

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

ННІ лісового і садово-паркового господарства

630*5(477.51)

ПОГОДЖЕНО
Директор ННІ лісового і
садово-паркового господарства

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри лісівництва

_____ Роман ВАСИЛИШИН
(підпис)
« _____ » _____ 20 ____ р.

_____ Наталія ПУЗРІНА
(підпис)
« _____ » _____ 20 ____ р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: Наземні лісові горючі матеріали у соснових лісах
ТОВ «СПЕЦЛІСГОСП «АВАНГАРДЛІС»

Спеціальність 205 «Лісове господарство»

Освітня програма Лісове господарство
(назва)

Орієнтація освітньої програми _____
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

канд. с.-г. наук, доцент

_____ (підпис)

Олександр БАЛА

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

канд. с.-г. наук, доцент

_____ (підпис)

Василь ГУМЕНЮК

Виконав

_____ (підпис)

Владислав ПИЛИПЕНКО

КИЇВ – 2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

ІНСТИТУТ ЛІСОВОГО І САДОВО-ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри лісівництва

канд. с.-г. наук, доцент Наталія ПУЗРІНА

« _____ » _____ 20 _____ року

З А В Д А Н Н Я

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Пилипенку Владиславу Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Спеціальність 205 «Лісове господарство»

(код і назва)

Освітня програма Лісове господарство

(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо – професійна

(освітньо – професійна або освітньо – наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: Наземні лісові горючі матеріали у соснових лісах ТОВ «СПЕЦЛІСГОСП «АВАНГАРДЛІС»

Затверджена наказом ректора НУБіП України від « 09 » 11 2024 р. № 2100 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедрі 2024.11.11

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: книга обліку лісових пожеж, акти про лісові пожежі, таксаційний опис, Проект організації та розвитку ТОВ «СПЕЦЛІСГОСП «АВАНГАРДЛІС», матеріали пробних площ та площадок для аналізу особливостей формування наземних лісових горючих матеріалів у соснових лісах ТОВ «СПЕЦЛІСГОСП «АВАНГАРДЛІС»

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Опрацювання літературних джерел за вказаною темою роботи;
2. Збір даних про природну пожежну небезпеку лісів підприємства;
3. Збір даних про горимість лісів підприємства;
4. Підбір методики щодо опису видового складу, просторового розміщення, структури та запасів наземних лісових горючих матеріалів;
5. Закладання пробних площ для вивчення особливостей формування наземних лісових горючих матеріалів у соснових лісах підприємства;
6. Опрацювання дослідного матеріалу;
7. Виокремлення висновків та надання пропозицій підприємству

Перелік графічного матеріалу (за потреби) _____

Дата видачі завдання « 02 » 10 2023 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____

(підпис)

Гуменюк В.В.

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

Пилипенко В.С.

(прізвище та ініціали студента)

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків та пропозицій підприємству, списку використаних джерел (50 джерел) та 3-х додатків. Загальний обсяг роботи становить 62 сторінки комп'ютерного тексту, що включає 13 рисунки та 10 таблиць.

У першому розділі магістерської роботи розкрито основні поняття про лісові горючі матеріали, їх види та класифікація, веб технології та системи для оцінки ризиків виникнення та розвитку лісових пожеж та систем для управління лісовими горючими матеріалами.

У другому розділі обґрунтовується вибір напряму досліджень, мета, предмет і об'єкт дослідження, постановка завдань та методи їх вирішення, а також наведено методики для проведення дослідження

У третьому розділі наведено характеристику природно-економічних та лісорослинних умов об'єкту дослідження. Наведено інформацію щодо місцезнаходження і площі лісогосподарського підприємства, природно-кліматичні умови регіону, поділ лісів на категорії, стан та динаміка земель лісогосподарського призначення та охорона лісів від пожеж.

У четвертому розділі розкрито основні результати роботи. Наведено аналіз природної пожежної небезпеки та аналіз горимості лісів, характеристика дослідних ділянок, видовий склад, характеристики та запаси лісових горючих матеріалів, а також фракційний склад та структура наземних лісових горючих матеріалів в соснових лісах підприємства.

За результатами дослідження сформовано висновки, що безпосередньо стосуються об'єкту дослідження та поставлених завдань та розкривають питання формування наземних лісових горючих матеріалів у соснових лісах ТОВ «СПЕЦЛІСГОСП «АВАНГАРДЛІС». На основі висновків були сформовані пропозиції виробництву, які конкретизовані та представлені у вигляді рекомендацій, що мають на меті удосконалення діючої системи оцінки пожежної небезпеки лісів підприємства.

У магістерській роботі наведено список використаних джерел, що включає, як вітчизняні так і зарубіжні наукові статті, монографії, підручники, а також посилання на інтернет ресурси. У кінці роботи розміщено додатки, що були використані під час написання роботи про що свідчать посилання в тексті окремих розділів.

Ключові слова: лісова пожежа, горимість, природна пожежна небезпека, лісовий горючий матеріал, лісова підстилка.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	8
1.1. Поняття про лісові горючі матеріали, їх види та класифікація	8
1.2. Веб технології та системи для оцінки ризиків виникнення та розвитку лісових пожеж	10
1.3. Сучасні інформаційні системи для управління лісовими горючими матеріалами.....	17
РОЗДІЛ 2 ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	28
2.1. Програма та об'єкт дослідження.....	28
2.2. Методика дослідження	29
РОЗДІЛ 3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНО-ЕКОНОМІЧНИХ ТА ЛІСОРОСЛИННИХ УМОВ ТОВ «СПЕЦЛІСГОСП «АВАНГАРДЛІС»	31
3.1. Місцезнаходження та площа лісогосподарського підприємства.....	31
3.2. Аналіз лісового фонду	31
3.3. Природно-кліматичні умови регіону	33
3.4. Геоморфологічні умови та водні об'єкти	35
РОЗДІЛ 4 НАЗЕМНІ ЛІСОВІ ГОРЮЧІ МАТЕРІАЛИ У СОСНОВИХ ЛІСАХ ТОВ «СПЕЦЛІСГОСП «АВАНГАРДЛІС»	38
4.1. Ризики виникнення пожеж у лісовому фонді підприємства	38
4.2. Характеристика дослідних ділянок.....	41
4.3. Видовий склад, характеристики та запаси лісових горючих матеріалів	42
4.4. Фракційний склад та структура наземних лісових горючих матеріалів в соснових лісах підприємства	44
ВИСНОВКИ.....	51
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	54
ДОДАТКИ.....	59

ВСТУП

Упродовж останніх десятиліть пожежі в природних екосистемах України набувають все більшої загрози, не лише ставлячи під ризик збереження лісових масивів та природоохоронних територій, але й впливаючи на безпеку населення, яке проживає в їхніх околицях, а також на інфраструктуру та житлові об'єкти. Зміни клімату, зокрема подовження періодів посухи та збільшення частоти сильних вітрів, створюють нові умови для виникнення й поширення масштабних пожеж. У зв'язку з цим постає необхідність модернізації системи попередження та захисту природних територій від вогню. Розробка спеціалізованих регіональних онлайн-платформ, які здійснюють моніторинг та оцінку ризиків виникнення пожеж, може стати важливим інструментом для лісокористувачів, сприяючи ефективному плануванню протипожежних заходів та організації боротьби з ландшафтними пожежами.

Метою роботи є вивчення наземних лісових горючих матеріалів у соснових лісах ТОВ «СПЕЦЛІСГОСП «АВАНГАРДЛІС».

Об'єкт дослідження – наземні лісові горючі матеріали у соснових лісах ТОВ «СПЕЦЛІСГОСП «АВАНГАРДЛІС».

Предмет дослідження – особливості формування наземних лісових горючих матеріалів у соснових лісах ТОВ «СПЕЦЛІСГОСП «АВАНГАРДЛІС».

Для досягнення поставленої мети виконано дослідні завдання:

- Опрацювання літературних джерел за вказаною темою роботи;
- Збір даних про природну пожежну небезпеку лісів підприємства;
- Збір даних про горимість лісів підприємства;
- Підбір методики щодо опису видового складу, просторового розміщення, структури та запасів наземних лісових горючих матеріалів;

- Закладання пробних площ для вивчення особливостей формування наземних лісових горючих матеріалів у соснових лісах підприємства;
- Опрацювання дослідного матеріалу;
- Виокремлення висновків та надання пропозицій підприємству

Методи дослідження. У магістерській роботі використано лісівничо-пірологічні, аналітичні та статистичні методи дослідження для підготовки, вивчення й отримання відповідних висновків та рекомендацій щодо наземних лісових горючих матеріалів у соснових лісах ТОВ «СПЕЦЛІСГОСП «АВАНГАРДЛІС».

Практичне значення отриманих результатів полягає у покращенні точності прогнозування пожежної небезпеки, що дозволяє більш ефективно визначати клас природної пожежної небезпеки з урахуванням погодних умов та специфіки формування наземних лісових горючих матеріалів у соснових лісах підприємства.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1. Поняття про лісові горючі матеріали, їх види та класифікація

Лісові горючі матеріали, це різноманітні органічні речовини, які накопичуються в лісах та можуть стати природним горючим матеріалом для виникнення та розвитку лісових пожеж. Вони складаються переважно з рослинних решток, включаючи суху траву, листя, гілки, стовбури дерев, мохи та навіть торф. Знання класифікації горючих матеріалів та розуміння їх властивостей є важливим для оцінки пожежної небезпеки та організації охорони лісів від пожеж [9].

Відповідно до існуючих досліджень у галузі вивчення лісових горючих матеріалів розрізняють наступні їх класифікації:

1) За походженням. Надземні горючі матеріали, це жива рослинність (листя, гілки, хвоя), яка зазвичай знаходиться під пологом лісу. Під впливом тепла й вітру ці матеріали можуть швидко пересихати, підвищуючи ризик загоряння. Надземні горючі матеріали поділяють на дрібні, великі та підземні.

Дрібні наземні горючі матеріали – сюди входить трава, сухе листя, хвоя, мох, дрібні гілки (до 6 мм у діаметрі). Вони легко загоряються та швидко поширюють вогонь, сприяючи виникненню низових пожеж [8]. Великі наземні матеріали, це гілки та стовбури дерев діаметром понад 6 мм, мертва деревина, повалені стовбури. Вони горять повільніше, але можуть створювати осередки інтенсивного вогню. Підземні матеріали, до цієї групи належать торф та коріння дерев. Вони беруть участь у підземних пожежах, які можуть тріти протягом тривалого часу, навіть протягом дощового періоду [8].

2) За розташуванням у лісі. Наземні лісові горючі матеріали, це матеріали, що знаходяться на поверхні ґрунту або біля нього (сухі листя, хвоя, трава, чагарники). Низові пожежі зазвичай починаються саме з цього типу матеріалів, які легко загоряються та слугують провідниками горіння.

Надземні лісові горючі матеріали – до них відносять листя та хвою дерев, що знаходяться у верхніх ярусах лісу. Верхові пожежі виникають тоді, коли полум'я поширюється на крони дерев внаслідок розвитку низових пожеж.

Підземні лісові горючі матеріали, це переважно торф та корені рослин, які знаходяться під землею, іноді сухі пеньки. Підземні пожежі можуть горіти без видимого полум'я, поширюючись у глибині ґрунту, тобто відбувається тління горючих речовин [8, 9].

3) За розмірами горючих матеріалів. Розрізняють дрібно-, середньо- та великофракційні лісові горючі матеріали. Дрібнофракційні горючі матеріали – горять дуже швидко та сприяють стрімкому поширенню вогню (трава, листя, хвоя). Середньofракційні горючі матеріали – горять повільніше, але можуть підтримувати інтенсивне горіння (гілки, кущі). Великофракційні матеріали – горять тривало та можуть створювати осередки вогню, які важко загасити (стовбури дерев, крупні залишки відмерлої деревини).

4) За здатністю утримувати вологу. Розрізняють вологі та сухі лісові горючі матеріали. Вологі матеріали – це живі рослини, дерева та інші матеріали з високим вмістом вологи. Вони горять важче і з меншою інтенсивністю, але за умов тривалої посухи можуть швидко пересихати. Сухі матеріали – до них відносять всі мертві рослинні залишки, такі як сухе листя, хвоя, гілки. Ці матеріали легше загоряються та сприяють швидкому поширенню вогню [8, 9].

5) За швидкістю горіння. Розрізняють швидко- та повільногорючі лісові горючі матеріали. Швидкогорючі матеріали, це листя, трава, хвоя – легкі та швидко запалювані речовини, що викликають низові пожежі. Повільногорючі матеріали, це крупні залишки деревини, пеньки та корені – горять довго, але підтримують стійке полум'я.

У залежності від видів та характеристик лісових горючих матеріалів розрізняють наступні види пожеж: верхові, низові та підземні. Під час низових пожеж горять матеріали, що розміщуються на поверхні під пологом лісу (суха

трава, листя, хвоя, дрібні гілки). Ці пожежі є найбільш поширеними в Україні. Верхові пожежі – вогонь поширюється через нижні гілки крони хвойних дерев на їх верхівки (соснові та ялинові ліси). Такі пожежі швидко охоплюють великі площі лісового фонду. Підземні пожежі – горять підземні горючі матеріали (торф, коріння дерев). Такі пожежі можуть тліти протягом тривалого часу та важко піддаються гасінню чим ускладнюють роботу лісовим пожежним [8, 9].

Розуміючи класифікацію лісових горючих матеріалів та види пожеж, що можуть виникати у залежності від їх характеристик, можна виокремити чинники, що впливають на горимість лісових матеріалів. До основних чинників відносять: вологість горючого матеріалу (чим сухіші матеріали, тим легше вони загораються), температуру повітря (високі температури збільшують ризик загорання), видовий та фракційний склад горючих матеріалів (матеріали з високим вмістом смоли (хвойні дерева) горять швидше та інтенсивніше), потужність та просторовий розподіл горючих матеріалів (чим більше сухих та легкозаймистих горючих матеріалів на певній площі, тим вищий ризик виникнення лісової пожежі).

Таким чином вивчення та розуміння ключових термінів та визначень щодо лісових горючих матеріалів, їх види та класифікацію дозволяють краще проектувати та здійснювати протипожежні заходи у межах лісового фонду лісокористувачів.

1.2. Веб технології та системи для оцінки ризиків виникнення та розвитку лісових пожеж

Сучасні веб-технології та системи для оцінки ризиків виникнення та розвитку лісових пожеж відіграють важливу роль у збереженні лісових екосистем та мінімізації збитків від лісових пожеж. Ось кілька найпоширеніших веб-додатків та систем, які використовуються у цій сфері: геоінформаційні системи (ГІС), дистанційне зондування Землі (ДЗЗ), системи моделювання пожежних ризиків, інтернет-платформи для моніторингу та попередження пожеж та метеорологічні системи.

Геоінформаційні системи (ГІС) мають сьогодні достатньо зручних додатків та інтерфейсів, частина з яких є доступними для пересічного користувача. Так як їх кількість доволі велика, далі буде наведено лише найбільш поширені у середовищі науковців.

ArcGIS, це потужний інструмент для моніторингу та управління лісовими пожежами, оскільки дозволяє інтегрувати, аналізувати та візуалізувати геопросторові дані, необхідні для оцінки ризиків та прийняття рішень у реальному часі. З допомогою цього інструменту можна інтегрувати дані з різних джерел, таких як супутникові системи (MODIS, VIIRS), безпілотні літальні апарати, метеорологічні станції та наземні сенсори. Це дозволяє в реальному часі отримувати інформацію про наявні пожежі, їх поширення, інтенсивність та швидкість розвитку.

Завдяки можливості створювати інтерактивні карти, користувачі можуть відстежувати ситуацію на місцях. Карти можуть відображати поточні пожежі, райони, що підлягають евакуації, ресурси пожежної безпеки та шляхи доступу для рятувальних служб. Також можуть використовуватись аналітичні інструменти для моделювання потенційних зон ризику, аналізу топографічних даних, типу рослинності, погодних умов та інших чинників, що впливають на виникнення та поширення пожеж. Застосування цих моделей дозволяє створювати прогнози щодо можливого напрямку поширення пожежі та зон, які можуть постраждати найбільше.

Також ArcGIS дозволяє наносити на карти дані про зони з високим ризиком загоряння на основі кліматичних умов та типу рослинності, а також організовує спільну роботу між рятувальними службами, місцевими органами влади та іншими зацікавленими сторонами. Дані можна швидко поширювати через онлайн-платформи, що допомагає швидше реагувати на пожежі та координувати дії з гасіння, евакуації та мінімізації шкоди. Після гасіння пожежі ArcGIS допомагає в оцінці збитків: виявляє площі, які постраждали та визначає екологічні наслідки. Це важливо для планування відновлення постраждалих територій та запобігання новим пожежам у майбутньому.

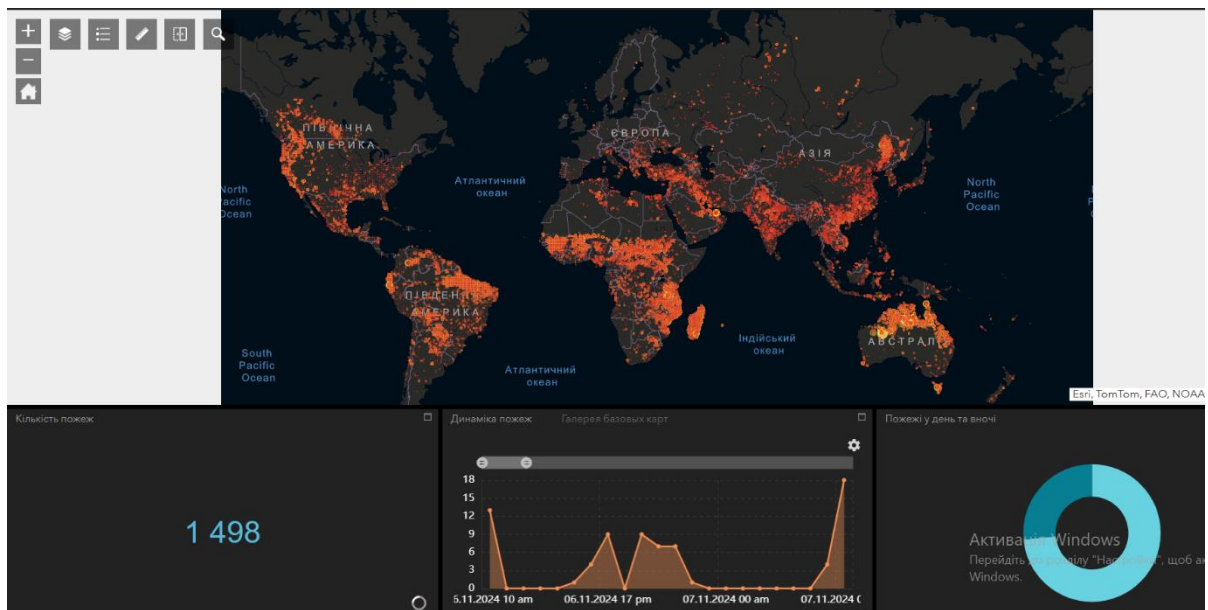


Рис. 1.1. Інтерфейс інформаційної системи ArcGIS [34]

Дистанційне зондування Землі (ДЗЗ). Серед найбільш поширених є космічна система MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) з потужним спектрорадіометром, що дозволяє виявляти теплові аномалії на поверхні Землі та встановлений на двох космічних апаратах NASA Terra та Aqua. MODIS може виявляти теплові аномалії на поверхні Землі, що виникають в результаті пожеж. Система виявляє підвищені температури у певних діапазонах інфрачервоного спектру, які свідчать про початок пожежі. Ця інформація є критично важливою для оперативного виявлення нових пожеж, навіть у важкодоступних або віддалених районах. Надає регулярні спостереження за однією й тією ж територією кілька разів на день. Це дозволяє в режимі реального часу спостерігати за тим, як розвивається пожежа, її площу, напрямок поширення, а також оцінювати, наскільки ефективні заходи боротьби з нею.

Також ці дані допомагають оцінювати екологічні наслідки лісових пожеж, зокрема поширення диму та забруднення повітря, а також ступінь пошкодження лісів та інших екосистем. Ці дані використовуються для оцінки якості повітря та визначення районів, які постраждали найбільше. Також інтегруються в різні моделі прогнозування пожеж, такі як системи моделювання пожеж (наприклад FARSITE або FLAMMAP), для того щоб

передбачати можливі напрямки поширення пожеж та зони ризику. Це особливо корисно для планування дій рятувальних служб та попередження населення про можливі небезпеки.



Рис. 1.2. Інтерфейс системи Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer [47]

Дані системи MODIS є відкритими та безкоштовними для використання. Вони публікуються через такі платформи, як NASA FIRMS (Fire Information for Resource Management System), що дозволяє рятувальним службам, урядовим організаціям та дослідникам використовувати їх для моніторингу та управління пожежами.

Моделювання пожежних ризиків. Серед найбільш поширених є FARSITE (Fire Area Simulator). Це програмне забезпечення для моделювання поведінки лісових пожеж, розроблене в Лабораторії лісових пожеж у США (Missoula Fire Sciences Laboratory). Воно використовується для прогнозування поширення вогню та оцінки його впливу на різні екосистеми. FARSITE інтегрує різні джерела даних про рельєф, тип рослинності, погодні умови та інші чинники, які впливають на розвиток пожеж.

Також FARSITE використовує фізичні моделі для симуляції поширення вогню. Програма дозволяє прогнозувати, як пожежа буде поширюватися в часі та просторі, враховуючи вітер, вологість, рельєф місцевості та види

рослинності. Це дає можливість заздалегідь оцінити напрямок та швидкість поширення вогню. Дозволяє моделювати різні аспекти пожежі, включаючи низові та верхові пожежі, а також торф'яні пожежі та навіть вогонь, що поширюється під поверхнею землі. Такий підхід допомагає точніше оцінювати потенційні збитки та зони ризику.

Програма отримує та використовує поточні метеорологічні дані, такі як швидкість вітру, температура повітря та вологість, що дозволяє оновлювати прогнози в реальному часі залежно від змін кліматичних умов. Ця інтеграція дозволяє прогнозувати динаміку пожежі в умовах, що постійно змінюються.

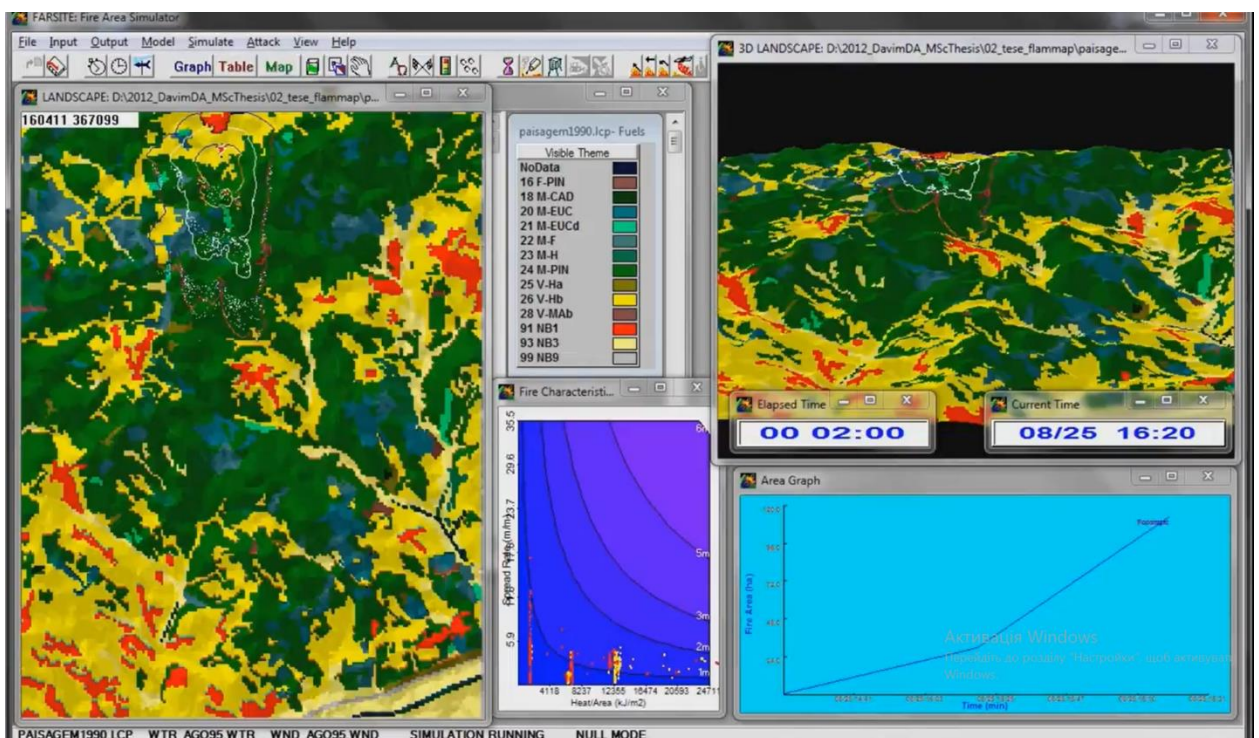


Рис. 1.3. Інтерфейс системи Fire Area Simulator [49]

Завдяки можливості точно моделювати поведінку пожежі, FARSITE використовується для планування заходів щодо боротьби з ландшафтними пожежами, таких як створення захисних бар'єрів або використання контрольованих палів. Це допомагає лісокористувачам та рятувальним службам ефективніше розподіляти ресурси для гасіння пожежі.

Слід відмітити, що модель FARSITE інтегрує дані про рельєф (цифрові моделі висот) та типи рослинності для кращого розуміння впливу місцевих умов на пожежу. Наприклад, пожежа поширюватиметься швидше на схилах

або в районах з сухою рослинністю, а на рівнинних або вологих ділянках – повільніше.

Інтернет платформи для моніторингу та попередження ландшафтних пожеж. Серед найбільш поширених є Global Fire Monitoring System (GFMS). Це глобальна система моніторингу пожеж, розроблена для відстеження та оцінки ландшафтних пожеж у всьому світі. Ця система використовує дані дистанційного зондування Землі, зокрема супутникові знімки, для виявлення та аналізу активних пожеж у режимі реального часу. GFMS використовує дані з супутників, таких як MODIS і VIIRS, для постійного моніторингу пожеж по всьому світу.



Рис. 1.4. Інтерфейс інформаційної системи Global Fire Monitoring System (GFMS) [50]

Слід зазначити, що система автоматично виявляє осередки загорянь та надає інформацію про їх місцезнаходження, розміри та інтенсивність. Забезпечує моніторинг пожеж на всіх континентах, включаючи важкодоступні регіони, такі як тропічні ліси Амазонії та африканські савани. Це дозволяє оцінювати глобальні тенденції щодо частоти та інтенсивності пожеж.

Система також інтегрує дані про погодні умови, такі як вологість, швидкість та напрямок вітру, які впливають на поширення пожеж. Це дозволяє точніше оцінювати ризики та прогнозувати розвиток ситуації. GFMS не тільки фіксує поточні пожежі, але й допомагає оцінювати їх вплив на екосистеми та

навколишнє середовище. Це включає аналіз поширення диму, втрат рослинності, пошкодження ґрунтів та забруднення повітря [50].

Дані використовуються для оцінки екологічної шкоди та планування заходів для відновлення територій після пожеж. Однією з ключових функцій GFMS є раннє виявлення пожеж. Система здатна ідентифікувати навіть незначні загоряння ще на початкових стадіях, що дозволяє оперативним службам швидше реагувати та запобігати масштабним пожежам. GFMS надає відкритий доступ до своїх даних через веб-платформи, що дозволяє урядам, екологічним організаціям, науковцям і громадськості отримувати інформацію про пожежі.

Метеорологічні системи. Одною з найбільш популярних систем є MeteoEarth. Це інтерактивна метеорологічна програма, яка дозволяє відстежувати погодні умови по всьому світу в режимі реального часу. Вона використовує дані від провідних метеорологічних агентств та надає візуалізацію кліматичних процесів у вигляді тривимірних карт. Це робить її корисним інструментом не лише для повсякденного прогнозування погоди, але й для моніторингу природних катастроф, таких як лісові пожежі.

Система MeteoEarth дозволяє користувачам відстежувати різні погодні параметри – температуру, опади, вітер, тиск, хмарність у реальному часі, зображаючи їх на інтерактивній 3D карті. Це забезпечує наочне уявлення про кліматичну ситуацію в будь-якій точці світу.

Відомо, що лісові пожежі часто виникають через поєднання певних погодних умов, таких як висока температура повітря, низька вологість повітря та сильні вітри. Враховуючи це, MeteoEarth надає точну інформацію про ці чинники, що допомагає передбачати та контролювати ризик виникнення пожеж. Програма пропонує прогнози на кілька днів наперед, що дозволяє пожежним службам лісокористувачів та рятувальникам заздалегідь планувати свої дії, оцінюючи ймовірність погіршення погодних умов, що сприятимуть поширенню лісових пожеж.

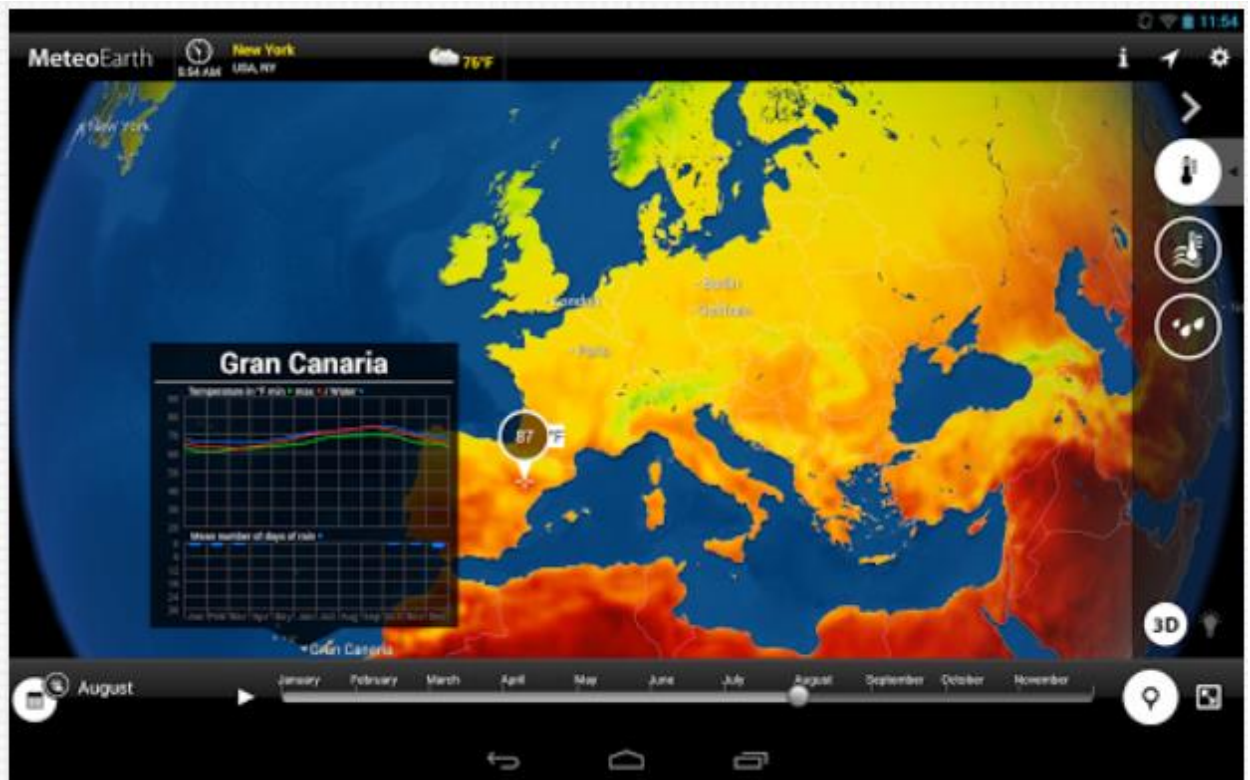


Рис. 1.5. Інтерфейс системи MeteoEarth [45]

Так, як вітер є ключовим чинником у поширенні лісових пожеж, MeteoEarth відображає дані про швидкість та напрямок вітру, що дозволяє прогнозувати, в якому напрямку вогонь може поширюватися, а також де необхідно вжити додаткових заходів для стримування пожежі. Програма охоплює всю планету, дозволяючи користувачам відстежувати погодні умови не тільки на локальному рівні, а й у глобальному масштабі. Це важливо для моніторингу пожеж у віддалених або важкодоступних місцях, таких як ліси Амазонії чи чагарникові ліси Австралії [45].

Крім короткострокових прогнозів, MeteoEarth дозволяє аналізувати довгострокові кліматичні зміни, що можуть впливати на частоту і масштаби лісових пожеж у різних регіонах. Це важливо для планування заходів з управління ризиками.

1.3. Сучасні інформаційні системи для управління лісовими горючими матеріалами

Погода, рельєф, види рослинних горючих матеріалів та їх характеристики, а також соціально-економічні умови в країні є чинниками, які сприяють складності та невизначеності управління ризиками виникнення лісових пожеж. Очікувані наслідки зміни клімату, включаючи глобальне збільшення інтенсивності та частоти лісових пожеж, ще більше ускладнюють оцінювання ризиків виникнення пожеж та їх управління. Інформаційні системи підтримки прийняття рішень набувають дедалі більше значення, розробляються та застосовуються для різних цілей, зокрема покращення захисту пожежного персоналу під час гасіння, розробки ефективної стратегії та тактики гасіння пожеж, аналізу зменшення запасів рослинних горючих матеріалів в ландшафті та забезпечення захисту навколишнього середовища.

Отримані знання та досвід використання інформаційних систем дають лісокористувачам, які займаються розробкою систем охорони лісів від пожеж, можливість визначати в просторі та ідентифікувати в часі зони з високими ризиками виникнення пожеж в коротко- та довгостроковій перспективі та реалізувати необхідні попереджувальні заходи.

Існує багато проблем, пов'язаних зі створенням та застосуванням інструментів підтримки прийняття рішень. В ідеалі інтегрована система попередження пожеж та управління ними повинна забезпечувати миттєвий доступ до таких функцій, як прогнозування пожежної небезпеки, прогнозування поведінки пожежі, виявлення активних пожеж, доступ до історичних даних про пожежі та оцінка збитків від пожежі. З точки зору зручності використання, така система повинна бути досить інтуїтивно зрозумілою, щоб кінцеві користувачі могли використовувати її без спеціальних знань, наприклад математичного моделювання. З точки зору впровадження, система повинна бути надійною, щоб відповідати запитам і вимогам користувачів під час пожежонебезпечного сезону у режимі реального часу без надмірних вимог до обслуговування [41].

Системи підтримки прийняття рішень щодо моніторингу, попередження та управління ландшафтними пожежами були розроблені та нині

використовуються в таких країнах як Іспанія, Франція, Італія, Туреччина, США, а також в альпійських районах Європи. Деякі з них можна вважати повністю інтегрованими рішеннями для вирішення проблеми моніторингу, попередження та управління ландшафтними пожежами. При цьому кожна з вищезгаданих систем характеризується певною функціональністю.

Вдалим прикладом реалізації системи є Греція, де система є інтегрованою в національну систему управління пожежами, таким чином, що стратегія пожежогасіння спирається на низку незалежного програмного забезпечення та підсистем, що використовуються для виконання окремих операцій. Системи включають модуль Google Earth для картографування та обробки даних, Європейську інформаційну систему виявлення лісових пожежі (EFFIS) для оцінки поточної пожежної небезпеки та для оцінки площі пожеж, інструменти географічної інформаційної системи (GIS) для картографування щоденних ризиків виникнення пожеж для Генерального секретаріату цивільного захисту Греції (GSCP) [42]. Ця схема боротьби з лісовими пожежами в Греції виникла як результат багаторічних зусиль, що включали як вдосконалення нормативно-правової бази, так і розвиток прикладних досліджень.

У США та Канаді також були створені комплексні інформаційні системи управління лісовими пожежами. Для прикладу у США було розроблено систему для вибору стратегічних і тактичних рішень щодо гасіння пожеж (Wildland Fire Decision Support System, WFDSS), яка широко використовується для підтримки ліквідації надзвичайних ситуацій. Система WFDSS допомагає менеджерам з управління пожежами та аналітикам приймати стратегічні і тактичні рішення щодо реагування на пожежі. Система проста у використанні, інтуїтивно зрозуміла, масштабована та поступово адаптується до змін інтенсивності та складності пожежі.

Також система WFDSS використовує дані Національної системи оцінки пожежної небезпеки (NFDRS) для оцінки пожежної небезпеки в країні у поєднанні з даними системи RAWS, що використовуються для аналізу погоди.

Потенційний розвиток та поширення лісової пожежі від наявних загорянь прогнозується максимум на 10 днів за допомогою алгоритму *minimum travel time (MTT)*, вбудованого в програмне забезпечення для моделювання *FSPro*. Система *WFDSS* також надає оцінку збитків території пройденій пожежею на основі моделі швидкої оцінки ризику (*RAVAR*) та стратифікованого індексу витрат коштів на гасіння. Система *WFDSS* є частиною програмного забезпечення, що використовують імітаційне моделювання лісових пожеж (наприклад, *FlamMap*, *FSim*, *Randig*), які використовуються лісо- та землекористувачами у США для оцінки ризику виникнення пожеж та стратегічного планування.

У Канаді для прогнозування пожеж використовується Канадська система оцінки небезпеки виникнення лісових пожеж (*CFFDRS*). Система *CFFDRS* складається з двох основних підсистем або модулів: «*Canadian Forest FWI System*» та «*Canadian Forest Fire Behavior Prediction*». Моніторинг, картування та моделювання пожеж здійснюється на основі супутникових даних спектро радіометра високої роздільної здатності (*AVHRR*) для виявлення лісових пожеж, що активно горять. Канадська система є національною інформаційною системою управління пожежами, що представляє щоденну інформацію про пожежну небезпеку погоди, потенційну поведінку вогню та умови верхніх шарів атмосфери [41].

Також є й інші інтегровані інформаційні системи, що використовуються для моніторингу, попередження та управління ландшафтними пожежами, вони також мають свої особливості, цілі та завдання, проте ми розглянемо найбільш поширені з них, ті що використовуються більшістю розвинених країн світу і нині довели свою ефективність у використанні для управління ландшафтними пожежами та організації охорони лісів від пожеж.

У науковій літературі можна знайти різноманітні методи та підходи щодо створення інформаційних систем для управління ландшафтними пожежами. Кожен метод має певні особливості застосування, які прослідковуються через ряд переваг та недоліків. Нижче наведено огляд

сучасних інформаційних систем, які широко застосовуються в різних країнах та довели свою виключну ефективність щодо моніторингу, попередження та управління ландшафтними пожежами.

Автоматизована система «Пожежі». Автоматизована система "Пожежі" – це сучасний інструмент, який використовується для своєчасного виявлення та гасіння лісових пожеж. Система складається з мережі датчиків, що чутливо реагують на підвищення температури, дим та зниження вологості. Ці дані передаються на центральний сервер, де за допомогою спеціального програмного забезпечення аналізуються та візуалізуються. Завдяки такому підходу, пожежі виявляються на ранніх стадіях, що дозволяє оперативно мобілізувати необхідні сили та засоби для їх ліквідації. Система також дозволяє оцінити пожежний ризик на певній території та розробити профілактичні заходи.

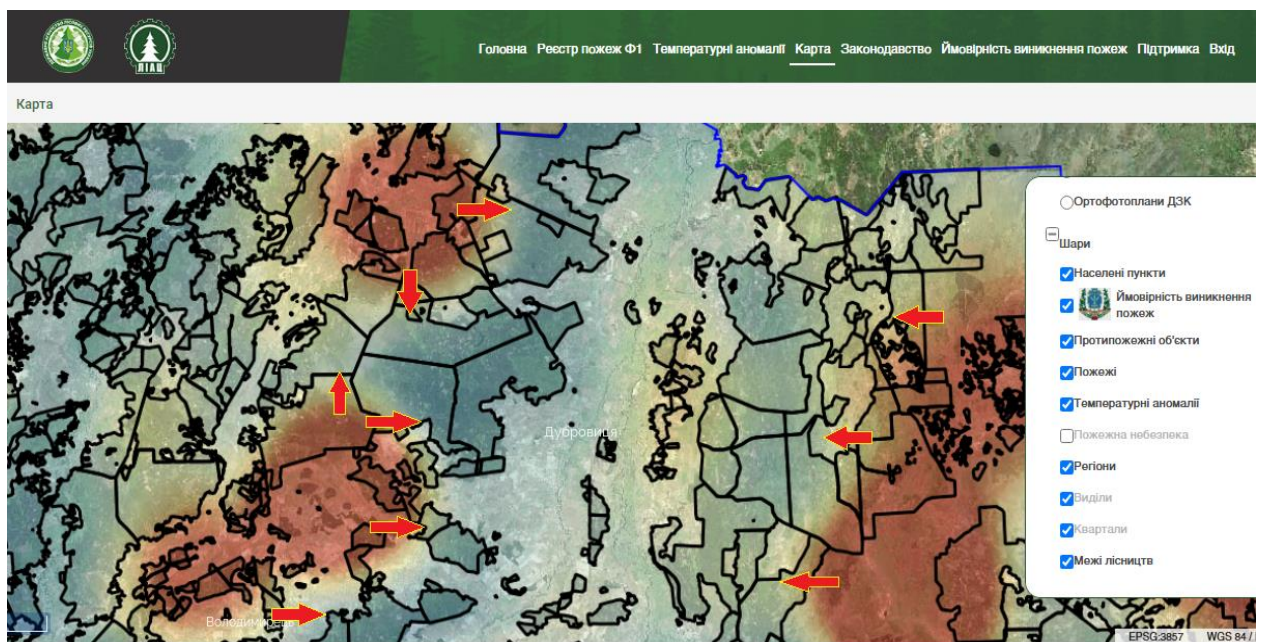


Рис. 1.6. Інтерфейс автоматизованої системи «Пожежі» в лісовому господарстві (<https://fire.ukrforest.com/map/index>)

Для підвищення ефективності боротьби з лісовими пожежами, систему «Пожежі» інтегрують з авіаційними та наземними засобами спостереження та гасіння. Це дозволяє отримувати детальну інформацію про масштаби та динаміку пожежі, а також координувати дії різних служб [1].

Так, з початку 2024 року в системою «Пожежі» було зафіксовано 483 випадків лісових пожеж, загальна площа яких складає понад 11,6 тисяч гектарів. Це перевищує площу лісових пожеж, зафіксованих у 2023 році, у 12 разів. Тенденція зростання кількості лісових пожеж пов'язана з активними бойовими діями в Харківській та Донецькій областях, де сталося 287 пожеж на загальній площі близько 11,5 тисяч гектарів. До того ж, зазначений облік пожеж не враховує території Луганської, Донецької, Запорізької та Херсонської областей, які наразі знаходяться в зоні тимчасової окупації, де продовжуються активні бойові дії [1].

Національна служба лісів США (United States Forest Service). USFS, це агентство Міністерства сільського господарства США, відповідальне за управління національними лісами та іншими природними ресурсами. USFS була заснована у 1905 році з метою забезпечення сталого управління лісовими ресурсами, збереження природних екосистем та забезпечення охорони, відновлення та сталого використання лісів [43]. До основних функцій цієї системи входить:

- 1) Планування та реалізація заходів для збереження та відновлення лісових екосистем, боротьба з шкідниками та хворобами лісу, управління відновленням лісів після лісових пожеж.

- 2) Розробка стратегій попередження, контролю та реагування на лісові пожежі. Служба використовує сучасні технології моніторингу та моделювання для оцінки ризиків.

- 3) Проведення наукових досліджень у сферах екології, управління природними ресурсами, збереження біорізноманіття та зміни клімату.

- 4) Захист видів, які перебувають під загрозою зникнення, та їхніх середовищ існування. Служба також працює над відновленням втрачених екосистем.

- 5) USFS активно використовує ГІС для картографування лісових ресурсів, аналізу ризиків, управління природними ресурсами та моніторингу стану лісів.

6) Використання супутникових технологій для моніторингу стану лісів і виявлення лісових пожеж в режимі реального часу.

7) Розробка моделей для прогнозування поведінки лісових пожеж та управління ресурсами.

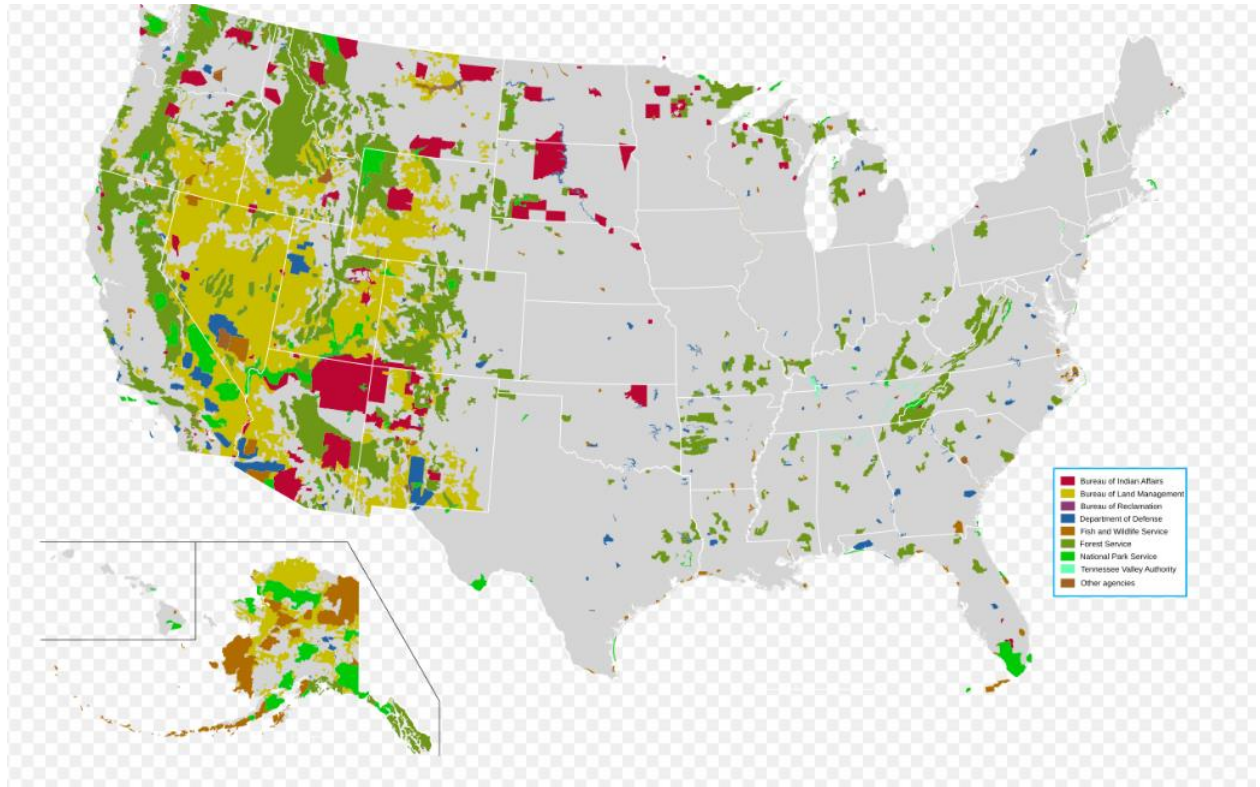


Рис. 1.7. Інформаційна система Національної служби лісів США [43]

Слід зазначити, що інформаційна система USFS відіграє важливу роль у збереженні та управлінні лісовими ресурсами США, забезпечуючи баланс між використанням природних ресурсів та їх охороною. Служба активно впроваджує новітні технології та наукові дослідження для покращення ефективності управління лісами та протипожежної безпеки.

Інформаційна система для моніторингу та управління ландшафтами в США. Система LANDFIRE (Landscape Fire and Resource Management Planning Tools), це інтегрована інформаційна система, створена для підтримки управління природними ресурсами та оцінки ризиків виникнення лісових пожеж. Система забезпечує доступ до детальних даних про ландшафти, які включають інформацію про вегетацію, типи покриття, шкідників, хвороби та

інші природні фактори [44]. Основні компоненти, призначення та технології, що використовуються системою:

- 1) LANDFIRE надає карти, що відображають типи рослинності, їх стан, а також характеристики екосистем. Ці дані допомагають у плануванні управління лісами та відновлення природних ресурсів.
- 2) Система використовує моделі для оцінки ризиків виникнення лісових пожеж. Вона враховує чинники, такі як погода, вологість, види рослинності та інші екологічні умови.

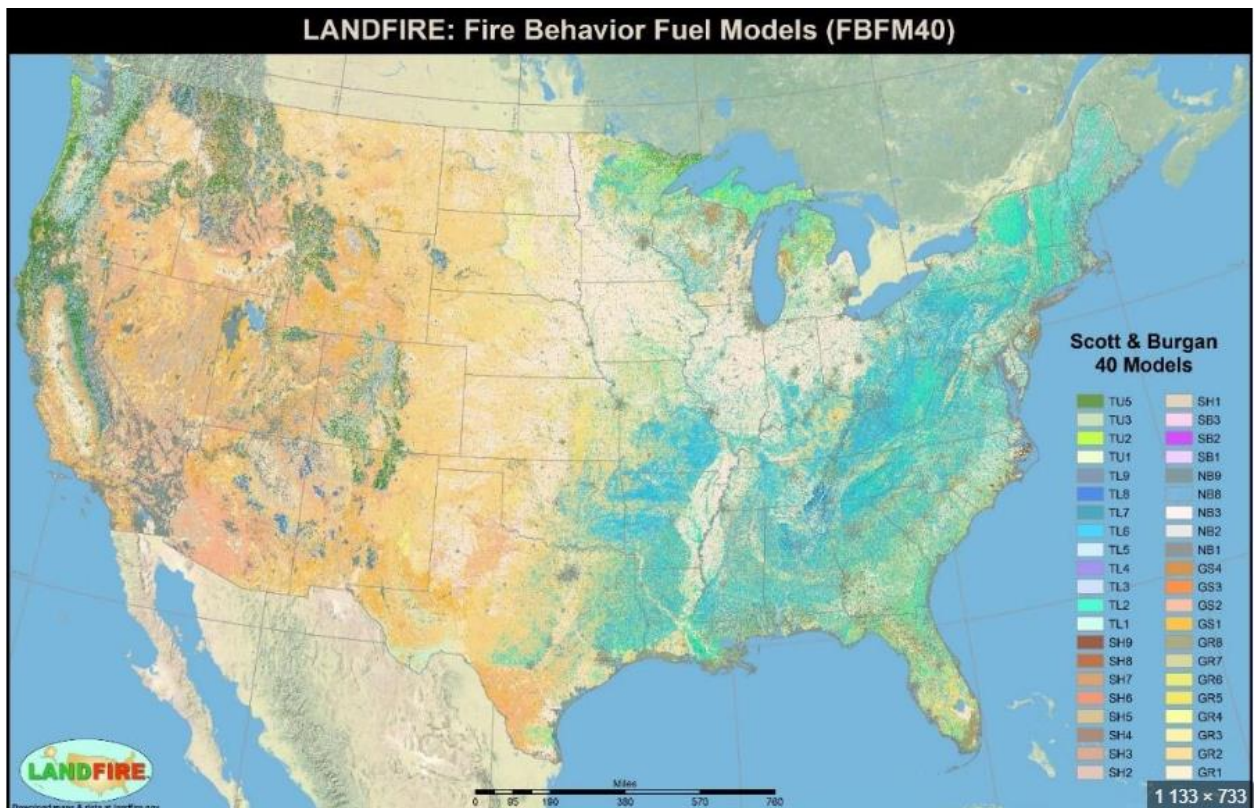


Рис. 1.8. Інтерфейс інформаційної системи LANDFIRE

- 3) Використовує ГІС для візуалізації даних, що дозволяє фахівцям аналізувати просторові відношення та тенденції в природних ресурсах.
- 4) Надає інформацію, необхідну для прийняття рішень у сфері управління лісами, включаючи стратегії боротьби з лісовими пожежами та відновлення екосистем.
- 5) Система дозволяє вивчати вплив змін клімату на ландшафти та еколого-економічні процеси, що відбуваються в природних системах.

- 6) Використовує супутникові дані для збору інформації про покриття території та стан рослинності, що забезпечує актуальність та точність даних.
- 7) LANDFIRE надає відкритий доступ до своїх даних, що дозволяє науковцям, державним установам, неурядовим організаціям та громадськості використовувати їх у дослідженнях та управлінні ресурсами.

Також слід зазначити, що система LANDFIRE є важливим інструментом для управління природними ресурсами в США. Завдяки інтеграції даних про вегетацію, ризики виникнення лісових пожеж та використанню сучасних технологій, система сприяє покращенню планування та прийняття рішень у сфері охорони навколишнього середовища та сталого розвитку[44]. У США інформаційні системи, такі як LANDFIRE та USFS, використовують передові технології моніторингу, прогнозування та управління. Це дозволяє ефективно оцінювати ризики та приймати обґрунтовані рішення.

В Україні технології для управління лісовими горючими матеріалами ще потребують значного розвитку. Брак фінансування та ресурсів обмежує можливості впровадження сучасних систем. Обидві країни використовують ГІС для картографування та аналізу стану лісів, проте в США цей підхід реалізовано на більш високому рівні, із широким доступом до даних та ресурсів. У США існують розвинуті моделі прогнозування, які дозволяють оперативно реагувати на зміни в умовах довкілля. В Україні ж, хоча й відбувається розвиток у цій галузі, використання моделей ще не є розповсюдженими. У обох країнах здійснюється співпраця з міжнародними організаціями, але США мають більше можливостей для інтеграції нових технологій завдяки своїм ресурсам та досвіду [38].

Враховуючи вищенаведене, можна констатувати, що управління лісовими горючими матеріалами є важливою частиною екологічної безпеки, а ефективні інформаційні системи можуть суттєво зменшити ризики лісових

пожеж. У США системи мають більш розвинуті інфраструктуру та доступ до відкритих даних для управління лісовими ресурсами, що дозволяє їм ефективно реагувати на виклики, пов'язані з лісовими пожежами. Україні ж необхідно розробляти та вдосконалити існуючі інформаційні системи, впроваджувати нові технології та залучати інвестиції для покращення управління лісовими горючими матеріалами та збереження природних екосистем.

Висновки до розділу 1

Погода, рельєф, види рослинних горючих матеріалів та їх характеристики, а також соціально-економічні умови в країні є факторами, які сприяють складності та невизначеності управління ризиками виникнення лісових пожеж. Очікувані наслідки зміни клімату, включаючи глобальне збільшення інтенсивності та частоти лісових пожеж, ще більше ускладнюють оцінювання ризиків виникнення пожеж та їх управління. Інформаційні системи підтримки прийняття рішень набувають дедалі більше значення, розробляються та застосовуються для різних цілей, зокрема покращення захисту пожежного персоналу під час гасіння, розробки ефективної стратегії і тактичних гасіння пожеж, аналізу зменшення запасів рослинних горючих матеріалів в ландшафті та забезпечення захисту навколишнього середовища. Отримані знання і досвід використання інформаційних систем дають органам, які займаються розробкою систем охорони лісів від пожеж, можливість визначати в просторі та ідентифікувати в часі зони з високими ризиками виникнення пожеж в коротко- та довгостроковій перспективі та реалізувати необхідні попереджувальні заходи.

У західних країнах, де лісові пожежі є серйозною проблемою, розроблено кілька моделей горючих матеріалів, які дозволяють зрозуміти, як пожежі розповсюджуються та взаємодіють з навколишнім середовищем. Зокрема для перерахованих цілей використовують такі моделі як Національна служба лісів США (United States Forest Service (USFS)), модель FARSITE (Fire Area

Simulator), модель ArcGIS, модель LANDFIRE (Landscape Fire and Resource Management Planning Tools), модель Global Fire Monitoring System (GFMS) та інші.

В Україні технології для управління лісовими горючими матеріалами ще потребують значного розвитку. Брак фінансування та ресурсів обмежує можливості впровадження сучасних систем. Обидві країни використовують ГІС для картографування та аналізу стану лісів, проте в США цей підхід реалізовано на більш високому рівні, із широким доступом до даних та ресурсів. У США існують розвинуті моделі прогнозування, які дозволяють оперативно реагувати на зміни в умовах довкілля. В Україні ж, хоча й відбувається розвиток у цій галузі, використання моделей ще не є розповсюдженими. У обох країнах здійснюється співпраця з міжнародними організаціями, але США мають більше можливостей для інтеграції нових технологій завдяки своїм ресурсам та досвіду.

РОЗДІЛ 2

ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Програма та об'єкт дослідження

З метою дослідження наземних лісових горючих матеріалів у соснових лісах ТОВ «СПЕЦЛІСГОСП «АВАНГАРДЛІС» було закладено 9 тимчасових пробних площ (ТПП), 18 площадок та 12 трансект для відбору зразків лісового горючого матеріалу. Пробні площі було закладено в молодняках, середньовікових та стиглих насадженнях у трьох найпоширеніших ТЛЮ підприємства – А₂, В₂, та В₃. На пробних площах, площадках і трансектах вивчали видовий та фракційний склад, а також запаси наземних лісових горючих матеріалів.

Метою дослідження є вивчення та аналіз наземних лісових горючих матеріалів у соснових лісах ТОВ «СПЕЦЛІСГОСП «АВАНГАРДЛІС». З метою отримання вихідних даних для роботи використано інформацію з книг обліку лісових пожеж, актів про лісові пожежі, таксаційний опис ТОВ «СПЕЦЛІСГОСП «АВАНГАРДЛІС», Проект організації та розвитку ТОВ «СПЕЦЛІСГОСП «АВАНГАРДЛІС», матеріали пробних площ для вивчення та аналізу наземних лісових горючих матеріалів у соснових лісах ТОВ «СПЕЦЛІСГОСП «АВАНГАРДЛІС»

Перелік питань, які виконано в рамках дослідження:

- Опрацювання літературних джерел за вказаною темою роботи;
- Збір даних про природну пожежну небезпеку лісів підприємства;
- Збір даних про горимість лісів підприємства;
- Підбір методики щодо опису видового складу, просторового розміщення, структури та запасів наземних лісових горючих матеріалів;

- Закладання пробних площ для вивчення особливостей формування наземних лісових горючих матеріалів у соснових лісах підприємства;
- Опрацювання дослідного матеріалу;
- Виокремлення висновків та надання пропозицій підприємству

Далі весь дослідний матеріал було проаналізовано відповідно до використаних методик щодо наземних лісових горючих матеріалів у соснових лісах ТОВ «СПЕЦЛІСГОСП «АВАНГАРДЛІС».

2.2. Методика дослідження

Методи дослідження. У магістерській роботі використано лісівничо-пірологічні, аналітичні та статистичні методи дослідження для підготовки, вивчення й отримання відповідних висновків та рекомендацій щодо наземних лісових горючих матеріалів у соснових лісах ТОВ «СПЕЦЛІСГОСП «АВАНГАРДЛІС».

У роботі вивчалися видовий та фракційний склад, а також запаси наземних лісових горючих матеріалів соснових лісів. Для вивчення видового й фракційного складу та запасів наземних лісових горючих матеріалів використано методику американської системи інвентаризації та моніторингу наслідків пожеж FIREMON [34].

Згідно з методикою на ділянках для обліку ЛГМ закладено трансекти $L=25$ м, на яких гілки розділено на фракції: 1-hr (частки $d < 0,60$ см), 10-hr (частки $d = 0,61 - 2,54$ см), 100-hr (частки $d = 2,55 - 7,50$ см), 1000-hr (частки $d > 7,50$ см) за показником тимчасового утримання вологи. Підрахунок часток фракції 1-hr виконували на 2 м, 10-hr – 5 м, 100-hr – 10 м та 1000-hr – на всій довжині трансекти. Відповідно до методики на 10 та 20 м трансекти здійснено вимірювання потужності лісової підстилки, визначено частку проективного покриття та середню висоту живого надґрунтового покриву, зімкнутість намету деревостану, а для крупних деревних решток ступінь їх деструкції. Отримані дані оброблено за допомогою програми Excel.

Висновки до розділу 2

Дослідження наземних лісових горючих матеріалів у соснових лісах ТОВ «СПЕЦЛІСГОСП «АВАНГАРДЛІС» проведено на 9 тимчасових пробних площ (ТПП), 18 площадок та 12 трансект для відбору зразків лісового горючого матеріалу. Пробні площі було закладено в молодняках, середньовікових та стиглих насадженнях у трьох найпоширеніших ТЛУ підприємства – А₂, В₂, та В₃. На пробних площах, площадках і трансектах вивчали видовий та фракційний склад, а також запаси наземних лісових горючих матеріалів.

Вивчення та аналіз природної пожежної небезпеки, горимості та особливостей формування наземних лісових горючих матеріалів було проведено у соснових лісах ТОВ «СПЕЦЛІСГОСП «АВАНГАРДЛІС». З метою детального вивчення лісову підстилку розділено на три фракції за спеціальним показником тимчасового утримування вологи: 1-hr (частки $d < 0,60$ см), 10-hr (частки $d = 0,61 - 2,54$ см), 100-hr (частки $d = 2,55 - 7,50$ см), 1000-hr (частки $d > 7,50$ см) та підраховано їх кількість. Підрахунок часток фракції 1-hr виконували на 2 м, 10-hr – 5 м, 100-hr – 10 м та 1000-hr – на всій довжині трансекти. Відповідно до методики на 10 та 20 м трансекти здійснено вимірювання потужності лісової підстилки та її характеристик.

РОЗДІЛ 3

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНО-ЕКОНОМІЧНИХ ТА ЛІСОРОСЛИННИХ УМОВ ТОВ «СПЕЦЛІСГОСП «АВАНГАРДЛІС»

3.1. Місцезнаходження та площа лісгосподарського підприємства

ТОВ «Спеціалізоване лісове господарство «АВАНГАРДЛІС» (далі товариство) розташоване в північно-східній частині Чернігівської області на території Новгород-Сіверського та Коропського адміністративних районів [23]. Поштова адреса: індекс 16071 с. Лоска, Новгород-Сіверський район, Чернігівська область. В таблиці 3.1. наведено адміністративно-організаційну структуру та загальну площу підприємства.

Таблиця 3.1

Адміністративно-організаційна структура та загальна площа підприємства

Найменування лісництв, місцезнаходження контор	Адміністративні райони	Площа, га
ТОВ СЛГ «АВАНГАРДЛІС»	Новгород-Сіверський	2227,6
Новгород-Сіверський район, кв.6 вид.17	Коропський	2243,4
Разом		4471,0

Згідно лісорослинного районування територія лісгоспу відноситься до зони Українського Полісся, підзони Новгород-Сіверське Полісся.

3.2. Аналіз лісового фонду

Існуючий поділ лісів на категорії проведено згідно Порядку поділу лісів на категорії та виділення особливо захисних лісових ділянок, затверджених

постановою КМ України від 16.10.07 р. №733 та затверджений наказом Держлісагентства України №12 від 17.01.2012 р. [23].

Таблиця 3.2

Розподіл лісового фонду підприємства за категоріями лісів

Категорія лісів	Площа	
	га	%
Ліси природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення – разом	2049,8	45,8
в тому числі:		
Національні природні парки (господарська зона)	1868,8	41,8
Заказники	181,0	4,0
Захисні ліси -разом	129,0	2,9
в тому числі:		
Ліси у смугах відведення автомобільних доріг	43,0	1,0
Байрачні та інші захисні ліси	86,0	1,9
Експлуатаційні ліси	2292,2	51,3
Всього	4471,0	100

Існуючий поділ площі на категорії лісів відповідає господарському призначенню, природним та економічним умовам району розташування ТОВ СЛГ «АВАНГАРДЛІС».

Таблиця 3.3

Розподіл вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок за класами бонітету, га

Панівна порода	Класи бонітету						Разом
	1 ^б і вище	1 ^а	1	2	3	4	
Сосна звичайна	50,1	1537,0	960,9	94,4	3,1		2645,5
Ялина Європейська	8,1	2,1	23,2	3,8	-	-	37,2
Дуб звичайний	-	-	42,4	149,2	69,3	2,3	263,2
Ясен звичайний	-	-	19,9	-	-	-	19,9
Клен гостролистий	-	-	8,4	-	-	-	8,4
Акація біла	-	1,0	36,9	86,7	0,6	-	125,2
Береза повисла	6,6	40,2	304,3	408,5	9,9	-	769,5
Осіка	-	4,6	8,8	33,8	-	-	47,2
Вільха чорна			17,6	172,2	1,9		191,7
Липа дрібнолиста			1,3	6,7			8,0
Верба біла						1,0	1,0
Разом	64,8	1584,9	1423,7	955,3	84,8	3,3	4116,8

Як слідує з табл. 3.3., у лісовому фонді ТОВ «СПЕЦЛІСГОСП «АВНГАРДЛІС» представлені різноманітні деревні види, що позитивно впливає на біологічне різноманіття лісів [23].

Таблиця 3.4

Розподіл вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок за повнотою насаджень, га

Панівна порода	Повнота							Разом
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	
Сосна звичайна	-	0,1	6,3	280,4	1588,4	707,6	68,2	2645,6
Ялина Європейська	-	-	-	-	7,9	18,2	11,1	37,2
Дуб звичайний	0,7	-	17,6	57,5	161,0	26,4	-	263,2
Ясен звичайний	-	-	9,0	2,7	8,2	-	-	19,9
Клен гостролистий	-	-	-	-	0,7	-	-	0,7
Акація біла	-	-	10,0	8,8	90,9	15,5	-	125,2
Береза повисла	-	-	8,3	165,5	511,7	84,0	-	769,5
Осика	-	-	0,2	4,7	39,9	2,4	-	47,2
Вільха чорна	-	-	5,9	41,4	52,7	91,7	-	191,7
Липа дрібнолиста	-	-	-	1,3	6,7	-	-	8,0
Верба біла	-	-	-	1,0	-	-	-	1,0
Разом	0,7	0,1	57,3	563,3	2475,8	945,8	73,9	4116,9

Дивлячись на дані, які представлені в таблиці 3.4 можна зрозуміти, що у лісовому фонді ТОВ «СПЕЦЛІСГОСП «АВНГАРДЛІС» переважають насадження з повнотою 0,6–0,7 та 0,8 одиниць.

3.3. Природно-кліматичні умови регіону

Клімат району розташування лісгоспу помірно-континентальний, характеризується помірно-холодною зимою та менш жарким літом. Коротка характеристика кліматичних умов, що мають значення для лісового господарства наведено в таблиці 3.5. Із кліматичних факторів, що негативно впливають на ріст і розвиток лісових насаджень слід визначити:

- Ранні осінні та пізні весняні заморозки, які пошкоджують сходи і молоді пагони лісових культур;
- Високі температури в літній період викликають опіки кореневої шийки;

- Низька відносна вологість повітря навесні та влітку, сильні сухі вітри, які висушують верхні шари ґрунту;
- Нерівномірність опадів;
- Зими з глибоким промерзанням ґрунту

У цілому клімат лісорослинного району розташування лісгоспу сприятливий для успішного зростання сосни звичайної, ялини європейської, дуба звичайного, берези, осики, вільхи чорної та інших деревних порід і різноманітних чагарників [23].

Таблиця 3.5

Кліматичні показники в регіоні розташування підприємства

Найменування показників	Одиниці вимірювання	Значення	Дата
1. Температура повітря:			
- середньорічна	°С	+6,8	-
- абсолютна максимальна	°С	+37	-
- абсолютна мінімальна	°С	-36	-
2. Кількість опадів на рік	мм	570	-
3. Тривалість вегетаційного періоду	днів	195	-
4. Пізні весняні заморозки			30.04.
5. Перші осінні заморозки			15.10.
6. Середня дата замерзання рік			10.12.
7. Середня дата початку паводку			Початок квітня
8. Сніговий покрив:			
-товщина	см	45	-
-час появи			25.11.
-час сходження у лісі			10.03.
9. Глибина промерзання ґрунту	см	33	-

10. Напрямок панівних вітрів за сезонами			
- зима	румб	Зх, Пд	-
- весна	румб	ПдЗ	-
- літо	румб	Зх, ПдЗ	-
- осінь	румб	ПнС	-
11. Середня швидкість панівних вітрів	м/сек	2–5	-
12. Відносна вологість повітря	%	79	-

У цілому, слід відмітити, що клімат лісорослинного району розташування ТОВ «СПЕЦЛІСГОСП «АВНГАРДЛІС» сприятливий для успішного зростання найпоширеніших деревних видів Полісся України, таких як сосна звичайна, дуб звичайний, береза, вільха чорна, осика та інших видів дерев і чагарників.

3.4. Геоморфологічні умови та водні об'єкти

ТОВ «Спеціалізоване лісове господарство «Авангардліс», розташоване у північно-східній частині України (на Чернігівщині), характеризується певними геоморфологічними умовами, що зумовлені його положенням на північних відрогах Середньоросійської височини та річковою системою басейну Десни [23].

Район має горбисто-хвилястий рельєф, з окремими підвищеннями та низинами. Він є частиною Середньоросійської височини, яка спускається до Поліської низовини на захід. Висоти коливаються від 120 до 200 метрів над рівнем моря. У межах району наявні місцеві височини та долини, які є результатом тривалої ерозійної діяльності.

Основна річка району – Десна. Вона є однією з найбільших правих приток Дніпра і формує широку річкову долину з численними заплавами

луками, терасами та залишками стариць. Також є багато малих річок і струмків, що живлять Десну, які додатково впливають на формування місцевого рельєфу.

У районі поширені вододільні плато, які чергуються з ерозійними долинами річок. Долини річок мають добре виражені тераси, на яких часто розташовуються сільськогосподарські угіддя.

Через наявність річкових систем у районі активно проявляються ерозійні процеси, особливо на схилах річкових долин. Це зумовлює формування ярів, балок, а також місцевих зсувів. Геоморфологічні особливості району сприяють формуванню різноманітних типів ґрунтів. На вододільних плато переважають чорноземи, а в низовинах та долинах річок – алювіальні та лучні ґрунти [23].

Висновки до розділу 3

Клімат району розміщення підприємства помірно-континентальний і характеризується порівняно м'якою зимою, жарким літом і значною кількістю опадів. Із кліматичних факторів, що негативно впливають на ріст і розвиток лісових насаджень слід відзначити: ранні осінні і пізні весняні заморозки, які пошкоджують сходи і молоді пагони лісових культур; високі температури, які в літній період викликають опіки кореневої шийки; низька відносна вологість повітря навесні та влітку, сильні сухі вітри, які висушують верхні шари ґрунту; нерівномірність опадів; зими з глибоким промерзанням ґрунту.

Площа основних груп порід вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок за класами бонітету показує, що у підприємстві переважає І клас бонітету і це досить добре для реалізації деревини. Насадження з повнотою 0,3–0,5 займають площу 58,0 га. Їхня наявність зумовлена всиханням насаджень під впливом несприятливих кліматичних умов, пошкодженням насаджень шкідниками та хворобами, зростанням насаджень на ділянках де мають місце ерозійні процеси та природний відпад в стиглих та перестійних насадженнях виключених з розрахунку головного користування.

Протипожежне впорядкування включає комплекс правових, організаційних, технічних, лісогосподарських та інших заходів, направлених на попередження виникнення пожеж, обмеження їх розповсюдження, зниження пожежної безпеки в лісі, підвищення пожежестійкості деревостанів, своєчасне виявлення пожеж та їх гасіння. Заходи з охорони лісів від пожеж запроєктовані з врахуванням економічних, біологічних та екологічних особливостей лісового фонду.

РОЗДІЛ 4
НАЗЕМНІ ЛІСОВІ ГОРЮЧІ МАТЕРІАЛИ У СОСНОВИХ ЛІСАХ
ТОВ «СПЕЦЛІСГОСП «АВАНГАРДЛІС»

4.1. Ризики виникнення пожеж у лісовому фонді підприємства

Природні умови лісу, такі як його склад, вік дерев та розташування, суттєво впливають на ймовірність виникнення пожежі. Зокрема, в соснових лісах Полісся, які переважають у лісовому фонді України, ці фактори відіграють особливо важливу роль. Просторові особливості лісостанів, їх видовий склад та вікова структура є ключовими критеріями для оцінки пожежної небезпеки. Тому класифікація лісів за рівнем пожежної небезпеки, з урахуванням умов їх зростання, залишається основним підходом в організації протипожежної охорони лісів.

Ступінь природної пожежної небезпеки ТОВ «СПЕЦЛІСГОСП «АВАНГАРДЛІС» визначався відповідно до шкали оцінки природної пожежної небезпеки лісових ділянок лісового фонду, розробленою інститутом «УКРДІПРОЛІС» і затвердженою наказом Міністерства лісового господарства України від 2 червня 1997 року № 52, а також у редакції Наказу Держкомлісгоспу України від 27.12.2004 №278 «Правила пожежної безпеки в лісах України».

Карта-схема розподілу насаджень ТОВ «СПЕЦЛІСГОСП «АВАНГАРДЛІС» за класами природної пожежної небезпеки наведено на рис. 4.1.

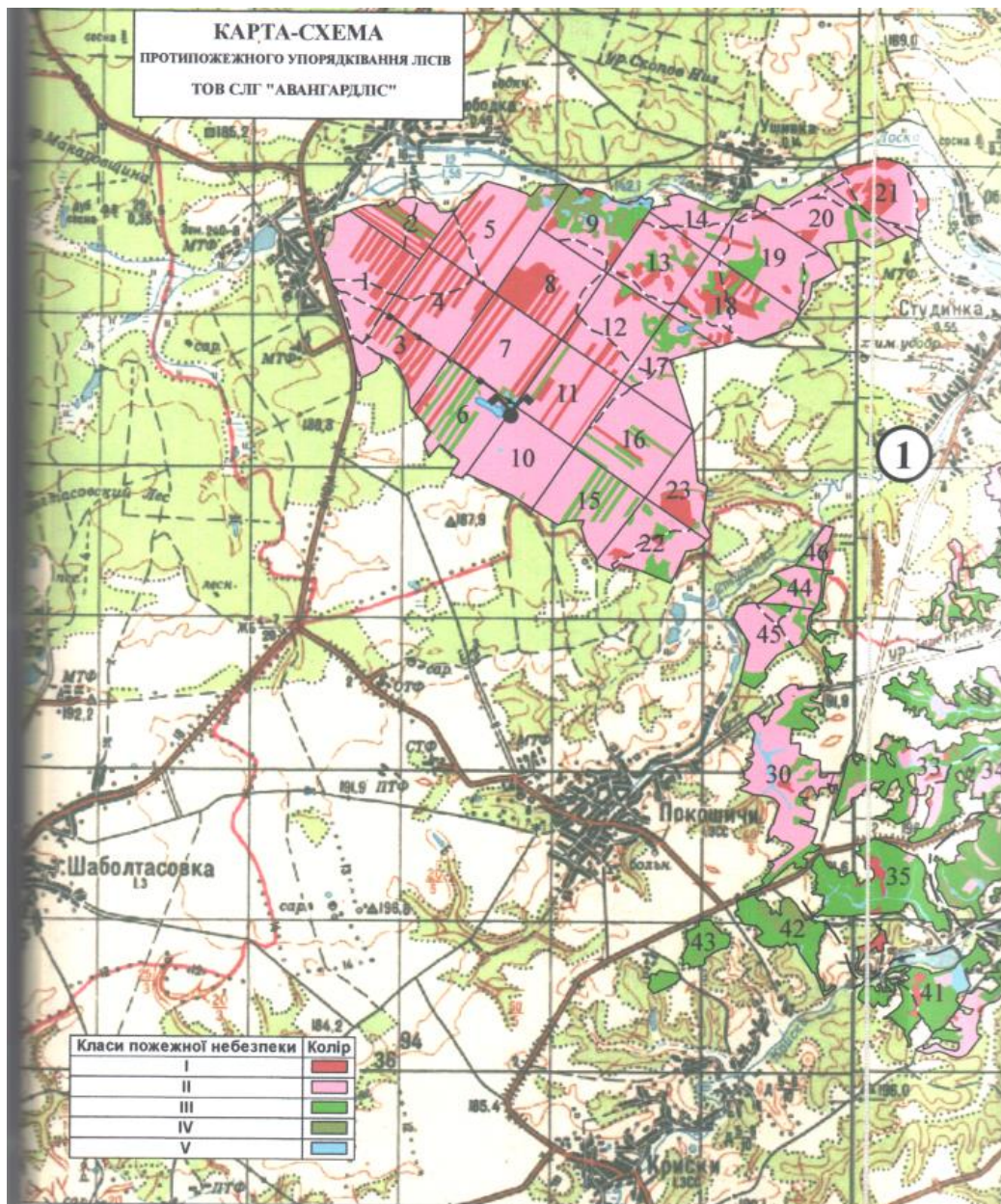


Рис. 4.1. Класи природної пожежної небезпеки лісового фонду підприємства на карті-схемі протипожежного упорядкування лісів ТОВ «СПЕЦЛІСГОСП «АВАНГАРДЛІС» [23].

З рис. 4.1. слідує, що у межах ТОВ «СПЕЦЛІСГОСП «АВАНГАРДЛІС», зокрема в соснових лісах зберігається високі ризики та класи природної пожежної небезпеки, що свідчить про наявність проблеми охорони лісів від пожеж, що можуть виникати протягом пожежонебезпечного періоду.

Територія підприємства характеризується середнім класом природної пожежної небезпеки (ППН) – 2,42, що зумовлено значною (92,3%) питомою вагою вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок з перевагою насаджень

хвойних деревних видів, зокрема молодняків та середньовікових насаджень, які мають підвищену здатність до горіння й наявність незімкнутих культур на площі 1117,8 га, а також відвідуванням лісу населенням [23].

Динаміку розподілу лісових пожеж у ТОВ «СПЕЦЛІСГОСП» «АВАНГАРДЛІС» за останні 10 років згідно офіційної пожежної статистики підприємства наведено нижче в табл. 4.1

Таблиця 4.1

**Випадки пожеж у ТОВ «СПЕЦЛІСГОСП «АВАНГАРДЛІС»
за період з 2015–2024 рр.**

Рік	Кількість пожеж, випадків	Площа пожеж, га			
		низові	верхові	підземні	разом, га
2015	1	1,6	-	-	1,6
2016	3	5,54	-	-	5,54
2017	-	-	-	-	-
2018	-	-	-	-	-
2019	4	3,5	-	-	3,5
2020	-	-	-	-	-
2021	1	0,7	-	-	0,7
2022	-	-	-	-	-
2023	-	-	-	-	-
2024	15	56	-	-	56
Всього	24	67,34	-	-	67,34

Аналіз даних з табл. 4.1. за 2016-2024 роки свідчить про два пікові періоди пожежної активності. У 2016 році значне зростання кількості пожеж було зумовлене несприятливими метеорологічними умовами: тривалими посухами, високими температурами та відсутністю опадів. Натомість, пожежі 2024 року були безпосередньо пов'язані з військовими діями на території України, оскільки понад 95% пожеж виникли внаслідок обстрілів та інших бойових дій. Ці дані свідчать про те, що як природні фактори (клімат), так і антропогенні (військові дії) можуть суттєво впливати на рівень пожежної небезпеки.

4.2. Характеристика дослідних ділянок

З метою підвищення ефективності протипожежної охорони лісів підприємства було проведено детальне дослідження наземних горючих матеріалів. Для цього було закладено 9 пробних площ, на яких вивчалися видовий склад, кількість, структура та інші характеристики горючих матеріалів. Отримані дані дозволяють краще зрозуміти механізми виникнення та поширення лісових пожеж, що є необхідним для розробки науково обґрунтованих заходів щодо їх попередження та ліквідації.

Лісівничо-таксаційна характеристика пробних площ наведено в табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Лісівничо-таксаційна характеристика пробних площ

Показники	Пробні площі								
	ПП №1	ПП №2	ПП №3	ПП №4	ПП №5	ПП №6	ПП №7	ПП №8	ПП №9
ТЛУ	A ₂	A ₂	A ₂	B ₂	B ₂	B ₂	B ₃	B ₃	C ₂
Вік, р	30	50	81	30	50	81	30	50	81
Бонітет	I	I	I	I	I	I ^a	I	I	I ^a
H, м	11,8	17,8	27	12,2	18,5	27,7	12,5	19,1	28,6
D, см	9,0	16,6	25,9	9,9	17,2	29,1	11,9	17,8	29,5
Повнота	0,83	0,82	0,62	0,86	0,87	0,76	0,84	0,87	0,82

З табл. 4.2 слідує, що для вивчення горючих матеріалів було обрано насадження в найбільш типових лісорослинних умовах для регіону дослідження, зокрема в умовах A₂, B₂, B₃ та C₂. Так як в умовах дослідження складно охопити усі вікові групи насаджень, тому для магістерської роботи для вивчення обрали молодняки, середньовікові та стиглі насадження. Варто зазначити, що бонітет на деяких ділянках відрізняється, а саме в ТЛУ B₂ та C₂ бонітет I^a, а на всіх інших ділянках – I.

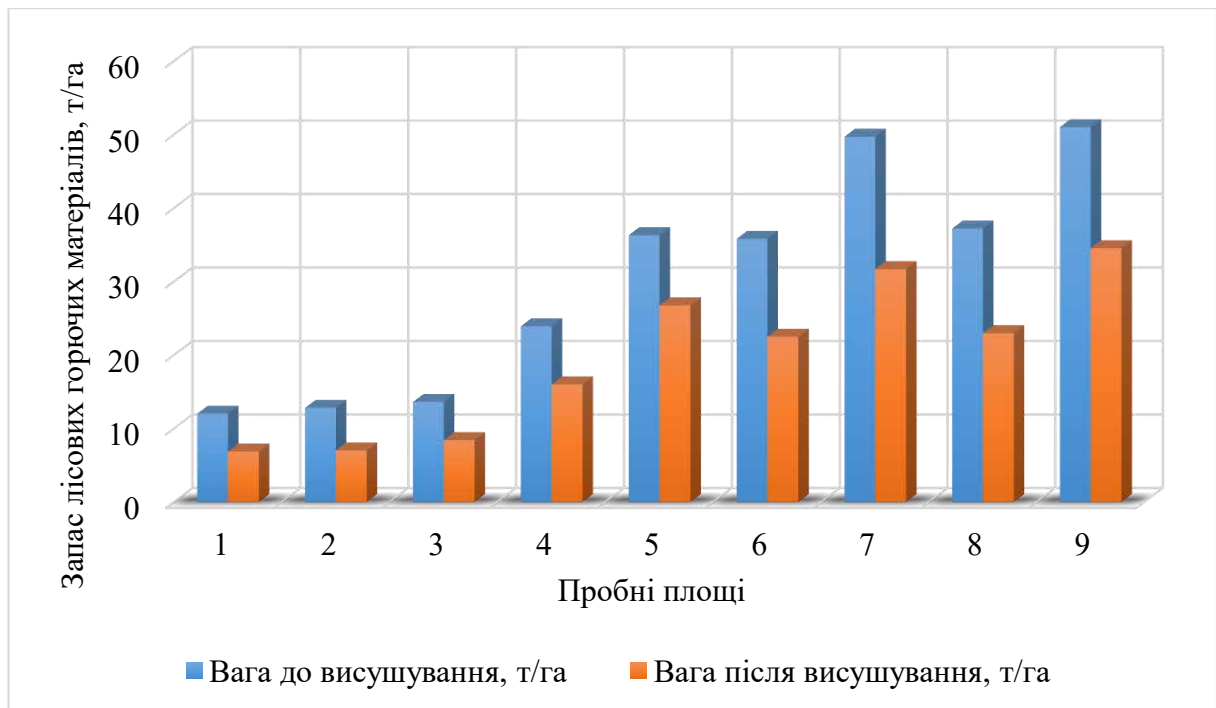


Рис. 4.2. Характеристика втрати вологи у лісових горючих матеріалів на пробних площах, т/га

З рис. 4.2. слідує, що найбільший запас лісових горючих матеріалів до їх висушування є на пробній площі №9, а саме – 51 т/га. Після проведення сушіння лісових горючих матеріалів в сушильній шафі до повітряно-сухого стану, ми можемо бачити, що запас зменшився до 34,5 т/га. Різниця втрати ваги під час сушіння становить 32%. Найменший запас до висушування є на пробній площі №1 і становить 12 т/га, а після висушування – 6,8 т/га. Відповідно, зафіксована втрата ваги становить – 56%.

4.3. Видовий склад, характеристики та запаси лісових горючих матеріалів

Незважаючи на численні дослідження запасів лісових горючих матеріалів (ЛГМ) у світі, в Україні систематичні дослідження в цьому напрямку проводилися недостатньо. Існуючі наукові роботи демонструють значні розбіжності у отриманих результатах, що свідчить про необхідність подальших досліджень. Відомо, що характеристики лісової підстилки залежать від багатьох факторів, таких як вік насадження, їх санітарний стан та

тип лісорослинних умов. Особливо важливий вплив на накопичення лісової підстилки мають трофність та гідрологічний режим ґрунтів, які, в свою чергу, визначають продуктивність лісових насаджень.

З метою детального вивчення лісової підстилки, яка є основним наземним горючим матеріалом, її було розділено на наступні шари: опадовий шар (A_0L), ферментативний (A_0F) та гуміфікований (A_0H). Запаси лісових горючих матеріалів в соснових насадженнях підприємства представлені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

Запаси наземних лісових горючих матеріалів в соснових насадженнях підприємства за шарами лісової підстилки, т/га

Варіанти дослідів	A_2			B_2			B_3			C_2		
	$A_0F + A_0H$	A_0	A	$A_0F + A_0H$	A_0	A	$A_0F + A_0H$	A_0	A	$A_0F + A_0H$	A_0	A
А – 30 років	1,7	0,4	2,1	2,3	1,1	3,4	2,4	1,1	3,5	-	-	-
А – 50 років	2,8	0,5	3,3	3,5	1,2	4,4	3,5	1,3	4,8	-	-	-
А – 80 років	5,3	2,6	8,0	5,0	2,2	7,2	-	-	-	4,3	2,0	6,3

З табл. 4.3 слідує, що як потужність так і запас лісової підстилки залежить від трофності та вологості ґрунтів, а також від віку насадження. Така закономірність помітно простежується як в борових так і в суборових умовах.

Загальна різниця у запасах насаджень одного ТЛУ але різного віку є не дуже суттєвою та має наступні значенні: A_2 – 5,9 т/га, B_2 – 3,8 т/га, B_3 – 1,3 т/га відповідно. Різниця запасів за окремими шарами для умов A_2 має наступні значення: A_0 – 2,2 т/га, $A_0F + A_0H$ – 4,6 т/га; для умов B_2 : A_0 – 1,1 т/га, $A_0F + A_0H$ – 2,7 т/га та для умов B_3 : A_0 – 0,2 т/га, $A_0F + A_0H$ – 1,1 т/га. Це можна пояснити залежністю показника продуктивності насадження від віку, вологості та багатства ґрунтових умов, а запаси лісової підстилки залежать від кількості опадів і відповідно від запасу хвої та дрібних гілочок у кронах деревостанів. Багатство та вологість ґрунтових умов, що визначають тип лісорослинних

умов здійснюють помірний вплив на накопичення лісової підстилки, визначаючи продуктивність деревостану.

Аналізуючи запаси ЛГМ у різних вікових групах для різних ґрунтових умов свідчить що в умовах В₃ у 30-ти річному насадженні запаси наземних ЛГМ найвищі, що дорівнює 3,5 т/га. У 50-ти річному насадженні запаси ЛГМ найвищі також в умовах В₃, та дорівнюють 4,8 т/га. А у 80-ти річному насадженні – А₂, і дорівнює – 8,0 т/га. Таким чином прослідковується чітка тенденція до збільшення запасів ЛГМ з віком та покращенням ґрунтових умов насаджень.

4.4. Фракційний склад та структура наземних лісових горючих матеріалів в соснових лісах підприємства

Не менш важливими характеристиками вивчення природного горючого матеріалу є фракційний склад та структура наземних лісових горючих матеріалів в соснових лісах підприємства.

Таблиця 4.4

Фракційна структура наземних лісових горючих матеріалів в соснових деревостанах різного віку та ТЛУ, т/га

ТЛУ	№ ПП	А, років	Запас за фракціями, т/га				Всього, т/га
			шишки	гілки d	гілки d	гілки d	
				<0,6 см	0,7-2,5 см	2,6-7,6 см	
А ₂	1	30	0,14	0,8	1,1	0,35	2,39
	2	50	0,43	1,05	1,14	0,21	2,83
	3	80	2,54	1,2	1,96	-	5,7
В ₂	4	30	0,29	0,52	0,33	0,28	1,42
	5	50	0,55	0,84	0,82	0,18	2,39
	6	80	2,52	0,84	2,12	-	5,48
В ₃	7	30	0,26	0,63	0,41	0,32	1,62
	8	50	0,26	0,63	0,41	0,32	1,62
С ₂	9	80	2,48	1,32	1,12	-	4,92

Аналіз даних, наведених у таблиці 4.4, демонструє чітку залежність між віком насаджень та запасом горючих матеріалів. Молоді насадження характеризуються меншими запасами усіх фракцій порівняно зі старими. При детальному розгляді окремих фракцій, зокрема шишок, спостерігається наступна тенденція: найбільший запас шишок зосереджений у свіжих борах (2,54 т/га), дещо менший – у свіжих суборах (2,52 т/га), а найменший – у свіжих судібровах (2,48 т/га). Ці дані свідчать про те, що тип лісорослинних умов також впливає на накопичення окремих фракцій горючих матеріалів.

Аналізуючи запаси фракції гілочок діаметру <0,6 см можна помітити, що вони дещо пов'язані з віком насадження, у 30-ти та 50-ти річному віці кращий запас спостерігається в умовах свіжих борів, а у 80-ти річному – в умовах свіжих сугрудів. Гілочки діаметром 0,7 – 2,5 см мають самий кращий запас у віці 80-ти років у свіжому суборі, а гілочки діаметром 2,6-7,6 см – в свіжих борах в 30-ти річному віці.

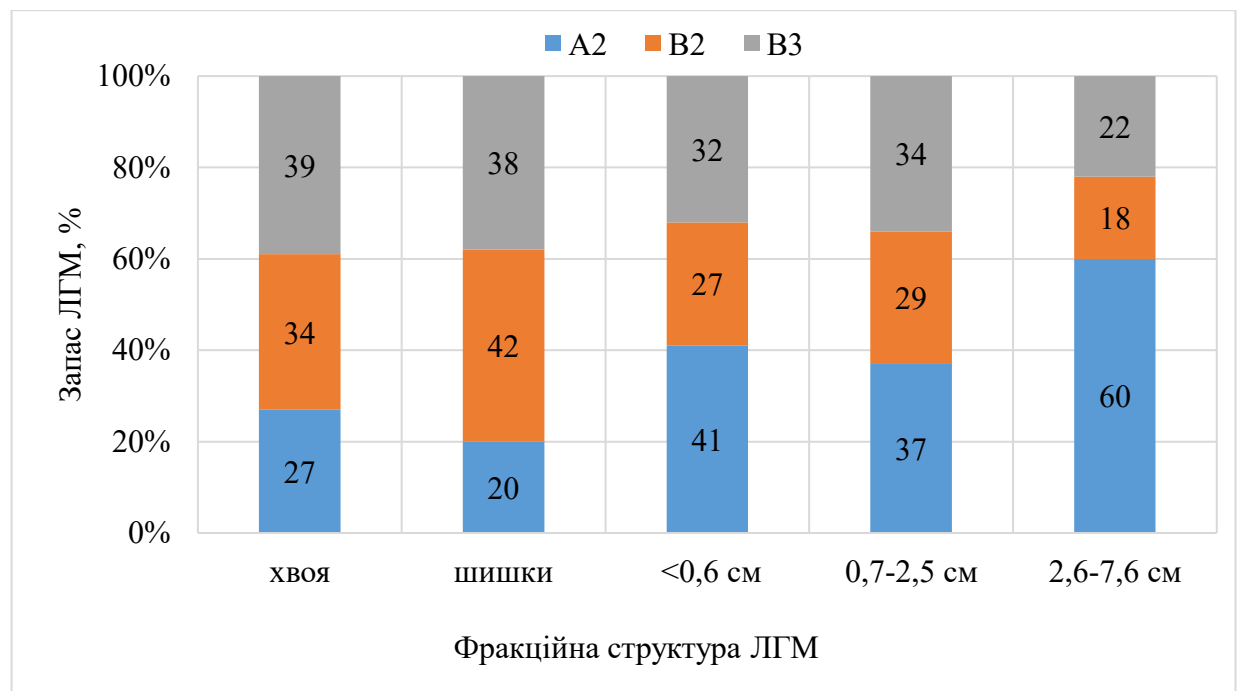


Рис. 4.3. Фракційна структура наземних лісових горючих матеріалів в соснових деревостанах 30-ти річного віку у розрізі ТЛУ, %

Аналіз даних, представлених на рисунку 4.3, свідчить про значну варіабельність запасів різних фракцій горючих матеріалів залежно від типу

лісорослинних умов. Так, найбільший запас хвої спостерігається у вологому суборі (39%), тоді як найменший – у свіжому бору (27%). Запаси шишок також розподілені нерівномірно: максимальне значення зафіксовано у свіжому суборі (42%), а мінімальне – у свіжому бору (20%). Аналогічна ситуація спостерігається і для гілок: найбільші запаси гілок діаметром <0,6 см та 0,7-2,5 см зосереджені у свіжому бору (відповідно 41% та 37%), тоді як найменші – у вологому суборі (27% для обох фракцій).

Найбільшу частку горючих матеріалів у вигляді гілок діаметром 2,6-7,6 см було зафіксовано у свіжих борах (60%), тоді як найменше – у свіжих суборах (18%). Таким чином, аналіз даних свідчить про те, що саме в умовах свіжих борів накопичується найбільша кількість гілок усіх діаметрів. Це явище можна пояснити особливостями росту та розвитку насаджень у бідних умовах, що призводить до диференціації дерев у деревостані та, як наслідок, до накопичення більшої кількості мертвої деревини.

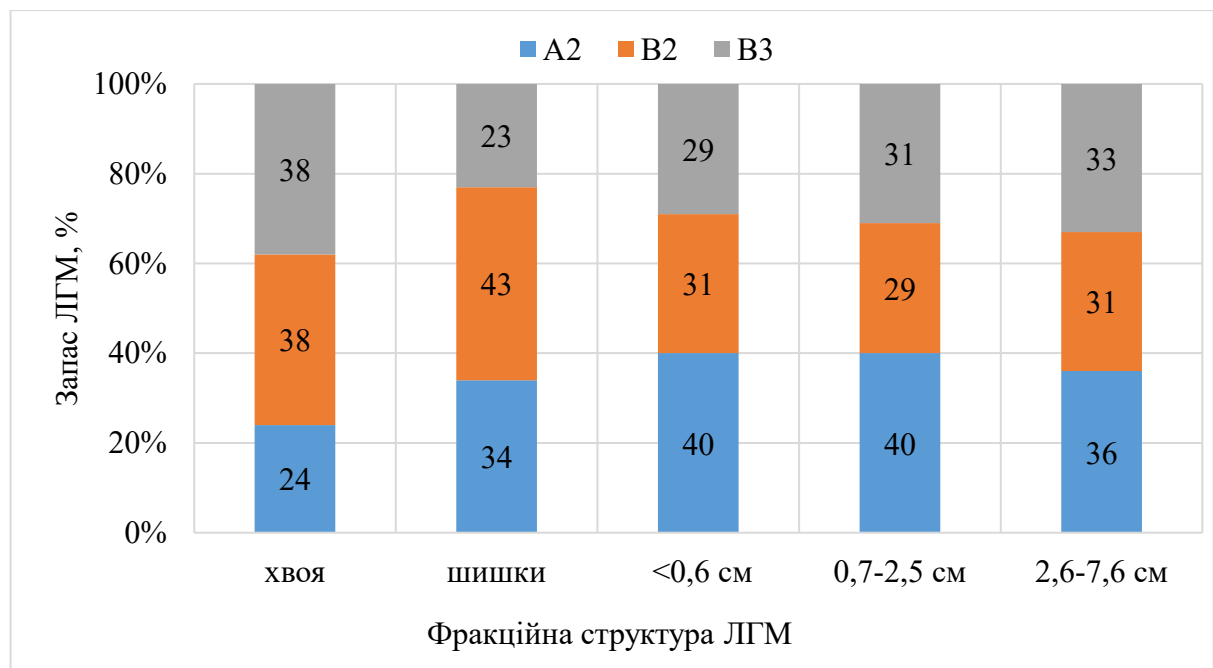


Рис. 4.4. Фракційна структура наземних лісових горючих матеріалів в соснових деревостанах 50-ти річного віку у розрізі ТЛУ, %

Згідно з даними рисунка 4.4, розподіл горючих матеріалів за фракціями суттєво залежить від типу лісорослинних умов. Найбільший запас хвої спостерігається у свіжих та вологих суборах (38%), тоді як найменший – у

свіжих борах (24%). Запаси шишок також розподілені нерівномірно: максимальне значення зафіксовано у свіжих суборах (43%), а мінімальне – у вологих суборах (23%). Аналогічна ситуація спостерігається і для гілок діаметром менше 0,6 см: найбільші запаси зосереджені у свіжих борах (40%), тоді як найменші – у свіжих суборах (29%).

Аналіз фракційного складу гілок демонструє цікаву закономірність. Так, гілки діаметром 0,7-2,5 см найбільш представлені у свіжих борах (40%), тоді як у свіжих суборах їх кількість суттєво менша (29%). Аналогічна тенденція спостерігається і для гілок діаметром 2,6-7,6 см: максимальний відсоток таких гілок також припадає на свіжі бори (36%), а мінімальний – на свіжі субори (31%). Отже, можна зробити висновок, що саме в умовах свіжих борів відбувається найбільше накопичення гілок усіх діаметрів. Це явище пояснюється особливостями росту та розвитком насаджень у бідних умовах, що призводить до диференціації дерев і, як наслідок, до збільшення кількості відмерлих гілок.

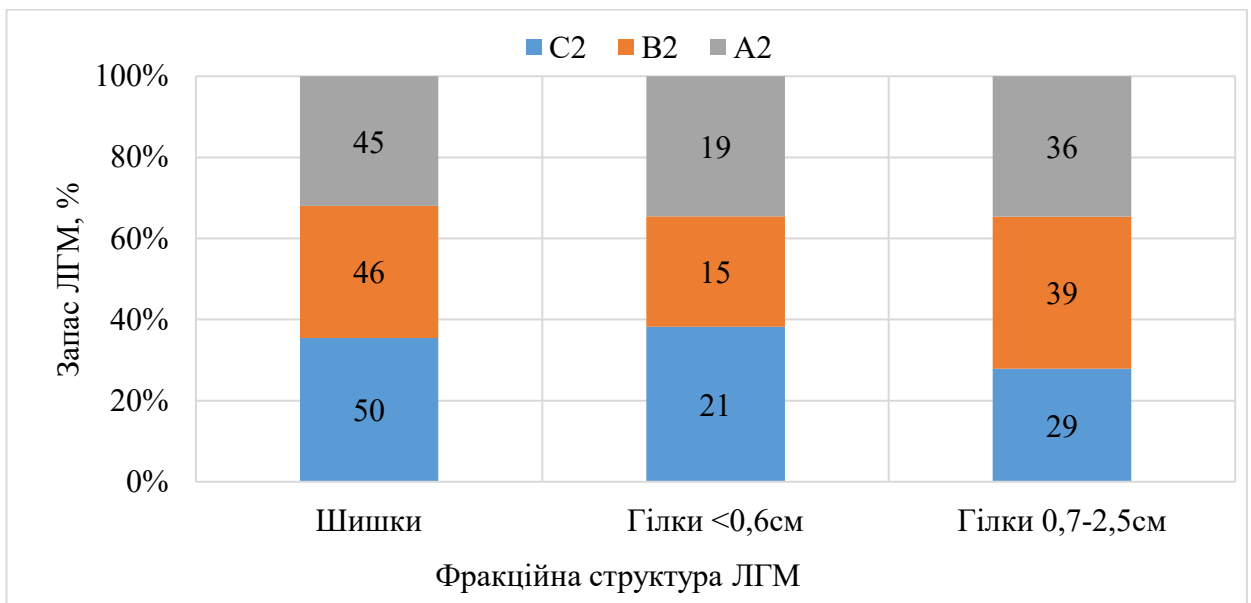


Рис. 4.5. Фракційна структура наземних лісових горючих матеріалів в соснових деревостанах 80-ти річного віку у розрізі ТЛУ, %

Аналіз даних, представлених на рисунку 4.5, свідчить про відносну стабільність запасів різних фракцій горючих матеріалів у досліджуваних типах лісу. Незважаючи на деякі відмінності, найбільший запас шишок

спостерігається у свіжих судібровах (50%), тоді як найменший – у свіжих борах (45%). Що стосується гілок діаметром менше 0,6 см, то найбільша їх кількість також характерна для свіжих судібров (21%), а найменша – для свіжих борів (19%). Однак, розподіл гілок діаметром 0,7-2,5 см має протилежну тенденцію: максимальний відсоток таких гілок припадає на свіжі субори (39%), а мінімальний – на свіжі судіброви (29%).

Відомо, що саме дрібні ЛГМ є провідниками процесу горіння. Усі фракції лісової підстилки визначатимуть, як вид та поведінку пожежі, так і силу й інтенсивність, що в свою чергу може призвести до значного пошкодження насаджень та вплинути зміни в процесі біокругообігу в лісовому насадженні.

Не менш важливим показником під час оцінювання наземних ЛГМ є визначення потужності лісової підстилки. Так як саме цей показники визначає інтенсивність горіння, адже кількість теплоти, що може виділятися з одиниці площі буде залежати від видового складу підстилки її потужності та запасу. Потужність лісової підстилки в сосняках 30-ти, 50-ти та 80-ти річного віку в різних ТЛУ наведено в табл. 4.5.

Таблиця 4.5

**Потужність лісової підстилки в соснових деревостанах
30-ти, 50-ти та 80-ти річного віку в різних ТЛУ, см**

А, років	А ₂			В ₂			В ₃			С ₂		
	А ₀ F+ А ₀ H	А ₀	А	А ₀ F+ А ₀ H	А ₀	А	А ₀ F+ А ₀ H	А ₀	А	А ₀ F+ А ₀ H	А ₀	А
30	2,9	1,4	4,3	4,7	1,5	6,2	6,1	1,6	7,7	-	-	-
50	3,1	2	5,1	7,5	1,4	8,9	9,1	2,5	11,6	-	-	-
80	5,4	3,5	8,9	9,3	3,1	12,4	-	-	-	10,1	3,7	13,8

Аналіз даних таблиці 4.5 демонструє значну варіабельність потужності лісової підстилки залежно від типу лісорослинних умов та віку насаджень. Найбільша загальна потужність лісової підстилки зафіксована у вологому суборі 30-ти річного віку (7,7 см), тоді як найменша – у свіжому бору (4,3 см). Розподіл окремих шарів підстилки також характеризується неоднорідністю. Так, найбільша потужність опадового шару А₀ спостерігається у свіжій

судіброві 80-ти річного віку (3,7 см), а найменша – у свіжому суборі (3,1 см). Що стосується сумарної потужності ферментативного та гумусового шарів (A_0F+A_0H), то максимальні значення зафіксовані у вологому суборі як 30-ти річного (6,1 см), так і 50-ти річного (9,1 см) віку. Найменші значення цього показника характерні для свіжого бору (2,9 та 3,1 см відповідно).

Аналіз потужності лісової підстилки вказує на те, що найбільші значення цього показника спостерігаються у вологих суборах 30-ти та 50-ти років, а також у свіжих судібровах 80-ти років. Нижчі значення потужності підстилки у свіжих борах можуть бути пояснені меншою продуктивністю цих насаджень та біднішими ґрунтами. Це призводить до зменшення кількості органічної речовини, яка надходить у лісову підстилку, що, у свою чергу, відображається на накопиченні як гумусової, так і ферментативної, а також опадової частин підстилки.

Висновки до розділу 4

Територія підприємства ТОВ «СПЕЦЛІСГОСП «АВАНГАРДЛІС» характеризується середнім класом природної пожежної небезпеки – 2,42, що зумовлено наявністю хвойних молодняків та середньовікових соснових монокультур, які мають підвищену горимість та наявність незімкнутих культур на площі 1117,8 га, а також високим рекреаційним навантаженням.

Фракційний склад горючого матеріалу на дослідних ділянках підприємства показує, що в насадженнях молодших за віком запас фракцій в більшій мірі завжди є меншим в порівнянні з насадженнями старшого віку. Якщо проаналізувати запаси за окремими фракціями, то можна також спостерігати, що запас шишок має залежність від віку, та не має залежності від типологічних умов насадження.

Потужність лісової підстилки вища на ділянці вологого субору у 30-ти річному віці і становить 7,7 см, найменший у свіжому бору – 4,3 см. Потужність опадового шару A_0 лісової підстилки на дослідних ділянках є неоднорідний, а найбільше значення прослідковується у свіжій судіброві у 80-

ти річного віці і становить – 3,7 см, найменше у свіжому субору – 3,1 см. Потужність ферментативного та гумусового шарів A_0F+A_0H лісової підстилки також неоднорідний, зокрема найбільше значення прослідковується у вологому суборі, як у 30- так 50-ти річного віку і становить – 6,1 та 9,1 см, найменше у свіжому бору – 2,9 та 3,1 см.

ВИСНОВКИ

1. Близько 76% лісового фонду підприємства характеризуються 1–2 класами ППН, що формує високі ризики виникнення пожеж. Середній клас природної пожежної небезпеки по підприємству рівний 2,42, що зумовлено переважанням соснових молодняків та середньовікових насаджень, які характеризуються підвищеною горимістю.

2. Роками пожежних максимумів по підприємству відмічено 2016 та 2024 рр., протягом яких сталося близько 78% випадків усіх пожеж за останні 10 років. Більше 90% усіх випадків лісових пожеж протягом 2024 року спричинені внаслідок російської війни проти України.

3. За результатами досліджень виявлено залежність між акумуляцією лісової підстилки, віком деревостану та трофністю ґрунтів. Кількісний аналіз запасів лісових горючих матеріалів (ЛГМ) демонструє варіацію за типами лісорослинних умов: у 30-річних насадженнях максимум наземних ЛГМ зафіксовано в умовах В₃ (3,5 т/га), у 50-річних - також в умовах В₃ (4,8 т/га), у 80-річних – в умовах А₂ (8,0 т/га). Встановлено позитивну кореляцію між запасами ЛГМ, віком насаджень та едафічними умовами.

4. У структурі наземних лісових горючих матеріалів встановлено значне домінування фракції лісової підстилки, частка якої становить 80% від загального запасу. Другорядні компоненти представлені у низхідному порядку: шишки (8%), дрібні гілки діаметром <0,6 см (6%), середні гілки 0,7–2,5 см (4%) та крупні гілки 2,6–7,6 см (2%). Статистичний аналіз підтвердив достовірну пряму кореляцію між запасом лісової підстилки, віком деревостану та типом лісорослинних умов.

5. Аналіз вертикальної структури лісової підстилки виявив диференціацію її потужності залежно від типу лісорослинних умов та віку насаджень. Максимальна загальна потужність підстилки зафіксована в умовах вологого субору у 30-річних насадженнях (7,7 см), мінімальна – у свіжому бору (4,3 см). Опадовий шар (А₀) характеризується просторовою

гетерогенністю з максимальними показниками у свіжій судіброві 80-річного віку (3,7 см) та мінімальними у свіжому суборі (3,1 см).

6. Встановлено, що ферментативний та гумусовий шари (A_0F+A_0H) також демонструють неоднорідність розподілу з найвищими значеннями у вологому суборі: 6,1 см та 9,1 см для 30- та 50-річних насаджень відповідно, та мінімальними показниками у свіжому бору (2,9 см та 3,1 см).

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

При оцінюванні рівня природної пожежної небезпеки та розробці системи протипожежних заходів у лісовому фонді ТОВ «СПЕЦЛІСГОСП «АВАНГАРДЛІС» критичного значення набувають характеристики наземних лісових горючих матеріалів: їх видовий і фракційний склад, структура, потужність та запаси. Ці параметри є детермінуючими чинниками процесу горіння, оскільки визначають тип, інтенсивність, температурний режим та потужність лісових пожеж. Для підвищення точності прогнозування рівня пожежної небезпеки доцільно розробити локальні шкали дозрівання наземних лісових горючих матеріалів, що забезпечить коректне встановлення класу пожежної небезпеки з урахуванням метеорологічних умов.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Автоматизована система «Пожежі» URL: <https://www.ukrforest.com/system.fire> (дата звернення: 10.11.2024)
2. Балабух В. О. Прогнозування пожежної небезпеки за умовами погоди в Україні: недоліки та перспективи розвитку. Українське метеорологічне та гідрологічне товариство: веб-сайт. URL: <http://umhs.org.ua/?p=364> (дата звернення: 12.11.2024)
3. Борисенко О. І. Прогнозування поширення пожеж та осередків шкідливих комах у соснових лісах засобами ГІС : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.03.03 «Лісознавство і лісівництво». Харків, 2018. 23 с.
4. Буц Ю. В. (2018). Наслідки впливу пірогенного чинника на біогеохімічні властивості екогеосистем в умовах техногенного навантаження. *Науковий вісник будівництва*, 93(3), С. 115-122.
5. Ворон В. П., Борисенко В. Г., Ткач О. М., Мунтян В. К., Барабаш І. О. Параметри горіння підстилки соснових лісів Українського Полісся. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2016. Вип. 129. С. 130–138.
6. Ворон В. П., Лещенко В. О., Мельник Є. Є. Залежність виникнення пожеж від типів лісу і деревостанів та їх розвиток після пожеж. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2010. Вип. 20.8. С. 64–71.
7. Гарбуз, С. В. (2023). Спосіб гасіння сухої трави та лісової підстилки.
8. Групи та класи горючості URL: <https://www.promat.com/uk-ua/construction/blog/94234/grupy-ta-klasy-goryuchosti/> (дата звернення: 10.11.2024)
9. Гуржій Р. В. Горимість, горючі матеріали та прогнозування пожежної небезпеки у лісах Київського Полісся : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.03.03 «Лісознавство і лісівництво». Київ, 2022. 22 с.

10. Зібцев С. В. Стан охорони лісів від пожеж в Україні та головні напрямки його покращення. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. 2000. Вип. 25. С. 319–328.
11. Зібцев С. В., Голдаммер Й. Г., Гуменюк В. В., Сошенський О. М. Захист населених пунктів, ферм та інших об'єктів сільської місцевості від пожеж Рекомендації для населення та місцевих органів влади України. ЦП «КОМПРИНТ», 2017. 52 с.
12. Зібцев С. В., Сошенський О. М., Гуменюк В. В., Корень В. А., Багаторічна динаміка лісових пожеж в Україні. *Ukrainian journal of forest and wood science*. 2019. Том 10. Вип. 3. С. 27–40. <http://dx.doi.org/10.31548/forest2019.03.027> (дата звернення: 10.11.2024)
13. Зібцев С. В., Сошенський О. М., Миронюк В. В., Гуменюк В. В. Ландшафтні пожежі в Україні: поточна ситуація та аналіз діючої системи охорони природних територій від пожеж. *Ukrainian journal of forest and wood science*. 2020. Вип. 11, № 2. С. 15-31.
14. Коваль, І. М., Ворон, В. П., Сидоренко, С. Г., & Мельник, Є. Є. (2023). Методичні підходи до оцінки втрат вуглецю в лісових екосистемах, пошкоджених пожежами. Оцінка впливу на екологічний стан компонентів і комплексів довкілля, 165.
15. Корень В. А., Сошенський О. М., Гуменюк В. В. Провідники горіння низових пожеж у соснових лісостанах Західного Полісся України. *Ukrainian journal of forest and wood science*, 10(3): 53-63. DOI: <https://doi.org/10.31548/forest2019.04.053> (дата звернення: 11.11.2024)
16. Кузик А. Д. Залежність пожежної небезпеки лісових насаджень від локальних лісівничих показників. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2014. Вип. 24.6. С. 58–63.
17. Кузик А. Д. Значення узлісся у пожежній безпеці лісів. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2011. Вип. 21.07. С. 67–74.
18. Кузик А. Д. Оцінювання пожежної небезпеки лісів за умовами погоди. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2011. Вип. 21.01. С. 74–81.

19. Кузик А. Д. Пожежонебезпечні властивості лісових горючих матеріалів. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2014. Вип. 24.4. С. 214–219.
20. Кузик А. Д., Кучерявий В. П. Вплив метеорологічних чинників на ксерофілізацію лісового середовища та виникнення пожеж. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2009. Вип. 116. С. 238-244.
21. Кузик А. Д. Оцінювання пожежної небезпеки лісів за умовами погоди. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2011. Вип. 21.1. С 74–81.
22. Правила пожежної безпеки в лісах України: наказ Держкомлісгоспу України від 27.12.2004 № 278. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0328-05> (дата звернення: 09.11.2024)
23. Проект організації та розвитку державного підприємства ТОВ «СПЕЦЛІСГОСП «АВАНГАРДЛІС»
24. Про затвердження Правил пожежної безпеки в лісах України. НАКАЗ від 27.12.2004 р. № 278. Редакція від 27.12.2004.
25. Про затвердження Правил пожежної безпеки в лісах України. Наказ Держлісгоспу від 27.12.2004 № 278. Київ. Офіційний вісник України. 2005. С. 321.
26. Свириденко В. Є., Бабіч О. Г., Швиденко А. Й. Лісова пірологія. Київ : Агропромвидав України, 1999. 170 с.
27. Сидоренко С.Г. Пожежні режими ландшафтів Лівобережного Лісостепу. *Лісівництво і агролісомеліорація*, 2021. Вип.139. С. 115-123. <https://doi.org/10.33220/1026-3365.139.2021.115> (дата звернення: 12.11.2024)
28. Сошенський О., Зібцев С., Терентьев А., Воротинський О. Наслідки катастрофічних ландшафтних пожеж в Україні для лісових екосистем та населення. *Ukrainian journal of forest and wood science*. 2021. Вип. 12, № 3, 2021. С. 21-34. <https://doi.org/10.31548/forest2020.02.015>. (дата звернення: 12.11.2024)
29. Товарянський В. І., Кузик А. Д. Дослідження пожежі молодих соснових насаджень. *Пожежна безпека*. 2016. № 28. С. 113–120.

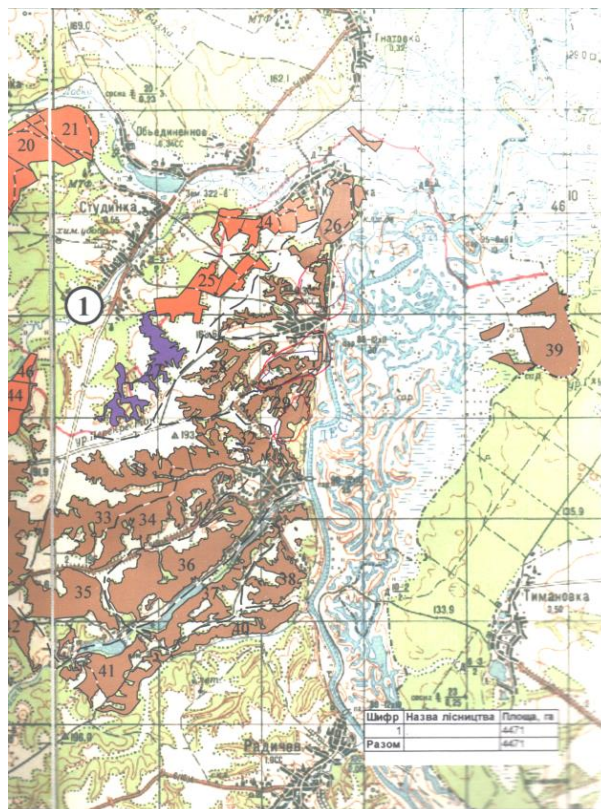
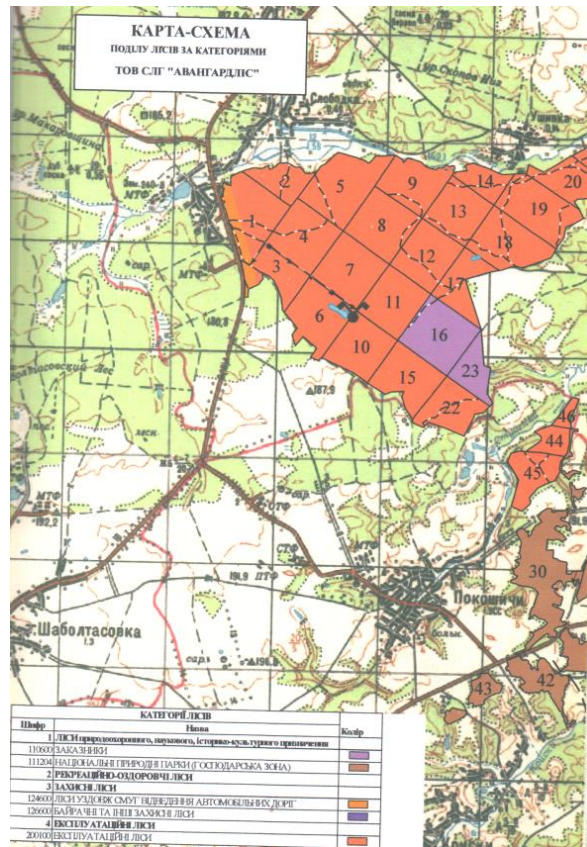
30. Усцький І. М., Плугатар Ю. В., Папельбу В. В. Вплив пожеж на ліси та післяпожежний розвиток лісових формацій. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2008. Вип. 112. С. 182–187.
31. Хахула В.С., Хрик В.М., Лозінська Т.П., Левандовська С.М., Пенькова С.В., Ситник О.С. Лісова пірологія : навчальний посібник. Біла Церква, 2024. 173 с.
32. Яворовський П. П. Лісові пожежі і заходи щодо видалення природних горючих матеріалів у лісових екосистемах. *Науковий вісник НУБіП України. Сер.: Лісівництво та декоративне садівництво*. 2014. Вип. 198, Ч. 2. С. 71–78.
33. Яворовський П. П. Лісові пожежі і система заходів створення протипожежних заслонів у лісах України. *Науковий вісник НУБіП України. Сер.: Лісівництво та декоративне садівництво*. 2014. Вип. 198, Ч. 1. С. 62–72.
34. ArcGIS Online URL: <https://www.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html> (дата звернення: 12.11.2024)
35. Buts, Y. V., Krainyuk, O. V., Barbashin, V. V., & Kobzin, V. G. (2018). Pyrogenic Influence n Geochemistry Migration Ability of Heavy Metal. *Man and Environment. Issues of Neoecology*, (1-2 (29)), 100-111.
36. Buts, Y., & Krainyuk, O. (2023). Техногенно-екологічні аспекти пірогенного впливу на довкілля. *Editorial committee*, 238.
37. Drought Index for Forest Fire Control. US Forest Service – Southern Research Station. URL: <https://www.srs.fs.usda.gov/pubs/viewpub.php?index=40> (дата звернення: 12.11.2024)
38. Examination of the Wildland-Urban Interface Fire Dynamics simulator in modeling of laboratory-scale surface-to-crown fire transition URL: https://www.researchgate.net/publication/289865794_Examination_of_the_Wildland-Urban_Interface_Fire_Dynamics_simulator_in_modeling_of_laboratory-scale_surface-to-crown_fire_transition (дата звернення: 12.11.2024)

39. Finney M. A., Grenfell I. C., McHugh C. W., Seli R. C., Trethewey D., Stratton R. D., and Brittain S. A method for ensemble wildland fire simulation, *Environ. Model. Assess.*, 2011. V.16., P.153–167.
40. Fire Information for Resource Management System. Active Fire Data for Near-Real Monitoring and Applications. URL: <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/> (дата звернення: 12.11.2024)
41. Forestry Canada Fire Danger Group: Development and structure of the Canadian Forest Fire Behavior Prediction System, Information Report ST-X-3, *Forestry*. Canada., Ottawa., Ontario., 1992. 64 pp.
42. GEO Group on Earth Observations. 2020-2022 GEO Work Programme. URL: https://www.earthobservations.org/geoss_wp.php (дата звернення: 12.11.2024)
43. Home US Forest Service – USDA URL: <https://www.fs.usda.gov/> (дата звернення: 12.11.2024)
44. LandFire: Homepage URL: <https://landfire.gov/> (дата звернення: 12.11.2024)
45. MeteoEarth ver 1.5.1 – Морapp URL: <https://www.morapp.com/com-mg-meteoearth-meteoearth/> (дата звернення: 12.11.2024)
46. Miller C., Ager A. A. A review of recent advances in risk analysis for wildfire management, *Int. J. Wildland Fire*. 2013. V. 22., P. 1–14.
47. NASA`s Terra (.gov) URL: <https://terra.nasa.gov/about/terra-instruments/modis> (дата звернення: 12.11.2024)
48. Taylor S. W., Pike R., and Alexander M. E. (Eds.). Field guide to the Canadian Forest Fire Behavior Prediction (FBP) System (BINDER), Natural Resources, Canada., Canadian Forest Service., Northern Forestry Centre., Edmonton., AB., 1997.
49. The FARSITE Fire Area Simulator URL: <https://www.firelab.org/sites/default/files/2021> (дата звернення: 12.11.2024).
50. The Global Fire Monitoring Center (GFMS) URL: <https://gfmc/online/intro/about1.html> (дата звернення: 12.11.2024)

ДОДАТКИ

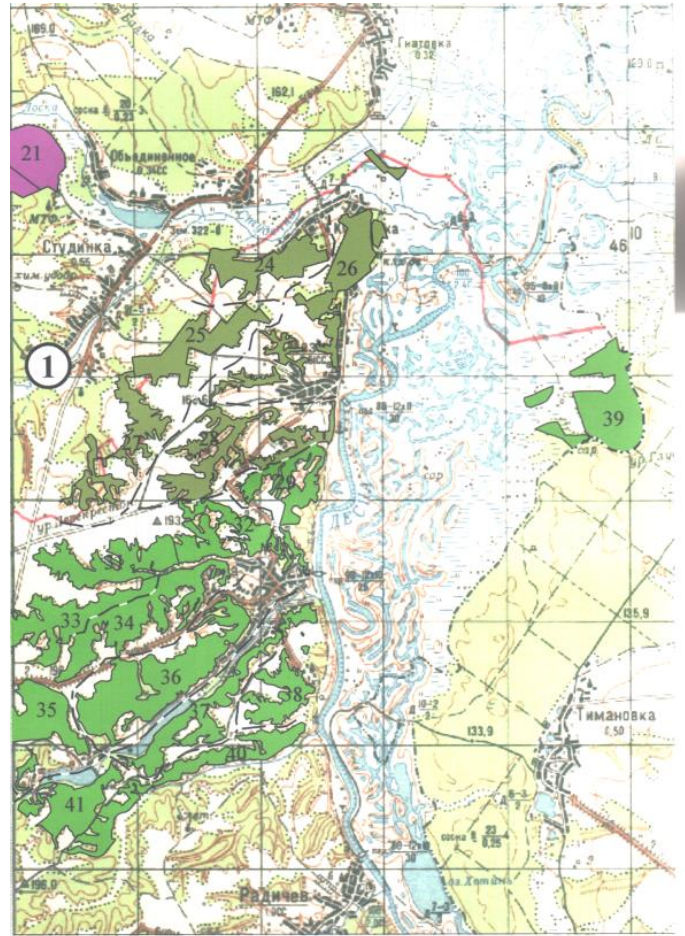
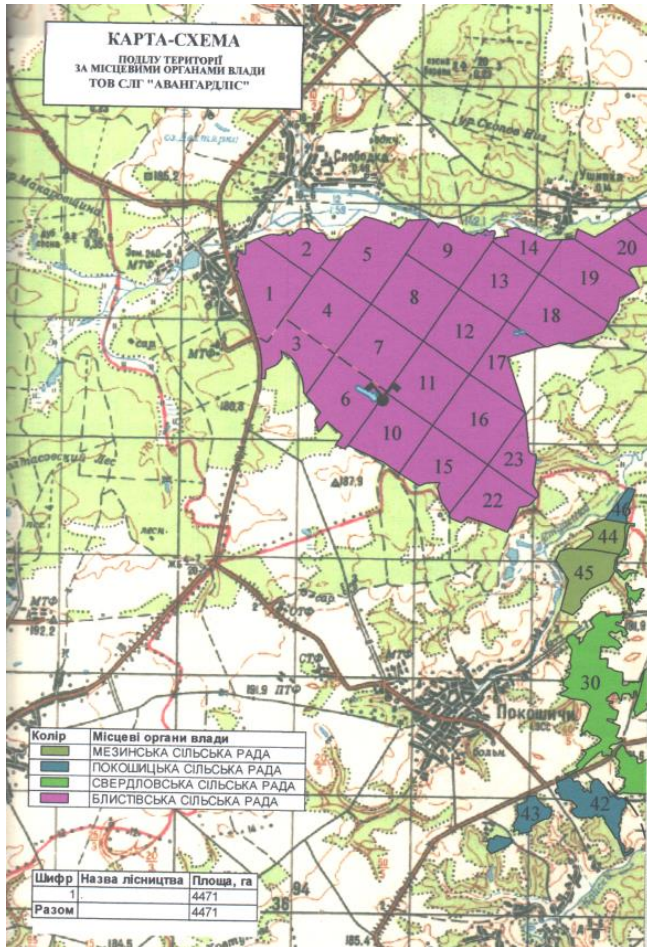
Додаток А

Карта-схема поділу лісів підприємства за категоріями



Додаток Б

Карта-схема поділу території підприємства за місцевими органами влади



Додаток В

Процес сушіння фракцій наземних горючих матеріалів в сушильній шафі

