

**ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ**

ПОПОВИЧ В. В., БОСАК П. В.

**ПОЖЕЖІ У ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ
Курс лекцій**

Львів 2020

УДК 614.841.42

*Рекомендовано Вченою Радою Львівського державного університету безпеки життєдіяльності для використання у навчальному процесі
(Протокол №5 від «23» грудня 2020 року)*

Укладачі: **Попович Василь Васильович**, доктор технічних наук, доцент, начальник навчально-наукового інституту цивільного захисту Львівського державного університету безпеки життєдіяльності;

Босак Павло Володимирович, викладач кафедри екологічної безпеки Львівського державного університету безпеки життєдіяльності.

Рецензенти: **Кучерявий Володимир Панасович**, доктор сільськогосподарських наук, професор, професор кафедри ландшафтної архітектури садово-паркового господарства та урбоекології Національного лісотехнічного університету України;

Товарянський Володимир Ігорович, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри експлуатації транспортних засобів та пожежно-рятувальної техніки Львівського державного університету безпеки життєдіяльності.

Попович В. В., Босак П. В. Пожежі у природних екосистемах. Курс лекцій. – Львів: Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, 2020. 250 с.

Курс лекцій «Пожежі у природних екосистемах» укладений згідно навчальної та робочої програм відповідної дисципліни Львівського державного університету безпеки життєдіяльності та призначений для здобувачів вищої освіти 1-го рівня, які навчаються за освітньою програмою «Екологія та охорона навколишнього середовища».

ВСТУП.....	
ТЕМА № 1: «ЛІСОВА ПРОЛОГІЯ – НАУКА ПРО ВИНИКНЕННЯ, ПОШИРЕННЯ ТА ЛІКВІДАЦІЮ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ»	
ТЕМА № 2: «УМОВИ ВИНИКНЕННЯ І РОЗВИТОК ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ»	
ТЕМА № 3: «ПОШИРЕННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ У РІЗНИХ ТИПАХ ЛІСУ»	
ТЕМА № 4: «НАСЛІДКИ ПОЖЕЖ У ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ»	
ТЕМА № 5: «ПРОТИПОЖЕЖНА ПРОФІЛАКТИКА В ЛІСОВИХ МАСИВАХ»	
ТЕМА № 6: «ОСОБЛИВОСТІ ВИЯВЛЕННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ»	
ТЕМА № 7. ЛІСОВІ ПОЖЕЖНІ СТАНЦІЇ.	
ТЕМА № 8: «НОРМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОТИПОЖЕЖНОЮ ТЕХНІКОЮ ТА УСТАТКУВАННЯМ ОБ’ЄКТІВ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА»	
ТЕМА № 9: «ПРОТИПОЖЕЖНА, ІНЖЕНЕРНА ТА АВАРІЙНО- РЯТУВАЛЬНА ТЕХНІКА ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ У ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ»	
ТЕМА № 10: «ПРИСТОСОВАНА ТЕХНІКА ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ У ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ»	
ТЕМА № 11. ОРГАНІЗАЦІЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ У ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ РІДКИХ ВОГНЕГАСНИХ ЗАСОБІВ.	
ТЕМА № 12. ОРГАНІЗАЦІЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ У ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ БЕЗ ВИКОРИСТАННЯ РІДКИХ ВОГНЕГАСНИХ ЗАСОБІВ.	
ТЕМА № 13. ЕКОЛОГО-ТЕХНОГЕННА НЕБЕЗПЕКА ГОРІННЯ ВІДВАЛІВ ВУГЛЕВИДОБУВАННЯ ТА СМІТТЄЗВАЛИЩ.	
ТЕМА № 14. ЕКОЛОГО-ТЕХНОГЕННА НЕБЕЗПЕКА ГОРІННЯ ТОРФОВИЩ.	
ТЕМА № 15. ОСОБЛИВОСТІ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ТА ЛІКВІДАЦІЇ ПОЖЕЖ НА ПОЛЯХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ТА В СТЕПАХ.	
ТЕМА № 16. БЕЗПЕКА ПРАЦІ ПІД ЧАС ГАСІННЯ ПОЖЕЖ У ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ.	
<i>Додатки.....</i>	
<i>Перелік використаної літератури.....</i>	
<i>Перелік використаних WEB-ресурсів.....</i>	

ВСТУП

Пожежі у природних екосистемах спричиняють значні матеріальні та людські втрати як у світовому, так і у вітчизняному контексті.

За даними Державного агентства лісових ресурсів України пожежна небезпека в лісових масивах посилюється під впливом людського чинника та погодних умов навесні та в кінці літа. Понад 98 % пожеж виникає з цієї причини. Головною причиною лісових пожеж є порушення вимог пожежної безпеки в лісових масивах у період високої надзвичайної пожежної небезпеки та випалювання рослинності на сільгоспугіддях. У галузі створена і функціонує відомча пожежна охорона, основою якої є лісові пожежні станції. Охорону лісів від пожеж забезпечують 307 державних лісогосподарських та лісомисливських підприємств, у складі яких функціонує понад 1700 лісництв та 273 лісові пожежні станції. Чисельність відомчої пожежної охорони складає більше 13 тисяч осіб.

Питання виникнення, розвитку та ліквідації пожеж у природних екологічних системах є надзвичайно важливим питанням сьогодення.

Укладачі курсу «Пожежі у природних екосистемах» не претендують на інтелектуальну власність і авторське право текстових матеріалів, таблиць та рисунків, які були запозичені та використані у цьому виданні, а лише відображають, аналізують та структурують різноманітні загальновідомі дані, які знаходяться у відкритому доступі та доповнюють їх.

ТЕМА № 1: «ЛІСОВА ПІРОЛОГІЯ – НАУКА ПРО ВИНИКНЕННЯ, ПОШИРЕННЯ ТА ЛІКВІДАЦІЮ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ»

План лекції:

1. Загальні відомості про ліси України.
2. Аналіз виникнення лісових пожеж в Україні. Терміни та визначення у лісовій пірології.
3. Класифікація лісових пожеж.

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЛІСИ УКРАЇНИ

Термін «пірологія» в перекладі з грецької мови означає науку про вогню (*pur* – вогонь, *logos* – вчення).

Найбільш вдалим визначенням науки – лісовій пірології дав акад. І. С. Мелехов: «Лісова пірологія – наука про природу лісових пожеж та чисельні зміни в лісі, які викликані ними; вона розробляє методи боротьби з лісовими пожежами, визначає шляхи, можливості використання позитивної ролі вогню в лісовому господарстві».



Рисунок 1.1 – Президент України В. Ющенко та Міністр МНС України Н. Шуфрич під час гасіння лісової пожежі на Херсонщині у 2007 році

Завданням науки лісової пірології, є формування загальної стратегії відношення держави і суспільства до захисту лісів від вогню і розумного використання його ролі в житті лісу, розробки оптимальної і ефективної служби захисту лісів і боротьби з лісовими пожежами, здійснювати постійний науковий пошук ефективних шляхів боротьби з вогнем у лісі та поглиблення знань про природу лісових пожеж, розробки нових і ефективних засобів гасіння пожеж та нових технологій використання їх.

Лісова пірологія самостійною наукою стала в 1978 році. Раніше, питаннями захисту лісу від пожеж займалася наука - загальне лісоводство – де вперше, захист лісу від пожеж окремим розділом, введено в 1954 р. В. П. Нестеровим.

Враховуючи сумне трагічне минуле лісу від лісових пожеж життя вимагало глибоких специфічних наукових розробок і пошуків надійних шляхів захисту лісів від пожеж, розробки оптимальної структури державної служби захисту і нових знарядь і техніки.

Пожежну небезпеку лісів досліджували такі вчені як Е. С. Арцибашев, О. Г. Бабіч, А. Д. Вакуров, Э. Н. Валендик, О. М. Гришин, Г. А. Доррер, С. І. Душа-Гудим, В. М. Ефименко, А. В. Захаревич, С. В. Зібцев, Е. В. Конев, А. Д. Кузик, Н. П. Курбатський, І. С. Мелехов, А. А. Молчанов В. Г. Нестеров, С. А. Полосинов, В. Є. Свириденко, М. А. Софронов, О. А. Тарасенко, А. Й. Швиденко, В. І. Товарянський, F. A. Albini, Van Wagner, R. O. Weber, W. H. Frandsen, R. C. Rothermel, W. R. Stevens, R. Szczygieł та ін. Основну увагу в дослідженнях пожежної небезпеки лісів приділяли фізико-хімічним властивостям дерев та їх компонентів, параметрам займання, які впливають на опад та підстилку, самозаймання, горіння елементів дерева; процесам поширення полум'я лісовою підстилкою та кронами дерев; впливам на пожежну небезпеку різноманітних природних та антропогенних факторів, таких як рельєф місцевості, кліматично-погодні умови та людська діяльність тощо.

Період засухи та підвищеної температури довкілля спричиняє високу пожежну небезпеку, яка встановлюється протягом тривалого періоду. Загроза виникнення пожежі в такий період вимагає для працівників лісового господарства та Державної служби України з надзвичайних ситуацій проведення додаткових заходів щодо лісових угідь, заборони або обмеження відвідування лісів, перекривання в'їздів у ліси, впорядкування мінералізованих смуг та ін.

Черговість протипожежних заходів визначається передусім породним складом насаджень. Найбільшу небезпеку становлять хвойні ліси, особливо соснові, оскільки у таких лісах пожежі виникають часто, а їх гасіння є складними і тривалими.

За даними ООН лісопокрита площа світу дорівнює 4,4 млрд. га, що становить близько 20% суші планети, або 10% земної кулі. Лісистість на різних материках світу дуже нерівномірна, так: Південної Америки – 23%, Північної Америки – 14%, Африки – 19%, Азії – 15%, Європи – 6%, Океанії – 3%, а середньорічний об'єм заготовки деревини складає 2,5 млрд. м³, або 3,5 млрд. м³ загальної маси.

Лісистість України одна з найменших у Європі – 15,7% (10,8 млн. га), лісистість Закарпаття – 50,8% (696 тис. га) з загальним запасом деревини – 207,5 млн. м³ і середньорічним приростом – 5 м³/га, що дорівнює 3,5 млн. м³ щорічно. Середній запас деревини на одному га становить 340 м³.

Крім неоцінимої природоохоронної функції ліси мають надзвичайно величезну складову господарського комплексу кожної держави, на території якої вони ростуть.

Ліси України характеризуються великою кількістю порід дерев, як хвойних, так і листяних. В цілому налічується понад 30 видів чистих і мішаних деревостанів, серед яких переважають сосна звичайна, дуб звичайний, бук лісовий, ялиця звичайна, береза повисла, граб звичайний, ялиця біла. Хвойні насадження займають 42% загальної площі лісів, зокрема сосна – 33%, а

твердолистяні насадження – 43%, в тому числі дуб і бук – 32%. Середня лісистість загалом для України становить 15,9%. Ліси України зростають в зонах змішаних лісів, лісостепу та степу. До окремої «природної лісової автономії» належать Українські Карпати. Повна назва, особливості природних зон та їхнє розташування на території України наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Природні зони в Україні та їх характеристика (за В. І. Товарянським)

Назва природної зони	Характеристика	Територіальне розташування
Українське Полісся	<p>Зона змішаних лісів. Займає північну частину України. Клімат – помірно континентальний, літо тепле, вологе. Весна прохолодна. В середньому щороку в випадає 600-680 мм. опадів. Завдяки значній кількості опадів річки Полісся є повноводними. Навесні, під час танення снігів, бувають тривалі повені. З лісів переважають соснові (бори), дубово-соснові та дубово-грабові. Верхній ярус утворюють дерева. Середній ярус (підліском) складають кущі. Нижній – трав'янисті рослини. У північній частині зони мішаних лісів із хвойних дерев переважає сосна звичайна, а з листяних – дуб звичайний. Південніше, крім дуба, разом з сосною ростуть граб, береза, липа, осика, клен, вільха. Лісову підстилку утворюють опале листя, хвоя і сухі рослини.</p>	Північна частина України
Лісостеп	<p>Зона, де зосереджені ділянки лісу і степу. Простягається від Прикарпаття до Середньоросійської височини. Клімат – помірно континентальний. Літо – тепле, зима – помірно холодна. На заході випадає 550-750 мм, на сході - 450 мм опадів на рік. На степових ділянках переважають чорноземні ґрунти. В Лісостепу зосереджені ділянки листяних лісів. Соснові і сосново-дубові ліси зосереджені на піщаних терасах річок. Ландшафти Лісостепу змінені людиною. За останні століття лісистість зменшилася від 40-50% до 5-10%. Погода дощова. Зима холодна, малосніжна. Весна настає рано. З огляду на те, що температура повітря різко підвищується, волога з ґрунту швидко випаровується. Природних лісів в Степу мало. Переважають штучні лісові масиви.</p>	Центральна частина України

Українські Карпати	Характеризуються випаданням найбільшої кількості опадів: дощів – навесні і влітку, снігу – взимку. Біля підніжжя і на схилах гір ростуть листяні ліси. Їх утворюють дуб, граб, липа, клен, бук. З підвищенням висоти гір, повітря стає холодніше, кількість листяних дерев зменшується, зростають хвойні дерева: ялиця і смерека. Високо в горах ліс стає хвойним. Крім ялини та ялиці в ньому росте модрина. Хвойний ліс – темний і вологий.	Південно-західна частина України
--------------------	---	----------------------------------

Особливостями лісів та лісового господарства України є:

- відносно низький середній рівень лісистості території України;
- ліси зростають у різних природних зонах (Полісся, Лісостеп, Степ, Українські Карпати), які характеризується істотними відмінностями щодо лісорослинних умов, а отже і методів ведення лісового господарства;
- хвойні типи переважають на півночі країни і в Карпатах, листяні – в центрі та південній частині України;
- історично склалася ситуація, внаслідок якої окремі ліси перейшли у приватну власність постійних лісокористувачів (для ведення лісового господарства ліси передано для постійного використання більше п'ятдесяти підприємствам, організаціям та відомствам);
- загалом в Україні спостерігається стійка тенденція щодо збільшення природоохоронних територій;
- велика площа лісів зосереджена у зоні радіоактивного забруднення;
- близько 50% від загальної кількості лісів України є штучно створеними та потребують посиленого догляду.

Таким чином, на території України зосереджена значна кількість лісових масивів, координація експлуатації яких здійснюється через підрозділи лісового господарства. Поряд з веденням господарської діяльності значної уваги потребує дотримання заходів пожежної безпеки, контроль за виконанням яких потрібно здійснювати насамперед у хвойних насадженнях, зокрема сосни звичайної, яка є найбільш поширеною серед хвойних типів дерев практично у всіх кліматичних зонах.

1.2. АНАЛІЗ ВИНИКНЕННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ В УКРАЇНІ. ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ У ЛІСОВІЙ ПІРОЛОГІЇ

Ліси щорічно протягом пожежонебезпечного періоду (квітень - жовтень) зазнають згубного впливу пожеж, які в окремих випадках розповсюджуються на великі площі і завдають значних збитків довкіллю та лісовій галузі. Безпосередньо охорону лісів від пожеж у системі Держлісагентства забезпечували 307 лісогосподарських підприємств, понад 1,7 тис. лісництв та 288 лісових пожежних станцій, на оснащенні яких 625 пожежних автомобілів, 112 лісопожежних модулів на повнопривідних шасі, понад 1,6 тис. тракторів з ґрунтообробним обладнанням, 452 пожежно-спостережні вежі (248 з них

обладнані сучасними телевізійними системами спостереження). Приведено до належного технічного стану 820 мотопомп та понад 8,3 тис. ранцевих лісових обприскувачів.

Авіапатрулювання лісових масивів здійснювалося у 11 найбільш вразливих щодо лісових пожеж областях: Київській, Дніпропетровській, Херсонській - з використанням вертольотів; Волинській, Рівненській, Житомирській, Полтавській, Сумській, Харківській, Черкаській та Чернігівській - літаків. У 2015 році в лісах Держлісагентства виникло та ліквідовано 2225 випадків лісових пожеж на площі 2625 га, що складає 150 % за кількістю та 16 % за площею у порівнянні з показниками попереднього року. Верхових пожеж в пожежонебезпечних лісових масивах зафіксовано на площі 234 га. Завдяки своєчасному реагуванню відомчих протипожежних підрозділів та залучених сил ДСНС, пожежі були ліквідовані на початковій стадії. Проте окремі загорання, у зв'язку з аномальними погодними умовами, не вдалось оперативно ліквідувати і вони розповсюдились на площу понад 5 га.

У період з 27 по 29 квітня 2015 року за даними космічної зйомки було зафіксовано пожежі та теплові аномалії (ТА) в зоні відчуження Чорнобильської АЕС.

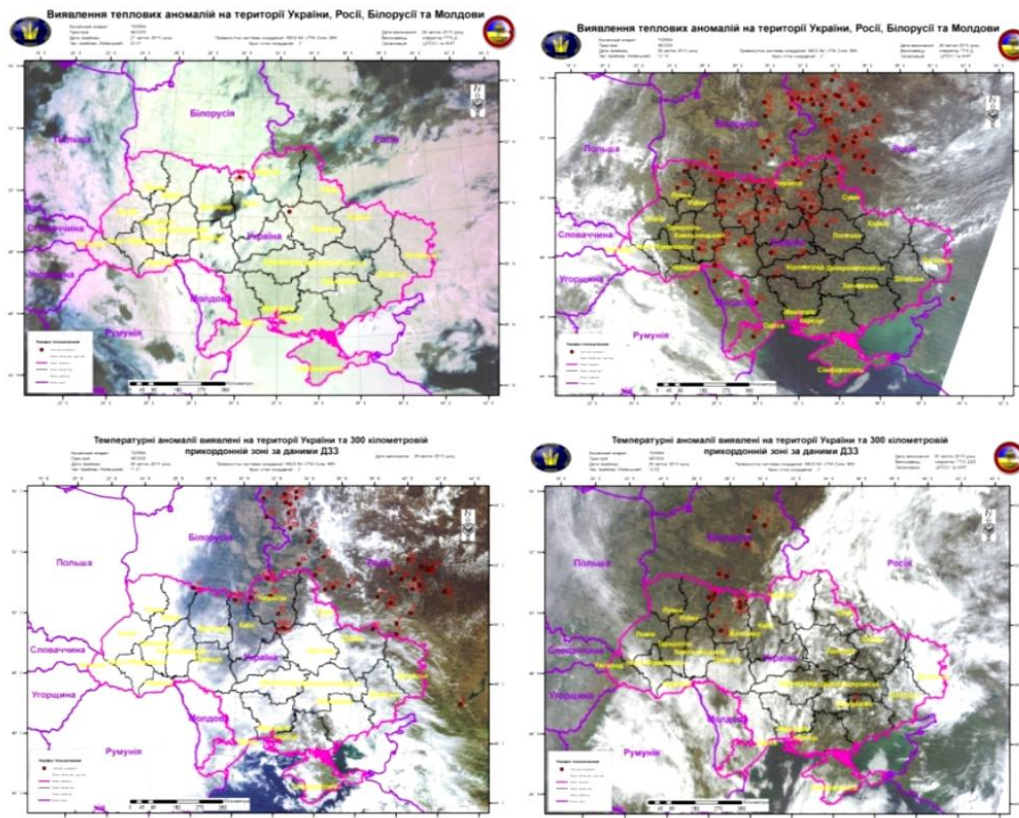


Рисунок 1.2 – Карти теплових аномалій, визначених в зоні відчуження Чорнобильської АЕС під час лісової пожежі у квітні 2015 р., за даними космічного моніторингу

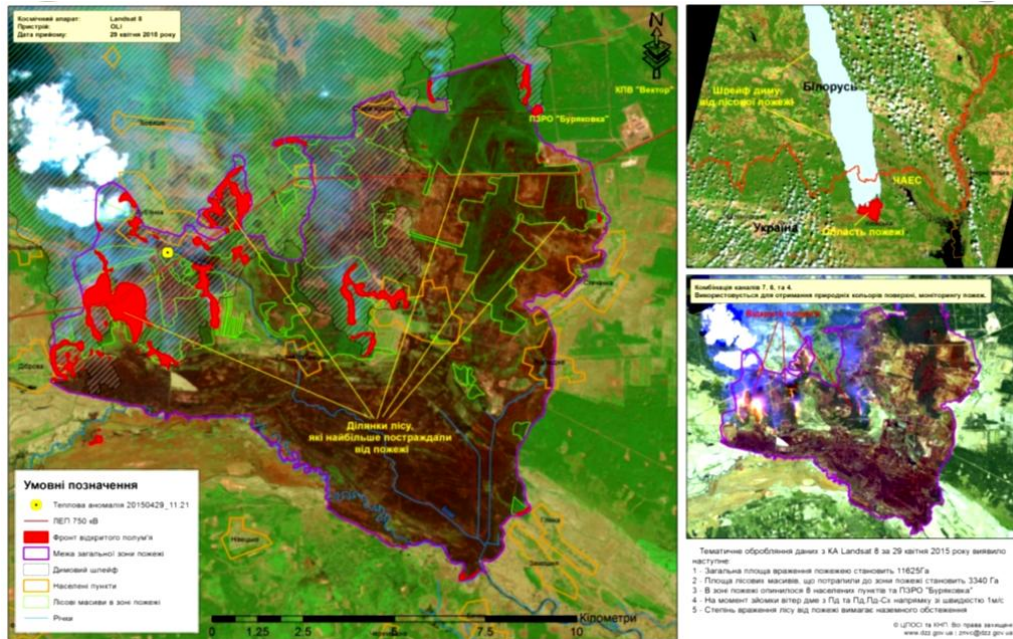


Рисунок 1.3 – Ситуаційна карта щодо пожеж у Чорнобильській зоні відчуження 29 квітня 2015 р.

В Україні на площі близько 1,4 млн га поширені різні види торфових ґрунтів і торфовищ, з яких близько 1,1 млн га – сільськогосподарського призначення, на переважній площі яких побудовано осушувальні системи. Найбільші площі торфових ґрунтів, природно, зосереджені на Поліссі – у Волинській, Рівненській, Чернігівській, Львівській, Київській і Житомирській областях. Останніми роками через потепління клімату, зростання тривалості посушливих періодів спостерігається тенденція до збільшення кількості, частоти та площі пожеж на осушених торфовищах. Так, за даними Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС), протягом 2012 р. в Україні виникло 165 торфових пожеж, матеріальні збитки від яких склали 4,4 млн грн, а в 2014 р. відповідно 252 пожежі і 6,0 млн грн. У 2015 р. у країні загалом сталося у 3,5 рази більше пожеж на торфовищах, ніж у 2014 р. Торфовими пожежами в багатьох областях було охоплено досить значні площі, які у межах Київської, Полтавської, Сумської та Чернігівської областей перевищили 200 га у кожній. Характерною у даному випадку є ситуація, що склалася з пожежами в торфових екосистемах Київської області у 2015 р., де ДСНС було зареєстровано 291 торфову пожежу на площі майже 424 га, тоді як у 2012 і 2014 рр. їхня кількість склала відповідно 31 і 65. Протягом літньо-осіннього періоду горіння торфовищ спостерігалось в 11 районах області (Баришівський, Бориспільський, Бородянський, Броварський, Васильківський, Вишгородський, Іванківський, Києво-Святошинський, Макарівський, Обухівський, Переяслав-Хмельницький), досягнувши максимуму осередків пожеж та охоплених ними площ у жовтні місяці, у зв'язку з чим надзвичайній пірогенній ситуації було присвоєно регіональний рівень. Аналіз пірогенної ситуації свідчить, що унаслідок нехтування правилами протипожежної безпеки або й умисних підпалів літньо-осінній період 2015 р. характеризувався стрімким зростанням осередків загоряння торфовищ у межах Києво-Святошинського, Бородянського,

Вишгородського, Макарівського районів, Ірпінської та Бучанської міськрад, де було зафіксовано понад 70 осередків пожеж.

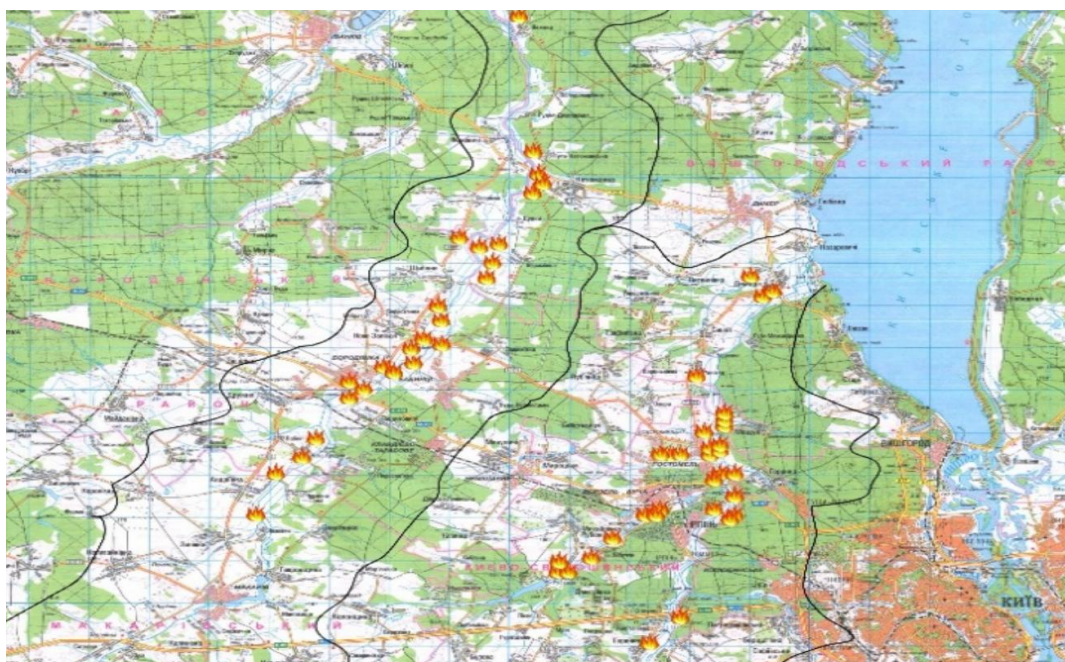


Рисунок 1.4 – Поширення (осередки) пожеж на торфовищах у басейнах річок Ірпінь і Здвиж у Київській області в 2015 р. (за даними Державного космічного агентства України)

Для вирішення проблеми торфових пожеж, мінімізації ризику останніх, забезпечення протипожежного захисту осушуваних торфовищ визначальними мають бути запобіжні заходи. Серед останніх у світовій практиці (Нідерланди, Фінляндія та ін.) використовується метод контрольованого затоплення пожежебезпечних територій за спекотних умов. Застосування даного методу в Україні потребує відновлення повноцінного функціонування меліоративних систем, тобто з подвійним регулюванням режиму ґрунтових вод.

У вересні-жовтні 2020 року виникли пожежі в природних екосистемах на території Луганської області. За попередніми даними Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС), орієнтовна площа, пройдена вогнем, складала понад 20 тис. га. Під час гасіння пожеж евакуйовано 150 осіб. Під час ліквідації лісових пожеж виявлено тіла 11 осіб, з яких: 3 особи загинуло внаслідок отруєння продуктами горіння, 1 особа – від отриманих опіків, 3 особи – внаслідок серцевих нападів, 4 особи - причина загибелі встановлюється. Постраждало 19 осіб (у тому числі 3 співробітника ДСНС).

Найбільш складна обстановка склалася вздовж лінії розмежування на території Станично-Луганського, Новоайдарського, Северодонецького районів Луганської області, де до зони ураження потрапило 32 населених пункти (пошкоджено вогнем кілька десятків будинків та громадських споруд). Основні зусилля ДСНС України були направлені на захист населених пунктів, польового артилерійського складу ЗСУ поблизу с. Боровеньки та газорозподільчої станції на околиці с. Олександрівка. Завдяки комплексному застосуванню наземних сил та авіації було не допущено розповсюдження

вогню до населених пунктів, потреби в евакуації не було. Протягом 1-8 жовтня 2020 року за даними ДСНС України:

- ліквідовано пожежу лісової підстилки поблизу с. Байдівка Старобільського району на площі 50 га.;
- ліквідовано пожежу лісової підстилки поблизу с. Чмирівка Старобільського району на площі 50 га.;
- ліквідовано пожежу очерету та сухої рослинності поблизу населених пунктів Піщане, Нижньотепле та Артема Станично-Луганського району на площі 20 га.;
- ліквідовано лісову пожежу поблизу населених пунктів Лобачеве та Геївка Станично-Луганського району на площі 1 тис. 400 га.;
- ліквідовано пожежу очерету та сухої рослинності поблизу с. Болотене Станично-Луганського району на площі 6 га.;
- ліквідовано лісову пожежу поблизу населених пунктів Трьохізбенка, Муратове та Капітанове Новоайдарського району на площі 2,6 тис. га.;
- ліквідовано лісову пожежу поблизу населених пунктів Боброве, Воронове та Боровське на площі 6 тис. га.;
- ліквідовано лісову пожежу поблизу с. Вільхове Станично-Луганського району на площі 2 тис. га.;
- ліквідовано пожежу лісової підстилки та сухої трави поблизу с. Артема Станично-Луганський району на площі близько 4,2 га. лісової підстилки та 20 га. сухої трави в полі;
- ліквідовано осередок пожежі поблизу села Смолянинове Новоайдарського району на площі 4 тис. 491 га.

Складність гасіння пожеж в екосистемах Луганської області полягала з сильним поривчастим вітром до 25 м/с.



Рисунок 1.5 – Ліквідація (осередків) лісових пожеж у Луганській області 01-08.10.2020 року





Рисунок 1.6 – Лісова пожежа у Луганській області 01-08.10.2020 року

Розглянемо терміни та визначення у галузі лісової пірології:

- Пожежонебезпечний період* – частина року, у межах якої виникають лісові пожежі (з моменту сходження снігового покриву до настання стійкої вологої осінньої погоди або утворення снігового покриву).
- Загоряння в лісі* – виникнення горіння в лісі під впливом джерела запалювання.
- Лісова пожежа* – стихійне розповсюдження вогню територією лісового фонду.
- Крайка лісової пожежі* – межа між пройденою або охопленою вогнем територією і не пройденою вогнем.
- Фронт лісової пожежі* – найбільш рухома частина крайки пожежі (на рівнині рухається за вітром, у гірській місцевості - угору схилом).
- Частина крайки лісової пожежі* – фронт, тил, фланги.
- Види лісових пожеж* – низові, верхові, підземні.
- Низові лісові пожежі* – пожежі, які розповсюджуються надґрунтовим покривом (мохи, лишайники, трави, чагарники, деревний опад, лісова підстилка, вітролом, порубкові рештки) і нижнім пологом (підріст, підлісок).
- Верхові лісові пожежі* – пожежі, при яких вогонь розповсюджується в кронному просторі лісових насаджень. При цьому низовий вогонь розглядається як складова частина верхової пожежі.
- Підземні лісові пожежі* – пожежі, які супроводжуються безполуменим горінням торфового шару ґрунту.

Види низових пожеж за параметрами крайки і висотою полум'я – Низові пожежі слабкі –

Низові пожежі середньої сили –

Низові пожежі сильні –

Види низових пожеж за швидкістю розповсюдження – Низові пожежі рухливі –

Низові пожежі стійкі –

Види верхових пожеж – Верхові пожежі рухливі –

Верхові пожежі стійкі –

Види верхових пожеж за параметрами фронтальної крайки – Верхові пожежі слабкі –

Верхові пожежі середньої сили –

Верхові пожежі сильні –

слабкі, середньої сили, сильні.

пожежі зі швидкістю поступального руху фронтальної крайки до 1 м/хв. і висотою полум'я до 0,5 м.

пожежі зі швидкістю поступального руху фронтальної крайки від 1 до 3 м/хв. і висотою полум'я від 0,5 м. до 1,5 м.

пожежі зі швидкістю поступального руху фронтальної крайки більше 3 м/хв. і висотою полум'я більше 1,5 м.

рухливі, стійкі.

пожежі зі швидкістю поступального руху фронтальної крайки більше 0,5 м/хв., де переважає полум'яне горіння, при якому найбільш частіше відбувається обгорання надґрунтового покриву.

пожежі зі швидкістю поступального руху фронтальної крайки менше 0,5 м/хв., де переважає безполуменеве горіння (тління) наземних горючих матеріалів.

рухливі, стійкі.

пожежі, які розповсюджуються кронами дерев зі швидкістю більше 4 км/год., значно випереджаючи фронт низових пожеж, спричиняють утворення нових осередків завдяки розносу іскор; при пожежі згорають хвоя і дрібні гілки; великі гілки і кора дерев обвуглюються.

пожежі, які поширюються зі швидкістю до 4 км/год. кронами дерев одночасно з просуванням фронту стійкої низової пожежі. Після таких пожеж на їх площі вигоряє майже все і лишаються тільки обвуглені рештки стовбурів колишнього лісу.

слабкі, середньої сили, сильні.

пожежі зі швидкістю просування фронтальної крайки до 3 м/хв.

пожежі зі швидкістю просування фронтальної крайки від 3 до 100 м/хв.

пожежі зі швидкістю просування фронтальної крайки більше 100 м/хв.

<i>Побічні пожежі –</i>	пожежі, що виникли поза контуром основної пожежі від іскор, що були перенесені вітром з території основної пожежі.
<i>Плямисті пожежі –</i>	пожежі, що утворилися із основної і побічних пожеж поза контуром основної пожежі від іскор, що були перенесені вітром з території пожеж.
<i>Види лісових пожеж за розмірами –</i>	особливо великі, великі, невеликі.
<i>Особливо великі лісові пожежі –</i>	площа лісової пожежі - більше 200 га.
<i>Великі лісові пожежі –</i>	площа лісової пожежі - від 5 до 200 га.
<i>Невеликі лісові пожежі –</i>	площа лісової пожежі - до 5 га.
<i>Площа лісової пожежі –</i>	територія, яка обмежена крайкою пожежі.
<i>Гасіння пожежі –</i>	процес впливу сил та засобів, а також використання методів та заходів для ліквідації пожежі.
<i>Тактичні операції гасіння лісової пожежі –</i>	локалізація пожежі, ліквідація пожежі.
<i>Локалізація пожежі –</i>	дії, спрямовані на припинення можливості подальшого поширення горіння і створення умов для його успішної ліквідації наявними силами та засобами.
<i>Ліквідація пожежі –</i>	дії, спрямовані на остаточне припинення горіння, а також на виключення можливості його повторного виникнення.
<i>Пожежостійкі узлісся –</i>	смуги листяних або мішаних деревостанів шириною 150-200 м., смуги хвойних насаджень шириною 200-300 м. навколо пожежонебезпечних ділянок хвойного лісу, а також ці смуги, що розташовані навколо лісних селищ, дачних ділянок, лісних кордонів.
<i>Протипожежна канава –</i>	бар'єр для захисту ділянок лісу від підземних пожеж; прокладається межами з торфовищами, на їх території, у насадженнях з заторфованими ґрунтами шириною унизу 0,2-0,4 м., зверху - 1,5-2,8 м., глибиною - до мінерального шару або до рівня ґрунтових вод.
<i>Протипожежний бар'єр –</i>	ділянка території, яка перешкоджає розповсюдженню і розвитку лісових пожеж (мінералізовані смуги, протипожежні розриви, протипожежні заслони, пожежостійкі узлісся, протипожежні канали, ріки, озера, автомобільні дороги тощо).
<i>Мінералізована смуга –</i>	ділянка території, з якої ґрунтообробними

	механізмами видалені наземні горючі матеріали; ширина смуги повинна бути удвічі більше можливої висоти полум'я низової пожежі.
<i>Противопожесний розрив</i> –	спеціально створена просіка шириною 50-150 м. (розриви шириною менше 50 м., що були створені до затвердження Правил), як правило, з дорогою на її території; є складовою частиною протипожежного заслону і служить для зупинки верхових пожеж.
<i>Противопожесний заслон</i> –	комбінований (складний) бар'єр, який складається з протипожежного розриву (з дорогою посередині) і смуг лісу з обох його боків, очищених від наземних горючих матеріалів, розчленованих мережею мінералізованих смуг і обрізаними гілками хвойних дерев на висоту до 2 м.
<i>Наземні горючі матеріали</i> –	деревний опад, який складається з: опалих хвоїнок, листя, дрібних гілочок, кори, шишок; мертвих деревних рештків: вітролому, сухостою, пеньків, сухих гілок, дрібних порубкових решток; трав'янистої рослинності.
<i>ТУМ</i> –	тип умов місцезростання

1.3. Класифікація лісових пожеж

Для упорядкування процесу вивчення і боротьби з лісовими пожежами необхідна їх класифікація. Протягом тривалого періоду, люди чітко визначили факт, що поширення вогню відбувається в вертикальній і горизонтальній площинах, тобто копіює будову лісу. В залежності від цього принципу і побудована класифікація лісових пожеж. Але, не зразу вона стала чітко зрозумілою.

Багато було різних пропозицій поділу – за силою вогню, за характером пошкодження в лісі, за швидкістю його переміщення. З часом, в багатьох державах світу, визначилась майже однакова класифікація – за характером проходження вогню – низова, верхова і підземна. Виходячи з результатів, напрацьованих в різних регіонах світу, М. П. Курбатський (1962 р.) запропонував чітку і зрозумілу схему класифікації лісових пожеж (табл. 1.4).

Таблиця 1.4

Класифікація лісових пожеж за інтенсивністю
(за М. П. Курбатським, 1970 р.)

Вид пожежі	Категорія	Швидкість поширення вогню, м/хв.	Висота полум'я, м.	Глибина прогорання, см.
------------	-----------	----------------------------------	--------------------	-------------------------

Низова	Слабка	до 1,0	до 0,5	-
	Середня	1-3	0,5-1,5	-
	Сильна	більше 3	більше 1,5	-
Верхова	Слабка	до 3,0	-	-
	Середня	3-100	-	-
	Сильна	більше 100	-	-
Підземна	Слабка	-	-	до 25
	Середня	-	-	25-50
	Сильна	-	-	більше 50

Запропонована класифікація ввібрала всі окремі особливості пожежі в лісі, дала змогу упорядкувати методи боротьби з нею. Базовим принципом для своєї класифікації М. П. Курбатський взяв інтенсивність горіння в лісі.

Але, для більш поглибленого вивчення природи окремого виду пожежі, потрібно розглянути її по складових. Особливості окремих форм лісових пожеж розібрано С. П. Анцишкіним, М. Г. Червоним та іншими дослідниками.

Низова пожежа може розвиватися, в залежності від умов - швидко або повільно. **Швидка, або рухлива низова пожежа** проходить при сухому горючому матеріалі з рихлим розміщенням і дрібними часточками. Кількість виділеного тепла достатня для підсушування сусідніх часточок матеріалу, а горючі матеріали більших розмірів з підвищеною вологістю, вогонь обходить і швидко просувається в глибині лісу. Такі пожежі найчастіше відбуваються ранньою весною, коли відбувся процес підсушування минулорічних трав, поверхні опаду, відсутність листя. Великої шкоди такий вид пожежі не завдає, але якщо він виникає або переноситься в хвойні культури, в такому випадку створюється загроза виникненню верхової пожежі.



Рисунок 1.7 – Низова пожежа у м. Великі Мости Львівської області (2015 р.)

При повільній або стійкій лісовій пожежі, кількість тепла значно більша і є достатньою для підсушування великої кількості горючих матеріалів, полум'я поширюється за повітряними потоками, прогрівання підстилки в глибину і при наявності відкритих або неглибоких шарах залягання торфу, пожежа може легко перейти до підземної.

Виникнення верхової пожежі є прямою дією низової, яка може перерости при наявності умов. А такою умовою, в першу чергу, служить

примикання хвойних посадок. З переходом полум'я вгору, утворюється підняття потоку повітря, який підсушує сусідні частини – хвої або дрібних гілочок і фронт полум'я катастрофічно зростає. Верховна пожежа також може розвиватися поступово, коли проходить повне згоряння підстилки і часточок горючого матеріалу, тоді разом з полум'ям пожежа піднімається в крони дерев верхнього намету. Йде поступове підсушування горючого матеріалу і вогонь поширюється в глибину насадження суцільною стіною з незначною швидкістю. Такі пожежі характерні в різновікових насадженнях, коли горючі матеріали мають зближене вертикальне розміщення. Процес протікання такої пожежі відбувається без впливу вітру, але коли появляється сильний вітер, він пучками перекидає полум'я разом з палаючими часточками все далі і далі. В такому випадку верхова пожежа стає надзвичайно рухливою. В цьому процесі настає комплексна дія вогню, тепло низової пожежі піднімається в крони, сильно підсушує і нагріває горючі матеріали, вогонь різко набирає сили і стрибками поширюється по площі. Полум'я за 8-12 секунд проходить відстань 100-120 м, потім після деякого сповільнення, після чергового підігріву частини території настає новий стрибок полум'я.

При верховій рухливій пожежі виділяється велика кількість тепла, при 100 м стрибку полум'я по фронту і ширині з глибиною 5 м, кількість тепла доходить до 8 млн. кДж/с (дані М.П.Курбатського). Ця величезна кількість тепла, піднімаючись вгору, формує конвекційні колонки, в яких полум'я може досягати висоти 120 метрів. В атмосфері рух колонок співпадає з фронтом пожежі, а при наявності вітру, вони сильно видаються вперед і підвищують силу пожежі.

Виникнення **підземної пожежі** можливе при наявності великої кількості тепла, яке виникає при стійкій низовій пожежі, глибоко прогріває і підсушує нижні шари підстилки і при наявності близького залягання торфу, передається в його масу.



Рисунок 1.8 – Гасіння торфовища у с. Корчів Львівської області (2014 р.)



Рисунок 1.9 – Пожежна автоцистерна та пожежний рукавний автомобіль під час гасіння торфовища у с. Корчів Львівської області (2014 р.)

Поява підземної пожежі проходить повільно, при безполум'яному горінню. Це значно ускладнює її виявлення. Проходження пожежі можливе лише при умові достатньої кількості тепла для підсушування сусідніх часток торфу і притоку кисню. В цілому ж, процес підземного горіння проходить по складній схемі.

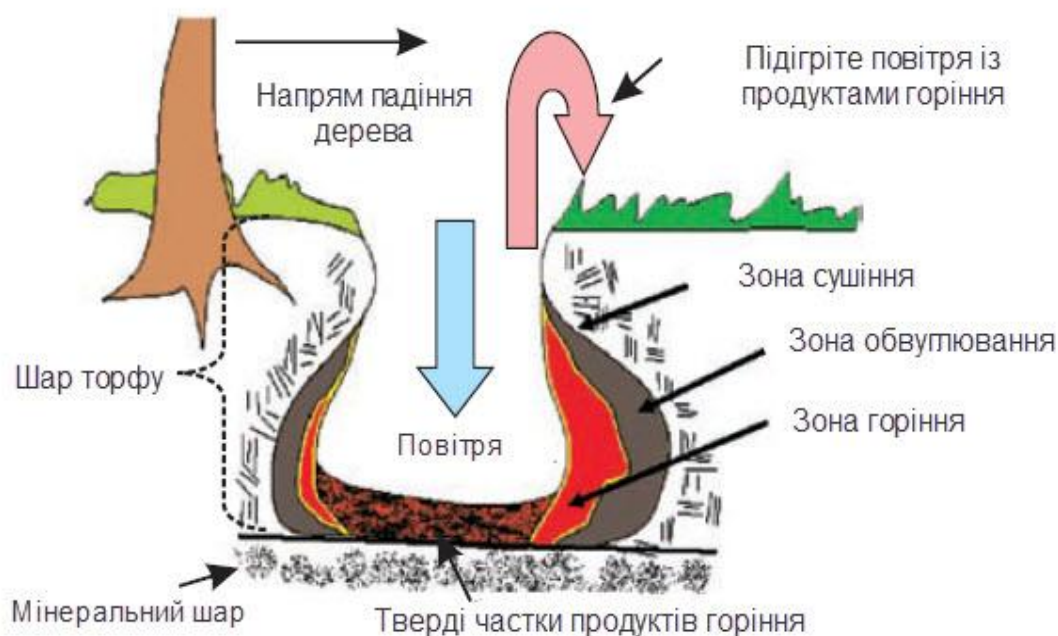


Рис. 1.10 – Поширення торфової пожежі

Найсприятливішими періодами виникнення підземних пожеж вважається друга половина літа, якій сприяють сильні посухи. Значно відмінною є природа виникнення і поширення лісової пожежі в гірських лісах, де основну роль відіграє рельєф місцевості. Виникнення пожежі розпочинається у підніжжі схилу і фронт її піднімається до хребта. Зі збільшенням крутизни схилів

швидкість нарощування пожежі зростає і може поступово перейти в верхову. Суттєву роль в розповсюдженні вогню відіграє вітер, напрямки поширення його відбуваються за законами добової конвенції. З настанням прохолоди, вночі, вітер дме в долину, витісняючи тепле повітря, а, вдень, цей процес йде в зворотному напрямку. Врахування всіх особливостей гірської місцевості, дає змогу правильно розробити тактику боротьби з пожежами.

Але, якщо пожежа виникає на значній території з різним рельєфом, це надзвичайно ускладнює процес боротьби з пожежею. Гасіння таких масштабних пожеж дуже загрозове і потребує величезних зусиль і витрат.

Контрольні питання:

1. Походження терміну «лісова пірологія»?
2. Класифікація лісових пожеж?
3. Характеристика низових пожеж?
4. Характеристика верхових пожеж?
5. Характеристика підземних пожеж?

ТЕМА № 2: «УМОВИ ВИНИКНЕННЯ І РОЗВИТОК ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ»

План лекції:

1. Джерела вогню у лісі.
2. Пірологічні властивості лісових горючих матеріалів.
3. Вплив погодних умов на виникнення лісових пожеж.
 - 3.1. Вплив вологості.
 - 3.2. Вплив вітру.
 - 3.3. Вплив рельєфу.
 - 3.4. Вплив горючих матеріалів.

1. ДЖЕРЕЛА ВОГНЮ У ЛІСІ

Необхідно розрізняти два типи первинних джерел тепла, які сприяють виникнення лісової пожежі:

- природні: найчастіше вогонь виникає при розрядах блискавок;
- штучні (антропогенні): відкритий вогонь від сірника, багаття, недопалка; проведення різних вогневих робіт (випалювання минулорічної трави, стерні, спалювання порубкових залишків, будівельного мотлоху і т. п.); іскри і розпечена окалина металу при зварюванні металоконструкцій і ремонті техніки в лісі; загоряння моху, що потрапляє на вихлопні труби колісних і гусеничних машин; самозаймання торфу або лігніну на відвалах ЦПК з переходом вогню в ліс; стрілянина на полігонах, полювання, умисні підпали, автомобільні і залізні дороги.

Природні джерела тепла. Найбільш часто масові спалахи лісових пожеж виникають після проходження «сухих» фронтальних гроз, що розвиваються на малорухомих холодних атмосферних фронтах. Як правило, їм передують тривалі

сухий період, який характеризується високою температурою і низькою вологістю повітря і лісових горючих матеріалів.

Не кожен удар блискавки, що досягає землі (ліси) викликає загоряння. За даними фахівців служби охорони лісів Канади, з 100 ударів блискавок тільки в 1-2 випадках виникають лісові пожежі. Ці дані отримані на підставі реєстрації визначників блискавок, що досягають земної поверхні. Система реєстрації блискавичних розрядів являє собою територіально розподілену радіоелектронну інформаційну систему, яка дозволяє в реальному масштабі часу на території, яка вимірюється сотнями і тисячами кілометрів, фіксувати сигнали електромагнітного випромінювання блискачкових розрядів, проводити вибірку розрядів «хмара - земля», визначати їх координати і енергетичні характеристики, відстежувати і прогнозувати рух грозових фронтів.

Штучні джерела тепла. Статистичні дані говорять про те, що в густонаселених територіях до 90% лісових пожеж виникають з вини людини.

Таблиця 2.1

Зв'язок небезпеки виникнення лісової пожежі від вологості лісових горючих матеріалів (І. С. Мелехов, 1979)

Вологість лісових горючих матеріалів, %	Джерела вогню
21-25 і >	Багаття, спалювання трави
16-20	Вогонь сірників, блискавки
11-15	Тліючі сигарети, попіл із люльок
7-10	Тліючі сірники
5-6	Іскри від двигунів внутрішнього згорання

Відомим лісопірологом Н. П. Курбатским було встановлено, що горіння лісу багато в чому залежить від щільності населення. Ним було отримано рівняння регресії:

$$Z=1,3x+30,$$

де, Z – кількість пожеж, шт. на 1 млн. га. в рік;

x – щільність населення, люд. на 1 км.

Зі зменшенням щільності населення знижується кількість лісових пожеж. Зі збільшенням щільності населення число пожеж, що припадають на одиницю площі лісового фонду, закономірності зростає, а на одну людину – знижується. Подальші дослідження показали, що ця залежність більш точно виражається наступним чином: $Z = x$. За даними Г. П. Теліціна, в південних густонаселених районах Хабаровського краю одна пожежа в день припадає на 500 тис. жителів, в центральних – на 110 тис., а в рідконаселених – південних на 70 тис. У північних рідконаселених районах пожежі з вини населення виникають частіше, ніж в південних, де щільність населення набагато вище. Це пояснюється тим, що зі зменшенням щільності населення зростає і частка

жителів, які не пов'язані з лісом в своїй виробничій діяльності і які відвідують ліс лише у вільний час. Середній житель рідконаселеної території, частіше буваючи в лісі, піддається більшому ризику допустити необережне поводження з вогнем та спричинити пожежу, ніж житель щільнонаселеної території.

2. ПРОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЛІСОВИХ ГОРЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ

Лісові пожежі зумовлюються сукупністю чинників, таких як температура, відносна вологість повітря, атмосферний тиск, напрямок та швидкість вітру, вік, вміст кисню в повітрі досліджуваної місцевості, експозицію, структура та породний склад дерев, рослини наземного яруса, запас та вологість лісової підстилки та ін.

Багатьма вченими, при вивченні лісових пожеж, розглядалось питання балансу – розподілу тепла при згорянні лісових матеріалів. Так, було визначено, що при згорянні на процес розсіювання і конвекцію витрачається до 80% тепла, на прогрівання місця його розміщення – ґрунту – 3-4%, для підігріву сусідніх часток горючих матеріалів – близько 8% тепла. Розсіяне тепло піднімається вгору і поширюється вглиб лісу, підігриваючи сусідні частини горючих матеріалів і сприяє поширенню лісової пожежі. Подальший розвиток лісової пожежі йде нерівномірно, на це діють потоки тепла і неоднорідність горючих матеріалів. Над пожежею утворюються вихідні колонки тепла, які повітрям піднімаються вгору.

Утворення їх можливе при наявності горючих матеріалів в межах 10-30 тон на 1 га і загальної площі пожежі – 15-25 га.

При полум'яному горінні в умовах лісу, коли полум'я починає світитися, температура в зоні горіння досягає +500°C. Найбільшої температури при наземній лісовій пожежі сягає +900°C.

Виникнення і поширення лісової пожежі залежить, в першу чергу, від ряду факторів - стану горючого матеріалу вологості, його складових, розміщення на площі та вітрового режиму ділянки.

Вченими, які займалися цією проблемою – І.С.Мелехов, О.О.Молчанов, В.Г. Нестеров, С.М.Вонський, В.П.Молчанов та інші, було запропоновано схему, яка виходила з вертикальної будови лісу, його складу та вікової структури.

З урахуванням вказаних факторів, лісові горючі матеріали були розділені на три групи, які чітко пояснюють сутність процесу горіння в лісі:

- I - наземні;
- II- надземні;
- III- підземні.

Коротко охарактеризуємо кожен групу окремо.

До наземної першої групи відносяться всі горючі матеріали, які розташовані на поверхні землі – підстилка, до якої слід включати гумусовий горизонт, трав'яний покрив та самосів деревних порід висотою до 0,5 м. Матеріали цієї групи є першими займистими факторами в лісі. Умови його загорання залежать від вологості, яка є найважливішою особливістю цієї групи.

Якщо привнесене джерело вогню є достатнім для випаровування горючого матеріалу і подальшого підсушування сусідніх часток, вогонь швидко набирає сили і фронт полум'я наростає. Важливу роль в цьому процесі відіграє вітер. Зі зростанням висоти полум'я, вогонь передається по траві та підростку вверх і може поступово перейти з наземної пожежі в надземну.

Друга група горючих матеріалів складається з деревного горизонту, який розташований вище 0,50 м над землею – підросту, підліску та основних наметів лісу. Для цієї групи горючих матеріалів, характерна відносна стабільність вологості та розірваність їх в просторі. Тому, для переходу низової лісової пожежі в надземну групу матеріалів потрібна значна кількість тепла, якої має бути достатньою для підсушування матеріалу на достатній віддалі і переносу його. Важлива роль при цьому, належить повітряним потокам. Весь процес горіння проходить при полум'яній стадії.

Остання – підземна група горючих матеріалів, основою якої є торф і коренева маса дерев, має постійну вологість. Загоряння цієї групи може відбутися лише при великій кількості тепла, достатнього для підсушування сусідніх часточок. Процес горіння для цієї групи може бути лише безполум'яним.

Виходячи з природи загоряння і передачі вогню від однієї групи до іншої та вологості матеріалів М. П. Курбатський розробив систему, при якій розділив всі наявні горючі матеріали в лісі на шість груп:

- 1 – мохи і лишайники з дрібним опадом;
- 2 – трави, напівчагарники і дрібний підріст деревних порід;
- 3 – підріст старших вікових груп і підлісок;
- 4 – лісова підстилка з гумусовим горизонтом і торф;
- 5 – вітровал, крупний опад, пеньки;
- 6 – хвоя малих дерев, охвоєні гілки дерев старших вікових груп.

Цей розподіл на групи лісових горючих матеріалів, дав змогу конкретніше вивчити природу загоряння в поширенню полум'я.

Більш глибокі дослідження, проведені І.С.Мелеховим і С.І.Душа-Гудимою, при мінімальному джерелу запалювання – сірника, дали змогу розробити свою класифікацію горючих лісових матеріалів, в залежності від швидкості загоряння:

I – найчастіше займисті:

- а) тогорічна відмерла трава, опала хвоя і дрібні охвоєні гілки, кущі, лишайники;
- б) відмираючі та відмерлі мохи;
- в) опале скручене листя.

II – часто займисті матеріали:

- а) сухі багаторічні трави, іван-чай, зніт, оголені місця торф'яників;
- б) зелені мохи, які поширені в смеречниках Карпат;
- в) грубо розкладена підстилка;
- г) підсушена трухлява деревина.

III – рідкозаймисті матеріали:

- а) брусниця;
- б) чорниця;
- в) багно, лохина, плавун сплющений.

IV – дуже рідкозаймисті:

- а) зозулин льон, сфагнум;
- б) широколистяні живі трави.

Враховуючи складність і неоднозначність розміщення, кількості та складу горючих матеріалів, розвиток осередку пожежі проходить по різному.

Тому, враховуючи всі особливості процесу виникнення і поширення пожежі в лісі, М.П. Курбатський розділив всі групи горючих матеріалів на три класи їх горючості:

I – клас, провідників горіння, до якої віднесена група найбільш легкозаймистих матеріалів;

II – клас, підтримувачів горіння – це ті матеріали, що швидко можуть підключатися до процесу горіння;

III – клас, затримувачів поширення вогню – до них відносяться широколистяні трави, рослини – вологолюбви.

При лісовій пожежі, кількість виділення тепла залежить, в першу чергу, від вологості матеріалу і його теплотворної здатності.

Кількість тепла в кДж, яка виділяється при повному згорянню 1 кг абсолютно сухої речовини називається вищою теплотворною здатністю (Q_v). При окремій вологості, при якій проходить процес горіння, частина тепла поглинається на випаровування, тому така теплотворна здатність називається нижчою (Q_n). Величину теплотворної здатності можна обчислити теоретично, або визначити експериментально, при допомозі калорифера. Теплотворна здатність має важливе практичне значення, так як дає можливість прогнозування поширення пожежі.

Практичне визначення теплотворної здатності горючих матеріалів провів Г. А. Амосов.

Різниця вищої теплотворної здатності – Q_v і нижчою складає 40-45%. Але, при лісовій пожежі горять всі компоненти разом, тому наведені дані, дають лише загальну уяву про теплотворну здатність лісових матеріалів. Вивчення сумарної теплотворної здатності лісових горючих матеріалів, потребує значних досліджень.

Значення цього показника, дасть змогу більше і глибше зрозуміти процес проходження лісової пожежі та розробити методи боротьби з цим загрозливим явищем.

В цілому залежність лісової пожежі від основних чинників впливу можна подати у вигляді такої схеми (рис.2.1).

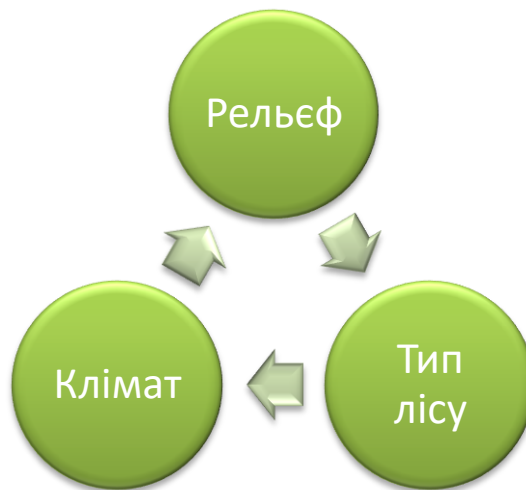


Рисунок 2.1 – Вплив умов довкілля на виникнення лісової пожежі

Інтенсивність горіння лісу залежить від його типу. Процеси горіння у лісі є гетерогенними, тому що відбуваються у відкритій атмосфері. Як відомо, деревина горить в середовищі окисника. В атмосфері лісу вміст кисню достатньо великий, що сприяє процесам горіння в цілому.

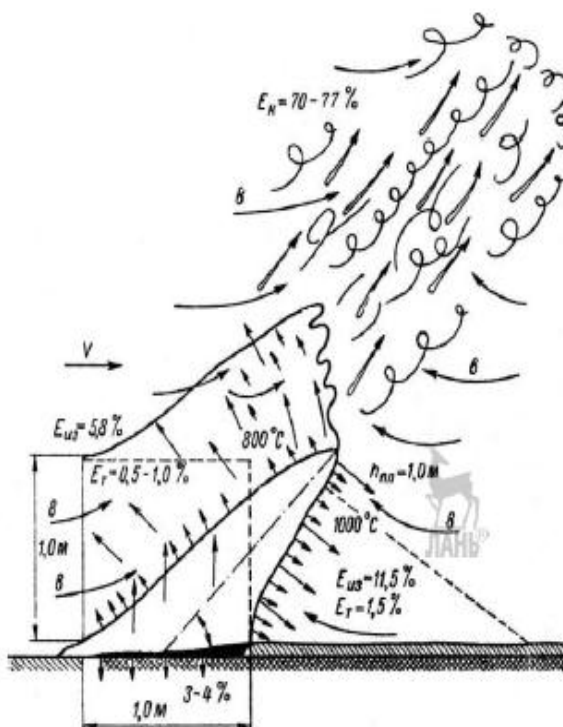
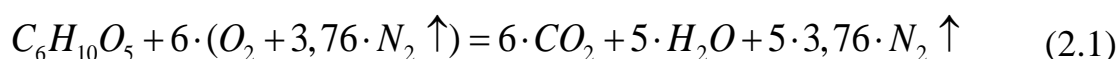
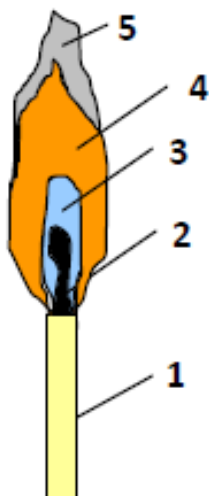


Рисунок 2.2 – Схема розсіювання тепла палаючої кромкою пожежі: висота полум'я 1 м.; E_k , $E_{из}$, E_t – втрати теплоти конвекцією, випромінюванням і теплопровідністю (%); $E_{ку}$ – зона підвищеної концентрації чадного газу CO

Основу лісових горючих матеріалів складає целюлоза ($C_6H_{10}O_5$), яка здатна горіти в атмосфері окисника. Окрім цього, деревина містить близько 42 % оксисену, що підсилює процеси горіння.



Внаслідок згорання деревини в атмосфері утворюється велика кількість вуглекислого газу, а також водяна пара. Деревина, залежно від умов контакту з повітряним середовищем, окислюється з врахуванням певного фазового порядку, за кого відбувається зміна температури.



- 1 – деревина;
- 2 – обвуглена деревина;
- 3 – гази (леткі речовини);
- 4 – фронт полум'я;
- 5 – продукти горіння (дим)

Рисунок 2.3 – Горіння деревини

Е. С. Арцибашев і Г. А. Амосов розкрили сутність горіння як системи складних фізико-хімічних перетворень, зокрема виділяють 5 фаз горіння деревини. Температура на окремих фазах горіння наведена в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Розподіл температурного режиму нагрівання деревини для різних фаз горіння

Фаза горіння	Температурний режим, °С	Процеси, які спостерігаються
1	0–100	Нагрівання деревини
2	100–150	Висушування деревини
3	150–300	Піроліз деревини
4	300–500	Перехід від горіння до затухання
5	500–1000	Виділення CO та CO ₂

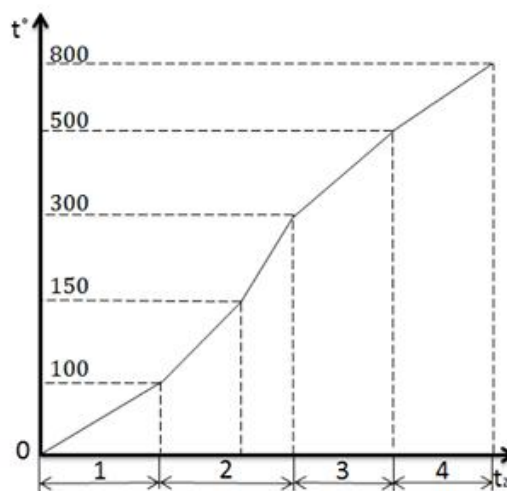
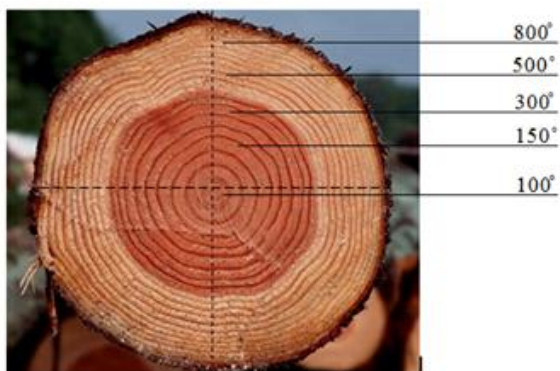


Рисунок 2.4– Розподіл температурного режиму нагрівання деревини

Як видно, з наведених даних, горіння деревини складний процес. При активному піролізу деревини і виділенню великої кількості горючих газів, відбувається горіння полум'ям. При поступовому зменшенню виділення газу і обуглюванні деревини полум'я зменшується, а потім зникає.

Вивчаючи цей процес Г. А. Амосов виділив два типи горіння: полум'яне і безполум'яне. Умовність такого поділу очевидна.

Полум'яне горіння розпочинається при активному піролізу деревини – +200-+300°C і продовжується до +400°C. В межах цього температурного режиму висота полум'я досягає свого максимуму, тобто подвійної товщини палаючого шматка деревини. При збільшенні розмірів дров, йде процес поверхового обуглювання і горіння полум'ям, за рахунок виділення горючого газу з тріщин від піролізу деревини в середній частині. Цей процес горіння ми можемо спостерігати на окремії кучі дров, але в лісі, горючі матеріали розміщені на великій площі, тому температура від першого джерела загоряння поступово передається сусіднім часточками палива.

Тобто, йде горизонтальне переміщення температури та поступове підсушування і піролізу деревини. Полум'я зміщується в бік концентрації горючого газу. Після підвищення температури процес полум'яного горіння поступово зменшується і воно переходить в фазу безполум'яного.

За період полум'яного горіння вигоряє до 85-90% лісових горючих матеріалів, за винятком торфу, горіння якого відбувається виключно в безполум'яній фазі, при цьому він вигоряє до 100%. Процес полум'яного горіння відзначається великою інтенсивністю.

Процес безполум'яного горіння в лісі відбувається рідко, тільки при підземній пожежі, або коли вигоряє гумусовий горизонт. Цей процес дуже стійкий. Він характерний низькою кількістю виділених горючих газів. Це можливе при умові, коли пройшла активна фаза полум'яного горіння і виділення горючого газу від піролізу зменшилося, або при підвищеній вологості горючого матеріалу.

Горіння торфу має свою специфіку – по перше процес горіння йде в закритому середовищі і розсіювання температури дуже мале. Окрім цього, в складі торфу є велика кількість бітумних сполук, які обволочують горючий матеріал і торф може горіти при вологості до 300-500%. Цим, також пояснюється величезний розхід води при гасінні торф'яних пожеж.

Таблиця 2.3

Вміст хімічних елементів (%) різних ЛГМ

Горючі матеріали	Вміст у % на кг. сухої речовини				
	С	Н	О	N	зола
Деревина сосни	50,8	6,3	42,5	0,1	0,3
Деревина берези	50,2	6,2	43,0	0,2	0,4
Хвоя сосни	53,1	6,2	36,3	1,3	3,1
Хвоя ялини	53,0	6,2	37,2	1,2	2,4
Верес звичайний	52,4	6,1	37,2	1,0	3,3
Підлісок	50,0	6,1	39,4	1,4	3,1

Приріст сосни, ялини	50,0	6,2	40,2	1,1	2,5
Лісові трави	45,0	6,5	42,0	1,5	5,0
Живий надґрунтовий покрив	49,8	6,2	36,9	2,6	4,5
Торф	51,4	5,4	31,0	2,2	10,0

Процес горіння хвойних молодняків у порівнянні з іншими типами лісових насаджень має деякі особливості, які, насамперед, пояснюється специфікою фізичних та хімічних властивостей. Стрункість та прямолінійна форма більшості таких дерев спричинена порядком розташування волокон. Наявність смоляних ходів зумовлює накопичення та поширення смоли вздовж стовбура дерева. Смола захищає дерево від деструкції, проте посилює його горючі властивості. Вміст смоли є найбільшим у кореневій системі та нижній частині дерева, а також і у хвої. Також у хвойних деревах міститься скипидар та каніфоль, котрі є активними компонентами в процесі горіння. Молоді хвойні породи містять достатньо багато живиці (суміші усіх вище взятих речовин).

Вміст живиці у дереві та його компонентах зумовлюють їх теплотворну здатність. Зауважимо, що теплотворна здатність під час горіння сухого матеріалу є вищою (Q_v), а вологого – нижчою (Q_n). Тепло, яке виділяється при згоранні матеріалу, частково спрямовується на підсушування нових порцій горючого матеріалу та зумовлює швидкість поширення полум'я. Важливе значення має і структура горючого матеріалу, наприклад його геометричні розміри та розташування. Наприклад, гілки звичайної віком до 10 років, майже повністю вкриті хвоєю. А молода хвоя сосни, згідно з теорією **Г. А. Амосова**, має найвищу теплотворну здатність серед усіх видів горючого лісового матеріалу. Окрім того, хвоя швидко займається через малу товщину. Проте під час лісової пожежі горить не лише хвоя, але й інші компоненти дерева (гілки, стовбур), а також інші рослини та їх рештки, що впливає на величину теплотворної здатності. Саме значення сумарної теплотворної здатності дає змогу прогнозувати поведінку лісової пожежі, за якою проводять розрахунок сил і засобів, котрі залучатимуться для її гасіння.

Таблиця 2.4

Вміст живиці у деревах деяких хвойних порід

Вид дерева	Вміст живиці, %
Ялиця	1,003
Ялина	1,68
Модрина	4,19
Сосна	4,81

Структура та запас горючого матеріалу у складі пожежонебезпечного середовища – це лише один з аспектів пожежної небезпеки лісу. На виникнення і поширення пожеж впливають також і умови клімату: температура навколишнього середовища, вологість атмосферного повітря, кількість опадів, атмосферний тиск.

3. ВПЛИВ ПОГОДНИХ УМОВ НА ВИНИКНЕННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ

3.1. Вплив вологості

Важливе значення для виникнення пожеж у лісі має вологість повітря. Вважають, що із збільшенням вологості зменшується загроза виникнення пожежі, а вологість повітря менша за 40% зумовлює підвищену пожежну небезпеку. Вологість повітря істотно впливає на вологість лісової підстилки, яка і зумовлює ступінь пожежної небезпеки. **W. R. Stevens** встановив залежність пожежної небезпеки лісу від вологості верхнього шару лісової підстилки (табл.3.1.1).

Таблиця 2.5

Залежність пожежної небезпеки від вологості верхнього шару лісової підстилки

Вологість верхнього шару підстилки, %	Причина загоряння	Ступінь пожежної небезпеки
До 6	Цигарки, іскри, жар з люльки	Найвищий
6-10	Іскри, жар з люльки, сірники, багаття	Високий
11-16	Жар з люльки, сірники, багаття	Середній
17-22	Сірники, багаття	Малий
23-29	Сірники, багаття (повільне запалювання)	Дуже низький
≥ 29	Пожежа відсутня	Відсутній

Для соснових насаджень найбільшою є вологість посередині між деревами, що пояснюється наявністю вільного простору між кронами та проникненням опадів. Низькою є вологість безпосередньо біля стовбура, оскільки окрім затримування опадів коренева система вбирає вологу.

Якщо вологість повітря незначна, тоді відбувається активна аерація шару лісової підстилки, а це сприяє виникненню пожежі та її швидкому розповсюдженню. Небезпека для молодого хвойного лісу полягає в тому, що процес горіння зумовлює виникнення потужних конвективних потоків, під дією яких відбувається перенесення розігрітих летючих часточок на значну відстань з їх потрапленням на гілки дерев. Поширення відбувається більш сухішими ділянками, мінаючи вологі, для займання яких необхідні більші затрати тепла на висушування та підігрів зволжених горючих матеріалів.

Вологість повітря має пряму залежність від опадів і вологості, яка поступає в повітря від транспірації рослинного світу, наявної вологості утримуваною органічними речовинами та від випаровування з водоймищ.

Природу впливу вологості повітря, на виникнення лісових пожеж розкрив М.В. Ситнов (1930 р.). Він вперше звернув увагу на дуже впливовий фактор оцінки погоди – стан вологості повітря.

Як відомо, вода в повітрі утримується в вигляді пари, тому різниця між тиском пари, яка насичує повітря з зовні при фіксованій температурі та тиском пари, що міститься в повітрі – називається її дефіцитом.

Дефіцит вологості вимірюється одиницями тиску повітря – міліметрах ртутного стовпчика чи мілібарах.

При значному дефіциті вологості повітря, вплив опадів на пожежну загрозу не відіграє вирішальної ролі, загроза виникнення пожежі зберігається в той же час, як при малому дефіциті вологості, загроза виникнення лісових пожеж може бути низькою, тому що процес віддачі вологи із горючих матеріалів дуже малий.

Фактор вологості відіграє суттєву роль на швидкість поширення пожежі. При низькій вологості повітря, процес підсихання лісових горючих матеріалів проходить значно інтенсивніше і коли виникла пожежа, проходить процес прискореного горіння. Активність вогню може бути настільки високою, що низова пожежа може швидко перейти в верхову. При такому процесі, накопичена кількість тепла конвектує потужні теплові потоки, які переносять часточки тліючих речовин на нові ділянки. Згорання нових ділянок відбувається спочатку на більш сухих місцях, обходячи полум'ям зволожені і більш великомірні частини, для швидкого підігріву яких потребується велика кількість теплової енергії. На поверхні згарища утворюються невиворілі осередки. Така пожежа дуже швидко охоплює великі території. Впоратись з нею дуже тяжко. Зафіксовані згарища такого типу називають «плямистими».

Роль вологості повітря суттєво впливає на швидкість поширення вогню.

Числовий показник відносної швидкості вогню, який залежить від вологості повітря називають коефіцієнтом впливу вологості повітря – Кч (табл. 3.1.2).

Це показово видно на розрахунках.

Таблиця 2.6

Числовий показник відносної швидкості вогню, який залежить від вологості повітря називають коефіцієнтом впливу вологості повітря – Кч.

Показники відносної вологості повітря, %	100-90	80	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20
Кч	1,0	1,15	1,25	1,35	1,4	1,6	1,7	1,9	2,2	2,6	2,9	3,4	3,8

Так, якщо максимальну вологість повітря = 90-100% взяти за 1,0, тоді коефіцієнт впливу при мінімумі вологості – 20% зростає в 3,8 рази.

3.2. Вплив вітру

Вітер – один із впливовіших факторів розвитку процесу горіння. Завдяки силі вітру в зону горіння поступають нові порції кисню, підсилюючи його, а також із-за різниці температур повітря формуються перепади атмосферного тиску, що сприяє утворенню конвекційних процесів.

При цьому вітер дме в зону фронту вогню, прижимаючи його до поверхні горючих матеріалів швидко їх підсушує і підсилює процес горіння.

Вогонь набирає швидкості, захоплюючи все нові ділянки, а якщо на шляху його з'являється ланка горючих матеріалів, здатних перенести вогонь в верхні горизонти лісу, виникає верхова пожежа. Дослідженнями цього процесу відмічено, що при швидкості руху повітря в 0,8 м/с, його вплив набуває

стримуючого характеру, так вітер дме проти вогню. Тому, при такій ситуації коефіцієнт відносного впливу вітру по швидкості розвитку пожежі, можна прийняти за 1,0. Виходячи з цього фактору процес залежності можна пояснити слідуючими розрахунками та графічним зображенням (табл. 3.2)

Таблиця 2.6

Коефіцієнт відносного впливу швидкістю вітру

Швидкість вітру, м/с	-2,0	-1,5	-1,8	-0,4	-0,2	0,0	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,5	3,0
Коеф. відносного впливу, K_v	1,05	1,0	1,0	1,2	1,4	1,6	2,3	3,4	5,2	7,8	11,2	16,0	21,0

Відштовхуючись від швидкості вітру в 0,8 м/с, який дме проти вогню, коефіцієнт майже не змінюється до 2 м/с. При напрямку вітру за вогнем до повного штилю (0 м/с), вплив його наростає.

І при швидкості вітру в 3 м/с, величина коефіцієнту - K_v зростає до 13,1 рази.

Цим повністю підтверджується роль вітру на поширення лісової пожежі.

3.3. Вплив рельєфу

Головним фактором впливу рельєфу на швидкість поширення пожежі в гірській місцевості є крутизна схилу. Важливим фактором в цьому питанні є також румби. За звичай, північні румби менше прогриваються, тому вологість цих схилів завжди вища, що зменшує процеси горіння. Крутизна схилу суттєво впливає на зміну виду пожежі. Так, з збільшенням крутизни загроза переходу низової пожежі в верхову, різко зростає.

Наочно цей процес можна проілюструвати на схемі (рис. 2.5).

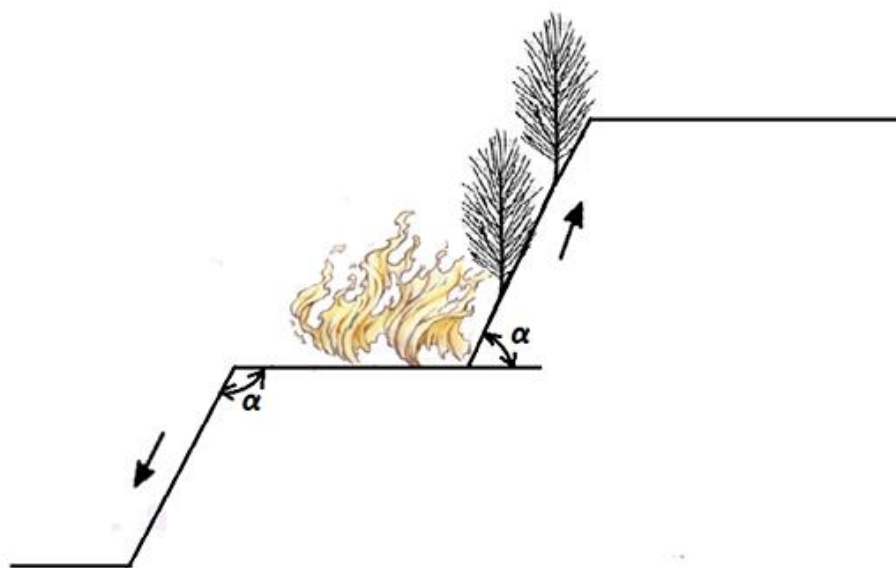


Рисунок 2.5 – Схема поширення вогню у гірських масивах

Швидкість поширення вогню вниз по схилу, практично рівна швидкості на горизонтальній площині.

Числове значення відносної швидкості поширення вогню називається відносним коефіцієнтом – K_d , впливу кута нахилу. Проведені розрахунки:

d^0	-40	-30	-20	-10	0	10	15	20	25	30	35	40
K_d	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,5	2,0	2,9	4,9	9,5	2,8

Розрахунки показують, що з збільшенням крутизни схилу, коефіцієнт залежності від крутизни зростає до 35^0 , а починаючи з 40^0 різко зменшується. Особливий стрибок впливу лежить в межах крутизни $30-35^0$.



Рисунок 2.6– Лісова пожежа на схилі у Карпатах (Воловецький район)



Рисунок 2.7 – Лісова пожежа на схилі у Хорватії



Рисунок 2.8 – Лісова пожежа на схилі гори у Албанії

3.4. Вплив горючих матеріалів

Кількість горючого матеріалу на прийнятну одиницю площі, з відносно, рівномірною теплотворністю, знаходяться в прямій пропорційній залежності зі швидкістю поширення вогню.

Запас горючих матеріалів, т/га	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Відносна швидкість - K_m	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0

Пожежонебезпечна ситуація в лісі залежить від вологості горючих матеріалів. Як простежується вплив цього важливого фактору на швидкість поширення вогню в лісі (K_w) підтверджується наступними розрахунками:

Вологість горючих матеріалів, %	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	35	40	45	50
K_w	1,0	0,98	0,94	0,88	0,71	0,50	0,32	0,24	0,22	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,14

Відносна швидкість поширення вогню в лісі (K_w), від рівня вологості горючих матеріалів; починає знижуватись від 1,0 до 0,71, при вологості 10-+18%, а суттєвого зменшення коефіцієнту - K_w різко починається з 24%.

Залежність умов, при яких може відбутися перехід низової пожежі в верхову, по дослідях Є.С.Арцибашева (1974) визначається наступними факторами:

- сумарною теплотворністю наземного покриву;
- віддалю між наземним покривом і нижнім наметом;
- загальною пірологічною характеристикою верхніх наметів.

Розвитку верхових пожеж сприяє формування конвективних колонок, висота яких може сягати 5-6 км, а швидкість поширення вогню може бути в межах десятків метрів за секунду.



Рисунок 2.9 – Конвективні потоки

Для торф'яних згарищ характерне безполум'яне горіння, із-за малої кількості кисню, який надходить в зону горіння разом з повітрям. По цій причині швидкість руху торф'яної пожежі може вимірюватись декількома дециметрами до десятків метрів за добу.

Контрольні питання:

1. Джерела вогню у лісі?
2. Пірологічні властивості лісових горючих матеріалів?
3. Вплив погодних умов на виникнення лісових пожеж?

ТЕМА № 3: «ПОШИРЕННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ У РІЗНИХ ТИПАХ ЛІСУ»

План лекції:

1. Пожежна небезпека лісових масивів залежно від типів лісу.
2. Прогнозування пожежної небезпеки у лісах.

1. ПОЖЕЖНА НЕБЕЗПЕКА ЛІСОВИХ МАСИВІВ ЗАЛЕЖНО ВІД ТИПІВ ЛІСУ

Для лісів України характерні два пожежозагрозливих календарних періоди, це коли загроза досягає свого максимуму – весняний та осінній. В ці терміни всі горючі матеріали найбільш сухі і розпочинається сезон відвідин лісу людьми.

Основним принципом поділу лісу на групи загрози виникнення і поширення лісової пожежі є типи лісу і типи деревостанів.

Група хвойних лісів складає найбільшу загрозу для виникнення лісових пожеж. А особливу загрозу, створюють чисті соснові насадження. Ступінь загрози в борах зростає в залежності від гігротопу – чим сухіші умови, тим вона

зростає і, навпаки, зі збільшення вологості і покращення трофності, загроза виникнення лісових пожеж знижується.

Вивчаючи загрозу виникнення лісових пожеж в лісах Сибіру, І.С. Мелехов відмічав, що найвища загроза створюється в соснових і кедрових лісах, дещо знижується в ялинових і ялицевих лісах. Об'єктами виникнення частих лісових пожеж можуть бути модринові насадження.

Так, бори, по виникненню загрози лісових пожеж І.С. Мелехов розділив на п'ять груп, в яких до найзагрозливіших відніс дуже сухі і сухі гігרותопи в борових умовах. Ялинові ліси розділено на три групи, де зберігається той же принцип поділу.

На основі цих досліджень І.С. Мелеховим розроблена шкала оцінки лісових насаджень по ступеню загрози виникнення лісових пожеж.

Листяні насадження відносять до найменш загрозливих за відношенням виникнення лісових пожеж. Основний опад, який формує лісову підстилку, складається більше 90% з листя і дрібних гілок і лише незначної частини – до 10% трав'яних рослин. В цій групі насаджень виникнення лісових пожеж можливе лише ранньою весною до повної вегетації, коли верхній горизонт підстилки і залишки відмерлих трав'яних рослин сильно пересихають, із-за доступу сонячних променів. Пожежа виникає при внесенню джерела вогню і може бути лише низовою. Великої шкоди лісу вона не завдає. Подібна ситуація може виникнути і в сухий осінній період.

Для лісів Карпат, найбільш загрозливою ситуацією є виникнення низової лісової пожежі, можливо в бучинах. Вогонь може пошкодити молоді і середньовікові насадження, характер цих пошкоджень зводиться до опіків кори в прикорлевій частині. З часом ці пошкодження можуть вплинути на якість деревини. В місцях опіків відпадає кора і з'являється сухобокість, яка з віком може перейти в прикормелеву гнилизну.

Найбільша пожежна загроза створюється в лісових культурах або природних молодняках з наявністю сухої трави, або не перегнилих сухих порубочних решток на заліснених зрубках. В інших лісових угрупованнях Карпат, виникнення пожежної загрози надзвичайно мала із-за постійної високої вологості підстилки і повітря, високої трофності умов місцезростання.

Відповідно, дуже низька загроза виникнення лісових пожеж, створюється в змішаних – хвойно-листяних лісах. До таких категорій, в Карпатах відносяться – буково-смерекові і буково-смереково-ялицеві угруповання лісів. Виникнення пожеж в цій групі лісів не зафіксовано. Дані лісові формації розміщені на різних висотах, починаючи від 100 м над рівнем моря – дубово-буково-ялицеві ліси Прикарпаття і закінчуються висотами – 1480 м над рівнем моря – буково-ялицевих гірських лісів північного макросхилу Карпат.

Пожежі можуть виникати тільки, як похідні від випалювання весною полонин, або пасовищ, до яких примикають лісові масиви з незімкнених лісових культур з наявністю сухих трав та лісостани з сухою підстилкою.

Терміни виникнення тільки низових пожеж, при яких можливий перехід в слабкі верхові, ранньою весною.

Виходячи з аналізу матеріалів по вивченню лісових пожеж, І.С.Мелехов запропонував шкалу оцінки лісових ділянок по ступеню загрози виникнення в

них лісових пожеж (табл. 1.1), яка стала основою для планування пожежної загрози в лісах та визначення розмірів протипожежних служб лісових господарств. Шкала стала науковою базою для розробки регіональних шкал.

Таблиця 3.1

Шкала оцінки лісових ділянок за ступенем загрози виникнення в них лісових пожеж (за І.С. Мелеховим, 1947 р.)

Клас пожежної небезпеки	Об'єкти загоряння (характерні типи лісу, вирубок, інші види категорій насаджень і безлісових ділянок)	Найбільш вірогідні види пожеж, умови і довготривалість терміну їх можливого виникнення і поширення
1	2	3
I	Хвойні молодняки. Суцільні вирубки: лишайникові, вересові, куничникові і інш. (сильно захаращені). Сосняки лишайникові і вересові. Розладнані, відмерлі і сильно пошкоджені деревостани (сухостій, ділянки буреломів, вітровали, недоруби), ділянки умовно-суцільних і інтенсивних вибіркових рубок, захаращені говільники.	На протязі всього пожежонебезпечного сезону можливі низові пожежі, а на ділянках з наявністю деревостанів – верхові. На куничникових і інших трав'яних типах вирубок по суходолу, особливо значна пожежна небезпека весною, а в деяких районах і восени
II	Сосняки брусничникові, особливо з наявністю соснового підросту або підліску із яловця вище середньої густоти. Модринники кедровостелюхові насадження	Низові пожежі можливі на протязі всього пожежонебезпечного сезону, верхові – в терміни пожежних максимумів
III	Сосняки кислицеві і чорничникові. Листяки-брусничникові. Кед рачі всіх типів, окрім прируслених і сфагнових. Ялинники брусничникові і кислицеві	Верхові і низові пожежі можливі в періоди літнього пожежного максимуму, а в кедрачах в періоди весняного і осіннього максимумів
IV	Суцільні вирубки спірейних і довгомохових типів (особливо захаращених). Сосняки, модринники і листяних порід трав'яних типів. Сосняки і ялинники складні, липові, ліщинові, дубові. Ялинники чорничникові.	Пожежі (в першу чергу низові) виникають в трав'яних типах лісу і на спірейних зрубках в періоди весняного і осіннього пожежних максимумів, на решті типів лісу і на довгомошових

		зрубках – в період літнього максимуму
V	Сосняки сфагнові і довгомошники. Кед рачі прируслові і сфагнові. Березняки: брусничникові, кваснищеві, чорнищеві і сфагнові. Осичники: кваснищеві і чорнищеві. Ялинники, березняки і осичники – овгомошникові. Ялинникові сфагнові і прируслові. Вільхи всіх типів	Пожежі виникають тільки при особливо несприятливих умовах (тривала засуха)

Примітка: 1. Пожежна небезпека встановлюється на один клас вище: а) для хвойних насаджень, будова яких або інші особливості сприяють переходу низових пожеж у верхові (густий високий підріст хвойних, велика захаращеність і т.д.); б) для невеликих ділянок лісу на суходолах, оточених ділянками з підвищеною горючістю; в) для лісових ділянок, примикаючи до шляхів загального користування, залізницях на паровозній тязі, або розміщених близько від пожежодіючих лісових виробництв; г) Кедрівники з наявністю густого підросту або різновікові з вертикальною замкненістю намету відносяться до II класу пожежної небезпеки.

При обґрунтуванні структури і штучного складу, протипожежним службам потрібно мати середні показники природної пожежної небезпеки. Такі розрахунки робляться або для всього підприємства або окремої дачі (урочища), лісництва на базі середнього класу природної пожежної небезпеки.

Розрахунки робляться по формулі:

$$Z = \frac{I.S_1 + II.S_2 + III.S_3 + IV.S_4 + V.S_5}{S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5}$$

де: I – V – класи природної пожежної небезпеки;

S₁ - S₅ – площі насаджень, або ділянок лісу, які віднесені до конкретного класу пожежної небезпеки, га; (підручник – Лісова пірологія, 1999, Київ).

Для лісів України, на основі шкали І.С.Мелехова, було розроблено подібну систему розподілу лісів Полісся по класам пожежної небезпеки (табл.1.2).

Таблиця 3.2

Розподіл типів лісу і лісових ділянок за класами природної пожежної небезпеки для Полісся України
(за В.Є. Свириденком, О.Г. Бабичем,
А.Й. Швиденком, 1999 р.)

Пожежна небезпека	Клас пожежної небезпеки	Типі лісу та лісові ділянки	Умови можливого розповсюдження пожеж
1	2	3	4
Висока	I	Хвойні молодняки, розладнані насадження, ділянки вітровалу, буреломи, захаращені згарища, сосняки типів:	Протягом всього пожежонебезпечного сезону можливі низові пожежі, а на ділянках з деревостаном –

		A ₀ ; A ₁ ; B ₀ ; B ₁	верхові
Вище середньої	II	Сосняки типу A ₃	Низові пожежі можливі протягом всього пожежонебезпечного сезону, верхові – в період весняного і осіннього максимумів
Середня	III	Сосняки типів A ₄ ; B ₂ ; C ₂ . Листяні насадження A ₂ ; B ₂ ; C ₂ . Ялинники типів B ₂ ; B ₃ ; C ₂	Низові пожежі можливі протягом всього пожежонебезпечного сезону, особливо в період весняного і осіннього максимумів
Нижче середньої	IV	Сосняки типів B ₃ ; B ₄ ; C ₃ . Листяні насадження типів A ₄ ; B ₄ ; C ₃ ; C ₄ ; D ₂ ; D ₃ ; D ₄ . Ялинники типів C ₃ ; C ₄	Пожежі можливі тільки в пожежний максимум
Низька	V	Насадження типів A ₅ ; B ₅ ; C ₅	Виникнення пожеж можливе тільки при тривалій посусі.

Примітка. Пожежна небезпека встановлюється на один клас вище: для насаджень хвойних порід, будова яких та інші особливості сприяють переходу низових пожеж у верхові (густий високорослий підріст, захаращення, тощо); для невеликих за площею ділянок лісу, що оточені ділянками з підвищеною пожежною небезпекою; для лісових ділянок, що примикають до доріг, або розташовані поблизу від вогнедіючих лісових виробництв; для лісових ділянок після робіт з лісоосушення, за підсочених деревостанів.

Виходячи з аналізу незначної кількості низових пожеж, які зареєстровано в зоні лісів Карпат та використовуючи вищенаведені методики розробки шкал лісових ділянок по ступеню пожежної загрози в них, пропонується схема розподілу лісових ділянок по ступеню пожежної загрози для Карпат (табл. 1.3). Така шкала розроблена на основі аналізу багаторічних даних по регіону автором.

Таблиця 3.3

Схема розподілу лісових ділянок за ступенем пожежної небезпеки для гірських лісів Карпат (за Гербут Ф. Ф., 2012 р.)

Ступінь пожежної загрози	Клас пожежної загрози	Характеристика пожежозагрозливих ділянок	Умови виникнення лісових пожеж і їх види
1	2	3	4
Сильна ступінь	I	Захаращені зруби порубочними рештками, задернілі лісові культури з примиканням хвойних з	Низова слабка або середня пожежа з можливим переходом в верхову, весна з засушливим періодом

		низько опущеною кроною і мертвопокровних бучин	
Середня ступінь	II	Задернілі лісові культури, мертвопокровні бучини з примиканням до полонин і пасовищ	При ранньовесняному випалюванні в засуху – низова слабка або середня пожежа
Низька ступінь	III	Зімкнені молодняки і лісові культури з наявністю під наметом сухих поруб очних решток	Слабка низова пожежа весною або осінню в засушливий період
Відсутня	IV	Вся решта лісових насаджень	Виникнення пожежі неможливе із-за підвищеної вологості горючих матеріалів
Майже 100% виникнення лісових пожеж – людський фактор			



Рисунок 3.1 – Смерековий ліс

Таблиця 3.4. Класи пожежної небезпеки

Клас пожежної небезпеки	Об'єкт загоряння (характерні типи насаджень і умов місцезростання, категорії не вкритих лісовою рослинністю і нелісових земель)	Найбільш імовірні види пожеж, умови і тривалість періоду їх можливого виникнення і розповсюдження
1	Насадження хвойних порід віком від 40 і менше років в усіх типах умов місцезростання (ТУМ). Насадження хвойних порід старші 40 років з індексами 0 (дуже сухі), 1 (сухі). Насадження сосни гірської, ялівцю, туї незалежно від віку та ТУМ. Незімкнуті лісові культури усіх порід. Зруби з-під хвойних порід, згарища, загиблі насадження (вітровали, буреломи та інші). Зруби з-під листяних порід, інші не вкриті лісовою рослинністю землі (крім лісових шляхів, просік, протипожежних розривів), які розташовані серед	Протягом усього пожежонебезпечного періоду можливі лісові пожежі, а на ділянках з наявністю деревостану - верхові

	насаджень хвойних порід. Лісові насадження з рівнем радіаційного забруднення 15 кi/кВ. км і вище, незалежно від породного складу, віку і ТУМ	
2	Насадження хвойних порід старші 40 років в ТУМ з індексом 2 (свіжі). Насадження листяних порід в ТУМ з індексами 0,1	Низові пожежі можливі протягом усього пожежонебезпечного періоду, верхові – в періоди пожежних максимумів
3	Насадження хвойних порід старші 40 років в ТУМ з індексами 3 (вологі), 4 (сирі). Насадження листяних порід в ТУМ з індексом 2	Низові і верхові пожежі можливі в період літнього пожежного максимуму
4	Насадження хвойних порід старші 40 років в ТУМ з індексом 5 (мокрі). Насадження листяних порід в ТУМ з індексами 3,4. Зруби з-під листяних порід (серед насаджень листяних порід), інші не вкриті лісовою рослинністю землі (крім згарищ, загиблих насаджень, лісових шляхів, просік, протипожежних розривів), які розташовані серед насаджень листяних порід. Угіддя – сіножаті пасовища. Лісові розсадники плантації, сади, ягідники.	Низові пожежі можливі тільки в періоди пожежних максимумів
5	Листяні насадження в ТУМ з індексом 5. Не вкриті лісовою рослинністю землі (лісові шляхи, просіки, візири, протипожежні розриви). Нелісові землі (крім сіножатей, пасовищ, садів, ягідників)	Виникнення пожежі можливо тільки при довгострокових посухах

2.ПРОГНОЗУВАННЯ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ У ЛІСАХ

Прогнозування пожежної небезпеки у лісах завжди цікавило вчених. Передумовами для прогнозування були визначені такі положення (М. В. Ситнов):

- пожежна безпека в першу чергу залежить від наявності і стану горючих матеріалів у лісі;
- кількість опадів в 5 мм і більше виключають, або значно знижують загрозу виникнення лісових пожеж;
- імовірність виникнення пожежі дуже низька при вологості повітря вище 50%, при 50% можливе часткове виникнення пожежі, а при 30% загроза стає високою;
- вплив температури повітря може бути опосередкованим, так як вона діє на стан вологості повітря;
- вітер впливає на швидкість підсушування горючих матеріалів і поширення пожежі.

Кількість тепла в кДж, яка виділяється при повному згорянню 1 кг абсолютно сухої речовини називається вищою теплотворною здатністю (Q_v).

При окремій вологості, при якій проходить процес горіння, частина тепла поглинається на випаровування, тому така теплотворна здатність називається нижчою (Q_n). Величину теплотворної здатності можна обчислити теоретично, або визначити експериментально, при допомозі калорифера. Теплотворна здатність має важливе практичне значення, так як дає можливість

прогнозування поширення пожежі. Практичне визначення теплотворної здатності горючих матеріалів провів Г.А. Амосов.

Окремі її складові, які найбільше поширені в Україні, наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 3.5.

Теплотворна здатність різних видів лісових горючих матеріалів (за А.Г.Амосовим), кДж/кг

Вид лісового горючого матеріалу	Q _в	Q _н
Хвоя сосни молода	21750	13500
Хвоя ялини	20600	10800
Лишайник Кладонія	17800	12400
Мох Шредера	20000	12500
Верес	22400	13300
Брусниця	21500	11800
Багно	22600	12500
Сосновий опад	21600	-
Суша папороть	17000	-
Підстилка	18200	11000
Торф	21100	13200

Різниця вищої теплотворної здатності – Q_в і нижчою складає 40-45%. Але, при лісовій пожежі горять всі компоненти разом, тому наведені дані, дають лише загальну уяву про теплотворну здатність лісових матеріалів. Вивчення сумарної теплотворної здатності лісових горючих матеріалів, потребує значних досліджень. Значення цього показника, дасть змогу більше і глибше зрозуміти процес проходження лісової пожежі та розробити методи боротьби з цим загрозливим явищем.

В.Г.Нестеров запропонував формулу розрахунку **комплексного коефіцієнта пожежної небезпеки** на основі дефіциту вологості повітря по різниці температур самого повітря і температури точки роси:

$$K = \sum_{I}^n t^{\circ} (t^{\circ} - \alpha),$$

де: t[°] - температура повітря; α - температура точки роси в 12(13г) за місцевим часом; n – кількість днів після дощу, включаючи останній день опадів. Щоб обчислити показник – K, потрібно мати: на 12 год. за місцевим часом; t[°] – повітря і точки роси. Оподи величиною до 3 мм в рахунок не беруться.

Таблиця 3.6

Визначення пожежної небезпеки в лісі за умовами погоди

Клас пожежної небезпеки	Пожежна небезпека	Комплексний показник
-------------------------	-------------------	----------------------

I	Немає	<300
II	Незначна	301 - 1000
III	Середня	1001 - 4000
IV	Висока	4001 - 10000
V	Надзвичайна	10000 - 12000

Враховуючи тяжкість визначення дефіциту вологості повітря в умовах лісу, Гідрометцентром в 1968 році було запропоновано нову методику обчислення показника горимості – Γ , за наступною формулою:

$$\Gamma = \sum_{I}^n (t_c^\circ - \alpha_c^\circ) t_c^\circ, \text{ град.}$$

де: t_c° - температура повітря; α_c° - температура точки роси; n – кількість днів без дощу.

Підсумковий комплексний показник для щоденного розрахунку, здійснюється за формулою:

$$\Gamma_n = K \Gamma_{n-1} + t_n (t_n - \alpha),$$

де Γ_n , Γ_{n-1} - підсумковий показник відповідно в день обліку і за попередній день; K – коефіцієнт, що враховує опади до 11⁰⁰ поточного дня; t_n - температура повітря, °С.

Коефіцієнт обліку опадів поточного дня – K має такі значення (за Т.О.Столярчуком):

Опади, мм	0	0,1-0,9	1,0-2,9	3,0-5,9	6,0-14,9	20,00
K	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	0,0

Наведена формула гідрометцентру (за В.Є.Свириденком, О.Г.Бабицем, А.Й.Швиденком, 1999), дає змогу спрощеного розрахунку показника горимості.

В практиці, розрахункові показники – температуру роси, температури повітря в 12⁰⁰ та кількість опадів, лісгоспи можуть отримати від метеостанцій, якщо вони розміщені на незначній віддалі – до 25 км. При значній віддалі метеостанцій, дані показники станцій будуть відмінними, тому їх потрібно отримувати на місці. Для цього потрібно обладнати метеоспостережний пункт біля контори лісництва, або майстерської ділянки, кордону. На площадці встановлюється дощомір, пункт заміру температури, психрометр, підвішений на висоті 2 м від землі та психрометричні таблиці.

За отриманими даними визначають температуру точки роси.

Таблиця 3.7

Визначення точки роси за температурою повітря та його вологістю

Температура, °C	Вологість повітря ρ , %											
	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
7	-5,01	-3,64	-2,39	-1,25	-0,21	0,87	1,9	2,85	3,77	4,66	5,47	6,25
8	-4,21	-2,83	-1,56	-0,42	-0,72	1,82	2,86	3,85	4,77	5,64	6,46	7,24
9	-3,41	-2,02	-0,78	0,46	1,66	2,77	3,82	4,81	5,74	6,62	7,45	8,24
10	-2,62	-1,22	0,08	1,39	2,6	3,72	4,78	5,77	7,71	7,6	8,44	9,23
11	-1,83	-0,42	0,98	1,32	3,54	4,68	5,74	6,74	7,68	8,58	9,43	10,23
12	-1,04	0,44	1,9	3,25	4,48	5,63	6,7	7,71	8,65	9,56	10,42	11,22
13	-0,25	1,35	2,82	4,18	5,42	6,58	7,66	8,68	9,62	10,54	11,41	12,21
14	0,63	2,26	3,76	5,11	6,36	7,53	8,62	9,64	10,59	11,52	12,4	13,21
15	1,51	3,17	4,68	6,04	7,3	8,48	9,58	10,6	11,59	12,5	13,38	14,21
16	2,41	4,08	5,6	6,97	8,24	9,43	10,54	11,57	12,56	13,48	14,36	15,2
17	3,31	4,99	6,52	7,9	9,18	10,37	11,5	12,54	13,53	14,46	15,36	16,19
18	4,2	5,9	7,44	8,83	10,12	11,32	12,46	13,51	14,5	15,44	16,34	17,19
19	5,09	6,81	8,36	9,76	11,06	12,27	13,42	14,48	15,47	16,42	17,32	18,19
20	6,0	7,72	9,28	10,69	12,0	13,22	14,38	15,44	16,44	17,4	18,32	19,18
21	6,9	8,62	10,2	11,62	12,94	14,17	15,33	16,4	17,41	18,38	19,3	20,18
22	7,69	9,52	11,12	12,56	13,88	15,12	16,28	17,37	18,38	19,36	20,3	21,6
23	8,68	10,43	12,03	13,48	14,82	16,07	17,23	18,34	19,38	20,34	21,28	22,15
24	9,57	11,34	12,94	14,41	15,76	17,02	18,19	19,3	20,35	21,32	22,26	23,15
25	10,46	12,75	13,86	15,34	16,7	17,97	19,15	20,26	21,32	22,3	23,24	24,14
26	11,35	13,15	14,78	16,27	17,64	18,95	20,11	21,22	22,29	23,28	24,22	25,14
27	12,24	14,05	15,7	17,19	18,57	19,87	21,06	22,18	23,26	24,26	25,22	26,13
28	13,13	14,95	16,61	18,11	19,5	20,81	22,01	23,14	24,23	25,24	26,2	27,12
29	14,02	15,86	17,52	19,04	20,44	21,75	22,96	24,11	25,2	26,22	27,2	28,12
30	14,92	16,77	18,44	19,97	21,38	22,69	23,92	25,08	26,17	27,2	28,18	29,11
31	15,82	17,68	19,36	20,9	22,32	23,64	24,88	26,04	27,14	28,08	29,16	30,1
32	16,71	18,58	20,27	21,83	23,26	24,59	25,83	27,0	28,11	29,16	30,16	31,19
33	17,6	19,48	21,18	22,76	24,2	25,54	26,78	27,97	29,08	30,14	31,14	32,19
34	18,49	20,38	22,1	23,68	25,14	26,49	27,74	28,94	30,05	31,12	32,12	33,08
35	19,38	21,28	23,02	24,6	26,08	27,64	28,7	29,91	31,02	32,1	33,12	34,08

Всі матеріали заносяться в спеціальний журнал (табл. 3.8), ведення якого розпочинається при сході снігу.

Таблиця 3.8 Журнал ведення розрахунків комплексного показника загрози пожежної безпеки

Дата	ρ повітря в 12 ⁰⁰	Точка роси 12 ⁰⁰ a°C	Комплексний показник за добу $t_n(t_n-a)$	Опади за добу, мм	Поправка на опади, К	Підсумковий показник, Γ_n	Клас пожеж. небезпеки
1	2	3	4	5	6	7	8
01.07	17	14	51	-	-	51	I
02.07	20	10	200	-	-	251	I
03.07	21	11	210	-	-	461	II
04.07	19	10	171	-	-	632	II

06.07	23	12	253	-	-	885	II
07.07	20	10	200	-	-	1085	III
08.07	23	12	253	-	-	1338	III
09.07	24	13	264	-	-	1602	III
10.07	25	14	275	-	-	1877	III
11.07	20	10	200	-	-	2077	III
12.07	20	10	200	-	-	2277	III
13.07	21	11	210	-	-	2487	III
14.07	21	11	210	-	-	2697	III
				3	0.4	210	I
15.07	24	12	288	16	0,0	498	I

Мінімальні опади, при яких знімається загроза виникнення лісової пожежі, вважаються від 3 мм. Тому, при розрахунках комплексного показника при опадах в 3 і більше мм, вважаються нульовою загрозою, тобто процес розрахунку починається з нуля. Але, при довгому засушливому періоді, опади в 3 мм ненадовго знімають пожежну загрозу. Тому, якщо значення попереднього показника горимості було по IV класу, то подальші розрахунки комплексного показника не починаються з нуля, а з половини величини попереднього розрахунку.

Весною і осінню, з появою пожежної небезпеки із-за довгих засух, клас пожежної загрози збільшується автоматично на один клас – з I на II або II на III кожних 10 днів, незалежно від отриманого розрахунку.

Враховуючи відносну досконалість і простоту визначення пожежної загрози в лісі по розглянутій методиці, вона має суттєвий недолік. Так, після випадання опадів в 3 мм і більше, при тривалій засусі, пожежна загроза відновлюється дуже швидко, так як горючі матеріали поглинають вологість і вже, за даними І. С. Мелехова, через 2-3 дні пожежна загроза відновлюється.

Тому показник суми незначних опадів, може вплинути на зниження пожежної загрози, лише в залежності від кількості і тривалості їх (Г.Я. Вангейм), а при різній тривалості сухих періодів, ефективність опадів різна.

Для зменшення впливу цих показників, М. О. Диченков запропонував свою поправку, згідно якої значення комплексного показника має братись з опадів не за останню добу, а погодні умови в сухий період, при якому відновлювалась горимість. Врахування такої залежності, дає більш точні розрахунки комплексного показника пожежної загрози.

Першим приладом був набір дерев'яних брусків, по вологості яких судять про стан вологості горючих матеріалів в лісі. Метод до цього часу застосовують лісівники в США, Канаді, Японії, Австралії, Естонії, але він дає лише наближені результати.

Способи використання їх наступні – брусочки, переважно з липи, висушують до повної сухості, а потім зважують в 16⁰⁰ дня і викладають під наметом лісу на металевих решітках, на висоті 10-25 см від землі. Через добу їх зважують і визначають вологість і по умовній шкалі судять про загрозу пожежної небезпеки в лісі.

У Львівському державному університеті безпеки життєдіяльності ДСНС України в 2018 році розроблено «Прилад для визначення пожежної небезпеки в лісових масивах за умовами погоди». Завдяки використанню у пристрої

автономного джерела живлення його можна застосовувати на ділянках з відсутнім електроживленням. Застосування в пристрої елементів які можуть витримувати підвищені температуру та вологість дає змогу працювати не зазнаючи суттєвих його деформацій і зберігаючи не лише стабільність форми, але й експлуатаційні характеристики, що забезпечуватиме надійність та тривалу експлуатацію пристрою у використанні. Пристрій є компактним та може використовуватись для експериментальних досліджень безпосередньо в польових умовах.



Рисунок 3.2 Прилад для визначення пожежної небезпеки в лісових масивах за умовами погоди: 1 – рама для кріплення елементів; 2 – металева сітка; 3 – дерев’яні бруски; 4 – вологомір деревини; 5 – металева лінійка (автори Попович В.В., Волоцишин А.І., Гапало А.І., 2018 р.)

Визначення пожежної небезпеки в лісових масивах за умовами погоди здійснюється наступним чином. У піднаметовому просторі досліджуваного лісового масиву встановлюють прилад для визначення пожежної небезпеки в лісових масивах за умовами погоди. На металеву сітку 2 приладу розкладають дерев’яні бруски 3 розміром 2,2x1,2x45 см для хвойних і 6x0,3x45 см – для листяних порід на висоті 10-25 см над поверхнею підстилки. Висоту встановлення приладу регулюють за допомогою металевої лінійки 5. Дерев’яні бруски висушують до повітряно-сухого стану. Щодня о 16.00 год. за допомогою вологоміру 4 вимірюють вологість дерев’яних брусків. Встановивши вологість дерев’яних брусків за допомогою вологоміру 4 порівнюють значення вологості із показниками ймовірності загоряння лісових горючих матеріалів, які наведені у таблиці 3.9.

Таблиця 3.9

Співвідношення вологості дерев’яних брусків із ймовірністю загоряння лісових горючих матеріалів

Відносна вологість дерев’яних	>25	19-25	14-18	11-13	8-10	2-7
-------------------------------	-----	-------	-------	-------	------	-----

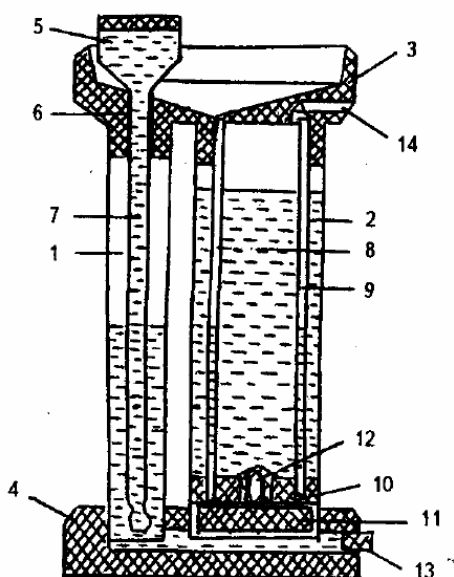
брусків, %						
Ймовірність загоряння	Відсутня	Дуже низька	Низька	Середня	Висока	Дуже висока

Технічний результат: досягається миттєвою та точною передачею числових значень вологості брусків на екран вологоміру, що дозволяє, порівнявши їх із шкалою ймовірності загоряння лісових горючих матеріалів, встановити пожежну небезпеку в лісових масивах за умовами погоди.

На початку 1970-х років розроблений прилад – УСП-1 (рис. 2.2). Будова і принципи дії його наступні – він складається з двох скляних посудин – 2 і 8 зі спільною лійкою 6, основою 1, які сполучені між собою через камеру з поплавцевим клапаном 11. На зовнішньому боці нанесена шкала, що показує клас пожежної небезпеки на сьогоднішній день. Через квадратний отвір 4 в посудину 2 встановлюється лійка, яка хвостиком 3 має досягати дна, верхівка лійки закрита фільтром, який пропускає через себе повітря до посудини і вологу. Лійка заповнюється водою, але під фільтром немає бути водяних бульбашок. При випаровуванні води з посудини через фільтр її рівень в малій посудині знижується до нижньої позначки. Якщо засуха буде продовжуватись, тоді починає знижуватись рівень води в великій посудині, так як при випаровуванні води з малої посудини 2 вода починає прибувати через клапан в посудину 8.

Облік показника горимості ведеться по шкалі. Опади збираються лійкою 6, а потім стікають по трубці 10 в посудину 2. При опадах в 2,5 мм посудина 2 заповнюється повністю, а на шкалі показує відмітку 0, тобто I кл. пожежної загрози. При меншій кількості опадів, заповнення посудини 2 не відбувається, то показник шкали буде нижче I класу. Але, якщо опадів більше 2,5 мм, то надлишок води переллється через трубку 9 в посудину 8 при допомозі клапана 7.

Для виставлення для роботи приладу, з нього знімається кришка, а сам прилад вертикально по висоті підвішується на стовп 1,8 м від землі. Прилад дозволяє наближено точно визначати клас пожежної загрози.



Контрольні питання:

1. Пожежна небезпека лісових масивів залежно від типів лісу?
2. Шкала оцінки лісових ділянок за ступенем загрози виникнення в них лісових пожеж?
3. Схема розподілу лісових ділянок за ступенем пожежної небезпеки для гірських лісів?
4. Прогнозування пожежної небезпеки у лісах?
5. Комплексний показник пожежної небезпеки?

ТЕМА № 4: «НАСЛІДКИ ПОЖЕЖ У ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ»

План лекції:

1. Вплив пожеж на природні екосистеми.
2. Стійкість лісових насаджень до теплової дії.

1. ВПЛИВ ПОЖЕЖ НА ПРИРОДНІ ЕКОСИСТЕМИ

Пожежі у природних екосистемах носять надзвичайний характер. В першу чергу, це прямі збитки – знищений або сильно знецінений ліс та загибель лісової інфраструктури і що найбільш суттєво – можлива загибель людей.

До непрямих втрат слід віднести екологічні та соціальні фактори. Наприклад, дим при великих пожежах сильно впливає на зміну погоди, що знижує врожайність сільгоспкультур. Вікова дія лісових пожеж сильно впливає на зміну породного складу лісів. Це характерно для окремих лісових масивів, коли цінні соснові або ялинові ліси, замінені на більш стійкі проти дії вогню, але з менш цінних порід - модрини, осики і берези.

Ліси, пошкоджені пожежами, мають меншу продуктивність, стійкість та якість деревини. Вони частіше пошкоджуються ентомо-фітошкідниками. В лісах з низькою продуктивністю та репродуктивною здатністю, різко зменшуються популяції лісових тварин. Дія лісових пожеж дуже багатогранна і працівники лісу ще не мають методики комплексної оцінки їх в кількісному і якісному виразі.

Багато років, вивчаючи проблеми пов'язані з життям лісу, який пошкоджено пожежами, І. С. Мелехов (1948) виділив категорії горільників:

- горільники з повним знищенням деревостану;
- горільники сухостоїв і повалені дерева;
- горільники з частиною живих дерев, які можна розділити на ряд груп:

а) насадження, в яких залишилась невелика кількість з пошкодженням (до 10%) живих деревостанів верхнього намету з повністю знищеним підпорядкованим наметом;

б) насадження, в яких залишилось більше 10% живих дерев, а також з повною загибеллю нижнього намету;

в) з частковим відмиранням лише підпорядкованих наметів або навіть їх повним знищенням.

Розглянемо ситуацію по кожній категорії окремо.

1) Лісові масиви першої категорії виникають після повальних верхових пожеж. На них відбувається повна зміна всієї рослинності.

2) Горільники з сухостоєм і поваленими деревами виникають після верхових або низових чи підземних пожеж. Такий стан ділянки може привести до зміни гігרותопа. На площі відбудеться зміна породного складу – пройде відновлення другорядними листяними породами і лише з часом, відновляться поступово хвойні породи.

3) Горільники, на яких частково збереглися дерева верхнього намету. Стан таких ділянок буде залежати від породного складу. Якщо він складається з порід, які мало стійкі до дії вогню, наприклад ялини, то наступне їхнє відновлення мало вірогідне.

Кількість відпаду окремих порід, залежить від виду та інтенсивності пожежі. Ця група горільників найбільш характерна для підземних, стійких низових та швидких верхових пожеж. Суттєво впливають на кількість залишених живих дерев їх діаметри. Чим більше дерев з тонким діаметром, тим відпад більший. Але, однозначного висновку про майбутнє лісу зробити неможливо, все залежить від ситуації окремо по кожній ділянці.

Пожежа в лісі суттєво впливає на якісні показники залишених дерев.

Три групи пошкоджень пожежею в лісі:

1) обпали стовбурів;

2) обпали і перегорання коренів;

3) обпали крони.

В першому випадку розміри пошкоджень залежать від кори дерев і температурного режиму пожежі. Загибель дерев залежить від стану камбію, який гине при температурі +54°C. Зовнішнім показником загибелі його є побуріння. Стан пошкоджених дерев залежить також від типу лісу. Найбільш рослі і сильні екземпляри витримують температурний режим краще ніж ослаблені. Пошкодження стовбура впливає в першу чергу на приріст і якість деревини. Подальша доля дерев залежить від породного складу.

Розміри пошкоджень залежать від кори дерев і температурного режиму пожежі. Загибель дерев залежить від стану камбію, який гине при температурі +54°C.

Камбій – твірна тканина, завдяки якій відбувається потовщення стебла дерев'янистих рослин. Наприклад, з камбію сосни отримують сурогат ванілі – ванілін.

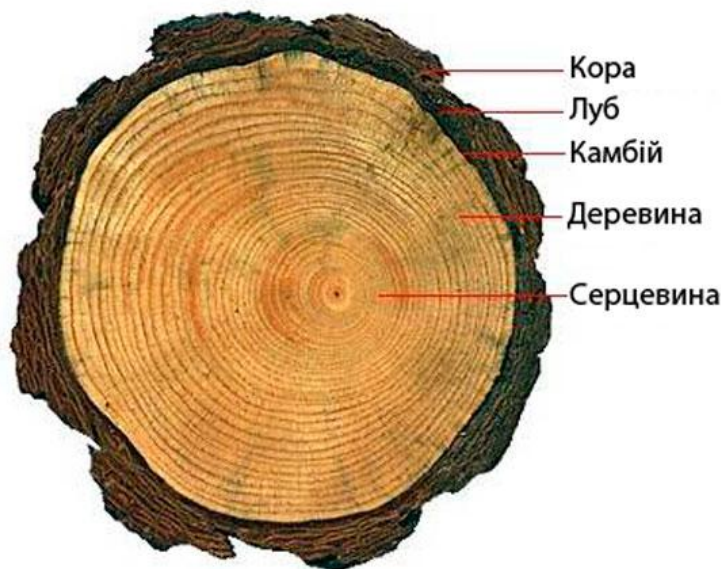


Рисунок 4.1 – Стовбур дерева у розрізі

Більш інтенсивніше пошкоджується і гине нижній намет і підлісок. Інтенсивність горіння в лісі залежить від кількості і вологості горючих матеріалів. В даних випадках, низові пожежі, при сприятливих умовах, часто переходять в верхові. Найбільше цьому сприяють опущені крони хвойних дерев.

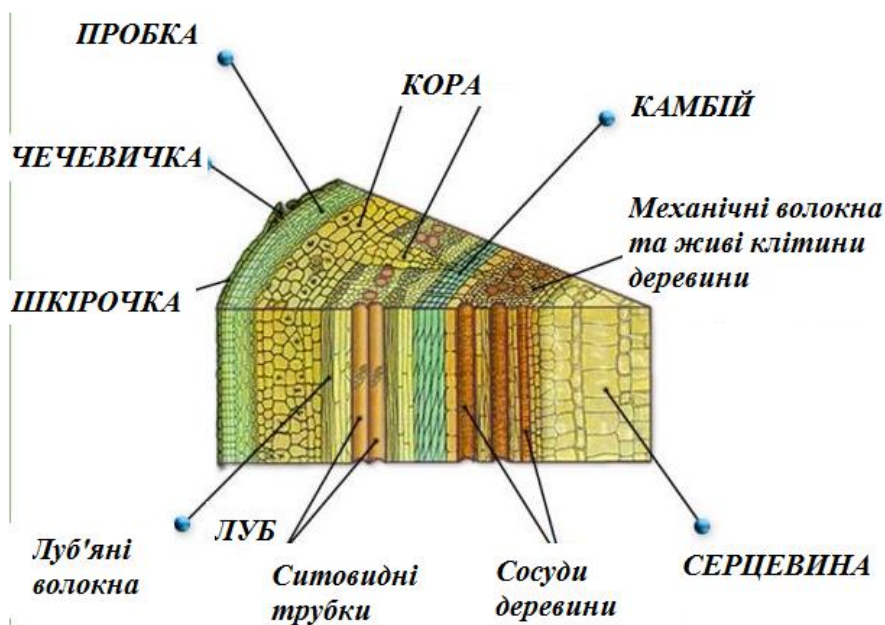


Рисунок 4.2 – Будова стовбура дерева

Лісові пожежі – як стихійне явище, невід’ємна сторона життя лісу. Пожежі впродовж віків впливали на формування породного складу лісів – найменш

витривалі породи гинули і їх місце займали більш витривалі породи. Суттєвої зміни відчули на собі ліси Сибіру, Скалистих гір в США.

Тепер, завдячуючи вогняній стихії, ліси складаються з порід-піонерів, порід, які виявилися більш стійкими до дії вогню – горільники, природно захопила береза, в болотах – осина, а потім під їх пологом стали появлятися більш цінні хвойні породи, але більш витривалі до дії вогню – модрина, в першу чергу, а пізніше ялина.

Так, поступово, протягом віків із складу лісів зникли менш стійкі породи до дії вогню і вижили тільки більш витривалі. Вогонь – як природний фактор, став тією силою, яка виробила особливі форми захисту від вогню.



Рисунок 4.3 – Наслідки низової пожежі



Рисунок 4.4 – Наслідки верхової пожежі



Рисунок 4.5 – Наслідки торфової пожежі

Слабкий вогонь в лісі може корисно впливати на його життя. При згорянні великої маси відмерлої лісової рослинності – опаду і трави, покращується родючість ґрунту за рахунок внесення кальцію. Це розкислює ґрунт, покращує умови росту дерев. Цей фактор змінює склад лісу в кращий бік.

Підлісок і трав'яний покрив омолоджується і покращується. При такій дії вогню краще йде процес відновлення і поширення сосни і модрина.

Часті пожежі в лісі створюють стресові явища, змінюють природне перенавантаження синузій – при закритих, вироблених ареалах.

Так, по спостереженнях в парку Секвойя, лісоводи відмітили, що після ліквідації пожеж, природне відновлення секвоїї припинилось. Склад природної флори і фауни став змінюватись в гірший бік. Цьому сприяло накопичення величезної маси відмерлої рослинності. Відмічена поява шкідливої фауни.



Рисунок 4.6 – Загальний вигляд насаджень Секвої

Супутня порода секвої – сосна Муррея перестала відновлюватися природним шляхом. Лісівники дослідили, якщо не подіяти на шишку сосни Муррея вогнем, вона самостійно не розкривається. Лише після дії вогню шишки легко розкриваються – вистрілюють і викидають насіння на десятки метрів в боки.

Насіння проходить передпосівну обробку і добре проростає.

Цей фактор дії вогню також корисний для насіння секвойї. Таким чином, якщо дія вогню буде незначна і буде вписуватись, як природний фактор, вона приносить користь.

Проблема охорони лісу буде вирішеною, якщо люди будуть вести господарство в лісі методами, наближеними до природи.

При господарстві – буде дотримуватись склад деревостану – хвойних і листяних, не буде поширення вогню від низової до верхової пожежі – це наявність порубочних решток і захаращеність, дотримання розривів – поляни, просіки, умови примикання.

Важливо створення в лісі умов його існування найбільш наближених до природи.

2.СТІЙКІСТЬ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ ДО ТЕПЛОВОЇ ДІЇ

Стійкість лісових насаджень, в першу чергу, залежить від породного складу, так як витривалість дії вогню для окремих порід різна. Найбільш вогневитривалими породами вважаються модрина і осика, а найменш стійкими – ялина, ялиця і береза. Сосна займає проміжне положення. Така відмінність залежить від фізіології рослин.

Ці чинники викликаються наявністю горючих легкозаймистих матеріалів – хвої і смоли та морфологічною будовою деревної породи кори, коренів, хвої.

Так, в хвої ялиці в сухому стані утримується до 19% терпентинів, сосни – 13,6%.

В залежності від сили пожежі і її протяжності, дерева по різному пошкоджуються – одні лише частково і продовжують ріст, а інші можуть частково продовжувати ріст, але поступово будуть деградувати і при несприятливих погодних умовах, або в результаті ентомологічних та мікологічних шкідників загинуть.

А, якщо дія вогню була сильною і довгою по часу, насадження гине повністю.

Відношення до дії вогню на кожному із перерахованих порід:

1. Модрина – основні переваги в старшому віці - товста кора і високо піднята крона, глибоке коріння. Молодняки модрини до 10 років дуже пожежозагрозливі. Не стійка модрина, яка росте на болоті – мохи, низький ріст, сухі гілки і тонка кора, корені на поверхні ґрунту не сприяють стійкості. Взагалі, в більшості випадків, вона дуже стійка, що посприяло формуванню стійких насаджень із модрини, осики. Але, якщо в їх домішці є ялина і сосна, то вони гинуть.

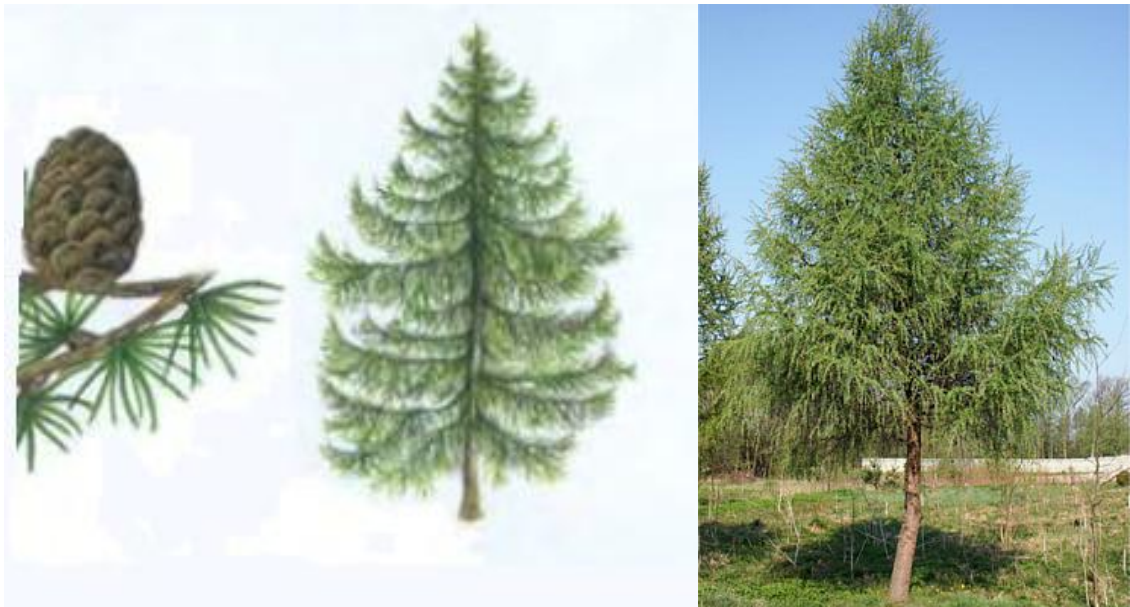


Рисунок 4.7 – Модрина

2. Ялина – хвоя, тонка кора, низько опущена крона, не очищений стовбур, поверхнева коренева система, наявність товстого шару не розкладеної підстилки – фактори нестійкості. Тому, при низових пожежах молода ялина завжди гине. Але вона більш стійка в старшому віці.



Рисунок 4.8 – Ялина

3. Сосна має дуже високу горимість - цьому сприяють – наявність смоли в хвої і корі, проникнення великої кількості світла і підсушка підстилки, а також наявність соснового самосіву, мохів, лишайників.



Рисунок 4.9 – Сосна

Особливо нестійка сосна до вогню в молодому віці та на болотах. Але, враховуючи товсту кору в старших вікових групах, глибоке коріння, високопідняту крону, дають змогу сосні витримувати більші пожежні навантаження. Тут вона має переваги перед ялиною, ялицею, кедром.

4. Кедрові сосни – займають проміжну нішу, тому що мають глибоку кореневу систему, але тоншу кору від сосни та трохи товщу ніж в ялини. В той час, хвоя кедрів більш масивна і містить багато ефірних речовин, що робить її не стійкою в молодому віці.



Рисунок 4.10 – Кедрова сосна

5. Ялиця – більш стійка від ялини, тому що має глибше коріння і товсту кору, але наявність великої кількості смоли в корі і хвої в молодших вікових групах, роблять її дуже вразливою до дії вогню.



Рисунок 4.11 – Ялиця

6. Береза – серед листяних порід дуже чутлива до дії вогню із-за кори – берести, тонких гілок, тонкої кори в молодості. Але, коли в підліску молодників берези йде накопичення великої кількості горючих матеріалів, в таких випадках береза гине навіть при низових біглих пожежах.



Рисунок 4.12 – Береза

7. Бук – дуже чутлива порода до дії вогню, особливо в молодших вікових категоріях. Цьому сприяють – велика кількість підстилки, поверхнева коренева система, гладка і тонка кора. Навіть при незначних – біглих низових пожежах, вогонь завдає великої шкоди буковим лісам.



Рисунок 4.13 – Бук

Отримані опіки кори різної величина, яка залежить, в першу чергу від діаметрів, ведуть до утворення сухобокості, яка в старших вікових групах переходить у при комлеву гнилизну, чим різко знижує стійкість та якість букової деревини.

8. Дуби стійкі проти дії вогню, так, в старшому віці, мають товсту кору, глибоке коріння. Менш стійкими є дубові молодняки, які мають ще тонку кору, тому дія низової пожежі може завдати шкоди. Основне пошкодження – обпik кори на висоту 0,3-0,5 м. Ширина пошкоджень залежить від діаметру дерева. Дуб червоний менш стійкий, із-за тонкої кори навіть в старших вікових групах. Схема дії низової пожежі аналогічна пошкодженням бука. Інші листяні породи Карпат – клени, граб, ясени, ільмові та чагарники є досить стійкими, тому низові пожежі не завдають їм суттєвої шкоди.



Рисунок 4.14 – Дуб

Великий вплив на пожежонебезпечність порід надають умови росту і клімат.

Враховуючи всі вище перераховані біологічні особливості наведених порід І.Н.Балдишев (1963) розклав основні породи за ступенем пожежостійкості в ряди:

1) хвойні – модрина, сосна, кедр, ялиця, ялина;

2) листяні – осика, береза, вільха.

При повторних пожежах – ялина, ялиця, кедр, випадають зі складу, що веде до збіднення лісів.

В чому полягає від’ємна дія вогню – в першу чергу веде до сухобокості, відмирання деревини і розвитку грибкових хвороб.

Окремі породи – наприклад – сосна, якщо була піддана дії вогню в молодості, на старість стає більш стійкою, отримує захисний імунітет.

Якщо не проводити санітарних заходів по ліквідації пожежних пошкоджень, то поява сухоостою веде до високої пожежонебезпеки та загального знецінення лісу.

Розглядаючи окремі фактори дії вогню на деякі лісові породи та аналізуючи склад лісів, які в минулому декілька разів пошкоджувались дією вогню, багато дослідників відмічають суттєвий вплив його на породний склад і якість деревостанів. Суттєво в лісі міняється склад трав’яної рослинності і ентомофауни (комахи).

При візуальній оцінці пошкоджених вогнем дерев в лісі може слугувати середня довжина нагару на стовбурах дерев. Існує залежність між розмірами нагару і загибеллю дерев.

Цікаво розглянути це на прикладі сосни:

Середня довжина нагару від шийки в висоту, м	до 0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
Відпад, %	0	6	8,5	22,5	32,0	55,0	68,0	70,0	85,0	94,0

Ялина менш стійка, тому інтенсивність відпаду проходить при меншому пошкодженні стовбура:

Висота нагару, м	до 0,5	1	2	3	4	5	6
Відпад, %	18,0	44,0	62,0	75,0	85,0	87,0	95,0

При пошкодженні бука низовими пожежами, висота пошкодження кори має чітку залежність між висотою нагару і величиною обхвату по периметру вогнем стовбура, тобто від діаметру дерева. Максимальна висота нагару в бучинах сягає 1,2 м, а середня – 0,5 м.

Величина пошкодження дерев бука в залежності від розмірів діаметра:

Діаметр, см	до 6	10	14	18	22	26	30	34	38	42	46	50
Пошкодження по периметру, %	до 100	90	84	78	66	60	52	48	44	39	32	28

Вивчаючи дію вогню в часовому вимірі та в залежності від захаращеності, А. А. Мочанов (1981) наводить наступні дані.

Таблиця 4.1

Дія вогню в часовому вимірі та в залежності від захаращеності

Дія пожежі протягом доби, %					Дія пожежі від інтенсивності, %		
порода	день	ранок	вечір	ніч	слабка	середня	сильна
Сосна	25,0	10,0	6,9	5,6	9,4	13,3	33,3
Береза	65,0	43,0	30,0	26,0	47,6	57,9	72,1
Ялина	78,3	44,0	46,5	33,0	50,3	53,3	93,1

Наведені дані дають уяву про дію пожежі, так сосна найбільше страждає вдень, береза – день і ранок, а ялина, порівнюючи, нищяться вогнем протягом доби з перевагою дня.

При всіх видах захаращеності ялина найбільш вразлива порода, а після неї береза. Цю, відмічену особливість дії вогню необхідно враховувати і більш ретельно виконувати роботи по санітарній очистці ділянок цих порід.

Зв'язок між висотою полум'я, що характеризує силу пожежі, і висотою нагару встановив Г. А. Амосов, який проводив дослідження в сосняках лишайникових і злаково-різнотравних різного віку:

$$y = 2,06x - 1,42,$$

де, y - висота нагару на стовбурах, дм;

x – висота полум'я, дм.

З наведеної формули видно, що висота нагару майже в два рази перевищує висоту полум'я.

Контрольні питання:

1. Стійкість окремих лісових порід проти дії вогню?
2. Групи пошкоджень дерев?
3. Відпад та його пожежна небезпека?
4. Відношення до дії вогню порід деревини?
5. Позитивна дія вогню у лісі?
6. Негативна дія вогню у лісі?