



В. Б. Левченко  
І. В. Шульга  
А. А. Романюк  
В. А. Захарчук

## ОХОРОНА ЛІСІВ ВІД ПОЖЕЖ



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**МАЛИНСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ**

**ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ  
КОЛЕДЖ**

В. Б. Левченко, І. В. Шульга, А. А. Романюк, В. А. Захарчук

# **ОХОРОНА ЛІСІВ ВІД ПОЖЕЖ**

*за редакцією кандидата сільськогосподарських наук,  
доцента В. Б. Левченко*

***НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК  
ДЛЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ***

**Житомир  
Вид-во ЖДУ ім. І. Франка  
2025**

УДК 630.43

ББК 43.4

Л 20

*Навчальний посібник для практичних занять друкується за рішенням:  
методичної ради Малинського фахового коледжу (м. Малин)  
протокол № 3 від 26.11.2024 р.  
методичної ради Житомирського агротехнічного фахового коледжу  
протокол № 3 від 10.10. 2024 р.*

**Рецензенти:** Яворовський Петро Петрович, доктор с.-г. наук, професор,  
член-кореспондент лісівничої академії наук України, професор  
кафедри лісівництва ННІ лісового і садово-паркового  
господарства НУБіП України.  
**Распопіна Світлана Петрівна**, доктор с.-г. наук, професор,  
старший науковий співробітник.

**Автори:** **Левченко Валерій Борисович**, кандидат с.-г. наук, доцент;  
**Шульга Ігор Володимирович**, кандидат с.-г. наук, доцент;  
**Романюк Алла Андріївна**, спеціаліст вищої категорії,  
викладач-методист, Заслужений працівник освіти України;  
**Захарчук Володимир Андрійович**, кандидат с.-г. наук.

**Охорона лісів від пожеж. Навчальний посібник для практичних занять.**

Л 20. Студентам спеціальності 205 «Лісове господарство» освітньо-професійного ступеня «фаховий молодший бакалавр», початкового рівня (короткого циклу) вищої освіти «молодший бакалавр», першого рівня вищої освіти «бакалавр». / За ред. кандидата с.-г. наук, доцента В. Б. Левченко: - Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2025 р. – 144 с., іл.

В навчальному посібнику розкриваються питання практичної охорони лісів України від пожеж, обґрунтовано природу, фактори виникнення та поширення лісових пожеж, їх вплив на агролісоландшафти, біосферу, клімат. Розглядаються головні аспекти протипожежної профілактики, її форми і методи, забезпечення ефективної роботи Державної лісової охорони та ДСНС з прогнозування, моніторингу, своєчасного виявлення та гасіння лісових пожеж. Акцентується увага на боротьбі з лісовими пожежами з точки зору інноваційних досягнень вітчизняної та зарубіжної пірологічної науки і практики.

Навчальний посібник для практичних занять орієнтований на фахівців з лісового господарства, державної служби з надзвичайних ситуацій, охорони навколишнього середовища, науковців, викладачів і студентів закладів вищої, фахової передвищої освіти, вчителів біології, викладачів охорони праці, безпеки життєдіяльності та цивільного захисту, учнів загальноосвітніх шкіл, всіх хто цікавиться лісовими ресурсами, їх примноженням, не виснажливим та раціональним використанням.

©Левченко В. Б., 2025

©Шульга І. В., 2025

©Романюк А. А., 2025

©Захарчук В. А., 2025

## ЗМІСТ

|                                                                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Практична робота 1.</b> Проблема лісових пожеж в Україні та в світі .....                                                   | 4   |
| <b>Практична робота 2.</b> Основи теорії горіння.<br>Головні умови горіння при лісових пожежах .....                           | 21  |
| <b>Практична робота 3.</b> Лісові пожежі, пожежне середовище та<br>класифікація лісових пожеж .....                            | 29  |
| <b>Практична робота 4.</b> Організація охорони лісів від пожеж .....                                                           | 39  |
| <b>Практична робота 5.</b> Протипожежні профілактичні заходи.<br>Значення лісопожежної профілактики .....                      | 52  |
| <b>Практична робота 6.</b> Виявлення лісових пожеж<br>та протипожежні інформаційні системи .....                               | 69  |
| <b>Практична робота 7.</b> Організація гасіння лісових пожеж .....                                                             | 95  |
| <b>Практична робота 8.</b> Безпека під час гасіння лісових пожеж,<br>в тому числі на радіоактивно забруднених територіях ..... | 106 |
| <b>Практична робота 9.</b> Стратегія і тактика гасіння лісових пожеж. Відпал ..                                                | 116 |
| <b>Практична робота 10.</b> Наслідки лісових пожеж .....                                                                       | 123 |
| <b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....                                                                                        | 140 |

## **Практична робота 1. Проблема лісових пожеж в Україні та світі.**

План:

1. Світові тенденції щодо лісового пірогенезу.
2. Лісові пожежі в Україні. Пожежі на радіоактивно забруднених лісових територіях.
3. Вплив військової діяльності на ліси та його наслідки.

### **1. Світові тенденції щодо лісового пірогенезу**

В даний час на Землі щорічно виникає понад 200 тис. лісових пожеж, що охоплюють до 20 млн. га лісових земель. Хоча від вогню потерпають ліси практично всіх країн світу, більш гостро ця проблема стоїть в країнах з континентальним кліматом, де в складі насаджень переважають хвойні породи. Це території лісів Північної Америки, Європи і Північної Азії.

Сьогодні над лісами нашої планети нависла серйозна загроза - площі їх катастрофічно скорочуються (щохвилини лісовий покрив Землі зменшується на 20 га), деградує склад деревостанів, втрачається біологічне різноманіття. Як було відзначено на першому Всесвітньому з'їзді з охорони природи, що проходив в місті Ганновер в червні 1995 р., кожен годину з поверхні землі зникає один вид рослин і кожен день - один вид тварин. Ліс перетворився в об'єкт, що потребує невідкладної людської допомоги, зволікати з якою далі не можна. Сучасні ліси під впливом антропогенних, особливо техногенних впливів, втрачають роль стабілізатора екологічної рівноваги, послаблюється їх економічний потенціал, з'являються соціальні труднощі та проблеми, пов'язані зі знищенням лісів.

Дійсно, на сучасному етапі ліси виступають в ролі одного з головних природних механізмів, що підтримують і відновлюють умови життя на планеті Земля. Вони нормалізують газовий склад атмосфери, очищають воду, регулюють її надходження у водні об'єкти, захищають все живе від пилу, в т.ч. — радіоактивного, мають велике рекреаційне значення. Ось чому не можна розглядати ліс тільки як джерело деревини та інших не деревних продуктів. Ліс - найважливіший компонент біосфери, який зберігає необхідне в природі біологічне різноманіття і рівновагу. Ліс був і залишається провідним фактором екологічного благополуччя на планеті.

Але вже зараз у багатьох районах світу, в тому числі і в нашій країні, з'явилися цілі зони екологічного лиха, виникнення яких обумовлено знищенням та деградацією лісів внаслідок масових концентрованих рубок хвойних та листяних насаджень, нападами шкідників і хворобами дерев, негативним впливом викидів промислових підприємств. Однак найсерйозніші негативні наслідки для біосфери Землі мають лісові пожежі, які не лише знищують ліс, а

й, спалюючи величезну масу органічних речовин, викидають в атмосферу значну кількість вуглекислого газу, посилюючи тим самим так званий "парниковий ефект", викликаний збільшення масштабів накопичення вуглекислого газу в атмосфері в результаті спалювання різних видів вуглецевого палива. Наслідки цього явища можуть бути катастрофічними - це реальна загроза існуванню всім живим організмам на планеті, в тому числі і людині.

Не можна замовчувати і той факт, що лісові пожежі розширюють межі згубного радіоактивного забруднення, яке спостерігається після різноманітних радіаційних аварій та катастроф. Вони сприяють переносу радіонуклідів на значну відстань, збільшуючи таким чином територію небезпечних зон радіоактивного забруднення.

В Україні високий ступінь горимості лісів визначається домінуванням у складі лісів хвойних порід (близько 75 % державного лісового фонду представлено хвойними породами) і сприятливими для виникнення і розвитку лісових пожеж погодними умовами, внаслідок чого щорічно в окремих районах створюється напружена пожежна обстановка. При загальній площі лісового фонду України 1,18 млрд. га, активна боротьба з пожежами ведеться на 0,77 млрд. га. На кожен пожежонебезпечний сезон припадає 10 - 30 тис. загорянь, а пройдена вогнем площа становить 0,5 - 2 млн. га. На решті частини лісового фонду (0,41 млрд. га), пожежі поширюються на території 1 - 2 млн. га. Найсумніше, що лісові пожежі загрожують і життю людей. Подібні трагедії на лісових пожежах трапляються у всіх країнах світу, де проблема виникнення, розповсюдження і гасіння лісових пожеж стоїть досить гостро. Не завжди відома точна кількість загиблих в лісових пожежах, часто зустрічається інформація, що багато людей зникають на лісових пожежах безслідно - адже в періоди тривалих посух загоряння лісу трапляються в масовій кількості і частина з них, виходячи з під контроль, поширюється на величезних площах. Але кожен випадок загибелі людини - велика біда, якій можна було запобігти. Для цього треба знати елементарні правила поведінки на лісовій пожежі, безпечні способи її гасіння та мати висококваліфікованих фахівців, які здатні грамотно організувати людей і вміло керувати ними в процесі ліквідації лісової пожежі. На додаток до сказаного, дуже необхідними є превентивні заходи щодо захисту населених пунктів у вигляді створення різного роду протипожежних бар'єрів на шляхах можливого поширення вогню. Слід зазначити, що найбільша кількість людських жертв буває, коли від лісових пожеж згорають села і навіть цілі міста, що досить часто спостерігалось при масштабних лісових пожежах у 19-20 сторіччі.

Так, у другій половині позаминулого століття в США, в штаті Вісконсин пожежа, що охопила велику площу, стала причиною загоряння населених пунктів і загибелі півтори тисячі осіб. А через 10 років, в 1881 р, в штаті Мічиган з тієї ж причини загинуло 500 осіб. На початку минулого століття, в

1910 р, в США, в районі Склеястих гір спостерігалася найбільша в історії людства лісова пожежа, в результаті якої вигоріло 1,2 млн. га лісів. Вогняна стихія забрала життя 85 осіб. У 1939 р в Австралії відзначалася висока пожежна небезпека. Виникло багато великих лісових пожеж, наслідки яких були катастрофічні: 71 людина загинула. На шляху свого поширення вогонь знищив чимало населених пунктів, багато тварин згоріло живцем або задихнулася в диму. Через 10 років після австралійських подій, в сезон 1949 року тривала посуха і сильний вітер сприяли виникненню критичної пожежної ситуації в південних районах Франції. Пожежі охопили близько 130 тис. га лісової площі, вогонь завдав величезної шкоди лісам регіону і забрав життя 82 осіб, які захищали цей унікальний природний комплекс.

Неможливо не згадати про найбільший спалах лісових пожеж влітку 1915 року в Росії. Про наслідки її можна говорити за величиною території, пройденої вогнем - 12,5 млн. га. У спекотне літо 1921 року, коли протягом усього сезону опадів не було, в Марійській АРСР (нині Марійська автономна область) вогонь знищив 180 тис. га лісу, 60 населених пунктів, завдав великої шкоди тваринництву, загинуло 35 осіб. Історично, було зафіксовано спалахи лісових пожеж з трагічними наслідками. Зокрема було відзначено, що в 1972, 1976, 1987, 1992, 1995, 2006, 2010, 2012, 2015, 2018, 2019, 2020 роках лісові пожежі набули масштабного характеру. Архівні матеріали зазначають, що в 1987 році від масштабних лісових пожеж сильних збитків зазнала Читинська область. В цей же сезон відбулися сильні пожежі в КНР, в районі Великого Хінгану, на північному сході провінції Хейлунцзян. Таких спалахів не відзначалось в Китаї протягом останніх 40 років. Тільки за період травень-початок червня, вогняна стихія охопила територію загальною площею понад 1 млн га, завдала великий господарський збиток, знищила понад 600 тис. кв. м<sup>2</sup> житла, залишивши без даху над головою 50 тис. місцевих жителів. Загинуло 200 чоловік, багато хто отримав важкі опіки. Як показує сумний досвід останніх років, втрати від вогню багаторазово зростають, коли люди не в змозі своєчасно підготуватися до боротьби з ним. Найчастіше так відбувається в силу причин суб'єктивного характеру, але іноді свої корективи вносить погода. І якщо посуха не може відразу змінити стан горючих матеріалів, а разом з тим і величину пожежної небезпеки по погоді, то інша річ - вітер, який налітаючи раптово, досягає ураганної сили. Тоді, за лічені години пожежа охоплює величезні площі і завдає колосальних збитків.

Подібне сталося в Іркутській області 16 травня 1990 р. Вітер почав посилюватися з ранку і незабаром його пориви сягали 25-35 м/с. Ураган посилив діючі лісові пожежі, відновилося горіння раніше локалізованих осередків. Незважаючи на те, що на гасіння задіяли понад 1500 пожежних, 9 тис. військовослужбовців, 290 пожежних машин, понад 500 одиниць іншої техніки, 5 пожежних поїздів, 14 теплоходів, завдані збитки були надзвичайно великі. За добу від небувалого вогняного урагану постраждало 663 житлових

будинки, 1400 дачних будиночків, знищені окремі об'єкти і склади 13 промислових підприємств, понад десятка баз і складів сільських магазинів, 10 тваринницьких приміщень, де загинуло близько трьохсот голів худоби. Але головна біда в тому, що не обійшлося без людських жертв. Вогонь забрав життя 9 людей, п'ятеро зникли безвісти.

Однак роль пожеж в житті лісу і суспільства не можна оцінювати однозначно. Якщо сильні пожежі, як правило, згубно впливають на всі компоненти лісового біогеоценозу і завдають великої шкоди людському суспільству, то пожежі інших категорій інтенсивності можуть приносити певну користь, покращуючи умови зростання і знижуючи природну пожежну небезпеку насаджень. Позитивний вплив на ліс і навколишнє середовище в цілому може надати і застосування керованого вогню (палу).

Підводячи підсумок всьому вищесказаному, можна констатувати, що стихійний вогонь, особливо в лісі - страшний ворог людини. Але для того, щоб ефективно протистояти цій стихії, треба знати її природу, добре розумітись в питаннях виникнення лісових пожеж, умовах, що сприяють їх розвитку, а також передбачити наслідки вогневого впливу в кожному конкретному випадку. Ці знання необхідні і при використанні позитивної ролі вогню в лісі.

## **2. Лісові пожежі в Україні. Пожежі на радіоактивнозабруднених лісових територіях**

Пожежні ситуації у природних екосистемах України створюються, як правило, при антициклонічному баричному полі, та визначаються висотними гребнями й ядрами антициклону азорського походження, орієнтованими на південь, південний схід і схід. Такі синоптичні процеси з травня по жовтень призводять до встановлення малохмарної, сухої та спекотної погоди з великою кількістю сонячних днів і малою кількістю опадів, що призводить до висушування ґрунту і створення надзвичайної пожежної небезпеки та накопичення лісових горючих матеріалів (ЛГМ). Відповідно, найчастіше пожежі в природних екосистемах виникають в Криму, на півдні та сході України. Проте останні десятиліття схожі процеси все частіше спостерігають в центральних реіонах України, а також на Поліссі та в зоні Карпат. Також надзвичайні пожежні ситуації все частіше фіксують в лисопаді та лютому по всій території країни.

Найбільш небезпечними пожежами в природних екосистемах вважають лісові та торфові пожежі, що якраз і притаманно зоні Полісся України. Найбільш пожежонебезпечними є хвойні молодняки та середньовікові насадження на Поліссі, Півдні та Сході України, загальна площа яких лише по ДП «Ліси України» складає більше 2 млн га, в тому числі по Житомирській області близько 270 тис. га. В окремих областях Західної України, де



переважають листяні деревостани та значна кількість опадів протягом вегетаційного періоду, пожежна небезпека в лісах значно менша.

Основною причиною виникнення лісових пожеж в Україні вважається антропогенний фактор, а відтак головну увагу слід приділяти лісам, розташованим на густонаселених територіях, поблизу промислових центрів, шляхів сполучення, в зонах інтенсивної рекреації.

Навесні значна кількість пожеж у лісових екосистемах виникає внаслідок спалювання сухої рослинності і її залишків на с.-г. угіддях, обабіч доріг, розташованих поблизу лісових масивів та випалювання сухої рослинності мешканцями населених пунктів.

Протягом літнього періоду та в першій половині осені, лісові пожежі по всій території України обумовлені як природними факторами, так і інтенсивною рекреаційною діяльністю людей.

Також слід зауважити, що в лісах, де відмічається незадовільний санітарний стан та/або проводиться недостатня кількість санітарно-оздоровчих заходів (санітарні рубки, очищення від захаращення тощо) спостерігаються більш сильні та тривалі лісові пожежі.

Високі температури та низька вологість повітря характерні для останніх десятиліть, що створюють найбільш сприятливі умови для різького зростання чисельності шкідників лісу, в тому числі – соснового пильщика та шовкопряда, біологічна діяльність яких призводить до пригнічення росту і розвитку дерев з їх подальшим всиханням, а відповідно й до збільшення пожежної небезпеки в лісах, - особливо в зонах значних лісових масивів (Карпати, Полісся).

Однією з найскладніших проблем лісової пірології на сьогоднішній день є лісові пожежі на територіях радіоактивного забруднення земель внаслідок різноманітних радіаційних аварій. Складність ситуацій з лісовими пожежами в радіоактивно забруднених лісах викликана рядом причин. Однією з головних є мозаїчність радіоактивного забруднення як значних територій, так і невеликих лісових ділянок. Так, за даними радіологічних досліджень, проведеними в перші роки після аварії на ЧАЕС, на територіях окремих держлісгосів (наприклад, 14 виділ 50 кварталу Повчанського лісництва Лугинського держлісгоспу), навіть в межах одного лісотаксаційного відділу спостерігались значні коливання (в 2-3 рази!) радіоактивного забруднення ґрунту (Краснов, 1998). В останні десятиріччя певні проблеми виникають також у зв'язку із зміною радіологічної обстановки в лісах, що пов'язано також із значними сильними та довготривалими пожежами на цих територіях, які в певній мірі призводять до перерозподілу радіонуклідів як в компонентах лісового біоценозу, так і взагалі на значних площах лісових та інших угідь. Гасіння лісових пожеж на радіоактивно забруднених територіях пов'язано із необхідністю дотримуватись норм та правил радіаційної безпеки з метою недопущення понаднормативного опромінення пожежних та працівників, задіяних при гасінні пожеж. З початком великомасштабної агресії росії проти України в лютому 2022 року в лісах,

розташованих на радіоактивно забруднених територіях Житомирської, Київської та Чернігівської областей, розгорнулись бойові дії, що також вкрай негативно вплинуло як на радіологічну ситуацію на цих землях, так і на виникнення пожеж.

Джерелами радіоактивного забруднення природного середовища на території України виступають планові та аварійні викиди радіоактивних речовин від підприємств ядерного паливного циклу, глобальні випадіння радіонуклідів від випробувань ядерної зброї тощо. В даний час ми маємо в своєму розпорядженні достатньо повну інформацією про наслідки радіаційних аварій, випробувань ядерної зброї, що призвели до суттєвого підвищення рівня радіоактивного забруднення довкілля, в тому числі – довгоживучими радіонуклідами.

Не зважаючи на значний об'єм проведених обстежень земель та угідь, забруднених радіонуклідами внаслідок аварії на ЧАЕС, та тривалий час після аварії, матеріали щодо площ забруднених ними, є досить суперечливі, а дані відрізняються один від одного іноді в декілька разів. Так, площа територій, забруднених  $^{137}\text{Cs}$  понад  $5 \text{ Ки/км}^2$ , в Україні складає 377,5 тис. га (Барьяхтар та ін. 1995), а за іншими даними (Яблоков, 1997) площі з рівнем забруднення понад  $1 \text{ Ки/км}^2$  нараховують близько 70 тис.  $\text{км}^2$ , або 7000 тис. га. Внаслідок особливих метеорологічних умов в період інтенсивних викидів після аварії на ЧАЕС та особливостей структури ландшафтів, сформувались 4 сліди первинного радіоактивного забруднення територій чорнобильського походження: західний, північний, південний і північно-східний (Барьяхтар та ін. 1995). І саме на західному та північному сліді розташоване майже все Українське Полісся, де сконцентровано майже 40% площі лісів України (Краснов В. П., 1998).

За даними Державного агентства лісових ресурсів України, ліси займають близько 30% забрудненої радіонуклідами території, а в окремих районах - до 50%. У цій зоні розташовуються 140 лісгоспів, 380 лісництв. Найбільша кількість максимально забруднених радіонуклідами площ за межами 30-кілометрової зони навкруги ЧАЕС знаходиться саме на території Житомирської області, при цьому найбільше лісопокритих земель, що зазнали інтенсивного радіоактивного забруднення ізотопами цезію більше  $15 \text{ Ки/км}^2$ , знаходиться в колишньому Народицькому держлісгоспі – 14,9 тис. га, в Овруцькому держлісгоспі – 14,2, в Лугинському – 2,1 та в Білокоровицькому держлісгоспах – 0,3 тис. га, наступні місця за цим показником посідають держлісгоспи Київської та Чернігівської областей (Краснов В. П., 1998). Радіологічна ситуація в лісах Полісся України ускладнюється ще й тим, що тут переважають ґрунти, які сприятливі для інтенсивної міграції радіонуклідів у рослинність. Так, ще в дочорнобильських дослідженнях (Марей, 1970) було встановлено, що екологічні, зокрема ґрунтові умови Українського Полісся обумовлюють високу міграційну здатність  $^{137}\text{Cs}$ , яка в окремих випадках наближається до такої у  $^{90}\text{Sr}$ .

При радіоактивному забрудненні території, головну небезпеку несуть довгоживучі радіонукліди, серед яких особливо виділяють цезій - 137, стронцій - 90, плутоній - 239, америцій - 241 і ін. Середньо- та короткоживучі радіонукліди - цезій - 134, йод - 131, рутеній – 106, церій-144, стронцій – 89 та інші небезпечні лише в перші роки та місяці після забруднення. Досить сказати, що цих радіоактивних елементів (крім довгоживучих) сьогодні вже практично не існує на землях, які зазнали радіоактивного ураження внаслідок Чорнобильської катастрофи.

Одинією з основних характеристик радіоактивних речовин - період напіврозпаду - цей час, протягом якого розпадається половина атомів речовини з тих, що були спочатку. У короткоживучих радіонуклідів даний показник становить за вищезгаданими елементами від 8 діб у йоду - 131 до 368 діб у рутенію - 106, 2 роки – у цезія-134, тоді як у довгоживучих радіонуклідів він дорівнює: у цезію-137 - 30 років, стронцію -90 - 28 років, плутонію -239 - 24065 років, америцію 241- 433 роки.

У районах, постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС, певна кількість короткоживучих радіонуклідів зберігалась протягом 10 періодів їхнього напіврозпаду - від 8 до 20 років, але зараз вони не визначають рівня радіоактивного забруднення території. Що ж стосується цезію-137 і стронцію-90, то їх вплив буде відчуватися на землях з досить високим ступенем концентрації цих елементів протягом 6-10 періодів напіврозпаду, тобто 180-300 років. Забруднення плутонієм-239, а відповідно, і америцієм-241, мало місце в основному в радіусі 30 км від ЧАЕС, але тут становище ще більш загрозливе: плутоній та америцій будуть присутні в лісах тисячі років.

На сьогодні однією з головних проблем лісових пожеж на радіоактивно забруднених територіях України є, перш за все виникнення пожеж, які Брайєн Милаковський влучно назвав «пожежами нового типу» (Древлянський заповідник, Зона відчуження, лісгоспи в Житомирській та Київських областях. Для таких пожеж, як відмічають фахівці Регіонального Східноєвропейського центру моніторингу пожеж, характерним є в першу чергу сильний поривчастий вітер змінних напрямків до 30–40 км/год., висока або надзвичайна пожежна небезпека (Сергій Зібцев та ін., 2020). Так, у квітні та серпні 2015 року сталися великі пожежі у Зоні відчуження (14,8 тис. га), у тому числі у 10-ти кілометровій зоні, які за даними Норвезького Інституту досліджень атмосфери призвели до забруднення шістьма радіонуклідами значних територій Європи. 27 березня сталася перша велика пожежа 2020 року – згоріли ліси та перелоги на західному кордоні Зони відчуження площею 750 га, а вже протягом 3–4-го квітня пожежею було знищено майже половину лісів Древлянського природного заповідника, яка згодом поширилася у Зоні відчуження. Основна кількість радіонуклідів зосереджується в лісовій підстилці і верхньому шарі ґрунту. Особливо добре радіонукліди адсорбуються глинистими матеріалами і

органогенними речовинами ґрунту, в рослини ці елементи надходять головним чином через коріння, а накопичення їх в рослинному організмі залежить від ряду факторів: рівня щільності забруднення ґрунту, його фізико-хімічних властивостей, мікрорельєфу (в знижених спостерігається велика забрудненість дерев), пори року, деревини, фізіологічного стану дерева (чим краще стан дерева, тим сильніше питоме забруднення) і ін. Якщо ж розглянути питоме забруднення окремих частин дерева, то найбільшою мірою забруднена виявляється хвоя (листя). Потім в порядку зменшення йде кора, корені, деревина. У весняний період найвищий рівень радіоактивності відзначався у молодих пагонів, що досить серйозно перевищує цей показник у хвої.

При радіоактивних викидах, лісові насадження затримують значно більше радіонуклідів, ніж відкритий простір. Тому лісові пожежі, навіть якщо їх інтенсивність невелика, сприяють вторинному забрудненню прилеглих територій. Головна небезпека таких пожеж - відкриті джерела іонізуючого випромінювання, які знаходяться в продуктах згоряння сухих ЛГМ. Концентрація їх у золі і недопалках може становити десятки тисяч і більше беккерелів на 1 кг їх маси. Нагадаємо, що беккерель (Бк) - одиниця активності нукліда. 1 Бк дорівнює активності нукліда, при якій за 1 секунду відбувається один акт радіоактивного розпаду. Але до цих пір дуже часто вживається інша одиниця активності - кюрі (Ки); 1 Ки дорівнює  $3,7 \cdot 10^{10}$  ядерних перетворень за 1 с (Бк).

Багаточисельними дослідженнями встановлено, що первинні радіоактивні викиди затримуються в основному кронами дерев і потім надовго закріплюються в елементах біогеоценозу. Найбільше радіонукліди затримують хвойні молодняки. Так, сосновий молодняк повнотою 0,6 затримує кронами до 90 - 100% радіонуклідів. З віком деревостану, цей показник знижується, ще менше він у листяного лісу. Ось чому в перші тижні після радіоактивних випадань найбільшу загрозу представляють верхові пожежі в хвойних молодняках.

Згодом, в результаті випадання атмосферних опадів, вітру, а також в силу фізіологічних причин - опадання хвої, гілок, лусочок кори, відбувається міграція радіонуклідів в нижні елементи біогеоценозу, головним чином в лісову підстилку і верхні шари ґрунту. Через рік, вміст радіоактивних речовин в надземній фітомасі в зоні ЧАЕС знизився до 6-7%. У лісовій підстилці зосереджується понад 50% радіонуклідів (в соснових лісах їх вміст може доходити до 90-95%), але значно менше їх в підстилці листяних насаджень (до 20%), що пояснюється великою швидкістю її розкладання і переміщенням забруднювачів в верхній (0-4 см) шар ґрунту. З цієї причини навіть низові пожежі стають досить небезпечні в плані перенесення радіонуклідів на нові площі і перезараження їх.

Умови, що складаються при лісових пожежах на радіоактивно забруднених територіях, обумовлені наступним:

-наявність на території пожежі та місцях її можливого поширення ділянок з високим рівнем радіоактивного забруднення, який в рази перевищує середній для осередку пожежі;

-складність та\або неможливість доступу техніки та людей до місця гасіння пожежі;

-можливість забруднення лісових (та прилеглих до лісу) площ продуктами горіння внаслідок перенесення радіонуклідів та забруднених ними продуктів горіння на значні відстані, особливо при сильних вітрах;

-радіоактивне опромінення людей, задіяних на ліквідації\спостереженні за лісовою пожежею;

-забруднення пожежної техніки, обладнання, спорядження людей радіоактивними речовинами.

Головними носіями радіаційної небезпеки при лісових пожежах виступають тверді продукти горіння - недопал і зола. Недопал є неповністю згорілими лісовими матеріалами. Частина недопала залишається на згарищі у вигляді обвуглених органічних речовин, а частина у вигляді дрібних твердих частинок диму (сажі) несеться вітром. Зола - вогнетривкий залишок, що утворюється при спалюванні речовини органічного походження. Це легкий порошок сіро-чорного кольору, мало гігроскопічний.

Раніше ми вказували, що дим від лісових пожеж негативно впливає на екологічну обстановку і це несприятливо позначається на здоров'ї людини. Незмірно більшої шкоди завдає дим пожеж, що діють на забруднених радіонуклідами територіях. Дим відноситься до аерозолів з розміром частинок від 0,1 до 10 мкм. Частинок дуже малих розмірів (до 5 мкм) вільно проникають в легені.

Високі температури, що виникають при лісових пожежах, винос значної кількості продуктів горіння та аерозолів в атмосферу, складні процеси руху та розпаду димового шлейфу в залежності від метеоумов, поведінка в ньому твердих та рідких складових, а також геохімічні властивості самих елементів (важких металів, радіонуклідів) не можуть не відбитися на їх поведінці в процесі горіння, переносу та випадіння на земну поверхню.

Тверді частинки в димових газах - це недопали сухих ЛГМ і зола, що володіють при згорянні забруднених лісових матеріалів високим рівнем радіоактивності. Причому недопал і зола мають завжди більше питомих забруднень, ніж згорілий матеріал. За інформацією, представленою Поліським філіалом УкрНДІЛГА, в золі і недопалі хвої сосни звичайної міститься радіонуклідів від 12 до 44 разів більше, ніж в самій хвої в повітряно-сухому стані; а по сухим гілочках сосни це перевищення склало в 55 разів більше. У нижньому шарі лісової підстилки недопал і зола мали питому активність, що перевищує лише в 3 рази цей показник до спалювання шару. Така невелика різниця пояснюється тим фактом, що нижня частина підстилки знаходиться в напіврозкладеному стані, для якого характерна висока зольність.



Яка ж кількість твердих частинок міститься в димах лісових пожеж? Це безпосередньо залежить від маси згорілих сухих ЛГМ. Американські дослідники встановили, що при стихійних пожежах викид твердих часток при згорянні 1 т горючих матеріалів становить 26 кг. У той же час при контрольованих палах викид зменшується до 8 кг на 1 т палива. За розрахунками УкрНДІЛГА, в районах, забруднених радіонуклідами після аварії на ЧАЕС, лісова пожежа, що охопила площу 200 га, може дати 70 т радіоактивної золи, що переходить в аерозолі димів.

Говорячи про вторинне радіоактивне забруднення територій внаслідок лісових пожеж, не можна промовчати про наслідки такого грізного явища, яким виступають осередкові пожежі. Швидкість згорання сухих ЛГМ на фронті цих пожеж становить десятки кілограмів в хвилину. Дим над осередком, а разом з ним і продукти згорання, забруднені радіонуклідами, піднімається вгору на кілометри і потім розноситься на великі відстані горизонтальними потоками повітря.

Важкі метали та радіонукліди, які потрапили до компонентів лісового біогеоценозу, не можуть не реагувати на геохімічні зміни рослинно-грунтового покриву, які обов'язково відбуваються при лісових пожежах. Міграція одних та накопичення інших елементів на згарищах, супроводжується не лише зміною геохімічних показників ґрунтового покриву, але й форм перебування важких металів та радіонуклідів у ґрунтово-рослинному покриві осередків пожежі.

З димовими шлейфами виносяться такі токсиканти: ртуть, кадмій, свинець та штучні радіонукліди в тому числі  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$ , ізотопи плутонію (Б. Л. Щербов, 2015).

Продукти горіння від лісових пожеж, які виносяться до верхніх шарів атмосфери, стають центрами конденсації вологи утворюючи краплини. Знаходячись всередині хмари диму вони підхоплюють їх з подальшим перенесенням та випадінням на земну поверхню в інших місцях. Під час формування конвекційної колонки над осередком лісової пожежі разом з центрами акумуляції продуктів горіння захоплюються також важкі метали та радіонукліди. При цьому чим менша частинка, тим на більшу відстань вона буде перенесена.

Радіоекологічною, пірологічною наукою і практикою накопичено значний, хоча в окремих випадках і дещо суперечливий фактичний матеріал щодо різноманітних аспектів поведінки радіонуклідів при лісових пожежах та перерозподілу їх між компонентами лісового біогеоценозу. Коротко наведемо основні особливості цієї поведінки, які на сьогодні є загальноприйнятими в лісовій пірології та радіоекології.

При лісових пожежах певна частина штучних радіонуклідів осідає поблизу осередка пожежі на підвітряному боці, хоча плутоній осідає на надвітряному боці.

Радіоцезій та радіостронцій залучаються в емісію при будь-якому типі горіння лісової підстилки, але при слабкому вітрі перерозподіляються як по згарищу, так і по ярусам лісу, або осідають безпосередньо біля вогнища пожежі.

Винос із згарища радіоцезію може в окремих випадках досягати до половини їх початкового вмісту в лісовій підстилці; для інших радіонуклідів та важких металів показники міграції значно менші.

Компоненти лісового біогеоценозу (лісова підстилка, мохи, лишайники та хвоя дерев) на прилеглих до згарищ площах з підвітряного боку, а також на ділянках осередка згарища які не захопив вогонь, збагачуються елементами-мігрантами за рахунок їх осідання в ближній зоні.

Сильні масштабні верхові пожежі практично завжди супроводжуються зменшенням вмісту в площі пожежі радіонуклідів; при динамічних низових пожежах може відбуватись їх накопичення в ґрунтово-рослинному покриві згарища.

При лісових пожежах найбільша кількість потрапивших в атмосферну емісію елементів буде мігрувати в складі пилу та аерозолів. При цьому чим вища сила вогню, тим вище кількісна оцінка повітряної міграції елементів.

На фактор та величину міграції радіонуклідів при лісовій пожежі впливає стан лісових горючих матеріалів, перш за все – їх вологість. Також на міграцію радіонуклідів при пожежі впливає характер їх розподілу в ЛГМ.

На міграцію радіонуклідів при лісових пожежах значної мірою впливають погодні умови в зоні та під час пожежі. Проте більш суттєвий цей фактор є при невеликих опосередкованих пожежах. Суха та тепла погода сприятливі для міграції радіонуклідів, а туманна та дощова навпаки, так як сприяє вимиванню та осіданню пилових та аерозольних часток з димового шлейфу.

Активна міграція радіоцезію із згарищ може бути пов'язана з їх температурою кипіння: чим вона нижча, тим активніше він мігрує під час пожежі. Також для радіоцезію притаманна підвищена леткість, через що він при пожежах мігрує значно далі, ніж інші радіонукліди або важкі метали.

Методичними центрами по виконанню робіт по гасінню лісових пожеж в умовах радіоактивного забруднення могли б стати відділи (лабораторії) радіаційного контролю, що організовуються в державних органах управління лісовим господарством України. Але для забезпечення ефективної роботи таких підрозділів потрібні фахівці і, що не менш важливо, матеріально-технічна база, що дозволяє вирішувати поставлені питання.

Відповідно до отриманої інформації про забруднення земель лісового фонду радіонуклідами, треба розробити проекти протипожежного впорядкування лісів. При цьому слід пам'ятати, що ліси, які мають радіоактивне забруднення, за режимом охорони прирівнюються до лісів 1-го класу пожежної небезпеки і при плануванні в них протипожежних заходів, включають ряд додаткових вимог, які враховують екстремальні умови, в яких здійснюється охорона державного лісового фонду.

В якості однієї з пріоритетних завдань на сьогоднішній день виступає розробка способів і засобів боротьби з вогнем в умовах радіоактивного забруднення. Людям, які беруть участь в гасінні пожеж у цих умовах, повинна бути забезпечена радіаційна безпека: всіх працівників необхідно забезпечувати засобами індивідуального захисту, що відповідають нормам і вимогам, встановленим для персоналу при роботах з відкритими джерелами іонізуючих випромінювань.

Проблема боротьби з лісовими пожежами на забруднених радіонуклідами площах ускладнюється тим фактом, що техніка та обладнання, що використовуються для гасіння лісових пожеж внаслідок перезараження радіоактивними речовинами, швидко стають непридатними до подальшої експлуатації. За даними дозиметричного контролю, вузли та деталі машин і механізмів, які працювали в зоні забруднення радіонуклідами після аварії на ЧАЕС протягом року, мають рівень радіоактивного забруднення, що в 3-4 рази перевищує гранично допустимі концентрації, і не піддаються дезактивації.

### **3. Вплив військової діяльності на ліси та його наслідки**

Будь-які дії військового характеру негативно впливають на природні екосистеми, в тому числі й на лісові. Вплив військових дій на ліси багатогранний, довготривалий та практично в усіх випадках – негативний.

#### **Основними чинниками впливу військових дій на ліси виступають:**

- безпосереднє ведення в лісах та на прилеглих територіях бойових дій різної інтенсивності, складності та тривалості;
- вибухи боєприпасів різних видів (снаряди, міни, ракети різних типів тощо) при веденні бойових дій;
- падіння в лісових масивах збитих (знищених) літальних апаратів та їх частин різних видів та типів (літаки, гвинтокрили, БПЛА тощо);
- підпали та лісові пожежі;
- будівництво фортифікаційних (окопи, бліндажі, склади, укриття, командні пункти тощо) та інших споруд;
- мінування лісових масивів (протитанкові та протипіхотні міни, розтяжки, міни-пастки тощо);
- пересування та перебування в лісових насадженнях техніки і особового складу;
- вирубка окремих дерев та цілих лісових площ;
- забруднення ґрунту та насаджень сміттям, військовим спорядженням, технікою та/або їх залишками, паливо-мастильними матеріалами, авіаційним та ракетним паливом, зброєю різних типів і боєприпасами;
- залишення або захоронення загиблих людей та тварин (рис.1).



**А**



**Б**



**В**



**Г**

**Рис. 1 Знищена військова техніка:**

- А - БМП-2 , Виступовичське лісництво;
- Б - військова колона, там же;
- В - Т-64, Радчанське лісництво, філія Народицьке СЛГ;
- Г - ЗУ-23-2 та Урал, Журбеське лісництво.

Всі вищенаведенні чинники впливу військових дій на лісові екосистеми викликають в них зміни різноманітного характеру і тривалості, наслідки яких доводиться усувати як під час самих військових дій, так і тривалий час після них із значними витратами часу, матеріальних та людських ресурсів.

Внаслідок збройної агресії Росії лісові території 11 областей України (Дніпропетровської, Донецької, Житомирської, Запорізької, Київської, Луганської, Миколаївської, Сумської, Харківської, Херсонської, Чернігівської) що охоплюють 1,9 млн га або 18,0% від їх загальної площі, виявилися тимчасово окупованими. З 2014 року ліси Автономної Республіки Крим, міста Севастополь, Донецької та та Луганської областей окуповані, що становить 0,5 млн га або 4,8 % від їх загальної площі.

Військові дії викликають в лісах негативні наслідки наступного характеру та спрямованості (рис.2).

| Екологічні:                                                                                                                                                                                                                                                                  | Економічні:                                                                                                                                                                                                                   | Господарські:                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Ослаблення лісової рослинності та поява хвороб і шкідників;<br/>Зниження темпів приросту лісоутворюючих порід;<br/>Порушення основних функцій лісу: водорегулюючої, ґрунтозахисної, екологічної;<br/>Забруднення лісових біогеоценозів продуктами вибухів та паливами</p> | <p>Витрати на лісовідновлення;<br/>Витрати на усунення забруднень;<br/>Витрати на ліквідацію лісових пожеж;<br/>Недоотримання прибутку від реалізації продукції лісу;<br/>Відновлення господарських споруд та комунікацій</p> | <p>Знищення лісо-господарської інфраструктури: лісових доріг, кварталних знаків, веж та щогл, будинків лісництва, рекреаційного обладнання та споруд;<br/>Знищення накопичених запасів лісової продукції</p> |

**Рис. 2 Наслідки впливу військових дій на ліси**

За час війни бойові дії велися на площі 3 млн га українських лісів. Постраждали також значні площі об'єктів природно-заповідного фонду. Станом на 1 жовтня 2022 року близько 0,5 млн га все ще залишалися окупованими та/або піддавалися активним бойовим діям (тобто 15 лісгоспів, 63 лісництва на півдні та південному сході країни) з відповідними наслідками для лісових біогеоценозів (рис.3). Близько 2,45 млн га на півночі та сході країни були знову звільнені до кінця 2022 року. Близько 730 тис. га лісів Державного агентства лісових ресурсів України, включаючи Кримський півострів, залишаються окупованими (Матейчик, В. 2022).

За даними Державного агентства лісових ресурсів з початку повномасштабного вторгнення в Україні повністю знищено до стадії припинення росту до 900 гектарів лісу (це ліси, на території яких проходили активні бойові дії, як приклад – Серебрянський ліс на Донеччині), а за попередніми розрахунками загалом постраждали більше 100 тисяч гектарів лісів, включно з лісами, де вже пройшли низові пожежі. Безумовно, в разі продовження військових дій ці цифри будуть лише зростати.

З початком війни та спричинених нею лісових пожеж, кількість їх площ різко зростає. Як видно з наведеної нижче таблиці, відсутність доступу до лісів сприяла значному збільшенню кількості пожеж та їхньої площі. Найбільше лісових пожеж сталося в Херсонській (8,2 тис. га), Миколаївській (2,3 тис. га) та Київській (1,1 тис. га) областях. Повний обсяг збитків, завданих інфраструктурі та майну лісового господарства, можна буде скласти лише після закінчення війни (Birdlife International, 2022).

**Частота лісових пожеж станом на 10.10.2022**  
**(джерело: за матеріалами Держлісгентства)**

| Показники                                   | Роки |       |
|---------------------------------------------|------|-------|
|                                             | 2021 | 2022  |
| Кількість лісових пожеж                     | 528  | 904   |
| Площа низових і верхових пожеж (га)         | 231  | 12949 |
| Лише поверхневі пожежі (га)                 | 1,4  | 1210  |
| Кількість масштабних пожеж (більше як 5 га) | 1    | 132   |
| Площа великих пожеж, (га)                   | 6    | 11894 |

З початком російської агресії, коли ворог наступав на Київ, Харків, Суми, Чернігів, окупував Чорнобильську АЕС та зону відчуження, найбільший вплив зазнали лісові масиви навколо великих міст на Півночі і Сході України, розташовані в долинах річок: Сіверський Донець, Оскіл, а також ліси, розташовані на територіях природно-заповідного фонду нашої країни. Так, активне використання артилерії, авіації по військових та інфраструктурних об'єктах в лісах і біля них, призвело до того, що протягом весни 2024 року в Чорнобильській зоні відчуження та на її околицях згоріло понад 10 тис гектарів лісів. Слід також відмітити, що крім пожеж внаслідок обстрілів, на ліси суттєво впливають самі вибухи боєприпасів, під час яких в довкілля викидається значна кількість продуктів вибухів, а також відбувається вплив на лісову фауну. Продукти детонації боєприпасів забруднюють ґрунтові води токсичними елементами.

Як правило, при веденні бойових дій в лісах в першу чергу ураження зазнають відносно молоді хвойні насадження, що обумовлено низкою причин, які не завжди пов'язані безпосередньо з самими насадженнями та\або особливостями лісорозведення на певній території. Такі ліси більш придатні для облаштування позицій з точки зору маскування, деревина сосни відразу використовується для будівництва фортифікаційних споруд. Відповідно, саме вони з обладнаними позиціями зазнають постійного вогневого впливу, який здатний викликати локальні пожежі та знищення деревостанів.





**А**



**Б**

**Рис. 3 Знищені лісові деревостани внаслідок вибухів боєприпасів**

А - знищений деревостан сосни звичайної через лісову пожежу внаслідок ворожого обстрілу в умовах філії Макарівське ЛГ;

Б - знищений деревостан через ворожий обстріл в умовах філії Тетерівське ЛГ.

Пожежі, що виникають в лісах під час ведення бойових дій багато в чому відрізняються від звичайних лісових пожеж, викликаних природними та антропогенними чинниками (підпали лісу внаслідок недбалості або навмисних дій).

**По-перше**, природні пожежі викликані блискавками і т.п. певним чином прив'язані до погодно-кліматичних умов і мають більш-менш чітко виражену сезонність, то в разі пожеж, викликаних військовими діями, така прив'язка практично повністю відсутня.

**По-друге**, якщо процес природного горіння лісових масивів також значною мірою пов'язаний з погодними та природно-кліматичними факторами (сила та напрям вітру, кількість опадів, рельєф місцевості тощо), то пожежі в лісах, викликані військовими діями (артилерійські обстріли, авіаційні та ракетні бомбардування, вибухи боєприпасів, горіння пального та техніки, розміщених в лісі), залежать перш за все від характеру та інтенсивності бойових дій.

Досвід війни в Україні показує, що бойові дії різного характеру на території навіть окремого лісового масиву можуть тривати не лише тижнями, а й багато місяців, відповідно осередки займання лісової рослинності можуть виникати постійно та скрізь, де такі дії проводяться.

**По-третє**, накопичення в лісах під час бойових дій організованих та стихійних складів боєприпасів, пального та їх залишків – як окремо, так і хаотично розкиданих по лісу, в підбитій техніці, в захисних спорудах, а також значна кількість різноманітних мін, вибухових пристроїв в разі поширення лісової пожежі, особливо низової також може призводити до їх детонування, що досить часто супроводжується загоранням лісових горючих матеріалів, особливо в посушливий період. Також не слід забувати, що ведення бойових дій часто супроводжується використанням запалювальних боєприпасів – від звичайних запалювальних патронів до сучасних вогнеметних систем (ТОС-1, ТОС-2), здатних уразити за один залп десятки тисяч квадратних метрів, які також здатні викликати осередки займання – як природних матеріалів, так і військового обладнання, техніки, а тим більше палива.

Не слід забувати, що організувати процес гасіння лісової пожежі, особливо значної за площею та інтенсивністю, в умовах бойових дій, що тривають практично не можливо з ряду причин:

- загроза працівникам ДСНС від бойових дій, що тривають;
- неможливість застосувати для гасіння пожежі спеціальної пожежної техніки, обладнання, авіації;
- територія лісової пожежі в зоні бойових дій може бути насичена пожежо- та вибуховонебезпечними предметами, що становить пряму загрозу;
- відсутність в зоні проведення бойових дій фахівців щодо гасіння лісових пожеж.

Військові дії, які ведуться на територіях лісових масивів становлять небезпеку в плані виникнення пожеж не лише під час безпосередніх бойових дій, але й тривалий час після них. Світовий досвід показує, що в

лісах по закінченню війни на довгі роки залишається значна кількість вибухо- та пожежонебезпечних предметів, здатних вибухати за певних умов, викликаючи при цьому осередки займання протягом дуже тривалого часу. Крім того, певна частина лісових та лісопокритих площ після війни буде не лише виведена з лісогосподарського користування. Така ситуація призведе до накопичення на них значної кількості лісових горючих матеріалів, сухостійних та всихаючих дерев з відповідним ризиком виникнення та поширення лісових пожеж.

*Контрольні запитання:*

1. Назвіть основні причини виникнення пожеж у світі.
2. Дайте характеристику пірогенній ситуації в Канаді, США.
3. Чому виникають лісові пожежі в Україні?
4. Як не допустити виникнення та поширення лісової пожежі?
5. Особливості пожеж на радіоактивнозабруднених територіях.
6. Основні чинники впливу військових дій на ліси.

**Практична робота 2. Основи теорії горіння.  
Головні умови горіння при лісових пожежах.**

**План:**

1. Горіння як основний процес пірогенезу в лісах України.
2. Самозаймання, тління, відкрите горіння.

**1. Горіння як основний процес пірогенезу в лісах України**

Одним з перших хімічних явищ, з яким зіткнувся людина на Землі, було горіння. Поступово людина навчилася користуватися вогнем, призначення якого спочатку полягало в обігріві житла і приготуванні їжі. З розвитком людства накопичувалися нові факти, уявлення про горіння змінювалося.

Великий внесок у вивчення цього явища вніс М. В. Ломоносов. Нагріваючи метали, він визначив, що маса зразків при прожарюванні зростає. Так як в той час кисень ще не був відомий, вчений пояснив дане явище з'єднанням металу з повітрям. Пізніше, французький дослідник Лавуазьє, спостерігаючи подібні явища, виявив, що сполучена частина повітря, становить лише одну п'яту частину його обсягу тобто це був кисень який і підтримував процес горіння. Далі ці дослідження продовжили інші вчені, і в результаті сьогодні ми маємо досить велику кількість інформації, що дозволяє керувати процесом горіння.

**Горінням** називають складний фізико-хімічний процес взаємодії горючого матеріалу та окиснювача, який характеризується хімічним перетворенням, що самоприскорюється і супроводжується виділенням великої кількості тепла та світла.



Полум'яне горіння може виникнути або під дією джерела запалювання (займання), або внаслідок різкого збільшення швидкості екзотермічних реакцій (самозаймання).

Самозаймання полягає у виникненні полум'яного горіння попередньо нагрітої до певної критичної температури горючої суміші (так званої температури самозаймання); цей режим проходить у вигляді спалаху і характеризується одночасним горінням всієї горючої речовини. Матеріали та речовини, які горять характеризуються різною температурою самозаймання (таблиця 2).

Таблиця 2

#### Температура самозаймання деяких горючих речовин

| Речовина | Температура, °C | Речовина          | Температура, °C |
|----------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Деревина | 375-500         | Бензин авіаційний | 360             |
| Торф     | 405             | Олія соняшникова  | 370             |
| Кокс     | 700             | Етиловий спирт    | 400             |
| Папір    | 230             | Бавовна           | 407             |

Займання є поширенням хвилі горіння (поширення фронту полум'я) по холодній горючій суміші при її локальному підпалі зовнішнім джерелом.

Полум'я – це видима зона горіння, в який спостерігається світіння та випромінювання світла. Полум'я, що виникнуло внаслідок займання, само по собі стає джерелом потоку тепла та термічно-активних часток в прилеглі шари свіжої горючої речовини, за рахунок чого здійснюється переміщення фронту полум'я в просторі і часі.

З рослинних горючих матеріалів схильні до самозаймання сіно, солома, листя, солод, хміль, льон. Особливо схильні до самозаймання недосушені рослинні продукти, в яких продовжується життєдіяльність рослинних клітин, зокрема зернові маси. Деревне, буре та кам'яне вугілля, торф - самозаймаються також за рахунок інтенсивного окиснення киснем повітря.

Рослинні та тваринні жири, якщо вони нанесені на подрібнені або волокнисті матеріали (ганчірки, мотузки, паклю, вовну, сажу, тирсу) мають властивість самозайматись.

Процес горіння виникає і протікає при наявності трьох факторів: джерело запалювання, наявність горючого матеріалу і окислювача (найчастіше - кисень).

Лісова горюча речовина – така речовина лісового походження, яка здатна самостійно горіти після того, як до неї буде піднесено зовнішнє джерело запалювання. Горючими речовинами є більшість органічних речовин, ряд газоподібних неорганічних сполук.

Горіння речовини відбувається по складному термохімічному процесу і йому притаманні декілька стадій. Під впливом зовнішнього теплового джерела, відбувається прогрів поверхневого шару речовини. Із нього

починають виділятися гази і леткі продукти. Цей процес може супроводжуватись або плавленням поверхневого твердого шару горючої речовини, або різким спалахом. При досягненні певної концентрації горючих газів у повітрі зони плавлення, вони самозаймаються. Під дією теплоти, що виділилась, розжарені гази починають взаємодіяти з поверхневим шаром сухої горючої речовини, викликаючи її часткове плавлення, обуглювання. Цей процес супроводжується постійним підігрівом зони горіння і інтенсивним надходженням нових порцій горючих газів.

Відомо, що при нагріванні соснової деревини до температури в  $110^{\circ}\text{C}$  відбувається її висушування і незначне випаровування живиці. Незначний її розклад починається при  $130^{\circ}\text{C}$ . Більш помітний розклад соснової деревини (зміна кольору) відбувається при  $150^{\circ}\text{C}$ . Продукти розпаду, що утворюються при  $150\text{--}200^{\circ}\text{C}$  складають в основному воду та вуглекислий газ. Вони горіти не можуть. При температурі вище  $200^{\circ}\text{C}$  починає окислюватись головна складова частина деревини – клітковина. Газові суміші, що утворюються при цих температурах є леткими. Вони містять значні кількості окису вуглецю, водню, вуглеводнів та парів інших органічних сполук. При умові, що концентрація цих продуктів у повітрі стане достатньою для їх займання і наявності достатньої кількості тепла відбудеться їх займання. Проте наявності лише паливної суміші та окислювача не достатньо для початку самого процесу горіння. Необхідно ще джерело тепла. Для того, щоб відбулась хімічна реакція горіння, необхідним є поява речовин, що мають надлишкову теплову енергію. Ця енергія повинна бути більшою за хімічну енергію горючих матеріалів.

У природних лісових умовах не має недостачі в кисні і лісових горючих матеріалах. Але для того, щоб почався процес горіння, потрібен тепловий імпульс, який несе певну температуру і запас тепла, або іншими словами, джерело загорання. В якості такого джерела може виступати будь-яке джерело горіння або розжарене тіло, а також електричний розряд (блискавка), що володіє запасом енергії і відповідною температурою, достатньою для ініціювання запалювання інших речовин. При сталому процесі горіння, джерелом запалювання буде сама зона горіння.

## **2. Самозаймання, тління, відкрите горіння**

Однак лісові пожежі можуть виникати не тільки при наявності зовнішнього джерела займання, але і в результаті самозаймання деяких горючих матеріалів. Самозаймання відбувається при різкому збільшенні швидкості екзотермічних реакцій, внаслідок чого підвищується температура речовини або суміші. Коли накопичення тепла перевищує його розсіювання, починається процес самозаймання, тобто виникнення горіння речовини при відсутності джерела запалювання.

Розрізняють самозаймання мікробіологічне, хімічне і теплове. *Мікробіологічне самозаймання* виникає в результаті самоігрівання, що відбувається внаслідок життєдіяльності мікроорганізмів в масі речовини.

Цей процес може спостерігатися в листі, сіні, конюшині і деяких інших рослинних рештках, якщо вони мають достатнє зволоження, зібрані у великі валки або насип, де життєдіяльність рослинних клітин не закінчилась. Тоді під впливом мікроорганізмів починаються гнильні і бродильні процеси, що викликають підвищення температури з виділенням теплової енергії. Але слід відмітити, що лише одна діяльність мікроорганізмів не призводить до самозаймання, оскільки температура збільшується лише до 70-75°C. Подальше її зростання пов'язане з адсорбцією парів і газів вуглицем. Теплота адсорбції підвищує температуру рослинних залишків до 100-130°C, і при цьому накопичення тепла вуглицем триває. При температурі близько 200°C відбувається термічне окислення клітковини і утворюється вуглець, інтенсивність окислення якого значно посилюється. В результаті, температура досягає 250-300°C і рослинні залишки самозагораються.

*Хімічне самозаймання* пов'язано з хімічною взаємодією речовин. Існують хімічні речовини, які самі по собі не займаються, але при контактуванні з органічними речовинами викликають займання останніх. Серед хімічних речовин, що ініціюють при взаєводії різке збільшення температури органічних речовин - марганцевокислий калій, концентровані мінеральні добрива. Так, при попаданні азотної кислоти на тирсу, стружку, сіно та інші волокнисті матеріали рослинного походження, останні починають розкладатись і виділяти при цьому продукти, що загоряються від виділення теплоти під час проходження хімічної реакції.

*Теплове самозаймання* відбувається в результаті самозаймання речовини, що виникає під впливом зовнішнього її нагрівання вище температури самозаймання.

Отже, можна констатувати, що самозаймання органічних речовин обумовлюють три процеси:

1. Біологічний - життєдіяльність мікроорганізмів, проростання насіння, дихання рослинних клітин;
2. Хімічний - розкладання хімічних сполук і окислення продуктів розпаду;
3. Фізичний - адсорбція кисню вуглицем.

З точки зору лісової пірології, найбільший інтерес представляє фізичний процес, що визначає виникнення торф'яних пожеж. Самозаймання торфу пов'язано з вмістом в торф'яній масі ненасичених сполук вуглеводню, здатних інтенсивно адсорбувати кисень і самоокислятись. У цьому плані особливо небезпечний фрезерований торф. При підвищених температурах (вище 60°C), він протягом декількох днів перетворюється в обвуглену пористу суху речовину, яка за своєю якістю схожа на напівкокс. Температура самозаймання її невисока і складає близько 170-180°C. Сам процес самозаймання торфу набагато прискорюється, як тільки посилюється приплив повітря. Коли в результаті самозаймання органічної речовини з'являється відкрите полум'я, то можна говорити про процес самозаймання. Слід зазначити, що не завжди окислення органічної речовини з виділенням тепла призведе до її займання.



Якщо тепловіддача органічної речовини перевищує тепловиділення, то температура не підвищиться до потрібної величини, але як тільки внаслідок прискорення реакції окислення буде досягнуто перевищення тепловиділення над тепловіддачею, з'являються умови для інтенсивного накопичення тепла, яке здатне призвести до самозаймання.

Отже, **самозаймання** - це пірологічний процес, що супроводжується появою відкритого полум'я. **Температура самозаймання** - мінімальна температура органічної речовини, при якій настає різке збільшення швидкості екзотермічних реакцій, що закінчуються виникненням відкритого полум'яного горіння. Ця температура вища за температуру займання речовини і термічного спалаху. У таблиці 3 приведено результати досліджень по вищеназваним показникам для деяких деревних порід.

Таблиця 3

**Температура самозаймання, займання і спалаху деревних порід**

| Породи<br>дерев | Температура, °C |          |         |
|-----------------|-----------------|----------|---------|
|                 | самозаймання    | займання | спалаху |
| Сосна звичайна  | 360             | 270      | 230     |
| Ялина звичайна  | 400             | 290      | 260     |
| Дуб звичайний   | 350             | 270      | 240     |
| Вільха чорна    | 380             | 270      | 240     |

З хімічної точки зору горіння являє собою окислювальну реакцію з виділенням тепла і випромінюванням світла, що супроводжується утворенням нових органічних і неорганічних речовин. Треба додати, що горіння речовин можливо не тільки при взаємодії їх з киснем, а й при взаємодії їх з іншими речовинами (хлором, парами броду, сірки та ін.).

Прийнято розрізняти два типи горіння матеріалів: *гомогенне (однорідне, чисте)* і *гетерогенне (неоднорідне, змішане)*. Перший тип характерний для полум'яного горіння свічки, пороку, гасової лампи, а другий притаманний горінню лісових матеріалів, які за різноманітністю своєї структури і вологістю істотно відрізняються від інших видів горючих органічних матеріалів. Крім того, при згоранні рослинних матеріалів розрізняють полум'яний і безполум'яний режими горіння. Полум'яне горіння обумовлено утворенням в результаті термічного розкладання горючих газів (летких речовин), які згорають згодом на повітрі з формуванням факелу полум'я. *Полум'я* - це палаючі гази, а також гази, які випромінюють світло малої щільності, що містять малий запас тепла. Безполум'яне горіння (тління) пов'язане із згоранням вуглецевого залишку, що утворюється при розкладанні рослинного матеріалу. В цьому випадку горючих газів виділяється мало, тому умовно можна говорити про горіння вуглецевого залишку як про безполум'яний режим горіння.

Полум'яний режим горіння характерний для згорання нерозкладених матеріалів (надгрунтовий покрив з дрібним опадом листя, хвоя, дрібні сучки). Висоту полум'я і його температуру підвищують горючі матеріали,

багаті леткими сполуками: хвоя (крім модринової), листя брусниці, багна, береста, сухі злакові трави та ін. При зростанні товщини горючого шару, в глибині його спостерігається безполум'яне горіння. Так буває при ґрунтових пожежах, коли концентрація або температура горючих газів, що утворюються в результаті розкладання матеріалу, стає недостатньою для формування факела полум'я, а також при догоранні обвуглених залишків. Тління характерно для горючих матеріалів з невисоким вмістом (40-50%) летких речовин і багатих коксом. Це в першу чергу, відноситься до торфу, де коксо-зольний залишок складає 50-60%, а крім того, деревна тирса, напівзгнилі дерева, сухі травостої на багатогумусних ґрунтах.

*Тління* – це повільний і стійкий процес, який протікає при дуже низьких, навіть близьких до нуля концентраціях кисню, особливо коли осередок займання ізольований від розсіювання тепла шаром води або горючих матеріалів. На практиці з безполум'ним горінням частіше доводиться мати справу (крім гасіння ґрунтових пожеж) після зупинки пожежі, тобто при дотушування і вартуванні загашеної пожежі.

Розглянемо деякі особливості процесу горіння лісових рослинних матеріалів. Для їх займання необхідний попередній підігрів. Спочатку суха горюча речовина нагрівається разом з адсорбованою в ній водою без помітного випаровування останньої. Істотне випаровування води починається при температурі 50-60°C і закінчується при температурі 110°C або 150°C. Однак, було встановлено, що до температури нагріву шарів горючої речовини в 100°C відбувається випаровування води, і поки вся вода не випарується, температура не підніметься вище. Горіння сухого горючого матеріалу неможливе до того моменту, поки вся вода не буде випарована з прилеглих до вогню шарів сухих горючих речовин.

Дослідження показали, що з підвищенням температури до 180-300°C настає процес теплового розкладання деревини, або піроліз, з сублімацією летких речовин. Це газоподібні речовини, що складаються головним чином з окису вуглецю, невеликих кількостей водню, метану, вуглекислого газу, оксидів азоту і водяної пари. Крім летких речовин, при розкладанні деревини утворюється твердий залишок, що складається з коксу (чистого вуглецю) і води. У більшості легкозаймистих матеріалів леткі речовини становлять 65-75%, кокс - 20-25%, решта – вугілля і зола. Нагріті гази в своєму потоці виносять в атмосферу частинки сажі і смолисті речовини, що не встигли окислитись. Ці частинки, діаметром менше мікрона, утворюють органічний дим.

В процесі горіння леткі речовини утворюють з повітрям горючу суміш (горючі суміші утворюються і в результаті розпилення твердих і рідких речовин), що здатна займатися від джерела вогню - полум'я, іскри. Ступінь пожежної небезпеки горючих речовин характеризується температурою спалаху і займання. Але займання відбувається тільки при певному співвідношенні повітря і горючих речовин, і не спостерігається, якщо концентрація останніх нижче або вище певної межі. Горючі гази і подрібнені тверді речовини створюють горючу суміш при будь-якій температурі. Тверді речовини (в тому числі і деревина) формують горючі

суміші тільки при нагріванні. Найменша температура, при якій над поверхнею горючої речовини з'являються газоподібні речовини, що загоряються від теплового джерела, але швидкість їх виділення ще недостатня для підтримки процесу відкритого горіння, *називається температурою спалаху*. При цій температурі згорає тільки суміш летючих речовин з повітрям. Якщо продовжувати підвищувати температуру горючої речовини, то вона неодмінно спалахне. Мінімальна температура, при якій речовина загорається від джерела тепла, *називається температурою займання*, яка на кілька градусів вище температури спалаху, як відмічено в таблиці 2.

Як видно з вищенаведених табличних даних, у рослинних горючих матеріалів температура займання досить висока - близько 300°C. При температурі 400-450°C пірологічне окислення (розкладання) деревини і виділення горючих газів завершується, деревина обвуглюється і подальше горіння вугілля відбувається без полум'я. При цьому температура горіння може досягати 1000°C.

Таким чином, при запалюванні легкозаймистих горючих матеріалів послідовно протікають наступні стадії: нагрівання вологого матеріалу, сушка, нагрівання сухого матеріалу і його газифікація, утворення горючої суміші і займання. Загальний час запалювання визначають в стадії сушки і нагріву сухого матеріалу. Звідси практичний висновок: якщо горючі матеріали мають невисоку вологість, то на підготовку їх до займання потрібно менше тепла. Сухі горючі матеріали легше спалахують і горіння швидко поширюється по їх поверхні. При збільшенні вологості, відповідно, зростає кількість тепла, необхідного для підсушування та підігріву легкозаймистих горючих матеріалів до температури займання. Горіння припиниться, коли вміст води в легкозаймистому горючому матеріалі перевищить певну критичну, для даних умов, величину і тепла, що виділяється з палаючої кромки для проходження подальшого процесу горіння виявиться недостатньо.

Початок процесу горіння підтримується за рахунок тепла, що виділяється. В процесі горіння лісових горючих матеріалів виділяється така кількість тепла, якої абсолютно достатньо для підпалу інших горючих сухих матеріалів і продовження процесу їх горіння. Але це допустимо тільки теоретично. Тут слід зробити невелике пояснення. Як тільки виникає осередок лісової пожежі, відразу починається розсіювання тепла по сухих горючих матеріалах, що відбувається трьома шляхами: тепловим випромінюванням, конвекцією (з преміщенням газів) і теплопровідністю (від шару до шару молекул горючих сухих речовин). Не виникає сумніву, що основна частка тепла переноситься нагрітими газами вгору; потім відбувається розсіювання теплової енергії за рахунок теплопровідності за рахунок явища кондуктивності, що становить невелику частку від всієї витрати і проміжне положення займає теплове випромінювання. За результатами досліджень в цілому, загальний підсумок розсіювання тепла та інфрачервоного випромінювання від низових лісових пожеж становить:

- 1) випромінюванням в сторони - 18-20%;

2) конвекція, плюс випромінюванням вгору - 70-80%;

3) теплопровідність в ґрунт - 3-4%.

Якщо розсіювання тепла в навколишнє середовище менше, ніж його виділення, то горіння носить стійкий характер. Коли обидва параметри однакові, горіння нестійке, воно характерно для зволжених лісових горючих матеріалів. При великому розсіюванні тепла, горіння матеріалів, викликане зовнішнім джерелом припиняється мимовільно. Полум'яне горіння затухає і при зниженні концентрації кисню навколо полум'я до 14%. Температура всередині частини полум'я, зокрема в його осередку, що не випромінює ультрафіолетові промені становить 300°C, а на межі перемішування летких речовин з повітрям, температура збільшується до 800-1000°C. Від різкого нагріву полум'ям, гази миттєво розширюються і одночасно зростає їх тиск. Особливо помітно це проявляється на фронті верхової лісової пожежі. Під дією надлишкового тиску, чадний газ від лісової пожежі легко проникає в будь-які негерметичні приміщення, що викликає отруєння людей, які там знаходяться.

Горіння газового потоку летких речовин відбувається на межі цього потоку і атмосферного повітря, оскільки продукти газифікації змішуються з повітрям за допомогою молекулярної дифузії, режим горіння *називається дифузійним*. Він спостерігається на лісових пожежах низької інтенсивності, де межа полум'я співпадає з межами кромки пожежі, тобто вогонь рухається по шару горючих матеріалів.

При дифузійному механізмі поширення вогню через брак кисню всередині зони горіння, вуглецевий залишок не згорає, а тільки розжарюється. Доступ кисню до вугілля можливий лише після згорання летких речовин і переходу полум'я на сусідні шари лісових горючих матеріалів. Тому, коли на кромці пожежі є досить потужний шар сухих горючих речовин, слідом за зоною поширення полм'я починається зона тління вугілля, де утворюється зольний залишок. Слід зазначити, що зола є хорошим теплоізоляційним матеріалом і навіть при товстому шарі практично не перешкоджає доступу кисню до тліючого вугілля. Зола в свою чергу каталізує процес горіння. Звідси можна зробити висновок про неефективність і шкідливість використання золи в якості вогнегасної речовини при гасінні тліючих сухих лісових матеріалів.

Крім дифузійного, слід виділити ще й кінетичний режим горіння сухої горючої речовини в лісових едатопах, що найбільш характерний саме для Житомирського Полісся. Він особливий для високоінтенсивних лісових пожеж. Так, в разі верхових суцільних пожеж перед фронтом горіння від сильного теплового випромінювання горючі матеріали переходять у фазу тління, пірологічного окислення, сублімації і виділяють леткі речовини ще до підходу основного фронту вогню, утворюючи хмару газоповітряної легкозаймистої суміші. Полум'я рухається по безперервно-формуєчій хмарі цієї суміші над шаром лісових горючих матеріалів зі швидкістю до 7 м/с, утворюючи вогняну імлу. Відносно спокійний режим кінетичного горіння пояснюється тим, що над поверхнею землі, газова суміш не нагріта до тієї температури, при якій вогонь поширюється майже миттєво. Проте,

швидкість просування кромки фронту горіння висока і надзвичайно небезпечна для працюючих пожежних під час гасіння лісової пожежі.

Кінетичне горіння лісових горючих матеріалів також можна спостерігати в атмосфері над пожежею, коли частина летких речовин не встигає згоріти і підноситься вгору шляхом конвекції теплих потоків розжарених газів. Там відбувається їх перемішування з повітрям і таким чином газова суміш природним способом готується до горіння, формуючи при цьому умови для проходження вогненого шквалу, або як його називають пожежні, «вогняного торнадо». Якщо повітряно-горюча суміш достатньо нагріта, то горіння в ній поширюється з дуже великою швидкістю. Подібні спалахи відбуваються високо над поверхнею землі і формуються над сильними лісовими пожежами в конвекційних вогнених колонках.

#### *Контрольні питання:*

1. *Що таке горіння?*
2. *Чому проходить процес горіння?*
3. *Що таке самозаймання?*
4. *Як відбувається процес самозаймання?*
5. *Які бувають види самозаймання?*
6. *Назвіть заходи щодо припинення тління та самозаймання в лісах.*

### **Практична робота 3. Лісові пожежі, пожежне середовище та класифікація лісових пожеж**

#### **План:**

1. Лісові пожежі, їх види.
2. Класифікація лісових пожеж за їх силою.

#### **1. Лісові пожежі, їх види**

Під лісовими пожежами розуміють горіння, що стихійно розповсюджується по лісопокритій території. Вони є різновидом ландшафтних пожеж, до яких також відносяться степові, болотні, лугові, лісоболотні та ін.

І. С. Мелехов пропонує класифікувати лісові пожежі за такими показниками:

- 1) впливом вогню на складові частини лісового насадження (лісового фітоценозу);
- 2) характером об'єкта пожежі в цілому;
- 3) повторюваністю пожежі;
- 4) часом сезону і доби;
- 5) розмірами охопленої території;
- 6) причинами виникнення пожежі;
- 7) особливостями в характері післяпожежних змін і т.д.

Найбільше значення має поділ пожеж, заснований на впливі вогню на складові частини лісового фітоценозу. З використанням цього принципу, побудована основна класифікація лісових пожеж. В лісогосподарській практиці розрізняють 3 види пожеж: низові, верхові і ґрунтові.

### **Низові пожежі.**

Низові пожежі характеризуються горінням нижніх ярусів рослинності лісового біогеоценозу: підстилки, опаду, мохового і трав'яного покриву. У зоні низової пожежі згорають чагарники (брусниця, чорниця, верес та ін.), підлісок і підріст. Виділяють 2 форми низових пожеж: швидку і стійку.

Біжучі пожежі характерні для весняного періоду, коли висихає верхній шар дрібних горючих матеріалів, а лісова підстилка ще волога. Дуже часто така ситуація виникає в трав'яних типах лісу навесні, до наростання зеленої маси. В цьому випадку вогонь поширюється з середньою швидкістю 3-5 м/хв., але порівняно мало пошкоджує деревостани, оскільки не затримується довго на одному місці. Тому термін "біжучий" було б правильно розуміти як поверхневий.

При біжучій пожежі знищується самосів лісу, обгорає кора нижньої частини дерев і виходять на поверхню ґрунту корені, пошкоджується підріст і підлісок. Такі пожежі завдають найменшої шкоди лісові, так як кількість згорання горючих матеріалів невелика. Спостерігаються мозаїчність в поширенні вогню по площі - ділянки з підвищеною вологістю надґрунтового покриву залишаються не займані вогнем.

Стійкі низові пожежі відбуваються в умовах тривалої посухи, коли висихає не тільки опад, але лісова підстилка і моховий покрив. У зеленомошникових групах типів лісу, такі пожежі виникають в літній період при антициклонічних типах погоди (зона високого тиску). Середня швидкість просування фронту пожежі 2-3 м/хв, вогонь довше затримується на одному місці і робить сильний локальний вплив. Але необхідно мати на увазі, що тривалість горіння в даному випадку пояснюється не зменшенням швидкості просування кромки пожежі, а збільшенням її ширини.

При низових пожежах, швидкість поширення вогню по шару лісорослинних умов (ЛРУ) може становити 0,1-0,2 м/хв. Така швидкість спостерігається в мертвих типах лісу з відносно щільним шаром горючих матеріалів, за відсутності вітру і рівному місцезнаходженні ділянки. При сприятливому поєднанні факторів, швидкість поступального просування кромки низової пожежі досягає 100 м/хв і більше (наприклад, на ділянках з відмерлою травою).

При стійких пожежах, лісова підстилка товщиною до 15 см і вологістю 7-20% вигорає до мінерального шару і разом з нею згорає, або в значній мірі пошкоджується поверхнева коренева система дерев. Особливо сильно страждають ялинники (іноді всихають повністю), а в сосняках і модринниках спостерігається великий відпад - до 30% за запасом, в залежності від віку і типу лісу. На таких ділянках згодом створюються умови для розвитку високоінтенсивних пожеж.



Розподіл низових пожеж на швидкі й стійкі має велике практичне значення. Відрізняються не тільки наслідки цих форм пожеж, але різняться тактичні прийоми, що застосовуються при їх гасінні.

Різновидом низової пожежі є вітровальна пожежа. Вона виникає при недбалому поводженні людей з вогнем на старому згарищі, вітровальних ділянках, лісосіках, що по незрозумілих причинах не очищені від порубкових залишків, ділянках лісу, ураженого шкідниками або хворобами, лісових осередках з поваленими деревами, наявними сухими лісовими горючими матеріалами, які концентруються на лісопокритій площі і створюють підвищену пожежну небезпеку. Після загибелі деревостану інтенсивно розвивається надґрунтовий трав'яний покрив, багато в чому погіршуючи становище. Такі ділянки майже непрохідні для техніки. Завдяки більш сильному, ніж в лісі, вітру, що виникають там, вітровальної пожежі поширюються дуже швидко і охоплюють значні території. Внаслідок високої інтенсивності горіння знищується органічний шар ґрунту. Небезпека виникнення вітровальних лісових пожеж надзвичайно висока на Півночі і Північному Заході України, так як тут є величезні площі поширення шевкопряд, старих горільників, які не розробляються, неочищених лісосік і інших захаращених територій. Боротьба з вітровальною пожежою вкрай складна.

### **Верхові пожежі.**

Верхові пожежі відрізняються від низових тим, що поряд з горінням надґрунтового покриву та лісової підстилки горять крони дерев. Верхові пожежі виникають найчастіше в посушливу погоду і при вітрах середньої та великої швидкості, за винятком хвойних молодників, в яких низова пожежа переходить дуже легко у верхову через низькоросташовані крони дерев навіть при слабкому вітрі. Перехід вогню в крони багато в чому полегшується наявністю на ґрунті великих запасів легкозаймистих горючих матеріалів, а також багатоярусних насаджень.

Розрізняють стійкі і швидкі верхові пожежі. При стійкій верховій пожежі відбувається горіння крон дерев, надґрунтового покриву, підстилки, ці процеси проходять одночасно і при цьому виділяється велика кількість тепла. Середня швидкість просування вогню на фронті 5-15 м/хв (0,3-0,9 км/год), ширина палаючої кромки 6-8 м і більше. Такі пожежі називають також масовими. Вони мають найбільшу руйнівну силу - призводять до повної загибелі насаджень, завдаючи великої шкоди не тільки лісовому, але і всьому народному господарству. Доброю ілюстрацією верхові стійкої пожежі є пожежа, що сталась в північних районах Житомирської області в 2016 році. Вигоріла площа склала 3274,4 га, в середньому за добу вигорало 32 га.

При верховій пожежі вогонь поширюється по кронах стрибкоподібно зі швидкістю 250-330 м/хв (15-20 км/год). Такі пожежі спостерігаються при сильному вітрі - 15 м/с і більше. Під час стрибкоподібної пожежі горять тільки крони дерев, горіння триває 15-20 с і за цей час полум'я йде вперед на відстань близько 100 м. Після кожного стрибка поширення вогню по кронах припиняється до підходу кромки низової пожежі. Як тільки низова

пожежа пройде ділянку, на якому згоріли крони, починається підігрів крон дерев на наступній ділянці і процес горіння повторюється.

З фізичної точки зору таке поширення верхового вогню пояснюється тим, що тепло від палаючих крон, піднімаючись під нахилом до напрямку за вітром, лише частково потрапляє на сусідні крони, і його виявляється недостатньо для підігріву хвої і підготовки її до займання. Полог деревостану підігривається в основному за рахунок тепла від низової пожежі. Під дією вітру, це тепло підігриває крони попереду на досить значній відстані. Потім відбувається спалах і вогонь швидко охоплює підігріті крони. Середня швидкість просування фронту біжучої верхової пожежі - до 40 м/хв (2,4 км/год).

### **Грунтові пожежі.**

Грунтові (торф'яні) пожежі характеризуються безполум'яним горінням торф'яного шару ґрунту. При малій потужності палаючого шару (до 0,3 м) ці пожежі називають підстилково-гумусними.

Грунтові пожежі характерні для другої половини літа, коли в результаті тривалої посухи верхній шар торфу просихає до відносної вологості 10-15%. При такому вмісті вологи він може навіть самозагорятися і підтримувати горіння в нижніх, менш сухих шарах. Торф прогорає на всю глибину, до мінерального шару ґрунту або до вологих шарів, в яких горіння продовжуватися не може.

Торф'яні пожежі поширюються з невеликою швидкістю - від 0,5 до декількох метрів на добу, але вони відрізняються стійкістю горіння, яке при заглибленні на 1,0-1,5 м не можуть ліквідувати навіть великі дощі. При цьому, температура в замкнутому просторі осередка горіння, так званої «печери», досягає 700°C. Такі особливості торф'яних пожеж пов'язані з тим, що вогонь поширюється в напівзакритому об'ємі і тому основна частина тепла (75-80%), що виділяється при згорянні торфу не розсіюється в простір, а витрачається на висушування і підігрів сусідніх торф'яних шарів. Крім того, торф містить 20-25% бітумів (загальна назва природних або штучних органічних речовин - нафти і її похідних), і коли вода потрапляє на тліюче сухе палне, на його поверхні утворюється кірка з парафінів, що перешкоджає проникненню води всередину. Оскільки опади не завжди припиняють дію торф'яних пожеж, то горіння може тривати навіть в зимовий період без виходу на поверхню.

Дуже цікавим є вертикальний розріз вогнища торф'яної пожежі. Значно швидше торф'яна маса вигорає в нижній частині палаючої печери. Відбувається це тому, що свіже повітря, насичене киснем, надходить через точку заглиблення в нижню частину каверни, визначаючи тим самим велику інтенсивність горіння. Верхня частина каверни омивається розпеченим повітрям, збідненим киснем, який перешкоджає доступу свіжого повітря і таким чином верхні торф'яні шари вигорають повільно.

Розрізняють одновогнищеві і багатовогнищеві ґрунтові пожежі. Якщо спочатку сталося загоряння надґрунтового покриву, що значно частіше буває на практиці, і низова пожежа набула подальшого розповсюдження по площі, то можливо заглиблення вогню в органічний шар ґрунту відразу в

декількох місцях (багатовогнищна пожежа). Але можливі випадки, коли пожежа виникла від багаття, розведеного на торфовищі, або від блискавки (одновогнищна пожежа).

Грунтові пожежі завдають величезної шкоди лісу: знищується органіка ґрунту, що несе запас поживних речовин, у вогні згорають корені дерев і ліс повністю гине. Горіння підстилки виявляють по виділенню чадного газу (CO), він має на світлі синюватий відтінок, що пов'язано з наявністю в газі домішки дрібних димових частинок.

Не зважаючи на відсутність полум'яного горіння, ґрунтові пожежі дуже небезпечні для життя людини. Підступність їх полягає в тому, що поверхневий шар торф'яно-мохового покриву часто залишається незгорівшим, а під ним розташовується палаюча печера, куди в разі необережності може провалитися людина.

## **2. Класифікація лісових пожеж за їх силою**

При боротьбі з лісовими пожежами важливе значення має швидкість поширення вогню. При ліквідації низових пожеж велику роль відіграє також висота полум'я, а в разі ґрунтових пожеж - глибина прогорання. Для визначення сили лісових пожеж М. П. Курбатський запропонував таку класифікацію, яка в даний час застосовується на практиці.

Згідно з Інструкцією про порядок притягнення до відповідальності за порушення лісового законодавства, вид та інтенсивність лісової пожежі визначається за ступенем пошкодження або згорання окремих частин дерев і різних компонентів фітоценозу. Треба відмітити, що ця таблиця де в чому складніша і користування нею на практиці складно. Тому ми вважаємо за необхідне провести більш ґрунтовне її опрацювання з метою спрощення, в іншому випадку вона буде не використаною лісопирологічною практикою сьогодення.

Сила пожежі, як і вид, визначається по найбільш інтенсивно палаючій частині кромки (таблиця 4). Вона залежить від багатьох факторів (виду і стану лісових горючих матеріалів, умов погоди, часу доби та ін.) І тому при гасінні пожежі дуже важливо правильно врахувати її ймовірні зміни.

Тепер слід визначитися ще з деякими поняттями, які необхідно знати і вміти правильно ними користуватися. Після виникнення осередка займання, вогонь, охоплюючи все новий простір, продовжує поширюватися в усіх напрямках, знищуючи на своєму шляху органічні матеріали, що здатні горіти в даних умовах. Смуга горіння, яка просувається по шару лісових матеріалів, утворює кромку пожежі. Кромка лісової пожежі може бути безперервною (горіння відбувається по всьому периметру вогнища) або переривчастою, якщо вогонь виходить на ділянку, де горючі матеріали відсутні, або знаходяться в такому стані, що не підтримують процес горіння.

У початковій стадії розвитку пожежі, характеристики горіння (висота полум'я, швидкість просування вогню) визначаються взаємодією протилежних сторін кромки лісової пожежі. У міру зростання вигорілій

площі (від тисячних до сотої частки гектара, в залежності від лісорослинних умов і погоднно-кліматичних чинників), взаємний вплив їх припиняється. Вогонь, діючи в наземних умовах, просувається в різні боки, але вже з неоднаковою швидкістю, що залежить від цілого ряду чинників: виду, стану лісових горючих матеріалів, швидкості і напрямку вітру, ухилу місцевості і ін. В зв'язку з цим, у низових і верхових пожежах виділяють тактичні елементи кромки: фронт, фланги і тил.

Таблиця 4

**Класифікація лісових пожеж за їх силою (за М. П. Курбатським)**

| Показник<br>сили пожежі             | Значення показників сили пожежі |           |            |
|-------------------------------------|---------------------------------|-----------|------------|
|                                     | слабкої                         | середньої | сильної    |
| <b>низова пожежа</b>                |                                 |           |            |
| швидкість поширення полум'я, (м/хв) | до 1                            | 1-3       | більше 3   |
| висота полум'я, (м)                 | до 0,5                          | 0,5-1,5   | більше 1,5 |
| <b>верхова пожежа</b>               |                                 |           |            |
| швидкість поширення полум'я, (м/хв) | до 3                            | 3-100     | більше 100 |
| <b>підгрунтова пожежа</b>           |                                 |           |            |
| глибина прогорання, (см)            | до 25                           | 25-50     | більше 50  |

**Фронтом** називається частина кромки пожежі, що поширюється з найбільшою швидкістю. На рівнині фронт просувається у напрямку вітру (wind direction), а в умовах гірського рельєфу - вгору по схилу. Частина кромки пожежі, що поширюється в бік, протилежний фронту (проти вітру або вниз по схилу), **називається тилом**. Швидкість просування тилу в кілька разів менше, ніж фронту. У низових пожеж ця величина складає 4-6, а у швидкорозповсюджуваних верхових пожеж 10 і більше одиниць. І, нарешті, **флангами** називають бічні, по відношенню до фронту, частини кромки лісової пожежі. Правий і лівий фланги визначають, розвернувшись обличчям в напрямку руху фронту пожежі.

Кромку ґрунтових пожеж не поділяють на тактичні елементи, оскільки горіння органічного шару відбувається приблизно з однаковою швидкістю в усіх напрямках. Відмінності в темпах вигорання органіки обумовлено лише особливостями і станом горючого матеріалу, а саме: вологістю, зольністю, ступенем розкладання рослинних залишків, щільністю шару і іншими характеристиками.

І останнє поняття. Лінія, що розділяє вигорілу і незайману вогнем територію, утворює **контур лісової пожежі**. В межах цього контуру укладена загальна площа пожежі.

По виду і ступеню взаємодії з навколишнім середовищем, лісові пожежі можна розділити на три зони, хоча такий поділ є умовним, оскільки між ними немає чітко виражених кордонів. Це зони горіння, теплового впливу і задимлення.

Зона горіння являє собою простір, в якому відбуваються процеси теплового розкладання легкозаймистих горючих матеріалів, горіння газового потоку, утворення летких речовин.

Зона теплового впливу прилягає до зони горіння. Тут мають місце процеси теплообміну між поверхнею полум'я і навколишнім простором.

Перш, ніж охарактеризувати третю зону, нагадаємо, що дим складається з летких продуктів горіння з дрібними частинками вуглецю. Це дисперсна система, що відноситься до аерозолів.

**Зона задимлення** - простір, в якому поширюються потоки продуктів горіння. Найчастіше, говорячи про цю зону, розуміють переміщення диму в горизонтальному напрямку. І тоді мова йде про площу задимлення. У літній період, коли в будь-якому регіоні діє відразу кілька лісових пожеж, дим від них перемішується і простягається над великою територією, завдаючи значної шкоди здоров'ю людей, їх господарській діяльності і забруднюючи навколишнє середовище. У подібних ситуаціях дим закриває площі в сотні квадратних кілометрів.

### **Осередкові пожежі.**

В даний час не склалося єдиної думки в питанні про статус осередкових пожеж в існуючій класифікації. Одні дослідники, ґрунтуючись на особливостях цих пожеж, вважають їх окремим видом, що має принципові відмінності від усіх інших; інші представляють осередкові пожежі як стадію розвитку верхових пожеж. Але в останньому випадку і самі верхові пожежі можна розглядати в якості стадії розвитку низових пожеж, оскільки в переважній кількості випадків, спочатку відбувається загоряння надґрунтового покриву, і лише потім вогонь переходить в крони. Тому, з огляду на специфічні умови поширення осередкових пожеж, що відрізняються від інших видів, і головне - багато в чому визначають тактику гасіння осередку горіння і способи боротьби з ним, буде більш правильно виділити осередкові пожежі в окремий вид.

Осередкові пожежі - це високоінтенсивні лісові пожежі, над якими виникають потужні конвекційні потоки нагрітого повітря і продуктів згоряння. Ці потоки піднімаються в гору і розсіюють перед кромкою лісової пожежі палаючі частинки недогорілих рослинних решток, які призводять до додаткових загорянь надґрунтового покриву. Щоб успішно боротися з великими високоінтенсивними пожежами, треба знати їх природу: як формуються конвекційні потоки над пожежею, як впливають на її розповсюдження, на можливість подолання пожежею перешкод, на умови роботи авіації в зоні пожежі.

**Під конвекцією** розуміються рух окремих мас всередині рідини або газу, що залежать від різниць щільності (в атмосфері це виникає від різниць температур) і призводять до перемішування. З конвекцією пов'язаний цілий ряд атмосферних процесів. У теплу пору року конвекція є тим механізмом, за допомогою якого здійснюється обмін теплом, вологою і рухом повітря між підстилаючою поверхнею і вільною атмосферою. Крім того, конвективні рухи сприяють переходу різних домішок з нижніх шарів атмосфери в верхні, потім ці домішки розносяться вітром, як, наприклад, це відбувається з димом в зоні лісових пожеж. Конвекція проявляється у вигляді конвекційних потоків, тобто рухів повітря з великою вертикальною складовою. Такі потоки можуть підняти частки горючої речовини вище навколишнього деревостану. Якщо ж вертикальна складова переміщення продуктів згоряння мала, то перенесення частинок буде відбуватися тільки під дією вітру біля поверхні землі, а не в силу конвекційного підйому, дальність якого завжди більша.

Визначальними факторами формування конвекційних потоків над лісовими пожежами є інтенсивність горіння лісових горючих матеріалів і швидкість вітру біля поверхні землі. За результатами проведених досліджень, можна стверджувати, що при інтенсивності горіння на кромці фронту пожежі близько 40 тис. ккал/м<sup>2</sup>·хв і величині відношення енергії пожежі до енергії вітру більше 1, можуть утворюватися конвекційні потоки.

Результати досліджень, що були проведені вченими Національного університету біоресурсів та природокористування України, УкрНДІЛГА, Поліського філіалу УкрНДІЛГА, кафедрою агрономії та лісового господарства Житомирського агротехнічного коледжу дозволяють зробити висновок, що вплив конвективного потоку на поширення пожежі проявляється головним чином у вигляді перенесення палаючих часток лісових матеріалів за межі кромки пожежі і утворення додаткових вогнищ горіння в місцях падіння цих частинок. Це в більшій мірі впливає на швидкість розповсюдження лісової пожежі в зв'язку з тим, що загоряння при певних умовах виникають на значних відстанях від конвекційної колонки.

Можливість підйому часток сухих горючих речовин залежить від швидкості потоку на висоті деревостану. Якщо ця швидкість досить висока, потік підхоплює падаючі з дерев шматочки кори, деревини, дрібні гілочки і піднімає їх вгору. Осередкові загоряння можуть викликати пожежі, швидкість газового потоку над якими в межах висоти деревостану може досягати 4,0-4,5 м/с.

При підйомі в конвекційному потоці, всі частинки рухаються зі швидкістю, трохи меншою швидкості потоку. Залишивши конвекційну колонку, частинки під дією вітру рухаються в горизонтальному напрямку і одночасно опускаються вниз під впливом сили тяжіння.

На практиці велике значення має візуальне визначення ймовірності осередкових загорянь на конкретній лісовій пожежі. Тут треба зазначити, що при формуванні конвекційної колонки, яка втрачає свою структуру на



значній висоті (1000 м і більше), додаткових осередків горіння може не бути. Це пояснюється тим, що потрапляючи в димову конвекційну колонку, палаючі частки лісового насадження внаслідок існуючого вертикального потоку повітря піднімаються вгору і залишають її тільки в самій верхній частині. Але за час підйому по цій колонці палаючі частки встигають згоріти.

Пожежа може носити характер осередку, якщо вітер перегинає колонку на якійсь висоті, палаючі частки випадають в цій точці і переносяться далі горизонтальними потоками повітря. Але висота перегину не повинна бути настільки велика, щоб падаючі з неї частки згорали в повітрі. У разі, коли газовий потік не має точки перегину, але сильно нахилений вітром, осередкові загоряння виникають перед фронтом пожежі. Тоді випадання тліючих недогорілих сухих речовин з потоку може відбуватися на різній висоті, не досягнувши точки його перегину внаслідок турбулентного руху газів в потоці.

Відстань перенесення горілих часточок визначається часом їх горіння, швидкістю падіння і швидкістю вітру. Найбільш небезпечною буде та висота, при випаданні з якої палаючі шматочки досягають землі за час, трохи менший часу їх згорання. При цьому, палаюча частка буде перенесена на максимально можливу відстань при певних вітрових умовах.

Імовірність конвекційного перенесення горючих матеріалів багато в чому залежить від швидкості газового потоку на висоті древостану. Основним фактором, що впливає на швидкість потоку в інтервалі висот від формування потоку до висоти пологого древостану (простір, де відбувається підняття деревних горючих частинок вгору конвекційним потоком), є інтенсивність горіння. Це найбільш важлива характеристика лісової пожежі.

**Під інтенсивністю горіння розуміється** кількість тепла, що виділяється на одиницю довжини кромки лісової пожежі за хвилину (в ккал./м\*хв). При зростанні даного параметра збільшується і швидкість конвекції. Встановлено, що досить точно інтенсивність низової пожежі можна визначити по висоті полум'я:

| <b>Висота полум'я, (м)</b>                  | <b>0,5</b> | <b>1,0</b> | <b>1,5</b> | <b>2,0</b> | <b>2,5</b> | <b>3,0</b> |
|---------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Інтенсивність пожежі,<br>(тис. ккал./м*мин) | 1          | 8          | 22         | 50         | 80         | 100        |

На високоінтенсивних лісових пожежах швидкість газового потоку на висоті древостану досягає 5-6 м/с.

Слід зазначити, що над пологом лісу швидкість конвекційного потоку зростає приблизно до 0,25-0,3 його висоти (зона активної конвекції) за умови, що колонка не буде зім'ята вітром. Тут температури навколишнього і внутрішнього повітря, що формують конвективні потоки піднімаються, температурно вирівнюються, це впливає на інтенсивність прискорення газового потоку, а його швидкість буде максимальною; потім з висотою швидкість інтенсивно зменшується.

Швидкість висхідних над пожежами потоків може бути дуже великою - до 35-45 м/с. Відомі випадки, коли під дією потужних конвективних потоків під час гасіння лісових пожеж перекидалися літаки, що здійснювали польоти на висоті 800 м. Конвекційні колонки, що формуються над високоінтенсивними лісовими пожежами, проникають в атмосферу на кілька тисяч метрів. В умовах Житомирської, Київської, Рівненської областей відзначалися колонки, що досягали висоти понад 5 км, які закінчувалися потужними купчастими хмарами. При цьому діаметр колонки становив кілька сотень (800 і більше) метрів. Такі потоки змінюють метеорологічну обстановку в прилеглому до лісової пожежі шарі атмосфери (це шар атмосфери від поверхні землі до висоти 1,5 км, в деяких випадках до 2-3 км) і істотно впливають на безпеку польотів літаків і вертольотів при гасінні пожеж з повітря.

Повітряні потоки істотно трансформуються на відстані до 400 м від конвекційної колонки. Висока турбулентність повітря спостерігається не тільки перед фронтом сильної і середньої сили пожежі, а й з флангів, де вплив конвекції відчутно на відстані в кілька десятків метрів. Такі пожежі деякі закордонні вчені-пірологи називають «тривимірними» на відміну від звичайних "двовірних" пожеж, хоча такий поділ досить умовний, так як зона активної конвекції, що не перевищує 200 м, існує і над слабкими осередками горіння. При невеликому вітрі над слабкими низовими пожежами можуть утворитися конвекційні колонки висотою 300-400 м, але вони мало впливають на горизонтальні потоки повітря. В даному випадку польоти під час гасіння лісових пожеж вертольотів і пожежних літаків стають небезпечні на висоті 100-150 м тільки над фронтом пожежі.

При боротьбі з осередками лісових пожеж одним з головних чинників залишається питання визначення відстані, на яку можуть бути перекинуті палаючі частки. У тих ситуаціях, коли над вогнищем горіння утворюється конвекційна колонка без вихрових потоків (інтенсивність до 100 тис.ккал/м<sup>2</sup>\*хв і швидкість вітру 2-6 м/с), найбільш характерне видалення осередкових загорянь 100-200 м, а максимально - 300 м. У міру наближення до фронту пожежі кількість загорянь різко зростає.

При високому ступені посухи і ураганних вітрах (швидкість 30 м/с і більше), коли на площі зосереджені великі запаси горючих матеріалів, у лісових масивах розвиваються пожежі дуже високої інтенсивності з вихровими конвекційними потоками. Природно, в подібній ситуації радикально змінюється характер розподілу додаткових загорянь перед краєм пожежі і збільшується відстань перенесення частинок палаючої сухої речовини по повітрю. Навіть широкі річки не можуть бути при цих обставинах у ролі протипожежного бар'єру. Як відзначають деякі дослідники, палаючі частки запалювали надґрунтовий покрив на відстані декількох кілометрів від основної пожежі.

### *Контрольні питання:*

- 1. Що таке низові пожежі?*
- 2. Дайте характеристику верховим пожежам.*
- 3. Охарактеризуйте ґрунтові пожежі. Які основні їх фактори Ви знаєте?*
- 4. Що таке осередкові пожежі? Дайте їм характеристику.*
- 5. Що таке конвекційна колонка та її роль у поширенні лісової пожежі.*
- 6. Що таке осередкові пожежі та їх небезпека.*

## **Практична робота 4. Організація охорони лісів від пожеж**

### **План:**

- 1. Організація зв'язку.**
- 2. Метеообслуговування.**
- 3. Шкали пожежної небезпеки. Методи та принципи складання.**

### **1. Організація зв'язку**

Ефективна робота служби виявлення лісових пожеж можлива лише за умови добре організованого зв'язку. Особливо гостро це питання стоїть для малоосвоєних, економічно слаборозвинених районів з недостатньо розгалуженою мережею транспортних шляхів.

Своєчасний початок гасіння пожеж залежить від швидкості передачі інформації про них лісогосподарським органам: в лісгосп, лісництво, на пожежно-хімічну станцію. Навіть невелика затримка повідомлення про те, що сталося загоряння лісового масиву при високій горимості загрожує важкими наслідками і зводить нанівець усі зусилля по виявленню осередка горіння.

В даний час основними технічними засобами зв'язку є радіозв'язок і сотовий телефонний зв'язок; допоміжний - односторонній зв'язок екіпажу літального апарату з землею за допомогою звукопередавального пристрою.

При організації радіозв'язку в лісгоспі необхідно керуватися "Інструкцією про порядок придбання та експлуатації радіоелектронних засобів і високочастотних пристроїв" і "Правилами організації радіозв'язку та технічної експлуатації радіозасобів в системі Держлісагенства України". Організація сотового зв'язку здійснюється відповідно до «Правил будівництва і ремонту повітряних ліній зв'язку та радіотрансляційних мереж». Кожен випадок будівництва треба також погоджувати з місцевими органами зв'язку.

Зв'язок на охорону лісів здійснюють за єдиною схемою, зазвичай в її основі лежить ступінчаста ознака. Лісгоспи зв'язуються з Обласними управліннями лісового господарства, сусідніми лісогосподарськими підприємствами та іншими організаціями, що проводять роботи в лісі,

авіаційними ланками і оперативними відділеннями, екіпажами літальних апаратів, що знаходяться в повітрі, з місцевими органами влади, з органами державної служби надзвичайних ситуацій, а також з усіма лісництвами. Лісництва підтримують зв'язок з пожежно-хімічними станціями, спостережними пунктами, патрульними групами, літаками і вертольотами, організаціями, розташованими на території лісництва, органами влади на місцях. Пожежно-хімічні станції налагоджують взаємодію з спостережними пунктами, протипожежними пунктами, що входять до складу ПХС, пожежними командами в місцях проведення робіт по локалізації та гасінню лісових пожеж.

На охороні лісів від пожеж широкого поширення набули телефонний і радіозв'язок. У ряді лісових районів, крім телефону і радіо, застосовуються телетайпи, телеграф, телефакси, але дедалі застосовуються вони значно рідше.

У багатьох випадках для зв'язку літальних апаратів з наземними службами скидається вимпел. У деяких ситуаціях зв'язок за допомогою скинутого вимпела є єдино можливим і точним. Але вимпельний зв'язок вимагає великих витрат часу. За даними ВО "Авіалісоохорона", щорічно в Україні скидається близько 5 тис. вимпелів і при цьому витрачається до 3 тис. годин льотного часу. На додаток до цього, на літаках і вертольотах встановлюють звукоретрансляційні станції (ЗРС), які здійснюють односторонню передачу інформації з літальних апаратів. Зокрема, станція ЗРС призначена для подачі команд з борту літака Ан - 2 і вертольотів Мі-8 і Мі-2 при патрулюванні лісів і виконанні робіт по гасінню загорянь. Інформація, передана з літального апарату під час його польоту, чутна на землі протягом 1 хв.

Зворотній зв'язок, коли відсутня рація, може бути виконаний спеціальними сигналами, що подаються переговорними полотнищами або викладають березовими жердинами. Ці прості способи дозволяють зв'язатися з екіпажем літака і передати йому термінові повідомлення (про необхідність медичної допомоги, доставки продуктів харчування, питної води, проведення розшуку заблукалих і ін.). Даний вид зв'язку можливий в умовах достатньої освітленості і прозорості атмосфери.

На лісгосподарських підприємствах телефонний канал використовується в двох варіантах: 1) з центральним живленням (ЦБ), яке подається централізовано по всьому ланцюгу, або автоматично (АТС); 2) з місцевим живленням (МБ), де виклик виконується за допомогою індуктора. У підрозділах лісгоспів телефони МБ знаходять широке застосування. Цей вид зв'язку використовують в основному на невеликій відстані, наприклад, за напрямками: лісництво - ПХС; ПХС - спостережний пункт; ПХС - патруль і ін. В останньому випадку патрульна група може скористатися переносними телефонними апаратами. На лінії МБ абонент приєднується до одного дроту і заземляє другий вивід, що значно скорочує час на передачу інформації. З цією ж метою на лінії ЦБ на телефонних стовпах встановлюють штепсельні розетки для підключення з інтервалом через 20-25 стовпів.

Але телефонний зв'язок часто не забезпечує оперативне керівництво роботами по виявленню і ліквідації лісових пожеж, при цьому втрачається одна з головних умов ефективного функціонування лісопожежної служби - швидкість передачі інформації. Тому в даний час охорона лісів від пожеж не може здійснюватися без радіозв'язку, який отримав в лісовому відомстві широке застосування.

Залежно від ряду умов застосовуються радіостанції, що працюють в короткохвильовому (КВ) діапазоні частот - 1,6 - 8,0 МГц, що забезпечують з'єднання абонента на значну відстань, і УКХ (УКВ) - в діапазоні - 33 - 46 МГц, обмежені відстанню прямої видимості. Авіалісоохорона використовує УКВ станції повітряного каналу, що працюють в основному на частотах 100 - 150 МГц. У таблиці 13 представлена коротка характеристика деяких радіостанцій, що поставляються у лісгосподарські підприємства.

Оскільки основним місцем роботи лісоохорони є пожежа і суміжні з нею території, то все більшого розвитку набуває зв'язок по радіонапрямку: "пожежа - ПХС (лісництво, лісгосп)", "пожежа - авіавідділення" і між загонами і групами, які працюють на ліквідації вогню.

Зв'язок двох радіостанцій між собою називається радіонапрямом, зв'язок однією з двома і більше радіостанціями - радіомережею. Керує роботою радіомережі старша станція.

Рації КВ діапазону більш придатні для лісгоспів, розташованих в багатолісних районах з малою щільністю населення. Для зв'язку лісгосподарських підприємств з віддаленими лісгоспами та авіабаз з авіаланками і оперативними відділеннями застосовуються КВ радіостанції потужністю 30 Вт і більше, що діють на великих територіях. Це стаціонарні станції "Ангара - РА", "Ангара - РБ", РСО - 30 "Смуга - 2" і РСО - 300 "Родник - 2". Великий радіус дії і у мобільного комплексу "Ангара - 1".

Ведення переговорів між оперативними відділеннями, а також лісгоспами та їх підрозділами в межах до 400 км забезпечується радіостанціями "Гроза - 2", в стаціонарному варіанті ( "Гроза - 2С") і переносному ( "Гроза - 2П"). Їх рекомендують застосовувати за наступними напрямками: ЛХТПО - лісгосп - лісгосп; лісгосп - лісництво - лісництво; лісгосп - авіаланки - авіавідділення; авіавідділення - літальний апарат; лісгосп - лісова пожежа; авіавідділення - лісова пожежа.

У лісгосподарських філіях і лісництвах встановлюють короткохвильові радіостанції "Нива - М", виконані в настільному варіанті, що забезпечені системою тонального виклику, тобто при виклику апарат видає звуковий сигнал. За допомогою цих станцій зв'язуються за напрямками: лісгосп - лісництво - ПХС; лісгосп - лісництво - літальний апарат або наземний патруль, якщо в останнього є рації типу "Карат" або "Гроза-2". Коротка характеристика радіостанцій, що застосовують при гасінні лісових пожеж наведено в таблиці 5.

«Карат - 2Н» - переносна станція, використовуються для зв'язку на невеликі (до 50 км) відстані за напрямками: лісгосп - лісництво - спостережний пункт; лісгосп - лісництво - наземний патруль; ПХС - група пожежогасіння; група пожежогасіння - група пожежогасіння. «Карат» може

виконувати зв'язок з літальними апаратами; надає велику допомогу при взаємодії на лісових пожежах окремо працюючих бригад і при керівництві гасінням осередку горіння.

Таблиця 5

**Характеристика радіостанцій, що застосовуються  
при охороні лісів від пожеж**

| Назва<br>радіостанцій                                         | Дальність<br>зв'язку,<br>км | Потужність,<br>Вт | Частота,<br>МГц | Кількість<br>каналов |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------|----------------------|
| <b>Короткохвильовий діапазон</b>                              |                             |                   |                 |                      |
| Роднік-2 (PCO-300)                                            | 1200                        | 300               | 2-12            | 4                    |
| Полоса-2 (PCO-30)                                             | 600                         | 30                | 0,3-8           | 4                    |
| Ангара-1                                                      | 500                         | 10                | 1,6-8           | 10                   |
| Гроза-2                                                       | 400                         | 3                 | 1,6-8           | 4                    |
| Карат-2Н                                                      | 50                          | 1                 | 1,6-2,85        | 1                    |
| <b>Ультракороткохвильових діапазон, канал наземної служби</b> |                             |                   |                 |                      |
| Лен 1Р21В-3                                                   | 40                          | 8                 | 33-46           | 1                    |
| Лен 1Р21С-5                                                   | 40                          | 8-15              | 33-46           | 1                    |
| Кактус                                                        | 5                           | 1                 | 33-46           | 1                    |
| <b>Ультракороткохвильовий діапазон, повітряний канал</b>      |                             |                   |                 |                      |
| Р-619М                                                        | 150                         | 12                | 100-150         | 1001                 |
| Баклан-РН                                                     | 120                         | 5                 | 118-149;<br>975 | 720                  |
| Р-809М2                                                       | 100                         | 5                 | 100-149;<br>975 | 200                  |
| Ромашка                                                       | 30                          | 0,5               | 118,8           | 1                    |

У густонаселених районах при наявності значної кількості радіоперешкод і малої території лісгосподарських підприємств доцільно користуватися ультразвуковими радіостанціями. Зараз замість комплексу радіостанції "Граніт" випускається комплекс "Льон", що складається з стаціонарних (1Р21С і 1Р21С - 4) і перевізних (1Р21У - 3) станцій. Цей комплекс працює в радіусі 40 км, тобто в основному в районах наземної охорони. Рекомендовані напрямки зв'язку: лісгосп - лісництво - лісовий кордон - спостережний пункт - наземний патруль - група пожежогасіння.

З комплексом "Льон" взаємодіє переносна радіостанція "Кактус", яку можна взяти в літальний апарат; тоді з її допомогою в польоті ведуть переговори з раціями лісгоспів і наземних рухомих об'єктів. Можлива дальність переговорів на висоті авіапатрулювання становить близько 40 км. Однак в цьому випадку, щоб уникнути сильних перешкод, необхідно додаткове пристосування до рації. "Кактусом" облаштовуються наземні патрулі, лісопожежні бригади ПХС, спостерігачі на ПНН і т.д.

Зв'язок патрульних літаків і вертольотів з оперативними відділеннями виконується радіостанціями Р-809М2, Р-619ГМ і "Баклан-РН"; радіус взаємодії, в залежності від висоти польоту літального апарату, складає до

150 км. Команди на пожежі зв'язуються з повітряними суднами, використовуючи портативні рації "Ромашка", "Прибій" і ін.

Як зазначалося раніше, в авіабазах введено диспетчерське управління роботою авіавідділень. В цьому випадку обов'язковими є радіонапрям відповідно до вимог "Інструкції з авіаційної охорони лісів": авіаланки - авіавідділення; авіавідділення - авіавідділення (всередині ланки); авіавідділення - лісова пожежа; літальний апарат - лісова пожежа; авіавідділення - лісгосп (лісництво, ПХС).

При розробці схеми зв'язку на лісгосподарському підприємстві необхідно продумати питання, пов'язані з можливістю того чи іншого типу зв'язку, можливістю її подальшої експлуатації, майбутніми витратами і т.д. Наприклад, якщо спостережний пункт розташований неподалік від лісгоспу, лісництва або ПХС, то телефонний зв'язок краще, так як простота звернення забезпечує безвідмовність його роботи. При віддаленні ПНП від населеного пункту більше 5 км, рекомендується оснащувати його радіостанцією.

Разом з тим, щоб забезпечити необхідну при охороні лісів від пожеж оперативність, слід передбачити дублюючі канали взаємодії. Це пов'язано з можливим виходом з ладу радіоприймачів або передавачів з технічних причин, погіршенням чутності при наявності радіоперешкод, що ускладнюють переговори і т.д. Нерідкі випадки відмови в роботі телефонної мережі, особливо при використанні місцевих телефонних станцій, які не завжди функціонують цілодобово. Крім того, в останньому випадку неможливо примусове роз'єднання необхідного абонента, провідного переговорного пристрою, і швидке з'єднання з ним. Тому дублювання основного способу зв'язку додатковими (наприклад, радіозв'язку - телефонної або телеграфної та навпаки) дозволить при відмові одного сполучного каналу своєчасно ввести в дію інший.

До початку пожежонебезпечного сезону Обласні управління лісового і мисливського господарства і територіальна авіабаза складають і затверджують графік взаємодії радіозв'язків авіавідділень і лісгоспів, які вони обслуговують, протягом усього сезону радіозв'язок цих служб працює в тісному контакті. Оскільки лісгоспи значно гірше забезпечені засобами зв'язку, то, як правило, при розташуванні в одному населеному пункті авіаційного підрозділу та лісгосподарського підприємства, організовується загальний пункт зв'язку і відділення забезпечує потребу лісгоспу. Треба відзначити, що радіомережі лісгоспу оперативно підпорядковуються радіозв'язку обслуговуючого його територію відділення під час всього пожежонебезпечного сезону.

Щодня перед вильотом повітряного судна на патрулювання радіостанція авіавідділення дає циркулярний сеанс зв'язку для всіх лісгосподарських підрозділів в районі обслуговування. При цьому уточнюється черговість роботи рацій літального апарату з наземними пунктами. Потім всі радіостанції лісгоспу включаються на радіоканал літака або вертольота і стежать за їх роботою, перебуваючи на режимі "прийому". При виконанні патрульного польоту льотчик-спостерігач



зв'язується з наземними службами і дає інформацію про виявлення займання і загальну пожежну обстановку. Радіообмін між станціями лісгоспу на каналі роботи з літальним апаратом можливий лише з пожежних питань з моменту, коли льотчик-спостерігач, що стежить за станом пожежної небезпеки з повітря закінчить сеанс радіозв'язку словами «Кінець роботи». Після закінчення патрулювання авіавідділення знову проводить циркулярний сеанс зв'язку з наземними радіостанціями: встановлюють терміни зв'язку на наступний день, уточнюють відомості про пожежі та ін.

Найчастіше для своєчасної передачі інформації про виникаючі загоряння використовують авіаційні радіостанції. Вони служать проміжною ланкою при повідомленні даних про виявлення лісових пожеж з борту патрульного літака. Це важливо для тих лісгосподарських організацій, які не мають або з інших причин не можуть зв'язатися з авіалісоохороною. В даному випадку диспетчер аеропорту, який прийняв радіограму, передає її зміст лісгоспу (лісництву) по телефону.

Згідно з раніше згаданим документам, до роботи на радіостанціях допускаються особи, які пройшли відповідну підготовку. Вони повинні знати і строго дотримуватися відомчого переліку відомостей, дозволених до передачі по радіоканалах, а також правила ведення радіозв'язку. При експлуатації таких станцій, як Ангара-РА, Ангара - РБ, Смуга - 2, Роднік - 2 і деяких інших, зв'язок можуть здійснювати особи, які мають кваліфікацію радіооператора. Всі радіостанції, крім переносних, повинні встановлюватися в приміщеннях, що охороняються і при цьому слід вжити заходів, що забезпечують їх експлуатацію відповідно до вимог інструкцій та інших керівних документів по радіозв'язку. Технічне обслуговування засобів зв'язку здійснюється в основному фахівцями баз авіаційної охорони лісів.

Оцінюючи в цілому ситуацію, що склалася в лісоохороні по радіозв'язку, треба підкреслити, що поки в перспективі не проглядається кардинальне рішення цієї проблеми. Обіцянки найближчим часом забезпечити лісових пожежних новими потужними радіостанціями "Каштан" (КВ діапазон) не покращують становища, оскільки і вони будуть старіти і виходити з ладу. У зв'язку з цим вважається правильною пропозиція керівництва ВО "Авіалісоохорона" перейти на супутниковий радіозв'язок, що гарантує високу надійність і оперативність зв'язку через космос практично в усіх напрямках. Одночасно вирішиться питання

уніфікації апаратури - зараз на практиці застосовується до 20 типів радіостанцій.

Незважаючи на вищевказані зауваження, важливість зв'язку на охорону лісів від вогню надзвичайно велика. В сучасних умовах зв'язок має чимале значення і при визначенні способу виявлення лісових пожеж. Розглянемо конкретний приклад.

Як ми зазначали раніше, в північних районах Житомирської області основним способом виявлення лісових пожеж (якщо судити за розмірами контрольованих площ) виступає авіапатрулювання, а з усіх видів зв'язку

провідна роль належить, поза сумнівом, засобів радіозв'язку. І тут виникає парадоксальна ситуація, коли в силу зазначених вище причин наземна охорона не в змозі здійснювати надійний зв'язок з літальними апаратами авіаційних підрозділів - основна маса лісгоспів не має радіозв'язку з повітряними судами, що оглядають їх лісовий фонд.

На додаток до цього, регламент польотів навіть в умовах середньої пожежної небезпеки передбачає лише одноразовий обліт території за запланованим маршрутом. Крім того, в останні роки можливість авіалісоохорони в плані виявлення та обслуговування лісових пожеж суттєво зменшився.

За таких обставин для виявлення загорянь окремих найбільш пожежонебезпечних лісових масивів можна використовувати наземне патрулювання, збільшивши кратність огляду охоронних ділянок та забезпечивши патрульну групу засобами наземного зв'язку. Таким чином можливо в якійсь мірі відмовитись від дорогих послуг авіалісоохорони і підвищити якість спостереження за лісами. В якості ілюстрації цього розглянемо такий приклад: в лісгоспі є щорічно пожежонебезпечні території (високий клас природної пожежної небезпеки, велика кількість ягідників, грибників), віддалені від найближчого населеного пункту непроїжджою перешкодою, (наприклад, - заболочена заплава струмка). Об'їзд займає кілька годин. Це, безсумнівно, ускладнює наземне патрулювання і доставку на пожежу сил і засобів пожежогасіння. В такому випадку доцільно буде створення найпростішого переїзду (наприклад, загати) через непроїжджу ділянку, що дозволить відмовитися від послуг авіалісоохорони не тільки при патрулюванні, а й в гасінні пожеж на доступній тепер території.

## **2. Метеообслуговування**

Погодні умови представляють найбільш мінливий фактор з числа, що визначають пожежну небезпеку в лісі. Відомо, що найбільша кількість загорянь виникає при антициклонічних типах погоди, коли внаслідок тривалої посухи горючі матеріали просихають і спалахують при наявності навіть такого джерела вогню, як іскра. Тому службі виявлення лісових пожеж для своєчасного вжиття заходів щодо виявлення нових осередків займання вкрай важливо правильне визначення синоптичних процесів, що мають місце на території контрольованого району. Ось чому в дозорно-сторожову службу, крім патрулювання і організації пожежних спостережних пунктів, входять метеоспостереження і метеосигналізація.

Між Державним агентством лісових ресурсів України та гідрометеослужбою діє угода, згідно з якою органи метеорологічного відомства представляють Обласним управлінням лісових і мисливських господарств, лісогосподарським підприємствам, авіабази і їх підрозділам необхідну інформацію по всім метеостанціям. Лісгоспу повідомляють або обчислене значення комплексного показника, або абсолютні величини температури повітря, температури точки роси, якості опадів і ін.

При III класі пожежної небезпеки і вище, відомості повинні бути докладні і надходити в строго встановлені терміни, щоб можна було заздалегідь належним чином підготувати служби виявлення і гасіння лісових пожеж. Штормові попередження повинні надходити негайно. Але в східних районах України мережа метеостанцій досить зріджена і часто віддаленість від них лісових масивів становить понад 20 км. У цьому випадку, відповідно до "Вказівки з протипожежної профілактики та регламентації роботи лісопожежних служб", рекомендується лісогосподарським підприємствах та їх підрозділах організовувати власні метеопункти, які повинні бути обладнані психрометром Ассмана, опадомірами і мати психрометричні таблиці. У деяких лісгоспах є спеціальні прилади для визначення класу пожежної небезпеки по погоді - УСП-1.

Для оцінки ступеня пожежної небезпеки в лісі за умовами погоди В.Г.Нестеровим було запропоновано комплексний показник горимості, що враховує дефіцит вологості (мб) і температуру повітря, які визначають швидкість висихання лісових горючих матеріалів (ЛГМ). Шкала Нестерова почала використовуватися в наземній і авіаційній охорони лісів в 1946 році.

Пізніше (в 1968 р.), Гідрометеоцентр СРСР вніс зміни в формулу, де дефіцит вологи оцінюється по різниці температур повітря і точки роси (температура, до якої треба охолодити повітря, щоб сталася конденсація вмісту в ньому водяної пари) і введений поправочний коефіцієнт (К) на опади. В день з дощем в 3 мм і більше  $K = 0$ , а в інші дні  $K = 1/16$ . Це є одним з недоліків розрахунку показника горимості, оскільки опади враховуються грубо: значення коефіцієнта не варіюється відповідно до змін кількості опадів, що випали. Коли ж їх випадає 3 мм і більше, то вважається, що пожежна небезпека в лісі відсутня. Однак відомо, що далеко не всі види ЛГМ в цьому випадку втрачають можливість до займання та поширенню вогню.

Шкала є загальноукраїнською і в цьому ще один з її недоліків, так як у багатьох регіонах країни було встановлено, що класи пожежної небезпеки не завжди відповідають дійсній горимості.

#### **Шкала пожежної небезпек**

| Клас пожежної небезпек | Величина комплексного показника | Пожежна небезпека |
|------------------------|---------------------------------|-------------------|
| I                      | до 300                          | відсутня          |
| II                     | 301 - 1 000                     | мала              |
| III                    | 1 001 - 4 000                   | середня           |
| IV                     | 4 001 - 12 000                  | висока            |
| V                      | більше 12 000                   | надзвичайна       |

В даний час стосовно до конкретних умов розробляють місцеві шкали, які враховують склад, стан горючих матеріалів, їх зміна протягом пожежонебезпечного сезону. Використовуючи методику М. П.

Курбатського (1954) і більш пізню (1975) методику УкрНДІЛГА, розроблені місцеві шкали пожежної небезпеки за умовами погоди для лісів зони Полісся України, Карпат, Криму та інших регіонів. Подібні роботи ведуться і для окремих лісогосподарських підприємств.

Деякі переваги перед системою В. Г. Нестерова має прилад для встановлення пожежної небезпеки погоди УСП - 1, розроблений в 1972 році Далекосхідним НДІЛГ. З його допомогою можна стежити за змінами комплексного показника горимості протягом сезону без додаткових розрахунків і щоденних спостережень. Працює прилад автоматично і складається з воронки для збору опадів, двох прозорих циліндрів різного діаметру, випарника, поплавкового клапана і шкали.

Робота УСП - 1 заснована на тому принципі, що через пористий фільтр випарника випаровується рідина. В результаті в циліндрі малого діаметра знижується її рівень, за яким на шкалі можна визначити комплексний показник і клас пожежної небезпеки. При випаданні, опади через ворону приладу потрапляють в малий циліндр, підвищуючи в ньому рівень води і знижуючи таким чином на шкалі клас горимості. Для зниження показника приладу до 1 класу досить 2,5 мм опадів, при такому дощі циліндри заповнюються до верхньої нульової позначки приладу. При більш рясних опадах вода виливається з приладу. УСП - 1 встановлюють подібно опадоміру на відкритому місці на висоті 1,5 - 1,8 метра над поверхнею землі.

До недоліків визначення класу пожежної небезпеки погоди за допомогою приладу УСП - 1 можна віднести той факт, що він враховує опади місцевого зливого характеру, які, як правило, випадають на невеликих площах. Самі опади враховуються лише до 2,5 мм, і це унеможливорює визначення величини пожежної небезпеки на тих площах, які не втрачають горимості при такому дощі. Можна додати: оскільки в лісі представлені різні за своїм характером ЛГМ, які по-різному реагують на зміну погодних умов, неоднаково горять в пожежонебезпечні періоди, мають різну структуру, неможливо точно моделювати процес їх висихання. У зв'язку з цим, багато дослідників наголошують на необхідності будувати шкали за типами лісу, так як для кожної ділянки можливість загоряння характеризується своїм показником горимості.

Більш точно і гнучко представлена методика визначення пожежної небезпеки в лісі на основі обчислення показників вологості ПВ - 1 і ПВ - 2, запропонована УкрНДІЛГА. Філії ДП «Ліси України» на сучасному етапі згідно шкали ризику пожежної небезпеки в лісах України здійснюють розробку місцевих шкал для лісогосподарських підрозділів, авіавідділень. За першим показником встановлюють можливість виникнення низових лісових пожеж, а по другому - початок заглиблення вогню в підстилку і розвиток ґрунтових пожеж. Для розрахунку ПВ-1 і ПВ-2 використовуються ті ж метеоеlementи, які пропонує Гідрометцентр: температура повітря ( $t$ ), температура точки роси ( $\tau$ ) і кількість опадів за минулу добу. Опади є провідним фактором, що забезпечує зволоження лісової горючої речовини, а величина  $t(t - \tau)$  найбільше впливає на процес випаровування вологи.

Виявлено досить тісний зв'язок цього виразу з сумарним радіаційним балансом (кал/см<sup>2</sup>/добу), який визначає випаровування субстратом вологи.

У багатьох районах України, визначення пожежної небезпеки за умовами погоди ведеться відповідно до рекомендацій УкрНДІЛГА за показником ПВ - 1. Методика його обчислення проста.

Розрахунок показника вологості починається з дати сходу стійкого снігового покриву. У цей день  $PВ = 0$ . Далі для обчислення використовують формули:

$$PВ_n = PВ_{n-1} + t_{n-1} (t_{n-1} - \tau_{n-1}) \cdot K_n - \text{при позитивній температурі};$$

$PВ = PВ_{n-1} + (t_{n-1} - \tau_{n-1}) \cdot K_n$  - коли температура від'ємна або дорівнює нулю.

де:

$PВ_n$  - показник вологості на ранок поточного дня;

$PВ_{n-1}$  - показник вологості на ранок попереднього дня;

$t_{n-1}$ ,  $\tau_{n-1}$  - температура повітря і точки роси попереднього дня станом на 14 годину місцевого часу, °С;

$K_n$  - коефіцієнт обліку опадів, який в дні з опадами до 0,5 мм дорівнює 1.

Якщо опадів більше 0,5 мм, то вноситься поправка за таблицею (додаток 1). Розмірність  $PВ_n$  виходить 2°С, але на практиці числами користуються як умовними одиницями. Показник вологості визначається на ранок поточного дня одночасно з вимірами опадів, які випали з ранку попереднього дня.

Можливість виникнення лісових пожеж в насадженнях різних класів природної пожежної небезпеки визначається по таблиці 6.

Даний метод в порівнянні з вищезазначеним, дозволяє з меншими похибками встановлювати вологість горючих матеріалів і можливість виникнення лісових пожеж. Він знаходить застосування при вирішенні задач оперативного планування роботи авіавідділень і автоматизованої системи управління охороною лісів від пожеж.

### **Практичні рекомендації щодо складання місцевих шкал пожежної небезпеки для лісу.**

Згідно «Вказівок з протипожежної профілактики в лісах і регламентації робіт лісопожежних служб» (1993), визначення пожежної небезпеки в лісі проводиться за загальноукраїнською шкалою, що складається з 5 класів. Але, як показала практика, одна шкала не в змозі врахувати всю різноманітність кліматичних і лісорослинних умов на території країни і в багатьох випадках дає недостатній ступінь достовірності. Тому в директивних документах лісового відомства є вказівки на розробку місцевих шкал зі зміненими межами класів, які б враховували природні особливості окремих лісгоспів або їх груп. Останнім часом такі роботи ведуться, що дозволяє поліпшити організацію охорони

лісових насаджень в наземній зоні, а також на площах, що обслуговуються авіавідділеннями.

Таблиця 6

**Виникнення лісових пожеж в різних групах типів лісів України в залежності від величини показника вологості**

| Класи природної пожежної небезпеки | Типи лісів України                                                                                                                                                                       | Найменше значення показника вологості, мм |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| I                                  | Сосняки, модринники, ялинники, на підвищених частинах рельєфу. У весняний період деревостани і вирубки з трв'яним покривом                                                               | 200                                       |
| II                                 | Сосняки, ялинники, модринники, березняки з брусничниками, осичники з домішкою берези                                                                                                     | 500                                       |
| III                                | Сосняки, ялинники, модринники, березняки чисті та мішані за складом зелено-мохово-брусничні, осушені чорничники; ялинники з домішкою брусниці, смерекові насадження зелено-мохової групи | 900                                       |
| IV                                 | Сосняки, ялинники, модринники чисті і змішані, осичники, березняки та сугрудові і грудові насадження з домішками чорничника, брусничника та сфагнових мохів                              | 1300                                      |
|                                    | В літній період хвойні і трав'яні типи лісів, а також березняки з включенням куничника                                                                                                   | 1600                                      |
| V                                  | Сосняки, ялинники, модринники, сфагнові: березняки, сосняки, ялинники; мохово-трав'яністі і сфагнові болота                                                                              | 2000                                      |

**3. Складання шкал пожежної небезпеки на основі обчислення показника В. Г. Нестєрова**

Існує кілька методик, які передбачають складання місцевих шкал. Дотримуючись хронології, почнемо їх розгляд з методики Н.П.Курбатського, в основу якої покладено графічний аналіз розподілу по сезону пожеж в конкретному районі в зв'язку з величиною показника Нестєрова. Дана методика є найбільш простою з усіх запропонованих і разом з тим досить точною для її практичного застосування.

Слід підкреслити, що місцеві шкали, які зовні мало відрізняються від єдиної шкали горимості, мають зовсім інший внутрішній зміст та суть.

Пов'язано це з тим, що в загальноукраїнській шкалі класи спочатку були встановлені по вологості і горимості надгрунтового покриву в найбільш пожежонебезпечних насадженнях, а згодом скоректовані з урахуванням виникнення лісових пожеж. Місцеві шкали розробляють на основі статистичних даних про пожежі, і тому вони відображають потенційну горимість як за станом горючих матеріалів, так і по наявності джерел вогню.

Першим етапом роботи при складанні місцевих шкал є лісопожежне районування території, в зв'язку з чим необхідна детальна характеристика всіх факторів, що визначають різноманітність або однорідність площі лісового фонду. Лісопожежне районування насамперед має спиратися на природне районування: рельєф, клімат, рослинність, які слід розглядати з точки зору їх впливу на величину пожежної небезпеки.

Точність сигналізації пожежної небезпеки в лісі залежить від роздрібненості районування: чим менше райони, тим вони однорідні і прогнози точніші. У віддалених районах України ступінь дробності початкового розподілу території визначається наявністю метеостанцій і поєднується як мінімум до площі лісництва, лісгоспу, або обслуговується авіавідділенням.

Як вказувалось, для складання місцевих шкал пожежної небезпеки пропонується використовувати показник горимости Нестерова, який застосовується на лісогосподарських підприємствах. М. П. Курбатській рекомендує для практики охорони лісів 4-класну шкалу, так як більш детальна характеристика пожежної небезпеки ускладнить користування нею. Межі класів намічені таким чином, щоб до I класу ставилися дні, коли загоряння лісу виникають як рідкісний виняток і їх кількість не перевищувала б 5%. На II клас має припадати 15 - 20% пожеж; на III - 35 - 40%; на IV - 40 - 45%.

За даними пожежної статистики, розраховують ймовірне число лісових пожеж в день кожного класу. Для цього треба загальне число загорянь за сезон або період в конкретному класі розділити на число днів з пожежами в цьому ж класі. Подібним чином виявляють місця найбільш ймовірного виникнення пожеж для кожного періоду пожежонебезпечного сезону і найбільш ймовірне значення показника сили пожеж. Останні дані будуть корисні для вирішення організаційно-технічних і тактичних питань, що виникають при гасінні пожеж. Ці питання можна вирішити на типологічному рівні, як це пропонується в методиці розрахунку показника вологості (УкрНДІЛГА), де в міру зростання показника, розширюється число категорій лісових ділянок, в яких можливі загоряння.

Для розробки місцевої шкали пожежної небезпеки необхідно скористатися даними метеостанції по температурі повітря, точці роси і опадам за останні 5 років. Потім для всіх днів пожежонебезпечних сезонів треба обчислити показник горимості (ГП) за формулою:

$$\Gamma_{\Pi} = \Gamma_{n-1} + t(t - \tau),$$



де:

$\Gamma_{n-1}$  - показатель горимости за попередній день;

$t$  - температура повітря ( $^{\circ}\text{C}$ ) в 12 годин за місцевим часом;

$\tau$  - температура точки роси ( $^{\circ}\text{C}$ ) в тей самий час.

При випаданні опадів більше 3 мм, обчислення комплексного показника починається з нуля, вважаючи останній день випадання опадів першим днем.

Результати розрахунків зводяться в таблицю (форма 1).

Форма 1

**Показник горимості по днях пожеженобезпечного сезону за 20 \_ рік**

| Дні<br>місяця | Місяці             |    |     |      |    |
|---------------|--------------------|----|-----|------|----|
|               | V                  | VI | VII | VIII | IX |
|               | Показник горимості |    |     |      |    |

Далі за звітними даними про кількість загорянь за весь період складається діаграма розподілу пожеж по датах сезону і величиною комплексного показника. Кожена пожежа зображується точкою відповідно календарій даті його виникнення та значенням ГП в цей день. Природно, що в окремі роки можливі відхилення, пов'язані з погодними умовами.

Наступний етап виконання роботи - встановлення меж між класами графічним шляхом окремо по виділеним періодам і складання шкали. Тут слід керуватися раніше прийнятим процентним розподілом пожеж по класам (I-1-5, II-15-20, III-35-40, IV-40-45%). Значення меж класів визначають до сотих ( $^{\circ}\text{C}$ ) і на діаграмі вони зображені прямими горизонтальними лініями. На практиці, щоб правильно користуватися місцевою шкалою, треба вести щоденник пожежної небезпеки погоди з обчисленням ГП, як це вказується в інструкціях і настановах щодо охорони лісів від пожеж. Рекомендується враховувати вплив вітру на силу пожеж. Так, при вітрі від 6 до 15 м/с II-го і III-го класів, корисно збільшувати на один щабель, а при сильному вітрі (більше 15 м/с) пожежну небезпеку цих класів вважати надзвичайною. Однак до даних рекомендацій слід ставитися обережно і користуватися ними з урахуванням місцевих особливостей, що визначають горимість лісового фонду.

При проведенні детального аналізу на основі отриманого матеріалу можна прогнозувати для території певного лісогосподарського підприємства найбільш ймовірне число пожеж за сезон, місця їх виникнення і масштабність. Така інформація для невеликих площ має достатній ступінь достовірності.

*Контрольні питання:*

1. Дайте характеристику основним методам організації зв'язку при лісопожежному моніторингу та гасінні лісових пожеж.

2. Які Ви знаєте засоби зв'язку, що використовує Державна лісова охорона під час гасіння лісових пожеж?

3. В чому полягає сутність метеобслуговування при моніторингу та гасінні лісових пожеж?

4. Що таке шкала пожежної небезпеки?

5. Що таке показник Нестерова і як скласти шкалі пожежної небезпеки на основі його обчислення?

6. Що таке показник вологості? Як скласти шкалу пожежної небезпеки на основі показника вологості?

## **Практична робота 5. Протипожежні профілактичні заходи.**

План:

1. Протипожежна профілактика в лісах України. Значення лісопожежної профілактики.
2. Заходи щодо попередження виникнення лісових пожеж.
3. Лісова рекреація.
4. Заходи щодо обмеження поширення і розвитку лісових пожеж.

### **1. Значення лісопожежної профілактики**

Одним з основних напрямків розвитку охорони лісів від пожеж є всебічне вдосконалення лісопожежної профілактики.

Під *лісопожежною профілактикою* розуміють сукупність заходів, спрямованих на попередження виникнення, поширення, розвитку лісових пожеж і створення умов для успішної боротьби з ними. Відповідно до Лісового Кодексу України відповідні органи державної влади суб'єктів України з метою запобігання виникненню лісових пожеж та боротьби з ними:

- організують щорічно розробку і виконання планових заходів щодо профілактики лісових пожеж, протипожежного облаштування лісового фонду і ділянок, що не входять у державний лісовий фонд;

- забезпечують готовність організацій, на які покладено функцію охорони і захисту лісів, а також лісокористувачів до пожежонебезпечного сезону;

- затверджують щорічно до початку пожежонебезпечного сезону оперативні плани боротьби з лісовими пожежами;

- встановлюють порядок залучення населення, працівників комерційних і некомерційних організацій, а також протипожежної техніки, транспортних та інших засобів зазначених організацій для гасіння лісових пожеж, забезпечують залучених до цієї роботи громадян із засобами пересування, харчуванням і медичною допомогою;

- передбачають на періоди високої пожежної небезпеки в лісах створення лісопожежних формувань з числа залучених до гасіння лісових пожеж громадян і забезпечують готовність цих формувань до негайних виїздів у випадках виникнення лісових пожеж;

- створюють резерв паливно-мастильних матеріалів на пожежонебезпечний сезон;

- сприяють організаціям, на які покладено охорону і захист лісів, а також лісокористувачам в будівництві і ремонті доріг протипожежного

призначення, аеродромів та злітно-посадкових майданчиків для літаків і вертольотів, які використовуються для авіаційної охорони лісів від пожеж, в забезпеченні паливно-мастильними матеріалами лісопожежних формувань, а також передають на пожежонебезпечний сезон у розпорядження територіальних органів управління лісовим господарством необхідну кількість чергових транспортних засобів (автомобілів, катерів та інших транспортних засобів) з запасом паливно-мастильних матеріалів;

- організують проведення протипожежної пропаганди, регулярне висвітлення в засобах масової інформації питань про збереження лісів, виконанні правил пожежної безпеки в лісах України;

- забезпечують координацію всіх робіт по боротьбі з лісовими пожежами на територіях державного лісового фонду України зі створенням в необхідних випадках для цієї мети спеціальних комісій.

Відповідно до вказівок щодо протипожежної профілактики в лісах і регламентації роботи лісопожежних служб практичне виконання заходів з охорони лісів від пожеж, в тому числі з протипожежної профілактики від пожеж, попередження та припинення порушень покладено на державну лісову охорону та її підрозділи, а також відомчу охорону. У районах, де відсутні можливості проведення протипожежних заходів наземним методом, профілактика, виявлення та гасіння лісових пожеж здійснюється на договірній основі базами авіалісоохорони лісів, авіаланок і авіавідділення.

Заходи з протипожежної профілактики в лісах поділяються на три основні групи: попередження виникнення лісових пожеж, обмеження поширення лісових пожеж і організаційно-технічні та інші заходи, що забезпечують пожежну стійкість лісового фонду.

За часом і оперативністю проведення, профілактичні заходи поділяються на планові, що виконуються заздалегідь розробленим проектом незалежно від рівня поточної пожежної небезпеки в лісі (протипожежна пропаганда, благоустрій лісової території, облаштування мінералізованих смуг, протипожежних доріг і водойм) і регламентовані поточним рівнем пожежної небезпеки в лісі (чергування пожежних команд, регулювання відвідуваності лісів населенням, патрулювання лісів і ін.).

## **2. Заходи щодо попередження виникнення лісових пожеж**

З огляду на те, що в переважній більшості випадків лісові пожежі виникають через необережне поводження людей з вогнем під час відпочинку або виконання робіт, державні органи управління лісовим господарством зобов'язані забезпечити:

широке проведення лісопожежної пропаганди серед населення в населених пунктах, громадському транспорті, місцях виконання робіт та масового відпочинку людей по дотриманню правил пожежної безпеки;

- організацію лісової рекреації з метою скорочення неорганізованого припливу людей, забезпечення пожежної безпеки в місцях відпочинку;

- контроль за дотриманням вимог пожежної безпеки в лісах, встановлення причин виникнення лісових пожеж, виявлення порушників і винуватців виникнення лісових пожеж;

- лісопожежну пропаганду і роз'яснення серед населення.

Лісопожежна пропаганда повинна вестися в напрямку забезпечення виконання вимог пожежної безпеки в лісі і формування у населення більш глибоких знань про ліс, взаємодія людини з лісом, необхідність активних дій з охорони лісу. Вона повинна бути цілеспрямованою, оперативною, відповідати порі року, обстановці і категорії населення, містити конкретні факти, а друковані видання повинні бути виразними, привабливими і інформативними. Лісопожежна пропаганда повинна проводитися безперервно протягом року і посилюватися в пожежонебезпечний сезон, особливо при настанні високої пожежної небезпеки за умовами погоди.

Для проведення цієї роботи повинні в першу чергу використовуватися засоби масової інформації: преса, радіо, телебачення, кіно, соціальні мережі та інші.

Рекомендуються такі форми лісопожежної пропаганди:

- підприємствам, установам, організаціям у місцях лісозаготівельних та інших робіт, а також в місцях проведення культурно-масових та інших заходів в лісі проводити роз'яснювальну роботу на теми про значення лісу, необхідність обережного поводження з вогнем та дотримання інших вимог пожежної безпеки в лісах. При цьому, особлива увага має бути приділена питанням про причини виникнення пожеж в лісі і способи усунення цих причин, про порядок оповіщення про пожежі в лісі працівників державної і відомчої лісової охорони, поліції та місцевих органів влади для організації гасіння, в тому числі про застосування підручних засобів пожежогасіння. Передачу таких лекцій, доповідей і бесід необхідно проводити також по місцевим радіотрансляційним мережам і телебаченню;

- проведення індивідуальних бесід на зазначені вище теми з зайнятими в лісі робітниками, громадянами в населених пунктах і відпочиваючими в лісі, туристами, екскурсантами, школярами і т. п.;

- створення кіно- та відеофільмів, кіноплакатів про шкоду, якої завдають лісові пожежі, причини виникнення лісових пожеж та заходи боротьби з ними. Організація широкого показу цих фільмів, кіноплакатів в кінотеатрах, клубах, будинках культури, санаторіях, будинках відпочинку і школах, в соціальних мережах тощо;

- публікація в місцевих періодичних виданнях та публікація виступів, бесід, статей науковців, працівників державної і відомчої лісової охорони та інших фахівців лісового господарства на зазначені вище теми. Видання масовими тиражами і поширення плакатів, листівок та інших матеріалів масової протипожежної пропаганди;

- розміщення обабіч доріг, на ділянках, де ведуться роботи, в місцях відпочинку людей в лісі періодично оновлюваних плакатів і оголошень, що попереджають про пожежну небезпеку в даний час, про необхідність дбайливого ставлення до лісів, обережного поводження з вогнем та виконання інших вимог пожежної безпеки в лісах України. Виготовлення,

розміщення біля доріг і поширення в населених пунктах протипожежних емблем, мобілізуючих увагу на попередження виникнення лісових пожеж;

- щоденна передача по місцевому радіо та телебаченню, в соцмережах протягом усього пожежонебезпечного сезону відомостей про пожежну небезпеку в лісах одночасно з метеозведеннями і прогнозами, а починаючи з III класу пожежної небезпеки за умовами погоди - систематична передача відповідних попереджень по місцевих радіотрансляційних мережах в населених пунктах, приміських поїздах, автобусах, тролейбусах і на залізничних станціях, пристанях водного транспорту в лісових районах, а також за допомогою мегафонів і гучномовців на автомашинах, літакх і вертольотах при наземному і авіаційному патрулюванні;

- виготовлення і розповсюдження наклейок на сірникових коробках і інших предметах масового споживання з відповідними малюнками і текстами, що містять заклики до заощадження лісів і попередження лісових пожеж;

- використання для поширення таких закликів штампів для друкування відповідних текстів на конвертах в поштових відділеннях і т. п.;

- протипожежна пропаганда через газети, мережу Інтернет, проведення телевізійних і редакційних зустрічей і інші;

- організація при конторах лісгоспів, лісництв та інших виробничих підприємствах, установах, організаціях, в сільських клубах, школах і т. д., а також в місцях масового відпочинку працівників в лісі інформаційних стендів з питань про значення лісу, шкоду, якої завдають лісам пожежі, способи і засоби попередження лісових пожеж та боротьби з ними.

Протипожежна пропаганда, роз'яснювальна та виховна робота серед населення може проводитися і в інших формах, що забезпечує її доступність до широких мас сільського і міського населення.

Особлива увага повинна бути приділена широкому роз'ясненню положень Лісового Кодексу України, Правил пожежної безпеки в лісах, а також постанов і рішень органів влади про заходи щодо охорони лісів від пожеж. При цьому необхідно не лише знайомити населення з вмістом зазначених правил, постанов і рішень, а й роз'яснювати, як слід їх виконувати, які рекомендуються способи виконання окремих вимог пожежної безпеки або протипожежних заходів.

*Державні органи управління лісовим господарством зобов'язані:*

- вимагати від керівників підприємств, організацій, установ, орендарів, що провдять роботи або мають об'єкти в лісі, проведення перед початком пожежонебезпечного сезону комплексу заходів по унеможливленню виникнення і поширення лісових пожеж, а від керівників підприємств, організацій і установ, які здійснюють культурно-масові та інші заходи в лісі, перед кожним виїздом або виходом в ліс учасників цих заходів поводити інструктаж робітників, службовців або учасників культурно-масових та інших заходів з питань попередження лісових пожеж та способах їх гасіння;

- систематично проводити роботу по широкому залученню громадськості до справи охорони, відновлення і примноження лісових багатств, організації лісових дозорів, постів, бригад і т. п.;

- організувати навчання населення способам попередження і гасіння лісових пожеж із застосуванням ручних знарядь і наявної в лісгоспах техніки.

### **3. Лісова рекреація.**

З року в рік значно зростає використання лісів для відпочинку, проведення спортивних заходів, туризму, екскурсій і т. п.

У зв'язку з цим важливим завданням щодо попередження лісових пожеж є проведення заходів, спрямованих на підготовку лісового фонду для організованого відпочинку населення.

З врахуванням зазначеної мети рекомендується:

- здійснювати в установленому порядку передачу лісових ділянок в оренду для користування лісовим фондом в культурно-оздоровчих, туристичних і спортивних напрямках з умовою їх благоустрою і забезпечення пожежної безпеки та збереження на цих ділянках і прилеглих до них площах лісової рослинності та інших об'єктів;

- здійснювати роботи з благоустрою ділянок, що виділяються для організованого відпочинку, проводити на них будівництво кемпінгів, мотелів, наметів, павільйонів, альтанок, кухонь, обладнати стоянки для машин, місця для куріння та інші споруди, забезпечити охорону цих ділянок і здійснювати експлуатацію створених на них об'єктів;

- вимагати від туристичних, спортивних та інших організацій проведення заходів з благоустрою майданчиків, маршрутів і стоянок (місць для розбивки наметів, розведення багать, збору сміття і т.д.).

Контроль за дотриманням вимог правил пожежної безпеки в лісах України повинні здійснювати працівники Державної лісової охорони, а також Державної служби з надзвичайних ситуацій.

Лісгоспи зобов'язані забезпечити постійний контроль за дотриманням правил пожежної безпеки в лісах, що знаходяться в їхньому підпорядкуванні. Для здійснення контролю за дотриманням правил пожежної безпеки в лісах і виконання встановлених протипожежних заходів, лісгоспи повинні організувати постійний нагляд в місцях лісозаготівельних та інших робіт в лісах, а також патрулювання лісів по дорогах і на ділянках, які найбільше відвідуються населенням.

Патрулювання повинно проводитися за маршрутами, заздалегідь запланованими з урахуванням оцінки лісових ділянок за ступенем небезпеки виникнення в них пожеж, періодів пожежонебезпечного сезону, а також часу найбільшого перебування в лісі населення. В першу чергу патрулювання лісів забезпечується на ділянках, віднесених до перших двох класів пожежної небезпеки.

У міру зростання комплексного показника пожежної небезпеки за умовами погоди, патрулюванням послідовно охоплюються ділянки, віднесені до I та II класів пожежної небезпеки.

Патрулі повинні бути забезпечені транспортними засобами (мотоцикл, квадроцикл, мопед, велосипед, автомашина, моторний човни, катер, кінний транспорт та ін.), мати при собі ранцеві вогнегасники, протипожежний інвентар і засоби радіозв'язку.

У період високої пожежної небезпеки за умовами погоди (IV клас і вище) рекомендується створювати біля доріг при в'їздах в ліс контрольні пости з метою попередження водіїв транспорту, а також громадян про дотримання правил пожежної безпеки при знаходженні в лісах.

У районах, де здійснюється авіаційне патрулювання лісів, поряд з голосовим озвучуванням з борту літака або вертольота протипожежної інформації за допомогою звукопідсилюючих установок, має також здійснюватися спостереження з повітря за дотриманням правил пожежної безпеки в лісах з передачею через звукопідсилювальну установку вимог про припинення порушень правил пожежної безпеки.

У всіх випадках, виявлення порушень правил пожежної безпеки в лісах працівники лісової охорони зобов'язані вжити заходів щодо припинення порушень, скласти адміністративний протокол за встановленою формою і не пізніше наступного дня передати його в лісництво або безпосередньо в лісгосп для притягнення винних до відповідальності відповідно до Правил пожежної безпеки в лісах України.

#### **4. Заходи щодо обмеження поширення і розвитку лісових пожеж**

У пожежній профілактиці важливе місце займають заходи щодо підвищення пожежостійкості лісових насаджень, що сприяють обмеженню поширення і розвитку пожеж і забезпечують успішне гасіння виникаючих загорянь.

*Регулювання складу деревостанів.* Значно зменшує виникнення сильних лісових пожеж наявність листяних порід в хвойних масивах. Згідно рекомендацій з протипожежної профілактики в лісах України і регламентації робіт лісопожежних служб вказується, що для зниження небезпеки формування високоінтенсивних верхових пожеж, лісгоспи зобов'язані регулювати склад хвойних насаджень рубками догляду за лісом зі збереженням по всіх ярусах деревостану рівномірної домішки листяних порід. Є дані, що домішка листяних порід по відношенню до хвойних в кількості менше 5 одиниць істотного впливу на поширення верхової пожежі не робить. Тому тут потрібне уточнення цього твердження. На жаль, лісовідновлювальні заходи не враховують вказівок з протипожежної профілактики. Культури сосни звичайної та темнохвойних порід, як правило, створюють чистими. Такі молодняки мають високу небезпеку і поділ їх на протипожежні блоки лише за допомогою мінералізованих смуг не завжди ефективний.



При регулюванні складу деревостанів велику увагу слід приділяти молоднякам і середньовіковим насадженням, як найбільш небезпечним в пожежному відношенні. У міру їх зростання, ступінь пожежної небезпеки знижується, і тоді листяні породи, виходячи з господарської доцільності, можуть бути збережені лише у II ярусі і підліску. Не можна забувати, що при сильному зрідженні під пологом деревостану можуть оселитися рослини, які є хорошим провідником горіння і збільшують тепловиділення на кромці пожежі (злакові трави, верес). Тому інтенсивність рубок догляду треба регулювати.

Дослідженнями, проведеними УкрНДІЛГА, встановлено, що запас надземної вегетативної фітомаси горючих матеріалів залежить від типу лісу, віку деревостану його густоти. Слід зазначити, що співвідношення різних видів живого надгрунтового покриву тісно пов'язане зі зімкнутістю крон деревостану. Так, у міру зростання цього показника, запас трав закономірно зменшується, а брусниці зростає при оптимальній для неї освітленості. Але в дуже густих насадженнях запас брусниці знову знижується. Відзначимо ще одну особливість: під кронами добре розвинених потужних дерев, поблизу стовбурів, кількість трав невелика, а в міжкронових просторах маса трав досягає максимуму. Отже, за допомогою рубок догляду можна регулювати видовий склад надгрунтового покриву, а також ступінь пожежонебезпеки насадження в цілому. Встановлено, що брусничники мають порівняно низьку вологозабезпеченість, що значною мірою знижує ріст трав'янистої рослинності в літній період.

*Санітарні рубки.* Велику увагу лісівники повинні приділяти рубці сухостійних і всихаючих дерев, а також чагарників, які збільшують небезпеку виникнення сильних лісових пожеж. Як правило, при виконанні будь-якого виду рубок догляду основною метою є санітарне оздоровлення деревостанів, про що зазначалося вище. У тому випадку, коли санітарні рубки не можуть бути проведені разом з рубками догляду в найближчі два роки, вони повинні призначатися в якості самостійного заходу. Суцільні рубки призначають після отримання дозволу, виданого за результатами лісопатологічного обстеження. Розробку великих територій, які потребують очищення (горільники, всихаючі деревостани, вітровал і ін.), виконують таким чином, щоб спочатку вирубка дерев була здійснена на смузі шириною не менше 50 м, а в хвойних насадженнях, віднесених до I та II класів пожежної небезпеки - 100 м по межі зі здоровими масивами. Необхідно розділяти великі ділянки на блоки площею 25-30 га з внутрішніми розривами шириною 25 м, що в разі необхідності в значній мірі полегшить гасіння лісових пожеж.

*Очищення лісів від позалісосічної захаращеності.* Для зниження рівня пожежної небезпеки лісопокритої території повинна проводитися ліквідація позалісосічної захаращеності. Перш за все, таке очищення необхідне в насадженнях з високою природною пожежною небезпекою, які знаходяться в промислових районах. Це ліси зелених зон, хвойні молодняки, захисні смуги навколо населених пунктів і об'єктів,

розташованих в лісі, протипожежні заслони, розчленовані масиви хвойних порід на блоки, насадження, прилеглі до залізниць і автомобільних доріг.

Масові спалахи розмноження соснового пильщика в деяких районах Житомирської, Київської та Чернігівської областей викликали відмирання деревостанів сосни звичайної, ялини звичайної на великих площах, розробити які своєчасно було просто неможливо. В даний час осередки всохлих насаджень внаслідок ураження верхівковим та шестизубчатим короїдами, сосновим пильщиком приховують в собі досить серйозну небезпеку, концентруючи критичні в плані формування лісових пожеж руйнівні сили, накопичення лісових горючих матеріалів. Боротьба з лісовими пожежами в подібних ситуаціях стає малоефективною, і ліс на площах, прилеглих до таких ділянок, гине. Подібне твердження можна висловити з приводу горільників, вітровалів, буреломів і інших видів захарашених територій.

Збільшення горимости в пошкоджених лісах визначається також зміною надгрунтового покриву, що відбувається внаслідок всихання деревного полог. Замість мохів та представників трав борових та суборових умов, розростаються рослини, типові для відкритих просторів: різні види куничників, осока, кропива, жовтець і інші. Тому запас відмерлої сухої горючої речовини внаслідок відпаду трав наприклад, в шовкопрядниках в 2-3 рази більший, ніж в непошкоджені лісі.

Як і санітарні рубки, очистка лісу від позалісосічної захарашеності ведеться в обмежених обсягах, як правило, в місцях масового відпочинку та міських насаджень. Але є і позитивні моменти, які слід враховувати при плануванні робіт по санітарній очистці лісів. В гірських умовах, на схилах південної експедиції, в районах де поширені сухі весняні травостої формуються сходи самосіву насіння деревних порід. Це викликано тим, що на цих територіях набагато менше випаровування і створюються відповідні сприятливі умови для проростання насіння самосіву деревних порід. Притіняючи молоді рослини, деревні залишки захищають їх від опіку сонячними променями.

*Протипожежні бар'єри.* Лісові протипожежні бар'єри - це ділянки території, що перешкоджають поширенню і розвитку лісових пожеж. Дія бар'єрів засноване на тому, що на їх поверхні горючі матеріали або відсутні, або знаходяться в такому стані, що не підтримують горіння. Вони можуть бути як природними утвореннями (елементи ландшафту), так і створені людиною.

Прийнято розрізняти 4 групи протипожежних бар'єрів:

I - негоримі бар'єри, на поверхні яких лісові горючі матеріали відсутні (водні перешкоди, скупчення каміння, піщані пагорби, автошляхи та ін.);

II - бар'єри з обмеженою кількістю сухого лісового палива, якого недостатньо для підтримки горіння (стежки, лісові дороги, просіки і трелювальні волоки, очищені від лісового опаду і т.п.);

III - бар'єри з лісовими горючими матеріалами низької пожежної небезпеки (смуги з конюшини, люпину, картоплі, оброблені сповільнювачами горіння, ділянки листяних і змішаних деревостанів);

IV - складні (комбіновані) бар'єри - в їх склад входять бар'єри перших трьох груп (пожежостійкі узлісся, протипожежні заслони).

На території державного лісового фонду України облаштовують протипожежні бар'єри наступних видів: мінералізовані смуги, протипожежні розриви, заслони і канали, пожежостійкі узлісся.

*Мінералізована смуга.* Мінералізована смуга - це смуга, очищена від лісових горючих матеріалів або утворена ґрунтообробними знаряддями, або іншим способом до мінерального шару ґрунту. Вона може бути самостійним бар'єром, який використовується для зупинки низової пожежі, або входити до складу складного бар'єру. Це один з найбільш простих і часто використовуваних на практиці видів бар'єрів. Згідно з правилами пожежної безпеки, в лісах мінімальна ширина такої смуги 1,4 м (рис. 4).

Ці смуги корисні і необхідні. Вони майже повністю затримують просування тлиових і флангових частин кромки низових пожеж, а в деяких випадках навіть фронт. Крім того, вони є опорними лініями для застосування відпалу.



**Рис. 4 Двупрохідна мінеральна смуга в умовах Селезівського ПНДВ Поліського природного заповідника**



**Рис. 5 Протипожежна мінеральна смуга в умовах  
Перганського ПНДВ Поліського природного заповідника**



**Рис. 6 Прокладання мінеральної смуги**



Слід пам'ятати, що смуги, підготовлені плугами, важкопрохідні для звичайного транспорту, тому їх треба створювати лише в місцях, що не унеможливило проїзд пожежної техніки. Все це робить ліс невпорядкованим і вкрай непривабливим. Ось чому в місцях масового відпочинку корисні функції мінералізованих смуг з успіхом виконують лісові доріжки і стежки, які підтримують в мінералізованому стані, прибирають з них опад і лісовий мотлох. Безсумнівно, в лісах зелених зон треба відмовлятися від захисних мінералізованих смуг, а замість них створювати мережу лісових доріг і стежок, за якими вести систематичний догляд. На трасах, де немає пеньків, хороші мінералізовані смуги готують бульдозером. Крім того, цей вид бар'єрів утворюють тракторними смугопрокладачами, тракторними і ручними ґрунтометами, зарядами вибухових речовин.

За такими смугами необхідний систематичний догляд, лише тоді вони відіграють позитивну роль. Тут використовують дискові знаряддя - борони, фрези, культиватори. На піщаних ґрунтах і легких супісках роботи проводять у весняний і літній час, в залежності від особливостей пожежонебезпечного сезону. На багатих ґрунтах, які рясно заростають трав'янистою рослинністю, догляд за мінералізованими смугами треба проводити після припинення росту трави, зазвичай це роблять в кінці літа. В цьому випадку, смуга стримує лісові пожежі, що виникають в осінній період, і навесні, коли торішня трава на поверхні землі вже підсихає і здатна горіти, ґрунт ще не відтанув і обробляти його неможливо.

Для запобігання займанню лісу від сільськогосподарських палів в умовах відкритих місць і сильного вітру, потрібні широкі захисні смуги. З цією метою випалюють надґрунтовий покрив між двома плуговими борознами, нарізаними через 10 м. Такі ж смуги створюють посівом на оброблених площах рослин, що не підтримують горіння (картопля, люпин, гречка).

*Противопожежні розриви.* Противопожежні розриви - природні безлісні території, у вигляді просік шириною 10-20 м, як правило, з дорогами по ним або водне плесо. Такі розриви призначені для зупинки низових пожеж і в якості опорних ліній при їх гасінні. Ширина розривів не встановлена.

Перш за все, противопожежні розриви влаштовують шляхом розширення наявних доріг і стежок. І лише при недостатній їх густоті, прорубують нові просіки. Згодом за розривами ведуть догляд, що полягає в періодичному видаленні порослі деревно-чагарникових порід, поновленню захисних пожежних смуг і підтримці доріг в проїжджому стані.

Найчастіше лісгосподарські підприємства прорубують в хвойних масивах широкі просіки з метою отримання деревини з лісу. Як показала лісопожежна практика, широкі розриви підсилюють вітер, коли повітряні маси рухаються уздовж розриву або під гострим кутом до нього. Дослідженнями УкрНДІЛГА встановлено: навіть досить широкі безлісні ділянки (100 м і більше) виявляються не завжди ефективними для зупинки високоінтенсивних верхових пожеж. Тому харківські вчені пропонують

відмовитися від широких протипожежних розривів, а замість них рекомендують протипожежні заслони.

*Протипожежні заслони.* Дійсно, створення великої кількості широких безлісних просторів не скрізь можливо і доцільно. Вітчизняні та зарубіжні фахівці, пірологи з Німеччини, Франції рекомендують влаштовувати протипожежні заслони. Протипожежні заслони - це складні (комбіновані) бар'єри в лісі, призначені для зупинки верхових пожеж. Вони складаються з розриву в поєднанні з смугами лісу по обидва його боки, очищеним від наземних горючих матеріалів і розчленованих мережею мінеральних смуг.

Цей вид бар'єрів різної конструкції і ширини (від 30 до 320 м) розроблений УкрНДІЛГА. За основу заслону приймається природний і штучний розрив (10-20 м), який служить дорогою. Вздовж розриву з кожного боку з листяних порід створюють смуги шириною від 10 до 150 м (якщо деревостан листяний, заслін може бути без протипожежного розриву); якщо це неможливо по лісорослинних умовах, то з хвойних порід шляхом очищення смуги від деревного мотлоху, підросту і пожежонебезпечного підліску, з обрізанням нижніх гілок дерев на висоту до 2 м. Вздовж розриву, через 20-30 м прокладають мінеральні смуги.

Дія заслонів заснована на тому, що вогонь по пологіму деревостану без підтримки низової пожежі довгий час не може поширюватися. Значить, перепорою верховій пожежі служить не тільки листяний ліс, а й хвойний, в якому низовий вогонь буде слабким. На жаль, через брак коштів, що виділяються на охорону лісів від пожеж, облаштування протипожежних заслонів в лісах зони Полісся України знаходиться на низькому рівні.

Одним з основних пунктів плану протипожежного облаштування лісопокритої території є створення системи бар'єрів на шляху поширення вогню, тобто розподіл великих лісових масивів на частини з виділенням особливо небезпечних в пожежному відношенні ділянок. В даний час "Інструкцією з протипожежної профілактики в лісах України" визначено, що пожежонебезпечні масиви хвойних порід, за винятком модрини, в лісах I і II груп, а також в освоєних лісах III групи повинні поділятися на ізольовані один від одного основні та внутрішні пожежні блоки.

*Пожежний блок.* Пожежний блок - це ділянка лісу, оточена природними (річки, озера, листяні деревостани і ін.) і штучними протипожежними бар'єрами (в основному заслонами, а також розривами в вигляді трас автомобільних і залізних доріг, ліній електропередач, зв'язку і т. п.).

Залежно від ступеня пожежної небезпеки, цінності насаджень і інтенсивності лісового господарства в районі, розмір основних блоків може варіюватися в межах від 2 до 12 тис. га. Ширина протипожежних заслонів, що відмежовують блоки в цьому випадку, дорівнює 250-320 м. Найбільш пожежонебезпечні хвойні насадження всередині основних блоків поділяють в свою чергу на внутрішні, площею 400-1600 га, ширина заслонів 25-250 м. Великі ділянки хвойних молодняків в лісах I-ї групи рекомендується розбивати на блоки розміром по 25 га. Для цієї мети передбачається також облаштування 20-30-метрових протипожежних

заслонів. Є думки з посиленням на зарубіжний досвід, що розмір основних блоків в хвойних насадженнях повинні знизити високу пожежну небезпеку, облаштовуючи при цьому блоки до 400 - 900 га, а відстань між заслонами не повинна перевищувати відповідно 2-3 км. Є також рекомендації поділяти лісову територію на блоки 100 - 200 і 10 - 20 га, що доцільно в особливо цінних насадженнях, для яких характерна висока пожежонебезпека і антропогенне навантаження: хвойні молодняки в зелених зонах, ґрунтозахисні, водоохоронні та інші насадження. На сьогоднішній день багато дослідників вивчають системи облаштування протипожежних бар'єрів. Їх можна розглядати як рубежі для активної боротьби з пожежами, оскільки, в зв'язку з можливим конвекційним перенесенням палаючих деревних частинок на значну (300-400 м і більшу) відстань, жоден бар'єр не дає гарантії самостійного загасання пожеж. Організуючи гасіння верхових пожеж, навіть при наявності таких перешкод вогню, як протипожежні заслони, потрібно мати людей на внутрішньому кордоні заслону, для виконання відпалу назустріч фронту пожежі, і з зовнішнього боку - для нових осередків горіння, що з'являються в результаті перенесення частинок лісових горючих мас. Користь від ділення лісової території на пожежні блоки очевидна, тому що саме таке розукрупнення хвойних насаджень допомагає зберегти від вогню цінні хвойні ліси. Подібні роботи треба вести в зростаючих обсягах, враховуючи потенційну небезпеку розвитку великих верхових пожеж.

*Пожежостійкі узлісся.* Цей вид бар'єрів який формує листяні та змішані насадження, що оточують пожежонебезпечні масиви хвойних лісів, лісові селища, а також спеціально підготовлені смуги хвойних насаджень навколо лісових селищ.

Узлісся формуються рубками догляду за лісом, посадкою лісових культур або реконструкцією деревостанів. Вказівки з протипожежної профілактики в лісах України передбачають ширину галявини з листяних порід навколо населених пунктів не менше 150 м, якщо ж лісорослинні умови не дозволяють вирощувати листяні деревостани, то смугу хвойного лісу шириною 250 - 300 м рекомендується готувати, як і протипожежний заслін з прокладкою через 50 м мінеральних смуг в поздовжньому напрямку. У листяних галявин, захисні смуги створюють по межі із зовнішнім і внутрішнім (по відношенню до лісу) сторонам.

Потреба в облаштуванні пожежостійких галявин в регіонах, де щорічно виникає дуже багато великих лісових пожеж, велика. Однак робота в цьому напрямку практично не ведеться.

*Протипожежні канави.* Канави протипожежного призначення готують для захисту цінних лісів від переходу на них з сусідніх ділянок надґрунтових пожеж. Прокладають їх по межах торфовищ, мережа каналів повинна бути замкнутою. Глибина канав - до мінерального шару ґрунту або обвідних шарів торфу. У лісостепових районах такі бар'єри влаштовують як перешкода для проникнення в ліс степових пожеж, коли джерелом загоряння є перекочуються вітром палаючої трави.

Грунтові пожежі виникають порівняно рідко і планом протипожежних заходів лісогосподарських підприємств є підготовка каналів, що передбачається в незначних обсягах. В основному на лісогосподарські підприємства покладаються функції контролю, щоб організації та підприємства, які мають об'єкти в лісі, розташовані на торфовищах, суворо дотримувалися правила пожежної безпеки і відокремлювали місця проведення робіт протипожежними каналами.

*Будівництво доріг протипожежного призначення.* Ефективну наземну охорону лісів від пожеж можна забезпечити лише при наявності мережі доріг, що дозволяє доставляти сили і засоби пожежогасіння на будь-яку ділянку, де можливі загоряння.

Всі лісові дороги зазвичай поділяють на лісогосподарські, лісовозні і протипожежні (рис. 7). Лісогосподарські дороги влаштовують в освоєних лісах, де вони потрібні для різних потреб лісового господарства і будуть широко використовуватися. Призначення лісовозних доріг безпосередньо пов'язано з експлуатацією лісу.



**Рис. 7 Лісові міжквартальні дороги протипожежного призначення в умовах 24 кварталу 3 виділу урочища Висока Піч**

У цьому випадку, коли існуюча дорожня мережа не забезпечує доставку сил і засобів пожежогасіння до місць виникнення загорянь у встановлені діючими нормами терміни, додатково ведуть будівництво протипожежних доріг. Їх прокладають до лісових ділянок, небезпечних в пожежному відношенні, і водойм. Облаштування цих доріг технічно нескладно і полягає в корчування пеньків, розчищенні та профілюванні проїжджої частини, підготовці переїздів через струмки, канали і т.п. Їх будівництво ведеться з таким розрахунком, щоб в подальшому дороги могли бути використані в якості основи при створенні мережі протипожежних бар'єрів, а також як опорні лінії при гасінні вогнищ горіння.



*Облаштування протипожежних водойм.* Протипожежні водойми - це штучні або природні водні джерела в лісі, мають облаштовані під'їзди та майданчики для забору води лісовими пожежними автоцистернами, насосами, мотопомпами. Вода є основним засобом гасіння лісових пожеж. Але для оперативної її використання на території лісгосподарського фонду необхідно мати мережу протипожежних водойм.

Однак, нерівномірний розподіл водойм, а часто і віддаленість від центрів горимости, відсутність під'їзних шляхів, гірський рельєф не завжди дозволяє ефективно застосовувати всі водні ресурси в боротьбі з лісовими пожежами. Для вирішення даної проблеми здійснюється підготовка наявних природних і штучних водних джерел - річок, озер, заповнених водою кар'єрів і т.п., для забору води. Сюди також відносяться: облаштування під'їзних шляхів, обладнання майданчиків для розміщення пожежних цистерн і мотопомп. Для підвищення рівня води створюють загати, в необхідних випадках поглиблюють дно, а якщо воно мулисте, то обкладають камінням.

Слід мати на увазі, що забір води з водойми можливий, коли рівень води в ньому знаходиться на глибині, що не перевищує найбільшу геометричну висоту всмоктування: для лісових пожежних автоцистерн - 7 м, переносних пожежних мотопомп - 3,5 м. Ці цифри дійсні за умови повної герметичності забірної рукавної лінії і хорошої роботи всмоктуючого механізму.

Будівництво штучних водойм має проводитися за типовими проектами, бажано на ділянках з високою пожежною небезпекою, поблизу поліпшених автомобільних доріг, від яких влаштовують під'їзди. Ефективний запас води в водоймах повинен бути не менше 100 м<sup>3</sup> в найспекотніші періоди пожежонебезпечного сезону з відновленням разового забору води (до 5 м<sup>3</sup>) через 10 - 15 хвилин.

При високій горимості лісів на кожні 500 га площі лісового фонду влаштовують одну водойму, якщо горимість середня або мала, то один водойм на 3000 га. На особливо-небезпечних площах, якими є осушення торфовища, потрібна більш густа мережа водних джерел. Тут рекомендується мати в середньому одну водойму на 70 - 80 га.

*Розміщення протипожежних бар'єрів.* Розміщення елементів протипожежного облаштування лісопокритої території має свої особливості в гірських і заболочених районах. На підставі аналізу наявних в даний час публікацій можна навести такі рекомендації. У районах, де поширені широкі плоскі вододіли, протипожежні бар'єри облаштовують уздовж цих вододілів. Добре, коли тут функціонують системи розривів у вигляді мережі автомобільних доріг. У цьому випадку на схилах проектують бар'єри у напрямку горизонталей або під невеликим кутом до них.

Якщо на території лісгоспу переважають хребти або скелясті гребені в поєднанні з крутими схилами, то транспортне освоєння лісів здійснюється по долинах річок і струмків. Відповідно до цього бар'єри розташовують по нижнім елементам рельєфу.

За результатами досліджень, більшість великих пожеж в горах на півдні Кримського півострова, а також Карпат поширюється по вододілах і по верхніх частин схилів. Тому пропонується протипожежні розриви влаштовувати поперек вододілів і горизонталей, тобто перпендикулярно основному напрямку руху пожеж, поєднуючи розриви з природними перешкодами (долини струмків, сирі лощини), які також спрямовані поперек горизонталей. При цьому слід з'єднувати розривами вершини річок або струмків, розташованих з протилежних сторін вододілу.

При цьому значного руйнування ґрунту не відбудеться, тому що розрив прокладається по лінії водотоку від долини з виробленим профілем.

Слабка ерозія відіграє позитивну в протипожежному відношенні роль, підтримуючи в мінералізованому стані смугу на розриві.

Але якщо в даній місцевості є довгі схили з пологими (менше 15°) ділянками, то слід розчленовувати такі схили на частини, прокладаючи по ним горизонтальні протипожежні розриви.

Свою специфіку має протипожежний устрій заболочених лісів. Тут, як правило, недостатньо розвинена дорожня мережа і тому одним з найбільш ефективних бар'єрів є заслони. Для підтримки їх в негорімом стані проводять щорічне раньовесняне випалювання трав'яного опаду.

У лісах, які ростуть на торф'яних ґрунтах, по кварталних просіках прокладають найпростіші лісові дороги шириною, що забезпечує проїзд гусеничної техніки. Такі дороги збільшують доступність території, що вкрай важливо для охорони масивів, розташованих на перезволожених ґрунтах. Крім того, поліпшуються умови орієнтування на місцевості, і дороги можна використовувати як опорні смуги при виконанні відпалу.

*Організаційно-технічні та інші протипожежні заходи.*

Організаційно-технічні заходи передбачають:

- розробку та подання на затвердження органам влади заходів з пожежної профілактики, протипожежного облаштування та підготовку підприємств, установ і організацій, на які покладено охорону лісів до пожежонебезпечного сезону;

- розробку та подання на затвердження органам влади оперативних планів боротьби з лісовими пожежами. У планах передбачається організація пожежних формувань з працівників підприємств, організацій, установ і населення, із засобами транспорту, протипожежного обладнання, їх підготовка, порядок приведення в готовність і інші положення;

- проведення нарад-семінарів (лютий, березень) державної та відомчої охорони за участю представників органів влади, підприємств, організацій, установ з питань стану охорони лісів та заходи щодо її поліпшення;

- організація і підготовка (індивідуальна, курсова) керівників гасіння лісових пожеж з числа працівників наземної і авіаційної охорони лісів, що володіють умінням працювати з людьми, які мають професійну підготовку і досвід боротьби з лісовими пожежами;

- влаштування тимчасових злітно-посадкових майданчиків для вертольотів і облік природних майданчиків, придатних для посадки вертольота. Такі майданчики створюються біля контор лісгоспів, лісництв,

місць проживання службовців Державної лісової охорони, розташування резервних команд, а також в лісових масивах з високою пожежною небезпекою;

- облаштування пунктів прийому повідомлень від авіації, пунктів зосередження пожежного інвентарю. Такі пункти мають бути створені там, де створюються резервні пожежні формування або можливе залучення на гасіння лісових пожеж місцевого населення. Перелік пунктів прийому інформації узгоджуються лісгоспами з авіавідділенням, пункти і кількість пожежного інвентарю визначаються лісгоспом відповідно до нормативів зосередження пожежного інвентарю;

- внесення пропозицій до органів влади про додаткових, не передбачених Правилами пожежної безпеки в лісах України, протипожежних вимог виходячи з місцевих умов або таких, що склались в пожежній обстановці;

- узгодження з органами влади дозволів на проведення ранньої весни і пізньої осені контрольованого випалювання надгрунтового покриву з метою попередження виникнення та поширення лісових пожеж в районах, схильних до виникнення ранньо-весняних лісових та інших пожеж;

- проведення за один-два тижні до встановлення класу пожежної безпеки за умовами погоди обльотів території з метою контролю підготовки державного лісового фонду до пожежонебезпечного сезону і дотримання організаціями, підприємствами, лісокористувачами та іншими працюючими, що мають в лісі свої об'єкти щодо вимог пожежної безпеки;

- організацію оглядів готовності державної лісової охорони, відомчої охорони, її спеціальних пожежних підрозділів, інших пожежних формувань до боротьби з лісовими пожежами.

#### *Контрольні питання:*

1. *Що таке лісопожежна профілактика? Яке її значення у боротьбі з лісовими пожежами?*

2. *Які Ви знаєте заходи по попередженню виникнення та поширення лісових пожеж?*

3. *Яке значення лісової рекреації у боротьбі з лісовими пожежами.*

4. *Назвіть та охарактеризуйте основні заходи щодо обмеження поширення і розвитку лісових пожеж.*

5. *Назвіть та охарактеризуйте групи протипожежних бар'єрів.*

## **Практична робота 6. Виявлення лісових пожеж та протипожежні інформаційні системи**

План:

1. Наземне виявлення лісових пожеж.
2. Авіаційне виявлення лісових пожеж.
3. Виявлення лісових пожеж з космосу.

*Виявлення лісових пожеж* - встановлення пожежі по диму або за іншими характерними ознаками (теплове випромінювання, запах гару) і визначення точного місця (координат) осередка горіння.

Кожна лісова пожежа починається з осередку джерела вогню - сірники, непогашені цигарки, незагашене багаття, блискавки і т.д. Але при вільному поширенні вогню, хоча б протягом доби в суху погоду вогнище розгарається до декількох сотень гектарів. Ось чому так важливо правильно організувати заходи по оперативному виявленню осередків загорянь і їх ліквідації.

Всі існуючі в даний час методи виявлення лісових пожеж можливо розділити на 3 групи:

1. Наземні - з наземних стаціонарних спостережних пунктів і при патрулюванні по наземним (сухопутним або водним) маршрутам транспорту.
2. Авіаційні - з борту літальних апаратів (літаків, вертольотів, дронів) при авіапатрулюванні лісів.
3. Космічні - з борту штучних супутників Землі і пілотованих космічних кораблів.

На практиці застосовується візуальне та інструментальне виявлення пожеж. Вибір методу і методики спостереження за лісопокритою територією визначається сукупністю факторів, серед яких провідну роль відіграють ступінь освоєності району, рельєф місцевості, характеристики лісових насаджень, а також кошти, що виділяються на охорону лісу.

### **1. Наземне виявлення лісових пожеж**

Розглянемо основні аспекти наземного виявлення лісових пожеж. Наземна дозорно-сторожова служба підрозділяється на стаціонарну (постійне спостереження з якогось пункту на закріпленій території) і мобільну, проводить спостереження під час обходу, об'їзду. Основним способом є спостереження за лісом з пожежних спостережних пунктів (ПСП), який організовується в освоєних лісових районах.

ПСП - це спеціально обладнаний пункт для огляду території і виявлення лісових пожеж. Спостережні пункти розрізняють за конструкцією, а також за будівельним матеріалом, що використовується і терміном дії. Конструкції ПСП можуть бути різноманітними, сьогодні на практиці виділяють 3 основні групи:

- 1) пожежні спостережні вежі (ПСВ);
- 2) пожежні спостережні щогли (ПСЩ);
- 3) пожежні спостережні пункти павільйонного типу (павільйони).

Основними матеріалами несучих конструкцій цих споруд є дерево і метал. Але оскільки будівництво пунктів з будь-якого матеріалу - справа дорога, то для виявлення осередків загорянь рекомендується використовувати наявні на території, яка охороняється від пожежі оглядові майданчики, триангуляційні вишки та ін. споруди. З тієї ж причини лісгоспи іноді облаштовують спрощені спостережні пункти, коли до високого дерева кріплять дві стійки, для жорсткості розшивають поперечиною з дощок, а нагорі влаштовують площадку з поручнями і навісом. Для підйому сторожа роблять сходи.

Крім постійних ПСП можуть бути і тимчасові. Термін їх дії обмежений проведенням однієї операції - спостереженням за ходом розвитку лісової пожежі, виконанням контрольованого випалювання і т.д.

Мережа спостережних пунктів повинна бути побудована таким чином, щоб оглядом охоплювалася вся територія лісового фонду, що охороняється, при цьому більшу увагу необхідно приділяти ділянкам високої пожежної небезпеки з наявністю потенційних джерел вогню. Тому одним з основних моментів протипожежного нагляду за лісами є питання оптимального розміщення його компонентів на території, що охороняється.

Треба відзначити, що в даний час єдина загальноприйнята методика розміщення ПСП на місцевості відсутня. Так, УкрНДІЛГА для рівнинних умов запропонував вибирати місця встановлення пунктів з використанням ЕОМ. Вирішити зазначенне завдання можна і шляхом побудови вертикальних профілів з висотних позначок великомасштабних топокарт, визначаючи тим самим ділянки, які не проглядаються. Американські дослідники запропонували підбирати місця будівництва ПСП на гіпсометричній моделі місцевості. Джерело світла переміщують з однієї точки макета в іншу, і таким шляхом за тінювими ділянками відшукується точка, для якої розмір площ, які не потрапляють під спостереження, є мінімальний. Але всі ці пропозиції або вимагають великої кількості вихідних даних, або робота по їх підготовці дорога і трудомістка. З існуючих на сьогоднішній день способів розміщення спостережних пунктів, найбільш простим і досить точним є вибір установки протипожежних об'єктів прямо на місцевості. З цією метою бажано мати кілька варіантів, щоб вибрати оптимальний.

У сучасній практиці проектування протипожежного лісовпорядкування, питання розташування точкових об'єктів вирішуються експертним шляхом за домовленістю проектувальника з замовником проекту. Харківськими вченими розроблена методика оптимізації мережі спостережних пунктів, яка в загальному вигляді формулює завдання в такий спосіб: при розміщенні на якійсь території точкових об'єктів необхідно виявити найбільш важливі фактори, що впливають на ефективність використання об'єктів, потім дати їм відносну оцінку (зіставити значимість для даних умов).

Одним з основних критеріїв, що оцінюють місце спорудження ПСП, є цінність лісових масивів. Тут враховують наявність і розташування на території лісництва хвойних і листяних лісів, молодняків цінних порід, природного та штучного походження, тимчасових і постійних лісонасінневих ділянок, лісонасінневих плантацій та ін. Тобто в даному випадку виділяють ділянки державного лісового фонду, де знаходяться масиви найбільш цінні з лісівничої і господарської точок зору.

Наступний фактор, що характеризує горимість лісів – частота виникнення лісових пожеж (число лісових пожеж за сезон або середнє багаторічне, що припадає на 1 млн. га площі лісового фонду, що охороняється). Щоб правильно оцінити частоту лісових пожеж, необхідно взяти до уваги такі моменти, які зумовлюють виникнення загорянь на території лісництва. Кількість виникаючих пожеж може залежати від природних причин, що є більш-менш постійна величина, і причин антропогенного характеру, які дуже важко прогнозовані. Однак, останні певною мірою пов'язані з щільністю населення, віддаленістю лісових ділянок від населеного пункту, ступенем розвитку транспортних шляхів, природної пожежної небезпеки насаджень, наявністю різного роду робіт в лісі, можливістю полювання, риболовлі, збору грибів, ягід і т.д.

Тому, незважаючи на те, що очікуване число пожеж на якійсь території передбачити важко і подібна єдина методика поки не розроблена, робити висновки про це з тими або іншими ступенями точності і давати порівняльну оцінку лісових ділянок можливо, ґрунтуючись на пропонованих факторах.

При розміщенні ПСП необхідно враховувати такі вимоги, що тісно пов'язані один з одним, а саме: величина видимих просторів і висоту пункту над навколишньою місцевістю. Для спостереження вибирають по можливості піднесені місця. Це дозволяє контролювати велику територію і зменшити витрати на будівництво.

І останнє, менш значуще, ніж попереднє, але також заслуговує на увагу при будівництві ПСП - розміщення наглядової об'єкта поблизу від населеного пункту і магістральної дороги. Це пов'язано з охороною вишок, з працею і відпочинком спостерігачів. Бажано здійснювати установку об'єктів не далі 3 -4 км від селища при наявності добрих під'їзних шляхів.

Точне визначення місця загоряння з одного ПСП можливо в тому випадку, коли пожежа виникла недалеко від спостерігача, добре відомого орієнтира або на пункті встановлений інструмент з далекоміром. В іншому випадку можна отримати лише напрямок на пожежу. Тому мережу ПСП треба будувати таким чином, щоб будь-яку ділянку на території, що охороняється можна проглядати не менше, ніж з двох точок. Тоді координати пожежі визначаються способом зарубок. Суть його полягає в тому, що з двох вишок знаходять напрям кутомірним інструментом на димову колонку і азимути повідомляють в контору лісгоспу, лісництва або на пожежно-хімічну станцію. Там за допомогою пожежної карти, на якій відзначені місця розташування ПСП, провівши візирні лінії або,

натягнувши нитки від точок цих пунктів в зазначених напрямках, знаходять їх перетин, що і буде місцем виникнення лісової пожежі.

Для проведення подібної роботи на кожному спостережному пункті треба мати кутомірний інструмент або на пожежному столику викреслюється азимутальне коло з розподілами  $0,5^\circ$ , в центрі якого закріплена на стержні рухома стрілка з діоптріями для візування. Крім того, там повинні бути бінокль, годинник, засоби зв'язку (телефон або радіостанція) і журнал спостережень, куди проводиться оперативний черговий запис про кожен випадок виникнення осередку лісової пожежі:

- 1) час виявлення (місяць, число, година, хвилина);
- 2) характеристика виявленого вогнища (за видимими ознаками);
- 3) азимут на пожежу (або номер кварталу, або умовної клітини, де діє пожежа);
- 4) час повідомлення про пожежу лісництву, лісгоспу, ПХС;
- 5) посада і прізвище особи, яка прийняла повідомлення.

Одним з істотних моментів при розміщенні пунктів спостереження виступає відстань, на якому вони будуть знаходитися один від одного. Дальність спостереження як неозброєним оком, так і за допомогою оптичних приладів обмежується сферичністю Землі і для рівнинної місцевості визначається за формулою:

$$L = 3,85 (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})$$

де:  $L$  - дальність видимого горизонту, км;

$h_1$  і  $h_2$  - висоти двох взаємно видимих точок, м.

За запропонованою формулою визначають граничний радіус огляду для умов рівнинної місцевості з вишок різної висоти:

висота вишки, м 10 15 20 25 30 35 40

радіус огляду, км 12 15 17 19 21 23 24.

Однак, на практиці дальність спостереження менша. Це пов'язано з умовами видимості (освітленість, прозорість атмосфери). Ефективний радіус виявлення початку лісової пожежі в рівнинних умовах приймається зазвичай 5 - 7 км; коли спостережний пункт розташовується на височині, радіус збільшується. Залежно від радіуса огляду, площа, контрольована з однієї вишки, значно варіюється. Наприклад, якщо радіус дорівнює 7 км, то площа становитиме 15,39 тис. га; при радіусі 10 км - 31,40 тис. га і т.д. Але тут йдеться про загальну оглянуту площу, в якій державний лісовий фонд може представляти лише якусь частину. Залежно від величини цієї частини в земельному балансі району, площа лісового фонду, контрольована з одного пожежного спостережного пункту сильно змінюється.

Однак слід пам'ятати, що навіть при мінімальному радіусі огляду окремі ділянки території можуть не проглядатися: це пов'язано, перш за все, з рельєфом місцевості. Визначити межі площі, огляду з конкретного пункту, можливо за допомогою різних способів і найпростішим є нанесення профілів на топографічні карти. Для цього з точки розташування спостережного пункту проводять радіуси, уздовж яких по висотним



позначок топокарти викреслюють вертикальні профілі. За ним визначають видимі і непроглядні ділянки території.

Оскільки дим від лісової пожежі, що знаходиться на стороні сонця, помітний на відстані 8-10 км, не слід розташовувати ПСП далі 10-12 км один від іншого. Прийнято вважати, якщо лісова пожежа знаходиться від спостерігача ближче 8-10 км, то помітно рух диму, якщо ж димова колонка представляється у вигляді нерухомого стовпа, значить горіння відбувається на більшій відстані. З одної пожежно-спостережної вишки або щогли висотою 30 м можна забезпечити спостереження за лісами в середньому на площі 20 тис. га. Для прикладу було взято площу Державного лісового фонду лісогосподарського підприємства Філія «Овруцьке спеціалізоване лісогосподарське підприємство» ДП «Ліси України» (таблиця 7).

Таблиця 7

**Площа державного лісового фонду філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України», (тис. га),  
що оглянуто з одного пожежно-спостережного пункту**

| Радіус<br>огляду,<br>км | Загальна<br>оглядова<br>площа,<br>тис. га | Оглядова площа лісів при % держлісфонду у<br>складі території району |       |       |       |       |       |
|-------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                         |                                           | 25                                                                   | 30    | 35    | 40    | 45    | 50    |
| 5                       | 7,85                                      | 1,96                                                                 | 2,36  | 2,75  | 3,14  | 3,53  | 3,93  |
| 6                       | 11,30                                     | 2,83                                                                 | 3,39  | 3,96  | 4,52  | 5,09  | 5,65  |
| 7                       | 15,39                                     | 3,85                                                                 | 4,62  | 5,39  | 6,16  | 6,93  | 7,70  |
| 8                       | 20,10                                     | 5,03                                                                 | 6,03  | 7,04  | 8,04  | 9,05  | 10,05 |
| 9                       | 25,43                                     | 6,36                                                                 | 7,63  | 8,90  | 10,17 | 11,44 | 12,72 |
| 10                      | 31,40                                     | 7,85                                                                 | 9,42  | 10,99 | 12,56 | 14,13 | 15,70 |
| 11                      | 37,99                                     | 9,50                                                                 | 11,40 | 13,30 | 15,20 | 17,10 | 19,00 |
| 12                      | 45,22                                     | 11,30                                                                | 13,57 | 15,83 | 18,09 | 20,35 | 22,61 |

Всі ПСП повинні споруджуватися тільки за типовими проектами з дотриманням будівельних норм і правил з техніки безпеки. Кустарне виготовлення їх допускати не можна. Побудовані вишки й щогли приймає в експлуатацію спеціальна комісія з обов'язковою участю технічного інспектора профспілки. Аналогічний порядок приймання запроваджений і для під'їзних пристроїв, якщо вони не монтуються одночасно з вишкою. На кожен вишку і щоглу заповнюється технічний паспорт. Для дерев'яних конструкцій необхідне просочення деревини веж антисептиками в місцях зіткнення їх з ґрунтом. Щорічно до початку пожежонебезпечного сезону комісія оглядає всі ПСП і за результатами огляду складають акт. Згідно з правилами по техніці безпеки, на спостережних пунктах влаштовують блискавковідводи. Під час грози, сильного вітру, в сутінках перебувати на ПСП забороняється.

На кожен пожежний спостережний пункт визначають координати. Більш просто виконувати автономну прив'язку пункту до квартальної мережі. Але по можливості слід скористатися твердими орієнтирами,

такими, як перетин шосейних доріг, шосе із залізницею, річкою і т.д., що забезпечує більшу точність фіксації загорянь.

Спостереження на ПСП ведеться згідно регламентації роботи лісопожежній служби України, в залежності від величини комплексного показника горимости за умовами погоди. Чергування призначається при II класі пожежної небезпеки - з 11 до 17 годин. При зростанні комплексного показника, час спостереження збільшується: при III класі - з 10 до 19 годин, а починаючи з високої пожежної небезпеки (IV клас) – весь світловий період доби.

### **Пожежно-спостережні вежі.**

На сьогоднішній день в лісовому господарстві України з метою виявлення пожеж експлуатують різні типи спостережних веж. Вежа являє собою дерев'яну або металеву споруду (висотою 25 м і більше) з кабіною спостерігача нагорі (рис. 5).

До недавнього часу були поширені дерев'яні вежі пірамідальної конструкції з розмірами внизу 5,5х5,5 м, а вгорі, на рівні підлоги спостережної площадки, - 3х3 м. Сходових маршів - 5. Підлога оглядового майданчика розташована на висоті 25 метрів від поверхні землі. Майданчик для спостерігача на висоті 1,1 м від підлоги, що обшивається дошками, інша частина – скляні панарамні вікна. Загальна висота оглядової кабіни - 2,7 м. Фундаменти вишки стовпчасті, бетонні, стійки виконуються з соснових або ялинових колод. Дерев'яні пірамідальні вежі зручні, але трудомістські у виготовленні і недовговічні - термін їх служби не більше 10 років. Саме недовговічність дерев'яних конструкцій визначає в кінцевому рахунку зниження інтересу до дерева при будівництві пожежно-спостережних веж (ПСВ).

Тут слід зазначити, що українські вчені з УкрНДІЛГА ведуть дослідження зі збільшення терміну експлуатації дерев'яних опор. Відзначається, що стійкість деревини проти загнивання можна збільшити в 3-5 разів шляхом її просичення антисептиками. Добре просичена деревина у багатьох видах конструкцій все більше конкурує з бетоном, металом і іншими видами дефіцитних будівельних матеріалів. Для порівняння можна вказати, що за кордоном опори, просичені кам'яновугільним маслом, служать 28-50 років. Втрати на протигнільний ремонт дерев'яних конструкцій різного призначення тільки по Житомирській області склали близько 0,5 млн. гривень на рік у цінах 2020 р.

В останні роки розроблено ряд типових проектів металевих веж, що відрізняються один від одного за конструкцією і висотою. Широко відома призматична ПСВ висотою 35 м без підйомника, створена фахівцями УкрНДІЛГА. Вежа складається з 5 однакових блоків перетином 1,4х1,4 м і висотою 6,8 м. Кожен блок має 2 сходові майданчики, розташовані всередині конструкції вежі через 3,4 м. До майданчиків кріпляться під кутом 80° похилі сходи. Кабіна спостерігача встановлена на останньому блоці, каркас її металевий, перетин - 2,6х2,6 м. Фундаменти залізобетонні монолітні. Термін служби такої вежі більше 30 років.

Є ряд ПСВ конструкцій не лише УкрНДІЛГА, але і інших організацій. Серед них можна виділити вежу, проект якої розроблений на базі Тернопільського обласного управління лісового та мисливського господарства. Радіус спостереження у неї більше, ніж у всіх попередніх і вона значно вища - 60 м.

### **Пожежні спостережні щогли.**

Пожежні спостережні щогли представляють собою одностовбурну металеву споруду (висотою 35 метрів), закріплену в бетонному фундаменті яку підтримує у вертикальному положенні система розтяжок. Мета створення пожежно-спостережної щогли (ПСЩ) - дати більш дешеві, порівняно з вежами, прості за конструкцією і менш матеріаломісткі споруди для виявлення осередків займань в лісі.

Велику роботу по створенню щогл виконав колектив вчених Укрлісспецмаш, який, починаючи з середини 2000-х років, розробив 4 модифікації. У перших трьох моделей опора дерев'яна, а у останньої - металева.

ПСЩ - 1 на практиці не використовувалася, оскільки не відповідала вимогам техніки безпеки. Підйом здійснюється по металевих штирях, вбитих в стовбур, а кабіна спостерігача була решітчаста. Її вдосконалений варіант - ПСЩ - 2 має підйомник, в якому пожежний сторож піднімається в кабіну. ПСЩ - 3, виготовлена на початку 2000-х років, відрізняється від інших моделей тим, що на вершині щогли стаціонарної кабіни немає, а спостереження ведеться при періодичному підйомі спостерігача в підйомній клітці. Але оскільки працювати на таких щоглах важко і незручно, в останньому варіанті (ПСЩ-4) відмовилися від цієї ідеї і передбачили стаціонарну кабіну. Опора щогли для збільшення терміну експлуатації виконана з металу.

### **Пожежні спостережні пункти павільйонного типу.**

У гірських умовах немає необхідності встановлювати високі споруди для виявлення пожеж. Тут у якості основного завдання висувається правильний вибір місця організації проведення спостереження на місцевості, звідки радіус обзору буде максимальний, а розмір необстежуваного простору - найменший.

З цією метою на початку 2000-х років Київською філією інституту "Укргіпроліс" запропонований проект пожежно-спостережного пункту (ПСП) павільйонного типу, конструкція якого значно відрізняється від вишок і щогл. Це двоповерхова будівля: перший поверх являє собою опалювальне службове приміщення (3,3x3,3 м) з тамбуром, а другий-оглядовий майданчик спостерігача з панорамними вікнами розміром 2,9x2,9 м. Вхід на неї йде по сходах через люк в підлозі майданчика. Проект розроблений у двох варіантах: з цегляними стінами і щитовими.

Павільйони мають деяку перевагу перед вежами і щоглами. Перш за все, виключаються підйоми на велику висоту, є зручне приміщення для відпочинку, а тому практично немає вікових обмежень і підбирати спостерігачів на ці пункти значно простіше.

Складним і відповідальним є раціональне розміщення пожежних спостережних пунктів (павільйонів) в гірській місцевості. Складність, перш за все, полягає в тому, що більша частина території закрыта для прямого спостереження схилами, хребтами або їх відрогами. Існуюча для гірських умов методика оптимального розміщення стаціонарних пунктів з метою виявлення лісових пожеж надзвичайно трудомістка, так як передбачає створення гіпсометричні моделі місцевості. У зв'язку з цим, наведемо лише деякі рекомендації, які треба врахувати при виконанні рекогносцирувальних робіт.

Оскільки дим від пожежі можна виявити за допомогою оптичних приладів на відстані до 25 км, інтервал між сусідніми пунктами не повинен перевищувати 30 км, в іншому випадку знижується точність встановлення місця загоряння. Всі павільйони повинні бути доступні в транспортному відношенні. Мережу ПСП слід розмішувати з таким розрахунком, щоб в першу чергу з них проглядались найбільш пожежонебезпечні схили - південної та східної експозиції.

При виявленні пожеж у гірській місцевості важливу роль відіграє забезпеченість спостережних пунктів надійним зв'язком.

#### **Телевізійні установки.**

Виявлення лісових пожеж шляхом огляду території, що охороняється з пожежних спостережних пунктів має суттєві недоліки, головними з яких є необхідність постійного знаходження спостерігача на ПСП (в окремих випадках весь світловий день) і незручності, пов'язані з таким режимом роботи; за відсутності підйомного пристрою - неможливість залучення літніх людей на посаду пожежного сторожа, боязливість висоти, випадки відмови в роботі підйомників і ін. Тому питання постійного вдосконалення наземних методів виявлення загорянь завжди стоять на порядку денному. Одним з останніх досягнень, які заслуговують на увагу практиків, - створення спеціальних телевізійних систем для виявлення осередків займання, що пов'язано з широким розвитком в багатьох країнах промислового телебачення.

Пріоритет в розробці цього питання належить іноземним державам: США, Англії і Франції. У 1963 р. минулого століття, через 8 років після перших демонстраційних дослідів за кордоном, роботи в даному напрямку почалися і в СРСР. Якщо перші телевізійні установки, що вмонтовувались на ПСП - 2, дозволяли виявляти дим від лісових пожеж в радіусі не більше 7 км, то зараз вони вдосконалені, і при гарній освітленості місцевості і прозорості атмосфери радіус огляду збільшений до 15 км. У середніх умовах видимості дальність виявлення невелика і не перевищує 10 км.

Остання модель прикладної телевізійної установки (ПТУ-59) буда розроблена на замовлення Міністерства лісового господарства Української РСР відповідно до Лісотехнічних вимог. У комплект телевізійної системи входять: передавальна камера; відео-контрольний пристрій, що має вигляд звичайного телеприймача, на екрані якого відображається розглянута територія, пульт дистанційного керування і система пеленгації пожежі.

Передвальна камера встановлюється на щоглі, а інші складові комплексу розміщуються в приміщенні, де знаходиться спостерігач.

Висота установки ПТУ над верхівками лісу - не менше 10-12 м (дим на тлі лісу краще видно). Передаюча камера обертається навколо осі за 4 хвилини. Оператор може змінювати вертикальний кут нахилу камери в діапазоні  $\pm 45^\circ$  і зупиняти її в будь-який момент для ретельного обстеження сектору огляду. Якщо буде виявлено дим, спостерігач за допомогою системи пеленгації досить точно визначить азимут на лісову пожежу. В принципі з одного пункту можна керувати декількома телеустановками, як це практикують в деяких зарубіжних країнах, але для цього треба вирішити ряд технічних питань.

Ефективність роботи телевізійних установок безсумнівна. Ідея використання телебачення в лісовому господарстві піднімає працю працівників на якісно новий рівень, робить процес спостереження за лісом безпечним і зручним. Спостерігач знаходиться не на вежі, а в приміщенні і періодично стежить за екраном. У цьому випадку немає необхідності утримувати працівників спеціально для спостереження, цю роботу може виконувати персонал контори лісгоспу або лісництва, де знаходиться відеоконтрольний пристрій.

Однак, в даний час в повному обсязі використовувати всі переваги телебачення при виявленні лісових пожеж не зовсім можливо. Поряд з позитивними моментами цього методу притаманний ряд недоліків, в основному технічного характеру. Перш за все, телевізійні системи вимагають підключення до ліній електропередач, що вже створює певні труднощі в окремих районах. Передаюча камера повинна знаходитися не далі 1 км від відеоконтрольного пристрою, інакше для передачі сигналу виникає необхідність в установці додаткових підсилювачів і придбанні дорогого кабелю. Багато труднощів виникає і при ремонті апаратури, яка досить швидко виходить з ладу. Ці негативні моменти треба враховувати в кожному конкретному випадку при вирішенні питання про використання ПТУ.

### **Маршрутне патрулювання.**

Наземне маршрутне патрулювання є хорошим доповненням спостереження з пожежних спостережних пунктів і авіаційного виявлення лісових пожеж в періоди посушливої погоди ділянок з надзвичайно високою горимистю, а також при загальному задимленні атмосфери, коли різко знижується видимість. Проводиться воно з метою виявлення та припинення порушень правил пожежної безпеки в лісах, виявлення та вживання заходів до їх ліквідації.

Наземне патрулювання може бути і основним способом виявлення лісових пожеж. Так, в Донецькому лісостепу, при низькому відсотку лісистості і щодо рівномірного розподілі площ лісфонду, спостережні пункти варто було б розміщувати практично по всій території, що навряд чи можна визнати доцільним. В таких районах, при нормально облаштованій дорожній мережі цілком буде достатньою наземного пішого або автомобільного патрулювання. Це найбільш ефективна форма

виявлення виникаючих лісових пожеж, а також своєчасного гасіння їх в початковій формі, чому сприяє прямий контакт людей з об'єктом охорони - лісовими насадженнями.

Патрульні групи формують з працівників Державної лісової охорони лісгоспів, лісопожежних бригад, команд пожежно-хімічних станцій, які задіюють у найнебезпечніших в пірологічному відношенні щодо займання лісових масивів тимчасових пожежних сторожів, дружинників, громадських інспекторів, членів шкільних лісництв.

Патрулювання лісів у пожежонебезпечний сезон організовується за заздалегідь запланованими маршрутами, при розробці яких необхідно врахувати класи пожежної небезпеки насаджень і час найбільшого відвідування лісових ділянок населенням, а маршрути і графіки руху повинні бути пов'язані між собою.

При наявності на території лісгоспу залізниць з тепловозною тягою, патрулювання вздовж залізниць здійснюють організації, у віданні яких ці дороги знаходяться; патрулювати протипожежні розриви, що відокремлюють експлуатаційну площу торфовищ від лісових масивів, зобов'язані представники торфовидобувних підприємств. Спостереження за лісом і за дотриманням правил пожежної безпеки в місцях проведення відпочинку виконують самі організатори подібних заходів.

При розробці плану патрулювання необхідно уточнити наявність і розташування на території лісництва найбільш пожежонебезпечних і цінних лісових масивів. Мобільна служба виявлення загорянь організовується на ділянках лісу з переважанням насаджень I-III класів природної пожежної небезпеки і, перш за все, де є площі хвойних молодняків природного і штучного походження, тимчасових і постійних лісонасінневих ділянок, лісонасінневих плантацій і т.п.

Крім того, слід визначити потенційні джерела вогню. На практиці розробці маршрутів передують глибокий аналіз пожеж, що виникли за останні 10 років як від природних причин, так і з вини людини. При цьому до уваги береться наявність населених пунктів, ступінь розвитку транспортної мережі (дороги, стежки, озера, річки і т.д.), місць проведення виробничих робіт і, в першу чергу, вогнебезпечних - вуглевипалювання, смолокуріння, дегтекуріння, можливість заняття полюванням, риболовлю, збиранням ягід, грибів та ін.

При плануванні маршрутів, визначенні термінів проведення робіт з виявлення лісових пожеж необхідно враховувати періоди пожежонебезпечного сезону, коли небезпека досягає свого максимуму, або навпаки знижується. Так, в зоні Полісся України досить поширені трав'яні типи лісу. Навесні, після сходу снігового покриву, тут відбувається наростання ймовірності виникнення загорянь, яка при відповідних погодних умовах стає найбільшою, а потім у міру відростання трав'янистої рослинності, спостерігається зворотна ситуація і пожежна небезпека в літній період практично відсутня, незважаючи на високу температуру і відсутність опадів.

Залежно від місцевих умов патрулювання може бути: піше, кінне, на мопедах, мотоциклах, квадроциклах, автомобілях, моторних човнах, катерах, залізничних дрезинах. У лісах зелених зон, в лісопарках, особливо в місцях масового відпочинку населення, а також на ділянках з особливим режимом господарювання (рис. 8), слід проектувати піше патрулювання; при наявності важкодоступних площ, а також в гірській місцевості основним видом є кінний патруль. По річках і уздовж берегів різних водойм для цієї мети використовують катери і човни, а в разі необхідності контролю лісових насаджень, що знаходяться на значній відстані від селища, - мотоцикли та автомобілі.



**Рис. 8 Підприємство по відпалу деревного вугілля посеред лісового масиву**

Більше уваги мобільній службі приділяється, починаючи з часу настання середньої горимості (Ш клас пожежної небезпеки), так як приплив в ліс відпочиваючих в теплу суху погоду різко зростає, особливо у вихідні дні, на які припадає до 40% всіх тижневих відвідувань лісу. Наземне патрулювання проводиться із залученням студентів вищих і середніх спеціальних навчальних закладів, членів шкільних лісництв, членів громадських організацій екологічного спрямування. Крім того, допомогу надають члени товариства лісівників України, безпосереднє керівництво якими здійснюють лісничі під контролем інженерів охорони і захисту лісу. При високій і надзвичайній горимості до патрулювання залучаються члени добровільних пожежних дружин.

Деякі лісогосподарські підприємства в суботу та неділю проводять рейди охорони спільно з працівниками поліції, представниками ЗМІ. Результати рейдів, де вказуються порушники правил пожежної безпеки, доводяться до відома населення.

Плануючи мережу патрульних маршрутів, підбирають лісові ділянки, де при III-V класах пожежної небезпеки по погоді виконується



патрулювання. В якості основного варіанту беруть дні з III, а резервного - з V класом пожежної небезпеки. Для обраних ділянок необхідно вивчити мережу транспортних шляхів. Тут враховується співвідношення ступеня розвитку дорожньо-транспортної і водної мережі. В результаті виконаного аналізу намічається більш доцільний маршрут і визначається його протяжність.

Залежно від протяжності та стану транспортних шляхів підбирається вид транспорту, а з огляду на природну пожежну небезпеку і насиченість джерелами вогню цієї території - склад патрульної групи. При надзвичайній пожежній небезпеці в насадженнях перших двох класів (по І.С.Мелехову) одиночне патрулювання забороняється, а групи повинні складатися з 3-4 чоловік, що викликається необхідністю негайного гасіння загоряння та оповіщення про нього лісгосподарських підрозділів. Чисельність патрулів шкільних лісництв в цьому випадку збільшують до 4-5 чоловік за участю дорослого керівника.

Швидкість руху транспорту на патрулюванні лісів не повинна перевищувати 20-25 км/год., в іншому випадку не можна забезпечити надійний огляд площі. При визначенні довжини маршруту слід врахувати той факт, що група повинна мати можливість дворазового огляду закріпленої за ним ділянки протягом робочого дня. Тому дану величину встановлюють множенням середньої швидкості руху на 3,5-4 години (таблиця 5).

Для кожної патрульної групи, в залежності від виду транспорту та місцевих умов, передбачають комплектацію відповідними засобами пожежогасіння: невеликий пожежний інвентар (лопати, сокири), ранцеві обприскувачі з водою або розчинами хімічних речовин, сигнальні ліхтарі, прогумовані резервуари для води (РДВ - 100 , РДВ - 1500), мотопомпи з пожежними рукавами, засоби інформації: такі, як мегафон і гучномовні установки, щоб проводити профілактичну роботу під час руху по маршруту. Зв'язок між патрулем і пунктом протипожежного контролю в лісництві пожежохімічної станції (ПХС) здійснюється, як правило по радіозв'язку.

Крім постійного патрулювання, може виконуватися і епізодичне. Воно необхідне, перш за все, в гірських районах для виявлення осередків загорянь, що виникли в результаті проходження грозового фронту; в місцях розташування організацій, що мають об'єкти в лісі, а також в місцях масового відпочинку населення; в районах діяльності експедицій з метою контролю ними правил пожежної безпеки.

Маршрути патрулювання (таблиця 5), розробляються по кожному лісгосподарському підприємству і лісовому обходу і щодня уточнюються в залежності від класу пожежної небезпеки по погоді. План патрулювання, який передбачає маршрути із зазначенням відповідальних осіб, склад групи, забезпечення її засобами пожежогасіння, закріпленим транспортом, вказуються терміни і порядок патрулювання, способи і засоби зв'язку затверджуються директором лісгоспу.

Наземне патрулювання може проводитися навіть при відсутності пожежної безпеки. При цьому контролюється дотримання правил пожежної безпеки в місцях масового відпочинку або виконання вогненебезпечних робіт. При II класі пожежної безпеки патрулюються лісові ділянки I- II класу (по І. С.Мелехову) з 11 до 17 годин.

З настанням середньої горимості, час огляду лісової території збільшується і проводиться з 10 до 19 годин. Контролюються площі з насадженнями перших трьох класів пожежної безпеки, особлива увага приділяється місцям проведення робіт і ділянкам, що найбільш відвідуються населенням.

Таблиця 5

**Довжина маршрутів в залежності від виду патрулювання**

| <b>Вид патрулювання</b>    | <b>Середня швидкість руху по маршруту, км/год</b> | <b>Приблизна довжина маршруту, км</b> |
|----------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Піший                      | 3                                                 | 10-12                                 |
| Кінний                     | 5                                                 | 15-20                                 |
| На скутері, мопеді         | 8                                                 | 25-30                                 |
| На мотоциклі, квадроциклі  | 15-20                                             | 50-70                                 |
| На автомобілі              | 15-20                                             | 50-70                                 |
| На катері                  | 10-15                                             | 30-40                                 |
| На залізничному транспорті | 15-20                                             | 50-70                                 |

При високій горимості, патрулювання здійснюється з 8 до 20 годин в місцях робіт, розташування складів і інших об'єктів в лісі, а також на всіх ділянках, що відвідуються населенням, незалежно від їх потенційної горимости. При тривалому посушливому періоді і виникненні надзвичайних пожежних обставин в лісі, патрулювання проводять протягом усього світлого часу, а в найбільш небезпечних місцях - цілодобово. В таких умовах створюється ситуація, коли лісова охорона не справляється зі своєчасним виявленням загорянь і необхідно залучати додаткові сили. У цей період вся увага працівників лісового господарства повинна бути направлена на охорону лісів від пожеж та протипожежну профілактику.

## **2. Авіаційне виявлення лісових пожеж**

Авіаційна охорона контролює, як правило, віддалені території в освоєваних і резервних лісах України. В зазначених районах, для яких характерна наявність величезних неосвоєних площ лісових насаджень і мала щільність населення, організувати охорону лісів без допомоги авіації неможливо. Так, для спостереження за лісами лише Овручини, Народицького, Олевського, Емільчинського районів Житомирської області,

а також Чоробільської пущі буде потрібно близько 10 тисяч пожежних спостережних пунктів. Але в зв'язку з відсутністю доріг, належного зв'язку і цей захід виявився б не ефективним.

У комплекс робіт з авіаційної охорони входить патрулювання з метою своєчасного виявлення загорянь. Воно проводиться базами авіаохорони лісів і обслуговування лісового господарства, згідно "Інструкції з авіаційної охорони лісів", введеної в дію в 1994 році наказом Міністра лісового господарства України.

Роль авіації в лісовому господарстві велика і багатогранна. Крім охорони лісів від пожеж, літальні апарати використовуються для аерофотозйомки лісів, їх вивчення, картографування та обліку насаджень, лісопатологічного обстеження, боротьби з шкідниками і хворобами лісу, фенологічних спостережень, обліку врожайності насіння деревних порід, посіву лісового насіння, хімічного догляду за змішаними молодниками, а також на транспортних роботах.

В даний час авіація обслуговує територію, площа якої сягає 800 тис. га, де виявляє більше 80% всіх виникаючих загорянь.

В Україні перші досліді із застосування авіації в лісовому господарстві (на таксації лісу) проведені в Харківській області в 1922 році. А через 3 роки з цією ж метою вперше були використані аерофотознімки.

Днем народження авіаційної охорони лісів від пожеж прийнято вважати 6 червня 1931, коли вперше в історії країни застосували літальні апарати для виявлення вогнищ горіння в лісі. Роботи проводилися в Горьківській області (Нижегородський край) групою інженерів-лісогосподарників сектора Ленінградського відділення Науково-дослідного інституту деревини. За 40 годин льотного часу, протягом 6 днів на літаку У-2 (По - 2) виявили 16 лісових пожеж на площі - 1,5 млн. га.

Дослідно-виробничі роботи в цьому напрямку тривали до 1936 року, і в результаті був виявлена можливість використання літаків на охорону лісів. У лютому 1936 року в країні організували повітряну службу для охорони лісів від пожеж на території лісопромислових трестів. Її організацію і виконання лісоохоронних робіт поклали на філію лісової авіації ЦНІЛХ (м Ленінград). При філії був створений відділ повітряної служби, в тому ж (1936) році він був перетворений в Державний Всесоюзний трест лісової авіації "Лесавіа", а на місцях сформовані авіаційні загони. Авіазагони мали в своєму складі літаки, льотний, технічний і обслуговуючий персонал. Крім пожежних, загони виконували ряд інших лісоавіаційних робіт. У перший рік свого існування спеціалізована повітряна служба проводила охорону лісів на площі 18,7 млн. га із застосуванням 14 літаків.

Основною структурною одиницею служби авіаційної охорони лісів є згадані вище авіабази. Це - госпрозрахункові підприємства, що виконують лісоохоронні роботи на основі угод з Державним аганством лісових ресурсів України та ДП «Ліси України». Оренда літальних апаратів на пожежонебезпечний сезон здійснюється у підприємств малої цивільної авіації (МЦА).

Охорона лісів від пожеж на території, що обслуговується, проводиться оперативними відділеннями. На кожному відділенні, керованому старшим льотчиком-спостерігачем, може бути до 3 літальних одиниць, але найчастіше один літак або вертоліт. Командиром призначається льотчик-спостерігач.

Для боротьби з лісовими пожежами організовані підрозділи авіапожежної служби: парашутно-пожежні і десантно-пожежні команди чисельністю в середньому близько 20 осіб. Середня площа, яку обслуговує одне відділення-1-3 млн. га.

Авіабази орендують в основному такі типи літальних апаратів: літаки АН - 2, АН - 26, АН - 30, Як - 40; вертольоти: Мі - 2, Мі - 6, Мі - 8, Ка - 26. З літаків в даний час найбільше використовується АН - 2, а з вертольотів - Мі - 8 і Мі - 2.

Починаючи з 1952 року, основною машиною для авіапатрулювання лісів залишається літак АН-2. Він бере на борт 8 парашутистів зі спорядженням. При швидкості 160-180 км/год може перебувати в повітрі 6 годин і подолати відстань близько 1000 км. АН-2 є і в гідроваріанті, який застосовується в районах з великою кількістю річок і озер, але в цьому випадку висадка не проводиться - заважають поплавки.

Ще в середині 70-х років минулого століття, дуже добре зарекомендував себе в оперативному виявленні пожеж і швидкої доставки на них десанту літак АН - 26, який міг би ефективно використовуватися в північних районах України. Але його застосування обмежене через відсутність коротких злітно-посадкових смуг (ЗПС). Будівництво ЗПС покладається на місцеву владу, які не мають бюджету на ці цілі, як і авіація. Тому дане питання практично не вирішується. Зараз літак АН - 26 (як і АН - 30) задіюється для штучного викликання опадів і підтримки зв'язку з групами пожежогасіння при великій задимленості. Реактивний Як - 40 необхідний при внутрішньобазовому і міжбазовому маневруванні.

Вертольоти на авіалісоохороні почали застосовувати в середині 50-х рр., Коли бази отримали машини Мі - 1, до яких згодом приєдналися вертольоти Мі - 4. Через 10 років на лісоохоронних роботах стали використовувати вертольоти Мі - 2, а в 1971 році широке застосування отримали вертольоти Ми - 8. З появою гвинтокрилих машин було вирішено питання доставки десанту до місць лісових пожеж.

В даний час управління цивільної авіації отримало нові вертольоти Мі - 26 та Мі-34, здатні доставляти всередині фюзеляжу або на підвісці 20 тонн вантажу на відстань до 500 км (туди і назад). Ця машина може використовуватися в авіабазі як засіб доставки тракторів, бульдозерів та інших важких вантажів, змінивши менш потужний вертоліт Мі - 6. Крім того, на авіавідділеннях застосовують Ка-32 та Ка-36 вантажопідйомністю 5 тонн, легкі Мі - 34 для лісопатрулювання і замість Мі - 4 - польські машини В-3, які характеризуються як швидкорозгінні вертольоти.

З 2003 року в якості структурних підрозділів служби авіаційної охорони лісів почали організовувати механізовані загони. За погодженням з підприємствами лісового господарства за ними закріплюється територія,

що відноситься до районів наземної охорони, на якій проводяться профілактичні роботи, виявлення та гасіння лісових пожеж. По суті на мехзагони покладаються ті ж функції, що і на ПХС. Але загони - це більш потужні підрозділи: їх чисельність - від 30 до 60 осіб (формується від 2 до 4 авіапожарних команд), і вони мають більше 20 одиниць технічних засобів. При необхідності, мехзагони залучають для ліквідації вогнищ горіння в тоді перекидання техніки здійснюється вертольотом Мі – 6 або Мі-26.

Однак, віддача від цих підрозділів далеко не завжди адекватна витратам на їх створення та утримання. Профілактичні роботи, що входять в їх функції, вони не проводять, посилаючись на відсутність плану. Внаслідок низької ефективності роботи загонів, які є в принципі пунктами зосередження пожежної техніки, деякі авіабази приймають рішення про їх розформування і передачі всіх технічних засобів в оперативні відділення, території, що охороняються, і відрізняється високою горимістю.

### **Перспективи розвитку авіаційного виявлення лісових пожеж.**

Говорячи про застосування літаків і вертольотів для виявлення пожеж, не можна не згадати і про можливість використання з цією метою принципово інших видів літальних апаратів. Так, ще на лісовій конференції, що відбулася в 1921 році, піднімалося питання про застосування на охорону лісів від пожеж прив'язного аеростата - літального апарату, який легший за повітря, що піднімається завдяки підйомній силі, укладеної в його оболонці. Аеростати використовуються у військовій справі: в артилерії - для спостереження і коригування вогню і в ППО - для загородження.

У період інтенсивного розвитку пірологічних досліджень (30-ті - 40-ті рр. XX століття), проводились дослідницькі роботи по застосуванню дирижаблів на охорону лісів. Дирижабль - це забезпечений моторами керований аеростат. Він захищений від грозових розрядів і з'єднується тросом, який служив кабелем, з наземною станцією стеження. Згодом дані роботи припинилися і Аерофлот практично не мав літальних апаратів подібного типу. В даний час інтерес до аеростата і дирижаблів знову зріс.

У США з 2007 року перший дирижабль почав патрулювати небо штату Арізона поблизу мексиканського кордону. Найближчим часом такі "повітряні патрулі" стануть контролювати на висоті 3 км територію на всьому протязі від Каліфорнії до Багамських островів.

Хороші перспективи має застосування на охорону лісів малої авіації. У 1989 році в ризькому аеропорту Спілве відбувся п'ятий Всесоюзний огляд-конкурс саморобних літальних апаратів, в якому взяли участь представники зарубіжних країн. Було представлено близько 100 різноманітних конструкцій, здатних піднятися в небо. Авіасалон наочно продемонстрував перевагу малої авіації. Його учасники, серед яких були фахівці Мінавіапрому і багато представників інших галузей, прийшли до висновку, що для проведення лісогосподарських та сільськогосподарських робіт, аерофотозйомки, транспортування невеликих вантажів, оглядів заповідників, ЛЕП, газопроводів вигідніше використовувати малогабаритні літаки. Вони забезпечують більш високу точність багатьох видів робіт,

простіші в експлуатації, не вимагають особливих злітно-посадкових смуг, менше витрачають пального.

Один з перспективних, з точки зору охорони лісів, представників малої авіації - мотодельтоплан. Зараз в кількох містах країни розпочато виробництво цих надлегких апаратів. Взявши "на озброєння" таку машину, можна в багатьох випадках відмовитися від послуг літака Ан-2. Адже "літаюче крило" в десятки разів дешевше, підготовка льотчика не вимагає багато часу. Для розбігу і зльоту машині цілком вистачає кілька кроків, швидкість її - до 100 км/год, практична висота підйому - до 2000 метрів. Крім пілота, мотодельтоплан може підняти ще одного пасажирів або ємність.

На сучасному етапі розвитку технічних засобів стало можливим автоматизувати управління охороною лісів від пожеж і в країні ведеться розробка такої системи. *Під автоматизованою системою управління (АСУ)* охороною лісів розуміють сукупність адміністративних і економічно-математичних методів, засобів обчислювальної техніки і зв'язку, що дозволяють здійснювати реєстрацію, передачу та обробку інформації, напрацювання і прийняття відповідних рішень і контроль за їх реалізацією.

Зараз в авіабазах впроваджений комплекс завдань першої черги АСУ, для чого використовується електронно-обчислювальна техніка. Окремі види інформації передаються на дисплей, встановлений на диспетчерському пункті авіабази. Розроблено програми з розрахунку режимів роботи оперативних відділень. На ЕОМ проводиться обробка метеоданих для всієї території, яка обслуговується базою, що значно полегшує працю диспетчерської служби і дозволяє проводити глибокий аналіз ситуації щодо лісопожежної обстановки. Це дає можливість своєчасно маневрувати авіапожежній службі в районах з високою горимістю лісів і більш ефективно виявляти виникаючі загоряння. Надалі автоматизована система буде розвиватися і поетапно впроваджуватися в практику роботи авіаційної охорони лісів.

Незабаром для виявлення лісових пожеж в авіалісоохороні почнуть використовувати сучасні методи дистанційного зондування земної поверхні, а для патрулювання, парк літальних апаратів поповниться новими типами літаків і вертольотів. До сказаного вище можна додати, що великий інтерес представляє літак Л-610, створений конструкторами Чехії. Ця машина, розрахована на перевезення 40 пасажирів, здійснює посадку на аеродромах з будь-яким покриттям - будь то бетонна або ґрунтова злітно-посадкова смуга. Його експлуатаційна швидкість - 400-490 км/год. У Л-610 герметична кабіна, а крило використовується ще і як паливний бак. Літак, який економічніший своїх попередників, буде конкурувати з такими машинами, як Як - 40 і Ан - 24. Все це створює умови для подальшого скорочення в східних районах нашої країни територій Державного лісового фонду, що не охороняються від пожеж і поліпшення якості робіт, що виконуються авіалісоохороною.

### **Виявлення лісових пожеж з космосу.**

В даний час для вивчення ресурсів Землі, в тому числі і лісів, застосовують різні засоби дистанційного зондування (ГІС-технології), серед яких основне місце займають космічні технології. З цією метою використовують пілотовані космічні кораблі (ПКК), довготривалі орбітальні станції (ДОС) і штучні супутники Землі (ШСЗ), що випускаються на різні орбіти з висотою від 200 до 1000 км. Інтенсивні дослідження в галузі застосування дистанційних методів, які базуються на комплексі сучасних засобів космічних зйомок, проводяться в нашій країні і за кордоном.

*Під дистанційними (геоінформаційними) методами розуміють вивчення ландшафтів без безпосереднього контакту з об'єктом дослідження. Вони відкривають великі можливості для вирішення проблеми попередження, виявлення і гасіння лісових пожеж. Це особливо важливо для районів, де зріджена мережа метеорологічних станцій і не вся лісова територія знаходиться під контролем авіалісоохорони.*

Космонавтика представила людству великі можливості для пізнання Землі та її природних ресурсів, стеження за складними процесами природного та антропогенного характеру, особливо при спостереженні за важкодоступними і недосяжними об'єктами, швидкоплинними і динамічними процесами.

В останні роки на базі досягнень космонавтики, електроніки формується новий науковий напрям - космічне природознавство. Його завдання - забезпечення народного господарства України космічною інформацією для вивчення природних ресурсів. Це завдання покладено на Державний науково-дослідний центр "Природа", який існує при Національному аерокосмічному агенстві України. Центр керує комплексними дослідженнями природних ресурсів, які дозволять привести в єдину систему знання про природно-економічний потенціал великих регіонів, відкрити ще не відомі запаси ресурсів, створити базу для розробки науковообґрунтованих планів їх освоєння з урахуванням охорони середовища проживання людини, можливості відтворення відновлюваних видів сировини.

На основі дистанційного зондування Землі з космосу вирішується близько 300 різних наукових, проектних, пошукових завдань.

Багато міністерств і відомств країни (в тому числі Агенство лісових ресурсів України) ведуть роботи з використанням космічних зйомок. Фахівцями підраховано, що витрати на космічні дослідження в деяких галузях дають окупність в розмірі 5,5 – 15 млн. гривень від розміру капіталовкладень, а терміни робіт скорочуються в 3-4 рази в порівнянні з традиційними методами. Наприклад, при фотографуванні з орбітальної станції "Салют" тільки один знімок фіксує близько 200 тисяч квадратних кілометрів. За таким знімком за кілька годин може бути створена точна карта місцевості. В результаті космічна зйомка дешевше авіаційної.

Однак у справі прискорення впровадження досягнень космічного природознавства в народне господарство України є невирішені проблеми, і



однією з основних виступає перехід природоохоронних організацій на комп'ютеризовану технологію обробки космічних зйомок. Обробка сучасних даних дистанційного зондування неувябна без застосування ЕОМ, що дозволить практично повністю використовувати отримані дані. Традиційні методи обробки дають лише 5-10% від загальної маси космічної інформації. В цьому плані може бути корисний зарубіжний досвід. У багатьох країнах створені галузеві та міжгалузеві центри обробки даних дистанційного зондування, де зосереджується вся інформація і ведеться їх тематична обробка.

Вперше фотографування з космосу виконано льотчиком-космонавтом СРСР Г. С. Тітовим з космічного корабля «Восток – 2» в 1961 році. За кордоном дистанційне зондування Землі з космосу розпочато в 1961 - 1963 роках, коли був запущений американський пілотований космічний корабль "Меркурій". Перші матеріали з цього космічного корабля використовувалися в основному для визначення можливостей космічних знімків, налагодження і апробування знімальної апаратури.

У 1980 році третя 175-добова експедиція на орбітальній станції "Салют-6" стала основою для цілеспрямованого спостереження за лісами. До складу експедиції входив "довгожитель космосу" космонавт В.В.Рюмін, випускник Московського лісотехнічного інституту. У програму польоту був включений розділ по візуальним спостереженням і фотографуванню з космосу в інтересах лісового господарства для вирішення науково-методичних і практичних завдань. Ці роботи продовжила четверта, 184-добова космічна експедиція. З поставленими завданнями екіпаж впорався: була відпрацьована методика виявлення лісових пожеж та контроль за їх динамікою. Експерименти підтвердили, що з космосу можна практично безпомилково встановити факт лісової пожежі, навіть невеликого масштабу: майже половина з числа виявлених загорянь мала площу менше 1 га. Крім того, спостереження ще раз підтвердили, що часто причиною пожеж є грозові розряди. У районах, де пройшла гроза, космонавти бачили найбільшу кількість загорянь, їх смуга тягнулась на сотні кілометрів.

Необхідно додати, що візуальні спостереження космонавтів - не єдиний засіб стеження за станом лісів. В даний час використовують телевізійні зйомки з метеорологічних супутників "Метеор", які дозволяють виявляти осередки горіння в різних регіонах України, що особливо важливо для умов Півночі і Центру України. З їх допомогою можна уточнювати межі сходу снігового покриву, а отже, термінів настання пожежної небезпеки. Отримані знімки дають можливість оперативної оцінки погодної обстановки для швидкого і точного маневрування авіаційними і наземними силами і засобами гасіння лісових пожеж. На оглядових знімках добре розпізнається грозова хмарність та визначається напрямок її руху, в результаті боротьба з лісовими пожежами стає більш обґрунтованою стратегічно, більш гнучкою і оперативною технічно.

Велика кількість лісових пожеж виникає від гроз, варіюючи в широких межах по меридіану від Поліських лісів до гірських лісів Карпат і Криму країни. Особлива небезпека таких загорянь полягає в тому, що під

час грози за короткий термін на великій площі виникають десятки вогнищ горіння. Причому не завжди умови середовища сприятливі для переходу їх в лісову пожежу і осередки тління можуть залишатися тривалий час не виявленими. Масові загоряння лісових насаджень від блискавок, що виникають у віддалених районах з низькою щільністю населення, представляють особливі труднощі для виявлення і подальшої боротьби з ними. Вони створюють передумови для розвитку великих пожеж і різкого збільшення вигорілих площ.

Цікаво відзначити, що кількість наземних розрядів (хмара-земля) збільшується в нічні години, що можна пояснити збільшенням електрорівності повітря в цей час. Цілком ймовірно і загоряння від блискавок відбуваються в основному в нічний час, але при відсутності умов для поширення вогню (знижена температура, висока вологість повітря, ранкові роси) пожежі виникають лише через якийсь проміжок часу. Підтвердженням цього служить той факт, що пожежі, виявлені вранці, мають невеликі площі. Це ще раз вказує на небезпеку пожеж від блискавок і значимість космічної інформації для виявлення загорянь, що виникли в результаті грозових розрядів.

Останнім часом різко розширилась структура затрат коштів на дослідження електромагнітного спектра. Поряд з фотографічними, використовуються оптико-електронні та радіофізичні знімальні пристрої. Такий підрозділ ведеться за способом прийому електромагнітного випромінювання засобами дистанційного зондування природних ресурсів Землі.

Випромінювання лісових пожеж реєструється в різних ділянках спектра електромагнітних хвиль: видимому, довжина хвиль ( $\lambda$ ) 0,4-0,75 мкм; інфрачервоному,  $\lambda = 0,75$  мкм - 1 мм; надвисокочастотному або мікрохвильовому,  $\lambda = 1$  мм - 1 м.

Інфрачервоний (ІЧ) діапазон поділяють на три піддіапазони: ближній, або область відображення ІЧ променів,  $\lambda = 0,75 - 3$  мкм; середній, або область теплових інфрачервоних променів,  $\lambda = 3 - 30$  мкм; дальній,  $\lambda = 30 - 1000$  мкм. У надчастотному діапазоні виділяють міліметровий ( $\lambda \leq 1$  см), сантиметровий ( $1 \leq \lambda \leq 10$  см) і дециметровий ( $10 \leq \lambda \leq 100$  см), ( $10 \leq \lambda \leq 100$  см) піддіапазони. Основним видом зйомки лісів є фотозйомка, що дозволяє отримувати матеріали високої якості, якої інші засоби моніторингу та зондування не забезпечують. При фотографуванні відбувається фіксація зображення місцевості в широкому діапазоні видимого спектра світлочутливими матеріалами - фотоплівками.

Техніка фотографування постійно вдосконалюється. Роздільна здатність нових видів плівок підвищується і розширюється реєстрування спектра в бік ультрафіолетових фотокамер, що становить 0,26-1,1 мкм.

Володіючи чималими перевагами (дає матеріали з найвищою роздільною здатністю і метричною точністю), фотографічна зйомка має і недоліки. Найістотніше з них полягає в тому, що фотознімок має велику інформативну ємність, а значить несе в собі так звану зайву наложу

"шумову" інформацію. Внаслідок цього, зображення важко піддається формалізації і автоматизації дешифрування. Частина непотрібної інформації можна виключити при користуванні багатозональною фотокамерою. Але останнє стримується повною відсутністю надійних і економічних фотоапаратів, лабораторного обладнання та складністю обробки.

Для космічних зйомок застосовують звичайні кадрові фотоапарати. В останні роки українськими вченими розроблена унікальна фотоапаратура з роздільною здатністю 50 метрів, що встановлюється на космічні апарати. Основний обсяг даних отримують за допомогою супутників серії "Космос". Для порівняння зазначимо, що роздільна здатність знімків з американських супутників "Ландсат" і з французького "Спот" становить 10-30 метрів.

Як і в Україні, виявлення лісових пожеж з космосу, так і за кордоном, із застосуванням різної апаратури, спочатку проводили за допомогою фотозйомки. У США для задоволення потреб лісового господарства і, зокрема, для виявлення лісових пожеж, виконується комплекс робіт по спектросональній зйомці Землі з авіаційних і космічних літальних апаратів. Так, із запущеної в 1973 р. на кругову орбіту висотою 435 км станції "Скайлеб" робили багатокамерне фотографування. Шість камер здійснювали зйомку на різні плівки в діапазонах спектру від 0,4 до 0,9 мкм. Один кадр реєстрував ділянку розміром 163-163 км, просторова роздільна здатність складала від 10 до 40 м в залежності від контрастності об'єкта. Фахівці стверджують, що у фотокамер нового покоління роздільна здатність буде менше 1 мегапікселя.

Незважаючи на всі недоліки, властиві фотографічному методу при використанні його в роботі оперативної служби з охорони лісів від вогню (головний з них в цьому випадку - втрата часу на доставку плівки і її обробку), чорно-біла, кольорова і спектросональна зйомки будуть і далі виступати в моніторингу як засіб при дослідженні лісових пожеж.

Оптико-електронні знімальні системи діляться на кадрові телевізійні і оптичного сканування місцевості. Ці системи можуть бути одно- і багатозональні. У однозональних оптико-електронних системах, зображення будується за законами центральної проекції. У якості приймачів випромінювання тут використовуються відікони (телевізійні електронно-променеві трубки, дія яких заснована на зміні опору фоточутливого шару під впливом світла) звичайні або зі зворотним ходом променя (RBV). Останні відікони більш чутливі і мають кращу роздільну здатність. Спектральна чутливість відіконов знаходиться в інтервалі 0,35 - 1,0 мкм.

Телезображення володіє більш низькою роздільною здатністю, в той же час телевізійна зйомка має ряд переваг перед фотографуванням. Це, перш за все, велика оперативність і обсяг переданої інформації (передача інформації на Землю можлива по каналах зв'язку), і можливість автоматизації обробки даних. За своїм характером телекамера представляє собою швидкодіючий мікрофотометр, який використовується на авіаційних і космічних носіях апаратури. Оптичне зображення, проектування

об'єктивом на катод електронно-променевої трубки, дає можливість претворити сигнал в електричні сигнали, які кодуються і потім записуються на магнітну стрічку або по радіоканалах передаються на Землю.

Треба відзначити, що якість телевізійних зображень, що одержуються за допомогою вітчизняних ТВ камер, невисока. На телезнімках, переданих з метеосупутників "Метеор", де доздільна здатність складає близько 1,5 км, чітко ідентифікуються по димового шлейфу тільки великі лісові пожежі, тому для виявлення вогнищ горіння невеликих розмірів треба підвищувати роздільну здатність апаратури. У США для цих цілей застосовують багатокамерну телезйомку. Так, на супутниках "Ландсат", запущених в 1972 і 1975 рр. на навколоземну сонячно-синхронну орбіту з висотою 919 км, встановлювали три ТВ камери, кожна з яких виконувала зйомку в певному спектральному діапазоні: 0,475 - 0,575 мкм (синьо-зелена частина спектра), 0,580 - 0,680 мкм (червона), 0,690 - 0,830 мкм (ближня). Розмір знімка – 185-185 км, розмір елемента дозволу (піксель) - близько 80 м.

Оптико-електронні засоби дистанційного зондування з механічним або електронним скануванням формують зображення земної поверхні шляхом послідовного перегляду майданчиків на місцевості, розмір останніх визначається роздільною здатністю сканера. Системи оптичного сканування вимірюють спектральну щільність відбитого сонячного або власного випромінювання досліджуваних об'єктів. Оптимальний підбір приймачів випромінювання для кожного спектрального каналу, використання єдиної оптичної системи, завдяки чому досягається чітке поєднання точок на знімках однієї і тієї ж площі в різних ділянках спектра, дозволяють істотно підвищити точність вимірювання радіаційних потоків (помилка в 1-3%) .

Багатозональна сканерна зйомка виступає як один з найперспективніших видів зйомки. Застосування різних приймачів випромінювання розширило знімальний діапазон електромагнітних випромінювань, і в даний час зйомка проводиться в інтервалі від 0,3 до 20-40 мкм. Багатозональні спектри можуть проводити зйомку відразу в декількох зонах спектра електромагнітних хвиль із записом сигналів на магнітну стрічку на борту носія апаратури або по радіосигналу в пункті прийому інформації. Хоча зображення мають невисоку роздільну здатність, сканерна зйомка виключає всілякі сторонні об'єкти і майже в чистому вигляді фіксує сигнали з поверхні Землі. Характер запису зображення полегшує автоматизацію дешифрування знімків з космосу.

Американськими фахівцями створені багатозональні сканери, що охоплюють весь зазначений вище діапазон, або тільки видиму і ближню ІЧ зони. При зйомці з космосу роздільна здатність сканерних систем у видимому діапазоні становить від 30 до 80 м. На згаданому вище штучному супутнику землі «Ландсат-2» зйомку виконували не тільки теледистанційними камерами, але і 5 каналним скануючим радіосканером MSS, реєструючи випромінювання у видимій частині спектру в діапазонах 0,5 - 0,6; 0,6 0,7; 0,7- 0,8, а крім того, в ближній ІЧ частини спектру в вікні

прозорості атмосфери 10,4- 12,6 мкм. Роздільна здатність для останнього спектрального каналу дорівнює 200 м, а для всіх інших - 80 м. При висоті польоту супутника 919 км сканер забезпечує перегляд смуги шириною 185 км. Повторюваність зйомок однієї і тієї ж ділянки 18 діб.

Більш досконалим є 7 - каналний сканер ТМ, так званий тематичний картограф, який використовували на штучному супутнику землі «Ландсат-Д», запущеному в 2002 р. на сонячно-синхронну орбіту з висотою 705 км. Зйомка проводилася у видимій частині спектру, а також в ближній і теплової ІЧ частинах спектра: 0,45-0,52; 0,52-0,60; 0,63-0,69; 0,76-0,90; 1,55-1,75; 2,08-2,35; 10,4-12,5 мкм. Розмір пікселя 30 м, в тепловій зоні (останній канал) - 120 м, смуга захоплення 185 км, повторюваність зйомок 16 діб. При допомозі сканера ТМ, вперше отримані зображення в природних кольорах. Інформація фіксується на магнітну стрічку і фотоплівку, які обробляються і протягом 48 годин доводяться до споживачів.

Для охорони лісів від пожеж велике значення мають сканери, що дозволяють зйомку в невидимому (ІЧ) діапазоні спектра. Це ІЧ радіометри, що володіють високою температурною роздільною здатністю. В останні роки створені радіометри, у яких даний показник дорівнює 0, 25° С, і вони дозволяють реєструвати температурні контрасти менш 1°С. Але просторова роздільна здатність ІЧ систем нижче сканерів видимого діапазону.

Різновидом ІЧ сканерів є тепловізори, опис яких наведено вище. Ці прилади дозволяють отримувати теплове зображення місцевості на борту літака або вертольота, в фото- або магнітного запису з подальшою візуалізацією на екрані монітора. Роздільна здатність зображень, в залежності від виду приймача теплового випромінювання і висоти польоту літального апарату, досягає одиниць метра. Але використання тепlopеленгаційних приладів, незважаючи на їх високу чутливість, зустрічає в лісовій практиці серйозні труднощі. Теплові випромінювання екрануються пологом лісу, підліском, чагарниками і т.п. Ускладнюється виявлення осередків горіння і при польотах над хмарами.

Для дистанційних вимірювань в ІЧ діапазоні використовують детектори різних типів. Інфрачервоне випромінювання з довжиною хвилі до 1,1 мкм можна зареєструвати на плівку, чутливу в цій частині спектра (ІЧ фотозйомка). У скануючих радіометрах застосовують детектори двох основних типів: І - охоплює ближню і середню ділянки спектра і реєструє як відбите сонячне, так і власне випромінювання об'єкта; ІІ - реєструє тільки власне випромінювання природних утворень (довжина хвилі 3 і більше мкм). У ближньому діапазоні детекторами служать фотодіоди, а в далекому - різного типу фоторезистори (іридієво-селенові, ртутно-кадмієво-телурові і ін.), які охолоджують до 120° і нижче.

Зараз тривають роботи по вдосконаленню космічної оптико-електронної знімальної апаратури, щоб збільшити її роздільну здатність і наблизити по інформативності до дрібномасштабної аерофотозйомки.

З 2009 р за допомогою скануючої системи МСУ-СК в нашій країні почали проводити зйомки з геоцентричних орбіт в ближньому інфрачервоному діапазоні спектра ( $\lambda = 0,9-1,1$  мкм) з супутника Метеор-

Природа. Пізніше (2011 р) була встановлена скануюча 5-спектральна система, що здійснює зйомку в видимій, ближній ІЧ і типовий зонах спектра.

Зйомка проводиться на висоті 640 км, смуга захоплення 2400 км, максимальний масштаб знімка 1: 2,5 млн. пікселей. Просторова роздільна здатність на місцевості в видимому діапазоні - 1,6 км, в тепловому - 3,8 км, температурна чутливість 0,6°. Період обертання супутника 108 хвилин, повторна зйомка конкретного об'єкта можлива через добу. Інформація щодня скидається на регіональні центри прийому і обробки даних (РЦПОД).

Моніторинг лісових пожеж проводиться наступним чином. На РЦПОД дешифруються знімки видимого та ближнього ІЧ діапазонів по місцю розташування точок димових шлейфів, уточнюють їх координати за наявними орієнтирами. При цьому можлива оцінка площі згарищ і зони задимлення. Всі дані передають на територіальні авіабази. Однак, завдання раннього виявлення займань не об'єктивне, так як ідентифікуються вогнища горіння площею понад 40 га. Тому практична цінність отриманої інформації дуже мала, чим і не вирішується завдання діагностики, оскільки на знімках у видимому діапазоні, кромка горіння не проглядається, а на теплових знімках пожежа найчастіше виглядає у вигляді бесструктурної плями.

При використанні багатоспектральної апаратури з високою роздільною здатністю МСУ-Е, що також встановлюється на супутниках серії "Метеор", отримують зображення в масштабі 1: 0,2 млн. при смузі обстеження 40 км, але повторна зйомка об'єкта можлива лише через 12 діб.

Радіофізичні знімальні пристрої виконують зйомку практично при будь-якому стані атмосфери - через хмари, вночі. Це пов'язано з високою проникаючою здатністю радіохвиль - з їх допомогою можна спостерігати поверхню землі і об'єкти навіть крізь рослинність. Радіохвилі чутливі до вологості надгрунтового покриву і ґрунту, що дуже важливо для встановлення пожежного дозрівання лісових площ. Велика глибина проникнення надвисокочастотного (НВЧ) випромінювання в ґрунт дозволяє виявляти ґрунтові загоряння.

Дистанційне зондування підстилаючої поверхні в НВЧ діапазоні (1 мм) пояснюється тим, що всі природні об'єкти є джерелами надвисокочастотного випромінювання, хоча воно у багато разів менше інфрачервоного. Однак сучасні радіометричні пристрої дозволяють реєструвати зміни температури в десяті частки градуса. Крім того, в цьому діапазоні хвиль, атмосфера набагато прозоріша, ніж в субміліметровому, і створює відповідно меншу перешкоду. До того ж, довгі хвилі слабкіше поглинаються хмарами и туманами.

Інтенсивність НВЧ випромінювання вимірюють у градусах радіояскравості температури. Радіояскравість температури (радіояскравість) об'єкта дорівнює термодинамічній температурі абсолютно чорного тіла, що випромінює на даній довжині хвилі стільки ж СВЧ енергії, як і конкретний

об'єкт. Радіояскравість визначається як добуток випромінюваної здатності підстільної поверхні і температури.

Радіофізичні знімальні пристрої ділять на активні і пасивні. У першому випадку радіолокаційна станція, що знаходиться на борту космічного апарату, направлено випромінює радіохвилі і потім реєструє їх після відбиття від досліджуваних об'єктів. Зображення передається на екран електронно-променевої трубки і фіксується на фотоплівці або записується на магнітні носії в цифровій формі. У іншому випадку відбувається вимір інтенсивності і поляризації власного радіотеплового випромінювання земного покриву з допомогою радіометрів. Виконується пасивна зйомка шляхом послідовного сканування по поперечним, відносно напрямку польоту, лініях. Зображення, як і при активній радіолокації, будується на дисплеї і фотографується або передається по радіоканалах.

При допомозі НВЧ радіометрів з механічним або електричним скануванням променя антени, що встановлюються на літальних апаратах, можна проводити картографування і отримати радіояркісну карту (радіозображень) місцевості. Для поліпшення роздільної здатності радіометрів слід збільшувати геометричні розміри антени (при незмінності довжина хвилі) або ж зменшувати довжину хвилі при постійних розмірах антени. Незважаючи на великі можливості, радіофізичні методи поки не знайшов широкого застосування у вирішенні пірологічних проблем.

Телевізійні, сканерні і радіофізичні засоби дистанційного зондування основи земних ресурсів відносять до категорії оперативних. Інформація, що отримується з їх допомогою, может бути швидко передана по радіоканалах на Землю і використана споживачем, тоді як при фотографуванні цей інтервал часу значно збільшується (доставка плівки, її обробка).

Великі дослідження в галузі розробки нових методів індикації лісових пожеж та прогнозування пожежної небезпеки лісів на основі оптико-електронної і радіофізичної знімальної апаратури веде лабораторія Лісової пірології УкрНДІЛГА. Зокрема, створена автоматизована система "Прогноз", що складається з підсистем супутникового контролю, літакового ГІС-конусу і наземного пункту прийому і обробки дистанційної інформації. Підсистема супутникового контролю ґрунтується на аналіз телевізійних знімків з супутника "Метеор- Природа". Знімки масштабу 1:10 млн. служать для оцінки загальної метеорологічної і лісопожежної обстановки великого регіону, а масштабу 1:3 млн. - для більш детального вивчення району дії пожеж.

За допомогою підсистеми літакового зондування уточнюється ступінь пожежної небезпеки лісових районів, виділених за супутниковими знімками. Крім того, на цю підсистему покладається завдання виявлення лісових пожеж в умовах відсутності видимості (затримлення, хмарність), а також розвідка та картографування великих вогнищ горіння і оперативне керівництво по їх ліквідації.

І, нарешті, третя підсистема передбачає прийом і аналіз вихідної інформації про стан погоди, горючих матеріалів, пожеж і складання

оперативних і довгострокових прогнозів на цій основі. На додаток до викладеного, наземний пункт проводить розрахунок оптимальних сил і засобів для попередження лісових пожеж.

Значний ефект автоматизована система "Прогноз" матиме у віддалених важкодоступних районах і територіях, не охоплених авіалісоохороною. На жаль, в даний час ця система, зважаючи на не вирішені технічні проблеми, на практиці не застосовується.

Подібний бортовий інформаційно-вимірювальний комплекс "Троль" розроблений в США. Але американська система досконаліша, ніж вітчизняна, оскільки використовує супутникову навігацію з точністю просторової прив'язки лісової пожежі 30 м, тоді як точність наших радіолокаційних систем ближньої навігації - 200 м.

До сказаного слід додати, що інформація, що отримується з штучного супутника Землі і дистанційно-оптичних систем, може бути використана для складання карт прогнозованої пожежної небезпеки, оглядових карт горимості і чергових карт для визначення рівня інтенсивності ведення лісового господарства, а значить, і лісоохоронних заходів на основі швидких змін в лісовому фонді під впливом пожеж, рубок, шкідників і т.д. Грунтуючись на представленому матеріалі, можна стверджувати, що прискорення науково-технічного прогресу в лісовій галузі багато в чому буде залежати від швидкої реалізації досягнень в галузі ГІС-аерокосмічних методів.

#### *Контрольні питання:*

- 1. Що таке наземне виявлення лісових пожеж?*
- 2. Дайте характеристику пожежним спостережним пунктам.*
- 3. Що таке пожежно-спостережні вежі? Їх конструкція та призначення.*
- 4. Чим відрізняються пожежно-спостережні вежі від пожежно-спостережних щогл?*
- 5. Дайте характеристику пожежно-спостережним пунктам павільйонного типу.*
- 6. В чому сутність телевізійного спостереження за пірогенним станом Державного лісового фонду України.*
- 7. Як організовується і проходить маршрутне патрулювання у пожежно-небезпечний період в лісах України?*
- 8. Дайте характеристику авіаційному патрулюванню лісів на виявлення осередків лісових пожеж.*
- 9. Що таке космічна система по моніторингу лісових пожеж?*
- 10. Як працює геоінформаційна система по виявленню лісових пожеж з космічного простору?*



## Практична робота 7. Організація гасіння лісових пожеж

План:

1. Розвідка лісової пожежі. План гасіння лісової пожежі.
2. Етапи гасіння лісових пожеж.
3. Роботи по гасінню лісових пожеж.

### 1. Розвідка лісової пожежі і розробка плану гасіння

Досвід боротьби з лісовими пожежами показує, що лише маючи в своєму розпорядженні достовірні і повні дані про ситуацію на пожежі, підрозділи здатні виконати поставлені перед ними завдання. При ліквідації пожежі початкові дії визначаються цілою низкою чинників, що впливають на швидкість і складність зупинки вогню. Тому перш ніж приступити до гасіння пожежі, необхідно з'ясувати обстановку і потім на основі отриманої інформації розробити план дій.

Розвідка лісової пожежі може бути наземною та повітряною. Якщо охоплена вогнем площа невелика, керівник гасіння пожежі (КГП) особисто проходить її по периметру. При відсутності такої можливості (велика протяжність кромки вогню) він залучає 2-3 помічники з числа досвідчених фахівців, визначаючи кожному з них ділянку обстеження. На найскладнішій та відповідальній частині кромки вогню, роботу очолює КГП. Але бувають ситуації, коли лісова пожежа поширилася на значній території і її розвідка займе багато часу; тоді задіюють літальні апарати. При наявності неподалік від пожежі посадкового майданчика для вертольота, керівник гасіння самостійно обстежує осередок горіння і суміжні території, або цю роботу виконує льотчик-спостерігач і отримані дані скидає на землю, застосовуючи вимпела зв'язку. Однак цінність інформації від льотчика-спостерігача значно нижча.

На масштабних пожежах розвідка проводиться щодня, а при швидкому поширенні вогню - 2 рази на день. В результаті розвідки встановлюють:

- кордони пожежі, її площу, вид, форму і швидкість поширення;
- тактичні елементи кромки (фронт, фланги, тил);
- стан горючих матеріалів (тип, запас, розподіл по площі, структура);
- топографію місцевості;
- дислокацію вододжерел і можливість їх використання;
- наявність бар'єрів на шляху поширення вогню (природні перешкоди і підготовлені при протипожежному облаштуванні лісів);
- небезпечні напрямки поширення вогню (населені пункти, виробничі об'єкти, лісонасінневі плантації і ділянки та ін.);
- розташування ділянок лісу, де можливе посилення пожежі (захаращені площі, хвойні молодняки, круті схили), ускладнюється її гасіння (ділянки з торф'яним або гумусовим шаром), або навпаки, пожежа втрачає свою силу (листяні насадження, заболочені площі);
- найкоротші шляхи доставки до пожежі людей і техніки;

- шляхи відступу і місця укриття людей на випадок раптового наближення вогню;

- посадочні майданчики для вертольота і місця, зручні для десантування пожежних на спускових пристроях.

В ході гасіння, в залежності від обставин, можуть виникнути й інші завдання.

При розвідці проводиться картування вогнища горіння. Його схема із зображеними суміжними територіями потрібні для складання плану гасіння. Як топооснову використовують будь-який картографічний матеріал, що несе необхідну інформацію (наявність рубежів для зупинки вогню або пуску відпалу, вододжерел, особливості ЛГМ і т. д.). Суттєву допомогу можуть надати оперативні карти лісових горючих матеріалів, або оперативні лесопірологічні схеми. В інших випадках це будуть викопіювання з лісовпорядних планшетів, топографічні карти або хоча б обстеження місцевості.

На великих лісових пожежах, в умовах сильного задимлення, коли неможливо візуально встановити межі осередку горіння, для уточнення його контуру застосовують інфрачервоні прилади.

Грунтуючись на інформації, яка отримана в результаті розвідки, складають прогноз поширення та розвитку пожежі найближчим часом на випадок, якщо вжиті заходи виявляться недостатніми для її локалізації. При охопленій вогнем площі 10 га, прогнозують розвиток осередка на майбутні 2-3 години, а для більших пожеж - на терміни, протягом яких реальна їх ліквідація. У вказівках щодо виявлення та гасіння лісових пожеж наведено приблизні показники розвитку і поширення лісових пожеж. Цими даними можна скористатися для передбачення можливої зміни поведінки вогню. КГП зобов'язаний продумано поставитися до розробки плану гасіння без зайвого поспіху, незважаючи на те, що його складання пов'язано з втратою часу. Але приступати до зупинки пожежі відразу, без попереднього планування робіт, не можна, оскільки виправлення допущених помилок обійдеться значно дорожче. Найчастіше невдачі при ліквідації вогню обумовлюються відсутністю плану гасіння.

На даному етапі боротьби з пожежею КГП повинен проявити себе як хороший тактик, що вільно розбирається в тонкощах лісопірологічної науки і практики. Від нього потрібні тверді знання, що базуються на досвіді пожежогасіння.

#### **План гасіння лісової пожежі передбачає:**

- *тактичні прийоми ліквідації горіння;*
- *способи гасіння лісової пожежі з використанням різних засобів боротьби з вогнем;*
- *розстановку пожежних підрозділів і техніки вздовж кромки лісової пожежі;*
- *формування резервних груп пожежогасіння із зазначенням місця їх дислокації;*

- організацію виконання тактичного маневру (шляхом доставки резерву на різні ділянки кромки наземним транспортом, а при можливості використання вертольота, наявність посадочних майданчиків);
- залучення додаткових сил і засобів (кількість, терміни);
- організацію зв'язку на пожежі;
- заходи по безперервній розвідці пожежі та контролю за ходом гасіння.

На інтенсивно-розвинених лісових пожежах основні роботи по зупинці і локалізації вогню виконуються, як правило, у вечірні (після 18 год.) і вранішній (до 8 години) час, коли метеоумови сприяють загасання вогню. Але після 10 год., інтенсивність горіння знову починає зростати, і обстановка ускладнюється. Ось чому планування боротьби з вогнем ґрунтуються на тому, щоб роботи по локалізації пожежі були закінчені до зазначеного часу. Якщо пожежа набула подальшого розповсюдження на великій площі, то план гасіння розробляється з урахуванням наявних сил і засобів, можливості залучення додаткових підрозділів і техніки і прогнозу погоди на найближчі 3 дні.

## 2. Етапи гасіння лісових пожеж

У ліквідації лісових пожеж можна виділити 4 етапи або стадії, послідовно здійснювані лісовими пожежними:

1. Зупинка (стримування) пожежі.
2. Локалізація пожежі.
3. Дотушування вогнищ горіння на площі, пройденої вогнем.
4. Вартування згарища.

**Зупинка (стримування)** - це припинення поширення кромки лісової пожежі. Пожежу зупиняють, використовуючи такі способи гасіння, як захльостування палаючої кромки, заливання її водою або розчинами хімікатів, закидання ґрунтом. Стримують пожежу також відпалом від опорних смуг, підготовлених за допомогою води або хімічних складів.

Застосовуючи захльостування, збивають тільки полум'я, тління ж горючих матеріалів ліквідувати таким шляхом неможливо. При закиданні кромки пожежі ґрунтом також припиняється полум'яне горіння, але безполум'яне триває під шаром землі і по суті лише сповільнюється швидкість поширення пожежі. Діючи водою або хімічними розчинами, ми, як правило, внаслідок економії коштів або часу, недостатньо промочуємо весь шар горючих матеріалів, і тому створюється враження повного загасання вогню, в той час як в нижніх частинах ЛГМ горіння триває. При поступовому підсиханні рослинних залишків вогонь знову виходить на поверхню.

Незважаючи на те, що перший етап гасіння недостатньо надійний в плані припинення поширення горіння, їм широко користуються на практиці, так як способи що при цьому використовуються для боротьби з вогнем досить простий і легко здійснювані в більшості ситуацій. Крім того,

зупинка пожежі дозволяє виграти час і зосередити потім зусилля на більш трудомістких операціях другого етапу.

**Локалізація** - створення мінералізованої смуги або протипожежної канави по периметру вигорілої площі. Такі загороджувальні бар'єри надійно перекривають шляхи подальшого поступального поширення вогню. Коли пожежа невелика, то мінсмуги або канави влаштовують ручними інструментами, хоча ця операція вимагає великих трудовитрат. Якщо протяжність кромки велика, то для виконання локалізації використовують ґрунтообробні, землерийні і ґрунтометальні машини. При неможливості з яких-небудь причин їх застосування, бар'єри готують за допомогою вибухових матеріалів. Але локалізація ще не дає гарантії загасання пожежі. Залишені на згарищі осередки продовжують горіти - це сухостій, хмиз, пеньки, мурашники, і вітер може перекинути іскри через загороджувальну смугу або канаву. У зв'язку з цим треба здійснювати третій етап гасіння лісових пожеж.

**Дотушування** - ліквідація осередків горіння на пройденій вогнем площі. Однак, перед початком робіт необхідно пройти уздовж кордону згарища, щоб переконатися в надійності локалізації. Огляд проводить особисто керівник гасіння, а якщо кромка має велику протяжність, то залучаються і інші працівники, які мають відповідну підготовку і досвід боротьби з лісовими пожежами. При цьому керівник гасіння визначає кожному помічнику конкретну ділянку кромки горіння. Головну увагу тут слід приділити ділянкам, розташованим з підвітряного боку, де ймовірність переходу вогню через бар'єр особливо висока. У разі необхідності загороджувальні смуги розширюють.

Дотушування проводять по всій площі, починаючи роботи від межі згарища і просуваючись поступово до його центру. Якщо загорання сталося на ділянках з моховим покривом, то палаючий мох (а на задернілих ґрунтах-шари дерну) перевертають охопленої вогнем стороною вниз на мінеральний шар ґрунту. Гарячі пеньки, хмиз по можливості розколюють, а мурашині купи розгрібають, а потім продовжують їх гасіння. Ліквідовують горіння шляхом засипання тліючих осередків ґрунтом, заливаючи їх водою. Але кращі результати дають розчини хімічних речовин - "мокра вода" (вода з добавкою змочувача). Змочувач знижує поверхневий натяг води і таким чином посилює її вогнегасні властивості, сприяючи кращому проникненню рідини всередину рослинних волокон і більш повного витрачання її за призначенням.

При верхових пожежах вогонь може тривалий час залишатися в дуплах гнилих і сухостійних дерев. Особливо небезпечний стовбуровий вогонь, коли дерева перебувають неподалік від мінералізованої смуги або протипожежної канави і при падінні створюють умови для переходу вогню на негорівшу площу. Щоб цього не сталося, звалюють дерева, які можуть впасти, розташованих поблизу кромки згарища по обидва її боки. Дереву валять вершиною в бік, протилежний до захисного бар'єру.

На великих пожежах, де дуже складно ліквідувати осередки горіння, дотушування виконують лише по периметру згарища. Вказівками з

виявлення і гасіння лісових пожеж визначена ширина смуги, на якій проводять дотушування, а це - не менше 100 м. Однак в даний час існує ряд рекомендацій, де пропонується ширина смуги менших розмірів. Мабуть, варто погодитися з такою думкою, що керівник гасіння лісової пожежі повинен визначати цей параметр самостійно, в залежності від обстановки, що склалася. При цьому він буде враховувати характеристики ЛГМ, конкретну синоптичну ситуацію і прогноз погоди. Тоді можна раніше звільнити сили і засоби пожежогасіння для активної боротьби з пожежами, що діють на території держлісфонду. Проте ми вважаємо, що дотушувати осередки горіння, що залишилися, треба на смузі, ширина якої не поступається висоті дерев, що ростуть, а краще – дещо більша.

Роботи по дотушування не можна затягувати, так як метеобстановка може змінитися на гіршу. Перш за все це стосується напряму робіт, людей і засобів пожежогасіння. Якщо цього недостатньо, то з метою підвищення безпеки прокладають додаткові загороджувальні мінеральні смуги в місцях, де ймовірність відновлення поширення вогню найбільша. Недопалки осередку горіння, що знаходяться в центральній частині згарища, залишають на догорання, попередньо обкопуючи їх.

Якщо пожежа діє в гірських лісах і лінія локалізації пройшла під кутом ( $20^\circ$  і більше) схилу, то рекомендується по нижній межі згарища влаштовувати ловчі канави. Розміри канави повинні бути такі, щоб виключити можливість скочування тліючих шишок, сучків і інших деревних залишків на незайману вогнем площу.

**Вартування лісової пожежі** - безперервний або періодичний огляд периферії згарища і смуги локалізації з метою виявлення вогнищ горіння і запобігання відновленню дії лісової пожежі.

Здійснюється вартування групою, що проводила локалізацію пожежі, або групою вартування. Спостереження починають ще в процесі зупинки пожежі, залишаючи на кожні 100 м (по фронту пожежі) - 500 м (в тилу) одного вартового. Але ці цифри використовують лише в якості допусків. На практиці, інтервал між вартовими визначає керівник гасіння, враховуючи обставини, що можуть вплинути на якість виконуваної роботи (ступінь задимлення, вітер, вид і стан ЛГМ і ін.). У будь-якому випадку чисельність задіяних людей повинна забезпечувати постійне спостереження периферійної частини згарища.

Для підвищення відповідальності важливо чітко відмежувати ділянку для контролю кожному з вартових. На відведених ділянках кромки вартові ліквідують тліючі вогнища і стежать за тим, щоб не виникло загоряння надгрунтового покриття від перелітаючих за мінеральну смугу іскор.

У районах наземної охорони вартування згарищ організовується силами лісгосподарських підприємств, не допускається тільки залучення працівників пожежно-хімічних станцій. У районах авіаційної охорони вартування входить в обов'язки авіапожежних команд, які можуть залишити місце роботи тільки після прибуття групи вартування наземної охорони і за умови створення навколо згарища мінералізованої смуги. У такому випадку фахівці авіаслужби передають локалізований осередок

своїм колегам для остаточної ліквідації під розписку. Розписка пишеться в завданні на гасіння пожежі.

Патрулювання вздовж кромки згарища здійснюється до тих пір, поки на вигорілій площі продовжують діяти осередки горіння. При сталому антициклоні вартування може тривати до 10 днів. Але навіть і після цього терміну, в посушливі періоди, через 1-3 дні проводять регулярні огляди згарища (до випадання рясних дощів).

При дотушуванні максимум уваги слід приділяти виявленню і ліквідації прихованих осередків горіння (ПОГ), що не мають видимих ознак полум'я і диму. З цією метою можна скористатися легким переносним приладом "Кромка".

Технологія виявлення ПОГ за допомогою "Кромки" полягає в наступному. Прилад обслуговують дві людини: оператор і пожежний. Оператор планує схему руху і готує прилад до роботи, а пожежний готує інструмент для гасіння виявлених осередків. Першим вздовж кромки локалізованої пожежі на відстані 1, 5 - 2 м від неї йде оператор, повертаючи прилад вліво і вправо від себе. Це дозволяє збільшити діапазон дії "Кромки". Коли лунає сигнал - уточнюють місце розташування ПОГ, і пожежний ліквідує його. Швидкість руху ланки - 1, 5 км/год.

Працювати з ІЧ приладом краще у вечірні та ранкові години, щоб не відбувалося помилкове спрацьовування - в цей час немає світлових і теплових аномалій.

У районах наземної охорони вартування припиняють за розпорядженням лісничого або вищого за посадою працівника лісгоспу, а в районах авіаохорони - начальника оперативного відділення.

Вартування - необхідний захід, який при налагодженому його виконанні гарантує остаточне гасіння пожежі. Надлишкова покvapливість, уявна економія сил на останній стадії ліквідації вогню, як правило, призводить до сумних наслідків. Відома безліч прикладів, коли в результаті невинновданого раннього припинення спостереження пожежа, що була раніше локалізована на невеликій площі, відновлюється і виходить з-під контролю, охоплюючи територію в сотні і тисячі гектарів. Вельми повчальний випадок стався в Чорнобильській пущі в 2018 році. Пожежа, яка була зупинена з великими труднощами на площі понад 500 га спільними зусиллями авіавідділення і лісгоспу, яку не догасили і залишили без вартування, знову розгорілася з новою силою. Вітер роздмухав вогонь і перекинув іскри через загороджувальну смугу. Вжиті в подальшому заходи по гасінню пожежі позитивних результатів не дали, і стихію, що розбушувалась, вдалось приборкати лише тоді, коли почалися дощі. На той час вогонь охопив за офіційними даними понад 20 тис. га. У процесі гасіння пожежі окремі його етапи іноді об'єднуються. Наприклад, прокладаючи загороджувальну смугу за допомогою бульдозера перед кромкою низової пожежі, ми одночасно зупиняємо його і локалізуємо, а якщо пожежа надгрунтова-біжуча за формою і на пройденій вогнем площі не залишилося палаючих осередків, то вона і ліквідовується. Подібний приклад можна привести і по сильним низовим або верховим пожежам.

Проводячи відпал від мінералізованої смуги, поєднують стадії зупинки і локалізації: зустрічний низовий вогонь зупиняє палаючу кромку, а мінералізована смуга локалізує осередок займання.

### **3. Роботи по гасінню лісових пожеж**

Роботи по гасінню лісових пожеж очолює керівник робіт, який призначається з числа ІТП, які добре знають техніку і тактику боротьби з вогнем. Керівник робіт і старший групи повинні мати списки залучених до гасіння пожежі та періодично перевіряти наявність особового складу. Зазначені особи несуть відповідальність за організацію робіт і безпеку людей при ліквідації вогню. У розпорядженні старших груп має бути таке число підлеглих, роботу яких вони можуть проконтролювати (не більше 10 осіб).

Після прибуття групи до місця лісової пожежі і після виконання розвідки КГП або за його розпорядженням старший групи проводить інструктаж з урахуванням ситуації, що склалась під час гасіння. Робітників ознайомлять з характером діючої пожежі, її найбільш небезпечними ділянками, шляхами відходу і укриття від вогню. Зазвичай такі притулки планують на галявинах, в листяному деревостані і на берегах водойм. У кожній групі виділяється в якості провідника до укриття працівник лісової охорони або один з робітників, знайомий з місцевістю.

Особи, залучені для боротьби з пожежею, не мають права самовільно залишати місце роботи, за винятком випадків отримання опіків, поранення, отруєння димом. При цьому потерпілий повинен сповістити про відхід працюючого поруч з ним члена бригади або керівника. В інших ситуаціях, рішення про відхід від кромки пожежі приймає старший групи, по сигналу якого виконується відхід в зазначеному порядку і напрямку. Роботи по гасінню проводяться групами, можна по 2 людини, один з яких призначається старшим.

*При роботі на кромці пожежі необхідно:*

- зберігати дистанцію між робочими не менше 3 м;
- не втрачати з поля зору сусідів, постійно візуально контролювати їх пересування;
- відступити негайно назад в разі обходу робочого місця вогнем;
- повідомляти негайно керівнику робіт, старшому групи про зміну ситуації, виникнення небезпечної ситуації, попередити про небезпеку сусідів.

Особовий склад не повинен перебувати в безпосередній близькості від вогню (в умовах задимлення і високих температур) більше 30 хв. Знову до роботи люди допускаються лише після короткочасного відпочинку поза зоною задимлення і теплового впливу пожежі.

Забороняється направляти працівників на безпосереднє гасіння швидкопоширюваної кромки пожежі, висота полум'я якої перевищує 1,5 м.

Захльостуючи вогневу кромку, удари гілками слід наносити збоку, похило в напрямку до полум'я, відкидаючи палаючі частки ЛГМ на

вигорілу площу. Для запобігання травмуванню рук, місце утримання деревця треба очищати від гілок на відстані 50-55 см від кінця. Закидання вогню ґрунтом здійснюють віялоподібним рухом, щоб земля падала в нижню частину полум'я, дотримуючись усіх запобіжних заходів від опіків. Причиною більшості травм при засипці кромки пожежі є погана якість лопат - леза швидко затупляються, а рукоятки ламаються. Бувають випадки травмування робітників, які використовують неправильні прийоми кидання ґрунту на вогонь. Працюючи з ручними інструментами (лопатами, сокирами, сапками, граблями), необхідно дотримуватися таких вимог:

- держак ручних інструментів повинні бути міцними, гладкими і надійно з'єднаними з металевими частинами;

- держак сокир виготовляють з сухої і міцної деревини, вони повинні мати потовщення на кінці і обов'язково розклинені в вушку сокири.

**Робота з ранцевими вогнегасниками.** Кожен робітник-лісопожежник, який отримав в користування ранцевий лісовий вогнегасник, зобов'язаний знати правила його експлуатації. Для запобігання простудних захворювань, що виникають при контакті заповненого водою резервуара з тілом людини, необхідно використовувати наспинник (теплоізоляційна прокладка), що поставляється в комплекті з вогнегасником.

На гасінні лісових пожеж застосовують хімічні речовини. Слід зазначити, що піноутворювачі, бішофіт, нові вогнегасні розчини (ОСБ-1, ОС-5, ОЗ-А1, ОС-А2 та ін.), хімічні заряди для лісових вогнегасників, хладон 12, а також продукти їх термічного розкладання не отруйні, не вибухонебезпечні і не вимагають особливих запобіжних заходів при поводженні з ними. Тут потрібні лише звичайні засоби захисту (рукавиці, брезентовий спецодяг), що застосовуються при контакті з безпечними хімічними речовинами.

Забороняється приймати їжу і курити під час роботи з хімікатами, після роботи треба вимити обличчя і руки.

До роботи з хімікатами, зарядними пристроями та апаратами, в яких створюється надлишковий тиск, допускаються особи, які пройшли інструктаж і відповідні тренування.

*При роботі із ранцевими лісовими вогнегасниками забороняється:*

- ¶- наливати вогнегасні рідини в резервуар понад встановлену норму, щоб уникнути підвищення в них тиску вище паспортного;

- відкривати кришку заливної горловини апарату, якщо з нього попередньо не випущений газ;

- висипати хімічний заряд в приймальний стакан, якщо в ньому є вода;

- користуватися двома хімічними зарядами одночасно;

- користуватися апаратом при виявленні в ньому несправності і течі;

- тримати вогнегасник під тиском тривалий час, тиск в ньому треба створювати тільки перед початком роботи.

Не допускається ремонт і розбирання балонів, заповнених хладоном 12. Необхідно щорічно виконувати перевірку запобіжного клапана апарату і контрольне випробування жорсткого резервуара гідравлічним способом при максимальному тиску 0,9 Мпа (9 атм).



**Робота з мотопомпами.** Обслуговуючий персонал зобов'язаний вибирати для розгортання найбільш короткі, зручні і безпечні шляхи прокладання пожежно-рукавних ліній, перенесення технічного обладнання. В умовах пересіченої місцевості пожежно-рукавну лінію на схилах треба надійно закріплювати. Забороняється піднімати заповнені водою рукави на будь-яку висоту.

Максимум уваги слід приділяти безпеці ствольників, що працюють в дуже складних умовах. Для активного гасіння вогню, ствольники повинні підійти до нього якомога ближче. Тому їм доводиться працювати в зоні значного теплового випромінювання, нагрітого повітря і дії продуктів горіння з високою температурою. Кордон тривкості настає при інтенсивності опромінення  $560-1000 \text{ Вт/м}^2$ . При інтенсивному горінні (наприклад, захаращених територій, хвойних молодняків), така інтенсивність відзначається на відстані 30-35 м. Однак ствольникам доводиться працювати на відстані 10-15 м від кромки пожежі. У цьому випадку інтенсивність випромінювання досягає понад  $4000 \text{ Вт/м}^2$ , люди в подібних умовах повинні мати засоби індивідуального захисту від теплового удару. Це тепловідбиваючий костюм, захисна металева сітка з охолодженням і плексігласовий щиток на касці, водяна завіса, азбестовий і фанерний щитки на пожежних стволах, ватний одяг і ін.

**Гасіння пожеж в гірських лісах.** *При боротьбі з лісовими пожежами в гірських умовах забороняється:*

- перебувати вище кромки пожежі на крутому (крутіше  $20^\circ$ ) незгорілому схилі, якщо схил покритий хвойним молодняком, чагарником і скупченням інших горючих матеріалів;
- перетинати улоговину, балки і ущілені з крутим дном в момент руху по ним пожежі.

Якщо нижче по схилу знаходяться люди, слід дотримуватися обережності і не допускати скочування вниз каменів і хмизу. На крутих схилах можна працювати або пересуватися один над іншим, або нижче працюючих машин. Коли на крутому схилі нижче людей починається інтенсивне горіння, потрібно відступити на безпечне місце, підібране заздалегідь.

До початку робіт на кромці лісової пожежі повинні бути визначені і доведені до робітників сигнали, що попереджають про небезпеку.

**Гасіння ґрунтових пожеж.** При гасінні ґрунтових пожеж керівник зобов'язаний перед початком робіт організувати розвідку для визначення меж горіння. Встановлена межа повинна відзначатися на місцевості спеціальними знаками (прапорцями і ін.) і обкопуватися канавою. Перехід через позначений кордон пожежі не дозволяється. Робітники, які проводять розвідку на торф'яних пожеж, забезпечуються жердинами. При необхідності подолання палаючих торфовищ просуваються групами. Проходячи через зону горіння, старший групи постійно промацує торф спеціальним щупом або жердиною.

Пожежним забороняється переходити протипожежні канави в невлаштованих місцях, а також перебувати в них тривалий час, щоб уникнути отруєння чадним газом. Не можна підніматися на штабелі торфу.

**Проведення відпалу.** Рішення про пуск відпалу приймає керівник з гасіння пожежі. Про це повідомляють усі сусідні пожежні підрозділи.

При гасінні лісової пожежі методом відпалу, не можна перебувати людям між смугою наміченого відпалу і кромкою пожежі. Тому не рекомендується використовувати способи прискореного проведення відпалу, такі, як плямисте підпалювання, біжучий вогонь і інші, коли люди змушені працювати між двох зближуваних вогнів. Найбільш безпечним і в той же час ефективним виступає прискорений відпал за способом ступеневого вогню.

Перед пуском відпалу всі сухостійні дерева поблизу траси опорної смуги повинні бути повалені вершинами в сторону, протилежну опорній смузі. Смугою прокладають на безпечній відстані від кромки пожежі. Сигнал про запалювання надгрунтового покриву дають тільки після того, як керівник робіт особисто перевірів, чи не залишилися між насуваючою пожежею і смугою наміченого відпалу люди.

При сильному вітрі робітникам і особливо керівнику гасіння лісової пожежі треба уважно стежити за навколишнім оточенням, приймаючи своєчасно заходи не тільки для попередження виникнення нових загорянь лісу, але і для захисту людей від оточення вогнем.

Особливу обережність необхідно дотримувати при гасінні верхових пожеж, коли швидкість вітру перевищує 15 м/с. Поширення вогню на фронті приймає стрибкоподібний характер - горіння крон дерев періодично випереджає горіння нижніх ярусів лісового фітоценозу. Протяжність стрибка досягає 80-100 м, іноді більше. Тому робітники повинні знаходитися від фронту пожежі на відстані не менше подвійної довжини можливих стрибків, тобто 200-250 м.

**Боротьба з осередковими пожежами в день,** як правило не ведеться тому, що вона пов'язана з великою небезпекою для життя пожежних. Денне гасіння може полягати лише в утриманні флангів і тилу. Нагадаємо, що потужна конвекційна колонка утворюється при згорянні значної кількості горючих матеріалів (10-30 т/га) і коли охоплена вогнем площа сягає розміру близько 20 га. В цьому випадку висхідні потоки нагрітого повітря і продуктів згоряння можуть прорватися у верхні шари атмосфери, утворити вихор і посилити пожежу. Тут максимум уваги потрібно приділити організації своєчасного виявлення та ліквідації осередків горіння, що виникають на відстані до 300 м (а іноді і до 1 км) від конвекційної колонки. При загрозі виникнення побічних пожеж, керівник гасіння повинен ретельно продумати заходи безпеки людей, що знаходяться в небезпечній зоні (надійні укриття, шляхи відходу до них, наявність в кожній окремо працюючій групі людини, що добре знає місцевість, а також наявність засобів індивідуального та колективного захисту від диму та полум'я).

В умовах, коли видимість обмежена, також дуже важливо, щоб люди добре знали місцевість, а на випадок непередбаченої ситуації - шляхи

відходу до укриття. Працюючі на вартуванні мінералізованої смуги в нічний час пожежні зобов'язані мати освітлювальні прилади. Всі машини, задіяні для нічного вартування згарища, повинні бути облаштовані фарами переднього і заднього світла. В сутінки робота тракторів на схилах крутизною понад 6° забороняється.

*При роботі з запальними апаратами при проведенні відпалу забороняється:*

- використовувати пальне, не визначене у паспорті на даний тип апарату;
- заливати пальне в ємність апарату поблизу місць, небезпечних в пожежному відношенні;
- палити під час заправки і пуску в роботу запального апарату;
- працювати апаратом, що протікає;
- переносити апарат в важкопрохідних вогнебезпечних місцях на ремені без спеціальної пряжки, що забезпечує швидке скидання апарату.

При підвищенні тиску всередині резервуара запального апарату вище паспортного треба негайно припинити роботу.

**Техніка безпеки при вибуховому способі гасіння лісових пожеж.** Керівництво підривними роботами в територіальних базах авіаційної охорони лісів і обслуговування лісового господарства покладається на старшого інструктора парашутно-пожежної служби авіабази, що має посвідчення на право керівництва вибуховими роботами. Він несе відповідальність за рівень підготовки працівників, допущених до проведення вибухових робіт і за стан техніки безпеки.

До роботи з вибуховими речовинами допускаються особи, які пройшли спеціальну підготовку і мають єдину книжку підривника.

Перед проведенням вибуху встановлюють небезпечну зону розльоту каменів, уламків коренів і т. п. і захищають її червоними прапорцями. Підходити до неї ближче ніж на 100 м забороняється. На дорогах і стежках, що ведуть до небезпечної зони, на відстані 200 м встановлюють щити з написом **«Небезпечно, вибухові роботи! Прохід і проїзд заборонено»!** При необхідності в окремих місцях встановлюють пости.

Вибухові роботи проводять на відстані не ближче 100 м від кромки діючої низової пожежі і 10 м від ґрунтової.

Між окремо діючими бригадами підривників повинен зберігатися інтервал не менше 300 м., за умови просування їх в одну і ту ж сторону і при точній відповідності відходів в укриття після підпалювання запальних трубок. Транспортні засоби з вибуховими матеріалами, які супроводжують партію при прокладанні захисних смуг, повинні просуватися паралельно руху партії, не ближче 100 м від наміченої траси.

При вибухових роботах подають спеціальні сигнали: *попереджувальний - довгий гудок або свисток, бойовий - два гудка або свистка, відбій - три гудка або свистка.*

Після висаджування кожної черги зарядів (при шпуровому способі), допуск підривників для робіт по підриву наступної черги забороняється до закінчення огляду результатів попереднього вибуху. При виявленні відмов,

або при підозрі на їх наявність, особливо зарядів, що не вибухнули, ці заряди повинні бути негайно ліквідовані.

**Заключні роботи.** На заключному етапі гасіння лісової пожежі, обсяг робіт скорочується і небезпека їх зменшується. Тому увагу пожежних до дотримання техніки безпеки в цей період послаблюється. Для уникнення нещасних випадків, керівник гасіння повинен посилити контроль за особовим складом і вимагати від усіх безпечного ведення робіт. Перед виїздом з місця пожежі треба ретельно перевірити інвентар, зібрати його, завантажити на автомобілі і закріпити на відведеному місці. При порушенні цих простих вимог не тільки втрачається пожежний інвентар, а й можуть бути травмовані люди. Щоб не допустити подібного, керівник призначає відповідального, який стежить за укладанням і кріпленням пожежно-технічного озброєння, приладів і апаратів.

#### *Контрольні питання:*

1. *Що таке розвідка лісової пожежі?*
2. *Що таке план гасіння лісової пожежі?*
3. *З яких етапів складається гасіння лісової пожежі?*
4. *Як працювати з ранцевим вогнегасником?*
5. *Як використовувати пожежні мотопомпи при гасінні лісових пожеж?*
6. *Що таке відпал? Яка методика проведення відпалу?*
7. *Як проводити гасіння лісових пожеж з використанням вибухового способу?*
8. *Дайте характеристику гасінню ґрунтових пожеж.*
9. *Які особливості гасіння пожеж в гірських лісах?*

### **Практична робота 8. Безпека під час гасіння лісових пожеж**

#### **План:**

1. Охорона праці і техніка безпеки про боротьбі з лісовими пожежами.
2. Небезпечні фактори лісових пожеж.
3. Роботи по гасінню лісових пожеж.
4. Забезпечення безпеки при експлуатації пожежно-спостережних пунктів.

#### **1. Охорона праці і техніка безпеки про боротьбі з лісовими пожежами**

Керівництво охороною праці та відповідальність за стан техніки безпеки та виробничої санітарії при боротьбі з лісовими пожежами різної складності покладають на адміністрацію лісгосподарського підприємства. Адміністрація повинна забезпечити здорові і безпечні умови праці на виробництві, несе відповідальність за нещасні випадки на виробництві та

професійні захворювання, за неусунення їхніх причин, за розпорядження, дії або бездіяльність, які порушують законодавство про охорону праці.

Кожен працівник підприємства зобов'язаний знати і неухильно виконувати правила і норми техніки безпеки та виробничої санітарії при виконанні робіт, що входять в коло його обов'язків. У зв'язку з цим адміністрація лісогосподарського підприємства забезпечує навчання та інструктаж робітників і службовців з техніки безпеки і виробничої санітарії та іншими правилами охорони праці.

До робіт з гасіння лісових пожеж залучають тільки фізично і психічно здорових людей, які досягли 18-річного віку. Це пов'язано з тим, що ліквідація вогню пов'язана з великою витратою моральних і фізичних сил, вимагає швидкості та злагодженості дій.

Безпосередньо до гасіння пожеж допускаються чоловіки у віці від 18 до 60 років, які пройшли медичний огляд за місцем своєї роботи і за станом здоров'я визнані придатними до виконання цієї роботи. До проведення допоміжних робіт при ліквідації пожеж (побутове обслуговування, приготування їжі, несення чергування і т. д.) можуть залучатися жінки у віці від 18 до 65 років (крім вагітних і годуючих грудьми), за станом здоров'я придатні для виконання цих робіт. Кожен повинен вміти правильно визначати свої можливості, інакше можна отримати серйозну травму або навіть загинути.

*Керівники підприємств, організацій і установ, які направляють працівників на гасіння лісових пожеж, зобов'язані:*

- скласти списки осіб, що направляються на боротьбу з пожежею, які пройшли навчання за цим видом робіт і призначити старших лісопожежних груп;
- забезпечити працівників справним спецодягом та взуттям, ручними засобами пожежогасіння, індивідуальними медичними пакетами і аптечкою, запасом їжі на 3 дні, засобами захисту від комарів та кліщів, справним пожежним інвентарем.

Особи, що направлені на боротьбу з лісовими пожежами, в обов'язковому порядку проходять інструктаж з техніки безпеки. Інструктаж проводить посадова особа, відповідальна за відправку людей на гасіння лісової пожежі.

Кожному працівнику, який залучається на боротьбу з лісовими пожежами в районі, що має спалахи кліщовим енцефалітом, повинно бути зроблено профілактичне щеплення. У районах, багатих мошкарєю, комарами, видають захисні механічні та хімічні засоби (накомарники, репеленти та ін.). Слід зазначити, що вітчизняними вченими створено вискоєфективний засіб, який гарантує після разового застосування відлякування кліщів та інших комах протягом 5 діб. Однак цей засіб поки не доведений до виробництва.

Люди, залучені на гасіння лісових пожеж, повинні мати сірники в непромокаючій упаковці, компас, схему виходу з пожежі, їх навчають навичкам орієнтування по карті, компасу, небесних світилах, місцевими

прикметам і поведінці в лісі при виконанню робіт по гасінні лісових пожеж.

Відповідальні за відправку людей для гасіння лісової пожежі зобов'язані забезпечити і проконтролювати наявність у залучених для боротьби з вогнем засобів індивідуального захисту, справних знарядь пожежогасіння, аптечок для надання першої медичної допомоги. Групу необхідно доставляти на місце гасіння пожежі в світлий час доби.

У ліс беруть запас їжі не менше, ніж на 3 доби. Надалі харчування забезпечує лісгосп, на території якого діє пожежа. Вартість харчування відшкодовується кожному працівнику при остаточному з ним розрахунку за участь у гасінні лісової пожежі.

Доставка харчування і питної води проводиться безпосередньо до місця проведення робіт. Вода повинна бути кип'ячена і транспортуватися в закритому посуді (флязі, баку, термосі) з розрахунку 5-6 літрів води на людину в зміну. Відсутність питної води, гарячої і доброякісної їжі нерідко стає причиною шлунково-кишкових захворювань. Бувають випадки отруєння недоброякісними консервами і зіпсованої в результаті неправильного зберігання їжею, що пов'язано з її довгим зберіганням в умовах теплої погоди і відсутністю потрібних для цього ємностей.

Для запобігання шлунково-кишкових захворювань, необхідно категорично заборонити використання води для пиття з випадкових джерел, а також застосування оцинкованих відер для приготування і зберігання їжі. Кожен робітник, що приймає участь у гасінні пожежі і який направляється на лісопожежні роботи, в обов'язковому порядку повинен мати при собі фляжку з водою. Гасіння лісових пожеж - це важка фізична робота при підвищеній температурі, пов'язана з великою втратою води організмом. Пити воду рекомендується частіше, але в можливо менших кількостях - по 150-200 мл.

Для того, щоб люди на гасінні пожежі могли нормально і досить продуктивно працювати, треба забезпечувати їм необхідні періоди відпочинку. Режим праці і відпочинку регулюється керівником гасіння пожежі у відповідності зі сформованою обстановкою, трудомісткістю робіт і фізичними можливостями кожного робітника.

Вибираючи місце для відпочинку і ночівлі, керівнику гасіння пожежі треба звернути особливу увагу на організацію повної безпеки людей, а також умов для збереження спорядження.

Місце відпочинку і ночівлі робітників розташовують не ближче 100 м від кордону локалізованої кромки пожежі і захищають (обкопують) мінералізованою смугою шириною не менше 2 м. На період відпочинку в обов'язковому порядку призначають чергових з числа осіб, залучених до гасіння пожежі зі зміною через 2 години.

## **2. Небезпечні фактори лісових пожеж**

Роботи по гасінню лісових пожеж виконуються в умовах підвищеної небезпеки. Серед таких факторів виділяють: відкритий вогонь, підвищену температуру навколишнього середовища, дим, іскри і інші.

Одним з досить небезпечних для життя людини факторів є висока температура нагрітого повітря і продуктів горіння. При впливі на тіло людини нагрітих газів (температура яких вища за температуру людського тіла) настає перегрів організму і може статися тепловий удар. Якщо з'являються ознаки теплового удару (слабкість, головний біль, запаморочення, різке почервоніння шкіри, підвищення температури тіла, сонливість, мерехтіння в очах, погіршення слуху, неприємні відчуття в районі серця), робота повинна бути негайно припинена.

Коли температура шкіри людини підвищується до 42-45°C, виникають больові відчуття (печіння), а температура газів 60-70°C, особливо при підвищеній вологості, - це дуже небезпечно для життя.

Значно більшу небезпеку для людей являє безпосередній вплив полум'я. Навіть при короткочасному контакті з вогнем відкритою поверхнею тіла, у людини виникають істотні опіки. До тяжких наслідків призводить загорання одягу на людині: якщо швидко не збити полум'я, вона може отримати опіки, які несуть серйозну загрозу для життя.

До особливо небезпечних факторів на гасінні лісових пожеж відносять і вплив на людей димових газів. Працюючи в умовах задимленості, людина вдихає повітря зі зниженим вмістом кисню. Вміст його в повітрі менше 16% негативно позначається на стані організму, якщо ж об'ємна частка кисню знижується до 10%, людина втрачає свідомість, а при 6% у неї з'являються судоми. Через 3 хвилин після втрати свідомості в цих умовах, настає смерть.

При горінні лісових матеріалів виділяється оксид вуглецю CO (чадний газ). Цей газ отруйний і може викликати важкі отруєння зі смертельним результатом. Заміри CO, проведені перед фронтом лісової пожежі показали, що концентрація чадного газу нижче рівня полум'я значно підвищена. Тому, працюючи на кромці вогню, слід пам'ятати, що не можна тривалий час тримати голову в аеродинамічній тіні полум'я. Рекомендується періодично відходити в бік на свіже повітря або розгинатися і бути вище полум'я. Симптомами отруєння оксидом вуглецю є стукання в скронях і головний біль.

## **3. Роботи по гасінню лісових пожеж**

Результат отриманих уражень при гасінні лісової пожежі, особливо важких і небезпечних, часто вирішується протягом декількох хвилин після події та залежить, перш за все, від своєчасності і якості першої допомоги, яку отримує потерпілий. Тому життєво важливо, щоб будь-яка людина, що опинилась на місці потерпілого або поблизу нього, володів прийомами швидкої ефективної допомоги.

Для убезпечення людей від дії небезпечних факторів лісових пожеж, необхідним і обов'язковим є використання кожним працівником засобів індивідуального захисту.

Адміністрація лісогосподарського підприємства зобов'язана видавати спецодяг, спецвзуття, запобіжні та захисні пристосування відповідно до типових галузових норм безкоштовної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту робітників і службовців, затвердженим в установленому порядку. Виданий спецодяг повинен піддаватися безкоштовному дезінфікуванню, пранню та ремонту. Засоби індивідуального захисту (спецодяг, спецвзуття, запобіжні пристосування, засоби захисту органів дохання) повинні відповідати ДСТУ та ТУ на їх виготовлення.

У комплект спецодягу пожежного входить брезентовий костюм, чоботи. Особи, зайняті безпосереднім гасінням полум'я, повинні забезпечуватися спеціальними головними уборами (касками), а також протидимними масками і протигазами згідно ДСТУ 8828:2019 (рис. 11).

Однак якість спецодягу, що поставляється в даний час лісовим пожежним командам, досить низька. Костюми, які до цього часу використовуються лісовими пожежними не володіють вогнезахисними властивостями і швидко виходять з ладу. В останні роки були розроблені нові види спецодягу для працівників лісу. Серед них комплект "Тайга", "Майстер лісу", "Ліс", але до цих пір вони не постачаються в лісове господарство. Робочі рукавиці, які використовуються на боротьбі з вогнем в лісі, не захищають зап'ястя рук від опіків і механічних пошкоджень; існуючі респиратори мають велику масу і недосконалі.



**Рис. 9 Спорядження лісового пожежного згідно ДСТУ 8828:2019.**



І ще один суттєвий момент. При згорянні лісових горючих матеріалів виділяється отруйний чадний газ - СО. Але звичайний протигаз не поглинає СО, і газ проходить в легені. Для затримання СО треба мати гопкалітовий патрон, що накручується на протигаз. У пожежній охороні застосовують регенеративні дихальні апарати на стислому кисні, що багаторазово розширюють можливості пожежних. Але існуючі конструкції недосконалі, так як при роботі, вміст кисню в дихальній суміші досягає 90%. Такий надлишок кисню шкідливо позначається на здоров'ї людини, а крім того, газ швидко витрачається з балона, що зменшує час захисної дії апарату.

Для захисту від вражаючих факторів лісової пожежі і, в першу чергу, від теплового випромінювання і диму, вітчизняні та зарубіжні дослідники запропоновують ряд розробок. Зараз головним способом захисту від теплового випромінювання вважається застосування рефлекторних екранів і покриттів, а в якості додаткового способу - використання теплоізоляції. Поєднання тепловідбиваючого покриття і теплоізоляційної підкладки втілено в захисних костюмах і переносному колективному лісопожежному укритті, розробленому в Австралії.

У США для захисту пожежників від вогню застосовується портативне індивідуальне укриття, що представляє собою бескаркасний намет без дна, виготовлений з тонкої вогнетривкої склотканини. Тканина покривається з лицьового боку алюмінієвою фольгою, що відбиває 95% теплового випромінювання. Маса укриття, яке переноситься в чохлі на поясі, всього 1,3 кг. Для захисту від полум'я, що насувається, людина лягає на землю обличчям вниз, накинувши на себе укриття і притискає його до землі за внутрішній фланець і лямки. Такий спосіб порятунку, можливий протягом невеликого часу, необхідного для перечікування проходу кромки пожежі. Придатне для дихання повітря можна отримати поблизу палаючих лісових матеріалів. Пояснюється це тим фактом, що безпосередньо біля поверхні ґрунту зберігається шар ненагрітого і порівняно чистого повітря товщиною в кілька сантиметрів, навіть при самому сильному задимленні в зоні дії фронтальної кромки осередку пожежі. Тому, коли укриття наповнюється димом, його треба провентилувати, піднявши нижній край тканини над землею на кілька сантиметрів.

Співробітники УкрНДІЛГА вважають, що нерідко кращою альтернативою перечікування пожежі на місці під захисним укриттям може бути перехід через вогонь на вигорілу територію в спорядженні, що захищає від потужного теплового випромінювання і полум'я. Для цієї мети сконструйовані і виготовлені спеціальні довгополі плащі і плащі-накидки з капюшонами і лицьовими масками з тепловідбивної негорючої тканини, рекомендованої для застосування в комплекті з респіратором або протигазом.

У НДІ Спецпожмаш розроблено мобільне колективне укриття напівжорсткої конструкції УК-6 (укриття каркасне) місткістю 6 осіб. Воно являє собою шатровий 6-кутний намет зі складним трубчастим каркасом із алюмінієвого сплаву і тентом з вогнестійкою тепловідбивною тканиною

(важкоплавка кремнеземна тканина, покрита з зовнішнього боку полімерною плівкою з напиленням, дзеркальним шаром алюмінію). Коефіцієнт відображення теплового випромінювання тканини становить не менше 80%. Але треба зазначити, що тепловідбивний тент може бути використаний для захисту від вогню тільки одноразово.

У транспортному положенні УК-6 укладається в чохол з ременем для перенесення за спиною і постійно знаходиться у одного з членів команди по гасінню лісової пожежі. При появі реальної загрози для життя людей, вибирають найменш небезпечне і краще захищене місце, розчищають його від скупчень лісових горючих матеріалів і встановлюють укриття. При наявності відповідних навичок на це потрібно не більше 3 хв. Навколо намету прокладають широку мінералізовану смугу.

Для порятунку людей, зайнятих на боротьбі з вогнем лісової пожежі, а також для обігріву і відпочинку робітників в польових умовах НДІ Спецлісмаш пропонує використовувати захисно-рятувальну споруду Ліс-6 (нормальна місткість - 6 осіб, максимальна - 18). Воно виконане у вигляді вагончика на полозах з герметичними дверима і захищеними вікнами. Для теплоізоляції застосовується термостійке базальтове волокно з низькою теплопровідністю. Таке укриття забезпечує захист пожежних в осередку верхової лісової пожежі високої інтенсивності без виникнення всередині важко переносимих умов. Невеликі габарити (4,3х2,3х2,5 м), і маса будиночка (1500-2500 кг) дозволяють доставляти його до місця проведення робіт будь-яким видом транспорту, в тому числі і на зовнішній підвісці вертольота Мі - 8.

Впровадження в практику боротьби з лісовими пожежами засобів індивідуального та колективного захисту, дозволяє знизити травмування та загибель людей від вогню. За оцінками американських фахівців, тільки застосування лісопожежного укриття в США за 20 років врятувало від загибелі близько 200 чоловік і допомогло уникнути серйозних опіків багатьом сотням пожежників.

На практиці бувають випадки, коли людина вчасно не помітила наближення вогню і опинилась в оточенні полум'я. Найчастіше вона починає кидатися з одного боку в інший бік, безуспішно намагаючись знайти вихід і втрачаючи дорогоцінний час. Найстрашніше в цій ситуації - піддатися почуттю страху і втратити контроль над собою. Тоді людина перестає реально сприймати навколишню обстановку і в панічному жаху може втратити розум або покінчити з життям. У такій обстановці найчастіше відзначається загибель людей. Однак і тут є шанси на порятунок.

При відсутності будь-яких засобів захисту рекомендується до наближення пожежі встигнути випалити горючі матеріали на невеличкій галявині, навколо якої найменше скупчуються ЛГМ, очистити частину її до мінерального ґрунту і лягти на це місце обличчям вниз. В лежачому стані людина отримає мінімальну дозу теплового випромінювання, а наявність біля поверхні землі шару відносно чистого повітря дозволить не задихнутися в диму. Для захисту легенів від гарячого повітря, дихати

потрібно через хустинку, змочену водою, або мох. Але при першій же можливості треба перебігти на вигорілу територію, оскільки небезпека отруєння димом все ж велика.

Якщо людей при оточенні вогнем охоплює паніка, старший групи зобов'язаний негайно взяти ініціативу щодо забезпечення їх безпеки в свої руки. У момент, коли люди втрачають самоконтроль, вони легко піддаються сильній волі і виконують віддані їм накази. Тому треба бути спокійним, впевненим, і гучним голосом подавати чіткі команди і таким чином підпорядкувати своєму впливу розгублених людей.

Коли все ж таки існує можливість переходу пожежних через вогневу кромку, рекомендується вибрати ділянку з менш інтенсивним горінням і скупченням диму. Щоб уникнути опіків, обличчя і руки прикривають змоченою тканиною, зеленими гілками листяних порід або сирою глиною.

**Медична допомога.** Робітникам, що отримали опіки або поранення під час гасіння лісової пожежі, повинна бути негайно надана медична допомога, а при небезпечній травмі - забезпечення транспортними засобами для негайної відправки в лікарню. Для надання своєчасної медичної допомоги, лісова охорона забезпечується аптечками з набором необхідних медикаментів.

Безсумнівно, на великих пожежах, в гасінні яких бере участь велика кількість людей, часто не знайомих із специфікою лісопожежних робіт, травмонебезпека досить велика. І в таких ситуаціях одними аптечками не обійтися. Тут в будь-який момент може знадобитися серйозна медична допомога, зволікання ж загрожує важкими наслідками.

Істотну допомогу в подібних обставинах надасть пересувний медичний модуль. Так, в США на боротьбу з лісовими пожежами використовуються автомобілі, що мають комп'ютерні кардіографи, реанімаційне обладнання та набір різних медикаментів. У нашій країні практичний досвід використання рухомих технічних засобів (польових шпатель різного призначення) в польових умовах мають лише медичні заклади Міністерства оборони. В даний час розроблені дослідні зразки пересувного реанімаційного комплексу (ПКР-1) і пересувного операційного.

Відомо, що під час пожеж лісового фонду на забруднених радіонуклідами територіях, радіаційний фон підвищується в кілька разів, внаслідок чого пожежні отримують додаткове опромінення. Доза зовнішнього опромінення формується внаслідок гамма-випромінювання з підстилки, деревостану та верхнього мінерального шару ґрунту; доза внутрішнього опромінення – внаслідок інгаляційного надходження радіонуклідів через органи дихання. Особливо небезпечні в такому разі  $\alpha$ -випромінюючі радіонукліди (плутоній, америцій), так як іонізуюча здатність цього виду випромінювання надзвичайно висока.

З метою забезпечення радіаційного захисту людей на лісових пожежах необхідно запланувати та здійснити комплекс наступних заходів:

- захист часом - скорочення часу перебування людей в зоні радіоактивного забруднення, як загального протягом всієї пожежі, так і одночасного за певний проміжок часу;
- використання засобів індивідуального захисту;
- захист віддстанню (збільшення відстані від пожежі до максимально можливої).

Тому важливо забезпечити дозиметричний контроль і правильний вибір технології гасіння лісових пожеж, відповідно до чого встановити можливий час перебування людей на роботах по ліквідації вогню. Всі, хто беруть участь в гасінні пожежі, повинні бути поінформовані про ступінь опромінення, одержуваного за період перебування їх в небезпечній зоні, оскільки це допоможе подолати психологічний бар'єр - боязливість працювати в умовах радіаційної небезпеки. При накопиченні додаткової дози в 0,5 бер (5 мЗв), працівника виводять із зони радіоактивного забруднення терміном на 1 рік. *Пояснимо, що бер - це одиниця еквівалентної дози випромінювання, в системі СІ - Зіверт (Зв); 1 бер = 0,01 Зв.*

Плануючи та здійснюючі захисні заходи при гасінні лісових пожеж на радіоактивно забруднених територіях, слід виходити з того, якими радіонуклідами забруднена конкретна лісова територія, а відтак, з яким видом іонізуючого випромінювання будемо мати справу.

Захист від зовнішнього опромінення  $\alpha$ -випромінюючих радіонуклідів (плутоній, америцій), які мають найменшу величину пробігу в повітрі та тканинах тіла живих організмів не потрібен, так як спецодяг повністю захищає від них.

Для захисту від  $\beta$ -часток, пробіг у яких більший, використовують гумові рукавички, окуляри та спеціальні екрани, виготовлені з органічного скла, пластмаси або алюмінію.

Захист від зовнішнього  $\gamma$ -випромінювання, для якого характерним є найбільший пробіг часток, забезпечується іншим чином, так як ніякий одяг, рукавички, легкі екрани тощо тут не допоможуть. Головним захистом виступають часовий та просторовий, тобто максимально можливе скорочення часу безпосереднього перебування та роботи в осередку пожежі та біля неї, а також збільшення відстані від джерела. Можливе також використання спеціальних захисних екранів, розміщених на технічних засобах, так як в цьому випадку їх розміри та вага є невідомими для людини.

#### **4. Забезпечення безпеки при експлуатації пожежно-спостережних пунктів**

Пожежно-спостережні пункти будують за типовими проектами, погодженими в установленому порядку. На кожен пункт повинен бути технічний паспорт.

Для підйому вишок треба використовувати тільки сталеві троси з триразовим запасом міцності; застосування з цією метою канатів і мотузок

забороняється. Не можна піднімати і встановлювати вишки під час дощу, вітру або в сутінки.

Побудовані пожежно-спостережні пункти вводяться в експлуатацію лише після приймання їх комісією за участю технічного інспектора праці профспілки. Щорічно перед початком пожежонебезпечного сезону проводиться огляд всіх діючих пожежно-спостережних пунктів. Огляд здійснюється комісією в установленому порядку і оформляється актом.

Кожен пожежно-спостережний пункт повинен мати блискавковідвід, а люк на верхній майданчик повинен закриватися кришкою. У неробочий час вхід на пожежно-спостережний пункт закривають на замок.

При механізованому підйомі на пожежну вежу, підйомні пристосування (кабіни, клітини) повинні забезпечувати повну безпеку підйому і спуску. Для цього, на вишках передбачають спеціальне пристосування, що забезпечує безпеку на випадок обриву підйомного троса. Випробування кабіни, клітин, тросів для підйому людей проводять за правилами випробування пасажирських ліфтів.

*При експлуатації телевізійної установки для виявлення лісових пожеж треба дотримуватися таких вимог:*

- щогла, на якій монтується передаюча камера, повинна мати блискавковідвід, а всі прилади передавальної і приймальної сторони - заземлення;

- категорично забороняється робота на установці під час грози;

- при наближенні грозових фронтів треба знеструмити прилади передавальної і приймальні станцій;

- весь персонал, що обслуговує апаратуру, повинен вміти надавати допомогу при ураженні струмом;

- роботи по монтажу, демонтажу та зняття з щогли приладів передавальної станції для поточного ремонту проводяться монтажником-верхолазом з дотриманням відповідних правил техніки безпеки;

- категорично забороняється експлуатація апаратури зі знятими кожухами і кришками. Необхідно пам'ятати, що всі прилади живляться від мережі 220 В, що небезпечно для життя. Крім того, у відеоконтрольного пристрою є висока напруга в 15000 В, а в передавальній камері - 600 В.

-

#### *Контрольні питання:*

1. В чому полягає особливість охорони праці під час гасіння лісових пожеж?

2. Назвіть основні небезпечні фактори лісових пожеж.

3. Правила експлуатації пожежно-спостережних пунктів.

## **Практична робота 9. Стратегія і тактика гасіння лісових пожеж. Відпал.**

План:

1. Загальна стратегія та тактичні прийоми при гасінні лісових пожеж.
2. Відпал.
3. Способи відпалу.

### **1. Загальна стратегія та тактичні прийоми при гасінні лісових пожеж**

Зазвичай зупинити низову лісову пожежу слабкої або середньої інтенсивності в початковій стадії її розвитку нескладно, що досягається способами безпосереднього гасіння вогневої кромки: захльостуванням, закиданням ґрунтом, заливанням водою або розчинами хімічних речовин. При цьому в залежності від обставин (характеристик пожежі, горючих матеріалів, наявності сил і засобів пожежогасіння) застосовують різні тактичні прийоми.

**Оточування пожежі.** За умови достатньої кількості людей доцільно гасити пожежу відразу по всьому периметру. Керівник пожежогасіння розставляє пожежних по кромці, враховуючи умови горіння на різних її тактичних частинах. Кожен член бригади отримує певну ділянку робіт, за яку несе відповідальність. З цього моменту осередок пожежі практично не поширюється, так як охоплюється кільцем гасіння. Даний прийом дозволяє локалізувати пожежу в короткий термін.

**Гасіння пожежі з фронту.** Коли чисельність групи пожежників недостатня для оточення пожежі, її гасіння починають з фронтальної частини яка найбільш швидко розповсюджується і є дуже небезпечною. Пожежних розділяють на дві групи, що розходиться від центру фронту до флангів, а потім до тилу. Рух пожежних команд, в залежності від застосовуваних способів і засобів гасіння, може відбуватися по-різному. У першому випадку пожежна команда йде вперед як єдине ціле, і місце розташування людей в ряду не змінюється. У другому випадку застосовується так званий човниковий метод: закінчивши роботу на своїй ділянці, пожежний стає попереду ланки, відступивши від останнього пожежного на 10 -15 м, і такий порядок зберігається до закінчення гасіння.

Розглянутий приклад називають ще атакою з фронту. Здійснюючи його на пожежах, що мають протяжні фланги, треба стежити за змінами напрямку і сили вітру, коли довгий фланг несподівано стає фронтом і керівник пожежогасіння повинен буде чітко і в короткий час перекинути сили на нову ділянку боротьби з вогнем.

**Захват пожежі з тилу (зведення на клин).** Використовуючи попередній прийом, необхідно взяти до уваги той факт, що людям доводиться боротися з вогнем при великому задимленні, сильно зниженій видимості, високій температурі і величезній кількості іскор. Працювати в таких умовах не тільки важко, а й небезпечно. Тому, щоб полегшити

гасіння пожежі, роботи починають з тилу також двома ланками, що розходяться по флангах до фронту. Позаду пожежних залишається погашена кромка, що значно спрощує і допомагає виконувати поставлене завдання. Але слід врахувати, що фронт продовжує вільно поширюватися і загасити пожежу таким прийомом можна тільки в тому випадку, якщо наявні сили і засоби для боротьби з вогнем дозволяють ліквідувати горіння з більшою швидкістю, ніж просувається фронтальна кромка. При охопленні пожежі з тилу її як би стискають із боків і зводять на клин.

Сильні низові, а також верхові пожежі гасять з фронту за допомогою відпалу. Але в таких ситуаціях, коли його застосування неможливо з яких-небудь причин, роботи по ліквідації починають з тилу і флангів, стримуючи поширення вогню в сторони і вичікуючи зміни тих обставин, які дозволяють в даний момент зупинити фронт. Пожежа, як правило, до вечора втрачає свою силу внаслідок зниження температури повітря, підвищення його вологості і затихання вітру. В цей час і проводять відпал від опорної смуги, направляючи вогонь назустріч фронтальній кромці.

Вищерозглянутими прийомами звісно не вичерпується весь арсенал тактичних прийомів, які можна рекомендувати для гасіння лісових пожеж на практиці. Але в будь-якій ситуації керівник гасіння пожежі повинен продумано поставитися до їх вибору, так само як і до визначення способів гасіння в умовах, що склалися. Допущені в таких випадках помилки призводять до подальшого поширення вогню, додаткової витрати часу, сил і засобів пожежогасіння, а головне - породжують невпевненість в рядах пожежних.

Особливу складність для гасіння представляють розвинені лісові пожежі, що вимагають запланованих дій, глибокого і всебічного аналізу обстановки, що склалася і чітких рішень. Тут потрібен якісно інший підхід до організації ліквідації вогню, що враховує особливості самої пожежі і умов, в яких вона поширюється.

## **2. Відпал.**

*Під відпалом розуміють пуск вогню по надґрунтовому покриві назустріч кромці лісової пожежі з метою створення широкої негоримої смуги. Цей спосіб гасіння високоінтенсивних низових і верхових пожеж відомий вже давно. Одним з перших його описав В. А. Міндовскій в 1907 р і назвав відпаленням. У 1945 р В. Г. Нестеров запропонував новий термін, яким користуються і по нині.*

Суть відпалу полягає в випалюванні надґрунтових сухих лісових горючих матеріалів перед основним фронтом пожежі на шляху її поширення. Тобто, після того, як вогонь проходить певну територію назустріч основній пожежі, він випалює всі лісові горючі матеріали. Коли вогонь основної лісової пожежі доходить до цього місця, то він не знаходить суху горючу речовину для продовження процесу горіння і з певним часом згасає.

Даний спосіб застосовують в тих випадках, коли з якої-небудь причини ускладнене або неможливе безпосереднє гасіння пожежі.

Найчастіше вогонь відпалу пускають назустріч фронту основної пожежі, рідше - проти флангів.

В якості опорного кордону при проведенні відпалу використовують природні перешкоди: стежки, дороги, річки, раніше створені захисні смуги та ін. Якщо такі перешкоди відсутні, вогонь відпалу пускають від опорної смуги, підготовленої ґрунтообробними знаряддями, землерийними машинами, вибуховими речовинами, ручними інструментами. Тоді не потрібна подальша локалізація пожежі. Але, як вказувалося раніше, для цієї мети можна використовувати воду і різні хімічні протипожежні сполуки.

Іноді рекомендують проводити відпал без опорної смуги. Надґрунтовий покрив запалюють і відразу ж гасять ту частину кромки вогню, яка поширюється за вітром. Переходять на сусідню ділянку тільки тоді, коли між зупиненою кромкою і кромкою відпалу утворюється вигоріла смуга достатньої ширини, що виключає можливість виходу вогню з-під контролю. У разі вдалого результату, проходить обов'язкова локалізація лісової пожежі. Однак, даний спосіб не надійний і небезпечний - можна не впоратися з вогнем і тим самим лише посилити розвиток лісової пожежі.

Відпал починають з розвідки місцевості та вибору траси опорної смуги, яку прокладають по прямих напрямках, не враховуючи вигинів кромки вогню лісової пожежі. Можна провести розрахунки відстані просування вогню лісової пожежі і відпалу, для того щоб орієнтовно знати час на підготовчі роботи і запалювання надґрунтового покриву.

Для виконання необхідних розрахунків можна скористатися формулою, запропонованою співробітниками УкрНДІЛГА:

$$A = B (1 + V_{\phi} / V_{от} ) + V_{\phi} * t,$$

де:

A – відстань від кромки пожежі до опорної смуги, м;

B – необхідна ширина опорної смуги, м;

$V_{\phi}$  – швидкість фронту пожежі, м/хв.;

$V_{от}$  – швидкість переміщення вогню відпалу, м/хв;

t – час, затрачений на підготовку опорної смуги та відпалу надґрунтового покриву, хв.

При виборі траси опорної смуги треба врахувати, що вона не повинна проходити по безлистим площах, ділянках хвойних молодняків і іншим територіям, що утрудняє проведення відпалу, або є небезпечним з точки зору можливого перекидання вогню вітром через смугу, де проводиться контрольований відпал на примикаючі лісорослинні умови. У високоповнотних багатоярусних насадженнях відпал здійснюють тільки від розриву, інакше вогонь може легко перекинутися в крони дерев. Слід пам'ятати, що опорна смуга повинна вбиратися в будь-які протипожежні бар'єри (дороги, річки, зорані поля, кам'яністі угруповання і т.д.) або ж виходити на ділянку погашеної флангової частини кромки пожежі.



Після вибору траси смуги, її позначають в натурі, використовуючи для цього вішки або роблячи позначки на деревах. Потім трасу необхідно підготувати - розчистити прилеглу до неї ділянку шириною 5-10 м і таким чином виключити ймовірність поширення вогню в безпосередній близькості від опорної смуги. Всі лісові горючі сухі речовини, а також зрубаний пожежонебезпечний підріст і підлісок перекидають через смугу в бік від пожежі.

Відпал зазвичай починають проти центру фронту пожежі двома бригадами, що просуваються в протилежні сторони до флангів. Надгрунтовий покрив запалюють у краю опорної смуги, оберненої до пожежі, невеликими ділянками по 20-30 м, і лише коли вогонь відійде від смуги на 1-2 м, переходять до наступної ділянки. При сильному вітрі на відкритих місцях відпал не проводять, так як неминучий перехід вогню через опорний бар'єр. В такому випадку відступають в насадження, де швидкість вітру невелика, або чекають, коли вітер стихне, що відбувається зазвичай у вечірні години. Для спостереження за ходом відпалу на кожні 60-100 м (в залежності від умов горіння), залишають пожежного караульного, головним обов'язком якого є гасіння нових осередків вогню, що виникають при перекиданні іскор через опорну смугу.

При проведенні робіт необхідно стежити за тим, щоб вогонь не підійшов до опорної смуги за вітром. Набравши сили, він легко перекинеться через вузьку перешкоду. Це може статися внаслідок наявності вигинів в природному протипожежному бар'єрі, який використовується для відпалу, або через те, що відпалювання від смуги велося з проміжками. У першому випадку трасу відпалу треба спрямити за допомогою додаткових штучно створюваних смуг, а в другому - стежити, щоб підпалювання було безперервним.

На пересіченій місцевості трасу для відпалу вибирають на гребені або на протилежному схилі. Але якщо схил крутий, то існує небезпека скочування палаючих шматочків деревини, шишок і т. п., в результаті чого можлива поява нових осередків вогню внизу по схилу. Для цього готують уловлюючу канаву.

Відпал проводять спеціальними запальними апаратами, запальними свічками або смолоскипами із сухої трави, берести і т. п. Широке застосування в пірологічній практиці отримав апарат запальний АЗ, ранцевий, з гнотовим запальником, крапельної дії. Він складається з резервуара для горючої суміші (бензин з нафтомаслом в співвідношенні 2:1) ємністю 4 л, шланга подачі горючої суміші і пенала (штанги). Маса - 1,7 кг, продуктивність - 2,9 км/год, питома витрата палива - 1,9 кг/км. Апарат переноситься на плечах, для чого до резервуара кріпиться ремінь з швидкознімним замком. Для підготовки АЗ до роботи його треба зібрати, заправити паливом і відкрити кран, щоб просочити бензином гніт. Потім гніт запалюють, і робітник починає відпал від опорної смуги.

Дуже зручні у використанні і безпечні в обігу сигнальні залізничні свічки, що представляють собою пенал червоного кольору з щільного картону. Пенал заповнений спеціальним складом, який при горінні дає

високу температуру (близько 1000 градусів), що забезпечує потрібну швидкість запалювання надґрунтового горючого покриття. Свічка не гасне при вітрі, час її горіння 12-13 хв.

В останні роки розпочато випуск пірологічних свічок. Вони мають великі розміри, але менш зручні у користуванні, так як для запалювання свічки потрібні спеціальні сірники, що зберігаються окремо, і тому швидко втрачаються.

### **3. Способи прискореного проведення відпалу**

Виконавши нескладні арифметичні розрахунки, переконуємося, що для випалювання на шляху поширення основного фронту пожежі смуги необхідної ширини, треба відійти від нього на значну відстань. У разі низових пожеж це може бути кілька сотень метрів, а при верхових і осередкових, рахунок йде на кілометри. Тут простежується тісний взаємозв'язок зі співвідношенням швидкостей фронту і тилу (вогонь відпалу поширюється як тилова кромка пожежі), а також за часом, що витрачається на весь комплекс підготовчих робіт. Зазвичай, тилова кромка рухається в 4-6 разів повільніше, ніж фронтальна. При сильному вітрі ця дана величина зростає.

Як показує практика лісового пожежогасіння, далеко не завжди вдається зупинити пожежу за допомогою регульованого відпалу. Причин невдач багато, і серед них можна назвати неправильне визначення відстані відходу від вогневої кромки для вибору траси опорної смуги. Найчастіше трапляється так, що в момент зустрічі двох вогнів – відпалу і пожежі – випалена смуга занадто вузька, і вогонь, що поширюється за вітром, легко переходить її. Даремно втрачено час, даремно витрачено багато сил і коштів, і пожежникам доводиться повторювати все спочатку.

Разом з тим, навіть вірний вибір траси відпалу не гарантує успіху. Справа в тому, що, відступивши на 2-3 км (а іноді і більше) від фронту верхової пожежі, пожежники приступають до підготовки опорного кордону в надії на те, що вітер не зміниться, тобто напрям поширення вогню протягом всього процесу підготовки і випалювання буде постійний.

Ось чому так важливо скоротити час випалювання захисної смуги. З цією метою пропонується використовувати способи прискореного проведення відпалу, а саме:

- *пуск полум'я гребнем* – ефективний для зупинки низових пожеж. Суть його в тому, що підпалюють покрив не тільки від опорної смуги, а й перпендикулярно їй, через кожні 6-8 м. Довжина таких зубів не більше 4 м. Велика протяжність посилює тепловиділення при згорянні горючих матеріалів і створює умови переходу вогню в крони. Якщо така небезпека відсутня, то довжину цих так званих зубів збільшують до 5-6 м. Прискорення при цьому способі досягається за рахунок більш швидкого поширення флангового вогню в порівнянні з тловим.

- *спосіб ступеневого полум'я* – є найбільш ефективним і безпечним. При цьому способі, крім основної опорної смуги (краще мінералізованої),

прокладають ще кілька додаткових або тимчасових опорних смуг. Їх можна готувати за допомогою води або протипожежних хімікатів. Інтервал між смугами становить 20-30 м. Відпал пускають, починаючи з ближньої до пожежі смуги, потім відступають на наступну лінію і т. д. У момент зустрічі фронту пожежі і вогню відпалу від першої смуги проміжки між іншими опорними рубежами повинні бути випалені. Опорні смуги облаштовують тільки уздовж основної смуги, як при звичайному відпалі. Спосіб ступеневого вогню вимагає збільшення об'єму підготовчих робіт, але при наявності достатньої кількості людей і засобів пожежогасіння це компенсується безпекою і надійністю випалювання.

На практиці користуються і іншими способами прискореної підготовки широких протипожежних бар'єрів, призначених для зупинки високоінтенсивних лісових пожеж. Але потрібно пам'ятати, що будь-яке прискорене випалювання супроводжується виділенням значно більшої кількості тепла, ніж при звичайному відпалі. Це збільшує ймовірність виходу вогню з-під контролю і тим самим знижує безпеку працюючих на пожежі людей. Тому керувати проведенням відпалу повинен грамотний фахівець, який має досвід практичної роботи і добре знає місцеві особливості.

У різних навчальних посібниках для прискореного виконання відпалу рекомендуються спосіб випереджаючого вогню і осередкового підпалювання. Однак обидва способи грубо порушують правила з техніки безпеки при гасінні лісових пожеж. При їх практичному втіленні робітники повинні знаходитися між наступом фронтом пожежі і вогнем відпалу, що дуже небезпечно в умовах задимлення, причому виникає велика ймовірність загибелі людей. Керівник робіт не має права піддавати ризику життя і здоров'я своїх підлеглих.

Тепер, коли ми розглянули гасіння пожеж за допомогою відпалу, зупинимося ще на одному дуже важливому моменті. У літературі досить часто згадується спосіб гасіння верхових пожеж – зустрічний вогонь, описаний ще в 1833 р А.Левізом, в якості єдиного засобу при зупинці таких масштабних пожеж. Викласти основні етапи його облаштування можна в такому порядку.

Перед фронтом пожежі прорубують просіку шириною не менше висоти деревостану. Потім на кордоні просіки, зверненої в бік пожежі, викопують канаву, уздовж якої збирають вал з рослинних залишків висотою 1,5-2 м. Вал повинен забезпечити швидкий перехід вогню в крони дерев. Після виконання всього обсягу робіт вогнегасних робіт очікують появи зустрічної тяги. Керівник гасінням пожежі визначає цей момент, наприклад, по диму від палаючої трави, і дає сигнал пожежникам, які запалюють вал на всій його довжині. Вогонь з рослинних залишків піднімається в крони і спрямовується в напрямку фронтальної кромки. Два вогні зустрічаються, лунає сильний хлопок і пожежа зупинена. Але так виходить тільки при описі способу на папері, насправді все набагато складніше.

Тут слід зробити невеличкий відступ. В спеціальній літературі було описано явище виникнення над виисокоінтенсивними осередками горіння потужних конвекційних потоків нагрітого повітря і продуктів згорання. Утворена конвекційна колонка викликає підтікання повітря (зустрічну тягу) з флангів і перед фронтом пожежі. Але треба зазначити, що зустрічна тяга виникає перед фронтом стійких верхових пожеж на відстані лише до 100 м і тільки при сприятливих вітрових умовах – в штиль або при слабкому вітрі. В інших випадках тяга з'являється ще ближче до палаючої кромки. Цей повітряний потік має невелику швидкість (менше 1 м/с), тому говорити про те, що зустрічний вогонь спрямовується до пожежі, не доводиться.

Крім того, навіть при невеликій довжині вала, тяга не виникає одночасно на всій його протяжності. Значить, в якихось місцях ми просто посилюємо пожежу, так як стіни вогню нічого не варто перекинутися через підготовлену просіку. Тут потрібно врахувати і той факт, що будь-який розрив в лісі шириною більше 10 м підсилює горіння, оскільки значно підвищує швидкість вітру.

Серйозні претензії можна пред'явити до зустрічного вогню і з точки зору безпеки людей, зайнятих на гасінні. Підпалювання роблять в безпосередній близькості від фронту верхової пожежі, та якщо зустрічний повітряний потік не виникає, становище лісових пожежних досить ускладнюється. Не можна залишити без уваги і величезний обсяг підготовчих робіт, таких, як облаштування розриву, риття канави, збір вала з сухого лісового непотребу, що вимагають великих витрат сил і часу, а отже, і відходу від кромки вогню на значну відстань.

І тут знову-таки грубе порушення правил з техніки безпеки: люди не повинні перебувати перед фронтом верхової пожежі на такій близькій відстані. У разі стрибкоподібного поширення вогню вони не встигнуть відійти в безпечне місце і тоді вже ніхто не зможе запобігти драматичним наслідкам.

Ось чому не можна ототожнювати відпал і зустрічний вогонь. На жаль, багато практичних фахівці лісового господарства не знають відмінностей між ними і часто відмовляються від застосування відпалу, припускаючи, що доведеться мати справу із зустрічним вогнем.

*Контрольні питання:*

1. Назвіть основні тактичні прийоми для зупинки і локалізації надземної лісової пожежі.
2. Що таке відпал?
3. В чому полягає методика зустрічного палу?
4. Які Ви знаєте способи прискореного проведення відпалу?

## Практична робота 10. Наслідки лісових пожеж.

План:

1. Вплив лісових пожеж на деревостани.
2. Післяпожежний прояв та розвиток гнилей на деревах.
3. Зниження якості деревини.
4. Вплив пожеж на фауну.
5. Заселення горільників ентомошкідниками.
6. Вплив лісових пожеж на ґрунт.
7. Відновлення рослинності на згарищах.

### 1. Вплив пожеж на деревостани

Всі провідні дослідники лісових пожеж сходяться на думці, що високоінтенсивний вогонь згубно діє на деревостани, викликаючи масовий відпад дерев. Щодо пожеж слабкої і середньої сили, єдиної думки не існує, що пов'язано з відмінностями умов місць проведення досліджень, а також різноманітністю методичних підходів при проведенні керованих палів або виконанні дослідницьких робіт. Для практики охорони лісів дуже важливо вміти прогнозувати можливий постпожежний відпад дерев. За результатами наших багаторічних досліджень виділено п'ять ступенів пошкодження деревостану, в залежності від виду та сили лісової пожежі:

I - деревостан пошкоджується слабо, майже не зріджуються. Можливий відпад становить 0-30% за кількістю дерев або 0-25% за запасом.

II - відбувається помітне зрідження деревостану в основному за рахунок відмирання основної лісоутворюючої його частини. Віпад 31-70% за кількістю стовбурів і 26-60% за запасом.

III - сильне пошкодження деревостану, що характеризується його всиханням. Можливе збереження життєдіяльності незначної кількості дерев верхнього ярусу після верхових або сильних низових пожеж. Віпад 71-100% стовбурів і 61-100% за запасом.

IV - деревостан гине повністю під час верхової пожежі внаслідок обгорання крон. Відпад за кількістю стовбурів і запасом - 100%.

V - деревостан після ґрунтових пожеж вивалюється і являє собою повалений горільник. Віпад 71-100% по числу стовбурів і 61-100% за запасом.

Аналізуючи запропоновану нами схему, можна зробити висновок, що найбільший вплив на загибель деревостанів має вид пожежі. Прогнозування величини відпада не викликає ускладнень, коли вогонь переходить в крони дерев або заглиблюється в ґрунт. Якщо ж вогонь охоплює лише нижні яруси фітоценозу, величина відпада буде залежати від сили пожежі і змінюється від 0 до 100%.

В результаті вогневого впливу дерева отримують різні пошкодження, які проявляються у вигляді:

- обгорання кори (згорають хвоя і дрібні гілочки);

- опіків крони (перегрів в результаті потужного теплового випромінювання);

- опіків камбію біля надземної частини стовбура;

- опіків камбію коренів і їх повне перегорання.

Ступінь і вид пошкодження дерев залежить не тільки від характеристик лісової пожежі, а й визначається пірологічними властивостями кожної породи і насаджень в цілому. Цьому питанню присвячені були присвячені роботи І. С. Мелехова (1948, 1983), А. А. Молчанова (1954), І. Н. Балбишева (1963), Г. А. Амосова (1964), В. В. Фурьева (1966), М. Н. Софронова (1981), П. М. Матвеева (1992) та ін.

Найбільшою стійкістю до вогневого впливу відрізняються світлохвойні породи - сосна звичайна і модрина європейська. Головними факторами при цьому виступають товста кора в нижній частині стовбура, глибока коренева система на дренованих ґрунтах, високопіднята крона, що є наслідком швидкого відмирання нижніх гілок, хороше очищення стовбурів від сучків. Але слід зазначити, що модрина часто гине в насадженнях з досить потужним шаром лісової підстилки. Товста кора у цієї породи опускається тільки до кореневої шийки і тому підстилкові пожежі сильно пошкоджують камбій, що призводить до подальшого розвитку гнилей та ослаблення дерева. Справа в тому, що вогневі ураження викликають у модрини значно менше смоловиділення ніж, скажімо, у сосни.

Навпаки, темнохвойні породи, особливо ялина звичайна і ялиця біла мають тонку кору, яка пошкоджується навіть низовими надґрунтовими пожежами, поверхневу кореневу систему і внаслідок своєї тіньовитривалості - низькоопущену крону (сосна кримська, сосна Веймутова, сосна Банкса, сосна жовта) по пожежостійкості займають проміжне положення між світлохвойними і розглянутими темнохвойними породами, так як у них більш товста, ніж у ялини та ялиці кора, а коренева система стрижневого типу. Але всі вони часто страждають від опіків корневих лап, які не мають доброго захисту, а опад хвої, що завжди в надлишку знаходиться під деревом, сприяє посиленню вогневої дії на них.

Найпоширеніша листяна порода в хвойних лісах – береза повисла. Вона менш пошкоджується пожежами, ніж темнохвойні дерева, але більш сприйнятлива до вогню, ніж сосна і модрина. Кора у берези тонка і тому дерево травмується низовими пожежами. Згодом береза уражається дереворуйнівними грибами і гине.

Слабка низова пожежа не пошкоджує коріння або камбій в прикоренковій частині стовбура, а лише робить легкий опік кори, що не завдає суттєвих травм дереву. Якщо ж камбій нагрівається до температури 55-60°C, то він гине, так як є чутливим навіть до такого підвищення температури. Коли камбій пошкоджується по всьому колу стовбура, то це призводить до всихання дерева. Аналогічний результат можливий і в разі опіку кореневої системи, хоча зовнішні ознаки не дають підстав вважати в перші місяці і навіть роки, що загибель деревостану вже не минучий.

У дерев найбільш часто трапляються вогневі поранених у вигляді часткового змертвіння камбію. В основному це відбувається при сильних низових пожеж, коли кора в нижній частині стовбура обгорає і розташовані під нею тканини гинуть - утворюється пожежна підсушина. Протяжність її по стовбуру варіює в залежності від інтенсивності вогню і може досягати 10-12 м. Більш точно наявність і розміри підсушки можна встановити, видаливши кору в місці її обвуглювання (нагару).

Якщо підсушка у дорослих дерев має невеликі розміри (ширина не перевищує 15-20 см), то вона поступово заростає і з часом рана повністю зарубцьовується. Це пов'язано з діяльністю калюсових тканин, що утворюється у рослин на місці поранень (вогневих, механічних) і сприяє їх загоєнню. За рахунок клітин калюуса відновлюється безперервність камбію і згодом єдність і цілісність в органі провідних тканин. Формування калюсу прискорює опадання обвугленої кори і прискорює післяпожежне відкладення приросту, при цьому починають формуватись калюсні тканини на краю підсушки.

Існує хибна думка, що при сильних пожежах на стовбурах здорових дерев в результаті глибокого їх прогорання утворюються дупла. Однак, як ми вказували раніше, незалежно від виду і сили пожежі подібне явище неможливе. Навіть в полум'я верхових пожеж у здорових дерев тільки обвуглюється кора і згорають дрібні гілки. Вигорає лише гнила деревина, яка, запалюючись від вогню, продовжує тліти тривалий час. Але при цьому саме дерево далеко не завжди гине і здатне ще довгі роки рости і плодоносити.

Місцезнаходження пожежних підсушок на стовбурі визначається напрямом вітру. Максимальне прогорання відзначається з підвітряного боку, оскільки повітряні потоки, огинаючи стовбур дерева, створюють розрідження по всій його довжині, що сприяє збільшенню сили полум'я в цьому просторі. Подібна закономірність відзначена не тільки для фронтальної кромки пожежі, але також для флангів, що просуваються перпендикулярно напрямку вітру, і тилу, що поширюється проти вітру. Однак висота нагару, а відповідно і вогневі ураження в зазначених випадках будуть істотно менші, ніж на фронті пожежі. Виключення з цього правила можливі лише тоді, коли на утворення нагару впливає скупчення горючих матеріалів, біля основи якоїсь частини стовбура, або пориви вітру, що не збігаються із загальним його напрямом.

Висота нагару залежить, в першу чергу, від сили пожежі і діаметра стовбура. Чим інтенсивніше горіння, тим сильніше обгорає дерево і більша ймовірність пошкодження камбіального шару, а значить і утворення пожежної підсушки.

Зв'язок між висотою полум'я, що характеризує силу пожежі, і висотою нагару ми встановили на основі власних досліджень, які ми проводили в сосняках типів  $A_{2-3}$ ,  $B_{2-3}$ ,  $C_{2-3}$ . Тому ми вивели формулу, за якою можна визначити згубний вплив висоти нагару на стан лісового насадження:

$$y = 2,06 x - 1,42$$

де:  $y$  - висота нагара на стовбурах дерев, м;  
 $x$  - висота полум'я, м.

З наведеної формули видно, що висота нагару майже в два рази перевищує висоту полум'я.

Вплив діаметра стовбура на висоту нагару проявляється наступним чином. На тонких деревах нагар піднімається на меншу висоту, ніж на деревах більшого діаметру. Оскільки термічні характеристики полум'я практично однакові, тому це можна пояснити великим розрідженням, що створює високодіаметральне дерево на висоті 1,3 метри з підвітряного боку під час проходження горіння. Така закономірність може порушуватися у порід, які мають в молодому віці відшаровування, засмолену кірку, що дозволяє вогню підніматися високо по стовбуру. Зокрема, це дуже характерно для модрина.

У дерев різного діаметру, при рівній висоті нагару, розміри пожежної підсушки неоднакові. Дана обставина знову-таки пов'язана з залежністю товщини кори від діаметра стовбура: у тонкомірних дерев підсушка має велику протяжність, ніж у дерев більшого діаметра на висоті 1,3 метри.

Післяпожежний відпад дерев багато в чому залежить від їх віку. Якщо простежити стійкість деревних порід до вогневого впливу за віковими етапами, то виявиться наступна закономірність. Найбільшої шкоди вогонь завдає тоді, коли дерева перебувають у стадії молодняку. Навіть слабка низова пожежа здатна смертельно травмувати молоді дерева, випалюючи їх крони високотемпературними газовими потоками, або викликаючи обгорання тонкої кори стовбура і вбиваючи камбіальний шар по його колу. У цьому віці деревні породи практично ще не відрізняються за ступенем їх стійкості до вогню.

Наступний віковий період деревостану – жердняки (починається в 15-20 і закінчується в 30-40 років), характеризується швидким ростом дерев у висоту. Відбувається різка диференціація дерев за розмірами стовбура і крони, йде інтенсивний відпад дерев і відмирання нижніх гілок. Внаслідок зазначених процесів, дерева менше пошкоджуються вогнем і слабкі низові пожежі далеко не завжди можуть завдати їм істотної шкоди. Але тут існує ще велика реальна загроза виникнення верхових пожеж, так як в насадженнях накопичується велика кількість лісових сухих горючих матеріалів у вигляді відмерлих дерев і нижніх гілок стовбурів. Безсумнівно, підвищити пожежну стійкість деревостанів цієї вікової фази можна, проводячи своєчасні рубки догляду (проріджування), при яких видаляють ослаблені дерева, а також екземпляри, небажані з точки зору формування високопродуктивного якісного деревостану.

Великий ефект в плані зменшення негативних наслідків лісових пожеж може дати додатковий вид лісового догляду - обрізка сучків і нижніх гілок, здійснювана одночасно з проріджуванням. Видалення мертвих сучків (суха обрізка) технічно нескладна, можна видаляти сучки, б'ючи по них шестом



або палицею, що не пов'язане з травмуванням дерев. Але мертві сучки в фазі жердняків, навіть у світлохвойних порід, направляються вгору по стовбуру на невелику висоту, і тому для того, щоб підвищити надійність захисту дерев від вогню, слід виконувати зелену обрізку.

Обрізка живих гілок є більш складним видом догляду за лісом і не тільки в технічному плані. В цьому випадку ми наносимо травми дереву і впливаємо на фізіологічні процеси, що протікають в рослинному організмі. Тому тут важливо визначити допустимі вікові і фізіологічні навантаження на відновлення пошкодженого камбію. Оскільки нашим головним завданням виступає формування пожежостійкості деревостанів і перш за все таких, в яких виключалася б можливість розвитку низових пожеж і переходу їх у верхові, то головним прийомом буде підняття крони дерев під час доглядів на висоту 1,5-2 м. Розроблені в даний час рекомендації дозволяють зробити висновки, що у ялини, сосни і модрина можна проводити обрізку нижніх гілок крони на 20% і при цьому не відбудеться істотного скорочення приросту. Діаметр сучків і гілок, що видаляються у цій частині стовбура не повинен перевищувати 20 мм. Але оскільки мова йде про молоді дерева, то зазначена величина практично не викликає обмежень.

## **2. Післяпожежний прояв і розвиток гнилей на деревах**

Одним з найбільш несприятливих явищ, що відзначається на лісостані після проходження в ньому лісової пожежі є процес зараження і подальшого руйнування пошкоджених вогнем дерев грибами. Цей процес прискорюється наявністю ходів комах, через які разом з тріщинами в корі відбувається зараження.

Швидкість руйнування деревини грибами ми пов'язуємо з поділом горільників на повалені згарища і сухостійні дерева, так як зміни якості деревини в них виражені по-різному (рис.10). Значно швидше гриби руйнують повалену деревину. Нашими дослідженнями було встановлено, що через 2 роки після пожежі на вивалених ялинах стовбурова гниль розповсюджується по всій довжині стовбура, а у сухостійних - тільки до висоти 1,5-5 м. Через 5-7 років, всі повалені дерева по своєму діаметру уражуються грибами, тоді як в сухостійних дерев гриби проникають всередину в основному по тріщинах і ходах шкідників.



**Рис. 10 Лісове згарище Степковецького лісництва  
філії «Овруцьке СЛГ»**

Процеси зараження і руйнування загиблих від вогню дерев протікають відповідно як до умов навколишнього середовища, так і типів лісу, але всі вони залежать від біологічних особливостей збудника гнилей як ураженої деревини, так і власне фізичних властивостей деревини.

У північних лісах зони Полісся України, і зокрема Житомирській, Київській, Рівненській, Чернігівській областях відмічається припинення процесів життєдіяльності у насадженнях ялини звичайної в перший рік після пожежі. При цьому, ми спостерігали активне їх ураження синевою деревини внаслідок її термічного ураження на ділянках, що були пройдені пожежею. Вже через 3 тижні після пожежі синява проникає в комелеву частину деревини на глибину 1,5 см. Розвиток гнилі обмежується в цей сезон першою стадією, коли гіфи гриба поширюються головним чином в трахейову деревину у вигляді синіх променів, майже не уражуючи оболонки клітин деревини. Але деревина змінює звичайне забарвлення, вона темніє під дією фізіологічних виділень гриба. Фізичні та механічні властивості ураженої деревини при цьому майже не змінюються.

На другий рік приблизно у 30% уражених дерев розвивається друга стадія гниття. Відбувається інтенсивне руйнування клітинних оболонок, в деревині з'являються дрібні тріщини або ямки. Різко погіршуються фізико-механічні властивості деревини.

На третьому році число уражених дерев з другою стадією гниття деревини зростає до 65% і у деякої частини дерев гниль розвивається до третьої стадії. На цьому етапі завершується процес руйнування деревної маси і повністю проявляється структура і забарвлення, властиві конкретному виду серцевої деревної гнилі. Уражена деревина стає дуже легкою, розпадається на окремі шматки або розщеплюється на волокна. Процеси гниття тісно пов'язані з лісорослинними умовами. За результатами

наших досліджень, інтенсивна поява і розвиток гнилей спостерігається в тих випадках, коли обгорілий в результаті надґрунтової пожежі хмиз знаходиться безпосередньо на землі. У меншій мірі ці процеси виражені, якщо стовбури лежать на інших впалих деревах, внаслідок чого перебувають в умовах, менш сприятливих для поселення дереворуйнівних сапрофітуючих грибів.

Іншим важливим аспектом даної проблеми виступає зв'язок розвитку гнилей з швидкістю загибелі деревної породи. Дослідження показують, що сухостійна деревина сосни звичайної та берези повислої здатна тривалий час зберігати свої якості. Дослідження, проведені в сухостійних сосняках і березняках 50-річного віку показали, що загибла в результаті вогневих уражень деревина має цілком задовільний показник міцності і відповідає хорошим загальним технічним якостям. Таке збереження сосни не можна пояснити тільки великим обсягом ядрової і заболонної деревини, що володіють підвищеною стійкістю до гниття.

Ми пов'язуємо це явище з швидкістю загибелі деревостанів від вогню. При високій інтенсивності пожежі, дерево у будь-якому віці отримує смертельні опіки і деревина швидко втрачає вологу, руйнуються механічні тканини в результаті їх перегорання, утрудняючи таким чином появу дереворуйнівних грибів. Найчастіше це спостерігається в горбисто-пересічених умовах на горільниках, що розташовані на сухих ґрунтах. Коли на деревах в результаті удару відвалюється кора, то деревина настільки просихає, що можна почути характерне сухе дзвеніння від місця удару.

Якщо ж пошкоджені деревостани відмирають не відразу, поступово втрачаючи життєдіяльність і вологу, то вони являють собою більш сприятливий об'єкт для поселення грибів. Ефект ураження посилюється на ґрунтах підвищеного зволоження. З темнохвойних порід в таких умовах місцезростання найменше грибною інфекцією пошкоджується ялина звичайна, модрина, ялиця біла, так як саме вони мають найтоншу кору, яка легше відстає від стовбура і це в свою чергу створює сприятливі умови для хорошого їх просихання. У сосни звичайної кора довше тримається на стовбурах, формуючи оптимальне середовище для появи і розвитку гнилей.

### **3. Зниження якості деревини**

Деревина загиблих від пожежі дерев досить швидко втрачає свої ділові якості, що пов'язано з початковими стадіями її гниття, ушкодженнями комахами, утворенням тріщин. За результатами наших досліджень вже через 2 роки після загибелі дерева знижується товарна вартість ділових сортиментів. Далі деревина продовжує руйнуватися і на горільниках 5-6 - річної давності всі ділові сортименти ялини переходять у дрова. У сосни цей період розтягується до 7-8 років. На вивалених горільниках через 2 роки більша частина ділової деревини ялини звичайної переходить в дрова, а через 7 років деревина настільки розкладається, що знижується теплоутворююча здатність під час горіння, що в свою чергу не дозволить використовувати її і в якості дров. Ще швидше розкладаються повалені

стовбури берези повислої: через 3-4 роки вони майже повністю руйнуються.

За результатами наших досліджень, при обстеженні старих не розроблених лісових горільників 2016, 2018, 2019 років на території Житомирської області було встановлено, що використання ялинової деревини на ділові сортименти можливе не більше протягом 2-х років після лісової пожежі. Якщо через 2 роки для цієї мети придатна 1/3 частина деревини, то через 3 роки - тільки 1/8 частина. Повне руйнування деревини відбувається через 15 років. Крім того, дослідження показали, що поява і розвиток гнилей деревини пов'язано з активністю ентомошкідників через 3 роки після відмирання деревини, що заражена комахами. Зокрема, в цей період на деревині відзначається значна кількість гнилей II і III стадії.

З усього вищесказаного можна зробити практичний висновок: розробка сухостійних згарищ, навіть на дрова, повинна проводитись в сосняках не пізніше 6-8 років після пожежі, в ялинниках - 5-6 років. У повалених згарищах ці терміни обов'язково повинні бути скорочені до 3 років.

#### **4. Вплив пожеж на фауну**

Вплив пожеж на тваринний світ можна розділити на безпосередній і опосередкований. Як безпосередній вплив пожежі, розглядається її вплив на самих представників лісової фауни під час проходження вогню по території, де вони поширені.

Безперечно, що пожежі, особливо сильні, згубні для всіх живих організмів. Однак, в безпосередній контакт з високою температурою і димом більшість тварин і птахів вступають в стані безпорадності (дитинчата, хворі особини) або ж при спалахах пожеж, коли одночасно горять великі площі лісів, і тварини виявляються просто оточені вогнем.

При невеликих за площею або інтенсивністю пожежах, більшість представників фауни зазвичай встигають сховатися в безпечні місця. Після закінчення пожежі на охолонувшу поверхню ґрунту з підземних сховищ виходять навіть мурахи, і негайно приступають до будівництва мурашників. Неушкодженими після надґрунтових пожеж залишаються дощові черв'яки, представники ґрунтової ентомофауни, мікроорганізми.

Опосередкований вплив лісової пожежі проявляється через її зміну умов місцеперебування (знищення гнізд, жител, кормової бази) представників тваринного світу.

Оскільки житла багатьох птахів і тварин носять тимчасовий характер, то особливої шкоди часткове їх руйнування не приносить.

Набагато більш значущим чинником є знищення кормової бази. У зв'язку з цим потрібно розглядати і шкоду, яку завдають пожежі основним видам тварин, що заселяють той чи інший лісовий масив. Найбільших втрат, особливо в перші післяпожежні роки, приносять високоінтенсивні пожежі, що знищують більшу кількість органіки, яка служить їжею самим різним представникам фауни. Надалі наслідки таких пожеж можуть по-різному впливати на розвиток окремих популяцій диких видів.

Ліс є найпотужнішим стабілізатором екологічної рівноваги і найбільшою мірою буде відповідати своєму призначенню тоді, коли всі його компоненти знаходяться між собою в оптимальній взаємодії, як в будь-якому здоровому організмі. Останнє ж можливо лише тоді, коли цей організм, тобто в нашому випадку лісовий біогеоценоз, розвиватися в найбільш сприятливих для нього (або властивих йому) умовах середовища. Природно, що найбільш стійка динамічна рівновага всіх складових компонентів буде в корінних типах лісу. Відповідно до цього, і вплив пожеж на лісову фауну потрібно розглядати як позитивне явище, якщо вони сприяють післяпожежному формуванню корінного типу лісу. Коли ж такого не відбувається, то пожежі слід розглядати як шкідливе явище для лісу в цілому і для різновидів тварин, що його населяють.

## **5. Заселення горільників ентомошкідниками**

Ліс, що ослаблений пожежею, піддається нападу шкідливих комах, які викликають нові пошкодження і захворювання. Це в свою чергу призводить в остаточному підсумку до повного руйнування деревостану. Інтенсивність заселення горільників ентомошкідниками залежить від ряду факторів, серед яких можна виділити силу пожежі, час пожежонебезпечного сезону в який вона відбулась, розмір вигорілої площі, вік пошкоджених дерев.

Більшість вітчизняних і зарубіжних дослідників-пірологів сходяться на думці, що масове заселення насаджень ентомошкідниками відбувається після середніх за силою та сильних пожеж, слабка інтенсивність вогню істотного впливу на чисельність комах не робить.

Однак, остаточно не вирішене питання, які ж дерева в першу чергу піддаються впливу шкідників - із середнім ступенем вогневих уражень або високим? Американські ентомологи Міллер і Петерсон встановили, що дерева, які сильно пошкоджені вогнем, але ще живі, а також загинбі в результаті пожежі, заселяються шкідниками значно менше, ніж дерева ослаблені, але не всохлі від безпосереднього впливу вогню. Канадський же дослідник-піролог Гардінер стверджує, що основна умова заселення дерев стовбуровими шкідниками - висока інтенсивність вогневих пошкоджень. Цілком ймовірно, що наслідки пожеж визначаються сукупністю факторів, які неоднаково впливають на масовий напад шкідників в різних умовах середовища.

Ми висловлюємо припущення, що жуки за характером нагару і кількістю вуглецю після пройденої пожежі знаходять свіжі горільники і заселяють їх. Ще до повного припинення процесу горіння, вони прилітають на згарища і відкладають яєчка в тріщини кори дерев. Якщо пожежа сталася навесні або на початку літа, то вже в сезон цього року з яєчок розвиваються личинки, які починають свою активну життєдіяльність. Тому, навіть коли дерево не загинуло від пожежі, але ослаблене, воно не може протидіяти нападу комах.

Таким чином, горільники є резерваціями масового розмноження різних шкідників лісу і представляють серйозну загрозу для оточуючих

здорових деревостанів. Заселення нових насаджень відбувається наступним чином. Генерація шкідників, не знайшовши ослаблені або загиблі дерева, виходить за межі вигорівшої ділянки і заселяє здорові дерева. Захищаючись, дерево виділяє смолу або заливає жуків і їхніх личинок соком, але оскільки за першою генерацією йде друга і третя, дерево втрачає свої життєві сили і перестає чинити опір.

Найбільш небезпечні для оточуючих лісів невеликі за площею горільники, так як розвиток комах на них проявляється в максимальній ступені зазвичай на другий рік; на великих гарях цей процес затягується і настає лише на 4 і 5 рік. З огляду на цю особливість, необхідно в першу чергу розробляти малі горільники.

У меншій мірі деревина пошкоджується короїдами. Для запобігання їх масового розмноження треба дерева, що заселені комахами, видаляти і вивозити до появи нового покоління, тобто до вильоту молодих жуків (imago). В іншому випадку тільки на одному дереві з відкладених яєць може з'явитися до декількох тисяч личинок.

Необхідно враховувати, що різні види короїдів відрізняються по вимогливості до свіжості дерева. Більш вимогливі види зустрічаються переважно на горільниках першого року і потім залишають їх, інші ж дають зниження чисельності лише через кілька років.

Крім короїдів, з вторинних шкідників великої шкоди ослабленому після пожежі лісові наносять вусачі, рогахвости. Їх личинки, які підготовуються під корою, входять в деревину, проробляючи в ній ходи. Вже на горільниках 2х-річної давності можна зустріти глибокі ходи вусача, що пробурюють деревину. Причому бувають ходи, що проходять дерево наскрізь. Через 2-3 роки личинки перетворюються в жуків, які вилітають зі стовбура і згодом самки знову відкладають яйця під кору дерев.

Зазвичай шкода від шкідників стає відчутною через 2-3 роки після пожежі, а через кілька років дерева виявляються суцільно ураженими. Нами було встановлено, що вже на другий рік після пожежі до 90% ялини було уражено личинками вусачів, а на 3-й горільник особливо сильно уражує вусач.

Різні деревні породи неоднаково піддаються посяпожежному нападу шкідливих комах. Так, ялина і модрина сильніше пошкоджуються технічними шкідниками, ніж сосна, що очевидно пов'язано з їх меншою стійкістю до вогневих ушкоджень. При високоінтенсивних пожежах, коли сосна в значній мірі втрачає свою життєдіяльність, ці відмінності згладжуються.

І ще одна особливість: комахі сильніше пошкоджують загиблі дерева, що знаходяться в умовах гарного освітлення, прогріваються сонячним промінням при більшій відносній вологості повітря. І навпаки, хмиз затінений, що щільно лежить на землі, менше піддається нападу шкідників.

Крім вище розглянутих шкідників, на горільниках, розташованих на піщаних ґрунтах, відзначається масове розмноження личинки травневого хруща, який завдає величезної шкоди молодим сіянцям. Жуки поїдають хвою і листя, а личинки, що живуть в ґрунті, пошкоджують коріння. При

штучному лісовідновленні на заселених ентомошкідниками площах, потрібно значні додаткові витрати для посадки стійких до хруща загущених культур сосни звичайної з домішкою листяних деревних порід і чагарників, передпосадкової обробки інсектицидами коренів сіянців, внесення в ґрунт ґрунтових інсектицидів.

## **6. Вплив лісових пожеж на ґрунт**

Вплив вогню на один з найважливіших компонентів лісу - ґрунт, надзвичайно складний і неоднозначний. Він залежить від безлічі факторів: характеристики лісової пожежі, особливостей рослинності, рельєфу і самого ґрунту. Післяпожежні зміни властивостей ґрунту відбуваються внаслідок швидкої мінералізації його органічної частини, лісової підстилки та опаду. Утворені продукти частково засвоюються рослинами через кореневі системи, а частково у вигляді розчинених сполук вилуговуються в ґрунт, виходячи з ризосфери, або вимиваються з площі живлення водами поверхневого стоку, а також ґрунтовими водами. Крім того, продукти вогневої мінералізації у вигляді диму розносяться вітром на великі відстані від лісової пожежі.

Особливо великі втрати такого важливого, в плані живлення рослин, елемента, як азот. Однак, азот, що знаходиться в органічній речовині, недоступний для рослин, а процес розкладання органіки протікає дуже повільно. Ось чому, незважаючи на великі втрати загальної кількості азоту, вогневий вплив сприяє підвищенню концентрації в ґрунті доступних форм цього елемента живлення.

Розглядаючи наслідки вогневого впливу на ґрунт, не можна обійти увагою пожежі, що викликають суттєві екологічні зміни. Так, в результаті вигорання торф'яних покладів знищуються величезні запаси господарсько - цінної органогенної породи, накопичення якої йде дуже повільно: для утворення шару торфу в 1 м потрібно близько 11000 років. Повне вигорання торфу негативно позначається згодом на ґрунтовому живленні рослин і в цілому на проходженні лісовідновлювальних процесів.

Такий стан пояснюється тим фактом, що на горільниках протягом декількох років відзначається підвищена активність мікроорганізмів і, перш за все, нітрофікуючих бактерій. Ґрунти збагачуються азотом, доступним для рослин. З цим, до речі, пов'язана і поява на площах, пройдених вогнем, рослин-нітрофілов - малини, кипрею. Сильні пожежі можуть на нетривалий час припинити активність мікроорганізмів, повністю знищуючи лісову підстилку і впливаючи на поверхню ґрунту високими температурами. Але навіть і в цьому випадку через 2-3 місяці діяльність бактерій відновлюється, і може навіть перевищити за інтенсивністю до пожежі.

Пожежі, при яких лісова підстилка вигорає не повністю, практично не підвищують температуру ґрунту. Встановлено, що коли на поверхні підстилки температура досягає 300°C, то на глибині 1 см вона опускається до 80°C, а на глибині 2 - 3 см знижується до 40°C.

В результаті згорання сухих лісових матеріалів утворюється зола, яка містить доступні форми ряду поживних елементів (кальцій, магній, калій, фосфор). Максимальна їх кількість відзначається в перші місяці після пожежі, але потім вміст зольних речовин поступово зменшується. За результатами наших досліджень було встановлено, що в певних умовах велика кількість цих елементів зберігається в підстилці і через 2 - 4 роки.

Лісові пожежі змінюють реакцію ґрунтового розчину. На якийсь час (іноді до 5-7 років) відбувається зниження кислотності ґрунту, що сприятливо позначається на активізації діяльності мікроорганізмів і підвищенні інтенсивності мінералізації органічної речовини.

Як ми зазначали раніше, вплив пожеж на ґрунт може відрізнитися в залежності від ряду обставин. Більшою мірою післяпожежні наслідки виражені в певних умовах типів лісу. Беручи до уваги особливості типів лісу в зоні Полісся України і величезне екологічне значення бореальних лісів, простежимо ті зміни, які відбуваються в цьому компоненті біогеоценозу в умовах заболоченої місцевості.

Одним з позитивних аспектів впливу пожеж на ґрунт в умовах бореальних лісорослинних умов буде зменшення глибини їх промерзання. Це, як правило, тягне за собою підвищення кількості доступної для рослин вологи і поживних речовин, що знаходяться в підталому шарі ґрунту, що в свою чергу покращує умови проростання рослин. Збільшення температури ґрунтів після середніх за силою лісових пожеж зникає через 3 - 5 років. Однак середні по силі і сильні лісові пожежі у вологих і сирих типах лісу часто викликають заболочування ґрунту, що згубно впливає на підріст, що з'явився після вогневого впливу. Через заболочування, кислотність ґрунту, знижуючись в перші післяпожежні роки може стати сильнішою, ніж до пожежі, погіршуючи тим самим умови відновлення лісу.

І ще одне негативне явище, що має місце в районах з перезволоженими ґрунтами після впливу на них високих температур - явище термокарста. Тут слід зробити невелике пояснення. Термін "карст" походить від назви плато Крас в Югославії. Карстові явища - це явища, що виникають в розчинних водою осадових породах (вапняках, гіпсах) і виражаються в утворенні заглиблень у вигляді воронок, улоговин, провалів, печер тощо. Найбільш активно термокарстові явища проявляються на площах з підвищеною концентрацією напівзволожених торф'яників (торфові клини). Прогорання торфу, що відбувається в результаті пожежі, призводить до просідання поверхні над клинами і утворення численних западин і канав. Провали можуть досягати глибини 2 і більше метрів і зазвичай заповнюються водою.

Не менш серйозні, ніж на торфоболотних ґрунтах, наслідки пожеж в гірських лісах. У нашій країні приблизно одну третю частину лісового фонду становлять гірські ліси високогір'я Карпат і Криму, значення яких важко переоцінити. Вони грають важливу екологічну роль, виконують ґрунтозахисні і водорегулюючі функції, а крім того, часто є основним джерелом деревини для прилеглих районів. Наслідки лісових пожеж в горах вкрай важкі: вогонь, знищуючи рослинність, сприяє розвитку водної



ерозії і утворенню гольців, при цьому порушується режим водопостачання річок, відбувається їх обміління і пересихання. Зміна нормального гідрологічного режиму здатна викликати катастрофічні повені, виникнення снігових лавин і селевих (брудо-кам'янистих) потоків, руйнівна сила яких не має аналогів.

Але і такий негативний наслідок лісових пожеж, яким є ерозія ґрунту, не можна оцінювати однозначно. Дослідження показали, що в результаті вогневого впливу і подальшого розвитку ерозійних процесів відбувається перерозподіл родючості ґрунтів. Під впливом вод поверхневого стоку родючий шар ґрунту зміщується вниз по схилу і відкладається перед виступами і підвищеннями у вигляді нанорельєфу. Таким чином, на торфових ґрунтах, що характеризуються низькою родючістю і продуктивністю, формуються невеликі ділянки з намитих субстратом, де умови для відновлення лісу, за рахунок поліпшеного живлення рослин більш сприятливі. На таких ділянках спостерігається кращий ріст і розвиток модринових молодняків. Але це характерно лише для слабкої ерозії, при якій не руйнується підґрунтя (пісок, щебінь), тобто менше родючі горизонти, і немає вираженої лінійної ерозії.

У вищерозглянутих умовах, навіть низові стійкі пожежі середньої сили, які не випалюють нижні шари лісової підстилки не викликають ерозію ґрунту не лише на пологих схилах, але і на схилах середньої крутизни (13-20°C). Звідси впливає важливий практичний висновок про можливість проведення цільових палів (профілактичних та лісовідновлювальних) без небезпеки подальшого розмиву ґрунту на схилах крутизною до 20°.

Широко відомо і такий негативний наслідок пожеж, як опустелювання або остепування території лісового фонду. Цей процес відбувається в крайніх умовах зростання лісової рослинності - на межі зі степовою зоною. Тут конкурентні відносини між лісовими і степовими формаціями нестійкі і характеризуються рухливістю кордонів між ними. Ліси ж мають особливу цінність: вони пом'якшують клімат, збирають і зберігають вологу, захищають річки від обміління, захищають поля і сади від сухих вітрів, захищають від вітрової ерозії, затримують сніг, від чого багато в чому залежить отримання високих і сталих врожаїв сільськогосподарських культур. У цій зоні лісові пожежі призводять до погіршення клімату, зміни, в кінцевому підсумку типу ґрунту і роблять неможливим природний шлях до відновлення лісів.

## **7. Відновлення рослинності на згарищах**

Однією з найважливіших проблем лісового господарства України, яка заслуговує на увагу вчених-лісівників, є відновлення рослинності на територіях після проходження по них лісових пожеж. При цьому безсумнівно головним залишається питання, наскільки успішно відбувається відновлення головного компонента лісу - деревостану. Нагадаємо, що характер природного поновлення визначається великою

сукупністю факторів, і перш за все, це особливості самої лісової пожежі, умови, в яких відбувалося горіння (погодні і лісорослинні), наявність на горільнике насінників, біологічні характеристики деревних порід і ін.

Для початку уточнимо вплив пожеж на попереднє лісовідновлення. Після впливу вогню сильної і середньої інтенсивності, наявний на площі підріст гине майже повністю, а після пожеж слабкої сили порушений вогнем підріст або гине, або ж залишається в пригніченому стані. Життєздатним він буває лише тоді, коли знаходиться в місцях, обійдених вогнем. Подібний вплив створює пожежа і на підлісок.

Якщо вогонь не знищив повністю лісову підстилку, де зберігається частина насіння, то сходи деревних порід з'являються на горільнике вже на наступний рік після пожежі. Надзвичайно великий вплив на процес лісовідновлення має характер плодоношення основних лісоутворюючих порід на рік пожежі. Якщо цей рік виявився насінневим, то ймовірність успішного залісення горільника самосівом істотно підвищується.

Оскільки сильні лісові пожежі знищують ґрунтовий запас насіння і пошкоджують деревостани, то єдиним джерелом засівання території насінням є навколишні деревостани, що межують із згарищем. Тому, наступним чинником, що обмежує успішне лісопоновлення в подібних обставинах, виступає площа горільника, оскільки наліт насіння хвойних порід від стін лісу може бути ускладнений через значне видалення останніх. Насіння навіть таких порід, як сосна і ялина, мають невелику масу і крилоподібні придатки (вирости), що розносяться вітром на відстань 100 - 150 м від материнського дерева. Значно гірше розлітається насіння модрина; що ж стосується сосни Банкса, то її важке насіння поширюються тільки за допомогою тварин - птахів і дрібних звірків.

Через згадані вище причини, великі горільники найчастіше засіваються березою, що рясно плодоносить майже кожен сезон і має легке летюче насіння, що розноситься вітром на великі відстані. У свіжих і вологих типах лісу прекрасно відновлюються осика і верба. Маючи високу інтенсивність росту, ці породи буквально суцільно заселяють весь горільник і сіянцям хвойних порід, особливо сосни і модрина, надзвичайно важко вижити в такій ситуації.

Ще більш складно процес лісовідновлення відбувається в районах з болотними ґрунтами. При пожежі, що призводить до більш повного вигорання нижніх підстилкових ярусів, природне поновлення, як правило, погіршується. Це пояснюється не лише великим відпадом дерев. В умовах близько розташованого до поверхні торфоболотного горизонту, особливо в сирих і мокрих умовах місцезростання, згорання теплоізоляційного шару надґрунтового покриву і підстилки супроводжується посиленням прогрівання ґрунту і випаровуванням води, що знаходиться в ній. Все це, і припинення споживання вологи відмерлим деревостаном, викликає заболочування, що приводить до загибелі підросту, що з'явився, який зберігається лише в більш сухих місцях, особливо в районах мікропідвищень.

Нижні яруси лісу пошкоджуються низовими пожежами значно сильніше, ніж деревостани, хоча навіть при повному згоранні надземних органів, деякі види рослин не гинуть. Це відноситься до таких чагарникових видів, як ліщина, шипшина, малина, що володіють здатністю вегетативного розмноження кореневими паростками. Після пожеж непогано відновлюється і горобина, у якої з'являється поросль від пенька. Але все це відбувається в тих випадках, коли вогонь не проникає глибоко в органічний шар ґрунту і не обпікає коріння.

Найбільше страждають від вогню хвойні насадження. Наявність в хвої, а також молодих пагонах і шишках сосни, модрини, ялини ефірних масел, а в деревині - смоли, робить ці рослини легкозаймистими, особливо в жарку погоду, коли чагарник виділяє велику кількість летючих речовин. Тому і слабкі низові пожежі згубні для хвойних, особливо культур. Ще сильніше пошкоджується вогнем осичник і березняк, який утворює густі зарості на кам'янистих, щебнистих і піщаних ґрунтах. Страждає не тільки надземна частина, що представляє собою легкозаймисту швидкогорючу систему, а й зазвичай поверхнєве коріння. Так як наліт насіння на пройдену вогнем площу за допомогою вітру неможливий, навіть при наявності на ній незайманих пожежею куртин, відновлення осичника і березняка на горільниках відбувається повільно.

Що стосується трав'янисто-кущового ярусу, то він вигорає навіть після слабких пожеж. Разом з тим, швидкі низові пожежі не пошкоджують кореневі системи, так як поширюються у верхніх шарах ґрунту. Тому такі трав'янисті рослини, як куничник, луговик, плавун булавовидний, іван-чай, перші зелені стебла яких з'являються на згарищі вже через 5-6 тижнів. Також помітно виражена здатність відновлюватися після пожежі у осоки, костяниці, герані.

З чагарників, здатних переносити вогневі травми і відростати, можна відзначити верес, що дає поросль від додаткових бруньок в нижніх частинах стебел, але частіше це брусниця і чорниця, стебла яких з'являються від кореневищ, і багно. Саме на здатності брусниці відростати після вогневого впливу, ґрунтувалися випалювання, що проводиться місцевим населенням в деяк областях України в брусничникових борах. Після такого пала знищується стара погано плодоносна надземна частина чагарничку і з'являється молода поросль. Відбувається своєрідне омолодження, результатом якого через 2-3 роки є гарний розвиток брусниці і рясні врожаї.

Подібні випалювання нерідко здійснюють і бджоларі, котрі помітили, що на горільниках поселяються прекрасні медоноси - малина і іван-чай. Хоча треба зазначити, що іван-чай довго не утримується на площі і через 5 - 7 років витісняється злаками. Всі аналогічні випалювання незаконні і є грубим порушенням Правил пожежної безпеки в лісах України. За своєю сутністю це підпали лісу, за які передбачено кримінальне покарання. Результатом таких палів може бути лісова пожежа.

З представників живого надґрунтового покриву найнебезпечнішим горючим матеріалом, в плані виникнення загоряння лісу, виступають

лишайники. Найбільше пірологічне значення мають кущисті лишайники роду кладонія, широко поширені у всіх рослинно-кліматичних зонах України. Навіть в ненадовго сталу суху погоду, лишайниковий шар просихає повністю і в разі пожежі вигорає. Післяпожежне відновлення його затягується на 20-30 років. Необхідно додати, що лишайники роду кладонія мають високу поживну цінність, тому знищення їх вогнем в північних районах країни серйозно підриває кормову базу мисливських тварин.

В силу висловлених обставин, в сухих лишайникових борах і слабозволожуваних моховолишайникових борах горільники заселяються вересом, здатним вирости в найнесприятливіших умовах. Верес протягом короткого часу (до 10 років) утворює покрив і небезпека повторного виникнення низових пожеж відновлюється. Що стосується зелених мохів, то хоча їх дерновинки з'являються на свіжих горільниках слідом за кущиковими, помітним компонентом живого надґрунтового покриву мохи стають тільки після змикання молодого деревостану, який сформувався після пожежі.

Одним з аспектів позитивного впливу пожеж на ліс є поліпшення умов лісовідновлення після вогневого впливу в шовкопрядниках, величезні площі яких є на всій території України. Дослідження, виконані УкрНДІЛГА показали, що в більшій частині великих вогнищ ураження шкідників, відновлення хвойних порід відсутнє і в основному лісовідновлення відбувається через тривалу зміну порід. Самосів хвойних дерев з'являється повільно протягом 15-20 років і при скупченні значної кількості загиблого лісу приховує в собі надзвичайну пожежну небезпеку.

Пожежі, що виникають в висохлому деревостані, знищують гнилу деревину і опад в середньому на 60%, весь хмиз, що залишився, стає менш пожежонебезпечний, так як щільніше лягає на землю і погано просихає. Внаслідок цього, повторні пожежі мають невисоку інтенсивність і з ними легше боротися. З іншого боку, як було зазначено раніше, в результаті прогорання лісової підстилки, часткової мінералізації поверхні ґрунту і стимулювання вогнем паросткоутворюючої здатності деяких порід дерев, на горільниках з'являються береза, осика, верба. Через 4-5 років після пожежі відбувається змикання пологів і потім, при наявності обнасінювачів, під ним починає рости самосів хвойних порід.

Таким чином, пожежі в шовкопрядниках не тільки зменшують пожежну небезпеку, але і прискорюють відновлення лісу на непродуктивних лісових площах. Безсумнівно, питання це непросте і не може вирішуватися однозначно: пожежі, що виникають на захащених територіях, мають дуже високу інтенсивність і в більшості випадків, коли вся маса горючих матеріалів просихає, можуть носити характер осередкових. А це реально загрожує прилеглим до шовкопрядників здоровим ділянкам лісових насаджень. Тому необхідно обережно і продумано ставитися до рекомендацій з випалювання захащених лісових площ.

*Контрольні питання:*

- 1. Назвіть основні складові впливу лісових пожеж на деревостани.*
- 2. Чому після лісових пожеж, особливо масштабних, відбувається прояв гнилей на лісових деревостанах?*
- 3. Назвіть основні фактори зниження якості деревини після лісових пожеж.*
- 4. Вкажіть як впливають лісові пожежі на фауністичне царство?*
- 5. Як відбувається заселення ділянок лісу, пройдених лісовими пожежами ентомошкідниками?*
- 6. Який вплив мають лісові пожежі на ґрунт?*
- 7. Яким чином і через який період відбувається відновлення рослинності на лісових згарищах?*

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Аналіз очікуваного впливу поточної війни та післявоєнного періоду на державне лісове господарство та лісові ресурси в Україні. Звіт в рамках проекту Впровадження сталого лісового господарства, Україна, (SFI), (2023). Б. Віппель. 30 с.
2. Барьяхтар В. Г. Масштаби катастрофи. (1995). Соціально-економічні наслідки катастрофи. Чернобильська катастрофа. Киев. Наукова думка. С. 19-43.
3. Ворон В. П. Мельник Є. Є., Сидоренко С. Г. (2012). Тенденції виникнення пожеж в лісах зеленої зони м. Харкова. Проблемы пожарной безопасности. Вып. 32. С. 37–42.
4. Ворон В. П., Ткач О. М., Сидоренко С. Г., Мельник Є. Є. (2018) Запаси підстилки та живого надґрунтового покриву як показник ризику виникнення пожеж у соснових лісах Полісся. Наукові праці Лісівничої академії наук України. Збірник наукових праць .РВВ НЛТУ України. Вип. 16. С. 9–16.
5. Генсірук С. А. (1992). Ліси України. Київ. Наукова думка. 408 с.
6. Гуржій Р.В. (2017). Тенденції виникнення лісових пожеж у лісах Київського обласного управління лісового і мисливського господарства. Науковий вісник НУБіП України. Серія «Лісівництво та декоративне садівництво». Вип. 266. С. 104–109.
7. Зібцев С. В. Аналіз особливостей лісопожежної обстановки та стану протипожежної охорони лісу в зонах радіаційного забруднення. Наукові доповіді НАУ, 2006. 4(5), [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/nd/2006-4/06zsvcb.pdf>
8. Зібцев С. В. Яворовський П. П., Левченко В. В., Сендонін С. Є., Токарева О. В., Коновальчук В.К., Гуменюк В. В. Лісова пірологія: підручник. (2016). Корсунь-Шевченківський: ФОП Гаврищенко В. М. 331с.
9. Зібцев С. В., Миронюк В. В., Богомолів В. В., Сошенський О. М., Гуменюк В. В., Корень В. А. Перехід від проекту протипожежного впорядкування до системи підтримки прийняття рішень в рамках інтегрованої системи управління пожежами. «Проблеми розвитку лісової таксації, лісовпорядкування та інвентаризації лісів» (6-8 грудня 2018 року). Київ. 2018. С. 58–60.
10. Кіт М. Г. (2006). Клімат ґрунтів і процеси ґрунтоутворення. Ґрунт - основа добробуту держави, турбота кожного: матеріали VII з'їзду УТГА. Кн. 2. Харків. С. 82–84.
11. Клімат Полісся: дослідження вчених і довготривалий прогноз погоди на Поліссі. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <http://www.polissya.eu/2012/01/wetlandscclimate-polissya-proekt-es.html> (дата звернення 5.07. 17). 124 с.
12. Краснов В. П. (1998). Радіоеколоія лісів Полісся України. Житомир. 112 с.
13. Кузик А. Д. (2009). Про взаємний вплив лісових пожеж і ґрунтів. Науковий вісник НЛТУ України. С. 106–111.

14. Kuzuk, A., & Tovarianskyi, V. (2023). Вплив воєнних дій на лісові екосистеми України та їх післявоєнне відновлення. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, 27, 16-22.

15. Курбатский М. П. (1993). Дослідження кількості і властивостей лісових горючих матеріалів. Питання лісової пірології. Харків. УкрНДІЛГА. С. 5-58.

16. Курбатский М. П. (1999). Пожежна небезпека в лісах України і її визначення за місцевими шкалами. Лісові пожежі і боротьба з ними. Київ. Либідь. С. 5–30.

17. Levchenko V. B., Shulga I. V., Zalevsky R. A., Bezverkha L. M. Influence of climatic conditions on the state of fire hazard in forest edatopas of Zhytomyr Oblast Department of Forestry and Hunting and forecast of changes in climatic conditions for the period up to 2050. Innovative Solutions In Modern Science № 8(27), 2018. doi 10.26886/2414-634X.8(27)2018.3 S. 26 – 53.

18. Levchenko V. B., Shulga I. V., Romanyuk A. A., Bezverkha L. M. Use of remote geoinformation technologies for forest pathology monitorin in the Zhytomyr Polissya. Innovative Solutions in Modern Science. 2(38). doi: 10.26886/2414-634X.2(38)2020.3. S. 21-45.

19. Левченко В. Б., Шульга І. В., Шкатула В. П., Романюк А. А. (2021). Лісова пірологія з основами гасіння лісових пожеж Житомир. Вид-во ЖДУ ім. І. Франка. 274 с.

20. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в України у 2011 році. 216 с.

21. Поварніцин В. О. Ліси Українського Полісся. (1999). Київ: Вид-во НАУ. 208 с.

22. Свириденко В. Є. Бабіч О. Г., Швиденко А. Й. (1999). Лісова пірологія: Підр. Київ. Агропромвидав України. 172 с.

23. Сидоренко С. Г. Оцінювання запасів лісової підстилки як основного наземного горючого матеріалу соснових лісів Лівобережного Лісостепу. Лісове і садово-паркове господарство. Вип. 1. С. 14–12.

24. Сидоренко С. Г. (2013). Роль пошкодження крони на відновлення дерев соснових молодняків, постраждалих в ході низових пожеж. Наука на службі сільського господарства: матеріали Междунар. науч.-практ. Інтернет-конф., 5 марта Николаев. Режим доступу: [http://miarpv.com.ua/?dl\\_id=135](http://miarpv.com.ua/?dl_id=135). 137 с.

25. Сидоренко С. Г., Мельник Є. Є., Сидоренко А. Г. (2015). Особливості післяпожежного розвитку стиглих та перестійних сосняків, пройдених низовими пожежами в Лівобережному Лісостепу України. Аграрна наука, освіта, виробництво: європейський досвід для України: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 17–18. Житомир. ЖНАЕУ. С. 249.

26. Сидоренко С. Г. (2015). Прогнозування стану та ймовірності відпаду соснових молодняків після низової пожежі у Лівобережному Лісостепу України. Лісівнича наука в контексті сталого розвитку: матеріали наук. конф., присвяченої 150-річчю від дня народження академіка Г. М. Висоцького, 90-річчю від дня народження професора П. С. Пастернака та 85-річчю від часу заснування Українського ордена «Знак

Пошани» науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького м. Харків, 29–30 вересня. Х.: УкрНДІЛГА. С. 135.

27. Сидоренко С. Г., Ворон В. П., Мельник Є. Є., Сидоренко А. Г. (2015). Особливості формування стиглих деревостанів після низових пожеж. Лісівництво і агролісомеліорація. Харків: УкрНДІЛГА. Вип. 127. С. 169–176.

28. Сидоренко С. Г., Ворон В. П., Мельник Є. Є., Сидоренко А. Г. (2015). Особливості формування стиглих деревостанів після низових пожеж. Лісівництво і агролісомеліорація. Вип. 127. С. 169–176.

29. Сидоренко С. Г., Ворон В. П., Мельник Є. Є., Сидоренко А. Г. (2015). Особливості формування стиглих деревостанів після низових пожеж. Лісівництво і агролісомеліорація. Вип. 127. С. 169–176.

30. Сидоренко С. Г., Сидоренко С. В. (2017). Лісотипологічний аналіз пожежої небезпеки лісів Лівобережного Лісостепу України. Конференція: "Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування" 29–30 листопада. Харків. С. 121–122.

31. Сидоренко С. Г. Оцінювання запасів лісової підстилки як основного наземного горючого матеріалу соснових лісів Лівобережного Лісостепу. Лісове і садово-паркове господарство. Вип. 14. 128 с.

32. ФАО. 2018. Состояние лесов мира 2018. Пути к достижению устойчивого развития с учетом значения лесов. Рим. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <http://www.fao.org/countryprofiles/index/en/?iso3=UKR>

33. Щербов Б. Л., Лазарева О. В., Журкова І. С. (2015). Лісові пожежі та їх наслідки. Академічне видавництво ГНО. 212 с.

34. Яворовський П. П., Гуржій Р. В., Сидоренко С. Г. (2019). Особливості формування комплексу наземних лісових горючих матеріалів у соснових лісах Київського Полісся. Науковий вісник НУБіП України. Серія «Лісівництво та декоративне садівництво». Вип. № 2. С. 73–81.

35. Яворовський П. П., Гуржій Р. В. Аналіз горимості лісових насаджень Боярської лісової дослідної станції за 2004–2016 роки. Лісівництво і агролісомеліорація. 2017. Вип. 131. С. 158–164.

36. Яворовський П. П., Гуржій Р. В. (2018). Моніторинг лісових пожеж в лісах Київського обласного управління лісового і мисливського господарства за період 1999–2016 рр. Матеріали наук.-практ. конф. в ХНУМГ ім. О.М. Бекетова. Харків. Кальварія. 216 с.

37. Яворовський П. П., Гуржій Р. В., Тертишний А. П. (2019). Influence of the pine plantation age on forest combustible materials in the Kyiv Polissya conditions (Ukraine). VII Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Сучасний рух науки» 6–7 червня. Дніпро. С. 1928–1930.

38. Egging L. T., Barney R. J. Fire management: a component of land management planning. Environmental management. 1979. 3 (1). P. 15–20.

39. Fire behavior and fire danger software. Missoula Fire Sciences Laboratory.



40. Fire evolution in the radioactive forests of Ukraine and Belarus: future risks for the population and environment / N. Evangeliou et al. Ecological monographs. 2015. 85(1). P. 49–72.
41. FIREMON Database User Manual. 56 p. URL: [http://frames.nbii.gov/documents/projects/firemon/FMDBv4\\_Method.pdf](http://frames.nbii.gov/documents/projects/firemon/FMDBv4_Method.pdf).
42. FIREMON software. <http://frames.nbii.gov/documents/projects/firemon/JFiremonInstaller.v2.1.2.msi>.
43. Glossary of forest fire management terms. Canadian Committee on Forest Fire Management National Research Council of Canada. Ottawa, 1987. 91 p.
44. National Fire danger Rating System (NFDRS). URL: <http://www.wrh.noaa.gov/sew/fire/olm/nfdrs.htm>.
45. NASA. Scientific Visualization Studio. 2014. 17 November.
46. Nepyivoda V. Forestry in the Chornobyl Exclusion Zone: Wrestling with an Invisible Rival. Journal of Forestry. Vol. 103. Issue 1. 2005. P. 36–40.
47. Pyne S. J., Andrews P. L., Laven R. D. Introduction to Wildland Fire: Fire Management in the United States: 2-nd ed. 1996. P. 808.
48. Tymstra C., Bryce R., Wotton B., Armitage O. Development and Structure of Prometheus: The Canadian Wildland Fire Growth Simulation Model: Information Report NOR-X-417. 2010. 88 p.
49. Zabulonov Yu. L., Burtnyak V. M., Zolkin I. O. Airborne gamma spectrometric survey in the Chernobyl exclusion zone based on oktokopter UAV type. PAST. No 5(99). 2015. P. 163–168.
50. Zibtsev S. V., Goldammer J. G., Robinson S., Borsuk O. A. Fires in nuclear forests: silent threats to the environment and human security. Unasylyva. 2015. 243/244 (Vol. 66). P. 40–51.
51. Zibtsev S. V., Oliver C. D., Goldammer J. G., Hohl A., Borsuk O. A. Wildfires management and risk assessment in the Chernobyl Nuclear Power Plant Exclusion Zone. Twenty-five years after Chernobyl accident. Safety for the future: International Conference, Kyiv, 20–22 April 2011. Kyiv, 2011. P. 187–191.
52. Zibtsev S. V., Oliver C. D., Goldammer J. G., Hohl A., Borsuk O. A. Wildfires Risk Reduction from Forests Contaminated by Radionuclides: A Case Study of the Chernobyl Nuclear Power Plant Exclusion Zone. Living with fire Addressing global change thought integrated fire management: International Wildland Fire Conference, Sun City, South Africa, 9–13 May 2011. Sun City, 2011. 23 p.
53. Zibtsev S. V., Oliver C. D., Goldammer J. G., Hohl A., Borsuk O. A. Needs for development of wildfire management in the Chornobyl exclusion zone. Twenty-five years after Chernobyl accident. Safety for the future: International Conference, Kyiv, Ukraine, 20–22 April 2011. Kyiv, 2011. P. 354–355.
54. Zibtsev S. (2010). Ukraine forest fire report. International Forest Fire News (IFFN), 40, P. 61–75.
55. Zibert H. (2016). ENSEMBLES Final Report. Ensembles data archives. P. 145 – 198.

**Навчальне видання**

*Автори:*

**ЛЕВЧЕНКО Валерій Борисович**, кандидат с.-г. наук, доцент;  
**ШУЛЬГА Ігор Володимирович**, кандидат с.-г. наук, доцент;  
**РОМАНЮК Алла Андріївна**, спеціаліст вищої категорії,  
викладач-методист, Заслужений працівник освіти України;  
**ЗАХАРЧУК Володимир Андрійович**, кандидат с.-г. наук.

## **ОХОРОНА ЛІСІВ ВІД ПОЖЕЖ**

*Навчальний посібник для практичних занять.*

*Студентам спеціальності 205 «Лісове господарство» освітньо-  
професійного ступеня «фаховий молодший бакалавр»,  
початкового рівня (короткого циклу) вищої освіти «молодший  
бакалавр», першого рівня вищої освіти «бакалавр».*

*За ред. кандидата с.-г. наук, доцента В. Б. Левченко*

Надруковано з оригінал-макета авторів

Підписано до друку 24.01.25. Формат 60х90/16. Папір офсетний.

Гарнітура Times New Roman. Друк цифровий.

Ум. друк. арк. 8.4. Обл. вид. арк. 7.2. Наклад 300. Зам. 06/01.

---

Видавництво Житомирського державного університету імені Івана Франка  
м. Житомир, вул. Велика Бердичівська, 40

Свідоцтво про державну реєстрацію:

серія ЖТ №10 від 07.12.04 р.

електронна пошта (E-mail): zu@zu.edu.ua