

Міністерство освіти і науки України
Чорноморський національний університет імені Петра Могили
Навчально-науковий медичний інститут
Кафедра екології

**ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ ЛІСОВОГО ФОНДУ НА ЗЕМЛЯХ
ЛІСОГОСПОДАРСЬКОГО ФОНДУ У ЛЬВІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ**

Дипломна робота бакалавра
за спеціальністю Е2 – Екологія

Виконавець:
Студентка IV курсу, 421 групи
Батигіна Єва Дмитрівна

Науковий керівник:
к.т.н., доцент (б.в.з.)
Крисінська Д. О.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Навчально-науковий медичний інститут

Перший рівень вищої освіти – БАКАЛАВР

Галузь знань: 10 Природничі науки

Спеціальність: 101 «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри екології

Л.І.Григор'єва

«__» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

Студенту _____ Батигіної Єви Дмитрівни _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Оцінювання стану лісового фонду на землях лісогосподарського фонду у Львівській області затверджена наказом ЧНУ імені Петра Могили від «__» _____ 2025 р. № __

2. Завдання дослідження (перелік питань, що підлягають дослідженню в алгоритмічній формі):

- ☐ Оцінити вплив лісозаготівельної діяльності на стан лісового фонду Львівської області.
- ☐ Визначити проблеми лісозаготівельної діяльності та природного відновлення лісів, їхні основні чинники.
- ☐ Виконати математичне дослідження залежності природного відновлення лісів від обсягів рубок.
- ☐ Дослідити закономірності впливу рубок на відновлення лісів.
- ☐ Розробити пропозиції щодо покращення стану лісового фонду Львівської області.

Календарний план виконання роботи

№	Розділ ДРБ	Дата виконання
1	Вступ	Листопад 2024
2	Розділ 1. Аналіз інформації за темою	Січень 2025
3	Розділ 2. Об'єкт, предмет і методи дослідження	Лютий 2025
4	Розділ 3. Результати досліджень	Березень 2025
5	Узагальнення результатів дослідження	Квітень 2025
6	Висновки і пропозиції	Травень 2025

Дата видачі завдання _____ жовтень 2024

Керівник дипломної роботи бакалавра _____ Крисінська Д.О.

підпис

Завдання прийняв до виконання (дата) _____ Батигіна Є.Д.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ.....	8
1.1 Характеристика лісового фонду	8
1.2. Методи оцінювання стану лісових екосистем	10
1.3. Законодавча база, що регулює лісокористування в Україні.....	11
1.4. Взаємозв'язок між лісозаготівельною діяльністю та природним відновленням лісів	13
1.4.1 Характеристика рубок	13
1.4.2. Характеристика природного відновлення лісів	17
1.4.3. Вплив рубки на природну відновлюваність лісів	20
1.5. Сучасний стан та проблеми лісового фонду львівської області	22
1.6. Висновки за розділом	26
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	27
2.1. Об'єкт і предмет дослідження	27
2.2. Методологія дослідження	28
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	32
3.1. Аналіз кореляційної залежності між природною відновлюваністю та різними типами рубок	32
3.2. Динаміка зміни індексу лісистості території	42
РОЗДІЛ 4. УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ	45
РОЗДІЛ 5. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ПОКРАЩЕННЯ.....	48
5.1. Європейський досвід у лісогосподарстві	48
5.2. Огляд нових технологій управління лісогосподарством	51
5.3. Пропозиції покращення.....	53
ВИСНОВКИ.....	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	57

ВСТУП

Лісові ресурси відіграють надзвичайно важливу роль у забезпеченні екологічної рівноваги, економічного розвитку та соціального добробуту держави. Ліси виконують природоохоронну, економічну, кліматорегулюючу та рекреаційну функції, забезпечуючи сталість природних екосистем та підтримуючи біорізноманіття. В Україні ліси займають приблизно 15,7% загальної території держави, що є відносно низьким показником порівняно з багатьма європейськими країнами. Разом з тим, у Львівській області цей показник значно вищий – 31,8%, що свідчить про велике значення лісових ресурсів для даного регіону.

Актуальність теми дослідження зумовлена необхідністю забезпечення сталого розвитку лісового господарства Львівської області, зокрема збереження, відновлення та раціонального використання лісового фонду. Лісозаготівельна діяльність є одним з основних чинників, що впливають на стан лісових ресурсів. Інтенсивне вирубування лісів без належного контролю та відновлення призводить до деградації лісових екосистем, зменшення біорізноманіття, ерозії ґрунтів та змін мікроклімату. У 2022 році на території Львівської області загинуло 395 га лісів, з яких 381 га припадало на хвойні насадження. Основними причинами цього стали ураження шкідниками, розвиток хвороб, несприятливі погодні умови та вплив диких тварин. Порівняно з 2021 роком, площа загиблих лісів зросла більше ніж удвічі, що вказує на погіршення ситуації та необхідність посилення заходів з охорони лісових екосистем. Окрім природних факторів, значний негативний вплив мають антропогенні дії, зокрема незаконні рубки. Наприклад, у 2018 році на території майбутнього національного парку було виявлено масштабне браконьєрське вирубування, що призвело до знищення близько 2,5 га лісу. Подібні випадки спричиняють не лише скорочення лісового покриву, але й руйнівню впливають на екосистему, сприяючи зміні рівня ґрунтових вод, посиленню ерозійних процесів та зменшенню біорізноманіття.

Органи місцевої влади розуміють проблему і намагаються вжити заходів для збереження та відновлення лісів. З метою збереження лісового фонду України, належного захисту і відтворення лісів, створення сприятливих умов для ведення

лісового господарства на засадах сталого розвитку з урахуванням природних та економічних умов, забезпечення прав громадян на безпечне довкілля постановлено указом Президента України №228/2021 з 2021 року реалізувати екологічну ініціативу «Масштабне заліснення України». На сьогоднішній день з 1 мільярда дерев було висаджено понад 700 мільйонів, або 95.86 тис га.

Однак лише висадка молодих насаджень не здатна вирішити комплексні проблеми, такі як незаконні вирубки, деградація лісових земель та недостатній контроль за використанням лісових ресурсів. Необхідні більш комплексні та науково обґрунтовані підходи до ведення лісового господарства.

Разом із цим варто зазначити, що рубка дерев не завжди має виключно негативні наслідки. При правильному плануванні, сучасному моніторингу та впровадженні європейських методів лісокористування вона може стати корисним інструментом для підтримки здоров'я лісових екосистем. У багатьох європейських країнах, зокрема у Німеччині, Швеції та Фінляндії, впроваджено методи вибіркового рубок, які сприяють природному оновленню лісів і підвищенню їх стійкості. Також активно використовуються цифрові технології для моніторингу стану лісів, що дозволяє контролювати процеси відновлення та адаптувати лісгосподарські стратегії.

Вивчення взаємозв'язку між лісозаготівлею та природною відновлюваністю лісів є важливим завданням, що має значення не лише для екології, як науки, але й для економіки та суспільства загалом. Розуміння цих процесів дозволить забезпечити сталість лісових екосистем, зменшити ризики їхньої деградації, а також сприяти більш раціональному використанню ресурсів. Це, своєю чергою, допоможе оптимізувати лісозаготівельні процеси, зберігаючи економічну вигоду галузі без шкоди для довкілля. Окрім цього, розвиток лісового господарства та його модернізація сприятимуть створенню нових робочих місць та збільшенню зайнятості у сільських районах.

Оцінювання стану лісового фонду є ключовим завданням сучасної екологічної науки. Воно дозволяє визначити основні проблеми, пов'язані з лісозаготівлею та відновленням лісів, і розробити ефективні заходи для їх

подолання. Досвід європейських країн свідчить, що комплексний підхід до управління лісовими ресурсами, впровадження сучасних технологій вирощування садивного матеріалу, контрольовані рубки та програми з природного оновлення сприяють збереженню лісового фонду. В Україні вже впроваджуються аналогічні заходи, такі як ініціатива «Зелена країна», спрямована на висадку одного мільярда дерев протягом трьох років, що є значним кроком до збільшення площі лісів.

Мета дослідження – оцінити стан лісового фонду Львівської області та вплив лісозаготівельної діяльності на його стан. Досягнення цієї мети передбачає вирішення таких **завдань**:

1. Проаналізувати особливості лісозаготівельної діяльності та оцінити її вплив на стан лісового фонду в Львівській області.
2. Виявити проблеми, що виникають у процесі лісозаготівельної діяльності та природного оновлення лісів, а також визначити основні чинники, які впливають на ці процеси.
3. Виконати математичне дослідження залежності природного відновлення лісів від обсягів рубок.
4. Дослідити ключові закономірності впливу рубок на природне відновлення лісів.
5. Визначити індекс лісистості львівської області по роках та проаналізувати динаміку його змін.
6. Сформулювати рекомендації щодо покращення стану лісового фонду Львівської області з урахуванням європейського досвіду.

Об'єктом дослідження є лісовий фонд Львівської області, що знаходиться під управлінням державних та приватних підприємств.

Предметом дослідження є стан лісового фонду Львівської області, його зміни під впливом лісозаготівельної діяльності та заходи щодо його збереження і відновлення.

Методи дослідження включають аналіз літературних джерел, статистичні методи оцінки змін лісових площ та кількості вирубки, відновлення лісів, математичне моделювання, а також методи порівняльного аналізу, що дозволяють

визначити різницю між видами рубок а також вивчити досвід європейських країн у сфері лісового господарства.

Таким чином, дана робота є актуальною як у теоретичному, так і в практичному аспекті, оскільки результати дослідження можуть бути використані для розробки ефективних стратегій управління лісовими ресурсами в умовах сучасних екологічних викликів.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1.1 Характеристика лісового фонду

Лісовий фонд Львівської області є одним із найбільших в Україні, займаючи 694,4 тис. га, що становить понад 8 % загальної площі лісів держави. Відзначається нерівномірним розташуванням: більшість лісових масивів зосереджена в Карпатах, Розточчі, Гологорах та Малому Поліссі. За рівнем лісистості область значно перевищує середній показник по країні – 31,8 % проти 15,7 % відповідно. Ліси регіону представлені як хвойними, так і листяними породами, причому площа їхнього поширення приблизно рівнозначна, з деякою перевагою листяних. Однак за запасами деревини хвойні ліси переважають майже вдвічі, що пояснюється їхньою швидкорослістю та високою продуктивністю. Основні хвойні породи – сосна, смерека, ялиця, тоді як у складі листяних домінують бук, дуб, граб і береза. Така різноманітність деревних порід сприяє формуванню продуктивних змішаних насаджень, що підвищує їхню стійкість та економічну цінність [22].

Території лісів у Львівській області поділені на чотири основні категорії відповідно до їхнього функціонального призначення. Найбільшу площу займають експлуатаційні ліси – 310,1 тис. га (44,6 %), що використовуються для заготівлі деревини. Значна частка припадає на рекреаційно-оздоровчі ліси – 295,1 тис. га (42,5 %), які виконують важливу соціальну та екологічну функцію. Природоохоронні, наукові та історико-культурні ліси займають 132,8 тис. га (19,1 %), а захисні ліси – 115,5 тис. га (16,6 %).

Завдяки високим таксаційним показникам лісовий фонд області має значний потенціал. Майже 96 % площі вкрито насадженнями II та вищих бонітетів, з яких 20,2 % – високобонітетні, 75,6 % – середньобонітетні, а низькобонітетні (IV-V класів) займають лише 4,2 %. У різних природних зонах області переважають різні типи лісів: на Малому Поліссі – соснові та сосново-дубові, на Розточчі – соснові й буково-соснові, на Подільській височині – буково-дубові й грабово-дубові, на Передкарпатті – дубово-буково-ялицеві, а в Карпатах – букові, ялицево-букові та ялинові [4, 21].

Лісовий фонд відіграє важливу роль у функціонуванні екосистем і розвитку економіки країни, виконуючи низку екосистемних послуг, що мають критичне значення для стабільності природних і соціально-економічних процесів. З екологічної точки зору, лісові екосистеми регулюють склад атмосферного повітря та кліматичні умови місцевості. Лісові фітоценози поглинають і відбивають сонячну радіацію, регулюючи мікроклімат регіону, а також впливають на кругообіг води завдяки здатності конденсувати водяну пару, затримувати атмосферні опади та спрямовувати поверхневий стік у ґрунтові води. Ці процеси забезпечують підтримку гідрологічного балансу, запобігаючи повеням, зсувам та виснаженню водних ресурсів [7, 23].

Також ці екосистеми виконують важливу ґрунтозахисну функцію, запобігаючи водній та вітровій ерозії ґрунтів. Коренева система дерев утримує ґрунтовий покрив, зменшуючи ризик його деградації та сприяючи збереженню родючості, що опосередковано впливає на сільськогосподарське виробництво. Крім того, лісові екосистеми є осередком біорізноманіття, підтримуючи існування численних видів флори і фауни та забезпечуючи їхні життєві цикли.

З економічної перспективи ліси є джерелом деревини та недеревної продукції (гриби, ягоди, лікарські рослини), що використовується в промисловості, енергетиці та фармацевтиці. Крім того, рекреаційні та оздоровчі функції лісів є важливим чинником розвитку туризму та санаторно-курортної сфери, що приносить економічні вигоди на місцевому та державному рівнях [1].

Лісові екосистеми України відіграють важливу роль не лише в екологічному балансі, а й у соціально-економічному розвитку країни. Лісове господарство є базовою складовою економіки багатолісних регіонів, забезпечуючи робочі місця, наповнюючи місцеві бюджети та сприяючи стабільності національного господарства. В умовах воєнного часу значення лісових ресурсів зростає, оскільки вони використовуються для зміцнення обороноздатності країни та забезпечення енергетичної безпеки [23].

1.2. Методи оцінювання стану лісових екосистем

Оцінка стану лісових екосистем є складним і багатогранним процесом, що вимагає застосування різноманітних методів. Усі методи оцінювання можна умовно поділити на кілька груп, кожна з яких має свої особливості та підходи в залежності від мети дослідження та наявних ресурсів, а саме:

- Експертно-інтуїтивні методи;
- Кількісні методи;
- Графічні методи;
- Методи моделювання.

Експертно-інтуїтивні методи використовують знання та досвід фахівців для визначення стану лісових екосистем. Ці методи є особливо корисними, коли кількісні дані важко отримати або коли необхідно зробити швидку оцінку. Одним з таких методів є метод "мозкового штурму", який полягає в організації спільного обговорення проблеми групою експертів з метою генерації нових ідей та підходів.

Також застосовується метод Дельфі, який передбачає кілька етапів автономного опитування експертів з подальшим узгодженням результатів. Це допомагає досягти консенсусу серед фахівців щодо найбільш ймовірних сценаріїв розвитку лісових екосистем. Хоча ці методи є суб'єктивними, їх застосування є необхідним в умовах невизначеності та обмежених даних [13].

Кількісні методи ґрунтуються на математичних та статистичних підходах для збору, обробки та аналізу даних про лісові екосистеми. Це можуть бути методи статистичного аналізу, які дозволяють оцінити біорізноманіття лісів, їх продуктивність, стан ґрунтів, водних ресурсів та інші показники. За допомогою статистичних методів можна виявити тенденції, зробити прогнози та оцінити ефективність управлінських рішень. Математичне моделювання також є важливим інструментом в оцінці лісових екосистем, дозволяючи створювати абстрактні моделі для прогнозування змін у лісах за різних умов. Математичні моделі використовуються для визначення оптимальних параметрів лісового господарства, таких як частота вирубки, темпи відновлення лісових ресурсів, вплив кліматичних змін тощо [2].

Графічні методи використовуються для візуалізації взаємозв'язків між різними компонентами лісових екосистем. Прикладом основного з інструментів можна навести дерево цілей, що показує, як конкретні завдання лісового господарства пов'язані з загальними цілями збереження екосистеми. Воно дозволяє чітко структурувати пріоритети та ресурси, щоб досягти бажаних результатів. Древа взаємозв'язків допомагають візуалізувати, як різні елементи лісових екосистем (флора, фауна, водні ресурси) впливають один на одного та на загальний стан екосистеми.

Методи моделювання поєднують елементи кількісних, графічних та експертних методів для створення комплексних моделей лісових екосистем. Одним із таких методів є імітаційне моделювання, яке дозволяє відтворювати поведінку екосистеми в різних умовах. Це може бути корисним для оцінки впливу різних факторів, таких як кліматичні зміни, лісогосподарські заходи або антропогенний вплив. Також широко застосовуються ігрові моделі, де різні учасники взаємодіють в рамках змодельованої ситуації. Це дозволяє аналізувати рішення різних груп за різних сценаріїв та оцінити їх вплив на стан лісових екосистем [13].

1.3. Законодавча база, що регулює лісокористування в Україні

Лісогосподарська діяльність в Україні регулюється комплексом законів, кодексів, постанов, наказів та інших нормативно-правових актів, які визначають правила використання, збереження та відтворення лісових ресурсів. Ці нормативні документи є фундаментом для забезпечення сталого розвитку лісового господарства, охорони довкілля та раціонального використання лісових ресурсів.

Лісовий кодекс України (від 21 січня 1994 року № 3852-XII): Цей кодекс є основним нормативно-правовим актом, що регулює лісові відносини в Україні. Він визначає права та обов'язки користувачів лісами, порядок їх використання та відтворення, а також встановлює основні принципи ведення лісового господарства [14].

Земельний кодекс України (від 25 жовтня 2001 року № 2768-III): Цей кодекс регулює земельні відносини, включаючи використання земель лісового фонду. Він

визначає порядок володіння, користування та розпорядження землями, а також встановлює права та обов'язки власників та користувачів земельних ділянок.

Закон України "Про мисливське господарство та полювання" (від 22 лютого 2000 року № 1478-III): Цей закон визначає порядок організації та ведення мисливського господарства, полювання та охорони мисливських тварин. Він встановлює правила використання мисливських ресурсів, охорони тваринного світу та забезпечення сталого розвитку мисливства.

Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища" (від 25 червня 1991 року № 1264-XII): Цей закон встановлює основні засади охорони навколишнього середовища, включаючи лісові екосистеми. Він визначає принципи екологічної безпеки, охорони природи та сталого використання природних ресурсів.

Закон України "Про тваринний світ" (від 13 грудня 2001 року № 2894-III): Цей закон регулює відносини у сфері охорони та використання тваринного світу, включаючи мисливських тварин. Він встановлює правила охорони, використання та відтворення тварин, а також визначає права та обов'язки суб'єктів у цій сфері.

Закон України "Про природно-заповідний фонд України" (від 16 червня 1992 року № 2456-XII): Цей закон визначає правові, економічні та організаційні засади створення та функціонування природно-заповідного фонду, включаючи лісові заповідники. Він встановлює порядок створення, охорони та використання природно-заповідних територій, а також визначає їх правовий статус.

Закон України "Про оцінку впливу на довкілля" (від 23 травня 2017 року № 2059-VIII): Цей закон встановлює порядок оцінки впливу на довкілля, включаючи лісові екосистеми. Він визначає процедури оцінки впливу планованої діяльності на навколишнє середовище, а також права та обов'язки суб'єктів господарювання та органів державної влади у цій сфері [12].

Основним органом, відповідальним за реалізацію державної політики у сфері лісового господарства, є Державне агентство лісових ресурсів України. Цей орган здійснює координацію та контроль за діяльністю лісгосподарських підприємств,

розробляє та впроваджує стратегії розвитку лісового господарства, а також відповідає за охорону та відтворення лісових ресурсів.

З діапазону часу, який вивчається лісовий фонд Львівської області, а саме – з 2014 по 2023 роки, власники лісових угідь декілька разів змінювались. Станом 2014 року розподіл лісів був між Держкомлісгосп України(67,6%), ОКСЛПП «Галсільліс»(20,7%) та Міністерством оборони України(6,7%), організації підприємства та установи природоохоронного, оздоровчого, рекреаційного та історико-культурного призначення (4,1%), інші(3,3%).

Відповідно до постанови Кабінету Міністрів України №1003 від 7 вересня 2022 року «Деякі питання реформування управління лісової галузі», було створено державне спеціалізоване господарське підприємство «Ліси України». Його сформували шляхом об'єднання спеціалізованих державних лісгосподарських підприємств, що раніше підпорядковувалися Державному агентству лісових ресурсів. У результаті реорганізації, відповідно до пункту 550 Плану пріоритетних дій Уряду на 2023 рік, ДП «Ліси України» стало правонаступником їхнього майна, прав і зобов'язань [5, 7].

Таким чином, станом на 2023 рік структура власності лісових угідь змінилася. Наразі 68,1% лісових територій перебуває у розпорядженні ДП «Ліси України», яке отримало землі Держкомлісгоспу, тоді як ОКС ЛГПП «Галсільліс» володіє 31,9% лісових площ.

1.4. Взаємозв'язок між лісозаготівельною діяльністю та природним відновленням лісів

1.4.1 Характеристика рубок

Усі рубки лісу за видами лісокористування поділяють на дві основні групи: **рубки головного користування та рубки проміжного лісокористування.**

До **рубок головного користування** належить вирубка стиглих деревостанів з метою заготівлі деревини та сприяння природному поновленню лісових насаджень. Натомість **рубки проміжного лісокористування** охоплюють заходи, спрямовані на ведення лісового господарства. Вони включають рубки формування

та оздоровлення, зокрема доглядові, санітарні, лісовідновні, реконструктивні, переформувальні, ландшафтні рубки, а також інші види, що забезпечують підтримання екологічної стійкості лісових екосистем.

Залежно від мети проведення, виділяють такі категорії рубок:

- ✓ доглядові,
- ✓ санітарні,
- ✓ переформувальні,
- ✓ реконструктивні,
- ✓ лісовідновні;
- ✓ ландшафтні рубки.

У практиці ведення лісового господарства рубки формування й оздоровлення прирівнюють до заходів, спрямованих на підтримання сталого розвитку лісів. Окрім того, існує категорія рубок, не пов'язаних із веденням лісового господарства, до яких належать видалення окремих дерев під лініями електропередач або для будівництва транспортної інфраструктури [3].

Рубки догляду передбачають поступове вилучення дерев, які не мають господарської цінності або негативно впливають на ріст і розвиток бажаних порід. Основні завдання цих заходів полягають у покращенні якісного та породного складу деревостанів, збереженні біорізноманіття, підвищенні їхньої екологічної та захисної функцій, а також оптимізації процесу вирощування технічно стиглої деревини. Вони сприяють формуванню продуктивних, стійких до кліматичних змін лісових масивів та забезпечують раціональне використання лісових ресурсів.

Залежно від віку та породного складу насадження рубки догляду поділяють на такі види: освітлення, очищення, проріджування, прохідна рубка. Метод рубок догляду визначає принципи, якими керуються під час відбору дерев для вирощування і вирубування, відповідно до їхніх біологічних і якісних ознак і залежно від просторового розміщення дерев у деревостані.

За верхового методу переважна частина дерев вирубується із верхнього ярусу, за низового – із нижніх ярусів. Комбінований метод рубки поєднує принципи низового та верхового методів.

Інтенсивність зріджування деревостану під час проведення рубок догляду залежить від складу, віку і бонітету насадження, а також цілей лісовирощування, і може бути: слабкою – вирубування до 15, помірною – 16–25, сильною – 26–35, дуже сильною – більш як 35 відсотків запасу деревостану. Рубки сильної та дуже сильної інтенсивності призначають у мішаних насадженнях, а також у насадженнях швидкоростучих та світлолюбних порід. Рекомендуються такі строки повторюваності рубок догляду: для освітлення і прочищення – 2–5 років, проріджування – 5–10, прохідних рубок – 10–20 років. У мішаних і складних насадженнях повторюваність частіша, ніж у чистих і простих. Конкретні строки повторюваності встановлюються під час лісовпорядкування.

Санітарні рубки (вибіркові та суцільні) спрямовуються на оздоровлення та посилення біологічної стійкості лісів, запобігання поширенню хвороб і шкідників. Вони мають проводитись відповідно до Санітарних правил в лісах України, що регламентують порядок відбору дерев для вирубування. У межах суцільних санітарних рубок зберігаються біоценотично цінні дерева, життєздатні представники головних лісоутворюючих порід, а також елементи підросту й підліску.

Вибіркові санітарні рубки проводяться лісокористувачами шляхом вилучення з насаджень сухостійних, відмираючих, дуже ослаблених внаслідок пошкодження насаджень пожежами, шкідниками, хворобами лісу та внаслідок стихійних природних явищ і техногенних впливів окремих дерев або їх груп. При проведенні суцільних санітарних рубок можуть залишатися окремі цінні в біоценотичному значенні старі, дуплясті дерева, життєздатні дерева головних лісотвірних та інших цінних порід. Під час проведення суцільних санітарних рубок мають застосовуватись технології, які дають змогу максимально зберігати дерева, що не підлягають вирубуванню, підріст, підлісок, трав'яний покрив та ґрунти [20].

Лісовідновні рубки поєднують елементи рубок головного користування і доглядових заходів. Вони спрямовані на підтримання екологічної рівноваги лісових екосистем, збереження біорізноманіття, відновлення водоохоронних та

захисних функцій лісу. Для проведення таких рубок зазвичай відбирають перестійні, ослаблені та господарсько малопридатні дерева, що створює сприятливі умови для природного поновлення цінних порід. Інтенсивність зріджування деревостану в процесі першого прийому рубки становить до 30% запасу.

Перед рубкою доцільно проводити заходи сприяння природному поновленню або створювати піднаметові лісові культури господарсько цінних порід. Зрідження підліску проводять влітку у рік доброго плодоношення головних порід, або не пізніше, ніж через рік після появи самосіву цих порід.

Ступінь зріджування залежить від повноти материнського деревостану: у високоповнотних деревостанах підлісок видаляють повністю, у середньоповнотних – на 60, у низькоповнотних – на 40–50 відсотків. огляд за природним поновленням у «вікнах» полягає у видаленні екземплярів, що пригнічують ріст молодняку головних порід, а також у видаленні гірших екземплярів головних порід. Черговий прийом рубки материнського деревостану проводять шляхом розширення «вікон» відновлення за наявності в них життєздатного підросту господарсько цінних порід у достатній кількості. Цим забезпечується активізація процесу подальшого природного поновлення порід.

Наступний прийом лісовідновної рубки материнського деревостану проводять через 5–10 років залежно від загального стану деревостану і його природного поновлення. Якщо на ділянках після першого прийому лісовідновної рубки відсутня достатня кількість життєздатного підросту, здійснюють заходи сприяння природному поновленню.

Рубки перетворення є комплексними заходами, що спрямовані на поступове перетворення одновікових деревостанів у різновікові багаторярусні ліси. Вони базуються на принципах природоорієнтованого лісівництва, що враховує екологічні, соціальні та економічні аспекти лісокористування. Основна мета таких рубок полягає у підтриманні природних процесів відновлення, формуванні різновікових мішаних деревостанів зі складною вертикальною і горизонтальною структурою, що сприяє збереженню лісового біорізноманіття.

При проведенні рубок догляду дерева класифікують за трьома основними категоріями: кращі (цільові), допоміжні (корисні) та ті, що підлягають вирубуванню (небажані). Кращі та допоміжні екземпляри залишають у складі насаджень, оскільки вони сприяють формуванню здорового і продуктивного лісу.

Відбір дерев для рубок освітлення і очищення здійснюється на спеціально закладених пробних ділянках, що слугують еталоном для подальшого догляду за лісовими масивами. Для проріджувань і прохідних рубок відбір проводиться на всій території лісового масиву, з урахуванням рівномірного розміщення кращих дерев [19].

Інтенсивність зріджування насаджень під час рубок догляду визначається типом лісорослинних умов, складом деревостану, віком та бонітетом насаджень. Вона може бути слабкою (до 15% запасу), помірною (16–25%), сильною (26–35%) або дуже сильною (понад 35%). У мішаних насадженнях та лісах швидкорослих і світлолюбних порід зазвичай застосовують сильні або дуже сильні рубки догляду.

У природно-заповідному фонді рубки догляду мають свої особливості. Вони орієнтовані на підтримання біорізноманіття, стимулювання природного поновлення та поступове переформування насаджень у складні багаторусні лісові екосистеми. Під час таких рубок зберігається підріст цінних порід, створюються сприятливі умови для природного відновлення рідкісних і зникаючих видів, регулюється співвідношення порід у деревостані. Також здійснюються додаткові заходи, такі як огороження територій, де ростуть рідкісні рослини, благоустрій місцевості, створення піднаметових лісових культур тощо [19].

Методи проведення рубок догляду в природоохоронних лісах спрямовані на мінімізацію втручання в природне середовище. Це забезпечує збереження екологічної стійкості лісових екосистем та сприяє довготривалому відтворенню лісових ресурсів у природному балансі.

1.4.2. Характеристика природного відновлення лісів

Склад лісовідновного угруповання визначається характеристиками існуючого деревостану. Висока видова різноманітність дерев сприяє

неоднорідному поновленню, а розподіл дерев за розмірами, наявність великих екземплярів і рівень освітлення відіграють ключову роль у цьому процесі. Важливими факторами також є особливості лісової ділянки, ландшафтні умови та історія землекористування. Ефективне господарювання має підтримувати структурно різноманітні деревостани, зберігаючи їхню композиційну неоднорідність.

Зв'язок між характеристиками навколишнього середовища та історією землекористування суттєво впливає на видове багатство, покриття і склад шару поновлення. Зокрема, ключову роль у цьому відіграють такі види, як сидячий дуб, граб і бук у хвойно-листяних мішаних лісах. Господарювання може впливати на ці фактори, сприяючи відновленню мішаних лісів. Найважливішими чинниками в цьому процесі є неоднорідний склад перестійного деревостану, нерівномірний розподіл дерев за розмірами та збереження великих дерев, що створює сприятливі умови для природного відновлення. Водночас система лісового господарства в захисних насадженнях частково забезпечує ці умови, проте більш ефективним є вибіркове ведення лісового господарства.

Відновлення вирубаних або пошкоджених лісів зазвичай проходить у чотири етапи: зародження і поновлення деревостану, проріджування, формування підросту та стаціонарний стан. На кожному з цих етапів можуть виникати перешкоди для відновлення, зумовлені складною взаємодією природних і кліматичних факторів[4].

Відновлення лісів залежить від наявності життєздатного насіння, сприятливих умов для його проростання, достатньої кількості вологи та поживних речовин. Однак масові втрати насіння можуть бути спричинені старінням, хижацтвом, хворобами або несприятливими умовами довкілля. Висока смертність проростків, особливо на ранніх стадіях розвитку, обмежує можливості природного поновлення. У свою чергу, ріст молодих дерев може гальмуватися такими факторами, як забруднення повітря, посухи, підтоплення, ущільнення ґрунту, а також впливом шкідників і хвороб [4]. Окрім цього, є також інші умови, які є індивідуальними для кожного з видів дерев.

Наприклад, для успішного природного відновлення сосни звичайної (*Pinus sylvestris*) у лісах Східного Полісся необхідно враховувати кілька важливих факторів. Передусім, рубки головного користування слід проводити після врожайного насінневого року, коли бал насіннюшення сосни становить 3 і більше. Оптимальний напрям рубки – зі сходу на захід або з північного сходу на південний захід для кращого обнасінення. Такий підхід покращує поширення насіння та збільшує ймовірність його успішного проростання. Ефективне укорінення сіянців забезпечує підготовка ґрунту: восени або навесні нарізають плужні борозни глибиною 10–20 см з інтервалом 2–2,5 м. У перші 3–5 років після рубки необхідний догляд за самосівом, щоб усунути конкуренцію за ресурси. Це покращує аерацію та вологість ґрунту, сприяючи ефективному укоріненню сіянців. Найсприятливіші умови для природного поновлення сосни створюються на суцільних зрубках завширшки до 70 м, що забезпечує оптимальне поєднання світлового режиму та збереження материнських дерев, здатних забезпечити зруб якісним насінням [11].

З часом у деревостанах відбуваються зміни у видовому складі через конкуренцію за ресурси. Якщо ліс зазнає значного порушення, його територію можуть спочатку зайняти швидкорослі, недовговічні породи, які згодом поступаються місцем домінантним видам, характерним для цієї екосистеми. Якщо ж порушення незначне, утворені прогалини поступово заселяються, і лісове угруповання повертається до попереднього стану. У стабільних умовах природні сукцесійні процеси призводять до формування старовікових лісів, які підтримуються завдяки періодичним дрібним порушенням, що сприяють природному оновленню. У деяких регіонах часті пожежі зумовлюють стабільність лісових екосистем на субкліматичному рівні.

Природне відновлення вирубаних і деградованих лісів часто є повільним і непередбачуваним, що не дозволяє повною мірою забезпечити потреби суспільства у деревині та екосистемних послугах. У зв'язку з цим виникає необхідність у комплексному підході до відновлення лісів, який включає:

- штучне поновлення лісових екосистем,

- збереження залишкових природних лісів,
- створення нових лісових насаджень та агролісомеліоративних систем,
- оптимізацію методів лісоуправління з акцентом на збереження біорізноманіття,
- поглиблені наукові дослідження, що охоплюють біологію насіння, екологічні стреси, генну інженерію, вплив кліматичних змін, а також дистанційне зондування для оцінки стану лісових екосистем [18].

Комплексне поєднання цих заходів дозволить не лише зберегти лісові ресурси, але й забезпечити їхнє сталий розвиток, враховуючи екологічні, економічні та соціальні аспекти.

1.4.3. Вплив рубки на природну відновлюваність лісів

Серед різних типів лісозаготівельних робіт найбільш ощадливими для дерев та лісових екосистем є рубки догляду та лісовідновні рубки.

Рубки догляду сприяють створенню оптимальних умов для росту цінних порід та природного поновлення лісу, зменшуючи конкуренцію за ресурси між деревами. Утім неправильне або надмірне проведення рубок догляду може призвести до пошкодження підросту та ґрунту, що негативно вплине на природне відновлення лісу/

Лісовідновні рубки спрямовані на поновлення захисних, водоохоронних та інших корисних властивостей лісів, збереження біорізноманіття, підтримання та формування складної породної, ярусної та вікової структури деревостанів. Під час цих рубок видаляють перестійні та стиглі дерева другорядних порід, ослаблені дерева господарсько цінних порід, а також відмерлі та фаутні дерева з верхнього ярусу. Завдяки цьому з'являються умови для природного поновлення цінних порід. Але якщо лісовідновні рубки проводяться без урахування специфіки місцевих екосистем або з порушенням технологічних вимог, це може призвести до деградації лісових масивів та ускладнити процес природного відновлення [18].

Здійснення *суцільних рубок* дає змогу отримати одномоментно найбільший запас деревини з одиниці площі, набагато спростити проведення самої рубки та

інтенсифікувати процес штучного лісопоновлення. Поряд з цим, проведення суцільних рубок є причиною неповного використання потенційної продуктивності лісостанів, погіршує економічні показники в циклі «рубка – лісовідновлення – рубка», знижує ефективність виконання лісом захисних функцій, і як наслідок – стає причиною нераціонального використання лісового фонду. Даний тип рубок вважається найгіршим з усіх, оскільки повністю знищує деревний покрив на великих площах. Це призводить до втрати середовища існування для багатьох видів тварин і рослин, знижує біорізноманіття та порушує природні екосистемні зв'язки[29, 33].

Окрім втрати біорізноманіття, суцільні вирубки значно прискорюють ерозію ґрунтів, оскільки коренева система дерев більше не утримує землю. Це призводить до деградації ландшафтів, підвищеного стоку води, повеней або, навпаки, посух. Відсутність лісового покриву змінює мікроклімат місцевості, що ускладнює природне відновлення лісів – молоді дерева можуть не отримати достатньо захисту від сонця, вітру та пересихання ґрунту, що сповільнює їхній ріст і може призвести до заростання території чагарниками чи агресивними видами рослин.

Крім того, суцільна вирубка спричиняє значні втрати органічного вуглецю та азоту в ґрунті, що негативно впливає на його родючість. Перетворення лісових угідь на відкриті площі призводить до збільшення викидів вуглекислого газу в атмосферу через розклад органічної речовини без постійного поповнення її запасів. У гірських районах і зонах з інтенсивними опадами це особливо критично, оскільки руйнуються природні екосистемні зв'язки, що підтримують ґрунтовий баланс [6, 28].

Щоб запобігти деградації місцевих екосистем після суцільної рубки, важливо застосовувати альтернативні методи лісокористування, такі як вибіркові або поступові рубки, а також підтримувати природні механізми накопичення органічної речовини. Збереження лісів або використання агролісомеліорації сприяє відновленню ґрунтової родючості та зменшує екологічні ризики, пов'язані з деградацією лісових екосистем.

1.5. Сучасний стан та проблеми лісового фонду Львівської області

В сучасному стані лісового фонду Львівської області одним із значних досягнень є створення на базі державного підприємства «Львівський лісовий селекційно-насіннєвий центр» першого в західній Україні лісорозсадницького комплексу, який спеціалізується на вирощуванні садивного матеріалу з закритою кореневою системою за технологією шведської компанії ВСС АВ в 2019 році. Цей комплекс став важливим кроком у впровадженні сучасних методів лісовідновлення, адже використовувана технологія дозволяє значно підвищити рівень приживлюваності саджанців. Крім того, дана технологія дозволяє подовжити період висаджування лісових культур, що є важливим для України. Лісорозсадницькі комплекси можуть здійснювати до чотирьох ротацій вирощування садивного матеріалу за рік, що дозволяє ефективно використовувати площі теплиць. На сьогодні філія «Львівський ЛСНЦ» здатна забезпечити високоякісним садивним матеріалом не лише Львівську область, а й інші регіони західної України [8].

Завдяки активному розвитку, станом на 01.01.2024 р. сертифікацію за міжнародною системою PEFC(Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes) отримали п'ять філій державного підприємства «Ліси України», серед яких і «Львівське лісове господарство». Цей сертифікат гарантує відповідальне управління лісовими ресурсами та підтверджує сталість лісозаготівельної діяльності, орієнтуючись на збереження екологічного балансу і біорізноманіття, а також дотримання соціальних і економічних стандартів у лісовому господарстві. Важливо відзначити, що ці лісгоспи мають також FSC-сертифікацію(Forest Stewardship Council), що є додатковим підтвердженням високих стандартів у лісівництві [27].

Однак на фоні цих позитивних змін є і серйозні проблеми. Однією з найбільших загроз для лісового господарства Львівської області є незаконні рубки. Причини їх виникнення мають соціально-економічну природу: високий рівень безробіття в сільських регіонах, низька інвестиційна активність і низькі заробітні плати. Часто незаконні рубки здійснюються для задоволення життєво необхідних

потреб місцевих жителів або для швидкого отримання вигоди через продаж цінних сортиментів деревини. Найбільшими споживачами незаконно заготованої деревини є лісопильні об'єкти, які працюють поза межами чинного законодавства.

За даними Держлісагентства, найбільше випадків незаконних рубок зафіксовано в Харківській – 7,0 тис. м3 (24,5 % від загального обсягу по Держлісагентству), Житомирській – 3,8 тис. м3 (13,5%), Дніпропетровська – 2,7 тис. м3 (9,5%), а у Львівській – 2,9 тис. м3 (10%), що підтверджує серйозність цієї проблеми. Виявлення і боротьба з незаконними рубками потребують активної участі державної лісової охорони, яка відповідає за захист лісів і забезпечення їхнього сталого використання [17].

Було встановлено, що суцільно лісосічна рубка є основною системою під час проведення рубок головного користування та становить 95 % у Київській області, 45 % у Львівській області [33].

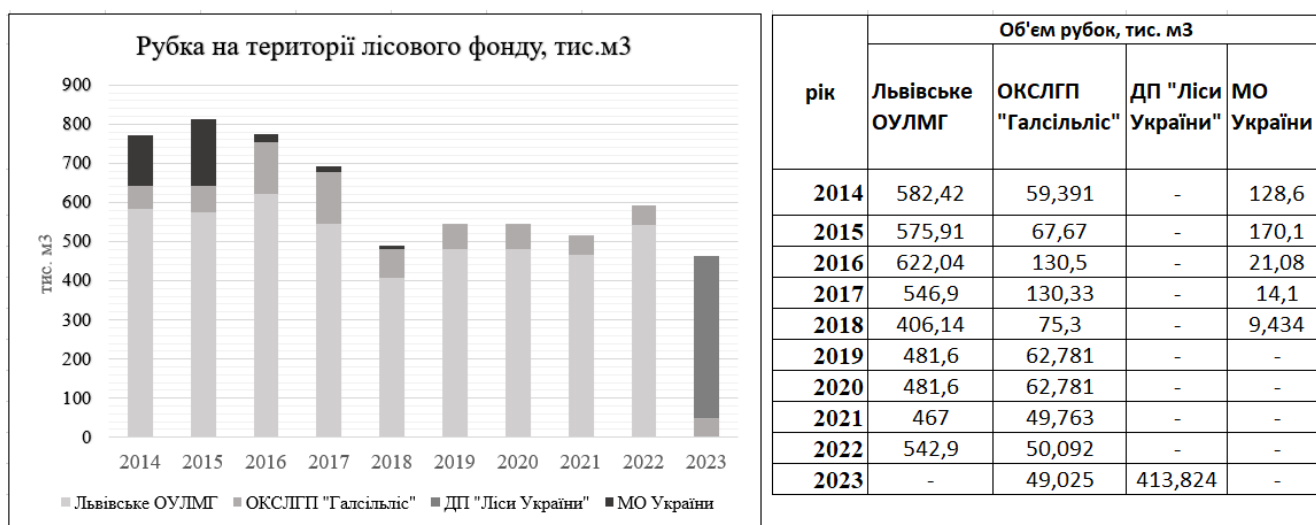


Рис. 1 Рубка на території Лісового фонду, тис м3.

Аналізуючи рисунок 1, робимо висновок, рубка на території Лісового Фонду значно знизилась в порівнянні з попередніми роками. Причиною цього може бути передача лісних територій до ДП «Ліси України», а також сертифікація, що змушує серйозніше ставитись до використання лісових територій. Утім, незважаючи на спад, все ще залишається питання в якості цих рубок.

Переважає більшість рубок, яка була здійснена в період з 2013 по 2023, складається з рубок догляду та санітарних рубок (рисунк 2). Як було визначено в параграфі 1.4.3. ці типи рубок мають суворо дотримуватись правил виконання процесу, інакше можна пошкодити дерево та в результаті тільки погіршити, а не поліпшити розвиток екосистеми. Площа санітарних рубок збільшилась з 2022 і є вищою за попередні роки.



Рис. 2 Типи рубок в Лісовому Фонді, площа га

В той час лісовідновні рубки складають дуже малий відсоток, з 200 га в середньому з 2013 по 2018 вони були зменшені до 50-ти га в середньому. Роль лісовідновних рубок полягає безпосередньо в видаленні дерев, що є перестиглими, мертвими, якщо казати про другорядні породи, та ослабленими, якщо казати про господарські породи.

В Публічному звіті Голови державного агентства лісових ресурсів України за 2023 рік зазначається, що: «У віковій структурі переважають середньовікові насадження, а частка стиглих та перестиглих насаджень складає 18,7%» [21].

Щодо відновлення лісових ділянок, то тут простежується тенденція до зменшення обсягів штучного заліснення у період з 2015 по 2021 рік. Ситуація з природним поновленням є менш однозначною: загалом воно демонструє подібну

динаміку до штучного відновлення, проте у 2017 році спостерігається різкий сплеск.

Окрему увагу варто звернути на 2014, 2020 та 2021 роки, які можна вважати найменш ефективними з погляду відновлення лісового фонду. У ці періоди активність у сфері лісовідновлення була мінімальною, або ж за цим процесом не велися належні спостереження. Особливо це стосується 2021 року, оскільки відсутність даних про природне відновлення ускладнює оцінку реального стану справ.



Рис. 3 Відновлення лісового фонду, га

Порівняння графіків площі рубок та відновлення лісів є ключовим для оцінки динаміки лісокористування. Аналізуючи дані на рисунку 4, спостерігаємо, що у період з 2014 по 2018 рік площа вирубок залишалася відносно стабільною, після чого спостерігалася її зменшення до 2021 року. Однак у 2022–2023 роках відбулося різке зростання обсягів рубок. Це викликає питання щодо достовірності використаних даних, зокрема стосовно загальної площі вирубок у кожному з лісгосподарських підприємств (рис. 1).



Рис. 4 Порівняння рубок з відновленням лісу

Згідно з наведеними показниками, після 2021 року обсяг вирубок зріс майже вдвічі, причому більшу частку становили санітарні рубки. У порівнянні з показниками лісовідновлення видно, що існуючі темпи відновлення не компенсують обсяги вирубаних площ. Відсутність покращення відновлення після значних обсягів санітарних рубок (7 тис. га у 2021 та 2022 роках) може свідчити про недостатню ефективність або неякісне виконання заходів із лісовідновлення.

1.6. Висновки за розділом

Загальний стан лісового фонду Львівської області демонструє як позитивні тенденції, так і суттєві виклики. Одним із значних досягнень є створення сучасного лісорозсадницького комплексу на базі державного підприємства «Львівський лісовий селекційно-насінневий центр». Крім того, сертифікація лісових господарств за міжнародними стандартами PEFC та FSC підтверджує орієнтацію регіону на відповідальне управління лісовими ресурсами. Проте, серйозною проблемою залишаються незаконні рубки, зумовлені соціально-економічними факторами.

Для покращення керування лісовим фондом Львівської області рекомендується вжити комплекс заходів. По-перше, варто розширити використання цифрових технологій моніторингу, як от збільшення досліджень

через супутникові знімки, дрони та геоінформаційні системи, створення мартелоскопів для виявлення незаконних рубок і контролю за лісокористуванням. По-друге, слід посилити законодавче регулювання та відповідальність за незаконну вирубку, забезпечивши ефективну взаємодію між державними структурами та правоохоронними органами. По-третє, необхідно удосконалити механізми взаємодії з громадськістю, зосереджуючись на покращенні доступу до інформації про стан лісових ресурсів і заохоченні мешканців цікавитись цією темою. Важливо розробити інструменти, які допоможуть місцевим жителям отримувати актуальні дані про свій лісовий регіон та сприяти покращенню управління лісовими господарствами. Окрім цього, активне застосування принципів сталого лісоуправління у львівській області відкриє можливості для формування ефективної та екологічно орієнтованої моделі ведення лісового господарства.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю покращення управління лісовими ресурсами Львівської області в умовах екологічних та економічних викликів. Попри впровадження міжнародних стандартів та розвиток лісорозсадницьких технологій, залишаються проблеми незаконних рубок, низької ефективності лісовідновлення та недостатнього моніторингу. Дослідження сприятиме розробці ефективніших підходів до збереження лісового фонду та підвищенню контролю за його використанням.

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Об'єкт і предмет дослідження

Об'єктом нашого наукового дослідження є лісовий фонд Львівської області. Тобто сукупність лісових екосистем, які розташовані на землях лісогосподарського призначення регіону. Проте, в першу чергу, увагу було приділено лісовим насадженням та інфраструктурі ведення лісового господарства.

Предметом дослідження є стан лісового фонду Львівської області, а саме - зміни, що виникають внаслідок лісозаготівельної діяльності.

Було досліджено властивості екосистем, динаміку їх відновлення після проведення рубок, стійкість лісів до антропогенних впливів, зокрема вплив масштабів і типів рубок на темпи та ефективність природного поновлення лісових угідь. Також розраховано та проаналізовано такий показник, як індекс лісистості.

Мета дослідження – оцінити стан лісового фонду Львівської області та вплив лісозаготівельної діяльності на його стан. Досягнення цієї мети передбачає вирішення таких **завдань**:

7. Проаналізувати особливості лісозаготівельної діяльності та оцінити її вплив на стан лісового фонду в Львівській області.
8. Виявити проблеми, що виникають у процесі лісозаготівельної діяльності та природного оновлення лісів, а також визначити основні чинники, які впливають на ці процеси.
9. Виконати математичне дослідження залежності природного відновлення лісів від обсягів рубок.
10. Дослідити ключові закономірності впливу рубок на природне відновлення лісів.
11. Визначити індекс лісистості львівської області по роках та проаналізувати динаміку його змін.
12. Сформулювати рекомендації щодо покращення стану лісового фонду Львівської області з урахуванням європейського досвіду.

2.2. Методологія дослідження

Методологічна основа дослідження сформована на поєднанні теоретичних, емпіричних, статистичних і моделювальних підходів, що дозволяє всебічно охарактеризувати стан лісового фонду Львівської області, особливості його функціонування та вплив лісозаготівельної діяльності на основні екосистемні параметри.

На теоретичному рівні дослідження передбачало опрацювання української та зарубіжної літератури з питань ведення лісового господарства, екологічної стійкості лісів, впливу рубок на природне поновлення деревостанів.

Проаналізовано наукові статті, звіти, офіційні статистичні матеріали, що висвітлюють сучасний стан лісового фонду, основні тенденції лісозаготівельної політики та перспективи її вдосконалення.

В межах емпіричної частини було зібрано, впорядковано та проаналізовано статистичні дані щодо площ вирубок, типів рубок, рівня природного поновлення та загальної лісистості території Львівської області за період останніх 9-10 років. Ці дані дозволили простежити динаміку змін лісового покриву та оцінити вплив інтенсивності господарського втручання на екологічний стан лісових масивів. Зокрема, вивчалися щорічні обсяги заготівель, співвідношення між різними типами рубок та темпи природного відновлення на відповідних ділянках.

Окремий акцент зроблено на використанні математично-статистичних методів, які забезпечують кількісну оцінку впливу лісозаготівельної діяльності. Зокрема, у дослідженні було проведено кореляційний аналіз для виявлення залежностей між інтенсивністю рубок різних типів і рівнем природного поновлення лісу. Кореляційний аналіз використовується для оцінки сили та напрямку зв'язку між двома змінними через коефіцієнт кореляції Пірсона. Головними перевагами можна назвати легкість та швидкість виконання, завдяки чому можна отримати загальну оцінку наявності зв'язку і підтвердити якісь гіпотези. Проте цей аналіз не дозволяє визначити причинність і вказує лише на силу зв'язку, а не на його форму [16].

У ході виконання дослідження було проаналізовано взаємозв'язок між інтенсивністю лісогосподарських заходів, а саме різних типів рубок, і масштабами природного лісовідновлення. Для цього використано елементи кореляційно-регресійного аналізу з розрахунком коефіцієнта детермінації (R^2), який дає змогу кількісно оцінити, яку частку змін у залежній змінній можна пояснити змінами незалежної змінної.

Для цього було зібрано статистичні дані за період 2014–2023 років [8]. Використовувались офіційні показники площ різних типів рубок та площ природного і природного лісовідновлення за відповідні роки. Зібрані дані були

систематизовані у табличному процесорі Microsoft Excel, що дозволило виконувати базову обробку, візуалізацію та побудову регресійних моделей.

У Microsoft Excel для кожної пари змінних (тип рубки – площа лісовідновлення) було побудовано діаграми розсіювання. На кожному діаграмі нанесено по три лінії тренду на основі лінійної та експотенційної регресії, полінома 3-го ступеня. До лінії тренду було автоматично додано значення коефіцієнта детермінації (R^2), яке інтерпретується як відсоток варіації залежної змінної, що може бути пояснений змінами незалежної.

Значення коефіцієнта детермінації дозволяє оцінити силу впливу певного типу рубок на ефективність процесів лісовідновлення. Високі значення R^2 (наближені до 1) вказують на наявність тісного зв'язку між обсягами рубок і відновленням лісів, тоді як низькі значення (наближені до 0) свідчать про слабкий або відсутній вплив. Таким чином, метод дає змогу кількісно оцінити не лише кореляційні зв'язки, а й пояснювальну здатність окремих господарських втручань у контексті лісової динаміки.

Використання коефіцієнта детермінації як аналітичного інструмента дало змогу виявити типи рубок, що мають найсуттєвіший вплив на процеси відновлення лісових екосистем, а також оцінити ефективність проведення відповідних заходів. Це, своєю чергою, дозволяє зробити обґрунтовані висновки щодо необхідності вдосконалення підходів до планування та реалізації лісогосподарських заходів.

Крім того, розраховувався індекс лісистості як ключовий показник просторового розподілу лісових ресурсів області. Динаміка змін цього індексу дозволила оцінити загальну тенденцію скорочення або стабілізації площ лісів у регіоні впродовж досліджуваного періоду.

Важливою характеристикою лісового фонду є показник лісистості території. Його встановлюють за формулою:

$$R_L = S_L/S_a,$$

Формула індексу лісистості(1)

де: R_L – показник лісистості (%); S_L – площа регіону, вкрита лісами (тис. га); S_a – загальна площа регіону (тис. га).

Визначення рівня лісистості області у динаміці за роками є важливим індикатором для оцінки загального екологічного стану регіону та ефективності ведення лісового господарства. Цей показник дозволяє виявити тенденції у зміні площ лісових насаджень, своєчасно фіксувати зменшення або зростання лісового покриву, що особливо актуально в умовах інтенсивної лісозаготівельної діяльності. Аналіз лісистості допомагає також визначити критичні періоди деградації лісів, оцінити наслідки антропогенного впливу та приймати обґрунтовані рішення щодо лісовідновлення, рекультивації чи обмеження рубок. У стратегічному плануванні така інформація використовується для формування екологічної політики області, контролю дотримання норм лісистості (не нижче екологічно безпечного мінімуму) та забезпечення сталого природокористування.

В рамках дослідження для кращого аналізу було розраховано два види індексу лісистості: *індекс лісистості всієї території області* та *індекс лісистості тільки на території лісових земель*. Перший показник є загальноприйнятим у статистичній та екологічній практиці, оскільки дозволяє оцінити рівень заліснення області загалом, включаючи всі категорії земель. Для Львівської області середній показник цього індексу становить близько 31%, що свідчить про відносно високий рівень лісистості порівняно з іншими регіонами України. Натомість індекс лісистості в межах лісових земель є більш чутливим інструментом аналізу, адже він демонструє, наскільки ефективно використовується ці землі за цільовим призначенням.

Наприклад, значення, наближене до 100%, означає, що практично вся площа лісових земель вкрита лісовою рослинністю, тоді як показник у 50% вказує, що половина території не використовується як ліс, що може бути свідченням вирубок, деградації, вітровалів або інших антропогенних чи природних впливів. Порівняння цих двох індексів за роками дозволяє не лише виявляти загальні тенденції заліснення, а й оцінювати ефективність ведення лісового господарства, ступінь відновлення після рубок, а також актуальні загрози лісовому фонду області.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Аналіз кореляційної залежності між природною відновлюваністю та різними типами рубок

Для розуміння чи взаємопов'язані типи рубок на відновлюваність дерев, було упорядковано інформацію з екологічних паспортів за 2014-2023 роки, що розміщені на офіційному сайті Департаменту екології та природних ресурсів львівської обласної державної адміністрації [9]. Ці дані використано для проведення кореляційного аналізу та розрахунку коефіцієнтів детермінації з метою виявлення сили впливу окремих видів лісогосподарських втручань на площу природного поновлення лісів.

У таблиці наведено площі рубок різного призначення, однак у межах дослідження було зосереджено увагу на тих видах рубок, які є найбільш поширеними та проводяться регулярно впродовж усіх років досліджуваного періоду.

Категорія «інші рубки» охоплює сукупність кількох менш активних видів рубок, так як розрубка та розчистка ліній електропередач, автомобільних доріг, ландшафтні рубки та інші, через що дані в цій категорії мають знижений рівень точності. У зв'язку з цим, обчислення коефіцієнтів детермінації за «іншими рубками» не проводилось, а самі дані було використано лише для обмеженого порівняння рівня кореляції Пірсона з основними видами рубок.

Варто також зауважити, що в даних присутні деякі відхилення значень у таблиці: у **2014 та 2021 роках площа природного відновлення зафіксована як нульова**, що є малоімовірно, з огляду на загальну тенденцію інших років.

Причини відсутності достовірних даних за ці роки невідомі; ймовірно, це пов'язано з неповнотою звітності або технічними похибками у зборі статистичної інформації.

Таблиця 2.

Зібрані дані для кореляційного аналізу

рік	Природне відновлення, га	Обсяг рубок, га				
		рубки догляду	лісовідновні рубки	санітарні рубки	інші рубки	Усього рубок
2014	0	5335	318	1353	103	7108,76
2015	1903,6	5017	259	1336	61	6672,84
2016	1887,6	5808	288	1325	193	7613,8
2017	3926,3	6384	319	246	175	7123,76
2018	1252,2	5835	161	482	76	6554,44
2019	1058,4	865	29	3764	123	4780,9
2020	113,4	2888	75	96	1160	4218,68
2021	0	914	5	2712	182	3812,63
2022	1009,7	5226	44	7724	842	13835,4
2023	1091,6	4645	66	7049	2621	14381,5

У результаті проведеного кореляційного аналізу було виявлено, що найвищий рівень зв'язку з природною відновлюваністю демонструють площі рубок догляду та лісовідновних рубок. Обидва типи мають середню позитивну кореляцію, що становить приблизно 0,6 та 0,5 відповідно. Натомість санітарні рубки, а також сумарна площа усіх рубок, виявили слабкий негативний або слабкий позитивний зв'язок, що вказує на низьку залежність між цими показниками та площами природного відновлення лісів.

Отримані результати дають підстави припускати, що методи рубок догляду та лісовідновних рубок потенційно можуть створювати більш сприятливі умови для природного поновлення лісів, тоді як санітарні та неструктуровані рубки (категорія “інші”) не демонструють подібного ефекту, а іноді можуть бути навіть чинником зниження природного лісовідновлення.

Водночас варто розуміти, що кореляційні значення на рівні менше $\pm 0,8$ вважаються такими, що не можуть свідчити про достовірну залежність без додаткової перевірки. Причинами відносно низького зв'язку можуть бути обмежена кількість спостережень, можливі похибки в статистичних даних, а також

вплив природних та інших чинників, таких як кліматичні умови, ґрунтові характеристики або природна динаміка екосистем.

Попри це, виявлена різниця у типах і силі зв'язку між різними видами рубок і відновленням є важливим результатом і може слугувати відправною точкою для подальших поглиблених досліджень у цій сфері, зокрема з урахуванням розширеного масиву даних або додаткових екологічних змінних.

Таблиця 3.

Кореляція між природним відновленням та різними типами рубок

тип рубки	коефіцієнт кореляції	тип зв'язку
рубки догляду	0,5558	<i>середній позитивний</i>
лісовідновні рубки	0,5384	слабкий позитивний
санітарні рубки	-0,1991	слабкий негативний
інші рубки	-0,1779	слабкий негативний
Усього рубок	0,1358	слабкий позитивний

Також, в рамках дослідження були побудовані графіки та створена апроксимація даних в залежності від різних типів рубок.

1) На першому графіку видно нестійку, хвилеподібну залежність природного відновлення від площ рубок догляду. Кореляція між цими показниками є середньо позитивною (коеф. $\approx 0,5383$), що вказує на помірний, але непостійний зв'язок. Поліноміальна апроксимація 3-го ступеня (з $R^2 = 0,5383$) дає найкращу відповідність, порівняно з лінійною ($R^2 = 0,1644$) та степеневою ($R^2 = 0,1497$), але і вона не є достатньо сильною.

На графіку чітко видно, що найбільша природна відновлюваність, а саме – 3926,3 га відбулось під час найбільшої площі рубок – 6384 тис га. Однак, так як ця таблиця показує якість відновлення по роках, то можу припустити, що насправді причиною цього стала подія в минулому, коли в 2015 році було зрублено найменше дерев за період 2014-2017. Так само можна побачити, що в 2019 природна

відновлюваність різко знизилась, попри невелику кількість рубки – 1058,4 тис га. Після цього відбулось незначне покращення, яке, зрештою, знову підняло приріст відновлення, починаючи з 2022.

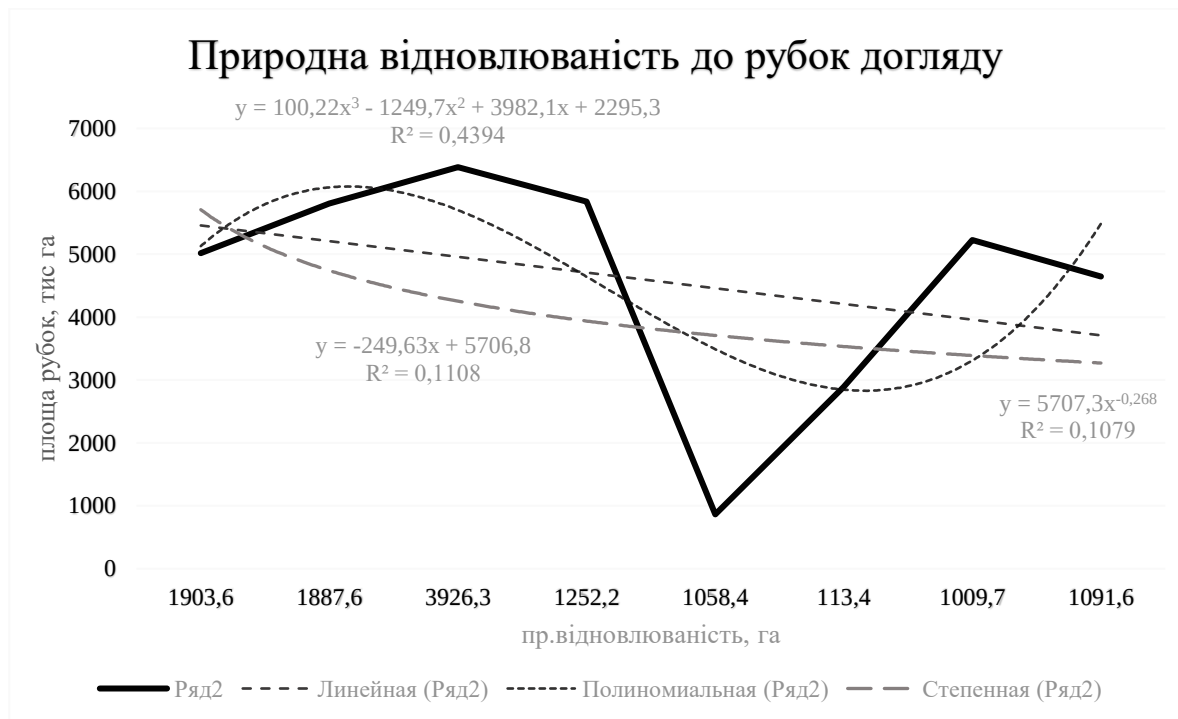


Рис. 6 Природна відновлюваність до рубок догляду

З цього робимо висновок, що відновлюваність може залежати від кількості рубок догляду, тому що помітно відбуваються зміни, коли зменшується або збільшується її кількість. При тому, як ми бачимо, збільшувалась вона спочатку разом з збільшенням кількості рубки, і таким само чином зменшувалась. Це може свідчити і про вплив рубки в позитивному плані.

Рубки догляду частково сприяють природному поновленню, особливо на ранніх етапах лісостану. Проте ефект не є лінійним — він залежить від багатьох супутніх факторів (тип насаджень, густота, вік деревостану). Ймовірно, існує межа ефективності рубок догляду, за якою надмірне втручання починає пригнічувати природне відновлення, особливо якщо порушується мікроклімат чи ґрунтовий покрив.

2) Тепер розглянемо графік природної відновлюваності, але вже до лісовідновних рубок. На графіку зображена залежність між площею природного поновлення лісів (вісь X) та площею лісовідновних рубок (вісь Y). Побудовано три

трендові криві — лінійну, степеневу та поліноміальну, з відповідними коефіцієнтами детермінації. Найточнішу відповідність має поліноміальна модель третього ступеня з $R^2 = 0,88$, що свідчить про сильний позитивний зв'язок між змінними. Інші моделі також демонструють високі значення коефіцієнтів детермінації ($R^2 = 0,76$ та $0,70$), що підтверджує загальну достовірність кореляції.

Згідно з графіком, у період 2015–2017 років спостерігається одночасне зростання площі лісовідновних рубок та площі природного відновлення. Зокрема, у 2017 році при площі рубок 319 га було зафіксовано найвищий показник природного поновлення — 3926,3 га. Це свідчить про наявність позитивного впливу такого типу рубок на активізацію природної регенерації лісу.

Надалі, починаючи з 2018 року, площі як рубок, так і природного відновлення зменшуються. Особливо це помітно у 2020 році, коли площа рубок знижується до 75 га, а природне відновлення — до 113,4 га. Після цього у 2022 та 2023 роках площі рубок коливається і становить 44 та 66 га, а природне поновлення стабілізується на рівні близько 1000 га, що може свідчити про інерційний або непрямий вплив.

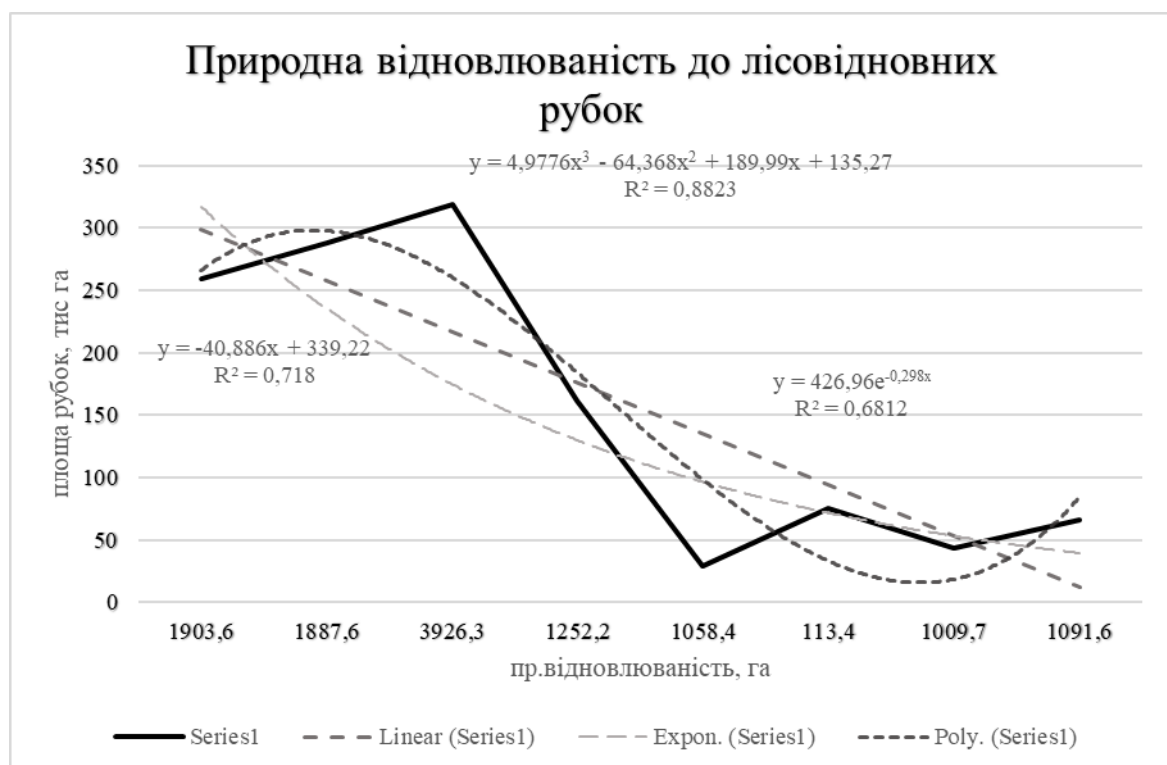


Рис.7 Природна відновлюваність до лісовідновних рубок

Графік та коефіцієнти детермінації показують, що між площею лісовідновних рубок і природним поновленням існує чіткий позитивний зв'язок. Чим більшою є площа таких рубок, тим вищою є ймовірність масштабнішого природного поновлення. Проте важливо зауважити, що ця залежність не є абсолютно прямолінійною. У деяких випадках високі показники рубок не забезпечували належного рівня поновлення, що може бути наслідком недотримання технологій рубки, відсутності насінневих дерев, деградації ґрунтів чи несприятливих погодних умов.

Також слід враховувати, що позитивна кореляція не означає автоматичний причинно-наслідковий зв'язок, однак вона свідчить про тенденцію: лісовідновні рубки у більшому обсязі можуть створювати сприятливі умови для природної регенерації деревостану. Водночас, зменшення площ таких рубок, як показують дані, призводить і до зниження рівня природного відновлення. Це дозволяє вважати лісовідновні рубки одним з ефективних інструментів підтримання лісового фонду, за умови їх правильного планування й реалізації.

3) Графік ілюструє співвідношення між площею природного відновлення лісів (вісь X) та площею санітарних рубок (вісь Y). Побудовані три трендові лінії — поліноміальна, лінійна та степенева демонструють різну ступінь відповідності, з коефіцієнтами детермінації $R^2 = 0,74, 0,49$ та $0,39$ відповідно. Найвищий рівень відповідності (понад 74%) має поліноміальна модель, що свідчить про наявність складної, нелінійної залежності між показниками.

Візуально видно, що найбільші площі природного поновлення зафіксовані за низьких значень санітарних рубок. Зокрема, у 2017 році при площі санітарних рубок **246 га**, площа природного поновлення становила 3926,3 га — один із найвищих показників за весь досліджуваний період. Водночас, у 2022–2023 роках, коли площа санітарних рубок різко зростає (до 7724 і 7049 га відповідно), площі природного відновлення залишаються відносно низькими, на рівні близько 1000 га.

Це дозволяє зробити попередній висновок про негативний ефект надмірних санітарних рубок на відновлюваність лісу в короткостроковій перспективі.

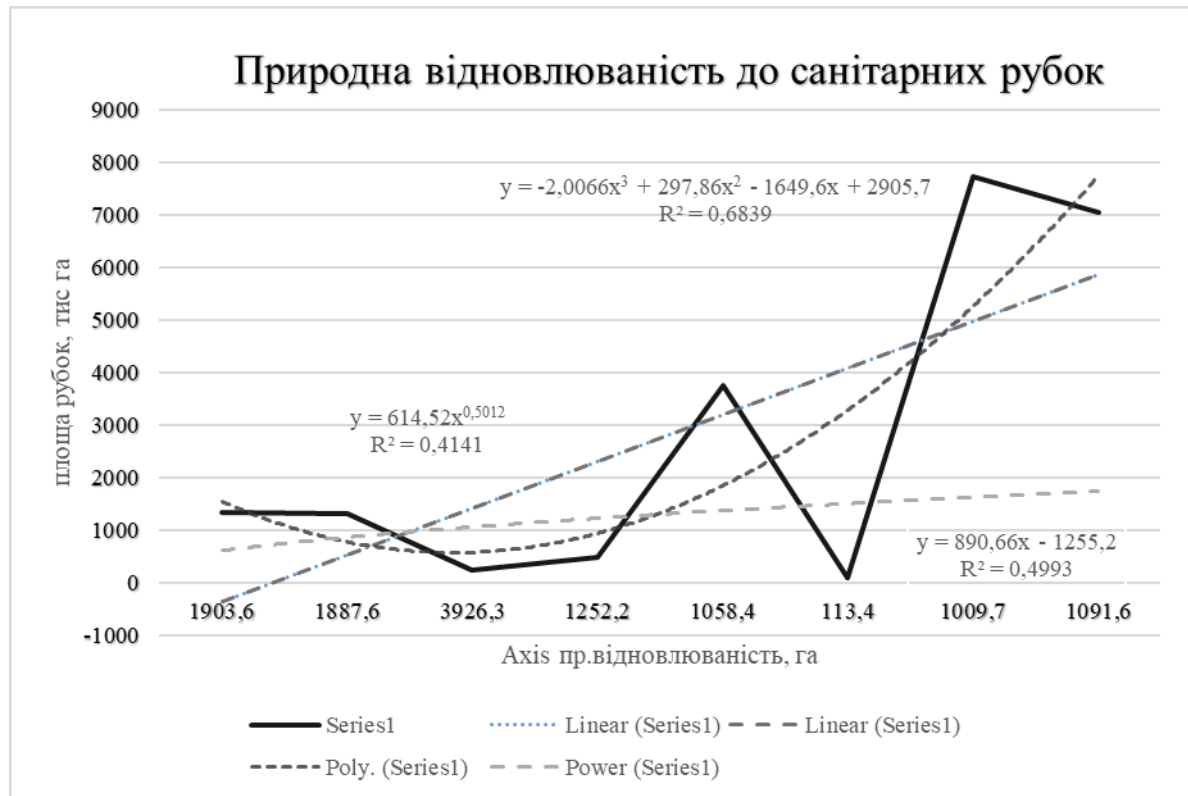


Рис. 8 Природна відновлюваність до санітарних рубок

Варто враховувати характер санітарних рубок, що найчастіше в Україні виконуються у формі суцільних рубок пошкоджених або хворих деревостанів. Такий підхід, хоча і має на меті запобігти поширенню хвороб, водночас може знищувати життєздатні дерева, які здатні до насінневого поновлення, особливо якщо відсутнє чітке виділення якісного підросту. Це пояснює, чому збільшення площ санітарних рубок не супроводжується пропорційним зростанням природної відновлюваності, а іноді навіть корелює з її зниженням.

4) На графіку подано співвідношення між площею природного відновлення лісів (X) та загальною площею всіх видів рубок (Y). Згідно з розрахунками, найвищий коефіцієнт детермінації має поліноміальна модель третього ступеня — $R^2 = 0,77$, що дозволяє вважати її найнадійнішою для інтерпретації. Натомість лінійна ($R^2 = 0,186$) і степенева ($R^2 = 0,082$) моделі демонструють низький рівень відповідності, що свідчить про нелінійний і неоднорідний характер взаємозв'язку.

Візуальний аналіз графіка показав, що немає чіткої послідовної залежності між площею загальних рубок та природною відновлюваністю. Наприклад, у 2017 році, коли площа рубок становила 7123 га, було зафіксовано найвищий рівень природного поновлення — 3926,3 га. Проте вже наступного року, незважаючи на зменшення площі рубок на понад 1000 га (до 6554 га), відновлюваність знижується більш ніж у 3 рази — до 1252,2 га. Така сама тенденція простежується і за 2014–2015 роки, де зменшення площі рубок на понад 400 га не супроводжується позитивною динамікою природного поновлення.

У загальній картині можна помітити період різкого зростання площі рубок у 2022–2023 роках, коли вони досягають рекордного значення — понад 14 000 га. Це супроводжується відносно низьким рівнем природного поновлення — близько 1000 га, що майже у чотири рази нижче порівняно з піковими роками. Це дозволяє зробити один із небагатьох чітких висновків: надмірне збільшення площі рубок (у 2–2,5 рази понад середній показник) у короткостроковій перспективі не призводить до активного природного відновлення, а навпаки — корелює зі спадом.

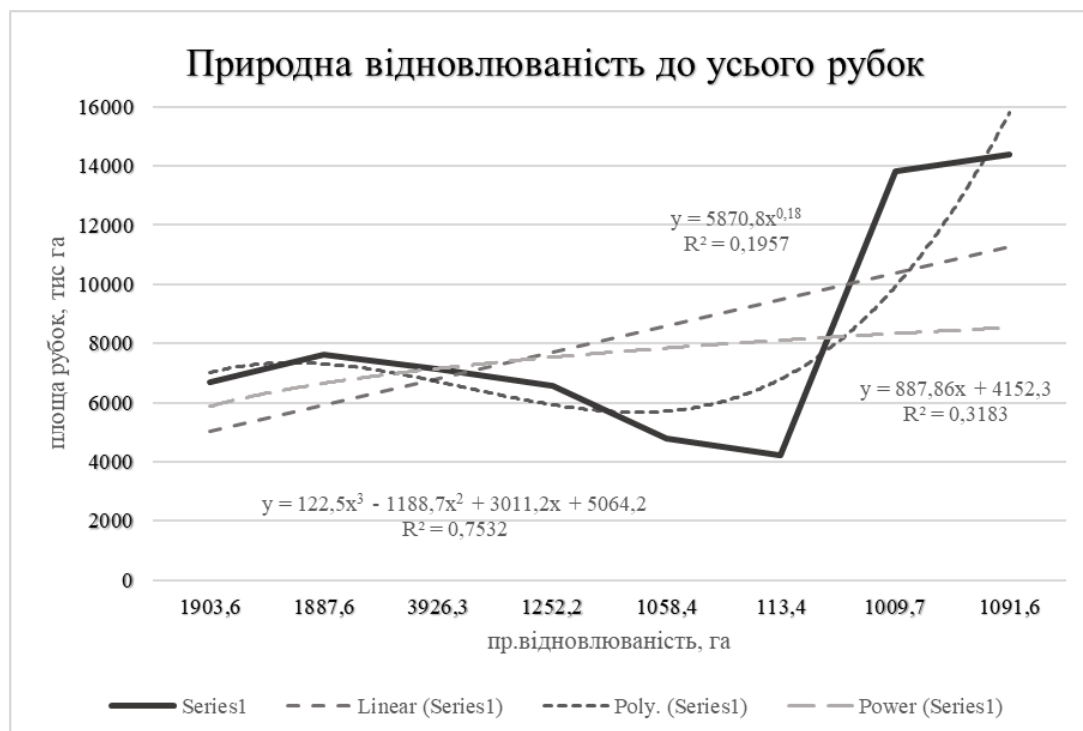


Рис. 9 Природна відновлюваність до усього рубок

Проаналізувавши вплив площ рубок на лісову відновлюваність як сукупного явища, яке включає санітарні, лісовідновні, доглядові та інші види втручань, можна зробити висновок про невизначений і слабо стабільний характер зв'язку з природним поновленням лісів. Це пов'язано з тим, що поєднання різних типів рубок в одному показнику розмиває екологічний ефект кожної з них, адже вони мають різні цілі та впливають на деревостан по-різному.

Отримані дані відрізняються від того, що демонстрували математичні підрахунки, хоч і не суттєво. З цього можна зробити висновок, що лісовідновні рубки мають найкращий вплив на природну відновлюваність, в той час як доглядові дуже суперечливо. Санітарні можуть впливати в кращий бік.

Варто зазначити, що під час досліджень кожної з типів рубок, було виявлено, що користь від рубок залежить насамперед від типів лісів, місцевості, рел'єфу та якості виконання цих рубок. Львівський ліс є змішаним, з переважною кількістю листяної породи. Це означає, що рубки є важливою частиною для укріплення лісів, так як світлолюбиві породи дерев швидше виростають і можуть пригнічувати ріст інших.

Таблиця 4.

Результати графіків

лінія тренду / тип рубки	Коефіцієнт детермінації, R^2			
	рубки догляду	лісовідновні рубки	санітарні рубки	усього рубок
Лінійна	0,1644	0,7559	0,4948	0,1856
Поліноміальна 3-ої ступені	0,5383	0,8838	0,7413	0,7726
Степенева	0,1497	0,7004	0,3875	0,0824

У таблиці представлено значення коефіцієнтів детермінації (R^2) для трьох видів трендових моделей (лінійної, поліноміальної 3-го ступеня та степеневої), розрахованих окремо для кожного типу рубок — рубок догляду, лісовідновних,

санітарних, а також для загального обсягу рубок. Значення R^2 відображає, наскільки добре побудована модель описує варіацію залежної змінної, тобто в нашому випадку — наскільки ефективно площа рубок певного типу пояснює зміну площі природного поновлення.

Найвищі значення R^2 за всіма моделями спостерігаються для лісовідновних рубок, зокрема:

- 0,8838 для поліноміальної моделі;
- 0,7559 для лінійної;
- 0,7004 для степеневої.

Це свідчить про найбільш стабільний та прогнозований зв'язок між площею лісовідновних рубок і природною відновлюваністю лісів. Імовірно, саме ці рубки мають чітко виражений екологічний вплив, який відображається в кількісних показниках.

Рубки догляду демонструють помірний зв'язок, особливо в поліноміальній моделі (0,5383). Інші моделі (лінійна та степенева) мають досить низькі значення — 0,16 та 0,14 відповідно, що свідчить про нелінійний характер залежності та необхідність більш складного підходу до інтерпретації.

Для санітарних рубок значення R^2 у межах 0,74 (поліноміальна), 0,49 (лінійна) та 0,38 (степенева). Це демонструє, що залежність хоч і присутня, однак вона слабша порівняно з лісовідновними рубками, а також має неоднозначну форму. Ймовірно, ефект від санітарних рубок проявляється не відразу або залежить від супутніх факторів (тип хвороб, ступінь ураження деревостану тощо).

Загальна площа всіх рубок як інтегральний показник має найнижчі значення коефіцієнтів детермінації у двох із трьох моделей: лише 0,18 (лінійна) і 0,08 (степенева). Лише поліноміальна модель (0,77) свідчить про часткову відповідність, що вказує на дуже складний або розмитий характер взаємозв'язку, коли поєднання всіх типів рубок маскує індивідуальні впливи кожної групи.

3.2. Динаміка зміни індексу лісистості території

У межах дослідження було проаналізовано щорічні дані щодо площ земель, укритих лісовою рослинністю, загальної площі лісових земель, а також індексів лісистості як по лісових землях, так і по області загалом. Отримані результати демонструють цікаві просторово-часові коливання та дозволяють сформулювати низку екологічно важливих спостережень.

На період з 2014 по 2019 роки показники лісистості залишалися стабільними. Індекс лісистості лісових земель коливався в межах від 88,8% (2014) до 95,94% (2017). Це свідчить про сталу площу заліснених територій у межах земель лісогосподарського призначення. Водночас загальний індекс лісистості області мав тенденцію до поступового зростання — з 31,81% у 2014 р. до 34,13% у 2019 р., що могло бути результатом інтенсивнішого поновлення лісів, перерозподілу земель або заліснення деградованих ділянок.

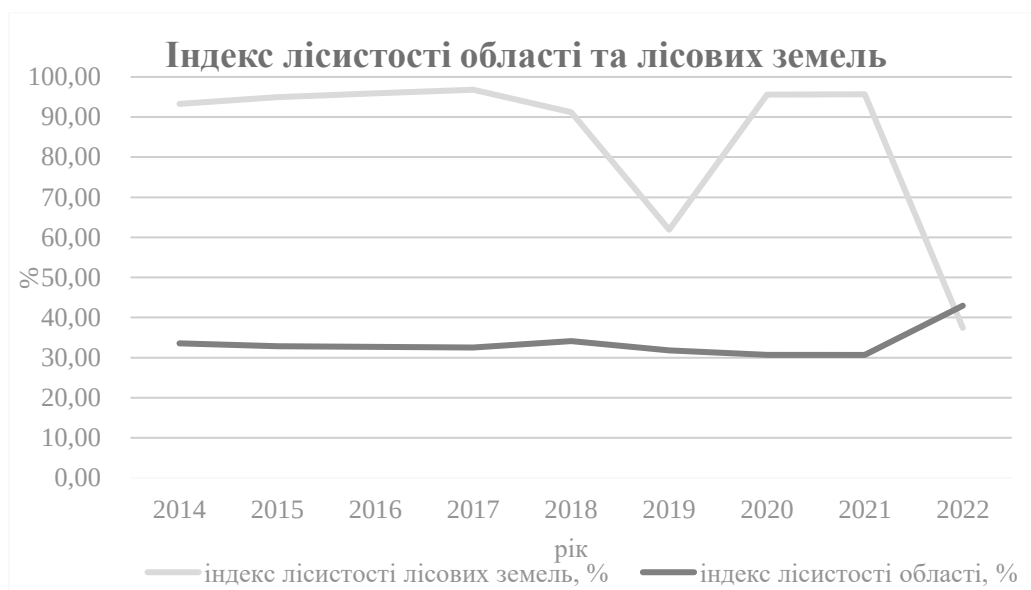


Рис.10 Індекс лісистості області та лісових земель

Однак вже в 2020 році спостерігається різке падіння площі заліснення: площа земель, що вкриті рослинністю, зменшилась до 429,6 тис. га, а індекс лісистості лісових земель впав до 61,87%. Загальна площа лісових земель залишилася на рівні 694,4 тис. га, майже ідентичному показнику 2014 року. Така різниця викликає сумнів у достовірності статистичних показників і, ймовірно, свідчить про проблеми

з оновленням або звітністю кадастрових даних. Це припущення підтверджується тим, що ці значення майже повністю повторюють дані 2014 року, ймовірно, були скопійовані або заповнені автоматично в умовах відсутності реального моніторингу (наприклад, через обмеження, пов'язані з COVID-19, або через зміни у формах звітності).

Ще більш вражаючим є відхилення у 2023 році, коли загальна площа лісових земель зросла до 937,6 тис. га, що є на понад 260 тис. га більшим за попередні роки. Парадоксально, водночас площа земель, укритих лісовою рослинністю, зменшилась до 350,9 тис. га, а індекс лісистості лісових земель опустився до 37,42%, найнижчого за весь період.

Таблиця 5.
Індекс лісистості

рік	площа земель, що вкрита рослинністю, тис га	загальна площа лісових земель, тис га	індекс лісистості лісових земель, %	індекс лісистості області, %
2014	616,6	694,400	88,80	31,81
2015	683,785	733,105	93,27	33,58
2016	681,805	717,924	94,969	32,88
2017	683,97	712,893	95,94	32,66
2018	686,746	709,325	96,82	32,49
2019	679,384	744,946	91,199	34,13
2020	429,6	694,400	61,87	31,81
2021	640,623	670,241	95,58	30,7
2022	640,623	669,693	95,659	30,68
2023	350,91156	937,646	37,42	42,95

Аналіз офіційних джерел дав зрозуміти, що така ситуація могла бути пов'язана із масовим переданням нових земель у підпорядкування Держлісагентству. Відповідно до звіту Державного агентства лісових ресурсів

України за 2023 рік, значну частину земель, які перебували раніше поза межами лісового фонду, було переведено в категорію лісових земель на підставі супутникових досліджень та оновлення державного лісового кадастру. Йдеться як про землі державної, так і про комунальної власності, які перебували в недоглянутому стані або в процесі передачі.

Таким чином, 2023 рік позначений кардинальними змінами у структурі лісового фонду, проте ці зміни не супроводжувалися зростанням фактичної площі заліснення — навпаки, площа укритих лісовою рослинністю земель значно зменшилася. Це вказує на те, що збільшення загальної площі лісових земель було адміністративним кроком (розширенням облікової бази), але не реальним зростанням лісового покриву. Ймовірно, нові території потребують подальшого заліснення або перебувають на початкових стадіях відновлення.

Крім того, такі коливання вказують на недостатню узгодженість методів обліку, зміну підходів до класифікації земель (наприклад, включення деградованих, покинутих сільськогосподарських угідь у лісовий фонд), а також вплив політичних та управлінських рішень на лісову статистику.

РОЗДІЛ 4. УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

У ході теоретичного дослідження було проаналізовано особливості проведення основних видів рубок та їхній потенційний вплив на стан лісового фонду. Найбільш сприятливими з екологічної точки зору визнано рубки догляду та лісовідновні рубки, які при дотриманні належних технологічних вимог створюють умови для природного поновлення цінних порід дерев, зменшують конкуренцію за ресурси в деревостані та сприяють підтриманню складної, стійкої структури лісу.

Тоді як санітарні рубки, хоча й мають на меті поліпшення санітарного стану лісів, за відсутності належного контролю або при надмірному обсязі можуть бути шкідливими, особливо коли вони фактично використовуються як прикриття для суцільних вирубок. Проведення суцільних рубок, які повністю знищують деревостан на значних площах, має найгірші наслідки: це призводить до деградації екосистем, втрати біорізноманіття, порушення природних ланцюгів і втраченого середовища існування для численних видів флори та фауни. Такі рубки не сприяють природному відновленню і часто потребують трудомістких і дорогих заходів штучного заліснення.

Теоретичний аналіз також показав, що в Україні існує серйозна проблема незаконних рубок, з найбільшою кількістю зафіксованих випадків у Харківській, Житомирській, Дніпропетровській та Львівській областях. Це свідчить про слабкість системи державного контролю за використанням лісових ресурсів і про необхідність посилення лісової охорони. Окрім того, у значній частині регіонів переважає практика суцільно-лісосічних рубок як основного методу головного користування, що суперечить принципам сталого лісокористування.

Окрему стурбованість викликає зниження обсягів лісовідновних рубок і природного поновлення, яке спостерігалось в останнє десятиліття. Натомість санітарні рубки демонструють тенденцію до зростання, хоча їх екологічна ефективність є сумнівною. Наявні статистичні коливання та відсутність повних даних за окремі роки ускладнюють точну оцінку реального стану лісів та ефективності відновлення.

В межах практичного дослідження було охоплено два ключові аспекти: з одного боку — аналіз взаємозв'язку між площею різних типів лісгосподарських рубок та природною відновлюваністю лісів, з іншого — простежено зміну індексів лісистості Львівської області протягом 2014–2023 років. Такий підхід дозволив виявити як внутрішні закономірності у структурі лісокористування, так і зовнішні чинники, що впливають на оцінку стану лісового фонду в регіоні.

Найбільш надійний і передбачуваний зв'язок з природною відновлюваністю продемонстрували лісовідновні рубки. Поліноміальна модель третього ступеня показала найвищий коефіцієнт детермінації ($R^2 = 0,8838$), що вказує на сильну залежність між масштабами таких рубок і площею природного поновлення. Це підтверджує припущення, що лісовідновні заходи, при правильному плануванні, можуть бути ефективним інструментом стимулювання самовідновлення лісу. Помірно позитивний зв'язок виявлено і для рубок догляду ($R^2 = 0,5383$), які, хоч і мають слабший ефект, все ж сприяють створенню сприятливих умов для регенерації.

Водночас санітарні рубки виявилися найменш передбачуваними: одна з моделей дала високе значення R^2 (0,7413), але інші — істотно нижчі. Це може бути пов'язано з характером самих рубок, які у практиці реалізуються здебільшого як суцільні, що призводить до втрати насіннєвих дерев і може гальмувати поновлення. Аналіз загального обсягу рубок, як сумарного показника, продемонстрував найнижчу точність у більшості моделей, окрім поліноміальної ($R^2 = 0,7726$), що дозволяє зробити висновок: об'єднання всіх типів рубок в одну групу розмиває індивідуальний вплив кожної з них. Цікаво, що роки інтенсивного вирубування (2022–2023) супроводжувалися найнижчими показниками природного поновлення, що може свідчити про досягнення порогової межі втручання, після якої екосистема втрачає здатність до саморегуляції.

Другим напрямом аналізу стало дослідження індексів лісистості області, які також демонструють загалом стабільну ситуацію впродовж 2014–2019 років. За цей період індекс лісистості лісових земель утримувався на рівні 88–96%, а загальний індекс по області поступово зростав до 34,13%. Такі дані вказують на збереження

ймовірно позитивної тенденції, зумовленої як природним поновленням, так і ефективним веденням лісогосподарської діяльності. Однак у 2020 та 2023 роках зафіксовано два помітні відхилення.

У 2020 році спостерігалось раптове падіння площі земель, укритих лісовою рослинністю, з одночасним зниженням індексу лісистості лісових земель до 61,87%. Така невідповідність, ймовірно, спричинена технічними або методологічними помилками, наприклад, використанням застарілих даних або зміною форми звітності в умовах пандемії. У 2023 році ситуація була протилежною за характером, але не менш показовою: площа лісових земель адміністративно зросла більш ніж на 260 тис. га, однак фактична площа заліснення зменшилася. Це призвело до падіння індексу лісистості лісових земель до 37,42% — найнижчого за весь період. Причиною цього стало масове включення до лісового фонду нових, ще не заліснених територій, що, попри зростання облікових показників, не відображає реального поліпшення стану екосистем.

Загалом результати дослідження вказують на те, що вплив рубок на природне поновлення має переважно нелінійний характер, який найкраще описується складними статистичними моделями. Ефективність рубок залежить не лише від їх типу, але й від масштабу, частоти та технологій їх проведення. У свою чергу, оцінка стану лісистості на основі лише формальних кадастрових даних є недостатньою для повноцінного екологічного аналізу. Тому для забезпечення об'єктивної оцінки лісового фонду доцільно застосовувати поєднання супутникового моніторингу, таксаційних даних і польових спостережень з урахуванням не лише площ, але й якісного стану лісових екосистем.

РОЗДІЛ 5. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ПОКРАЩЕННЯ

5.1. Європейський досвід у лісогосподарстві

Лісове господарство є однією з ключових галузей у більшості європейських країн. Європейський досвід вирізняється високим рівнем законодавчої регламентації, інтеграцією принципів сталого розвитку та широким застосуванням добровільних систем сертифікації лісів. Одними з найбільш поширених механізмів гарантування сталого лісокористування є міжнародні сертифікаційні системи PEFC та FSC, які активно застосовуються в країнах ЄС і поступово впроваджуються в Україні.

PEFC — це міжнародна, неурядова, неприбуткова організація, заснована в 1999 році, основною метою якої є сприяння сталому управлінню лісами через систему лісової сертифікації та маркування лісової продукції. Система PEFC є найбільш розповсюдженою в Європі, зокрема в Німеччині, Франції, Австрії, Фінляндії та Швеції. Вона часто застосовується у приватних лісах та активно підтримується національними урядами та асоціаціями лісовласників. Продукція з лісів, сертифікованих за PEFC, користується попитом на внутрішньому ринку ЄС [31].

FSC — це міжнародна організація, яка розробляє принципи та критерії для відповідального ведення лісового господарства. Її сертифікація визнана в усьому світі як гарантія дотримання екологічних стандартів, прав працівників і місцевих громад. FSC активно впроваджена в багатьох країнах Європи, включаючи Польщу, Великобританію, Чехію, Іспанію. Вона є популярною серед компаній, що експортують лісопродукцію або орієнтуються на міжнародний ринок. Часто FSC-сертифікація є обов'язковою вимогою з боку міжнародних покупців [27].

Для кращого розуміння різниці між PEFC та FSC, була створена порівняльна таблиця. Обидва сертифікати слугують інструментами забезпечення сталого ведення лісового господарства, однак мають різні підходи до реалізації цієї мети. FSC запроваджує єдині жорсткі міжнародні стандарти, що охоплюють як екологічні, так і соціальні аспекти, тому широко визнається на глобальному рівні, особливо серед екологічно свідомих споживачів. Натомість PEFC працює

переважно через визнання національних систем сертифікації, що робить її більш гнучкою і зручною для малих та середніх власників лісів, особливо в європейських країнах. В Україні домінує FSC, оскільки саме ця система дозволяє лісгосподарським підприємствам виходити на міжнародний ринок, тоді як PEFC поки що не має значного поширення.

Таблиця 1.

Порівняння між сертифікатами PEFC та FSC

Критерій	PEFC	FSC
Рік заснування	1999	1993
Тип організації	Міжнародна неприбуткова федерація національних систем сертифікації	Міжнародна неприбуткова організація
Основний підхід	Визнання національних стандартів	Єдиний глобальний стандарт з адаптацією на національному рівні
Орієнтація	Малий і середній приватний сектор, національні системи	Міжнародні компанії, великі лісокористувачі
Присутність у Європі	Дуже висока (в Центральній і Північній Європі)	Висока, але переважно у країнах з експортом лісопродукції
Присутність в Україні	Частково присутня	Широко використовується, особливо в держлісгоспах
Популярність у споживачів	Популярна в Європі, менше відома глобально	Широко визнана у світі, особливо серед екологічно свідомих покупців
Можливість збуту за кордон	Обмежена (переважно європейський ринок)	Висока (більшість імпортерів приймають FSC як стандарт якості)

Одним із прикладів інноваційного підходу до оптимізації лісогосподарської діяльності є польський проєкт «Застосування рівноваги Неша для розробки оптимальної стратегії лісозаготівлі в Торунському лісовому окрузі». Його головною метою було розроблення такої стратегії заготівлі деревини, яка дозволяла б досягати балансу між п'ятьма ключовими цілями сталого ведення лісового господарства: максимізацією поглинання вуглекислого газу, збереженням біорізноманіття, забезпеченням обсягів лісозаготівель, підвищенням частки місцевих деревних порід та підтримкою захисних функцій лісів. Актуальність дослідження зумовлена тим, що досягнення всіх цих цілей одночасно практично неможливе без компромісів, адже, наприклад, інтенсифікація лісозаготівлі зазвичай супроводжується зниженням біорізноманіття та здатності лісу поглинати CO₂.

Методологічною основою дослідження стало використання моделі рівноваги Неша, в якій п'ять умовних «гравців» — кожен із власною метою — змагалися за оптимальне використання лісових ресурсів. Для вхідних даних були використані відомості з офіційної бази Forest Data Bank за 2023 рік, що включала 8 860 записів по деревостанах Торунського лісгоспу. До аналізу були включені характеристики таких лісових ділянок, як тип лісу, склад деревних порід у відсотковому співвідношенні, вік насаджень та обсяги біомаси за вегетаційні періоди. На підставі цих даних моделювалися різні сценарії заготівлі з урахуванням суперечностей між цілями. У результаті аналізу визначалися такі комбінації дій, при яких жоден з «гравців» не мав стимулу змінювати свою стратегію в односторонньому порядку — тобто досягалася рівновага Неша [30].

Результати моделювання засвідчили, що оптимізація за допомогою стратегій рівноваги Неша дозволяє досягти помітних поліпшень у показниках сталого управління лісами. Наприклад, шляхом коригування вікового складу деревостанів для заготівлі вдалося зменшити втрати вуглецевої секвестрації на 25% (близько 200 000 тонн CO₂ за 10 років), без зменшення загального обсягу заготовленої деревини. Це стало можливим завдяки вилученню дерев, які вже не робили істотного внеску в поглинання вуглецю, та переорієнтації рубок на більш продуктивні вікові класи.

Також була зменшена інтенсивність рубок у захисних лісах, що сприяло збереженню їхніх екологічних функцій. У структурі лісів значних змін не відбулося — продовжували домінувати свіжі типи лісів, а розподіл за видами залишився стабільним. У цілому, моделювання виявило потенціал для удосконалення підходів до лісопланування, при якому можливо одночасно враховувати та збалансовано реалізовувати кілька, навіть частково суперечливих цілей [30].

Досвід Торунського лісгоспу демонструє практичну цінність застосування математичних моделей у прийнятті рішень у лісовому господарстві. Залучення стратегій рівноваги Неша дозволяє не лише підвищити ефективність використання лісових ресурсів, але й зберегти екологічні функції лісів. Отримані результати підтверджують доцільність впровадження подібних підходів у лісовому плануванні інших країн із подібними умовами лісового покриву, зокрема України.

Сталий підхід до лісоуправління (Sustainable Forest Management, SFM) передбачає інтеграцію екологічних, економічних та соціальних факторів у процес управління лісовими ресурсами. Основна мета цього підходу — забезпечити довгострокове збереження і відновлення лісових екосистем, одночасно задовольняючи потреби суспільства. Згідно з міжнародним досвідом, ефективність SFM досягається завдяки багаторівневим системам управління, моніторингу стану лісів, залученню громад до прийняття рішень, а також використанню сучасних технологій, зокрема супутникового зондування та геоінформаційних систем [31]. В умовах зростання антропогенного тиску та кліматичних змін цей підхід демонструє здатність адаптуватись до нових викликів і знижувати ризики деградації лісів. Досвід розвинених країн свідчить про доцільність запровадження інтегрованого контролю з боку лісгосподарських та природоохоронних органів, а також удосконалення законодавчої бази для узгодження економічних інтересів із цілями збереження лісових ресурсів.

5.2. Огляд нових технологій управління лісгосподарством

Сучасне лісове господарство стикається з низкою викликів, зокрема зміною клімату, деградацією лісових екосистем та зростаючим антропогенним навантаженням. Інноваційні технології відіграють ключову роль, сприяючи

покращенню оцінки стану лісових ресурсів, оптимізації процесів лісокористування та підвищенню екологічної відповідальності. Інноваційні підходи допомагають не лише зберегти природні ресурси, а й роблять лісове господарство більш ефективним та економічно доцільним у довгостроковій перспективі.

Як одним з нових інноваційних інструментів, варто звернути увагу на Мартелоскопи, що можуть значно покращити моніторинг особливо уразливих ділянок лісу в Україні. Це багатофункціональні навчальні платформи, які дозволяють імітувати процеси ведення лісового господарства та аналізувати ефекти різних управлінських рішень. Вони використовуються для віртуального відбору дерев, що допомагає лісівникам оцінювати стан лісових насаджень без реального втручання в екосистему [26].

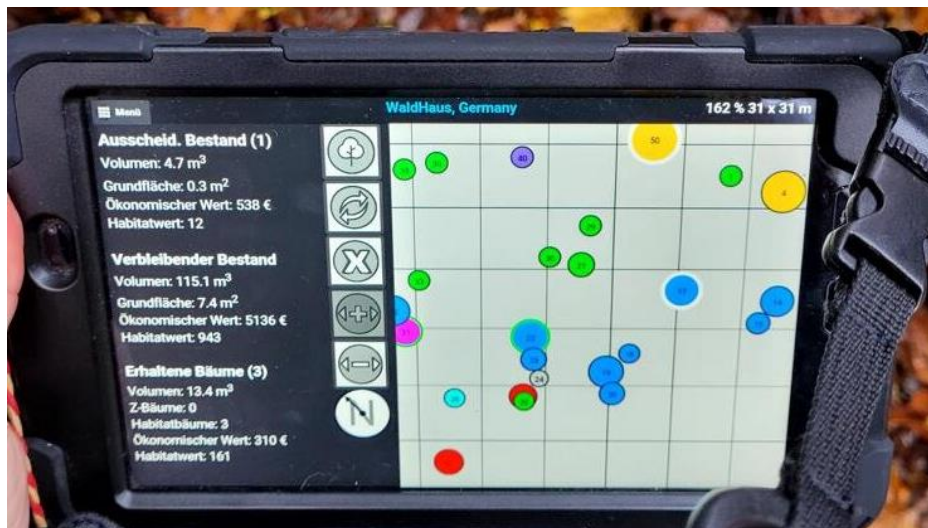


Рис. 5 Приклад інтерфейсу мартелоскопу [24]

Основна перевага мартелоскопів полягає у можливості застосування планшетного програмного забезпечення «I+», яке дозволяє моделювати управлінські рішення та отримувати негайні результати щодо їх впливу. Кожен мартелоскоп має унікальні характеристики деревостану, що дає змогу аналізувати різні сценарії розвитку лісових екосистем. Окрім навчальних цілей, мартелоскопи можуть використовуватися як дослідницькі платформи для збору просторових даних про дерева, структуру насаджень і мікрооселища, що сприятиме більш глибокому розумінню динаміки лісових екосистем [25].

Макарова В.В., доктор економічних наук, досліджувала сутність та складові концепції Лісове господарство 4.0, який можна вважати глобальним інноваційним проектом по цифровізації лісової галузі [15]. Головною метою цієї концепції є покращення керуванням сфери лісокористування шляхом впровадження цифрових технологій, автоматизації та штучного інтелекту. З її дослідження стало зрозуміло, що ця концепція хоч і звучить заманливо, але втілення цієї ідеї вимагає великої кількості ресурсів та розвинутої сфери кібербезпеки. На сьогоднішній час реальною і втілюваною ідеєю є використання дронів, про що Макарова В.В. зазначила в своїй статті.

Використання безпілотних літальних апаратів у лісовому господарстві надає значні переваги, зокрема зменшення витрат на оплату праці та оптимізацію чисельності персоналу. Дрони дозволяють швидко збирати дані про стан лісів, що сприяє ефективнішому управлінню ресурсами. Крім того, вони посилюють контроль за вирубкою лісів, моніторингом рубок та вантажно-розвантажувальних робіт, а також допомагають своєчасно виявляти порушення під час проведення рубок. Важливою перевагою є можливість оперативного виявлення та запобігання лісовим пожежам, що знижує матеріально-технічні витрати та мінімізує шкоду екосистемам [32].

5.3. Пропозиції покращення

Узагальнюючи результати дослідження стану лісового фонду Львівської області, можна визначити кілька напрямків покращення ситуації в галузі лісокористування, з акцентом на збереження екосистем, підвищення ефективності управління та запровадження сучасних технологій. Рекомендації сформовані на основі виявлених проблем — зокрема, перевантаженості практики суцільних рубок, зниження рівня природного поновлення, слабого контролю за незаконною вирубкою, а також нестабільності лісової статистики.

Одним із головних кроків має стати поступове обмеження практики суцільних лісосічних рубок, які негативно впливають на біорізноманіття та екологічну стабільність. Натомість слід розширювати масштаби лісовідновних і

рубок догляду, які за результатами дослідження демонструють найвищу кореляцію з природною відновлюваністю деревостану. Ці види втручання сприяють формуванню стійкого та різновікового лісу, що має високу екологічну цінність.

Дивлячись на високий рівень нелегальних вирубок у Львівській області, доцільно посилити державний нагляд і охорону лісів. Необхідно забезпечити більш ефективну взаємодію між лісовими підприємствами, правоохоронними органами та місцевими громадами, а також посилити відповідальність за порушення у сфері лісокористування. Одним із дієвих засобів стане впровадження електронних систем моніторингу та обліку деревини.

Також чудовим кроком є поглиблення інтеграції з міжнародними сертифікаційними системами, насамперед FSC, яка вже частково впроваджена в Україні. Її застосування сприяє дотриманню екологічних стандартів, підвищенню прозорості у веденні господарства, а також відкриває можливості виходу на міжнародні ринки. Водночас варто вивчати приклади оптимізації планування, як-от використання моделей рівноваги Неша, успішно реалізованих у Польщі, що дозволяє ефективно узгоджувати економічні, екологічні та соціальні цілі в лісозаготівельній діяльності.

Важливу роль у підвищенні якості управління відіграє використання цифрових технологій. Зокрема, варто впроваджувати:

- аерофотозйомку та супутниковий моніторинг для виявлення незаконних рубок і оцінки змін лісового покриву;
- мартелоскопи як тренувальні та дослідницькі платформи для моделювання впливу господарських рішень без реального втручання в екосистему;
- використання дронів для оперативного збору інформації, контролю за проведенням рубок та моніторингу пожежної безпеки.

Такі інструменти дозволяють не лише швидко реагувати на зміни, а й суттєво знижують витрати на польові обстеження та роблять управління більш прозорим.

ВИСНОВКИ

В процесі виконання дипломної роботи було встановлено, що стан лісового фонду Львівської області характеризується як певними позитивними тенденціями, так і значними викликами, які вимагають системного підходу до управління та контролю. До позитивних змін можна віднести сертифікацію лісогосподарських підприємств за міжнародними стандартами FSC та PEFC, розвиток сучасної інфраструктури, зокрема створення Львівського селекційно-насінневого центру, а також поступове впровадження цифрових технологій моніторингу лісів.

Серед основних викликів — поширення незаконних рубок, переважання суцільних санітарних рубок над вибірковими, зниження ефективності природного поновлення та недосконалість системи обліку й звітності щодо лісових ресурсів. Особливе занепокоєння викликає неузгодженість між офіційними показниками лісистості та фактичним станом лісових екосистем, що було особливо помітно у 2020 та 2023 роках.

Проведений аналіз типів рубок показав, що сприятливішим за всіх на природне відновлення впливають лісовідновні рубки — між площею цих рубок та обсягами самовідновлення встановлено найбільш тісний зв'язок. Рубки догляду мають менш виражений, але все ж позитивний вплив. Санітарні рубки виявилися найбільш непередбачуваними за результатами моделювання: в окремі роки вони демонстрували негативний результат, що може свідчити про зловживання цим типом рубок. Суцільні рубки, незалежно від формального типу, здебільшого погіршують здатність лісів до природного поновлення.

Окремо досліджено динаміку індексу лісистості Львівської області за 2014–2023 роки. Виявлено відносну стабільність цього показника в першій половині періоду та суттєві аномалії в окремі роки, що можуть бути пов'язані як з методологічними похибками, так і зі змінами у структурі лісокористування. Це вказує на потребу комплексного підходу до оцінювання стану лісів — поєднання статистичних, дистанційних та польових методів.

З урахуванням отриманих результатів, стан лісового фонду Львівської області на поточний момент не можна оцінити як задовільний. Хоч на разі існує позитивний розвиток, як от впровадження міжнародних стандартів сертифікації, використання цифрових технологій, оновлення інфраструктури, але загальна картина свідчить про наявність системних проблем, що негативно впливають на стійкість і екологічну якість лісових екосистем регіону.

Такий висновок базується на конкретних критеріях:

- низький рівень природного відновлення упродовж більшості років досліджуваного періоду, особливо в умовах зростаючих обсягів суцільних рубок;
- нестабільність та суперечливість статистичних даних, зокрема індексів лісистості, що не завжди відображають реальний стан покриву;
- невисока ефективність лісозаготівельних практик, де лише окремі типи рубок (лісовідновні) дали позитивний вплив, тоді як санітарні та суцільні рубки здебільшого мали нейтральний або негативний результат;
- наявність ознак адміністративного збільшення площ лісового фонду без фактичного зростання лісової рослинності, що було особливо помітно у 2023 році.

Підсумовуючи, результати даних та їх аналіз дозволили окреслити основні закономірності впливу лісозаготівельної діяльності на стан лісового фонду Львівської області, а також підтвердити, що ефективне управління лісами можливе лише за умови збалансування між господарським використанням та природною здатністю лісів до відновлення.

В майбутньому планується доповнювати ці дослідження, використовуючи геоінформаційні та картографічні методи, що дозволить значно точніше простежити просторову структуру лісових змін і формувати більш ефективну стратегію лісоуправління.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1) Анісімова С., Анісімов С. Екосистемні послуги як підстава для розвитку рекреаційної діяльності. Вісник ХНАДУ, 2019. № 85. С. 124–132.
- 2) Блистів В. І., Никитюк П. А., Лук'янчук Н. В. Комплексне оцінювання функціональності лісового середовища.
- 3) В.Мазепа Електронний посібник з дисципліни: ПРАКТИЧНЕ ЛІСІВНИЦТВО для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Лісове господарство» - Луцьк, 2022.
- 4) В.П. Ткач. Ліси та лісистість в Україні: сучасний стан і перспективи розвитку, Український географічний журнал - 2012, № 2.
- 5) В Україні збільшилася площа сертифікованих лісів. *Державне агентство лісових ресурсів України*. URL: <https://forest.gov.ua/news/v-ukraini-zbilshylasia-ploshcha-sertyfikovanykh-lisiv>
- 6) Ванджурак, П. І. (2024). Вплив способу рубки на процес природного поновлення в умовах вологої ялицевої сусмеречини Покутських Карпат. Лісотехнічна освіта і наука: виклики сьогодення та перспективи розвитку. Міжнародна науково-практична конференція. 23-25 жовтня 2024 року. м. Львів, Україна. URL: <https://doi.org/10.36930/conf150.1.02>
- 7) Деякі питання реформування управління лісової галузі : Постанова Каб. Міністрів України від 07.09.2022 № 1003 : станом на 26 жовт. 2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1003-2022-p#Text>
- 8) ДП «Львівський ЛСНЦ»: висіяно 500 тисяч насінин у контейнери для вирощування садивного матеріалу із закритою кореневою системою. Львівська обласна рада. URL: <https://surl.lt/bmagxv>.
- 9) Екологічні паспорти львівської області. Департамент екології та природних ресурсів Львівської Обласної Державної адміністрації. URL: <https://deplv.gov.ua/ekologichnyj-pasport/>.
- 10) Економічна оцінка екосистемних послуг лісів України: Наукове видання / В. П. Ткач, Н. Ю. Висоцька, А. С. Торосов, І. Ф. Букша, В. П. Пастернак – Харків: УкрНДІЛГА, 2023. – 28 с. (ОЕО)

- 11) Жежкун А. М. Природне відновлення лісів після суцільних рубок головного користування в соснових деревостанах Східного Полісся / А. М. Жежкун, І. М. Жежкун // Лісівництво і агролісомеліорація. - 2017. - Вип. 131. - С. 23-32. - URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/lisam_2017_131_5.
- 12) Ковейно Ю. В. Сучасний стан ведення лісового господарства: нормативно-правовий огляд / Ю. В. Ковейно // Вісник Маріупольського державного університету. Серія : Право. – 2014. – Вип. 8. – С. 164–172.
- 13) Кунах О.М., Жуков О.В., Пахомов О.Є. Оцінка стану екосистем та їх компонентів (обрані теми): Навчально-методичний посібник, – Дніпро: типографія «АРБУЗ», 2020. – 77 с.
- 14) Лісовий кодекс України : Кодекс України від 21.01.1994 № 3852-XII : станом на 15 листоп. 2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3852-12#Text>
- 15) Макарова В. В., Могильна Л. М., Ткаченко А. В Інноваційні напрями розвитку збутової зовнішньоекономічної діяльності лісогосподарських підприємств завдяки інформаційним та цифровим технологіям.. Modern Economics. 2023. № 39(2023). С. 104-111. DOI: [https://doi.org/10.31521/modecon.V39\(2023\)-16](https://doi.org/10.31521/modecon.V39(2023)-16).
- 16) О. П. Радченко, Д. С. Казак. Використання кореляційно-регресивного аналізу в управлінні зед підприємства. *nayka.com.ua*. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/12_2018/110.pdf
- 17) Обсяги незаконних рубок у 2023 році: аналітичний звіт на основі даних лісокористувачів. Forest com. URL: <https://surl.lt/zyksnk>
- 18) Особливості проведення рубок формування і оздоровлення лісів (методичні рекомендації) / В. П. Ткач, В. Ф. Романовський, Г. Т. Криницький, І. Б. Шинкаренко, В. І. Парпан. – Харків: УкрНДІЛГА, 2023. – 60 с
- 19) Про затвердження Правил поліпшення якісного складу лісів : Постанова Каб. Міністрів України від 12.05.2007 № 724 : станом на 1 листоп. 2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/724-2007-п#Text>

- 20) Про затвердження Санітарних правил в лісах України : Постанова Каб. Міністрів України від 27.07.1995 № 555 : станом на 12 груд. 2020 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-95-п#Text>
- 21) Публічний звіт голови державного агентства лісових ресурсів України за 2023 рік https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/17-civik-2018/zvit2023/zvit_lis_%202023.pdf
- 22) Соловій І. Оцінка послуг екосистем, забезпечуваних лісами України, та пропозиції щодо механізмів плати за послуги екосистем. ENPI EAST FLAG, 2016. 92 с. URL: <https://surl.li/dspvou>
- 23) Шершун М. Х., Касюхнич В. Ю. Економічна складова розвитку лісової галузі в умовах воєнного стану. Збалансоване природокористування. 2023. № 1. С. 45–52.
- 24) „Martelkom“ – Den Wald vor lauter Bäumen sehen. *Forstliche Versuchsanstalt Baden-Wurttemberg*. URL: <https://www.fva-bw.de/aktuelles/artikel/martelkom>.
- 25) Andreas Schuck. Integrate+ Martelosscopes - Calibrating silvicultural decision making. - European Forest Institute, 2015. URL: <https://surli.cc/lwxrdh>
- 26) Daniel Kraus. Seeing is building better understanding - the Integrate+ Martelosscopes. - Integrate+, 2018.
- 27) FSC в Україні. Forest Stewardship Council. URL: <https://ua.fsc.org/ua-uk/fsc-in-ukraine>.
- 28) Henok Kassa, Stefaan Dondeyne, Jean Poesen. Impact of deforestation on soil fertility, soil carbon and nitrogen stocks: the case of the Gacheb catchment in the White Nile Basin, Ethiopia. - Agriculture, Ecosystems & Environment, 2017. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880917302773>
- 29) Impacts of salvage logging on biodiversity: A meta-analysis. - Simon Thorn, Claus Bässler, Roland Brandl – Journal of Applied Ecology. URL: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1365-2664.12945>

- 30) Jan Kotlarz. - Application of Nash equilibrium for developing an optimal forest harvesting strategy in Toruń Forest District. – Warsaw, 2024. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2403.03555>
- 31) Moroz, V. (2024). International experience and strategies for forest management in the context of growing forest pollution. Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 20(6),33-49. DOI: <https://doi.org/10.31548/dopovidi/6.2024.33>
- 32) Tiberiu Paul Banu. The Use of Drones in Forestry, Journal of Environmental Science and Engineering, - 2016. URL: <https://www.davidpublisher.com/Public/uploads/Contribute/58b6390053197.pdf>
- 33) Tokarieva, O. (2021). Features of application of timber harvest methods in the forests of Ukraine. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 12(1), 34-40. DOI: <https://doi.org/10.31548/forest2021.01.004>