

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

ННІ лісового і садово-паркового господарства

ПОГОДЖЕНО

Директор ННІ лісового
і садово-паркового господарства
Роман ВАСИЛИШИН

(підпис)

(ПІБ)

” ”

_____ 2025 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

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

(підпис)

(ПІБ)

” ”

_____ 2025 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: Таксаційна структура лісів Черкаської області за даними
національної інвентаризації лісів

Спеціальність _____ 205 - Лісове господарство

(код і назва)

Освітня програма _____ Лісове господарство

(назва)

Орієнтація освітньої програми _____ освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

Кандидат с.-г. наук, доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

Олександр БАЛА

(підпис)

(ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Доктор с.-г. наук, професор

(науковий ступінь та вчене звання)

Віктор МИРОНЮК

(підпис)

(ПІБ)

Виконав

(підпис)

Дмитро ЮВКО

(ПІБ студента)

КИЇВ - 2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

ННІ лісового і садово-паркового господарства

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

д. с.-г. н., проф.

Віктор МИРОНЮК

“ _____ ” _____ 2025 року

ЗАВДАННЯ

**ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТЦІ**

Ювку Дмитру Дмитровичу

(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 «Таксаційна структура лісів Черкаської області за даними національної інвентаризації лісів»

затверджена наказом ректора НУБіП України від №2324"С" від 13.10.2025.

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2025.11.14

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи: дані національної інвентаризації лісів, зібрані на інвентаризаційних ділянках в Черкаській області за 2022-2023 рр.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Методи оцінювання дискретних показників лісового фонду за даними НІЛ.
2. Методи оцінювання неперервних показників лісового фонду за данми НІЛ.
3. Узагальнені оцінки розподілу площ лісових насаджень за панівними породами та середні оцінки таксаційних показників лісових насаджень для Черкаської області.

Дата видачі завдання 20 листопада 2024 р.

**Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи**

(підпис)

Віктор МИРОНЮК

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Дмитро ЮВКО

(прізвище та ініціали
студента)

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг роботи. Магістерська кваліфікаційна робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Виконана на 55 сторінках комп'ютерного тексту, містить 11 таблиць та 8 рисунків. Список використаних джерел містить 50 найменувань.

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є задача встановити основні закономірності розподілу таксаційних показників деревостанів Черкаської області за результатами національної інвентаризації лісів 2021-2023 років.

Зміст роботи виконаний у трьох розділах.

Перший розділ присвячено комплексному аналізу наукових і методичних джерел, що стосуються інвентаризації лісів та оцінювання таксаційних показників. Розкрито сутність Національної інвентаризації лісів (НІЛ), її мету, завдання та місце в системі державного моніторингу лісових ресурсів. Охарактеризовано основні принципи вибірових методів, широко застосовуваних у міжнародній практиці, зокрема у країнах ЄС та Північної Америки.

Другий розділ містить опис природних умов Черкаської області, що визначають особливості формування лісового покриву регіону. Наведено кліматичну характеристику, ґрунтові умови, особливості рельєфу та розподіл лісових ділянок у межах природних зон. Підкреслюється вплив фізико-географічних факторів на продуктивність і структуру деревостанів області.

Третій розділ є основним аналітичним блоком роботи та містить результати обробки даних Національної інвентаризації лісів 2021-2023 років. Представлено узагальнену характеристику лісового фонду регіону та структуру вкритих лісовою рослинністю земель за категоріями, формами власності та функціональним призначенням.

Ключові слова: таксаційні показники, запас, висота, діаметр, повнота.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1. Зміст і завдання національної інвентаризації лісів	9
1.2. Сучасний досвід інвентаризації лісів.....	10
1.3. Роль вибіркового методу для НІЛ	16
Висновки до розділу 1	19
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ.....	20
2.1. Фізико-географічні умови Черкаської області	20
2.2. Методика польових робіт з інвентаризації лісів	23
2.3. Кількісна характеристика інвентаризаційних ділянок	29
2.4. Методика розрахунку середніх та загальних значень таксаційних показників	31
РОЗДІЛ 3. ТАКСАЦІЙНА СТРУКТУРА ЛІСІВ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ	38
3.1. Розподіл вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок за категоріями	38
3.2. Площа лісів за панівними породами.....	41
3.3. Середні таксаційні показники деревостанів	44
3.4. Роль інвентаризації лісів в лісоуправлінні.....	48
ВИСНОВКИ.....	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	51

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ДЗЗ - дистанційне зондування Землі

ГІС - геоінформаційна система

НІЛ - Національна інвентаризація лісів

ООН - Організація об'єднаних націй

FAO - Продовольча та сільськогосподарська організація

RS - Remote Sensing (дистанційне зондування Землі)

ВСТУП

Лісові екосистеми є однією з найважливіших складових природного середовища, що виконують широкий спектр екологічних, економічних та соціальних функцій. Вони відіграють ключову роль у регулюванні клімату, збереженні біорізноманіття, формуванні ґрунтів, очищенні повітря, водоутворенні та збереженні гідрологічного балансу. Ліси також забезпечують населення важливими ресурсами - деревиною, продуктами недеревного походження, рекреаційними послугами.

З огляду на глобальні виклики, пов'язані зі зміною клімату, деградацією природних ресурсів та втратою біологічного різноманіття, питання сталого управління лісами набуває дедалі більшої ваги як на національному, так і на міжнародному рівнях. Одним із базових інструментів, що дає змогу здійснювати ефективне планування і моніторинг у лісовому секторі, є національна інвентаризація лісів (НІЛ).

Національна інвентаризація лісів - це система вибірково-статистичних обстежень, що проводяться на основі уніфікованої методики з метою збору достовірної, репрезентативної, порівнянної та систематизованої інформації про ліси. Така інвентаризація дозволяє отримати не лише об'єктивні дані про площу, запас та приріст деревостанів, а й оцінити стан біорізноманіття, екологічні функції лісів, рівень антропогенного навантаження, процеси самозаліснення та впливи кліматичних змін.

У країнах Європи та Північної Америки НІЛ давно стала невід'ємною частиною лісової політики. Наприклад, у Фінляндії [14], Швеції, Австрії, Німеччині та Франції інвентаризації проводяться регулярно з використанням сучасних цифрових технологій, геоінформаційних систем, супутникових даних та статистичних моделей. Ці системи забезпечують не лише внутрішню звітність та контроль, а й підтримують виконання міжнародних зобов'язань держав, зокрема у рамках Рамкової конвенції ООН про зміну клімату (UNFCCC),

Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO), Forest Europe та ін.

В Україні питання створення національної системи інвентаризації лісів стало особливо актуальним після 2018 року, коли вперше системно порушено питання щодо необхідності достовірної інформації про стан лісового фонду. Важливим етапом стало ухвалення Закону України № 643-IX від 02.06.2020, яким у Лісовий кодекс України було внесено статтю 55, що юридично закріпила поняття та вимоги до НІЛ. Подальші кроки, зокрема затвердження Порядку її проведення (постанова КМУ №392 від 21.04.2021), відкрили можливості для поетапного запровадження системи вибіркової інвентаризації за європейським зразком.

Сьогодні НІЛ в Україні розгортається на базі сучасної методології: використовується регулярна сітка інвентаризаційних ділянок, впроваджено програмно-вимірювальні комплекси, поєднуються результати польових обстежень із даними дистанційного зондування Землі [12]. Ця система охоплює ліси усіх форм власності, що дозволяє сформувати цілісну картину лісового фонду держави.

Об'єктом дослідження лісові насадження Черкаської області всіх форм власності.

Предметом дослідження є таксаційні показники лісових насаджень.

Методи дослідження. У магістерській роботі використано статистичні методи оцінювання на основі вибірки. Оцінювання дискретних показників виконано за допомогою методу оцінювання часток. У роботі широко застосовувалися методи наукового аналізу та узагальнення.

Мета роботи полягає в дослідженні можливостей використання даних НІЛ для регіональної оцінки таксаційних показників на прикладі лісів Черкаської області.

Практична значущість магістерської роботи полягає в такому:

- опрацьовано алгоритми оцінювання розподілу площі лісових насаджень за панівними деревними видами, класами бонітету;

- апробовано методику оцінювання неперервних показників лісових насаджень;

- здійснено першу оцінку таксаційної показників лісових насаджень Черкаської області;
- визначено роль НІЛ України для лісоуправління.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Зміст і завдання національної інвентаризації лісів

Національна інвентаризація лісів України - це система вибірково-статистичних обстежень, що проводяться за єдиною національною методикою. Основу методології становить регулярна мережа пробних площ, що розташовані на всій території країни, включаючи ліси всіх форм власності.

Основні елементи НІЛ включають:

- вибіркова оцінка лісів за допомогою систематичної мережі інвентаризаційних ділянок (крок 5×5 км), яка охоплює всю територію України.
- проведення польових вимірювань деревостану на пробних площах за допомогою геоінформаційних технологій та програмно-вимірювальних комплексів (наприклад, Field-Map , Small Forest) [11].
- аналіз супутникових та аерофотознімків з метою стратифікації земельного покриття і визначення лісових територій.
- збір статистичних показників щодо площі лісів, запасів деревини, приросту, складу, вікової структури, біорізноманіття, кількості мертвої деревини, самозаліснення, впливу лісокористування.
- створення національних баз даних для інтеграції в державний лісовий кадастр, систему моніторингу довкілля, а також міжнародну звітність (ФАО, РКЗК ООН тощо).

Основні завдання національної інвентаризації лісів полягають у такому.

1. Забезпечення достовірної статистичної інформації про ліси. Одним з основних завдань є створення репрезентативної бази даних, яка дозволяє оцінити національний лісовий фонд на макрорівні з урахуванням регіональних особливостей. Дані мають бути сумісні з міжнародними критеріями та індикаторами сталого лісового господарства.

2. Формування інформаційної основи для державної лісової політики. Інвентаризаційні дані слугують базою для розробки стратегічних документів, програм розвитку лісового господарства, лісовідновлення, протипожежного захисту та охорони біорізноманіття.

3. Оцінка динаміки змін у лісах. Повторюваність інвентаризацій дозволяє відстежувати зміни у структурі та стані лісів, визначати тенденції їх розвитку, оцінювати ефективність управлінських рішень, програм охорони та відновлення лісів.

4. Міжнародна звітність. НІЛ є основним джерелом інформації для складання національних звітів у межах Рамкової конвенції ООН про зміну клімату (РКЗК ООН), Кіотського протоколу та Паризької угоди. Зокрема, це стосується показників поглинання CO₂ лісами та зміни запасів біомаси. [22, 32]

5. Оцінка природного поновлення лісів та самозаліснення. Окреме завдання НІЛ - визначення площі самозаліснених сільськогосподарських угідь, особливо в умовах демографічних змін і зниження сільгоспкористування. Це важливо як для уточнення землекористування, так і для майбутніх програм лісовідновлення.

6. Використання у системі державного лісового кадастру та моніторингу. Інформація, отримана в результаті НІЛ, може інтегруватися в систему державного лісового кадастру, забезпечує ведення статистики, геопросторового моніторингу, а також слугує основою для прогнозування розвитку лісів.

1.2. Сучасний досвід інвентаризації лісів

Перші спроби системного обліку лісових ресурсів виникли ще у XVIII-XIX ст., однак перші справжні національні лісові інвентаризації були започатковані в Європі у XX столітті. Так, у Швеції перший цикл НІЛ відбувся у 1923-1929 рр., у Фінляндії - у 1921-1924 рр. [14], у Норвегії - у 1919-1930 рр. З

1950-х років інвентаризації стали регулярними та статистично репрезентативними, охоплюючи все більші обсяги даних.

У 1980-1990-х роках у зв'язку з новими вимогами до міжнародної звітності (UNFCCC, FAO FRA, CBD тощо), концепція інвентаризації розширилася - окрім обліку запасів деревини, стали враховуватись біорізноманіття, вуглецеві потоки, функціональний стан лісу[50].

Систематичні національні інвентаризації лісів у Європі почали активно розвиватися в ХХ столітті, хоча окремі обліки лісових ресурсів проводилися ще з ХІХ століття. Першими країнами, які впровадили вибіркові методи інвентаризації на національному рівні, стали північні країни - Фінляндія, Швеція та Норвегія. У Фінляндії перша НІЛ була проведена в 1921 році, і вона стала зразком для інших держав. Ці інвентаризації від самого початку використовувалися для стратегічного планування розвитку лісового господарства, оцінки рубок, продуктивності та сталого використання лісових ресурсів [50].

У країнах Центральної Європи (Німеччина, Франція, Австрія,) розвиток НІЛ припав на повоєнний період (1950-1980-ті роки). Наприклад, у Франції національна інвентаризація була впроваджена в 1958 році, в Австрії - у 1960-х роках. У багатьох країнах Східної Європи до останнього часу переважали, так звані планові таксації - зведення даних з господарських планів без вибіркової основи. Лише в останні десятиліття вони переходять на вибіркову систему з уніфікованими методами обстеження [50].

Зростання міжнародного значення лісової інформації, зокрема у зв'язку з глобальними ініціативами з протидії зміні клімату (Киотський протокол, REDD, Паризька угода), підштовхнуло до необхідності уніфікації методів НІЛ. З 2003 року європейські країни створили Європейську мережу національних інвентаризацій лісів (ENFIN), а з 2004 по 2008 рік у межах програми COST діяла спільна ініціатива E43 Harmonisation of National Forest Inventories in Europe, в якій взяли участь 27 країн Європи та низка міжнародних організацій (FAO, ЄЕК ООН, Європейська комісія) [43, 32].

Мета цієї ініціативи - забезпечення повної порівнянності даних НІЛ між країнами Європи. Були розроблені спільні визначення, індикатори, методи збору та аналізу даних, що відповідають вимогам міжнародних угод. Зокрема, йдеться про узгодження таких змінних, як площа лісів, запас деревини, приріст, мертва деревина, біорізноманіття, наявність чужорідних видів, угруповання за природністю тощо.

У більшості країн інвентаризацію лісів координують державні науково-дослідні інститути. Наприклад:

- METLA (Фінляндія) - відповідає за збір та аналіз даних, публікації результатів, консультації уряду;
- BFW (Австрія) - координує збір даних, методологічну уніфікацію;
- IFN (Франція) - опікується інтеграцією НІЛ з іншими базами даних (вода, ґрунти, клімат) [50].

Упродовж останніх десятиліть інвентаризація лісів стала одним із ключових інструментів державної лісової політики у більшості країн світу. Відповідно до міжнародних зобов'язань і викликів сталого управління лісовими ресурсами, країни Європи, Азії та Америки активно впроваджують сучасні системи національних інвентаризацій лісів (НІЛ). Суть таких інвентаризацій полягає в тому, щоб за допомогою статистично обґрунтованих методів отримати об'єктивну картину стану лісових екосистем. Це необхідно не лише для внутрішнього управління, а й для звітності перед міжнародними організаціями, зокрема FAO, UNFCCC, CBD, Forest Europe тощо [50].

Серед глобальних тенденцій у сфері лісової інвентаризації слід виділити:

- перехід до вибірково-статистичних методів замість суцільної таксації;
- використання дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), зокрема супутникових та аерофотознімків;
- глобалізацію стандартів, тобто наближення національних систем до міжнародних критеріїв сталого лісового господарства;
- цифровізацію процесів збору та обробки даних (GIS, Field-Map, SQL-сервери).[11]

Кількість держав, що впроваджують інвентаризацію лісів із використанням вибірових методів, постійно зростає. Якщо до 1981 року національні лісові інвентаризації проводились лише в 11 європейських країнах, то впродовж останніх десяти років у Західній і Центральній Європі значно збільшилася кількість країн, які застосовують НІЛ як ефективний інструмент управління, обліку та контролю лісових ресурсів. Це підтверджується відповідними графічними матеріалами [50].

У червні 2006 року у Відні відбулося засідання Ради Європейської мережі національних лісових інвентаризацій (ENFIN), під час якого обговорювали створення органу, що сприятиме координації між установами, відповідальними за проведення НІЛ. Представники України брали активну участь, виступаючи з доповідями на кожній із сесій.

Ініціативи зі створення національних систем інвентаризації лісових ресурсів, які базуються на систематичному вибіровому обстеженні лісових площ, активно реалізуються в країнах, що розвиваються, за підтримки Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO) [50]. Як правило, формування такої системи в межах однієї держави триває близько двох років. На сьогодні відповідні проекти здійснюються в таких країнах, як Гватемала, Бангладеш, Камерун, Гондурас, Ліван, Філіппіни та Замбія, а в Коста-Риці проєкт уже завершено. Крім того, ще в 12 країнах триває підготовка до впровадження вибірових статистичних підходів до оцінки лісових ресурсів (за даними FAO).[50]

З другої половини ХХ століття в країнах Європи з розвиненим лісовим господарством основою лісової політики стає багатофункціональне використання лісів, яке охоплює соціальні, екологічні та економічні цілі. Еволюція лісової політики зумовила перехід до концепції багатоцільового, безперервного та сталого лісокористування, в основі якого лежить ідея максимально наближеного до природного лісу господарства. Така трансформація потребувала удосконалення інструментів управління лісовими

ресурсами, зокрема впровадження національних інвентаризацій лісів, що базуються на вибірково-статистичних методах.



Рис. 1.1 Запровадження національної інвентаризації лісів у країнах Європи, станом на 1995 та станом на 2006 р. [50]

Національні інвентаризації лісів стали основним джерелом об'єктивної інформації про лісосировинні ресурси в більшості країн. Вони враховують особливості лісової політики, економічне становище держави та географічні умови. Метою НІЛ є надання достовірної, детальної інформації для планування лісокористування, охорони біорізноманіття, оцінки змін клімату, а також ведення державного лісового кадастру.

Сьогодні більшість країн Європи застосовують мережу пробних ділянок, що включає як постійні, так і тимчасові майданчики. Площа окремої пробної ділянки становить від 250 до 500 м² і репрезентує в середньому 200-1000 га лісу. У Франції та Швейцарії через специфіку ландшафту застосовуються індивідуальні схеми розміщення проб.

Австрія проводить постійну національну інвентаризацію з 1961 року. Використовується регулярна мережа пробних площ (тракти по 3,89 км), які щороку оновлюються частково. З 2000 року використовується GPS для точного визначення координат інвентаризаційних ділянок [43].

Перша НІЛ Німеччини була проведена у 1986-1988 рр., друга - у 2000-2002 рр. Мережа пробних площ має крок 4×4 км, додатково використовується сітка 2×2 км. Особливістю є включення показників біорізноманіття, кількості мертвої

деревини, екологічної стабільності. Всі дані збираються централізовано й обробляються дослідницьким інститутом. Після 2000 р. особливу увагу приділяють екологічним показникам: мертва деревина, біорізноманіття, близькість до природних умов.[50]

Швейцарія першою у світі запровадила вибіркочку лісову інвентаризацію на національному рівні з використанням математико-статистичних методів. Пробні площі розміщуються у сітці 1×1 км [39,14]. Усі дані зберігаються й обробляються в ETH-Zurich. Від початку 2000-х років активно впроваджуються показники, пов'язані із захисними функціями лісу, біоценозами, вуглецевим балансом.

З 2001 в Чехії року діє система безперервної інвентаризації. Пробні площі за сіткою 2×2 км, що охоплює всі ліси незалежно від форми власності [47]. Облік ведеться за понад 150 показниками. Використовується програмне забезпечення Field-Map, цифрові бази даних SQL Server. Отримані результати використовуються для національного планування та міжнародної звітності

У Франції діє система перманентної інвентаризації з 1958 року. Сучасна модель включає сітку 1×1 км, понад 550 тис. пробних площ. З 1990-х активно використовується цифрове картування та аерофотознімки [43]. Дані зберігаються на MS SQL Server і доступні через геопортали у форматі таблиць і карт.

У Фінляндії перша НІЛ була проведена в 1920-х роках, а з 1960-х років країна перейшла на кластерний дизайн вибірки. Починаючи з 1990-х років, запроваджена MS-NFI (Multi-Source National Forest Inventory), що базується на поєднанні наземних вимірювань та даних дистанційного зондування Землі. Кожен цикл триває 5 років. Основними одиницями є реласкопічні пробні площі з фіксованим радіусом [14].

У Швеції НІЛ існує з 1923 р. Сучасна система базується на поєднанні статистичних та інструментальних методів. Щорічно обстежується близько 10 % території. Інвентаризаційні ділянки згруповані у тракти (по 16 штук),

розташовані у сітці з кроком 20 км. Починаючи з 1983 р., почали застосовувати постійні проби, а з 1990-х - супутникові дані для картографування [14].

Можна зазначити що у Фінляндії та Швеції активно використовуються методи ДЗЗ (супутникові знімки Landsat), а також метод k-NN для екстраполяції даних на великі площі. Це дозволяє отримати точну картину стану лісів на рівні регіонів [14,31].

У Литві повномасштабна НІЛ була започаткована в 1998 р. за участю шведських фахівців (SIDA). Закладено 5600 постійних пробних площ площею 0,05 га. Інвентаризація інтегрована з інформаційними системами планування. Наразі країна має національну систему, сумісну з міжнародними стандартами [42].

1.3. Роль вибірових методів для НІЛ

Вибіркові методи займають ключове місце у сучасних національних інвентаризаціях лісів. Вони забезпечують можливість отримання статистично достовірної, репрезентативної та економічно обґрунтованої інформації про стан і динаміку лісів на рівні країни або регіону без необхідності суцільного обстеження всіх лісових територій.

Вибірковий метод - це підхід до оцінювання показників генеральної сукупності (у даному випадку - лісових ділянок) на основі обстеження частини цієї популяції (вибірки). У лісовій інвентаризації вибіровими вважаються методи, за якими усі лісові ділянки не обстежуються повністю, а вибірово - за допомогою пробних площ. Інвентаризаційні ділянки закладаються згідно зі статистичними принципами (регулярна, систематична або випадкова сітка). Далі отримані дані статистично узагальнюються на національний чи регіональний рівень із визначенням похибок і рівнів довіри.

Вибіркові обстеження дозволяють охопити велику територію країни з розмаїттям природно-кліматичних зон, лісорослинних умов і форм власності на ліси. Це забезпечує репрезентативність результатів на національному рівні.

Порівняно із суцільною таксацією, вибіркові методи вимагають значно менше трудових, часових і фінансових ресурсів, особливо для великих країн з великими лісовими площами [15].

Вибіркові ділянки можуть бути закладені як постійні або тимчасові. У разі постійних ділянок можливо здійснювати повторні обстеження (через 5-10 років), що дає змогу оцінити зміни запасів, структури, приросту, мертвої деревини, біорізноманіття тощо.

Вибіркові методи дозволяють поєднувати результати польових спостережень з даними супутникового моніторингу для стратифікації територій та підвищення точності оцінок. При належному проектуванні вибірки (розмір, стратифікація, системність) можна досягти високої точності оцінок із розрахунком інтервалів довіри, стандартних похибок, варіаційних коефіцієнтів тощо.

Вибірково-статистичні методи дозволяють досліджувати стан лісів на основі обмеженої кількості обстежуваних ділянок, репрезентативно розміщених по всій території, що досліджується. Вони базуються на науково обґрунтованих статистичних принципах, що забезпечують можливість екстраполяції результатів з ділянок на всю площу об'єкта або регіону з певним рівнем точності. [15, 30]

Досвід впровадження вибіркових методів інвентаризації на прикладі НПП «Гомільшанські ліси» демонструє ефективність такого підходу. Зокрема, у 2005 та 2009 роках на території площею понад 3300 га була створена регулярна мережа інвентаризаційних ділянок розміщенням 350×350 м, на яких здійснювалися польові обстеження з використанням програмно-вимірювального комплексу Field-Mar [11,13]. Це дозволило зібрати високоточні просторові та таксаційні дані, здійснити картографування та обробку широкого спектра показників лісових насаджень - стан деревостану, склад і структура насаджень, стан природного поновлення, наявність мертвої деревини, підліску, чагарникового та трав'яного покриву, сліди тваринного світу тощо

Переваги вибірових методів стають особливо очевидними при потребі повторного обстеження тієї самої мережі ділянок, що створює передумови для формування часових рядів даних і забезпечує проведення моніторингу лісових екосистем. У випадку «Гомільшанських лісів» це дозволило простежити тенденції зміни лісового покриву, структури насаджень, динаміки запасів деревини, життєвого стану дерев тощо. Так, за чотири роки (2005-2009) було зафіксовано зростання запасу деревини на понад 11 %, причому найінтенсивніше зростав запас ясена звичайного (на 21%), що свідчить про його здатність активно заміщувати дуб звичайний у складі насаджень [13].

Ще одним важливим аспектом є можливість оцінки індикаторів сталого лісоуправління відповідно до міжнародних стандартів, зокрема критеріїв МСРФЕ. За допомогою вибіркової інвентаризації в НПП «Гомільшанські ліси» були оцінені 11 кількісних індикаторів за трьома критеріями: 1) збереження та примноження лісових ресурсів, 2) збереження життєздатності лісових екосистем, 4) підтримка біологічного різноманіття. Це включало оцінку площі лісів, вікової структури, природного поновлення, наявності інтродукованих видів, природності насаджень, поширення мертвої деревини та пошкоджень дерев .

Також варто відзначити, що вибірові методи дозволяють проводити обстеження не лише деревостану, але й взаємодії між компонентами лісової екосистеми, включаючи тваринний світ. Так, в межах другої інвентаризації у 2009 році до методики були включені спостереження за слідами тварин, оцінка надґрунтової рослинності, наявність епіксилів на мертвій деревині тощо. Це значно розширило інформаційний потенціал вибірових досліджень і дозволило підвищити якість прийняття управлінських рішень.

Таким чином, вибірово-статистичні методи виступають базовим елементом національної інвентаризації лісів, особливо при великих обсягах досліджень. Їх застосування забезпечує:

1. Об'єктивність та відтворюваність результатів.
2. Можливість проведення довгострокового моніторингу.
3. Адаптивність до різних природних умов.

4. Обґрунтованість управлінських рішень.

5. Відповідність міжнародним критеріям сталого розвитку [15, 30].

У контексті розбудови національної системи моніторингу лісів в Україні, що відповідає вимогам ЄС та міжнародних екологічних ініціатив, подальше поширення вибіркового методів інвентаризації є стратегічно важливим кроком. Вони повинні стати основою для створення державного кадастру лісів, оцінки вуглецевого балансу та управління природно-заповідним фондом. З огляду на це, інституційна підтримка, професійна підготовка кадрів та впровадження сучасних ГІС-технологій мають супроводжувати усі етапи реалізації НІЛ у масштабах всієї країни.

Висновки до розділу 1

1. Системи НІЛ, запроваджені у країнах Північної та Центральної Європи, демонструють ефективність регулярних мереж пробних площ, широкого використання геоінформаційних технологій, дистанційного зондування Землі та уніфікованих методик збору даних, що забезпечує порівнянність результатів між країнами та інтеграцію в міжнародні системи звітності.

2. Уніфікація підходів до НІЛ у Європі (через ENFIN, програму COST E43 та інші ініціативи) показала важливість узгоджених визначень, індикаторів та методів оцінювання лісових ресурсів і екологічних параметрів. Це дозволило перейти від вузько ресурсного підходу (облік запасів деревини) до багатофункціональної оцінки лісів, що включає біорізноманіття, вуглецевий баланс, захисні та соціальні функції лісових екосистем і тим самим підвищило роль НІЛ у забезпеченні сталого лісоуправління.

3. У контексті євроінтеграційного курсу України та актуальності кліматичних і природоохоронних викликів, подальший розвиток національної інвентаризації лісів мають стратегічне значення.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Фізико-географічні умови Черкаської області

Черкаська область розташована в центральній частині України, на межі Правобережної та Лівобережної частини лісостепової зони. Її територія становить 20,9 тис. км², що відповідає близько 3,5 % площі країни [20]. Розташування області на межі фізико-географічних провінцій - Придніпровської височини та Придніпровської низовини - зумовлює значну різноманітність природних умов, зокрема рельєфу, ґрунтів, гідрологічних і кліматичних характеристик (таблиця 2.1).

У фізико-географічному плані область належить до Лісостепу - перехідної зони між Поліссям і Степом, що поєднує риси обох природних зон. Цей факт обумовлює сприятливі умови для розвитку сільського господарства і лісового господарства, адже на території регіону переважають родючі ґрунти, м'який клімат та наявність водних ресурсів [20].

Таблиця 2.1

Фізико-географічна характеристика Черкаської області

Географічне положення	Центральна Україна, Лісостеп
Площа	20,9 тис. км ²
Адміністративні райони	4 (станом на 2025 рік)
Висота над рівнем моря	90-275 м
Геоморфологічні регіони	Придніпровська височина, низовина

Територія Черкащини переважно рівнинна, але має виражену холмісту будову. Західна частина області охоплює Придніпровську височину з абсолютними відмітками до 275 м (найвища точка в районі с. Сигнаївка, Шполянського району). Тут рельєф ускладнений ерозійно-денудаційними процесами, що проявляються у вигляді численних балок, ярів, схилів і терас. Саме тут зосереджені найбільші масиви лісів, особливо дубово-грабових.

Східна частина області - це Придніпровська низовина, що простягається вздовж долини Дніпра. Вона характеризується плоским, заболоченим рельєфом,

наявністю алювіальних наносів, піщаних гряд та озерних лож. Така конфігурація рельєфу створює сприятливі умови для формування заплавних лісів, лугов і водно-болотних екосистем, особливо в межах Канівського та Черкаського районів [20] (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2

Основні типи рельєфу Черкаської області

Район	Тип рельєфу	Абсолютні висоти	Особливості
Придніпровська височина	Хвилясто-горбиста рівнина	180-275 м	Яружно-балкова сітка, схили
Придніпровська низовина	Заплавна рівнина	90-140 м	Піщані тераси, болота, дюни

Клімат Черкаської області - помірно-континентальний, з достатньою кількістю опадів для розвитку природної рослинності й ведення агролісогосподарства. Середньорічна температура повітря становить +7,5...+9°C. Найхолоднішим є січень (середня температура -5...-6°C), найтеплішим - липень (середня +19...+21°C).

Річна кількість опадів варіюється в межах 450-600 мм, з максимумом у червні-липні. У зимовий період можливі нестійкі снігові покриви, особливо у південних районах. Кількість днів із сніговим покривом - близько 100 на рік. Вітри переважають північно-західного та південно-східного напрямків (таблиця 2.3). Кліматичні умови загалом сприятливі для росту широколистяних і хвойних лісів, розвитку багаторічних трав і зернових культур.

Таблиця 2.3

Кліматичні характеристики території Черкаської області

Показник	Значення
Середня температура січня	-5...-6 °C
Середня температура липня	+19...+21 °C
Річна сума опадів	450-600 мм
Середня тривалість вегетації	190-210 діб
Переважаючі вітри	Північно-західні, південно-східні

На території Черкаської області переважають чорноземи - типові, опідзолені й вилугувані. Вони займають понад 60 % площі регіону. У західній і центральній частинах поширені також сірі лісові ґрунти, що утворилися під широколистяними лісами. У заплавах - дернові, лучні та болотні ґрунти. Таке різноманіття ґрунтового покриву забезпечує високу природну родючість території [20] (таблиця 2.4).

Таблиця 2.4

Основні типи ґрунтів Черкаської області

Тип ґрунтів	Частка площі, %	Характеристика
Чорноземи	65	Висока гумусованість, родючість
Сірі та темно-сірі лісові	20	Формуються під лісами
Лучні та болотні	10	У заплавах річок
Піщані та супіщані	5	Переважно в долині Дніпра

Рослинність області представлена як природними лісами (дуб, граб, липа, ясен), так і вторинною рослинністю - агроценозами. В природно-заповідному фонді охороняються унікальні фітоценози Канівського природного заповідника, Черкаського бору, Сулинського заказника. Ліси мають водоохоронну, ґрунтозахисну та рекреаційну функції.

Лісистість Черкаської області становить близько 15 %, що менше середнього по Україні. Однак у межах Придніпровської височини є значні масиви, де лісистість перевищує 25 %. Ліси області підлягають регулярному моніторингу в межах національної інвентаризації лісів, що дозволяє отримати об'єктивну інформацію про їх стан, динаміку та перспективи розвитку.

Рослинність представлена дубовими, грабовими, сосновими, ясеневими насадженнями. Ліси виконують важливі екологічні функції - захисні, водоохоронні, рекреаційні. Лісистість області становить близько 15% [20].

2.2. Методика польових робіт з інвентаризації лісів

Польові роботи є одним з ключових етапів національної інвентаризації лісів України. Їх проводять відповідно до затвердженого Кабінетом Міністрів Порядку (Постанова № 392 від 21.04.2021), який визначає стандартизовані підходи до збору даних про стан і динаміку лісів. Мета інвентаризації - отримання достовірної статистичної інформації про лісові ресурси країни.

Польові роботи виконуються спеціальними інвентаризаційними групами, затвердженими відповідною організацією (Держлісагентство) [36]. До складу кожної групи входять не менше двох інженерно-технічних працівників. Роботи плануються з урахуванням вегетаційного періоду та погодних умов.

Перед початком польового сезону обов'язково проводиться колективне тренування виконавців, яке триває 5-7 днів і включає інструктажі, ознайомлення з методичними матеріалами, роботу з приладами, відпрацювання методів обліку згідно з Постановою Кабінету Міністрів України від 21 квітня 2021 р. № 392 Про затвердження Порядку проведення національної інвентаризації лісів та внесення зміни у додаток до Положення про набори даних, які підлягають оприлюдненню у формі відкритих даних. Цей Порядок визначає основні вимоги до організації, процедури проведення національної інвентаризації лісів, контролю за проведенням робіт та визначенням її результатів.

Інвентаризаційна ділянка має форму круга площею 500 м² із трьома концентричними підділянками та двома мікроділянками (рис. 2.1).

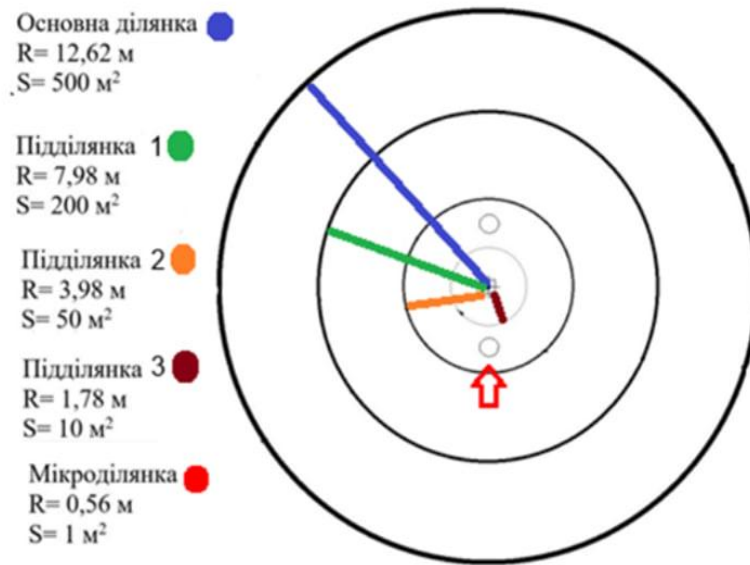


Рис. 2.1. Схематичне зображення кругової пробної площі з підділянками

Польові роботи на ділянці включають:

- пошук і фіксацію центра (металевий стрижень + вказівні дерева);
- опис ділянки та її частин;
- картографування частин і дерев;
- обмір дерев, пнів та деревної ламані;
- фотофіксацію;
- введення та перевірку даних.

Облік дерев. Обліковим вважається дерево, яке має висоту понад 1,3 м і діаметр на цій висоті понад 2 см. Дерева мають бути живими або сухостійними. Кожне дерево отримує унікальний номер, прив'язується до координат на ділянці (азимут та відстань від центра) і картографується у відповідній програмі.

Діаметр вимірюють на висоті 1,3 м від поверхні ґрунту мірною стрічкою, використовуючи віху для фіксації точки заміру (рис. 2.2). Якщо стовбур деформований, замір проводять вище або нижче з подальшим усередненням. На схилі точку вимірювання обирають на нижньому боці дерева[36].

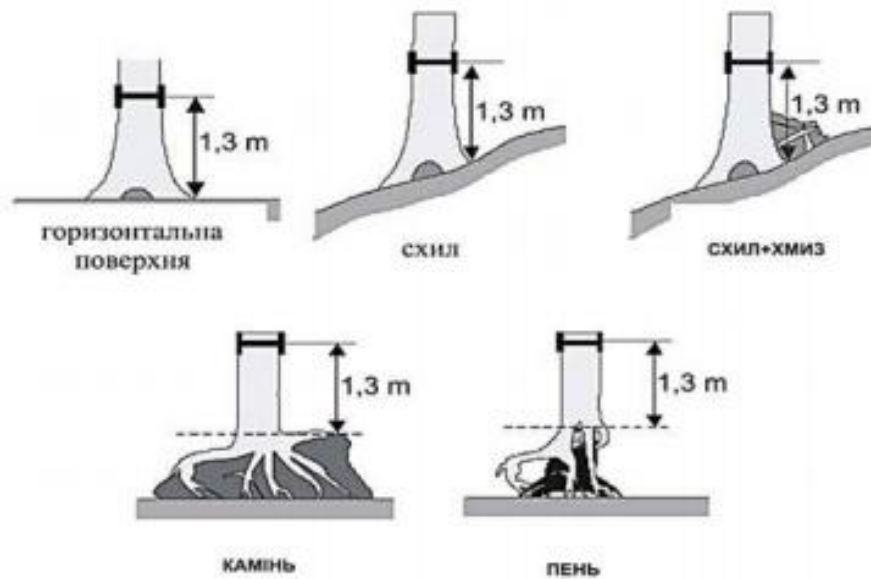


Рис. 2.2. Схематичне зображення методики вимірювання діаметра дерева з врахуванням місцевості

На рис. 2.2 зображено схематичну методику вимірювання діаметра дерева з урахуванням особливостей місцевості. Такі заміри проводяться на висоті 1,3 метра від землі - це стандарт, який дозволяє порівнювати дані незалежно від умов, у яких ростуть дерева. У випадку, коли дерево росте на рівній ділянці, вимір роблять безпосередньо на цій висоті від поверхні ґрунту. Якщо ж воно знаходиться на схилі, то точку заміру беруть з нижнього боку, адже там висота від основи більша і це забезпечує точність показників. На ділянках із кам'янистим рельєфом або пнями залишків дерев важливо орієнтуватися на ту точку, де стовбур починає рівно підніматися вгору, інакше вимірювання може бути спотвореним.

Така методика потрібна для того, щоб уникати похибок, які часто виникають під час обліку дерев у складних природних умовах. На перший погляд, різниця між заміром на схилі чи рівній місцевості може здатися незначною, проте для наукових досліджень і лісової інвентаризації вона має велике значення. Від точності вимірювання діаметра залежить правильність

розрахунку запасу деревини, оцінка росту та розвитку насаджень, визначення вікової структури лісу.

Схема показує практичний підхід до роботи в полі, коли фахівець має адаптувати стандартну методику до реальних умов. Це дає змогу проводити облік дерев більш ретельно, особливо у місцевостях із нерівним рельєфом, біля води чи в лісосмугах. Подібні зображення часто використовують у навчальних матеріалах, бо вони допомагають краще зрозуміти логіку вимірювань і полегшують подальшу роботу з обробкою даних.

З-поміж облікових дерев обирають модельні - для додаткових вимірів (наприклад, висоти, кількість гілок тощо). Вибір здійснюється за ступенями товщини й погоджується старшим інвентаризаційної групи. Правила вимірювання висоти наведені на рис. 2.3.

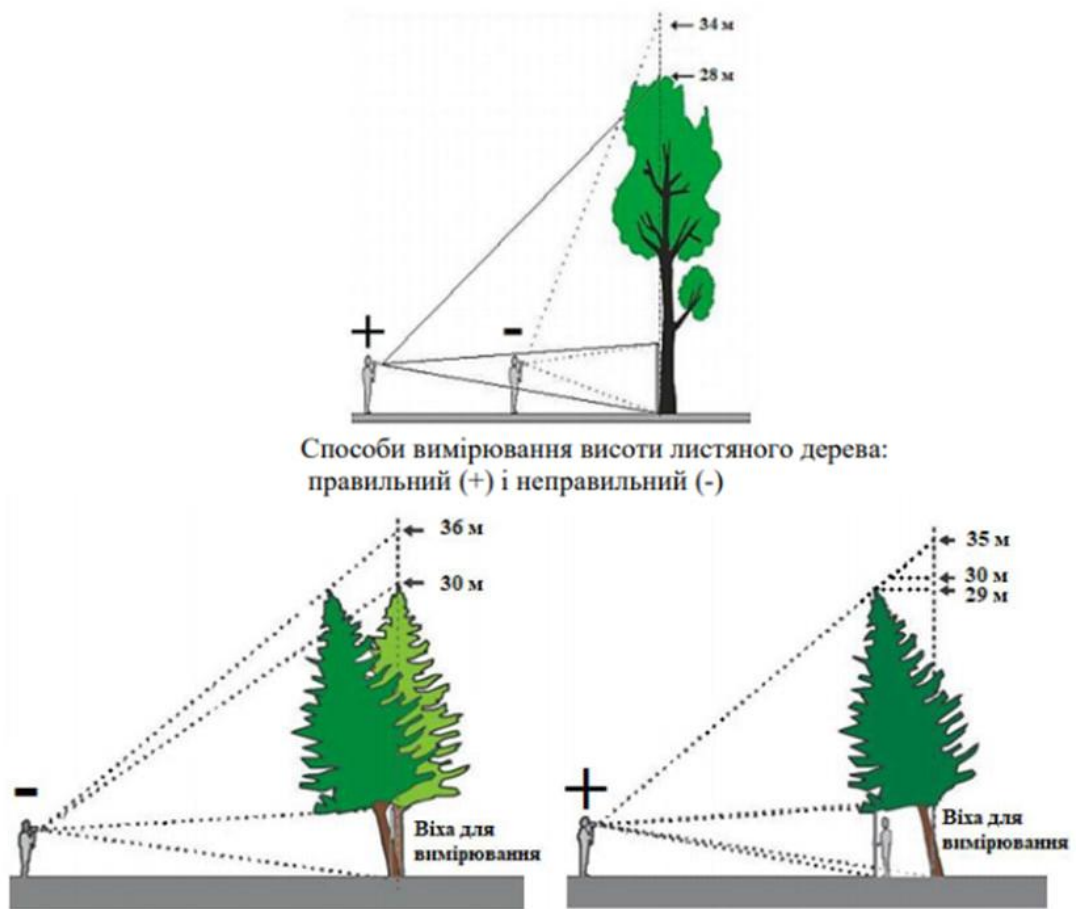


Рис. 2.3. Вимірювання висот із застосуванням лазерного далекоміра

Обмір і опис пнів проводиться для отримання точних даних про стан і склад лісових насаджень після рубок або природного відпаду дерев. Пень у лісівництві вважається нижньою частиною зрубаного чи зламаного дерева, висотою не більше 1,3 метра. Якщо залишок стовбура перевищує цю висоту, він класифікується вже як сухостій, тобто стояче мертве дерево. Під час обліку пні детально описують у спеціальній формі, обов'язково зазначаючи їх розташування на певній частині ділянки, щоб забезпечити точність просторової прив'язки та можливість подальшого аналізу [36].

На кожній підділянці встановлюються свої порогові діаметри для обміру пнів, що залежить від площі ділянки. На основній площі розміром 500 м² враховують пні діаметром від 28 см і більше. На підділянках меншої площі ці межі зменшуються: на ділянці 250 м² - від 16 см, на 50 м² - від 8 см, а на найменшій, 10 м², - від 4 см. Такий підхід дозволяє проводити більш детальний облік навіть дрібніших залишків дерев, що підвищує точність оцінки загального запасу деревини та ступеня лісистості.

Окремо враховується деревна ламань - це залишки мертвої деревини, до яких належать повалені стовбури чи великі гілки діаметром понад 10 см у вершині та довжиною більше одного метра. Такі елементи лісового середовища мають важливе значення для оцінки екологічного стану ділянки, адже вони свідчать про природні процеси відновлення лісу, утворення біотопів для мохів, грибів і безхребетних.

У цілому обмір і опис пнів разом із реєстрацією деревної ламані дають змогу створити повну картину структури лісу, виявити наслідки рубок або природного відпаду, оцінити ступінь лісового поновлення й загальний стан екосистеми .

На рис. 2.4 показано схематичне зображення методики вимірювання деревної ламані - залишків мертвої деревини, які утворюються внаслідок природного або антропогенного впливу на лісові насадження. Така ламань може включати стовбури, гілки або колоди, що мають діаметр понад 10 см у вершині та довжину більше одного метра. Вимірювання проводяться з метою фіксації

стану мертвої деревини, її розмірів, порідного складу та рівня розкладання, що має значення для оцінки екологічного стану лісу та процесів відновлення.

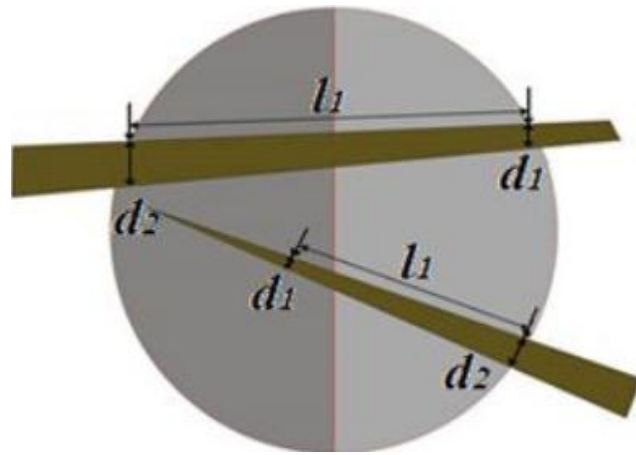


Рис. 2.4. Схематичне зображення методики вимірювання деревної ламані

Під час обміру визначається тип ламані (чи це частина стовбура, гілка або колода), порода деревини, що встановлюється за довідниками НІЛ, діаметр основи та вершка (у міліметрах), а також довжина у метрах. Окрім цього, обов'язково оцінюють стадію розкладання за п'ятибальною шкалою - від свіжої, майже нешкодженної деревини до повністю розкладеної, яка перетворюється на перегній. Також враховується спосіб розміщення - чи є воно випадковим (хаотично розкидані залишки) або організованим, наприклад, у результаті санітарних рубок.

Сама схема демонструє, як здійснюється замір: вимірюють два діаметри - біля основи (d_1) та у вершині (d_2), а також фіксують довжину (l). Такі параметри дають можливість розрахувати об'єм деревини, що залишилася, і визначити її участь у формуванні лісової підстилки та живлення ґрунту.

Контрольні інвентаризаційні групи щороку перевіряють не менше 5% ділянок, проводячи переобміри та візуальні огляди, щоб переконатися у точності даних і правильності їх внесення до бази. Якщо під час перевірки виявляються розбіжності чи помилки, ділянку обстежують повторно. Уся зібрана інформація передається централізовано, дотримуючись установлених термінів і форми звітності .

Такі процедури допомагають підтримувати актуальність даних про лісовий фонд, а також відстежувати природну динаміку відмирання дерев, утворення мертвої деревини та процеси ґрунтоутворення. Це є основою для розуміння екологічної стійкості лісів і планування заходів щодо їх збереження [36].

2.3. Кількісна характеристика інвентаризаційних ділянок

Під час проведення інвентаризації лісового фонду із застосуванням вибірково-статистичних методів на території об'єкта створюється мережа інвентаризаційних ділянок. Точність визначення будь-якого таксаційного показника залежить від ступеня мінливості цієї ознаки, обраного рівня довірчої ймовірності та кількості закладених пробних площ [15].

Мінімальну кількість необхідних вихідних даних, що забезпечують задану точність визначення певної таксаційної ознаки, можна обчислити за відповідними математичними формулами.

Обсяг вибірки:

$$n = \left(\frac{z \cdot V}{p} \right)^2, \quad (2.1)$$

де V - коефіцієнт мінливості стовбурового запасу насаджень;

P - показник точності досліджу;

z - квантиль нормованого нормального розподілу (при довірчій імовірності 0.95 $z = 1.96$).

Коефіцієнт мінливості стовбурового запасу деревостанів:

$$V_M = \frac{\sigma_M}{M} * 100, \quad (2.2)$$

де σ_M - середнє квадратичне відхилення стовбурового запасу деревостанів на 1 га;

M - середнє арифметичне значення стовбурового запасу деревостанів на 1 га.

Таблиця 2.5

**Динаміка середніх показників стовбурового запасу деревостанів
Черкаської області за 2021-2023 роки**

Рік	Середнє значення (M), м ³ ·га ⁻¹	Стандартне відхилення (σ _M)	Коефіцієнт мінливості (V _M), %
2021	280,7	159,42	56,79 %
2023	309,0	161,37	52,23 %

Для формування кількісної характеристики використано електронні таблиці результатів національної інвентаризації лісів Черкаської області за два окремі роки: 2021 та 2023. Ці таблиці містять записи по інвентаризаційних ділянках з типовим набором метаданих (ідентифікатор ділянки, площа ділянки в м², кліматична зона, тип лісу, індекс бонітету, тощо) та таксаційними показниками (площа перерізу стовбурів, середня висота, середній діаметр, запас на га, тощо).

Загальні кількісні показники вибірки:

– у вибірці 2021 року: 130 інвентаризаційних ділянок, сумарна площа всіх ділянок становить 5,816 га.

– у вибірці 2023 року: 95 інвентаризаційних ділянок, сумарна площа становить 4,459 га.

Це базові підрахунки, які являють собою обов'язковий крок при описі матеріалів дослідження. Вони задають масштаб збору даних і дозволяють розуміти, наскільки великою є первинна вибірка як за кількістю одиниць, так і за реальною площею, яка була обстежена.

Сукупно за два роки відібрано 225 ділянок. Відносні частки розподілу вибірки за роками: 2021 рік складає близько 57,78% від сукупної кількості ділянок, тоді як 2023 рік - 42,22%, така різниця може бути пов'язана з військовим станом в Україні починаючи з 2022 р., яке в свою чергу в деяких моментах унеможливило польовим інвентаризаційним бригадам проводити збір даних в окремих місцях.

2.4 Методика розрахунку середніх та загальних значень таксаційних показників

У процесі оцінювання стану, структури та продуктивності лісових насаджень важливим етапом є визначення середніх та загальних значень основних таксаційних показників. До таких показників належать: вік насадження, клас бонітету, середня висота, середній діаметр та запас деревини на гектар.

Розрахунок середніх значень таксаційних показників виконується за даними підпроб лісової інвентаризації. При цьому застосовується середнє зважене (через площу підпроби) значення:

$$\bar{T} = \frac{\sum T_i * A_i}{\sum A_i}, \quad (2.3)$$

де T_i - середнє значення таксаційного показника на i -тій підпробі;

A_i - площа i -тої підпроби.

Для виконання розрахунків використовується база даних, сформована за матеріалами інвентаризаційних вимірювань. У структуру вхідних даних входять такі таблиці:

- підпроби: містять інформацію про площу облікової ділянки, категорію земель, головну породу та інші загальні характеристики;
- деревостани: включають таксаційні показники елементів лісу: вік, середній діаметр, середню висоту, клас бонітету, запас тощо;
- облік дерев: містить індивідуальні показники модельних дерев, необхідні для визначення загального запасу;
- довідники видів, груп порід і класів бонітету:- подають систематизовані коди, назви та класифікації.

Таблиці поєднуються між собою за ідентифікаторами проб і підпроб та за кодами порід, що забезпечує формування цілісного аналітичного масиву даних.

Нижче наведена таблиця з розрахованими в застосунку R середніми таксаційними значеннями для основних груп порід.

Таблиця 2.6

**Таксаційні показники основних груп порід Черкаської області
згідно з матеріалами НІЛ**

Група / Порода	Клас бонітету	Середній діаметр (см)	Середня висота (м)	Середній вік (роки)
Quercus robur (дуб звичайний)	II	34,85	23,0	80
Acer platanoides (клен гостролистий)	II	27,5	19,3	52
Pinus sylvestris (сосна звичайна)	II	30,0	22,15	64
Fraxinus excelsior (ясен звичайний)	I	35,15	25,55	71,5
Інші твердолистяні	II	28,7	20,3	60,7
Інші м'яколистяні	II	29,9	18,4	52,5

Таблиця 2.6 відображає узагальнені середні таксаційні показники основних груп деревних порід Черкаської області за матеріалами НІЛ.

Згідно з отриманими значеннями, найвищі середні таксаційні показники мають насадження ясена звичайного: вони характеризуються найбільшою середньою висотою (25,6 м), значним середнім діаметром (35,2 см). Це свідчить про високий потенціал росту і продуктивності ясенових насаджень у регіоні.

Високими таксаційними параметрами також виділяються насадження дуба звичайного, у якого середній діаметр становить 34,9 см, висота 23,0 м, а середній вік досягає 80 років. Це свідчить про зрілі, продуктивні деревостани, що відіграють ключову роль у структурі лісів Черкащини.

Сосна звичайна, має середню висоту 22,2 м та діаметр 30 см. Її насадження належать до деревостанів середнього та пристигаючого віку, що забезпечує стабільну участь соснових лісів у загальному фонді деревини.

Порівняно нижчі значення середніх таксаційних показників спостерігаються у насаджень клена гостролистого, який характеризується меншим середнім віком (52 роки), нижчою висотою (19,3 м) та меншим середнім діаметром (27,5 см).

Група інших твердолистяних порід (граб, липа, в'яз) демонструє середні параметри: діаметр 28,7 см, висота 20,3 м та вік близько 61 року. Ці насадження доповнюють загальну структуру лісів, формуючи високопродуктивні змішані деревостани.

Натомість інші м'яколистяні породи (вільха чорна, робінія) характеризуються порівняно нижчими таксаційними показниками: висотою близько 18,4 м, діаметром 29,9 см та середнім віком 52,5 року. Це менш довговічні породи, які природно мають продуктивність порівняно з твердолистяними.

У цілому аналіз засвідчує, що ліси Черкаської області характеризуються різноманітним породним складом, значною часткою високопродуктивних твердолистяних порід та стабільним станом деревостанів. Поєднання вікової структури, бонітету та таксаційних параметрів свідчить про добрі лісорослинні умови і достатню здатність лісових екосистем регіону до відновлення.

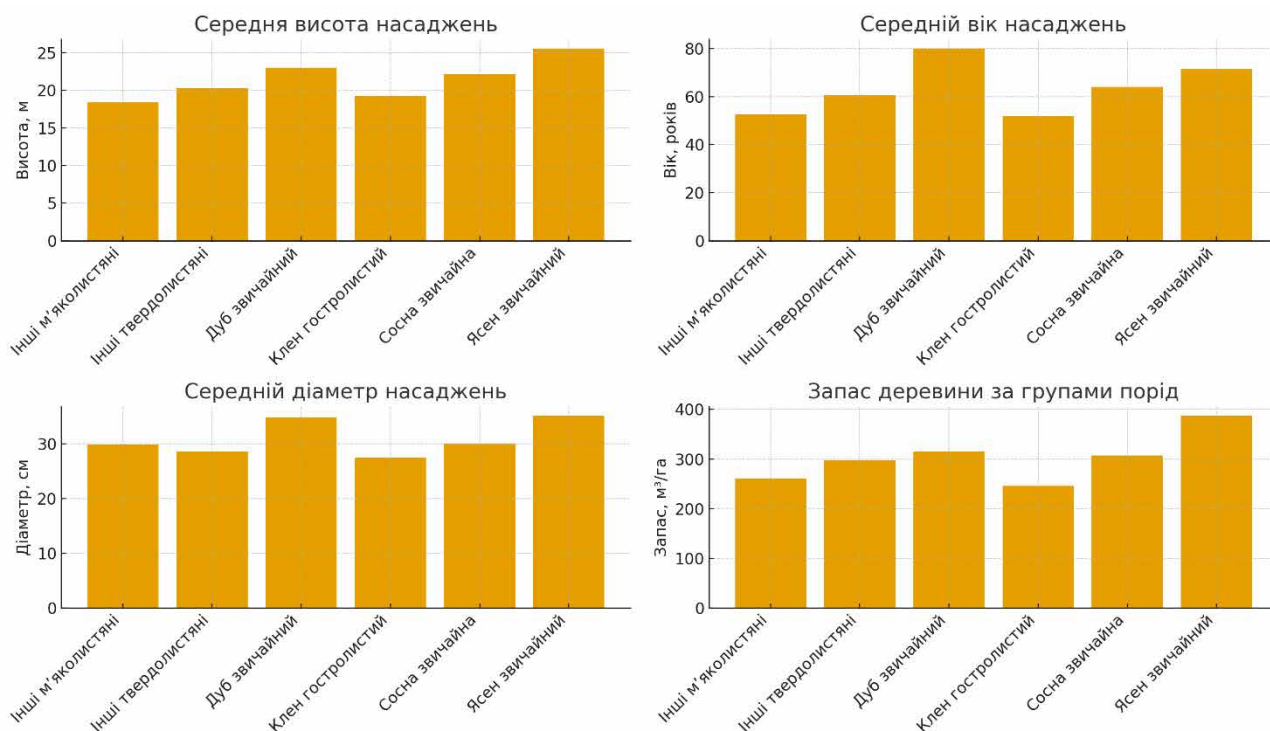


Рис. 2.5. Середні таксаційні показники для основних груп порід

На рис. 2.5 подано середні таксаційні значення за основними групами порід Черкаської області. Графіки відображають чотири ключові параметри: середню висоту, середній вік, середній діаметр насаджень та запас деревини за групами порід. Візуалізація дозволяє наочно оцінити відмінності у рості та продуктивності деревостанів різних порід.

За середньою висотою найкращі показники мають насадження ясена звичайного (25,6 м), дуба звичайного (23,0 м) та сосни звичайної (22,2 м). Дещо нижчі значення спостерігаються у інших твердолистяних порід (20,3 м) та інших м'яколистяних порід (18,4 м). Найменшу середню висоту має клен гостролистий (19,3 м).

Середній діаметр насаджень підтверджує загальну тенденцію. Найбільші значення демонструють насадження ясена звичайного (35,2 см) та дуба звичайного (34,9 см). Дещо нижчі діаметри мають сосна звичайна (30,0 см), інші м'яколистяні (29,9 см) та інші твердолистяні породи (28,7 см). Найменший середній діаметр спостерігається у клена гостролистого (27,5 см).

2.5. Методика візуальної інтерпретації ділянок

Візуальна інтерпретація (стратифікація) займає важливе місце в сучасних національних лісових інвентаризаціях, оскільки забезпечує отримання високоякісної інформації про земний покрив та структуру лісів на основі різноманітних джерел дистанційного зондування [16]. Всі пробні площі НІЛ були візуально інтерпретовані за супутниковими знімками Google Earth у межах кампанії збору даних 2023 року.

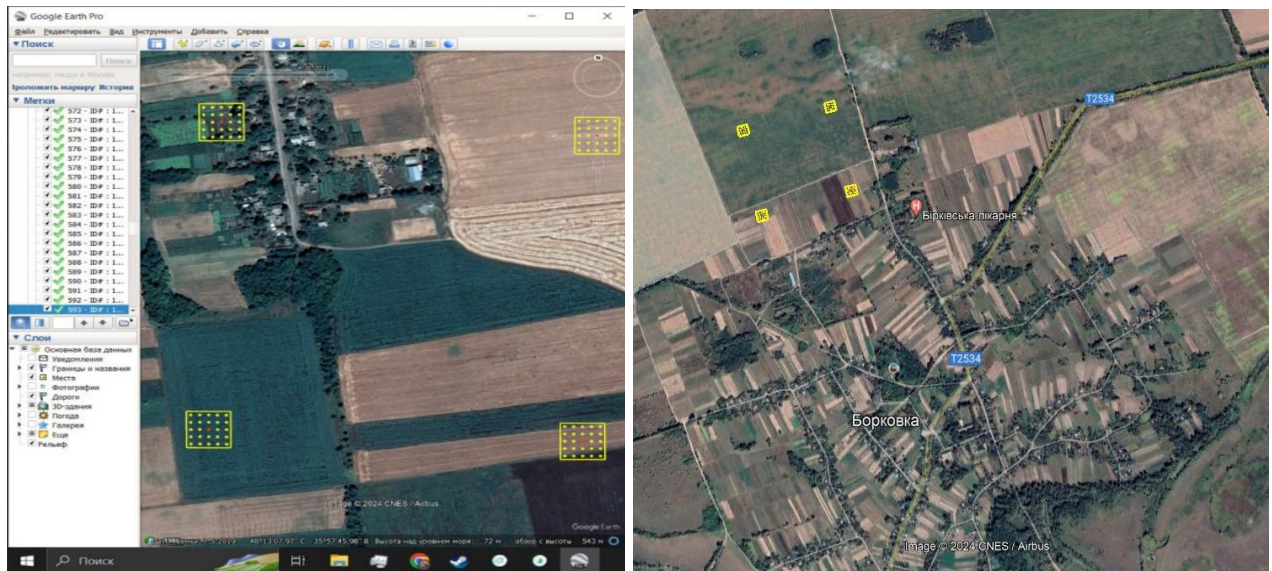


Рис. 2.6. Приклади просторової стратифікації ділянки для польових обстежень

Інтерпретація виконувалась на основі високороздільних знімків Google Earth із використанням плагіна Collect Earth (FAO), використовуючи двовівневу схему класифікації земельного покриття (LC; Land Cover). Інтерпретація виконується в межах квадратних фотопроб площею 0,25 гектара, центр яких відповідає точці закладання проби. На площу фотопроби накладається сітка із 25 рівновіддалених контрольних точок. Кожна точка розглядається як незалежний осередок класифікації, на основі якого визначається тип земного покриття. Така структура забезпечує достатній рівень деталізації і дозволяє уникнути суб'єктивності, пов'язаної з інтерпретацією лише загального вигляду ділянки [16,48].

На першому етапі визначають просторові межі ділянки та здійснюють початковий огляд на предмет її однорідності. Аналіз проводиться на основі високоякісних супутникових знімків Google Earth та інших доступних джерел, які бажано мають охоплювати період 2019-2023 років. Вибір такого часового проміжку пов'язаний із необхідністю переконатися у відсутності істотних змін на ділянці протягом останніх років. Сезонність знімків також має значення: інтерпретація проводиться переважно за літніми та пізньовесняними знімками,

які найкраще відображають структурні й кольорові особливості земного покриву.

Подальший аналіз передбачає ідентифікацію класів земного покриву для кожної з 25 точок. Людина, яка виконує стратифікацію, має керуватися візуальними ознаками, такими як колір, структура, текстура, характер тіней, форма крон дерев. У разі потреби враховується інформація із знімків за інші роки, що дозволяє оцінити динаміку змін та переконатися у сталій природі поточного класу. Після визначення класу для кожної точки оцінюється загальна структура ділянки. Домінуючим класом вважається той, що охоплює щонайменше 13 із 25 точок, що відповідає понад 50 % площі фотопробу.

Це базовий критерій, який гарантує, що ділянка є однорідною і відповідає вимогам стратифікації. Якщо два класи мають близькі частки, ділянка вважається індикативною, і рішення приймається на основі додаткового якісного аналізу: оцінюється просторовий характер змішаності, наявність морфологічних меж, історія змін та домінування структури в останній доступний рік спостереження [16].

Важливо перевірити, чи не було на ділянці значних трансформацій, пов'язаних із рубками, пожежами, зміною землекористування. Якщо такі зміни зафіксовані, остаточний висновок робиться з урахуванням того, чи має ділянка стабільні характеристики на момент інтерпретації. Наприклад, ділянка, що перейшла зі стану вирубки до активного відновлення і вже демонструє ознаки молодого зімкненого деревостану, може бути класифікована як молода лісова площа, а не як нещодавня вирубка, якщо процес відновлення є сталим.

Заключним етапом є формування остаточного висновку щодо класу земного покриву. Інтерпретатор фіксує визначений домінуючий клас, зазначає можливий підклас, а також описує всі труднощі інтерпретації, сумнівні точки, ознаки змішаності покриву чи часових змін.

Отримані результати заносяться до узагальнюючої таблиці стратифікації, у якій для кожної проби вказуються координати, кількість точок за кожним класом, домінуючий клас та примітки інтерпретатора.

Запропонований протокол дозволяє звести суб'єктивність до мінімуму, забезпечуючи стійкість і повторюваність інтерпретаційних рішень навіть за участі різних фахівців. Його перевага полягає в тому, що він поєднує суворі кількісні критерії (50 % домінування, площа 0,25 га, аналіз 25 точок) з гнучкими якісними процедурами, які дають можливість коректно трактувати складні або перехідні типи покриву [16].

Висновки до розділу 2:

1. Черкаська область розташована в межах Лісостепу, на стику Придніпровської височини та Придніпровської низовини, що зумовлює різноманітність рельєфу, ґрунтів і мікрокліматичних умов. Поєднання родючих чорноземів, помірно-континентального клімату та наявності лісових масивів створює сприятливі передумови для формування високопродуктивних деревостанів, особливо твердолистяних і хвойних порід.

2. Дані НІЛ, зібрані на основі вибіркового дослідження лісових ділянок, являють собою цінне джерело інформації для обліку лісових ресурсів Черкаської області.

3. Методи візуальної інтерпретації знімків забезпечують збір даних для встановлення розподілу площі за типами землекористування.

РОЗДІЛ 3

ТАКСАЦІЙНА СТРУКТУРА ЛІСІВ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ

3.1 Розподіл вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок за категоріями

Інвентаризація лісів в Україні широко використовує дані ДЗЗ, що зменшує витрати на польові роботи, підвищує оперативність і додає просторову складову оцінкам (карти таксаційних показників). Частина оцінок при цьому може здійснюватися за даними візуальної інтерпретації знімків. До них передусім належить встановлення актуальної площі вкритих лісовою рослинністю ділянок.

У практиці національної інвентаризації лісів візуальна інтерпретація забезпечує порівнянність даних між регіонами, роками та різними типами лісокористування, вона дозволяє виявляти просторову структуру лісового покриву - розподіл за типами насаджень, походженням деревостанів, а також визначати природні й антропогенні порушення. Наприклад, за методикою польових робіт НІЛ кожна інвентаризаційна ділянка поділяється на сегменти, які відповідають певним категоріям земель (лісові, нелісові, вкриті або неvkриті лісовою рослинністю) [36].

Передусім НІЛ цікавлять лісові землі, вкриті (лісові культури, природні насадження, реконструйовані, природно заліснені ділянки) та неvkриті лісовою рослинністю (галявини, зруби, рідколісся, кормові поля, незімкнуті культури). Значно більша увага приділяється вкритим лісовою рослинністю ділянкам. Відповідно до методичних вказівок НІЛ України - це земельні лісові ділянки, зайняті деревною та чагарниковою рослинністю, із зімкнутістю крон понад 0,1

За результатами аналізу вибірки з 680 інвентаризаційних ділянок, встановлено, що структура земельного покриву Черкаської області характеризується домінуванням сільськогосподарських угідь та лісових екосистем. Такий розподіл відповідає природним та господарським особливостям Лісостепової зони (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1

Структура земельного покриття Черкаської області (станом на 2024 рік) за даними візуального аналізу інвентаризаційних ділянок

Тип земельного покриття	Кількість ділянок	Частка від загальної кількості, %
Сільськогосподарські угіддя	420	61,86%
Ліс	158	23,27%
Води	33	4,86%
Трав'яниста місцевість	31	4,57%
Поселення / забудова	20	2,95%
Болота та водно-болотні угіддя	10	1,47%
Інша деревна рослинність	4	0,59%
Інші	3	0,44%

Найбільшу частку займають сільськогосподарські землі - 420 ділянок (61,86%), що формує основу сучасної земельної структури регіону. Значна частка агроландшафтів вказує на інтенсивну господарську діяльність і високий рівень трансформації природних територій на користь аграрного виробництва.

Важливу роль у структурі землекористування відіграють лісові ділянки - 158 (23,27%), які формують ключовий природний компонент ландшафту області. Вони представлені головним чином сосновими, дубовими та мішаними лісами з характерною для регіону щільністю намету та стабільною видовою структурою. Лісові масиви виконують функції екологічного балансу, захисту ґрунтів та підтримки біорізноманіття.

Меншу частку займають водні об'єкти - 33 ділянки (4,86%) та трав'янисті угіддя (луки) - 31 ділянка (4,57%). Антропогенно трансформовані території становлять 20 ділянок (2,95%), що свідчить про помірний рівень урбанізації в регіоні. Їх частка значно нижча за сільськогосподарську, що підкреслює збереження аграрного профілю Черкаської області [20].

До категорії земель з підвищеною екологічною цінністю належать водно-болотні угіддя - 10 ділянок (1,47%), які забезпечують регуляцію водного балансу та є осередками біорізноманіття. Невелику частку формують також інші типи природних угідь, зокрема ділянки з іншою деревною рослинністю (0,59%) та іншими природними елементами ландшафту (0,44%).

У цілому структура земельного покриву за даними вибірки демонструє домінування аграрних ландшафтів у поєднанні зі значною площею лісових екосистем, що є характерним для сучасної Черкаської області. Такий баланс визначає природно-господарську специфіку регіону та його роль як одного з провідних аграрно-лісостепових районів України.

Методика визначення площі базується на класичній статистичній теорії оцінювання часток і відсотків (Кокрен, 1976), яка в практиці вибіркової інвентаризації лісів передбачає встановлення співвідношення кількості первинних одиниць вибірки (у нашому випадку - центрів ділянок), що потрапили на вкриті лісовою рослинністю ділянки відповідної категорії (m_i), до їхньої загальної кількості (n):

$$p_i = \frac{m_i}{n}, \quad (3.1)$$

Для побудови довірчого інтервалу одержаної частки використовується біноміальний підхід. У його основу покладено припущення, що всі вибіркові одиниці належать до одного із двох класів: 1 - ознака є; 2 - ознака відсутня. Звідси одержують:

$$\tilde{p} = p_i \pm \pm SE_{p_i} = p_i \pm (z * \sqrt{\frac{p_i * (1 - p_i)}{n}}), \quad (3.2)$$

Щоб отримати інтервальну оцінку площі відповідної категорії лісових ділянок, потрібно загальну площу вкритих лісовою рослинністю ділянок, яку було оцінено під час регіональної інвентаризації лісів Черкаської області помножити на відповідні границі довірчого інтервалу:

$$A_j = A * \tilde{p}, \quad (3.3)$$

У цілому, близько 30 % території вибірки припадає на природні або напівприродні типи покриву - ліси, трав'янисті угіддя, болота та іншу деревну рослинність Решта близько 70 % становлять господарсько освоєні землі, переважно сільськогосподарські угіддя та території поселень. Такий розподіл загалом свідчить про наявність помітної частки природних екосистем у структурі

землекористування Черкаської області, що є важливою передумовою для підтримання екологічної стійкості та відновлюваності лісових ресурсів регіону [44].

3.2. Площа лісів за панівними породами

Аналіз площі лісів за панівними породами є важливим елементом оцінки стану, продуктивності та біорізноманіття лісових екосистем. Панівна порода (або домінуюча деревна порода) визначає тип деревостану, його лісорослинні умови, таксаційні характеристики (запас, вік, повнота), а також потенціал господарського використання.

Згідно з положеннями НІЛ, визначення панівних порід має не лише статистичне, а й екологічне значення - воно характеризує структурну стабільність лісових угруповань, їх відновлюваність і природну динаміку [36].

За результатами національної інвентаризації лісів, розподіл площі за панівними породами використовується для:

- оцінки лісистості території;
- розрахунку запасів деревини за породами;
- планування відтворення лісів;
- оцінки вуглецевого балансу.

Відповідно до Методичних вказівок НІЛ, панівною породою вважається та, що має найбільшу частку суми площ поперечних перерізів стовбурів дерев першого ярусу [23].

Визначення панівної породи на інвентаризаційній ділянці, розрахунок виконується за формулою [30]:

$$P_i = \frac{\sum G_i}{\sum G_i \text{ усіх порід}} , \quad (3.4)$$

P_i - частка i -тої породи у складі деревостану;

$\sum Gi$ - сума площ поперечних перерізів стовбурів даної породи;

$\sum Gi$ усіх порід - сума площ перерізів усіх дерев у ярусі.

Після визначення панівної породи для кожної, площа ділянок $A_{\text{проби}}$ додається до загальної площі тієї породи:

$$A_{\text{проби}} = \sum \sum_{j=1}^{n_p} A_j, \quad (3.5)$$

$A_{\text{проби}}$ - загальна площа, де панує певна порода;

A_j - площа кожної проби (0,05 га);

n_p - кількість проб для породи p .

Таблиця 3.2

Розподіл площ за панівними породами по результатам НІЛ 2021 р.

№	Панівна порода	Площа інвентаризаційних ділянок, га	Частка, %
1	Дуб звичайний (<i>Quercus robur</i>)	1,8662	32,09
2	Сосна звичайна (<i>Pinus sylvestris</i>)	1,2886	22,16
3	Робінія (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	0,4801	8,25
4	Ясен звичайний (<i>Fraxinus excelsior</i>)	0,4175	7,18
5	Липа дрібнолиста (<i>Tilia cordata</i>)	0,3607	6,20
6	Граб звичайний (<i>Carpinus betulus</i>)	0,3325	5,72
7	Вільха чорна (<i>Alnus glutinosa</i>)	0,2670	4,59
8	Береза повисла (<i>Betula pendula</i>)	0,2210	3,80
9	Клен гостролистий (<i>Acer platanoides</i>)	0,1545	2,66
10	Осика (<i>Populus tremula</i>)	0,1230	2,12
Σ		5,8161	100

З аналізу даних таблиці 3.2 видно, що домінуючими породами Черкаської області є дуб звичайний і сосна звичайна, які разом займають понад половину всієї облікованої площі - 32,09 % і 22,16 % відповідно. Це свідчить про те, що регіон має змішаний тип лісів, у яких переважають як листяні, так і хвойні види.

На третьому місці за площею розповсюдження знаходиться робінія - близько 8,25 %, що є типовим для лісових насаджень, де активно застосовується інтродукована деревна флора. Дещо менші показники мають ясен звичайний - 7,18 %, липа дрібнолиста - 6,20 %, а також граб звичайний - 5,72 %. Ці породи формують основний листяний ярус, характерний для Лісостепу, і відіграють важливу екологічну роль у стабілізації біорізноманіття регіону.

Інші породи, такі як вільха чорна, береза повисла, клен гостролистий та осика, займають відносно незначні площі (від 2,12 % до 5,73 %). Їхня присутність є показником різноманітності лісових екосистем області, а також свідченням адаптації до різних типів ґрунтів і умов зволоження.

Загалом таблиця демонструє збалансовану структуру деревостану Черкаської області з чітким переважанням дубово-соснових лісів, що відповідає природним умовам Лісостепової зони. Такий видовий склад забезпечує високу продуктивність лісів, стійкість до кліматичних коливань і сприяє формуванню різноманітних біотопів.

Таблиця 3.3 демонструє, що найбільшу площу займає дуб звичайний, що становить 31,24 %. Це підтверджує домінування дубових лісів у структурі регіональних насаджень і свідчить про їхню високу господарську цінність та екологічну роль.

Другою за площею є сосна звичайна - 24,26 %. Її значна частка пояснюється типовими умовами для хвойних лісів у північній та центральній частині області.

Таблиця 3.3

Розподіл площ за панівними породами по результатам НІЛ 2023 р.

№	Панівна порода	Площа (га)	Частка, %
1	Дуб звичайний (<i>Quercus robur</i>)	1,3927	31,24
2	Сосна звичайна (<i>Pinus sylvestris</i>)	1,0815	24,26
3	Ясен звичайний (<i>Fraxinus excelsior</i>)	0,4670	10,47
4	Граб звичайний (<i>Carpinus betulus</i>)	0,4433	9,94
5	Робінія (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	0,3000	6,73
6	Липа дрібнолиста (<i>Tilia cordata</i>)	0,2581	5,79
7	Вільха чорна (<i>Alnus glutinosa</i>)	0,1915	4,29
8	Береза повисла (<i>Betula pendula</i>)	0,1422	3,18
9	Осика (<i>Populus tremula</i>)	0,0868	1,95
Σ		4,4586	100,00

Ясен звичайний охоплює 10,47 %, що вказує на його поширення переважно у вологих і родючих місцях. Далі йдуть граб звичайний - 9,94 %, робінія - 6,73 %, та липа дрібнолиста - 5,79 %.

Меншу, але помітну частку займають вільха чорна - 4,19 %, береза повисла - 3,18 %, осика - 1,95 %.

Отже, структура насаджень характеризується переважанням твердолистяних порід (дуб, граб, ясен), тоді як частка м'яколистяних (береза, осика) є відносно невеликою. Такий розподіл свідчить про домінування цінних лісоутворюючих видів, що забезпечують екологічну стабільність і мають важливе господарське значення.

Узагальнена інформація про склад лісових насаджень Черкаської області наведено на рис. 3.1.

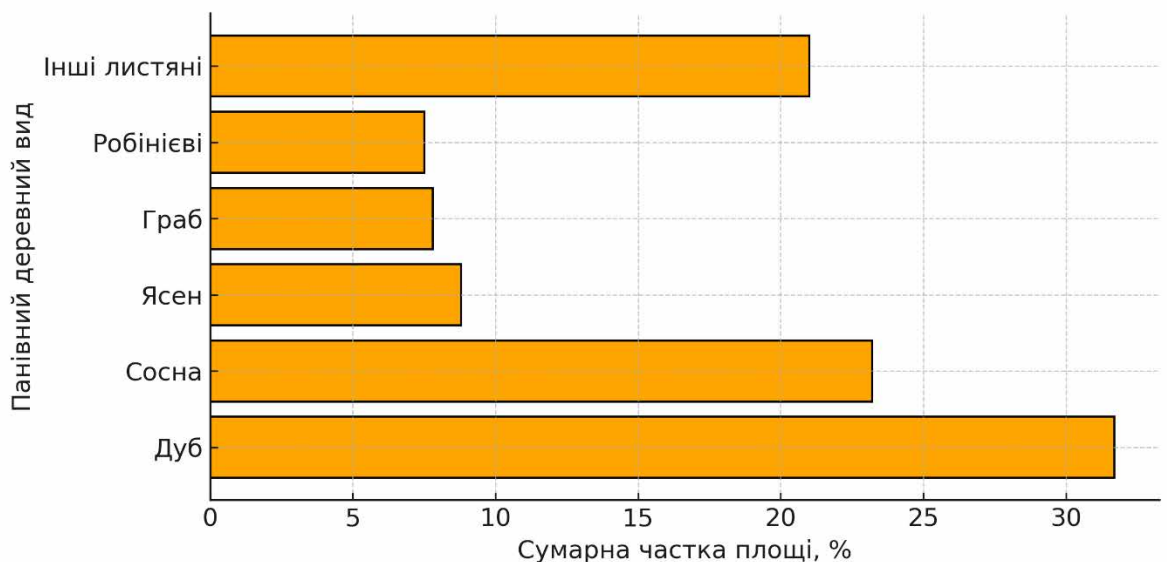


Рис. 3.1. Видовий склад лісів Черкаської області за даними НІЛ

Подібність оцінок для 2021 і 2023 років свідчить про достовірність вибіркової інвентаризації лісів, яка дозволяє швидко оцінити розподіл площі лісів за панівними породами.

3.3. Середні таксаційні показники деревостанів

Таксаційні показники деревостанів є основою лісової інвентаризації, обліку ресурсів та планування господарських заходів. Вони відображають кількісну та якісну структуру насаджень, визначають їх продуктивність, стан і розвиток [24].

У системі НІЛ України ці показники обчислюються на основі вибіркового методу - закладання пробних ділянок певного розміру, на яких проводять обміри дерев, пнів, чагарників, поновлення, живого надґрунтового покритву тощо

Розрахунок середніх значень таксаційних показників:

$$\bar{T} = \frac{\sum Ti \cdot Ai}{\sum Ai}, \quad (3.6)$$

де Ti - середнє значення таксаційного показника на i -тій підпроби;

Ai - площі i -тої підпроби.

Визначення середнього діаметра деревостану:

$$D = \sqrt{\frac{\sum d_i^2}{n}}, \quad (3.7)$$

d_i - діаметр окремого дерева, см

n - кількість дерев у вибірці.

Визначення середньої висоти деревостану:

$$H = \frac{\sum_{i=1}^n Hi}{n}, \quad (3.8)$$

H - середня висота деревостану, м;

Hi - висота i -го дерева, м;

n - кількість дерев у вибірці.

Визначення середньої повноти деревостану:

$$P = \frac{G}{G_{1,0}}, \quad (3.9)$$

P - повнота деревостану;

G - фактична сумарна площа поперечних перерізів дерев, $\text{м}^2 \cdot \text{га}^{-1}$;

$G_{1,0}$ - сума площ перерізів повного деревостану з повнотою 1,0, $\text{м}^2 \cdot \text{га}^{-1}$.

Величина $G_{1,0}$ визначається за, так званими, стандартними таблицями сум площ перерізів і запасів, або за таблицями ходу росту повних насаджень [24].

Запас деревостану (М):

$$M = G \cdot H \cdot f, \quad (3.10)$$

f - старе видове число, визначається за породою і віком із довідника (зазвичай 0.42-0.47 для хвойних, 0.45-0.50 для листяних) [24].

Середній вік:

$$A = \frac{\sum a_i * n_i}{\sum n_i}, \quad (3.11)$$

a_i - середній вік дерев по породі;

n_i - кількість дерев відповідної породи.

Клас бонітету:

$$B=f(H,A), \quad (3.12)$$

Визначається за таблицями бонітетних шкал таблиць Лісотаксаційного довідника через співвідношення висоти та віку.

Таблиця 3.3

Середні таксаційні показники деревостанів за даними НІЛ 2021 р.

Панівна порода	Клас бонітету	Середній діаметр, см	Середня висота, м	Середній вік, роки
Дуб звичайний (<i>Quercus robur</i>)	II	31,7	22,3	80
Сосна звичайна (<i>Pinus sylvestris</i>)	II	26,5	20,7	64
Клен гостролистий (<i>Acer platanoides</i>)	II	17,0	13,6	34
Вільха чорна (<i>Alnus glutinosa</i>)	II	30,3	18,2	48
Граб звичайний (<i>Carpinus betulus</i>)	II	17,5	15,4	39
Ясен звичайний (<i>Fraxinus excelsior</i>)	I	32,1	22,5	62
Робінія (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	II	18,0	11,2	34
Липа дрібнолиста (<i>Tilia cordata</i>)	II	26,7	21,3	63
В'яз гладкий (<i>Ulmus minor</i>)	I	21,8	14,6	33

У таблицях 3.3 і 3.4 «Середні таксаційні показники деревостанів за даними НІЛ» наведено порівняння десяти основних деревних порід за ключовими лісотаксаційними характеристиками: класом бонітету, середнім діаметром,

середньою висотою та віком. Аналіз цих показників дозволяє оцінити продуктивність і стан деревостанів різних порід у межах Черкаської області.

Найвищу продуктивність за класом бонітету демонструють ясен звичайний та в'яз гладкий, які належать до I класу бонітету. Ясен звичайний має середній діаметр 32,1 см, середню висоту 22,5 м і середній вік 62 роки, що характеризує його як високопродуктивний деревостан з добрими умовами росту. В'яз гладкий, (діаметр 21,8 см, висота 14,6 м), також належить до I класу, що свідчить про сприятливі лісорослинні умови для цього виду.

До II класу бонітету належить більшість порід, представлених у таблиці: клен гостролистий, вільха чорна, граб звичайний, сосна звичайна, дуб звичайний, робінія (акація біла) та липа дрібнолиста

Таблиця 3.4

Середні таксаційні показники деревостанів за даними НІЛ 2023 р.

Панівна порода	Клас бонітету	Середній діаметр, см	Середня висота, м	Середній вік, роки
Дуб звичайний (<i>Quercus robur</i>)	II	34,85	23,0	80
Сосна звичайна (<i>Pinus sylvestris</i>)	II	30,0	22,15	64
Клен гостролистий (<i>Acer platanoides</i>)	II	27,5	19,3	52
Вільха чорна (<i>Alnus glutinosa</i>)	II	38,2	22,3	65,5
Граб звичайний (<i>Carpinus betulus</i>)	II	23,0	18,85	53
Ясен звичайний (<i>Fraxinus excelsior</i>)	I	35,15	25,55	71,5
Робінія (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	II	21,65	14,5	39,5
Липа дрібнолиста (<i>Tilia cordata</i>)	II	27,85	21,0	72,5
В'яз гладкий (<i>Ulmus minor</i>)	II	34,9	19,8	56,5

У порівнянні з ними клен гостролистий має нижчі середні показники росту: діаметр 17,0 см, висота 13,6 м, вік 34 роки.

Окремо слід зазначити робінію, яка має діаметр 18,0 см, висоту 11,2 м та вік 34 роки. Незважаючи на нижчі параметри, вона відіграє важливу роль у

формуванні мішаних лісів і часто використовується у поєднанні з лісорозведенні.

Найвищі показники продуктивності мають деревостани I класу бонітету, до яких належать ясен звичайний та в'яз гладкий. Ясен звичайний характеризується високими параметрами росту: середній діаметр становить 35,15 см, середня висота - 26 м, а середній вік - 72 роки. В'яз гладкий має дещо нижчі значення (діаметр 34,9 см, висота 19,8 м, вік 57 років), проте також належить до I класу, що вказує на стабільний ріст виду за сприятливих умов.

Більшість порід у таблиці належить до II класу бонітету, включаючи: клен гостролистий, вільху чорну, граб звичайний, сосну звичайну, дуб звичайний, робінію звичайну та липу дрібнолисту.

Таким чином, у 2023 році більшість деревостанів Черкаської області належить до II класу бонітету, що свідчить про загалом сприятливі умови росту в регіоні.

3.4. Роль інвентаризації лісів в лісоуправлінні

Інвентаризація лісів є системним процесом збирання, аналізу й узагальнення даних про стан лісових екосистем, який створює основу для прийняття стратегічних і тактичних рішень у лісоуправлінні. Згідно з даними Центру національної інвентаризації лісів, національні інвентаризації є визнаним інструментом оцінювання лісових ресурсів, що використовується для підтримки національної лісової політики в усіх розвинених країнах Європи [26].

Основна мета таких систем - забезпечити науково обґрунтовану основу управління лісами, включно з плануванням господарської діяльності, охороною природи, звітністю перед міжнародними структурами (FAO, UNFCCC, IPCC) та оцінкою внеску лісів у поглинання вуглецю.

Інвентаризація це не лише технічна процедура збору даних, а вагомий допоміжний елемент системи лісоуправління, що забезпечує:

- науково обґрунтоване планування;
- розробку лісової політики;
- екологічний моніторинг;
- міжнародну звітність.

Інвентаризація забезпечує стратегічний рівень управління, оскільки формує об'єктивну картину стану лісів у масштабі держави. Завдяки систематичним оцінкам, НІЛ дозволяє:

- визначати площу лісів, їх структуру за породами, віком, запасами;
- оцінювати продуктивність і потенціал сталого користування;
- моделювати динаміку змін лісового покриву (відновлення, втрати);
- прогнозувати вуглецевий баланс у контексті кліматичної політики.

Наступний крок для вдосконалення НІЛ є запровадження ДЗЗ-інвентаризації, яка продемонструвала свій значний потенціал в умовах обмежених ресурсів та доступу до територій.

Висновки до розділу 3:

1. Структура земельного покриву області характеризується переважанням сільськогосподарських угідь (61,86 %) та лісів (23,27 %), що є типовим для лісостепової зони.

2. Серед панівних порід домінують дуб звичайний та сосна звичайна. За даними НІЛ 2021 та 2023 років, їхня сумарна частка становить понад 50 % площі лісів області. Іншими важливими породами є ясен, граб, липа та робінія, які формують основу листяних та мішаних насаджень.

3. Таксаційні показники деревостанів свідчать, що більшість насаджень належить до I-II класів бонітету. Найвищі продуктивні значення мають сосна звичайна, липа дрібнолиста та тополя чорна.

ВИСНОВКИ

У магістерській кваліфікаційній роботі проведено комплексне дослідження таксаційної структури лісів Черкаської області на основі матеріалів Національної інвентаризації лісів України, зібраних на інвентаризаційних ділянках у 2021-2023 роках. Виконаний аналіз дав змогу отримати об'єктивну, репрезентативну та статистично достовірну характеристику лісового фонду регіону, що відповідає сучасним вимогам сталого лісоуправління.

У роботі опрацьовано методичні підходи до оцінювання таксаційних показників, зокрема складу насаджень, вікової структури, повноти, запасу, середніх таксаційних параметрів та розподілу площ за панівними деревними породами. Використання стандартизованих процедур НІЛ забезпечило зіставність даних, високу точність вимірювань і можливість інтеграції результатів у загальнодержавні та європейські бази даних.

Аналіз лісів Черкаської області показав, що регіон має значну породну різноманітність, де провідне місце займають господарсько цінні породи дуб звичайний, сосна звичайна, ясен звичайний та граб звичайний. Лісові насадження належать переважно до середньовікової групи, що свідчить про відносно стабільний стан лісового фонду. Для більшості порід зафіксовано високу повноту та позитивну динаміку ростових процесів у молодняках.

Загалом проведене дослідження підтверджує високу ефективність методики Національної інвентаризації лісів як інструменту моніторингу, аналізу та прогнозування стану лісових екосистем. Отримані результати мають важливе практичне значення для планування лісогосподарських заходів, оптимізації структури насаджень, підвищення продуктивності лісів та ухвалення управлінських рішень на регіональному й національному рівнях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Білоус А. М., Кашпор С. М., Миронюк В. В., Свинчук В. А., Леснік О. М. Лісотаксаційний довідник. Київ : Видавничий дім «Вініченко», 2021. 496 с.
2. Бець М. Т. Приватне лісокористування як потенціал підвищення ефективності управління лісовим господарством. Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Менеджмент та підприємництво в Україні : етапи становлення та проблеми розвитку. 2007. № 605. С. 186-190.
3. Букша І. Ф. Концептуальні положення моніторингу лісів України. Лісівництво і агролісомеліорація. 2002. Вип. 100. С. 13-16.
4. Букша І. Ф. Принципи побудови багаторівневої мережі ділянок моніторингу лісів України. Лісівництво і агролісомеліорація : зб. наук. праць. 2004. Вип. 107. С. 242-251.
5. Букша І. Ф. Як впроваджувати національну інвентаризацію лісів. Лісовий і мисливський журнал. 2020. № 3. С. 2-5.
6. Букша І. Ф. Проблеми забезпечення якості даних Національної інвентаризації лісів України : звіт з лісової політики. URL: https://www.sfi-ukraine.org.ua/wpcontent/uploads/2023/11/buksha_qa-nfi-data_2022-02-ukr.pdf (дата звернення: 21.10.2025).
7. Букша І. Ф., Пастернак В. П. Інвентаризація та моніторинг парникових газів у лісовому господарстві : Монграфія. Харків : ХНАУ, 2005. 125 с.
8. Букша І. Ф., Пастернак В. П., Черни М. Можливості застосування польової ГІС-технології Field-Map у вирішенні задач моніторингу та інвентаризації лісів. Матеріали регіональної наради “Можливості сучасних ГІС/ДЗЗ-технологій”. Суми, 2005.
9. Букша І. Ф. Удосконалення системи інформаційного забезпечення лісового господарства і охорони природи на основі передових технологій моніторингу та інвентаризації лісів. Матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф. «Екологічна безпека : проблеми і шляхи вирішення», вересень 2006, Алушта. 2006. Т. 2. С. 44-49.

10. Букша І.Ф., Волкова Р.Є., Пастернак В.П. Сучасний стан і перспективи моніторингу біорізноманіття лісової рослинності в Україні. Матеріали конф. «Моніторинг біорізноманіття в Україні : сучасний стан та перспективи». липень 2007, Київ. Київ, 2007. С. 20.

11. Букша І. Ф. Польова ГІС FIELD-MAP - передова технологія для моніторингу лісів. Матеріали II міжнар. наук.-практ. конф. «Моніторинг навколишнього природного середовища: науково-методичне, нормативне, технічне, програмне забезпечення (вересень 2007, Коктебель). 2007. С. 88-89.

12. Букша І. Ф., Пастернак В. П., Пивовар Т. С. та ін. Визначення критеріїв та індикаторів сталого ведення лісового господарства на основі даних інвентаризації і моніторингу лісів. Науковий вісник НУБіП України: Збірник наукових праць. 2014. Вип. 198, ч.1. С. 160-167.

13. Букша М. І., Яроцький В. Ю., Яроцька М. О. Характеристика лісової рослинності Національного природного парку «Гомільшанські ліси» за результатами вибірково-статистичної інвентаризації лісів. Лісівництво і агролісомеліорація. Вип. 117. 2010. С. 40-48.

14. Вицега Р. Р., Гриник Г. Г. Національна інвентаризація лісу у Фінляндії, Швеції, Литві та Данії. Наук. вісник НЛТУ України. 2008. Вип. 18.11. С. 141-143.

15. Вибірково-статистична інвентаризація лісових насаджень / І. Ф. Букша, В. П. Пастернак, Т. С. Мешкова та ін. Науковий вісник НАУ : зб. наук.праць. 2006. Вип. 103. С. 163-172.

16. Георгіян М. І., Миронюк В. В. Застосування стратифікованої вибірки. Збалансоване природокористування. 2017. Вип. 1. С. 69-74.

17. Горошко М. П., Хомюк П. Внесок Г. Пясецького у розвиток лісотипологічної ідеї акад. П.С. Погребняка. Наук. вісник НАУ. 2000. Вип. 27. С. 64-68.

18. Державне агентство лісових ресурсів України. Загальна характеристика лісів України : веб-сайт. URL: <https://forest.gov.ua/napryamki-diyalnosti/lisi-ukrayini/zagalna-harakteristika-lisiv-ukrayini> (дата звернення: 23.10.2025).

19. Загальна характеристика лісів України. Товариство лісівників України : веб-сайт. URL: <https://tlu.kiev.ua/> (дата звернення 07.09.2025).
20. Екологічний паспорт Черкаської області : веб-сайт URL: ck-oda.gov.ua/ekologiya/ (дата звернення: 26.08.2025).
21. Інструкція з упорядкування лісового фонду України. Ч. 1: Польові роботи. Ірпінь, 2006. 75 с.
22. Лакида П. І., Зібцев С. В., Букша І. Ф., Пастернак В.П. Кіотський протокол і його реалізація в Україні. Зб. тез доп. учасників конф. науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів та 60-ї ювілейної студентської наук.-виробн. конф. Київ : ННІ ЛІСПГ НАУ, 2006. С. 118-119.
23. Лакида П. І., Шамрай А. Є. Надземна фітомаса та депонований вуглець. Наук. вісник НЛТУ України. 2013. Т. 23(1). С. 8-13.
24. Лісотаксаційний довідник / за ред. С. М. Кашпора, А. А. Строчинського. Київ : ВД Винниченко, 2013. 496 с.
25. Миклуш С. І., Гаврилюк С. А., Часковський О. Г. Дистанційне зондування Землі в лісовому господарстві. Львів : ЗУКЦ, 2012. 322 с.
26. Миронюк В. В. Інвентаризація рівнинних лісів України за даними супутникової зйомки. Харків : Глобус, 2020. 240 с.
27. Миронюк В. В. Оцінка точності глобальних карт зімкнутості деревостанів. Біоресурси і природокористування. 2018. Т. 10(1-2). С. 115-123.
28. Миронюк В. В., Білоус А. М., Дячук П. П. Прогнозування таксаційних показників. Ukrainian J. Forest and Wood Science. 2019. Т. 10(2). С. 51-57.
29. Миронюк В. В., Білоус А. М., Дячук П. П., Федина К. Р. Точність вибіркової таксації. Біоресурси і природокористування. 2018. Т. 10(5-6). С. 145-155.
30. Миронюк В. В., Свинчук В. А., Білоус А. М., Василюшин Р. Д. Лісова таксація. Київ : НУБіП України, 2019. 220 с.
31. Миронюк В. В. Перспективи використання k-NN методу класифікації космічних знімків. Збалансоване природокористування. 2015. № 2. С. 9-1

32. Пастернак В. П., Букша І. Ф. Обґрунтування напрямів діяльності у секторі землекористування та лісового господарства для забезпечення виконання вимог Кіотського протоколу в Україні. Науковий вісник Національного аграрного університету : зб. наук. праць. 2007. Вип. 106. С. 124-134.
33. Проблеми і стратегія виконання Україною Рамкової конвенції ООН про зміну клімату / за ред. В. Я. Шевчука. Київ : Вид-во УІНСіР, 2001. 96 с.
34. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Черкаській області у 2023 році : веб-сайту URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoryng/regionalni-dopovidi-pro-stan-navkolyshnogo-seredovyssha-v-ukrayini/> (дата звернення: 28.09.2025)
35. Технічна підтримка розвитку лісової політики SFI : веб-сайт. URL: <https://www.sfi-ukraine.org.ua/project-output/> (дата звернення: 23.10.2025).
36. Укрдержліспроєкт. Сучасні інструменти моніторингу лісів : веб-сайт. URL: <https://nfi.lisproekt.gov.ua/> (дата звернення: 08.10.2025).
37. Яроцький В. Ю., Пастернак В. П., Яроцька М. О. Результати тестування методики інвентаризації лісів. Зб. наук. праць «Динаміка біорізноманіття 2012». Луганськ : ЛНУ ім. Тараса Шевченка, 2012. С. 53 - 54..
38. Coops, N. C. et al. Framework for near real-time forest inventory using multi source remote sensing data. *Forestry: An International Journal of Forest Research*. 2023. Vol. 96, 1. P. 1-19.
39. Designing a new national forest survey for Sweden. [Електронний ресурс] / В. Ranneby, Т. Cruse, В. Hägglund, Н. Jonasson. URL : <https://pub.epsilon.slu.se/4634/1/SFS177.pdf> (дата звернення: 10.09.2025)
40. Hansen M. C., Potapov P. V., Moore R. High-resolution global maps. *Science*. 2013. Vol. 342. P. 850-853.
41. Hislop S., Haywood A., Alaibakhsh M. et al. A reference data framework. *Int. J. Applied Earth Observation*. 2021. Vol. 105.
42. Lithuanian National Forest Inventory 1998-2002: Sampling Design, Methods, Results. Vilnius : State Forest Survey Service, 2003.

URL: https://forest.eea.europa.eu/resources/national_resource_catalogue/resources/lithuanian-national-forest-inventory-1998-2002-sampling-design-methods-results-state-forest-survey-service-2003 (дата звернення: 10.09.2025)

43. McRoberts R. E., Tomppo E., Gschwantner T., Lawrence M. National Forest Inventories: Pathways. Springer, 2010. 612 p.

44. Myroniuk V. V. Suchasni metody otsinky taksatsiinykh pokaznykivlisovykh nasadzhen na osnovi deshyfruvannya kosmichnykh znimkiv [Modern methods of evaluating performance taksatsiynykh woodland-based decryption of satellite images]. Scientific Journal NUBiP Ukraine. 2013. Vol. 183 (1). P. 209-215.

45. Myroniuk V., von Dosky V. Analysis of temporal changes (2019-2023) of structural forest attributes using series of RS-Inventories in Ukraine : Forest Policy Report SFI. Irpin, 2024. 29 p. URL: <https://nfi.lisproekt.gov.ua/wp-content/uploads/2024/09/sfi-change-report-ua-myroniuk.pdf> (дата звернення: 10.10.2025)

46. Myroniuk V., Weinreich A. et al. Nationwide remote sensing framework for forest resource assessment. Forest Ecology and Management. 2024. Vol. 569.

47. Results of the National Forest Inventory in the Czech Republic 2001-2004. URL: https://nli.gov.cz/wp-content/uploads/2007_metodika_vysledky_nil1.pdf (дата звернення: 11.10.2025).

48. Senf C., Seidl R. Mapping the forest disturbance regimes of Europe. Nature Sustainability. 2021. Vol. 4. P. 63-70.

49. Storozhuk V., Buksha I. National Forest Inventory: how forest policy contributes. German-Ukrainian Agropolicy Dialogue. 2018. 20 p.

50. Tomppo E., Gschwantner T., Lawrence M., McRoberts R. E. (Eds.) National Forest Inventories: Pathways for Common Reporting. Dordrecht : Springer, 2010. 612 p.