

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

ННІ лісового і садово-паркового господарства

УДК 630*22:582.475.4:657.371

ПОГОДЖЕНО

Директор ННІ лісового
і садово-паркового господарства

Василишин Р.Д.

_____ (підпис)

_____ (ПІБ)

_____ 2024 р.

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО
ЗАХИСТУ**

Т.в.о. завідувача кафедри таксації
лісу та лісового менеджменту

Миронюк В. В.

_____ (підпис)

_____ (ПІБ)

_____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «Інвентаризація деревного детриту соснових насаджень на кругових
пробних площах»**

Спеціальність 205 – «Лісове господарство»
(код і назва)

Гарант освітньої програми

К.с.-г.н., доц.
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

Бала О.П.
(ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Доктор с.-г. наук, проф.
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

Білоус А.М.
(ПІБ)

Виконав

_____ (підпис)

Гриценко М.О.
(ПІБ)

КИЇВ – 2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ННІ лісового і садово-паркового господарства**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Т.в.о. завідувача кафедри таксації лісу
та лісового менеджменту
доктор с.-г. наук, проф.

Миронюк В.В.

(підпис)

(ПІБ)

« » 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання магістерської кваліфікаційної роботи студенту

Гриценку Максиму Олександровичу

(прізвище, ім'я, по.-батькові)

Спеціальність 205 – «Лісове господарство»

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Інвентаризація деревного детриту
соснових насаджень на круглих пробних площах»

затверджені наказом ректора НУБіП України від 09 листопада 2023 року
№2100 «С».

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2024.10.20

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи – методика закладання
кругових пробних площ під час національної інвентаризації лісів, дослідні дані
таксації деревного детриту на кругових пробних площах, база даних
лісовпорядкування.

Перелік питань, які потрібно розробити

1. Здійснити огляд наукових й аналітичних джерел інформації про національну
інвентаризацію лісового фонду та дослідження запасів біомаси лісів, зокрема
деревного детриту.

2. Вивчити сучасні методики таксації деревного детриту, опанувати методику
закладання інвентаризаційних кругових пробних площ.

3. Встановити особливості таксації та оцінити запас деревного детриту на
кругових пробних площах у соснових насадженнях.

Перелік графічного матеріалу (за потребами) фотографії дослідного матеріалу.

Дата видачі завдання 01 листопада 2022 року

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

(підпис)

Білоус А.М.

(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Гриценко М.О.

(ПІБ)

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота складається з: 66 сторінок, 13 рисунків, 10 таблиць, 50 джерел.

У першому розділі магістерської роботи було розглянуто основні особливості національної інвентаризації лісів у провідних країнах світу та в Україні.

У другому розділі представлено детальний опис методики та матеріалів дослідження, спрямованого на інвентаризацію деревного детриту в соснових насадженнях Полісся України. Описано застосовані методи, включаючи польові вимірювання та використання сучасних програмно-технічних засобів, що забезпечили комплексний підхід до збору даних про мертву деревину, її кількісні та якісні показники.

Описано етапи роботи, зокрема вимірювання розмірів сухостою, ламаних стовбурів і пнів, оцінка їх стадій розкладання, а також картографування, що дозволяють отримати точну інформацію про роль деревного детриту в екосистемі.

У третьому розділі детально описано запас сухостою на кругових пробних площах. Наведено рішення щодо удосконалення обліку деревного детриту на кругових пробних площах.

У четвертому розділі магістерської кваліфікаційної роботи було висвітлено основні результати оцінювання деревного детриту соснових насаджень на круглих пробних площах в умовах Українського Полісся.

Ключові слова: національна інвентаризація лісів, сухостій, деревна ламань, мортмаса, запас стовбурів, таксаційні показники.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 ОСОБЛИВОСТІ ТАКСАЦІЇ ДЕРЕВНОГО ДЕТРИТУ У РАМКАХ НАЦІОНАЛЬНОЇ ІНВЕНТАРИЗАЦІЇ ЛІСІВ	9
1.1. Особливості національної інвентаризації лісів провідних країн світу.....	9
1.2. Особливості національної інвентаризації лісів України.....	12
1.3. Таксація деревного детриту: провідний досвід та значення обліку лісових ресурсів.....	14
Висновки до першого розділу.....	18
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА ТА МАТЕРІАЛИ ДОСЛІДЖЕННЯ	20
2.1. Методика дослідження	20
2.2. Матеріали дослідження	29
Висновок до другого розділу	35
РОЗДІЛ 3 ОБЛІК ДЕРЕВНОГО ДЕТРИТУ СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ НА КРУГЛИХ ПРОБНИХ ПЛОЩАХ	36
3.1. Запас сухостою на кругових пробних площах.....	36
3.2. Удосконалення обліку деревного детриту на кругових пробних площах ...	42
Висновки до третього розділу.....	47
РОЗДІЛ 4 ОЦІНЮВАННЯ ДЕРЕВНОГО ДЕТРИТУ У СОСНОВИХ ДЕРЕВОСТАНАХ	49
Висновки до четвертого розділу.....	58
ВИСНОВКИ	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	62

ВСТУП

Актуальність теми. Інвентаризація деревного детриту в лісових насадженнях є важливим елементом досліджень у сфері лісівництва, екології та охорони навколишнього середовища. Деревний детрит важливий компонент у загальній біомасі лісових насаджень під час оцінювання депонованого вуглецю в рамках рекомендацій IPCC [28]. Процеси нагромадження та розкладання мортмаси відіграють важливу роль у кругообігу речовин та енергії в лісових екосистемах [10, 14]. Оцінювання мортмаси є однією з невирішених проблем у контексті дослідження біопродуктивності лісів України [12, 13, 18]. Оцінка обсягів і складу деревного детриту дозволяє визначити екологічний стан лісових насаджень, їхню здатність до самовідновлення та стійкість до зовнішніх факторів. Особливого значення набувають соснові насадження, які займають значну частку лісового покриття України та мають важливе економічне і екологічне значення. Водночас через антропогенний вплив, кліматичні зміни та природні процеси деградації багато таких насаджень піддаються порушенням, що впливає на накопичення деревного детриту[23].

Проблема глобального потепління клімату, що викликана зростанням концентрації парникових газів у атмосфері, призвела до інтенсивного проведення досліджень щодо депонування вуглецю лісовими екосистемами. З метою виконання вимог міжнародних кліматичних угод та побудови кадастрів парникових газів особливо важливим стало оцінювання вуглецевого бюджету лісів на регіональному та національному рівнях [12, 11, 15, 19].

Використання круглих пробних площ для інвентаризації є сучасним методом, що дозволяє проводити точні й стандартизовані вимірювання, що особливо важливо для отримання репрезентативних даних у масштабах регіонів або окремих лісових господарств. Дослідження сприяє удосконаленню методів оцінки біомаси деревного детриту, що є необхідним для розробки рекомендацій щодо сталого

управління лісами. Таким чином, проведення інвентаризації деревного детриту соснових насаджень із використанням круглих пробних площ є актуальним завданням, яке спрямоване на вирішення низки екологічних, економічних та практичних питань у сфері лісового господарства.

Метою роботи є встановлення особливостей інвентаризації деревного детриту у насадженнях сосни звичайної в Українському Поліссі.

Об'єктом дослідження є таксація запасу деревного детриту сосни звичайної.

Предметом дослідження є методичні засади інвентаризації деревного детриту на кругових пробних площах та його запас у соснових насадженнях.

Для виконання магістерської роботи були використані наступні **методи**: польовий метод, математико-статистичний, фотограмметричний, інтерполяція та картографічний метод, методика закладання лісоінвентаризаційних кругових пробних площ.

Теоретична цінність отриманих результатів магістерської роботи полягає в поглибленому розумінні процесів накопичення і розкладу деревного детриту в соснових лісах, що є важливою складовою екологічних циклів лісових екосистем. Дослідження дозволяє виявити закономірності утворення та зміни обсягів детриту в різних умовах, зокрема залежно від віку насаджень, кліматичних факторів і характеру лісової продуктивності. Результати можуть бути використані для уточнення моделей лісових екосистем, а також для розвитку наукових концепцій стосовно кругообігу речовин у лісах.

Прикладна значущість полягає в їхньому застосуванні в практиці лісового господарства та екології. Отримані дані про кількість і структуру деревного детриту можуть бути використані для розробки методів управління лісами, зокрема для планування лісозаготівель, покращення практик відновлення лісових екосистем, а також для оцінки екологічних впливів на лісові ресурси. Зокрема, розуміння ролі деревного детриту може допомогти в створенні стратегій збереження

біорізноманіття, моніторингу стану лісових екосистем та оцінки їхніх екологічних послуг.

Кваліфікаційна магістерська робота має 4 розділи, в яких окрім 66 сторінок текстової частини наведено 10 таблиць та 13 рисунків, а список використаних літератури складається з 50 джерел.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

НІЛ – національна інвентаризація лісів

FIA – Forest Inventory and Analysis

ПЗ – програмне забезпечення

ТЛУ – тип лісорослинних умов

КПП – кругова пробна площа

РОЗДІЛ 1

ОСОБЛИВОСТІ ТАКСАЦІЇ ДЕРЕВНОГО ДЕТРИТУ У РАМКАХ НАЦІОНАЛЬНОЇ ІНВЕНТАРИЗАЦІЇ ЛІСІВ

1.1. Особливості національної інвентаризації лісів провідних країн світу

Національні інвентаризації лісів є критичними для оцінки стану лісових екосистем, управління лісовими ресурсами та моніторингу змін під впливом антропогенних та природних факторів. Кожна країна адаптує свої інвентаризації відповідно до місцевих потреб, наявних ресурсів та пріоритетів. У цьому огляді розглянуто особливості національних інвентаризацій лісів у таких країнах, як Фінляндія, Німеччина, США, Канада, Франція, Швеція та Японія [36].

Фінляндія вважається одним із найпрогресивніших лідерів у питаннях лісової інвентаризації. З 1920-х років Фінляндія проводить національні інвентаризації лісів, і на сьогоднішній день процес підтримується новітніми технологіями, такими як лідар (лазерне сканування) та супутникові зображення. Система включає постійний моніторинг екосистем та оцінку вуглецевих запасів, що дозволяє країні надавати точні звіти про вуглецеві потоки та біомасу. Лісова інвентаризація у Фінляндії також охоплює оцінку біорізноманіття та екосистемних послуг, що забезпечує збалансоване управління лісовими ресурсами [37].

Національна інвентаризація лісів у Німеччині здійснюється на основі вибіркового даних, що оновлюються кожні десять років. Окрім традиційних методів збору даних, у Німеччині активно використовуються кліматичні моделі для оцінки стійкості лісів до змін клімату. Також здійснюється оцінка різноманіття порід, стійкості дерев до шкідників та хвороб. Під час останньої інвентаризації було зосереджено увагу на ролі лісів у зменшенні викидів вуглецю та адаптації до зміни клімату [37, 38].



Рис. 1.1. Обмін досвідом з проведення НІЛ (Німеччина)

У США програма Forest Inventory and Analysis (FIA) є основним інструментом для збору даних про ліси. Програма має історичне значення, оскільки була заснована ще в 1930-х роках. Сьогодні FIA охоплює всі штати США та щорічно оновлює дані. Окрім традиційних показників, таких як запаси деревини та лісовий покрив, програма також моніторить біорізноманіття, вплив змін клімату на ліси та внесок лісів у вуглецевий баланс. Завдяки постійним дослідженням і вдосконаленню методологій, FIA стала однією з найточніших програм у світі [36].

Канада здійснює національну інвентаризацію лісів із використанням наземних та дистанційних методів збору даних, таких як супутникове зондування. Унікальною особливістю є моніторинг великих лісових масивів на Півночі, де вплив зміни клімату є особливо помітним. Також у рамках інвентаризації оцінюються вуглецеві потоки та біорізноманіття, що дозволяє Канаді формувати політику щодо захисту лісових ресурсів та боротьби з кліматичними змінами [30].

Франція розпочала проведення національних інвентаризацій лісів у 1960-х роках. Програма Inventaire Forestier National дозволяє оцінювати не лише запаси деревини, а й роль лісів у наданні екосистемних послуг, таких як регуляція водних ресурсів, захист від ерозії та надання рекреаційних можливостей. Окрім того, Франція проводить оцінку впливу урбанізації на лісовий покрив та збереження лісів в умовах зростання населення та інтенсивної експлуатації ресурсів [37].

Швеція є одним із піонерів у лісовій інвентаризації, що розпочалася у 1923 році. Наразі Швеція активно впроваджує новітні технології, зокрема використання дронів та лазерних сканерів для оцінки лісового покриву та біомаси. Лісова інвентаризація у Швеції також включає оцінку вуглецевих запасів та дослідження ролі лісів у поглинанні вуглецю. Інноваційні методи, що використовуються в Швеції, дозволяють країні бути одним із лідерів у питаннях управління лісовими ресурсами та збереження екосистем [30].

У Японії лісові інвентаризації проводяться на постійній основі через систему циклічного збору даних. Важливою особливістю є роль лісів у захисті від стихійних лих, таких як повені та зсуви. Японія також оцінює вплив лісів на збереження водних ресурсів і забезпечення стабільності екосистем. Інвентаризація включає оцінку екосистемних послуг та моніторинг зміни клімату, що дозволяє ефективніше управляти лісовими ресурсами та знижувати екологічні ризики [37].

Національні інвентаризації лісів у провідних країнах світу мають свої особливості, зумовлені національними стратегіями і природними умовами. Використання сучасних технологій, таких як супутникові зображення та лазерне сканування, дозволяє значно покращити точність і швидкість збору даних. Однак спільним для всіх країн є прагнення до сталого управління лісовими ресурсами та їхнього збереження для майбутніх поколінь [32].

1.2. Особливості національної інвентаризації лісів України

Національна інвентаризація лісів є однією з ключових складових управління лісовими ресурсами, що дозволяє отримувати детальні та надійні дані про лісові екосистеми. В Україні інвентаризація лісів базується на використанні сучасних методів оцінки, а також залучає міжнародний досвід у цій галузі [8].

В Україні питання національної інвентаризації лісів координує Державне агентство лісових ресурсів України. Цей процес регламентується відповідними нормативно-правовими актами, що включають використання дистанційних методів спостереження, польових досліджень та статистичних методів обробки даних. Однією з основних цілей НІЛ є створення національної бази даних про ліси, яка може бути використана для розробки політик у сфері сталого управління лісами [7].

Процес інвентаризації в Україні також зазнав впливу міжнародного досвіду, зокрема, через співпрацю з країнами Європейського Союзу та міжнародними організаціями, такими як FAO (Продовольча та сільськогосподарська організація ООН). Україна використовує керівні принципи та стандарти, розроблені Європейською програмою лісової інвентаризації, що дозволяє отримати порівняльні дані з іншими країнами та інтегруватися у глобальні системи моніторингу лісів [37].

В українській системі НІЛ використовується комплекс методів для збору інформації. Це включає:

- Дистанційне зондування: Зображення з супутників та аерофотозйомка використовуються для визначення структури та площ лісових масивів.
- Польові дослідження: Залучають фахівців для визначення біомаси, вікової структури, видового складу та іншої інформації про ліси.
- Статистичні методи: Отримані дані обробляються за допомогою програми для створення моделей, яка дозволяють прогнозувати розвиток лісів [9].

Інвентаризація здійснюється з циклом у шість років. Протягом п'яти років проводяться щорічні вибірково-статистичні обстеження на визначених інвентаризаційних ділянках, а на шостий рік підготовляється звіт. Для формування мережі ділянок територія України ділиться на квадрати 5х5 км, у кожному з яких випадковим чином розміщуються інвентаризаційні тракти (рис. 1.2.) [5].

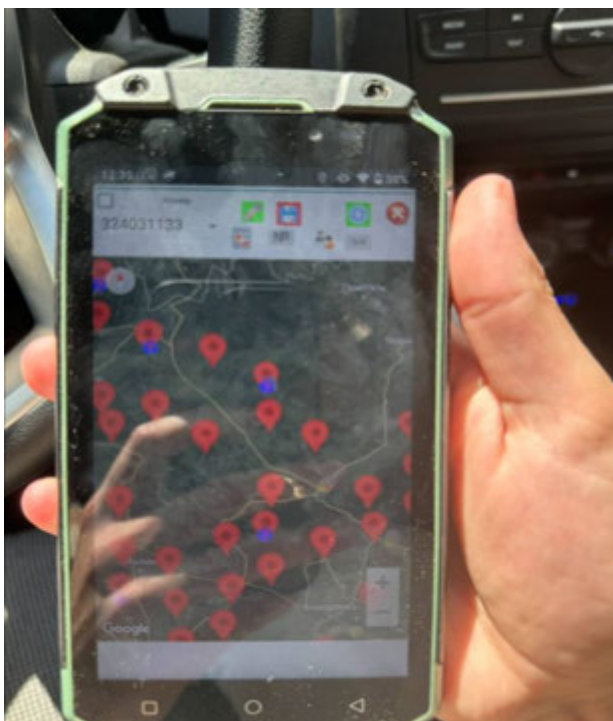


Рис. 1.2. Демонстрація мережі ділянок

Застосовується комбінований підхід, що включає стратифікацію ділянок і обстеження на місцевості. Для цього використовуються сучасні технології. Цей комплекс підтримує всі етапи проведення інвентаризації: від планування ділянок до обробки даних і підготовки звітів [5]. Національна інвентаризація лісів офіційно регулюється змінами до Лісового кодексу України, прийнятими у 2020 році. Це дозволило розпочати повноцінне впровадження системи вибіркового обстежень на всій території країни [7]. НІЛ України ґрунтується на найкращих практиках провідних країн. Під час розробки методології було враховано досвід Німеччини, Фінляндії та інших країн, що дозволило адаптувати технології під українські умови.

Особлива увага приділяється підготовці персоналу та забезпеченню якості даних за допомогою тренувань і консультацій на місцях [7]. НІЛ також є важливим інструментом для виконання міжнародних зобов'язань України щодо звітності про стан лісів, включно з ратифікованими міжнародними угодами [5].

Однією з головних проблем інвентаризації лісів в Україні є недостатнє фінансування та технічне забезпечення. Окрім цього, через воєнні дії на сході країни та в інших регіонах частина лісових масивів залишається недосяжною для інвентаризації, що ускладнює отримання повних даних. Крім того, недостатнє використання сучасних технологій та відсутність наукових досліджень щодо змін клімату також впливають на точність отриманих даних.

Для подальшого розвитку системи НІЛ в Україні необхідно:

- Підвищити рівень фінансування та технічного забезпечення.
- Залучити новітні технології, такі як дрони, для проведення польових досліджень.
- Створити єдину електронну базу даних для збереження та обробки інформації.
- Продовжити співпрацю з міжнародними організаціями для обміну досвідом та розробки єдиних стандартів інвентаризації лісів [41].

1.3. Таксація деревного детриту: провідний досвід та значення обліку лісових ресурсів

Найбільша кількість досліджень деревного детриту зосереджена в Північній Америці [21, 24, 35, 45, 46, 47, 48]. Основні методи вивчення та результати дослідження детриту в екосистемах описані в роботах Harmon M.E., яка вважається авторитетним джерелом в цій галузі.

За даними Гутовски Е. та ін. [6] Значення мертвої деревини для функціонування лісу неможливо переоцінити. Значення деревного детриту полягає не лише у забезпеченні поживними речовинами ґрунту, але й у підтримці біорізноманіття та екологічної рівноваги. На міжнародному рівні таксація деревного детриту стала обов'язковим елементом інвентаризації лісових ресурсів, адже мертва деревина виступає показником екологічного стану лісу та якості управління ним [16].

Білоус А.М. та ін. [1, 2] розглядав мортмасу лісу є невід'ємним та надзвичайно важливим компонентом лісових екосистем. Накопичення органічної речовини у процесі росту дерев у лісових фітоценозах завжди супроводжується процесом утворення мортмаси та її розкладання. Процес накопичення мортмаси в лісах залежить від багатьох біотичних, абіотичних та антропогенних чинників, але фактичний запас мортмаси в основному залежить від біоекологічних особливостей деревного виду, інтенсивності господарської діяльності та наявності порушень. В окремих пралісах, в яких не проводили господарських заходів, обсяг мортмаси може становити до 50% запасу деревостану. Разом з тим, в лісах, в яких систематично лісогосподарську діяльність, мортмаса може складати 10-20% запасу стовбурів у корі.

Деревний детрит, представлений мертвою деревиною на різних стадіях розкладу, має важливу екологічну роль. Відходи деревини збагачують ґрунт органічними речовинами та сприяють поліпшенню структури ґрунту, що позитивно впливає на розвиток рослинності. Деревина у процесі розкладання створює унікальні мікрокліматичні умови, що сприяє розвитку численних видів грибів, мікроорганізмів та безхребетних, які беруть участь у процесах деструкції та мінералізації органічної речовини. Окрім цього, детрит відіграє значну роль у кругообігу поживних речовин. В процесі розкладу деревини, накопичені у ній елементи поступово повертаються в екосистему, забезпечуючи живленням дерева, кущі та інші рослини. Дослідження підтверджують, що кількість і якість деревного

детриту безпосередньо впливає на здоров'я лісових екосистем і визначає їх стійкість до змін клімату [17].

За результатами дослідження Sebastian Seibold, et. al. [43], кількість вуглецю, що зберігається у сухостійній деревині, еквівалентна приблизно 8% світових лісових запасів вуглецю [34]. Розкладання сухостійної деревини значною мірою залежить від клімату [20, 21, 22, 31, 39, 40], причому групи розкладників, наприклад мікроорганізми та комахи, сприяють змінам у швидкостях розкладання [22, 33, 49]. У глобальному масштабі внесок комах у розкладання сухостійної деревини та виділення вуглецю залишається недостатньо вивченим [44]. Sebastian Seibold, et. al. [44] представляють польовий експеримент розкладання деревини на 55 лісових ділянках і 6 континентах. Sebastian Seibold, et. al. [44] виявили, що швидкість розкладання сухостійної деревини збільшується з підвищенням температури, і найсильніший температурний ефект спостерігається при високих рівнях опадів.

Інтенсивність відпаду деревини залежить не лише від віку насадження, але й від сезонних коливань. Ступінь розкладання грубої деревини залежить від породи, розміру дерева, якості деревини і мікроклімату на ділянці, що створює умови для організмів, що руйнують деревину [25, 27, 29, 40]. У бореальних лісах загальний цикл деструкції великого стовбура дерева може тривати до ста років [23]. Зазвичай, розкладання грубої деревини сосни відбувається менш інтенсивно, ніж у випадку ялини чи листяних порід [44].

В Європейському Союзі, США та Канаді таксація деревного детриту є частиною регулярної інвентаризації лісових ресурсів. Це дозволяє встановити кількісні показники запасів мертвої деревини та її розподіл за різними категоріями (Brown, 2004). Основними методами оцінки детриту є лінійний перетин, метод круглих пробних площ та пунктирний метод.

Метод круглих пробних площ часто використовується для досліджень, де потрібна висока точність і репрезентативність даних. Цей метод дає можливість отримати детальну інформацію про обсяг, розміри та рівень розкладу деревного

детриту, що особливо важливо для оцінки екологічного стану лісових масивів. Інші методи, такі як лінійний перетин, дозволяють проводити швидку оцінку, але їх точність зазвичай поступається круглим пробним площам [32].

Таксація деревного детриту має значення не тільки для екологічної оцінки лісів, але й для управління лісовими ресурсами. Розуміння обсягів і характеристик мертвої деревини дозволяє лісівникам прогнозувати продуктивність ґрунтів, планувати заходи зі збереження та відновлення екосистем, а також мінімізувати антропогенний вплив на лісові масиви [50].

В контексті лісового господарства деревний детрит розглядається як ресурс, що має значну екологічну цінність. Внаслідок цього, в багатьох країнах практикується обмеження видалення мертвої деревини, а також створення спеціальних програм із збереження і накопичення детриту на окремих ділянках лісу. Такий підхід дозволяє зберегти природний баланс і зменшити ерозію ґрунту.

Метод круглих пробних площ широко застосовується для оцінки деревного детриту у зв'язку з його високою точністю та універсальністю. На відміну від лінійного перетину, круглі пробні площі дозволяють оцінити як кількісні, так і якісні показники деревного детриту в межах конкретної ділянки. Дослідження свідчать, що цей метод є найбільш доцільним для оцінки запасів деревного детриту у соснових лісах, оскільки соснові ліси часто відрізняються великою кількістю мертвої деревини через її швидкий розклад [32].

Круглі пробні площі дозволяють визначити розподіл мертвої деревини за стадіями розкладу, що має важливе значення для екологічної оцінки лісу. Такі дослідження дають змогу визначити оптимальні показники обсягів деревного детриту, які є екологічно безпечними та економічно доцільними для лісового господарства.

Для українських лісів, де значну площу займають соснові насадження, інвентаризація деревного детриту є актуальною не лише в контексті оцінки екологічного стану лісів, але й для забезпечення їх стійкості та збереження

біорізноманіття. Впровадження регулярної таксації деревного детриту дозволить краще планувати заходи з відновлення лісових масивів, зберегти природні екосистеми та забезпечити їх сталість. Така практика буде сприяти не лише покращенню якості управління лісовими ресурсами, а й забезпеченню міжнародних екологічних стандартів.

Таксація деревного детриту є важливим аспектом сучасного лісового господарства, який сприяє як збереженню екологічного балансу, так і забезпеченню сталого розвитку лісових ресурсів. Використання провідного досвіду країн Європи та Північної Америки в поєднанні з адаптацією методів до специфіки місцевих лісів дозволить підвищити ефективність управління лісами в Україні.

Висновки до першого розділу

У першому розділі розглянуто основні особливості національної інвентаризації лісів у провідних країнах світу та України. Національні інвентаризації лісів забезпечують систематичний підхід до моніторингу лісових ресурсів і сприяють розробці політик сталого управління лісами. У країнах з розвиненими системами лісового господарства, таких як Фінляндія, Німеччина, США, Канада, Франція, Швеція та Японія, інвентаризації лісів характеризуються широким використанням сучасних технологій, таких як лазерне сканування, супутникове зондування, дрони, що дозволяє отримувати точні дані про екосистеми, їхній стан і вуглецеві потоки.

Українська система національної інвентаризації лісів активно розвивається з урахуванням міжнародного досвіду і нормативних вимог, забезпечуючи регулярне оновлення даних про стан лісових масивів. Використання дистанційного зондування, польових досліджень і комбінованих методів дозволяє інтегрувати українську НІЛ у глобальні процеси екологічного моніторингу та міжнародної звітності. При цьому серед важливих аспектів виступає таксація деревного детриту

як частина екологічної оцінки лісів, що сприяє розумінню ролі мертвої деревини в екосистемах і підтримці біорізноманіття.

Таким чином, сучасні інвентаризаційні системи забезпечують збалансоване управління лісовими ресурсами, зберігаючи екологічну рівновагу та підвищуючи ефективність лісокористування, що є важливим для підтримки стійкого розвитку як національних, так і світових лісових ресурсів.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА ТА МАТЕРІАЛИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Методика дослідження

Мертва деревина є одним з ключових компонентів лісових екосистем, забезпечуючи життєво важливі функції. Вона підтримує різноманітні процеси, такі як розкладання і гуміфікація органічної речовини, циркуляція поживних речовин, збереження вологи і ґрунтотворення. У контексті національної інвентаризації лісів України мертва деревина враховується як цінний ресурс і об'єкт обліку, що включає сухостій, деревну ламань, пні та гілки діаметром понад 10 см і довжиною понад 1 м, які розташовані на поверхні ґрунту. Мета цієї інвентаризації полягає у створенні систематизованого уявлення про стан лісів, їх продуктивність, біорізноманіття і функції мертвої деревини як біогеохімічного резервуару для лісової екосистеми.

Для обліку деревної ламані (повалених дерев, гілок і колод) використовується покрокова методика, яка включає опис форми, стану та місця розташування деревини:

Тип ламані – передбачає класифікацію кожного фрагмента за формою і розміром, до якого можуть входити стовбури, великі гілки або шматки деревини. Тип ламані визначають шляхом візуального огляду та кодують для занесення до облікових форм.

Вимірювання довжини і діаметрів ламані.

Вимірювання довжини здійснюється за допомогою рулетки або далекоміра. Оператор заміряє відстань від основи ламані до її верхівки, що дозволяє визначити загальну довжину об'єкта. Це вимірювання важливе для обчислення об'єму ламані, який залежить від довжини і діаметра об'єкта (рис. 2.1.).



Рис. 2.1. Вимірювання ламані

Основний і верхній діаметр визначаються на початку і в кінці ламані. Цей параметр фіксується з використанням рулетки або мірної вилки, що дозволяє з високою точністю виміряти діаметр в кількох точках (рис. 2.2.). Отримані значення

використовують для розрахунку об'єму деревини, що має важливе значення для оцінки її потенціалу зберігати вуглець і поживні речовини.



Рис. 2.2. Вимірювання діаметру ламані

Визначення стадії розкладання – передбачає класифікацію ламані на основі її структури, кольору і текстури. Стадія розкладання фіксується за п'ятибальною шкалою: від 1 (найсвіжіша деревина) до 5 (найрозкладеніша). Для встановлення стадії оператор проводить візуальний огляд і враховує такі показники, як м'якість деревини, наявність грибкових уражень, колір і текстуру. Стадія розкладання ламані визначає її роль як джерела поживних речовин і середовища для розвитку мікроорганізмів.

Картографування деревної ламані проводять у локальній системі координат шляхом визначення відстані та азимуту до вершка та основи ламані (рис. 2.7.). Проводять вимірювання діаметра вершка і діаметра основи, тієї частини деревної ламані, що перебуває в межах даної інвентаризаційної ділянки. Довжина деревної ламані визначається програмним шляхом.



Рис. 2.3. Інвентаризаційна ділянка

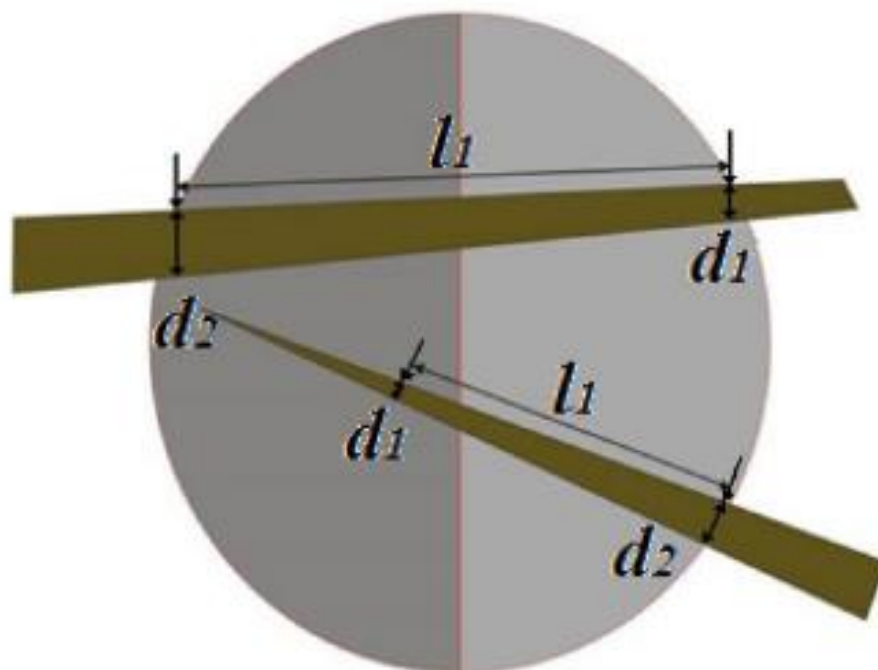


Рис. 2.4. Вимірювання деревної ламані

Вимірювання пнів є важливим етапом, оскільки вони представляють собою залишки деревної біомаси, що залишилися після рубок або природного падіння дерев. Оцінка пнів включає такі процедури:

Вимірювання діаметра пня – цей показник встановлюють на рівні зрізу або на найвузчій частині пня. Якщо пень має нерівний зріз, вимірюються діаметри в кількох точках, після чого визначається середній показник. Використовується мірна вилка або рулетка з високою точністю, що дозволяє отримати достовірні дані про обсяг і стан пня.

Вимірювання висоти пня – висота пня вимірюється від поверхні ґрунту до найвищої точки. У випадку нерівного зрізу заміряють кілька точок і обчислюють середню висоту.

Оцінка стану розкладання і віку – вік пня визначається за річними кільцями (за наявності зрізів, що дозволяють це зробити), або оцінюється за стадією розкладання. Пні, що збереглися в хорошому стані, можуть мати меншу стадію

розкладання порівняно з тими, що піддаються впливу мікроорганізмів і грибків. Стан розкладання фіксують у програмній формі обліку, що допомагає при аналізі вікових і санітарних показників ділянки.

Сухостій, тобто мертві дерева, що стоять на корені, відіграють особливу роль у лісових екосистемах, забезпечуючи середовище існування для різних видів комах, грибів та інших організмів. Облік сухостійних дерев передбачає такі складові:

Вимірювання висоти дерева – здійснюється з використанням лазерних далекомірів (рис. 2.5.). Точність цих даних важлива, оскільки висота визначає потенційну площу, яку дерево займає після падіння.



Рис. 2.5. Інвентаризація кругових пробних площ НІЛ

Оцінка стадії розкладання – на основі візуального огляду визначається ступінь деградації дерева, що фіксується за кількома ознаками, такими як текстура кори, колір деревини, наявність тріщин і пустот. Це допомагає визначити, чи є дерево потенційним джерелом загрози для відвідувачів лісу чи має зберігатися як цінний біологічний ресурс.



Рис. 2.6. Процес візуального огляду дерев

Фіксація можливих причин загибелі – в кожному випадку фіксується причина всихання дерева: чи то через вплив комах, грибкових захворювань, механічні пошкодження, чи внаслідок екстремальних погодних умов. Для цього використовуються ознаки, видимі на поверхні дерева, такі як сліди уражень грибокком або комахами-шкідниками.

Картографування і фіксація розташування – сухостійні дерева фіксують включаючи основні координати, а також азимут і відстань від центра інвентаризаційної ділянки. Це дозволяє простежити зміну положення дерева у разі його падіння, а також зафіксувати можливі переміщення вітром або іншими факторами[4].



Рис.2.7. Картографування і фіксація розташування ламані

Дані про мертву деревину з кожної інвентаризаційної ділянки збираються за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення (ПЗ), яке дозволяє в реальному часі обробляти інформацію та вносити її до центральної бази даних. Програмне забезпечення для національної інвентаризації лісів використовує інтерфейси, розроблені для польових умов, що дозволяє оперативно вводити інформацію, синхронізуючи її з центральною системою.



Рис. 2.8. Програмне забезпечення для національної інвентаризації лісів

Мертва деревина має значний вплив на лісову екосистему. Вона забезпечує середовище існування для багатьох видів, включаючи грибкові та мікробні організми, комах, птахів та ссавців. У процесі розкладання вона сприяє утворенню гумусу, покращує структуру ґрунту, збагачує його поживними речовинами та сприяє затриманню вологи. Важливим є те, що мертва деревина відіграє роль у регулюванні вуглецевого балансу в екосистемі, оскільки її розкладання забезпечує повернення органічного вуглецю в атмосферу, тоді як не розкладені залишки зберігають вуглець у лісі на тривалий час[15].

Методологія інвентаризації мертвої деревини є важливою частиною моніторингу лісових ресурсів, що дозволяє оцінювати стан лісових масивів, спостерігати за процесами розкладання деревини та здійснювати екологічний моніторинг для подальшого прийняття управлінських рішень.

2.2. Матеріали дослідження

Дослідження базувалося на аналізі мертвої деревини, що включає сухостійні дерева (табл. 2.1), ламані стовбури (табл. 2.2) та пні. Ці компоненти відіграють важливу роль у формуванні структури та функціонування лісових екосистем. Увага була зосереджена на соснових насадженнях Полісся України, які характеризуються значною площею, високою екологічною цінністю та специфічними природними умовами.

Полісся є одним із найважливіших лісових регіонів України, де домінують соснові насадження, які активно взаємодіють із факторами навколишнього середовища. Ці ліси є вразливими до змін клімату, зокрема до посух, а також до пошкоджень шкідниками та хворобами. Такі фактори сприяють утворенню деревного детриту, що включає сухостій, ламані стовбури й залишки деревини у різних стадіях розкладу. Вивчення детриту є критично важливим для розуміння екологічних процесів, підтримання біорізноманіття та сталого управління лісами.

Дані для роботи були отримані в ході НІЛ, яка є основним інструментом збору репрезентативної інформації про стан лісового фонду. Ця інвентаризація

проводиться з використанням вибірково-статистичних методів, які дозволяють отримати точні оцінки на основі мережі пробних площ. Збір даних здійснювався на круглих пробних площах, що стандартизовані за розмірами та розташуванням. Завдяки такій організації обстежень вдалося забезпечити порівнянність даних у масштабах регіону[3].

Методологія НІЛ включає кілька етапів, серед яких стратифікація земель, закладання пробних площ, вимірювання деревного детриту, обробка даних із використанням програмного забезпечення та формування звітності. Польові роботи проводилися з використанням комплексу Field-Map, що дозволив інтегрувати польові дані з геоінформаційними системами для забезпечення точності та надійності отриманої інформації. Усі дані оброблялися за допомогою камерального аналізу та інтегрувалися у загальнодержавну базу.

Таблиця 2.1

Сухостій сосни звичайної на кругових пробних площах

Область	Ідентифікаційний номер	Ярус	Елемент лісу	Середня висота елемента лісу, м	Середній діаметр елемента лісу, см
Волинська	73006621	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	15	32
Волинська	73007644	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	18	17
Волинська	73012081	13 (сухостій свіжий)	Сосна звичайна	15	18
Волинська	73012082	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	26	40
Волинська	73012084	13 (сухостій свіжий)	Сосна звичайна	25	46
Волинська	73012284	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	22	18
Волинська	73013692	13 (сухостій свіжий)	Сосна звичайна	8	10
Волинська	73013693	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	20	30
Волинська	73014892	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	18	28
Волинська	73014993	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	7	14

Продовження таблиці 2.1

Волинська	73015141	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	23	28
Волинська	73016511	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	10	17
Волинська	73016562	13 (сухостій свіжий)	Сосна звичайна	16	16
Волинська	73016563	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	15	20
Волинська	73016613	13 (сухостій свіжий)	Сосна звичайна	20	26
Волинська	73016613	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	21	28
Волинська	73019294	13 (сухостій свіжий)	Сосна звичайна	17	32
Волинська	73019492	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	27	35
Волинська	73019542	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	8	10
Волинська	73019543	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	15	20
Волинська	73020974	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	5	9
Волинська	73022502	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	12	15
Волинська	73024204	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	20	26
Волинська	73025504	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	7	10
Волинська	73027121	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	20	26
Волинська	73028694	13 (сухостій свіжий)	Сосна звичайна	24	34
Волинська	73030303	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	20	32

Таблиця 2.2

Деревна ламань на кругових пробних площах

Область	Ідентифікаційний номер	Номер	Порода	Довжина, м	Діаметр основи, см	Діаметр верхка, см
Волинська	73008542	1	Сосна звичайна	7,07	24	10
Волинська	73010963	2	Сосна звичайна	12,84	27	15
Волинська	73010963	3	Сосна звичайна	11,44	20	12
Волинська	73010963	4	Сосна звичайна	7,89	22	15
Волинська	73016562	1	Сосна звичайна	13,24	20	10
Волинська	73016562	2	Сосна звичайна	9,96	16	10

Продовження таблиці 2.2

Волинська	73016562	3	Сосна звичайна	7,58	14	10
Волинська	73016562	4	Сосна звичайна	11,71	20	12
Волинська	73016562	5	Сосна звичайна	13,05	22	10
Волинська	73016562	6	Сосна звичайна	10,38	19	10
Волинська	73016562	7	Сосна звичайна	9,31	16	10
Волинська	73016613	1	Сосна звичайна	11,75	20	11
Волинська	73016613	2	Сосна звичайна	7,89	17	10
Волинська	73016613	3	Сосна звичайна	5,32	12	10
Волинська	73016613	4	Сосна звичайна	18,98	30	10
Волинська	73016613	5	Сосна звичайна	6,28	17	10
Волинська	73016614	2	Сосна звичайна	9,14	16	10
Волинська	73017942	1	Сосна звичайна	4,33	14	10
Волинська	73019543	1	Сосна звичайна	7,21	14	10
Волинська	73019543	2	Сосна звичайна	2,37	14	12
Волинська	73019543	3	Сосна звичайна	3,06	14	12
Волинська	73020971	1	Сосна звичайна	4,93	18,5	10
Волинська	73024203	1	Сосна звичайна	9,88	14	10
Волинська	73025503	1	Сосна звичайна	2	20	14
Волинська	73025503	2	Сосна звичайна	1,89	15	13
Волинська	73025503	3	Сосна звичайна	3,93	18	12
Волинська	73028694	1	Сосна звичайна	4,36	34	32
Волинська	73028694	2	Сосна звичайна	7,53	17	10
Волинська	73030303	1	Сосна звичайна	5,74	12	16
Волинська	73030303	2	Сосна звичайна	3,41	19	16
Волинська	73030303	3	Сосна звичайна	5,59	22	10
Волинська	73030303	4	Сосна звичайна	4,85	23	10
Волинська	73030303	5	Сосна звичайна	3,72	13	10
Волинська	73030303	6	Сосна звичайна	4,22	24	20
Волинська	73030303	7	Сосна звичайна	3,27	19	10

Продовження таблиці 2.2

Волинська	73043224	1	Сосна звичайна	6,95	24	18
Волинська	73043224	2	Сосна звичайна	6,71	22	18
Волинська	73043224	3	Сосна звичайна	7,69	18	12

Таблиця 2.3

Пні на кругових пробних площах

Область	ТЛУ	Клас бонітету	Деревна порода	Діаметр пня, см	Висота облікового пня, см	Вік зрубного дерева, років
Волинська	B2	Ia	Сосна звичайна	35	14	41
Волинська	B2	Ia	Сосна звичайна	30	10	37
Волинська	B2	Ib	Сосна звичайна	23	14	40
Волинська	A2	III	Сосна звичайна	32	10	90
Волинська	A2	III	Сосна звичайна	26	10	90
Волинська	A2	III	Сосна звичайна	31	10	90
Волинська	A2	III	Сосна звичайна	32	9	90
Волинська	A2	III	Сосна звичайна	38	10	90
Волинська	B2	I	Сосна звичайна	17	5	55
Волинська	B2	I	Сосна звичайна	23	7	55
Волинська	B2	I	Сосна звичайна	17	6	55
Волинська	B2	I	Сосна звичайна	24	6	56
Волинська	A2	I	Сосна звичайна	17	6	65
Волинська	A2	I	Сосна звичайна	10	4	30
Волинська	C2	Ia	Сосна звичайна	30	15	53
Волинська	B2	Ic	Сосна звичайна	27	17	58
Волинська	B2	Ic	Сосна звичайна	28	25	58
Житомирська	B2	I	Сосна звичайна	45	13	80
Житомирська	B2	I	Сосна звичайна	47,5	16	80

Продовження таблиці 2.3

Житомирська	B2	I	Сосна звичайна	38	10	80
Житомирська	B2	I	Сосна звичайна	33	12	80
Житомирська	B2	I	Сосна звичайна	42,5	12	80
Житомирська	B2	I	Сосна звичайна	24	10	80
Житомирська	B2	I	Сосна звичайна	39	14	80
Житомирська	B2	I	Сосна звичайна	51	14	80
Житомирська	B2	I	Сосна звичайна	35	14	80
Житомирська	B2	I	Сосна звичайна	48,1	12	80

Методологія НІЛ включає кілька етапів, серед яких стратифікація земель, закладання пробних площ, вимірювання деревного детриту, обробка даних із використанням програмного забезпечення та формування звітності. Польові роботи проводилися з використанням комплексу Field-Map, що дозволив інтегрувати польові дані з геоінформаційними системами для забезпечення точності та надійності отриманої інформації. Усі дані оброблялися за допомогою камерального аналізу та інтегрувалися у загальнодержавну базу.

Частина даних була зібрана автором під час професійної діяльності на посаді інженера 1-ї категорії у ВО «УКРДЕРЖЛІСПРОЕКТ». Польові роботи включали вимірювання об'єму та діаметру сухостійних дерев, ламаних стовбурів і пнів, а також оцінку стадій розкладу деревини. Це забезпечило глибший аналіз стану соснових насаджень у Поліссі та їх адаптації до зовнішніх чинників.

Дослідження стану деревного детриту у лісах Полісся є важливим також з точки зору адаптації лісового господарства до змін клімату. Вплив посухи, масового розмноження шкідників, зокрема короїдів, а також антропогенних чинників підвищує актуальність детального аналізу мертвої деревини. Ці фактори впливають на загальну продуктивність насаджень, їхню стійкість та здатність до відновлення.

Наукова значимість дослідження полягає у тому, що отримані дані слугуватимуть основою для розробки ефективних лісогосподарських стратегій, спрямованих на покращення стану лісів та забезпечення їх сталого використання. Зокрема, результати роботи можуть бути використані для оцінки екологічних функцій лісів, прогнозування змін їхнього стану та адаптації господарських заходів до сучасних викликів.

Висновок до другого розділу

У другому розділі представлено детальний опис методики та матеріалів дослідження, спрямованого на інвентаризацію деревного детриту в соснових насадженнях Полісся України. Застосовані методи, включаючи польові вимірювання та використання сучасних програмно-технічних засобів, забезпечили комплексний підхід до збору даних про мертву деревину, її кількісні та якісні показники.

Описані етапи роботи, зокрема вимірювання розмірів сухостою, ламаних стовбурів і пнів, оцінка їх стадій розкладання, а також картографування, дозволяють отримати точну інформацію про роль деревного детриту в екосистемі.

Аналіз стану мертвої деревини у соснових насадженнях Полісся засвідчив її важливу роль у збереженні екологічних функцій лісів, таких як утримання вуглецю, покращення ґрунтової родючості та підтримання біорізноманіття.

РОЗДІЛ 3

ОБЛІК ДЕРЕВНОГО ДЕТРИТУ СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ НА КРУГЛИХ ПРОБНИХ ПЛОЩАХ

3.1. Запас сухостою на кругових пробних площах

У цьому розділі буде проведено аналіз запасу сухостою соснових насаджень, дослідження розподілу деревного детриту за категоріями, а також оцінка його впливу на лісові екосистеми. Дані, отримані під час дослідження, базуються на методиках, описаних у попередніх розділах, та спрямовані на вдосконалення обліку лісових ресурсів в Україні.

Таблиця 3.1

Запас сухостою сосни звичайної

Область	Ідентифікаційний номер	Ярус	Елемент лісу	Сума площ поперечного перерізу елемента лісу	Запас, м ³ /га
Волинська	73006621	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	1	36
Волинська	73007644	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	2	20
Волинська	73012081	13 (сухостій свіжий)	Сосна звичайна	1	10
Волинська	73012082	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	1	19
Волинська	73012084	13 (сухостій свіжий)	Сосна звичайна	1	16
Волинська	73012284	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	1	6
Волинська	73013692	13 (сухостій свіжий)	Сосна звичайна	1	11
Волинська	73013693	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	1	12
Волинська	73014892	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	2	30
Волинська	73014993	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	1	19

Продовження таблиці 3.1

Волинська	73015141	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	7	49
Волинська	73016511	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	1	18
Волинська	73016562	13 (сухостій свіжий)	Сосна звичайна	5	32
Волинська	73016563	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	2	9
Волинська	73016613	13 (сухостій свіжий)	Сосна звичайна	1	14
Волинська	73016613	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	2	28
Волинська	73019294	13 (сухостій свіжий)	Сосна звичайна	1	13
Волинська	73019492	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	1	13
Волинська	73019542	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	1	8
Волинська	73019543	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	3	20
Волинська	73020974	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	2	7
Волинська	73022502	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	2	13
Волинська	73024204	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	1	11
Волинська	73025504	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	1	30
Волинська	73027121	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	1	17
Волинська	73028694	13 (сухостій свіжий)	Сосна звичайна	1	8
Волинська	73030303	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	4	34
Волинська	73031963	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	3	97
Волинська	73043224	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	1	13
Житомирська	183014092	13 (сухостій свіжий)	Сосна звичайна	1	16
Житомирська	183014092	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	1	16
Житомирська	183014094	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	8	83
Житомирська	183014144	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	1	33
Житомирська	183015491	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	10	16
Житомирська	183017064	15 (сухостій старий)	Сосна звичайна	4	15

Під час проведення дослідження було здійснено аналіз запасу сухою на кругових пробних площах у соснових насадженнях та проведено порівняння з запасом живої деревини. За результатами обліку встановлено, що запас мертвої

деревини становить **1,92%** від загального запасу сосни звичайної. Цей показник відображає частку сухостою в загальному обсязі деревини насаджень та свідчить про його обмежений вплив на загальний запас лісових ресурсів у досліджуваних умовах.

Таблиця 3.2

Запас деревної ламані сосни звичайної

Область	Ідентифікаційний номер	Порода	Запас, м ³ /га
Волинська	73008542	Сосна звичайна	3,39
Волинська	73010963	Сосна звичайна	18,10
Волинська	73016562	Сосна звичайна	25,59
Волинська	73016613	Сосна звичайна	22,61
Волинська	73016614	Сосна звичайна	2,47
Волинська	73017942	Сосна звичайна	0,99
Волинська	73019543	Сосна звичайна	3,09
Волинська	73020971	Сосна звичайна	1,62
Волинська	73024203	Сосна звичайна	5,16
Волинська	73028694	Сосна звичайна	9,65
Волинська	73030303	Сосна звичайна	13,05
Волинська	73043224	Сосна звичайна	31,60
Житомирська	183013993	Сосна звичайна	2,10
Житомирська	183014092	Сосна звичайна	6,46
Житомирська	183015442	Сосна звичайна	3,33
Житомирська	183015443	Сосна звичайна	8,21
Житомирська	183015491	Сосна звичайна	66,24
Житомирська	183018394	Сосна звичайна	5,01
Житомирська	183018443	Сосна звичайна	7,51
Житомирська	183018444	Сосна звичайна	2,06
Житомирська	183019842	Сосна звичайна	4,74

Продовження таблиці 3.2

Житомирська	183021324	Сосна звичайна	0,78
Житомирська	183021423	Сосна звичайна	13,82
Житомирська	183021424	Сосна звичайна	3,38
Житомирська	183022951	Сосна звичайна	9,86
Житомирська	183023052	Сосна звичайна	2,20
Житомирська	183023053	Сосна звичайна	6,69
Житомирська	183024603	Сосна звичайна	18,40
Житомирська	183024604	Сосна звичайна	2,54
Житомирська	183026002	Сосна звичайна	11,19
Житомирська	183026004	Сосна звичайна	1,76
Житомирська	183026154	Сосна звичайна	58,55
Житомирська	183026203	Сосна звичайна	38,06
Житомирська	183027572	Сосна звичайна	0,47
Житомирська	183027821	Сосна звичайна	33,61
Житомирська	183027822	Сосна звичайна	46,57
Житомирська	183027824	Сосна звичайна	7,94
Житомирська	183030753	Сосна звичайна	33,15
Житомирська	183031002	Сосна звичайна	28,24
Житомирська	183032611	Сосна звичайна	7,99
Житомирська	183034144	Сосна звичайна	16,43
Житомирська	183035831	Сосна звичайна	13,62
Житомирська	183037461	Сосна звичайна	2,95
Житомирська	183038801	Сосна звичайна	1,96
Житомирська	183039052	Сосна звичайна	5,20
Житомирська	183040393	Сосна звичайна	1,55
Житомирська	183042083	Сосна звичайна	5,04
Житомирська	183043722	Сосна звичайна	14,08
Житомирська	183043822	Сосна звичайна	1,22
Житомирська	183047101	Сосна звичайна	10,18

Продовження таблиці 3.2

Житомирська	183047103	Сосна звичайна	3,39
Житомирська	183050331	Сосна звичайна	10,85
Житомирська	183054053	Сосна звичайна	4,14
Житомирська	183054101	Сосна звичайна	3,34
Житомирська	183058223	Сосна звичайна	0,73
Київська	323039102	Сосна звичайна	8,00
Київська	323042481	Сосна звичайна	22,28
Київська	323043922	Сосна звичайна	16,66
Київська	323043923	Сосна звичайна	4,52
Київська	323047152	Сосна звичайна	1,14
Київська	323047153	Сосна звичайна	6,12
Київська	323054551	Сосна звичайна	43,94
Київська	323056573	Сосна звичайна	1,51
Київська	323062701	Сосна звичайна	21,60
Київська	323062704	Сосна звичайна	3,72
Київська	323064501	Сосна звичайна	103,04
Київська	323064502	Сосна звичайна	18,64
Київська	323064504	Сосна звичайна	3,82
Київська	323071142	Сосна звичайна	91,27
Київська	323075683	Сосна звичайна	66,92
Рівненська	563004952	Сосна звичайна	1,77
Рівненська	563009843	Сосна звичайна	1,00
Рівненська	563009892	Сосна звичайна	7,22
Рівненська	563013842	Сосна звичайна	2,99
Рівненська	563015394	Сосна звичайна	5,59
Рівненська	563016663	Сосна звичайна	3,31
Рівненська	563016862	Сосна звичайна	15,85
Рівненська	563016863	Сосна звичайна	1,68
Рівненська	563018241	Сосна звичайна	10,53

Продовження таблиці 3.2

Рівненська	563022701	Сосна звичайна	9,82
Рівненська	563024401	Сосна звичайна	11,74
Рівненська	563027522	Сосна звичайна	1,18
Рівненська	563027523	Сосна звичайна	1,31
Рівненська	563029042	Сосна звичайна	6,36
Рівненська	563029143	Сосна звичайна	4,99
Рівненська	563032213	Сосна звичайна	1,65
Рівненська	563033892	Сосна звичайна	4,94
Рівненська	563037012	Сосна звичайна	8,11

Запас деревного детриту

У ході дослідження також було проведено аналіз запасу деревної ламані на кругових пробних площах у соснових насадженнях. Встановлено, що запас деревної ламані становить **1,2%** від загального запасу сосни звичайної.

Результати дослідження (рис. 3.1) свідчать, що сухостій і деревна ламань сосни звичайної є важливими складовими мертвої деревини у лісових екосистемах, які виконують екологічну функцію та впливають на процеси кругообігу речовин і біорізноманіття. За проведеними обліками встановлено, що запас сухостою становить 1,92% від загального запасу деревини сосни звичайної, а запас деревної ламані — 1,2%. Таким чином, загальна частка мертвої деревини, яка складається лише із сухостою та деревної ламані, дорівнює 3,12% від загального запасу соснових деревостанів у досліджуваних умовах.

Цей показник демонструє, що мертва деревина є важливим, хоча і порівняно невеликим компонентом загального запасу деревостанів. Він також підкреслює необхідність удосконалення методик обліку мертвої деревини для отримання більш точних даних, зокрема врахування пнів та інших категорій деревного детриту, які можуть значно збільшити оцінку загального запасу мертвої деревини. Отримані

результати можуть слугувати основою для подальших досліджень впливу мертвої деревини на екосистемні функції та розробки рекомендацій щодо її врахування у системі сталого лісового управління[14].

3.2. Удосконалення обліку деревного детриту на кругових пробних площах

Облік мертвої деревини, зокрема пнів, є важливою складовою оцінки екосистемних процесів, таких як кругообіг вуглецю, відновлення лісових ресурсів, збереження біорізноманіття. Проте аналіз пнів як частини мертвої деревини має низку методологічних та практичних обмежень, зокрема в контексті національної інвентаризації лісів (НІЛ). Чинна методика НІЛ не забезпечує повного врахування пнів через кілька ключових причин.

Методологія НІЛ зосереджується на основних категоріях мертвої деревини, таких як сухостій та деревна ламань, але не включає пні на зрубках (рис. 3.2), які утворилися внаслідок господарської діяльності. Це призводить до викривлення даних, оскільки обсяг пнів може суттєво впливати на загальний запас мертвої деревини, особливо в місцях із високою інтенсивністю рубок [36].

З огляду на зазначене, підрахунок запасу деревини в пнях у межах даної роботи не проводився. Основною причиною є високий ризик отримання некоректних результатів, які можуть викривити оцінку загального запасу мертвої деревини. Крім того, сучасна методика НІЛ потребує адаптації для включення таких категорій, як пні, зокрема чітких вказівок щодо обліку їхньої кількості та обсягів, а також визначення їхньої екологічної значущості [30].



Рис. 3.2. Інвентаризаційна ділянка на зрубі

Наукові дослідження підкреслюють важливість інтеграції пнів до систем обліку мертвої деревини для забезпечення повноцінної оцінки екосистемних процесів. Пні є важливим елементом лісових екосистем, який забезпечує середовище існування для ряду організмів і впливає на кругообіг поживних речовин[25].

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на вдосконалення методології обліку пнів у НІЛ, включно з розробкою стандартів для їхнього вимірювання та врахування специфіки розкладу на різних типах площ. Це дозволить отримати більш точні дані для аналізу запасів мертвої деревини та забезпечити адекватну оцінку екосистемних процесів у соснових насадженнях.

На пробних площах, які не зазнали рубок, пні обліковуються за стандартною методикою. Проте значні прогалини в даних виникають через те, що пні,

розташовані на зрубках, не враховуються. Це викривлює оцінку обсягів мертвої деревини, оскільки основна маса пнів у лісах припадає саме на території зрубів.

Ігнорування пнів на зрубках значно ускладнює оцінку загального запасу мертвої деревини. Зокрема, ці пні часто є залишками після господарської діяльності, але вони продовжують виконувати важливі екосистемні функції, такі як забезпечення середовища існування для мікроорганізмів і внесок у кругообіг поживних речовин [32]. Врахування цієї категорії деревини дозволить не лише уточнити загальні показники, але й покращити розуміння впливу лісгосподарської діяльності на стан лісових екосистем [37].

Одним із можливих вдосконалень методики є розробка підходів до обліку пнів на зрубках. Це може передбачати:

- Оцінку середніх параметрів пнів (висота, діаметр) за окомірними спостереженнями, що дозволить отримати базові дані без значного збільшення витрат часу.
- Врахування співвідношення обсягу пнів до інших категорій мертвої деревини на пробних площах, не зачеплених рубками, для екстраполяції цих даних на зруби.
- Розробку стандартизованих розрахункових коефіцієнтів для оцінки обсягу пнів на зрубках залежно від породи дерев, інтенсивності рубок та вікових характеристик насаджень [30].

Зокрема, зруби характеризуються специфічною концентрацією пнів, яка залежить від обсягів деревини, що була зрубана, і методів її збирання. Відсутність обліку цих пнів може призводити до значних похибок у загальній оцінці запасів мертвої деревини. Наприклад, пні на зрубках мають значно більші розміри порівняно з пнями на звичайних пробних площах через характер господарських заходів, ігнорування яких зменшує точність оцінок.

У перспективі вдосконалення обліку пнів на зрубках потребує перегляду стандартів НЛІ з урахуванням специфіки господарських впливів. Включення цих

обліків до загальної методології дозволить покращити якість аналізу мертвої деревини та створити науково обґрунтовану основу для сталого управління лісами.

Аналіз деревної ламані в соснових насадженнях виявив низку методологічних нюансів, які впливають на точність оцінки загального запасу мертвої деревини. Згідно з чинними методиками, до обліку не беруться колоди довжиною менше 1 метра, а також ті, що мають діаметр основи менше 10 см. Ці обмеження призводять до того, що значна частина деревної ламані, яка може становити суттєвий компонент мертвої деревини, не враховується. Як наслідок, отримані дані занижують фактичний запас мертвої деревини, що створює викривлення у розумінні ролі цього компонента в екосистемі.

За даними Harmon M.E., et. al. [26] грубі деревні уламки є важливим компонентом помірних потоків і лісових екосистем і додаються до екосистеми завдяки численним механізмам, включаючи вітер, пожежу, напад комах, патогени, конкуренцію та геоморфічні процеси.

Відсутність обліку дрібних колод та уламків зумовлена методологічними обмеженнями, спрямованими на оптимізацію облікових процесів і зниження затрат часу. Однак ця практика значно впливає на остаточні результати, оскільки дрібні частини деревної ламані є важливим джерелом вуглецю та поживних речовин для ґрунту, а також сприяють підтриманню біорізноманіття, створюючи мікрооселища для численних видів живих організмів.

Одним із можливих шляхів вирішення цієї проблеми може бути введення коригувальних коефіцієнтів для оцінки запасу мертвої деревини з урахуванням деревної ламані, яка не входить до облікових категорій. Такі коефіцієнти можуть базуватися на додаткових дослідженнях, що включають окремий вимір дрібних колод та фрагментів у різних типах насаджень. Використання цих коефіцієнтів дозволило б коригувати отримані дані, забезпечуючи більш повну оцінку запасу мертвої деревини.

Ще одним підходом може бути вдосконалення методології обліку, наприклад, включення в процедуру інвентаризації мінімальних вимірів для фрагментів деревної ламані, що наразі не враховуються. Для цього можна встановити нижчу межу вимірів, яка дозволить враховувати дрібні колоди та уламки без значного ускладнення процесу обліку.

Окрім цього, доцільним є створення спеціальних програм для моделювання запасів мертвої деревини, які могли б враховувати її різні категорії, включаючи дрібну ламань. Такі моделі базувалися б на польових даних і дозволяли б автоматично додавати коригування до отриманих результатів.

Таким чином, вирішення зазначених проблем сприятиме більш точному визначенню запасу мертвої деревини та забезпечить отримання якісних даних, необхідних для екологічного моніторингу та прийняття ефективних управлінських рішень.

Однією з проблем при обліку сухостою є те, що спостерігається ситуація, коли сухі дерева мають обломані верхівки. Це створює труднощі під час вимірів та розрахунку запасу деревини, оскільки стандартні методи обліку не враховують таких варіантів. Зокрема, коли стовбур дерева на висоті 1,3 метра має діаметр 25 см, а висота дерева становить лише 6 метрів, стандартна програма обліку враховує, що дерево з таким діаметром буде поступово звужуватися до верхівки, де діаметр досягатиме нуля. Це дає змогу отримати форму, що наближається до конуса.

В реальних умовах, однак, це дерево зазвичай має обломану верхівку, а не звужену до кінця, що призводить до суттєвих розбіжностей між математичними моделями та фактичними умовами. Розрахунок об'єму на основі стандартних параметрів, які враховують поступове звуження до нуля, дає недостовірні результати. На практиці форма дерева виглядає більше як зрізаний конус, що значно збільшує об'єм. Оскільки програма, яка використовується для обліку, не враховує ці нюанси, кінцеві розрахунки запасу мертвої деревини є неточними.

Цю проблему можна вирішити шляхом коригування програми для більш точного врахування форм сухостою з обломаними верхівками. Одним з можливих підходів є введення спеціального коефіцієнта для корекції об'єму сухостою, враховуючи наявність обломаних частин дерева. Цей коефіцієнт можна розрахувати на основі середнього відсотка обломаних верхівок для конкретного лісу або регіону, що дозволить більш точно оцінити запас деревини.

Загалом, для забезпечення більш точного обліку сухостою та деревного детриту необхідно вдосконалити існуючі методи, враховуючи типові особливості деревних форм у певних регіонах. Включення цих змін у програмне забезпечення для обліку лісових ресурсів допоможе зменшити похибки та покращити точність розрахунків, що, у свою чергу, позитивно вплине на ефективність.

Висновки до третього розділу

Дослідження запасу сухостою та деревної ламані на кругових пробних площах соснових насаджень показало, що ці елементи мертвої деревини виконують важливу екологічну функцію в лісових екосистемах, впливаючи на кругообіг речовин і біорізноманіття. За результатами обліку, сухостій складає 1,92% від загального запасу сосни звичайної, а деревна ламань — 1,2%. Таким чином, загальний запас мертвої деревини, що включає сухостій і деревну ламань, становить 3,12% від загального запасу лісових ресурсів у досліджуваних соснових насадженнях. Це підкреслює необхідність удосконалення методик обліку мертвої деревини для забезпечення точнішої оцінки її запасів, зокрема через включення пнів та інших категорій деревного детриту.

Врахування пнів, зокрема на зрубках, є важливим етапом для отримання повної картини щодо запасів мертвої деревини. Ігнорування цієї категорії деревини значно викривлює оцінки, оскільки пні виконують суттєві екологічні функції, зокрема в контексті біорізноманіття та кругообігу поживних речовин. Тому, для покращення методики національної інвентаризації лісів (НІЛ) необхідно розробити підходи для

обліку пнів на зрубках, що дозволить отримати більш точні дані для аналізу екосистемних процесів і лісового господарства в цілому.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на удосконалення обліку пнів і забезпечення комплексного підходу до оцінки мертвої деревини в рамках НІЛ, що дозволить більш точно оцінювати її роль у функціонуванні лісових екосистем та сталому лісовому управлінні.

РОЗДІЛ 4

ОЦІНЮВАННЯ ДЕРЕВНОГО ДЕТРИТУ У СОСНОВИХ ДЕРЕВОСТАНАХ

Мною було проведено розрахунки запасу мертвої деревини, включаючи сухостій та деревну ламань, на кругових пробних площах. Результати представлено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Запас мертвої деревини на кругових пробних площах

Ідентифікаційний номер	Діаметр середній переважуючої породи, см	Висота середня переважуючої породи, м	Клас бонітету	ТЛУ	Запас, м ³	Запас сухостій, м ³	Запас ламань, м ³	Запас мертвої деревини, м ³	Конверсійний коефіцієнт
73006621	24	16	8	A3	179	36	0	36	0,20
73007644	32	25	6	B3	496	20	0	20	0,04
73008542	40	29	2	B4	509	0	3,39	3,39	0,01
73010963	28	23	1	B2	339	0	18,1	18,1	0,05
73012081	28	20	7	B2	259	10	0	10	0,04
73012082	40	26	6	C2	311	19	0	19	0,06
73012084	46	25	6	B2	331	16	0	16	0,05
73012284	31	26	1	B2	255	6	0	6	0,02
73013692	44	25	6	B3	295	11	0	11	0,04
73013693	38	24	6	B2	363	12	0	12	0,03
73014892	32	25	6	B3	462	30	0	30	0,06
73014993	34	24	6	C4	271	19	0	19	0,07
73015141	32	25	6	B2	417	49	0	49	0,12
73016511	32	27	1	C2	253	18	0	18	0,07
73016562	22	18	6	A2	331	32	25,59	57,59	0,17
73016563	24	17	8	A2	211	9	0	9	0,04
73016613	32	23	6	C4	320	23	25,02	48,02	0,15
73017942	40	28	1	B2	324	0	0,99	0,99	0,00

Продовження таблиці 4.1

73019294	10	8	1	C2	25	13	0	13	0,52
73019492	40	28	6	B4	385	13	0	13	0,03
73019542	28	21	6	B2	245	8	0	8	0,03
73019543	24	17	7	A2	193	20	3,09	23,09	0,12
73020971	45	19	8	B2	234	0	1,62	1,62	0,01
73020974	16	11	2	A2	121	7	0	7	0,06
73022502	18	13	6	A3	191	13	0	13	0,07
73024203	28	21	6	A2	367	0	5,16	5,16	0,01
73024204	30	22	6	B2	433	11	0	11	0,03
73027121	38	27	1	B2	620	17	0	17	0,03
73028694	33	24	6	B3	263	8	9,65	17,65	0,07
73030303	28	19	7	B3	267	34	13,05	47,05	0,18
73043224	33	27	2	C2	392	13	31,6	44,6	0,11
183013991	13	10	4	A1	111	0	0	0	0,00
183013993	31	18	1	B2	135	0	2,1	2,1	0,02
183014092	29	25	6	B3	504	16	6,46	22,46	0,04
183014094	24	21	7	B3	415	83	0	83	0,20
183014144	30	26	1	B2	467	33	0	33	0,07
183015442	21	19	7	B3	91	0	3,33	3,33	0,04
183015443	39	30	1	B3	369	0	8,21	8,21	0,02
183015491	39	20	7	A2	42	16	66,24	82,24	1,96
183017064	42	27	6	B2	40	15	0	15	0,38
183018441	23	21	6	B2	215	8,6	0	8,6	0,04
183018443	25	20	5	B2	270	11,7	7,51	19,21	0,07
183018444	27	25	2	B2	438	0	2,06	2,06	0,00
183019842	37	28	6	B3	298	0	4,47	4,47	0,02
183021422	26	24	6	B3	565	12,3	0	12,3	0,02
183021423	20	16	1	B4	128	0	13,82	13,82	0,11
183021424	36	28	6	B2	600	0	3,38	3,38	0,01
183022951	32	32	3	B2	223	18,6	9,86	28,46	0,13
183023004	29	25	6	A3	248	9,5	0	9,5	0,04
183023051	34	29	3	B3	521	37,2	0	37,2	0,07
183023052	25	23	1	C3	460	14,8	2,2	17	0,04

Продовження таблиці 4.1

183023053	32	28	2	B3	435	32,2	6,69	38,89	0,09
183023054	32	27	1	B3	558	13,6	0	13,6	0,02
183024603	28	24	6	B3	379	21,5	18,4	39,9	0,11
183024604	28	24	6	B3	295	0	2,54	2,54	0,01
183026002	36	30	1	B3	714	0	11,19	11,19	0,02
183026004	22	12	10	C3	105	0	1,76	1,76	0,02
183026203	24	17	7	A2	61	8,7	38,06	46,76	0,77
183027723	36	29	2	C2	485	37,3	0	37,3	0,08
183027821	31	28	2	B2	310	22,1	33,61	55,71	0,18
183027822	37	23	6	B3	150	13,6	46,57	60,17	0,40
183027824	30	20	6	B2	229	0	7,94	7,94	0,03
183031002	33	27	1	B2	394	21,9	28,24	50,14	0,13
183032611	34	23	1	B3	333	13,9	7,99	21,89	0,07
183034092	28	24	6	B3	79	15,8	0	15,8	0,20
183034144	36	27	1	B2	363	12,5	16,43	28,93	0,08
183035831	32	29	2	B3	197	34,7	13,62	48,32	0,25
183037461	31	26	2	B3	260	8,1	2,95	11,05	0,04
183039052	31	23	6	A2	361	16	5,2	21,2	0,06
183039053	30	25	7	B2	146	13,9	0	13,9	0,10
183040643	28	20	8	B2	310	8,9	0	8,9	0,03
183042082	39	31	1	B3	542	13,6	0	13,6	0,03
183042083	33	31	1	B3	108	0	5,04	5,04	0,05
183043722	28	28	3	B3	530	0	14,08	14,08	0,03
183043822	28	28	3	C2	243	0	1,22	1,22	0,01
183047101	22	21	1	B2	291	9,1	10,18	19,28	0,07
183047103	31	26	2	B3	318	0	3,39	3,39	0,01
183050331	29	21	6	B3	156	13	10,85	23,85	0,15
183054053	36	24	6	B3	154	0	4,14	4,14	0,03
183054101	32	25	6	B2	55	0	3,34	3,34	0,06
183058223	40	26	6	B2	504	0	0,73	0,73	0,00
183060184	29	21	6	B2	232	14,5	0	14,5	0,06
323034391	30	23	6	B2	351	29,3	0	29,3	0,08
323039102	51	30	3	B3	258	0	8	8	0,03

Продовження таблиці 4.1

323040694	34	27	3	B2	267	8,6	0	8,6	0,03
323040842	28	22	6	B2	275	11,5	0	11,5	0,04
323040843	38	30	1	B2	160	7,6	0	7,6	0,05
323042481	28	30	2	B2	629	19,7	22,28	41,98	0,07
323043921	34	26	1	B3	304	12,7	0	12,7	0,04
323043922	26	21	1	A2	241	0	16,66	16,66	0,07
323043923	30	27	1	B2	433	14	4,52	18,52	0,04
323047153	38	26	1	C2	547	23,8	7,26	31,06	0,06
323054551	50	28	1	B3	223	0	43,94	43,94	0,20
323062701	33	26	1	B2	421	0	21,6	21,6	0,05
323062704	37	27	2	B2	272	6,8	3,72	10,52	0,04
323064504	33	22	3	C2	175	70,1	125,5	195,6	1,12
323066823	43	22	6	B3	237	7,9	0	7,9	0,03
323071142	30	30	2	C2	149	4,9	91,27	96,17	0,65
323075683	28	19	1	B2	110	6,1	66,92	73,02	0,66
563004951	30	16	9	B4	48	4	0	4	0,08
563004952	31	22	6	B3	249	0	1,77	1,77	0,01
563008843	30	23	6	C3	382	17,4	0	17,4	0,05
563011114	20	10	11	A4	74	10,6	0	10,6	0,14
563011211	30	21	7	B3	290	11,6	0	11,6	0,04
563013842	33	28	3	B2	550	0	2,99	2,99	0,01
563013943	13	11	2	A2	143	9,5	0	9,5	0,07
563015392	18	13	10	B4	198	17	0	17	0,09
563015393	22	14	9	B4	86	10,1	0	10,1	0,12
563015394	30	20	7	B4	193	0	5,59	5,59	0,03
563016663	19	15	6	B2	207	10,9	3,31	14,21	0,07
563016664	29	20	7	B3	124	12,4	0	12,4	0,10
563016763	24	17	7	A2	103	6,1	0	6,1	0,06
563016863	24	14	8	B4	79	0	17,32	17,32	0,22
563018243	29	24	6	B2	364	13,5	0	13,5	0,04
563019744	24	17	6	B1	107	4,5	0	4,5	0,04
563024254	46	29	1	C2	456	11,6	0	11,6	0,03
563024404	26	16	9	B4	76	8,1	0	8,1	0,11

Продовження таблиці 4.1

563025951	20	15	6	B4	156	4,7	0	4,7	0,03
563029042	30	29	2	C2	504	0	6,36	6,36	0,01
563030703	26	20	6	B3	237	9,5	0	9,5	0,04
563032213	34	28	1	B2	416	19,8	1,65	21,45	0,05
563032313	20	18	7	B3	265	21,2	0	21,2	0,08
563033891	36	25	6	B2	326	9,3	0	9,3	0,03
563033894	20	16	1	B2	145	9,5	0	9,5	0,07
563035533	43	28	1	B2	421	24	0	24	0,06
563037012	25	23	3	B2	286	19,1	8,11	27,21	0,10
563037013	29	20	6	B2	169	18,8	0	18,8	0,11
563038754	26	24	6	C4	550	21,6	0	21,6	0,04

На основі аналізу отриманих даних було побудовано кілька графіків залежностей. Однак результати аналізу не виявили чітких або систематичних закономірностей у досліджуваних показниках.

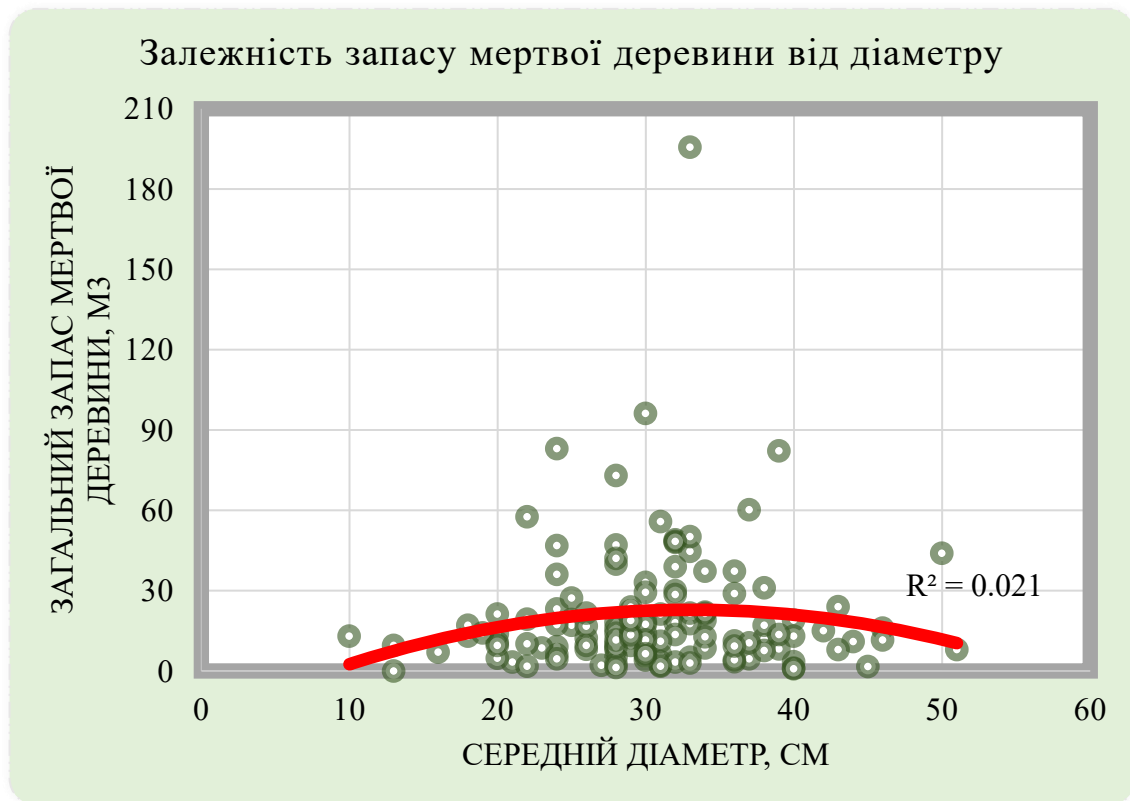


Рис. 4.1. Залежність запасу мертвої деревини від діаметру

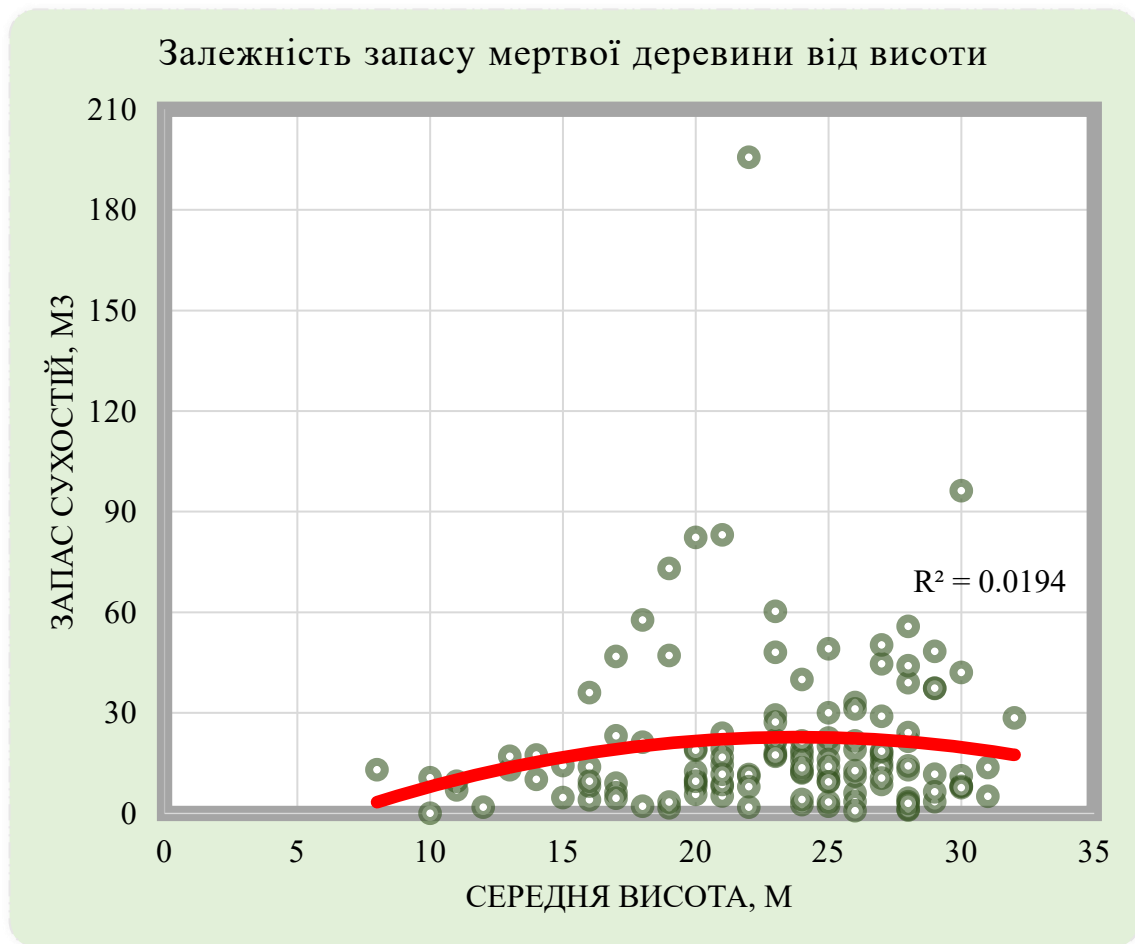


Рис. 4.2. Залежність запасу мертвої деревини від діаметру

У зв'язку з відсутністю чітких закономірностей у попередньому аналізі було прийнято рішення використовувати конверсійні коефіцієнти, що враховують бонітет, середній діаметр деревостану, тип лісорослинних умов (ТЛУ) та інші характеристики насаджень.

Детальний аналіз цих коефіцієнтів дозволив ідентифікувати певні логічні залежності між ними та зазначеними характеристиками. Однак було зафіксовано окремі випадки, коли очікувана послідовність змін коефіцієнтів порушувалася, що може свідчити про вплив додаткових, поки що неврахованих, факторів або про наявність похибок у початкових даних. Такі винятки підкреслюють необхідність подальших досліджень для глибшого розуміння природи цих відхилень.

Таблиця 4.1

Конверсійні коефіцієнти для бонітету

№	Бонітет	Коефіцієнт
1	Ia	0,09
2	Ib	0,11
3	Ic	0,17
4	I	0,07
5	II	0,28
6	III	0,1
7	IV	0,1
8	V	0,05
9	Va	0,14

Таблиця 4.2

Конверсійні коефіцієнти для діаметру

№	Діаметр, см	Коефіцієнт
1	0-10	0,052
2	11-20	0,08
3	21-30	0,1
4	31-40	0,12
5	41-50	0,1

Таблиця

4.3

Конверсійні коефіцієнти для висоти

№	Висота, м	Коефіцієнт
1	0-10	0,1
2	11-20	0,16
3	21-30	0,08
4	31-40	0,07

Основною причиною виявлених проблем є недостатній обсяг вибірки для кожної конкретної ситуації, що обмежує можливість повного та достовірного відображення загальної картини залежностей.

Додатково зазначені проблеми можуть бути пов'язані з недоліками в методології збору даних, що впливають на точність отриманих результатів.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на вдосконалення методів обліку та забезпечення інтегрованого підходу до оцінки мертвої деревини в межах Національної інвентаризації лісів. Це дозволить більш обґрунтовано оцінити її роль у функціонуванні лісових екосистем та сприятиме ефективному і сталому управлінню лісовими ресурсами.

Зроблено аналіз кореляцій (табл. 4.4) мертвої деревини між різними показниками, такими як діаметр, висота, бонітет та запас стовбурів у корі. Цей аналіз дозволяє виявити, наскільки тісно ці показники пов'язані між собою.

Таблиця 4.4

Коефіцієнти кореляції

	Діаметр	Висота	Бонітет	Запас стовбурів у корі
Ламань	0,093	0,081	-0,179	-0,147
Сухостій	-0,031	0,055	0,051	0,187
Загальний запас	0,052	0,090	-0,104	-0,007

1. Деревна ламань – кореляції з іншими показниками:

Кореляція між деревною ламанню та діаметром дерев (коефіцієнт кореляції 0,093):

Дуже слабка позитивна кореляція. Це свідчить про те, що зі збільшенням діаметра дерева загальний обсяг деревної ламані незначно зростає.

Кореляція між деревною ламанню та бонітетом дерев (коефіцієнт кореляції - 0,179):

Слабка негативна кореляція. Це може означати, що зниження бонітету супроводжується дещо більшим накопиченням деревної ламані.

Кореляція між деревною ламанню та висотою дерев (коефіцієнт кореляції 0,081):

Дуже слабка позитивна кореляція. Це свідчить, що з підвищенням висоти дерева обсяг деревної ламані може незначно збільшуватися.

Кореляція між деревною ламанню та запасом стовбурів у корі (коефіцієнт кореляції -0,147):

Слабка негативна кореляція. Це означає, що зі збільшенням запасу деревини в корі загальний обсяг деревної ламані дещо зменшується, хоча цей вплив незначний.

2. Сухостій – кореляції з іншими показниками:

Кореляція між сухостоєм та діаметром дерев (коефіцієнт кореляції -0,031):

Практично відсутня кореляція. Це вказує, що діаметр дерева майже не впливає на кількість сухостою.

Кореляція між сухостоєм та бонітетом дерев (коефіцієнт кореляції 0,051):

Дуже слабка позитивна кореляція. Це означає, що зміни в бонітеті практично не впливають на кількість сухостою, хоча є невелика тенденція до збільшення сухостою за вищого бонітету.

Кореляція між сухостоєм та висотою дерев (коефіцієнт кореляції 0,055):

Дуже слабка позитивна кореляція. Це свідчить, що зі збільшенням висоти дерева кількість сухостою збільшується.

Кореляція між сухостоєм та запасом стовбурів у корі (коефіцієнт кореляції 0,187):

Слабка позитивна кореляція. Це може означати, що в насадженнях із більшим запасом стовбурів у корі більше сухостою.

3. Загальний запас мертвої деревини – кореляції з іншими показниками:

Кореляція між загальним запасом мертвої деревини та діаметром дерев (коефіцієнт кореляції 0,052):

Зі збільшенням діаметра дерев збільшується загальний запас мертвої деревини.

Кореляція між загальним запасом мертвої деревини та бонітетом дерев (коефіцієнт кореляції $-0,104$):

Дуже слабка негативна кореляція. Це свідчить, що з покращенням бонітету кількість мертвої деревини може незначно знижуватися.

Кореляція між загальним запасом мертвої деревини та висотою дерев (коефіцієнт кореляції $0,090$):

Дуже слабка позитивна кореляція. Це свідчить, що із збільшенням висоти дерева загальний запас мертвої деревини може незначно зростати.

Кореляція між загальним запасом мертвої деревини та запасом стовбурів у корі (коефіцієнт кореляції $0,007$):

Зі збільшенням запасу стовбурів у корі збільшується загальний запас мертвої деревини.

Висновки до четвертого розділу

Застосування конверсійних коефіцієнтів допомогло виявити деякі закономірності, але вони ще не є достатньо стабільними для практичного застосування.

Виявлені слабкі або дуже слабкі кореляції між окремими параметрами, що може бути пов'язано з обмеженим обсягом вибірки та необхідністю вдосконалення методології збору даних. Це підкреслює потребу у більш детальних дослідженнях для точнішої оцінки впливу факторів на мертвої деревину.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній магістерській роботі здійснено комплексне дослідження національної інвентаризації лісів, оцінки деревного детриту та удосконалення методів обліку мертвої деревини в Україні. Згідно з аналізом сучасних систем інвентаризації лісів, провідні країни світу активно застосовують передові технології, такі як лазерне сканування, супутникове зондування та дрони, що дозволяє отримувати точні та детальні дані про лісові екосистеми. Українська система національної інвентаризації лісів активно розвивається, інтегруючи міжнародний досвід і використовуючи сучасні методи дистанційного зондування для моніторингу лісових ресурсів.

Важливе місце в дослідженні займає оцінка деревного детриту, зокрема сухостою, як важливого компонента лісових екосистем. Аналіз запасів мертвої деревини, що включають сухостій і деревну ламань, показав їх значну роль у підтриманні екологічної рівноваги, збереженні біорізноманіття, утриманні вуглецю та покращенні ґрунтової родючості.

Методологія національної інвентаризації лісів фокусується на основних категоріях мертвої деревини, таких як сухостій та деревна ламань, але не враховує пні на зрубках, які утворилися внаслідок господарської діяльності. Це може спричинити викривлення даних, оскільки обсяг пнів може суттєво впливати на загальний запас мертвої деревини, особливо в лісах із високою інтенсивністю рубок. На пробних площах, що не зазнали рубок, пні обліковуються за стандартною методологією, проте основна маса пнів знаходиться саме на зрубках, що створює прогалини в даних.

Дослідження деревної ламані в соснових насадженнях виявило кілька методологічних аспектів, які впливають на точність оцінки запасів мертвої деревини. Згідно з чинними підходами, до обліку не включаються колоди довжиною менше 1 метра та діаметром основи менше 10 см. Це призводить до

недообліку значної частини деревної ламані, яка може становити важливу складову мертвої деревини. Як наслідок, отримані дані занижують фактичний обсяг цього компонента, що викривлює оцінку його ролі в екосистемі.

Методологічні обмеження, зокрема неврахування дрібних уламків, пов'язані з оптимізацією облікових процедур та зменшенням витрат часу, але водночас вони впливають на повноту отриманих даних.

Ігнорування зазначених аспектів під час збору даних про мертву деревину суттєво впливає на достовірність результатів інвентаризації. На основі аналізу можна припустити, що такий підхід знижує оцінений обсяг мертвої деревини, отриманий у результаті інвентаризації, майже вдвічі. Це викривлення може мати значний вплив на розуміння ролі мертвої деревини в лісових екосистемах, оскільки дані не повністю відображають її фактичний обсяг і розподіл.

Дослідження показало, що використання конверсійних коефіцієнтів дозволяє ідентифікувати загальні тенденції у закономірності в залежності від класу бонітету, діаметра деревостанів та інших факторів, проте ці коефіцієнти ще не стабільні для практичного застосування. Слабкі кореляції між показниками, що можуть бути результатом обмеженого обсягу вибірки, вказують на необхідність подальшого удосконалення методології збору даних для більш точної оцінки впливу різноманітних факторів на мертву деревину.

Таким чином, основним висновком є те, що національна інвентаризація лісів в Україні потребує вдосконалення, зокрема через розширення методики обліку мертвої деревини, включаючи пні, для більш точної оцінки екосистемних процесів та сталого управління лісовими ресурсами. Це сприятиме покращенню ефективності лісового господарства, підтримці біорізноманіття та сталому розвитку лісових екосистем.

Рекомендації щодо вдосконалення методики збору даних про мертву деревину для ВО "Укрдержліспроєкт"

Для підвищення точності оцінки запасу мертвої деревини рекомендується впровадити коригувальні коефіцієнти, які враховуватимуть обсяги деревної ламані, що не входить до облікових категорій. Ці коефіцієнти можуть бути розроблені на основі додаткових досліджень, які охоплюють окремий вимір дрібних колод і фрагментів у різних типах лісових насаджень. Їх застосування дозволить скоригувати отримані дані, забезпечуючи більш повну та об'єктивну оцінку запасів мертвої деревини.

Особливу увагу слід приділити врахуванню пнів на зрубках, які наразі не входять до обліку. Це може бути реалізовано шляхом використання окомірного методу із застосуванням середніх показників пнів на ділянці та їх кількості для економії часу.

Додатково пропонується вдосконалити методологію обліку, включивши до процедури інвентаризації мінімальні параметри для деревної ламані, яка зараз виключена з обліку. Наприклад, зниження порогу вимірів дозволить враховувати дрібні колоди та уламки без значного ускладнення процесу збору даних.

Також доцільно розробити спеціалізовані програмні моделі для оцінки запасів мертвої деревини. Ці моделі можуть враховувати різні категорії деревини, зокрема дрібну ламань, та базуватись на даних польових досліджень. Вони автоматизують процес внесення коригувань і підвищать загальну точність результатів.

Запровадження таких змін сприятиме отриманню якісніших даних про запаси мертвої деревини.

Таким чином, основним висновком є те, що національна інвентаризація лісів в Україні потребує вдосконалення, зокрема через розширення методики обліку мертвої деревини, включаючи пні, для більш точної оцінки екосистемних процесів та сталого управління лісовими ресурсами. Це сприятиме покращенню ефективності лісового господарства, підтримці біорізноманіття та сталому розвитку лісових екосистем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Білоус А. М. Деревний детрит лісів Українського Полісся: монографія А. М. Білоус К. : НУБіП України, 2018. 170 с.
2. Білоус А. М., Голяка Д. М. та ін. Нормативи оцінювання компонентів мортмаси м'яколистяних лісів: науково-виробничий довідник.
3. Букша І. Ф. Національна інвентаризація лісів - джерело інформації проліси та їх динаміку. *Лісовий і мисливський журнал*. 2019. №101. С. 5–7.
4. Букша І. Ф., Сторожук В. Ф., Пастернак В. П., Пивовар Т. С., Іваненко О. В., Лялін О. І. Шляхи забезпечення якості робіт з національної інвентаризації лісів України. *Матеріали міжнародної науковопрактичної конференції "Лісівнича наука: стан, проблеми, перспективи розвитку"* (УкрНДЛГА 90 років) (23–24 червня 2021 року, м. Харків). Харків. УкрНДЛГА. 2021. С. 279-281.
5. ВО «Укрдержліспроєкт» URL: <https://lisproekt.gov.ua> (дата звернення: 20.11.2024)
6. Гутовски Е., Бобец А., Павлячик П., Зуб К. Зачем лесу мертвая древесина? Свободин, Клуб натуралистов. Польша, 2003. 63 с.
7. Державне агентство лісових ресурсів України. URL: <https://forest.gov.ua> (дата звернення: 26.11.2024)
8. Інструкція з інвентаризації зелених насаджень у населених пунктах України. 2002. Затверджено наказом Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України 24.12.2001 № 226. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0182-02#Text> (дата звернення: 29.11.2024)
9. Кашпор С. М. Методичні основи складання нормативів динаміки товарної структури насаджень. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. 1999. Вип. 17. С. 265–268.
10. Курбанов Э. А. Древесный детрит в сосновых насаждениях Среднего Заволжья. Э. А. Курбанов, О. Н. Кранкина. *Лесной журнал : Известия ВУЗов*

Росси. 2001. № 4. С. 28-33.

11. Лакида П. И. Динамика запасов углерода в лесах Украины. Петр Иванович Лакида. *Проблемы лесоведения и лесоводства : сб. науч. тр.* 2001. № 56. С. 86-90.

12. Лакида П. І. Біопродуктивність та енергетичний потенціал м'яколистяних деревостанів Українського Полісся : монографія П.І. Лакида, А.М. Білоус, Р.Д. Василюшин та ін. Корсунь- Шевченківський : ФОП В.М. Гавришенко, 2012. 454 с.

13. Пастернак В. П. Біопродуктивність лісів північного сходу України в контексті змін клімату : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук: спец. 06.03.02 «Лісовпорядкування та лісова таксація», 06.03.03 «Лісознавство і лісівництво» Пастернак Володимир Петрович. К., 2011. 41 с.

14. Пастернак В. П. Запаси та динаміка відмерлої деревини у лісах північного сходу України. В. П. Пастернак, В.Ю. Яроцький. *Науковий вісник НУБіП України : зб. наук. праць.* К. : Вид-во НУБіП України. 2010. Вип. 152, ч. 2. С. 93-100

15. Рожак В. П. Цикл вуглецю в лісових екосистемах Стрийсько-Сянської Верховини (Українські Карпати) : дис. канд. біол. наук: спец. 03.00.16 "Лесные пожары и борьба с ними". Рожак Володимир Петрович. Львів, 2015. 160 с.

16. СОУ 02.02–37–476 : 2006. Площі пробні лісовпорядні. Метод закладання. Введ. 26.12.2006. К. : Мінагрополітики України, 2006. 32 с.

17. Строчинський А. А., Кашпор С. М. Математичні моделі повнодеревності стовбурів основних лісоутворювальних порід України. *Наук. вісн. Нац. аграрн. ун-ту.* 2006. Вип. 96. С. 116–126.

18. Усольцев В. А. Методы определения биологической продуктивности насаждений : монография В. А. Усольцев, С. В. Залесов. Екатеринбург : Изд-во УГЛТУ, 2005. 147 с.

19. Швиденко А. З. Вуглець, клімат та землеуправління в Україні:лісовий

сектор : монографія А. З. Швиденко, П. І. Лакида, Д. Г. Щепашенко та ін. Корсунь-Шевченківський : ФОП В.М. Гаврищенко, 2014. 283 с.

20. Bradford, M. A. et al. Climate fails to predict wood decomposition at regional scales. *Nat. Clim. Change* 4, 625–630 (2014).

21. Chambers, J. Q., Higuchi, N., Schimel, J. P. J., Ferreira, L. V. & Melack, J. M. Decomposition and carbon cycling of dead trees in tropical forests of the central Amazon. *Oecologia* 122, 380–388 (2000).

22. González, G. et al. Decay of aspen (*Populus tremuloides* Michx.) wood in moist and dry boreal, temperate, and tropical forest fragments. *Ambio* 37, 588–597 (2008).

23. Harmon M. E. The role of woody detritus in biogeochemical cycles: past, present, and future (Article)

24. Harmon M. E. Coarse woody debris in mixed-conifer forests. Sequoia National Park, California M. E. Harmon, K. Jr. Cromack, B. G. Smith. *Canadian Journal of Forest Research*. 1987. № 17. Pp. 1265–1272. Amazon. *Oecologia* 122, 380–388 (2000).

25. Harmon M. E. Decomposition vectors: a new approach to estimating woody detritus decomposition dynamics. M.E. Harmon, O.N. Krankina, J. Sexton. *Canadian Journal of Forest Research*. 2000. № 30. Pp. 76-80.

26. Harmon M. E. Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. M. E. Harmon, J. F. Franklin, F. J. Swanson et al. *Advances in ecological Research*. 1986. № 15. Pp. 133-302.

27. Hofgaard A. 50 years of change in a Swedish boreal old-growth *Picea abies* forest. A. Hofgaard. *Journal of Vegetation Science*. 1993. № 4. Pp. 773-782.

28. Houghton J. T. IPCC: Climate change 2001: The scientific bases. Contribution on working group I to the third assessment report of the Intergovernmental panel of climate change. J.T. Houghton, Y. Ding, D.J. Griggs et al. UK, Cambridge and NY, USA: Cambridge Univ. Press., 2001. 881 p.

29. Hytteborn H. Decay rate of *Picea abies* logs and the storm gap theory: a re-

examination of Sernander Plot III, Fiby urskog, central Sweden. H. Hytteborn, J.R. Packham. *Journal of Arboricult.* 1987. № 11. Pp. 299-311.

30. Kangas, A. and Maltamo, M. (2006) Forest Inventory: Methodology and Applications. Springer, Dordrecht. <https://doi.org/10.1007/1-4020-4381-3> (дата звернення: 01.12.2024)

31. Krankina O. N. Dynamics of the Dead Wood Carbon Pool in Northwestern Russian Boreal Forests. O.N. Krankina, M.E. Harmon. *Water Air Soil Pollut.* 1995. № 82. Pp. 227-238.

32. Krankina, Harmon, 1995; Harmon et al., 2000; Coomes et al., 2002

33. Lustenhouwer, N. et al. A trait-based understanding of wood decomposition by fungi. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 117, 11551–11558 (2020).

34. Martin, A. R., Domke, G. M., Doraisami, M. et al. Carbon fractions in the world's dead wood. *Nat Commun* 12, 889 (2021).

35. Means J. E. Comparison of decomposition models using wood density of Douglas-fir logs. J.E. Means, J. K. Jr. Cromack, P. C. Macmillan. *Canadian Journal of Forest Research.* 1985. № 15. Pp. 1092-1098.

36. National Forest Inventories: Pathways for Common Reporting. Editors: Tomppo, E., Gschwantner, Th., Lawrence, M., McRoberts, RE (Eds.), 2010

37. National Forest Inventory Reports E. Tomppo et al. (eds.) [Електронний ресурс] *Springer Science. Business Media B.V.* 2010 612 p

38. Österreichische Waldinventur 2000/02. Vielfältige Information aus erster Hand. K. Schadauer. URL: <http://bfw.ac.at/040/2303.html> (дата звернення: 30.11.2024)

39. Pan, Y. et al. A large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science* 333, 988–993 (2011).

40. Stokland, J., Siitonen, J. & Jonsson, B. G. Biodiversity in Dead Wood (Cambridge Univ. Press, 2012).

41. Schepaschenko, D., et al. (2017). Biomass plot data base. PANGAEA. URL: <https://doi.org/10.1594/PA6NGAEA.871465> (дата звернення: 01.12.2024)

42. Schieler K. Österreichische Forstinventur. Ergebnisse 1986/90. FBVA-Berichte. K. Schieler, R. Büchsenmeister, K. Schadauer. Wien, 1995. 262 S.
43. Sebastian Seibold, Claus Bässler et al. Experimental studies of dead- wood biodiversity. A review identifying global gaps in knowledge. *Biological Conservation*, 191, 139–149.
44. Sebastian Seibold, Werner Rammer, et. al . The contribution of insects to global forest deadwood decomposition. *Nature*, 597(7874), pp. 77-81.
45. Sollins P. Input and decay of coarse woody debris in coniferous stands in western Oregon and Washington. P. Sollins. *Canadian Journal of Forest Research*. 1982. № 12. Pp. 18-28.
46. Spies T. A. Coarse woody debris in Douglas-fir forests of Western Oregon and Washington. T.A. Spies, J.F. Franklin, T.B. Thomas. *Ecology*. 1988. № 69(6). Pp. 1689-1702.
47. Stone J. N. Coarse woody debris decomposition documented over 65 years on southern Vancouver Island. J. N. Stone, A. MacKinnon, J. V. Parminter, K. P. Lertzman. *Canadian Journal of Forest Research*. 1998. № 28. Pp. 788-793.
48. Triska F. J. The role of wood debris in forests and streams. In: Waring, R. H., ed. *Forests: fresh perspectives from ecosystem analysis: Proceedings of the 40th annual biology colloquium*. F. J. Triska, K. J. Cromack. Corvallis, OR: Oregon State University Press, 1980. Pp. 171-190.
49. Ulyshen, M. D. Wood decomposition as influenced by invertebrates. *Biol. Rev. Camb. Philos. Soc.* 91, 70–85 (2016).
50. Waddell, Lindsey M; Hendy, Ingrid L; Moore, Theodore C; Lyle, Mitchell W (2009): Stable isotope record and sediment composition of the subantarctic Pacific URL: <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.831703> (дата звернення: 01.12.2024)