різноманіття від 1992 року (Ріо-де-Жанейро, 1992 рік), Закон України «Про ратифікацію Конвенції про охорону біологічного різноманіття» від 29 листопада 1994 року № 257/94-ВР.

19. Рамкова конвенція ООН про зміну клімату (Ріо-де-Жанейро, 1992 рік), Закон України «Про ратифікацію Рамкової конвенції ООН про зміну клімату» від 29 жовтня 1996 року № 435/96-ВР.

20. Конвенція про охорону дикої флори та фауни і природних середовищ існування в Європі (Берн, 1979 рік), Закон України «Про приєднання України до Конвенції 1979 року про охорону дикої флори і фауни та природних середовищ існування в Європі» від 29 жовтня 1996 року № 436/96-ВР.

21. Конвенція про водно-болотні угіддя, що мають міжнародне значення, головним чином як середовища існування водоплавних птахів (Рамсар, 1971 рік), Закон України «Про участь України в Конвенції про водно-болотні угіддя, що мають міжнародне значення, головним чином як середовище існування водоплавних птахів» від 29 жовтня 1996 року № 437/96-ВР.

22. Конвенція про збереження мігруючих видів диких тварин (Бонн, 1979 рік), Закон України «Про приєднання України до Конвенції про збереження мігруючих видів диких тварин» від 19 березня 1999 року № 535-XIV.

24. Кіотський протокол до Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату, Закон України «Про ратифікацію кіотського протоколу до Рамкової Конвенції ООН про зміну клімату» від 4 лютого 2004 року № 1430-IV.

25. Картахенський протокол про біобезпеку до Конвенції про біологічне різноманіття (Монреаль, 2000), Закон України «Про приєднання України до Картахенського протоколу про біобезпеку до Конвенції про біологічне різноманіття» від 12 вересня 2002 року № 152-IV.

#### **Укази Президента України:**

26. Указ Президента України від 05.01.2004 «Про заходи щодо посилення державного контролю у сфері охорони, захисту, використання та відтворення лісів».

27. Указ Президента України від 07.02.2004 «Про додаткові заходи щодо розвитку лісового господарства».

#### **Постанови Кабінету міністрів України:**

28. Постанова Кабінету міністрів України від 29.08.2002 № 1286 «Про затвердження Положення про Зелену книгу України».

29. Правила відтворення лісів : Постанова Кабінету Міністрів України від 1 березня 2007 р. № 303.

30. Правила поліпшення якісного складу лісів : Постанова Кабінету Міністрів України від 12 травня 2007 р. № 724. – Офіційний вісник України. – 2007. – № 37. – Ст. 1478.

31. Порядок поділу лісів на категорії та виділення особливо захисних лісових ділянок : Постанова Кабінету Міністрів України від 16 травня 2007 р. № 733.

32. Порядок спеціального використання лісових ресурсів. Постанова Кабінету Міністрів України від 23.05.2007 № 761.

33. Державна програма «Ліси України», затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 29.04.2002 № 581, реєстраційний номер програми № 207.

34. Концепція реформування та розвитку лісового господарства : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 18.04.2006 № 208-р.

35. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 22 вересня 2004 р. № 675-р «Про схвалення Концепції Загальнодержавної програми збереження біорізноманіття на 2005–2025 роки».

36. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 17 жовтня 2007 р. №880-р «Про схвалення Концепції національної екологічної політики України на період до 2020 року».

37. Санітарні правила в лісах України : в редакції постанови Кабінету Міністрів України від 26 жовтня 2016 р. № 756 [Електронний ресурс]. – К., 2012. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/555-95-п> (дата звернення 05.11.2019 р.)

**Відомчі документи:**

Правила пожежної безпеки в лісах України : Наказ Держкомлісгоспу України від 27 грудня 2004 року № 278. – Офіційний вісник України. – 2005. – № 13. – Ст. 680 – 321 с.

Інструкція з впорядкування лісового фонду України. Частина 1 «Польові роботи», частина 2 «Камеральні роботи». Затверджена науково-технічною радою Державного комітету лісового господарства України, 2006 р. – Ірпінь, 2006.

Методичні рекомендації щодо режиму збереження лісових екосистем на територіях природно-заповідного фонду України різних категорій. Затверджено спільним наказом Міністерства екології та природних ресурсів України та Державного комітету лісового господарства України від 24 грудня 2003 р. № 185/210-А.

Основні положення щодо організації та ведення лісового господарства в лісах зелених зон міст і населених пунктів України. Затверджено Науково-технічною радою Держкомлісгоспу України. Протокол № 4 від 26 грудня 2008 р. – Х. : УкрНДІЛГА, 2008. – 27 с.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Методичні рекомендації щодо зниження небезпеки впливу лісових пожеж на арсенали, бази і склади боєприпасів, що розташовані в лісових масивах. [О. М. Гайкова, Н. І. Михайлова; УкрНДІПБ МНС України]. – К., 2011. – 63 с.
2. Правила пожежної безпеки в лісах України. Наказ Держкомлісгоспу України ід 27 грудня 2004 р., № 278. – Офіційний вісник України. – К., 2005. – № 13. – 321 с.
3. Про використання земель оборони : Закон України № 1345-IV від 27 листопада 2003 року (зі змінами, внесеними згідно із Законами України № 800-VI від 25.12.2008, № 2674-VI від 04.11.2010). [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1345-15> (Дата звернення: 10.11.2019)
4. Гришин А. М. Математическая теория верховых пожаров / А. М. Гришин, А. Д. Грузин, В. Г. Зверев // Теплофизика лесных пожаров : Сб. науч. трудов Сиб. отд. АН СССР / под ред. В. Е. Накорякова. – Новосибирск, 1984. – 278 с.
5. Доррер Г. А. Модель распространения фронта лесного пожара / Г. А. Доррер // Теплофизика лесных пожаров : Сб. науч. трудов Сиб. отд. АН СССР / под ред. В. Е. Накорякова. – Новосибирск, 1984. – С. 86-98.
6. Конев Э. В. Анализ процесса распространения лесных пожаров и палов / Э. В. Конев // Теплофизика лесных пожаров : Сб. науч. трудов Сиб. отд. АН СССР / под ред. В. Е. Накорякова. – Новосибирск, 1984. – С.99-125
7. Anderson H. E. Tenth symposium (international) on combustion / H. E. Anderson, R. S. Rothermal; The Combustion Institute, Pittsburgh. – Pittsburgh, 1965 – P. 1009–1019.
8. Абрамов Ю. А. Влияние пространственных флуктуаций пирологических параметров среды на интегральные характеристики низового лесного пожара и условия его тушения / Ю. А. Абрамов, В. Е. Росоха, А. А. Тарасенко. – Х. : АГЗ Украины, 2004. – 142 с.
9. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Поражающие факторы. Номенклатура параметров поражающих воздействий : ГОСТ Р 22.0.06-95. [Електронний ресурс] Режим доступу : [https://znaytovar.ru/gost/2/GOST\\_R\\_2200896\\_Vezopasnost\\_v\\_c.html](https://znaytovar.ru/gost/2/GOST_R_2200896_Vezopasnost_v_c.html)
10. Валендик Е. Н. Крупные лесные пожары / Е. Н. Валендик, И. М. Матвеев, М. А. Софронов. – М. : Наука, 1979. – 197 с.
11. Экспериментальное исследование механизма распространения верховых лесных пожаров и тепло- и массообмен фронта пожара с окружающей средой / А. М. Гришин, В. Е. Абалтусов, А. Д. Грузин и др. // ВИНТИ, рег. N4873-82 от 16.11.1982 г. Библиографический указатель «Депонированные рукописи», № 2, 1983, б/о 499. Деп. ВИНТИ, № 4873-82.
12. Конев Е. В. Физические основы горения растительных материалов / Е. В. Конев. – Новосибирск : Наука, 1977. – 239 с.
13. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Поражающие факторы. Номенклатура параметров поражающих воздействий : ГОСТ Р 22.0.06-95
14. Stoll A. M. Relationship between pain and tissue damage due to thermal radiation / A. M. Stoll, L. . Greene // Journal of Applied Physiology. – 1959. – Vol. 14. – P. 373–382.
15. King A. R. The efficiency of rural firefighters, Melbourne / A. R. King // Commonwealth Scientific And Industrial Research Organization, Chemical Research Laboratories, Technical Paper No.4. – 1966. – Vol. 12. – P. 145–152.
16. Экспериментальное исследование тепло- и массообмена в приземном слое атмосферы при лесовых пожарах / А. М. Гришин, В. Е. Абалтусов, Н. В. Копылов и

др. – Деп. ВІНІТІ, № 4224-81.

17. Валендик Э. Н. Ветер и лесной пожар / Э. Н. Валендик. – М. Наука:, 1968. – 116 с.

18. Гришин А. М. Математические модели лесных пожаров / А. М. Гришин. – Томск : Изд-во ТГУ, 1981. – 277 с.

19. McCarter R. J. Pyrodynamics / R. J. McCarter, A. Broido // Pyrodynamics. – 1965. – V. 1. – P. 65–85.

20. Валендик Э. Н. Влияние пожаров на устойчивость хвойных пород / Э. Н. Валендик, А. И. Сухинин, И. В. Косов. – Красноярск, 2006. – 96 с.

21. Гришин М. А. Теплофизика лесных пожаров / М. А. Гришин, А. Д. Грузин, В. Г. Зверев. – Новосибирск : ИТФ СО АН СССР, 1984. – 275 с.

22. Зигель Р. Теплообмен излучением / Р. Зигель, Д. Хауэлл. – М. : Мир, 1975. – 936 с.

23. Исаков Р. В. Прогнозирование лесных пожаров / Р. В. Исаков. – Красноярск : ИЛИД СО АН СССР, 1977. – С. 100–107

24. Сухинин А. И. Вопросы лесной пирологии / А. И. Сухинин, Э. В. Конев. – Красноярск, 1972. – С. 151.

25. НАПБ 02.007-2006 Положення про пожежну безпеку в Збройних Силах України, затверджено наказом Міністра оборони України від 10.04.2006 № 185 та зареєстровано в Міністерстві юстиції України 6 травня 2006 року за 2 № 529/12403 (із змінами, внесеними згідно з наказом Міністерства оборони України від 21.08.2007 № 476). [Електронний ресурс] Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0529-06>

26. Фуряев В. В. Технология повышения пожароустойчивости лесов / В. В. Фуряев, Г. Д. Главацкий, А. И. Забелин и др. – Красноярск : Институт леса СО РАН, 2000. – 60 с.

27. Волокитина А. В. Разработка российской системы прогноза поведения природных пожаров и их последствий / А. В. Волокитина, М. А. Софронов // Пожары в лесных экосистемах Сибири : Материалы Всерос. конф., Красноярск, 17–19 сентября 2008 г. – Красноярск, 2008. – С. 42–44.

28. Войнов Г. С. Прогнозирование отпада в древостоях после низовых пожаров / Г. С. Войнов, М. А. Софронов // Современные исследования типологии и пирологии леса. – Архангельск : АИЛиЛх, 1976. – С. 115–121.

29. Конев Э. В. Математическая модель горения лишайникового напочвенного покрова / Э. В. Конев // Вопросы лесной пирологии. – Красноярск, 1972. – С. 52–76.

30. Исаев А. С. Лиственничные горельники в Амурской области как очаги массового размножения стволовых вредителей / А. С. Исаев // Материалы плано-метод. совещания по защите растений зоны Сибири и Урала. – Новосибирск, 1961. – С. 207–221.

31. Косов И. В. Механизм повреждения древостоя при подстилочно-гумусовых пожарах / И. В. Косов, Е. К. Кисляхов, В. Ю. Рыбников // Ботанические исследования в Сибири. – Красноярск, 2005. – Вып. 13. – С. 97–101

32. Санітарні правила в лісах України : в редакції постанови Кабінету Міністрів України від 26 жовтня 2016 р. № 756 [Електронний ресурс]. – К., 2012. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/555-95-п> (дата звернення 05.12.2016 р.)

33. Davis K. P. Forest fire: control and use / K. P. Davis, G. M. Byram, W. R. Krumm. – New York – Toronto – London : McGraw-Hill Book Co. Inc., 1959. – 584 p.

34. Усеня В. В. Лесные пожары, последствия и борьба с ними / В. В. Усеня. – Гомель, 2002. – 205 с.

35. Горшенин Н. М. Лесная пирология / Н. М. Горшенин, Н. А. Диченков, А. И. Швиденко. – Львов : Вища школа, 1981. – 77 с.

36. Reducing Fire Risk on Your Forest Property [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ir.library.oregonstate.edu/xmlui/bitstream/handle/1957/19402/pnw618abintroduction.pdf?sequence=33>

37. Стандарты для створення нових протипожежних коридорів [Электронный ресурс] :  
Режим доступа :  
[https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:OXqE73rFoMgJ:www.fs.fed.us/rm/pubs/rmrs\\_p041/rmrs\\_p041\\_029\\_046.pdf+&hl=ru&gl=ru&pid=bl&srcid=ADGEESjn6\\_MwuBcWR3HOvq969HMzu6Loquw1olo2Bba4CZcPHNi\\_jsgy7KZbzqHXkat5wlyknKUox2I-RQXaTWs2G4mYGtbKOEme6tF5DpLCJtvI4QOBLao0l7gn3-1hmw8rOjMimP3P&sig=AHIEtbRLm9vRqk5hrIXSh9qCpoT\\_UUxBkg](https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:OXqE73rFoMgJ:www.fs.fed.us/rm/pubs/rmrs_p041/rmrs_p041_029_046.pdf+&hl=ru&gl=ru&pid=bl&srcid=ADGEESjn6_MwuBcWR3HOvq969HMzu6Loquw1olo2Bba4CZcPHNi_jsgy7KZbzqHXkat5wlyknKUox2I-RQXaTWs2G4mYGtbKOEme6tF5DpLCJtvI4QOBLao0l7gn3-1hmw8rOjMimP3P&sig=AHIEtbRLm9vRqk5hrIXSh9qCpoT_UUxBkg)

38. Husari S. Fire and Fuel Management [Электронный ресурс] / S. Husari, H. Thomas Nichols, N. G. Sugihara, S. L. Stephens. – Режим доступа :  
<http://nature.berkeley.edu/stephens-lab/Publications/Husari%20et%20al%20Stephens%20Fuel%20Man%20AFE%209-06.pdf>

39. Xanthopoulos G. Forest Fuels Management in Europe [Электронный ресурс] / G. Xanthopoulos, D. Caballero, M. Galante, D. Alexandrian, E. Rigolot, R. Marzano et al. – Режим доступа : <http://www.treesearch.fs.fed.us/pubs/25935>

40. Практические рекомендации по диагностике послепожарного состояния насаждений основных лесообразующих пород и ведению в них хозяйства / – Минск, 2005. – 46 с.



## ОСНОВНІ ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

Антропогенне навантаження – ступінь прямого чи опосередкованого впливу діяльності людей на природу чи на окремі її компоненти.

Верхові лісові пожежі – пожежі, під час яких вогонь поширюється кронами лісових насаджень. При цьому низовий вогонь розглядають як складову частину верхової пожежі.

Відпад – відмерлі дерева в насадженні внаслідок природного зрідження деревостану з віком або захворювання.

Горільник – ділянка, де лісові насадження частково загинули в результаті пожежі.

Деградація довкілля – поступове погіршення якості природного середовища, зокрема середовища життєдіяльності людини.

Дегресія – погіршення стану біотичних спільнот унаслідок дії зовнішніх чи внутрішніх обставин.

Діагностика стану насаджень – визначення стану насаджень за встановленими діагностичними ознаками.

Екосистема – угруповання живих істот і їхнього середовища існування, об'єднаних в єдине функціональне ціле, що виникло на основі взаємозалежності й причинно-наслідкових зв'язків, наявних між окремими екологічними компонентами.

Згарище – ділянка, на якій лісове насадження повністю загинуло внаслідок пожежі.

Індикатор – явище, речовина, організм, наявність, кількість чи зміна складу яких вказують на характер змін довкілля, ґрунтів чи інші умови середовища.

Крайка лісової пожежі – межа між пройденою або охопленою вогнем і не пройденою вогнем територією.

Ліси зелених зон міст і населених пунктів – ліси, розташовані за міською межею навколо населених пунктів і промислових підприємств або поблизу них, що за екологічним і соціально-економічним значенням та залежно від основних виконуваних ними функцій належать до категорії рекреаційно-оздоровчих та є місцем відпочинку населення.

Лісова пожежа – стихійне розповсюдження вогню територією лісового фонду.

Низові лісові пожежі – пожежі, які розповсюджуються надґрунтовим покривом і нижнім пологом.

Оцінювання впливу на навколишнє середовище – виявлення, аналіз та інтерпретація фактичного й можливого впливу господарської діяльності на природне середовище та його наслідків для природи й суспільства.

Площа лісової пожежі – територія, обмежена крайкою пожежі.

Пожежонебезпечний період – частина року від сходження снігового покриву до його утворення, коли виникають лісові пожежі.

Природне поновлення – природне утворення нового покоління лісу.

Рекогносцирування – попереднє обстеження місцевості для будь-яких подальших робіт, наприклад, для розміщення місць спостереження/моніторингу.

Стабільність екологічна – здатність екосистеми протистояти негативним чинникам середовища, включаючи антропогенні впливи.

Стан лісу – це якісна характеристика за комплексом показників, що відбиває відповідність насадження певній нормі, конкретним обставинам місця й часу, видовому складу й віку, а також цільовому призначенню лісів.

Стійкість лісів – здатність лісів зберігати свої властивості й функції, довговічність і тривалість росту за певного типового для цього регіону рівня мінливості чинників середовища.

Торф'яна лісова пожежа – лісова пожежа, під час якої горить торф'яний шар заболочених і болотяних ґрунтів.

Фронт лісової пожежі – найбільш рухома частина крайки пожежі.