

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

ПОГОДЖЕНО
Директор ННІ лісового
і садово-паркового господарства
Роман ВАСИЛИШИН

(підпис) _____ (ПІБ) _____
” ” _____ 2025 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри відтворення лісів та
лісових меліорацій
Андрій ПІНЧУК

(підпис) _____ (ПІБ) _____
” ” _____ 2025 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему: Сучасний стан та лісомеліоративні властивості соснових насаджень
Звягельського надлісництва Філії «Столичний лісовий офіс» ДП «Ліси України»

Спеціальність _____ 205 – Лісове господарство _____
(код і назва)
Освітня програма _____ Лісове господарство _____
(назва) (назва)
Орієнтація освітньої програми _____ освітньо-професійна _____
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

Кандидат с.-г. наук, доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

Олександр БАЛІА
(ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Кандидат с.-г. наук, професор
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

Олександр СОБАКОВ
(ПІБ)

Виконав

_____ (підпис)

Іван Бугайчук
(ПІБ студента)

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

Завідувач кафедри відтворення лісів та
лісових меліорацій

кандидат с.-г. наук, доцент

Андрій ПІНЧУК.

_____ (науковий ступінь, вчене звання)

_____ (підпис)

_____ (ПІБ)

“ _____ ” _____ 2025 року

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ**

_____ Бугайчуку Івану Романовичу _____

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Спеціальність _____ 205 – Лісове господарство _____

(код і назва)

Освітня програма _____ Лісове господарство _____

(назва)

Орієнтація освітньої програми _____ освітньо-професійна _____

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Сучасний стан та лісомеліоративні властивості соснових насаджень Звягельського надлісництва Філії «Столичний лісовий офіс» ДП «Ліси України» затверджена наказом ректора НУБіП України від 13.10.2025 р. № 2324 «С».

Термін подання завершеної роботи на кафедру 14.11.2025 р.

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи: книга лісових культур Звягельського надлісництва, матеріали річних звітів з лісокультурного виробництва, проект організації і розвитку лісового господарства

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Аналіз літератури з теми досліджень;
2. Досвід лісокультурного виробництва у Звягельському надлісництві;
3. Розробити науково-обґрунтовані пропозиції покращення виробництва.

Дата видачі завдання “ 18” 09. 2024 р.

**Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи**

Олександр СОВАКОВ

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

Іван Бугайчук

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали студента)

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота викладена на 79 сторінках тексту, містить 15 рисунків, 9 таблиць, додаткові матеріали аналітичного та картографічного характеру, а також опрацьований комплекс джерел у кількості 55 позицій. Дослідження ґрунтується на матеріалах книги лісових культур Звягельського надлісництва Філії «Столичний лісовий офіс» ДП «Ліси України», щорічних звітах із лісокультурного виробництва та даних проєкту організації й розвитку лісового господарства.

Поставлена мета – сформуванню узагальнену характеристику стану соснових насаджень, оцінити їх фітомеліоративні властивості та сформуванню практичні шляхи підвищення екологічної ефективності у виробничих умовах. Логіка дослідження вибудована через послідовне поєднання теоретичних положень із польовими спостереженнями й аналітичним опрацюванням таксаційної інформації, що дозволило простежити зміну параметрів насаджень у часовому та просторовому вимірах.

Перший розділ присвячено літературному огляду з фокусом на лісомеліоративні властивості соснових екосистем. Розглянуто концептуальні підходи, запропоновані провідними українськими та зарубіжними авторами, проаналізовано еволюцію наукових поглядів щодо екологічної ролі сосни у зонах дерново-підзолистих і супіщаних ґрунтів Полісся. Послідовний виклад матеріалу дав змогу сформуванню цілісне уявлення про механізми ґрунтозахисної, водорегулювальної та кліматорегулювальної дії деревостанів.

Другий розділ розкриває методичні засади роботи. Подано програму дослідження, систему показників оцінювання лісомеліоративної ефективності, описано порядок збору первинної інформації, статистичної обробки та узагальнення.

Третій розділ містить природно-кліматичну та лісівничо-таксаційну характеристику території. Показано особливості геоморфологічної структури, будови ґрунтового профілю, сучасного стану лісового фонду, породного складу й вікової структури сосняків. Таке підґрунтя стало основою для об'єктивної інтерпретації отриманих результатів.

Четвертий розділ присвячено результатам власних досліджень. Охарактеризовано вікові та санітарні особливості деревостанів, побудовано оцінку ґрунтозахисної, водорегулювальної та кліматорегулювальної дії лісу, простежено зміну індексів за роки спостережень. Зафіксовано вплив антропогенних і воєнних чинників на стан насаджень, встановлено рівні стійкості та потенціал їх відновлення. Окремий сегмент розділу присвячено формуванню практичних рішень щодо підвищення лісомеліоративного потенціалу.

У підсумковій частині систематизовано результати робіт. Сформульовано висновки про стан соснових насаджень, визначено рівень їх меліоративної ефективності, запропоновано комплекс заходів із подальшого підвищення екологічної стійкості. Рекомендації спрямовано на оптимізацію доглядів, посилення системи моніторингу, удосконалення структури захисних насаджень та впровадження технологій, орієнтованих на відновлення ландшафтів у післявоєнних умовах.

Ключові слова: соснові насадження, фітомеліоративні властивості, лісомеліоративна ефективність, лісові культури.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1	10
ЛІСОМЕЛІОРАТИВНІ ВЛАСТИВОСТЕЙ СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ	10
1.1. Наукові уявлення про екологічну роль соснових лісів у системі природних екосистем Полісся.....	10
1.2. Сутність, класифікація та критерії оцінювання лісомеліоративних функцій соснових насаджень	14
1.3. Сучасні підходи до моніторингу стану лісових екосистем.....	19
1.4. Досвід підвищення лісомеліоративного потенціалу соснових культур	24
Висновки до розділу 1	27
РОЗДІЛ 2	28
МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ	28
2.1 Програма, методи і засоби дослідження лісомеліоративних властивостей насаджень	28
2.2. Оброблення та узагальнення матеріалів	31
Висновки до розділу 2	33
РОЗДІЛ 3	35
ПРИРОДНІ УМОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ.....	35
3.1. Природно-кліматична, геоморфологічна та ґрунтова характеристика території дослідження.....	35
3.2. Лісівничо-таксаційна характеристика соснових насаджень підприємства..	37
Висновки до розділу 3	42

РОЗДІЛ 4	44
ЛІСОМЕЛІОРАТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ ЗВ'ЯГЕСЬКОГО НАДЛІСНИЦТВА	44
4.1. Таксаційна структура, віковий та санітарний стан соснових насаджень	44
4.2. Оцінка ґрунтозахисних, водорегулювальних і кліматорегулювальних функцій лісу	48
4.3. Просторово-часова динаміка лісомеліоративних показників	55
4.4. Перспективні напрями підвищення стійкості та екологічної ролі соснових насаджень	59
Висновки до розділу 4	64
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	71
ДОДАТКИ	76

ВСТУП

Стан і функціонування соснових насаджень у сучасних умовах визначають екологічну стабільність Полісся, зокрема його південно-західної частини – території Житомирщини. Сьогодні ці ліси відіграють не лише природоохоронну, а й стратегічну роль у збереженні біосферного балансу України. В умовах зміни клімату, деградації ґрунтів і воєнних дій лісові екосистеми стають базовим елементом відновлення довкілля. Підтримання їхньої стійкості є завданням державного значення. Дослідження спрямоване на глибоке розуміння стану соснових насаджень, оцінку їх лісомеліоративних властивостей і розробку шляхів підвищення екологічної ролі в умовах післявоєнної трансформації господарства.

Поняття лісомеліоративної ефективності охоплює сукупність властивостей лісу, завдяки яким він впливає на клімат, ґрунти, водний режим, санітарний стан повітря і соціальне середовище. Досліджуючи цей феномен, ми розуміємо під ним інтегральну здатність соснових насаджень зберігати і відновлювати природне середовище через стабілізацію екосистемних процесів – фільтрацію води, зменшення ерозії, регулювання мікроклімату. Лісомеліоративна ефективність у сучасному трактуванні – це не лише природна властивість лісу, а й результат свідомого управління, яке дозволяє перетворити лісовий масив на дієвий елемент екологічної інфраструктури.

Суміжне поняття – соснові ліси Полісся. Вони є переважним типом деревостанів, що охоплюють понад 60 % площі регіону. Сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) у цих умовах формує стійкі біогеоценози, які виконують низку функцій: водоохоронну, ґрунтозахисну, кліматорегулювальну, рекреаційну. Її роль особливо важлива на піщаних субстратах, де інші породи не забезпечують стабільного лісоутворення. Саме соснові насадження зберігають ландшафт

Полісся від перетворення на деградовану територію та є природним бар'єром проти опустелювання.

Паралельно, поняття лісівництва Полісся передбачає сукупність практичних і наукових підходів до відтворення й охорони лісів у зоні мішаних лісів. Українська школа лісознавства розробила багаторівневі моделі ведення господарства, які поєднують економічну доцільність і екологічну рівновагу. У цьому контексті Звягельке надлісництво виступає показовим прикладом раціонального управління лісовим фондом, де поєднано традиційні методи догляду за сосняками з упровадженням цифрових технологій моніторингу.

Загалом, тема дослідження має надзвичайно широкий контекст, що поєднує екологію, економіку і безпеку довкілля. Сучасний стан лісів України характеризується неоднорідністю: з одного боку – активне відновлення, з іншого – значні втрати від шкідників і пожеж. Тому аналіз лісомеліоративної ефективності дозволяє не лише оцінити поточний стан соснових насаджень, а й визначити потенціал для майбутньої адаптації в умовах глобальних змін клімату.

Проблематика підвищення стійкості соснових лісів досліджувалась у працях українських і зарубіжних учених: В. Ю. Юхновського [1], С. М. Дударця [16], В. М. Малюги [31], І. А. Проценка [28], В. О. Мартинівського [20], О. І. Пилипенка [27], М. А. Голубця [10], В. П. Будніка [3], Ю. Г. Єліна [17], М. В. Румянцева [36], В. П. Ковальчука [23], О. Р. Зубова [20], З. Ю. Герушинського [7], О. М. Копія [24], Д. В. Дубини [15], О. І. Фурдичка [38], В. П. Самоплавського [5], Ю. Й. Каганяка [22], В. Ю. Юхновського [44], С. М. Дударця [16], В. П. Ткача [36], а також зарубіжних авторів – *Maliuha V.* [47], *Meshkova V.* [48], *Stojko S.* [50]. У їхніх роботах розкрито питання продуктивності, стійкості, біорізноманіття та меліоративних властивостей лісових насаджень.

Мета магістерської кваліфікаційної роботи – здійснити комплексний аналіз стану соснових насаджень, визначити рівень їх лісомеліоративної

ефективності та розробити практичні рекомендації для підвищення екологічної стійкості лісів у регіоні.

Об'єкт дослідження – соснові насадження Звягельського надлісництва Філії «Столичний лісовий офіс» ДП «Ліси України».

Предмет дослідження – лісомеліоративні властивості та екологічна ефективність соснових насаджень.

Завдання роботи:

- проаналізувати таксаційну і санітарну структуру соснових насаджень;
- оцінити їхні ґрунтозахисні, водорегулювальні та кліматорегулювальні функції;
- дослідити просторово-часову динаміку лісомеліоративних показників за 2023–2025 рр.;
- визначити перспективні напрями підвищення стійкості та екологічної ролі соснових лісів;
- розробити рекомендації щодо вдосконалення системи охорони праці й пожежної безпеки у філії.

Методи дослідження:

- Теоретичні – аналіз і синтез наукових джерел, порівняльно-історичний метод, системний підхід, класифікаційно-аналітичний метод;
- Емпіричні – польові спостереження, пробні таксаційні вимірювання;
- Практичні – статистична обробка результатів, графічна інтерпретація (Excel).

РОЗДІЛ 1

ЛІСОМЕЛІОРАТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ

1.1. Наукові уявлення про екологічну роль соснових лісів у системі природних екосистем Полісся

Полісся України – край розлогих борів, де сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) становить основу лісових екосистем. За сучасними даними, загальна площа лісів Українського Полісся сягає близько 2,39 млн га, з яких понад 60 % припадає саме на соснові деревостани [1]. Для порівняння, площа дубових лісів у Поліссі становить лише ~14 %, березових – ~12 %, а решта припадає на інші породи (вільхові, осикові та ін.). Отже, соснові ліси домінують у регіоні, суттєво впливаючи на функціонування природних ландшафтів. Вони формують специфічні умови середовища на бідних пісках та супісках Полісся, де інші породи часто не витримують конкуренції. Соснові бори Полісся – це не просто масиви дерев; це ключові елементи екосистем, від яких значною мірою залежить екологічна рівновага території.

Наукові уявлення про екологічну роль соснових лісів базуються на розумінні їх багатофункціональності. По-перше, ці ліси є потужним регулятором газового складу атмосфери. Зелені крони сосен інтенсивно поглинають вуглекислий газ і постачають кисень у атмосферу. Лісова рослинність в цілому поглинає приблизно половину антропогенного CO₂, забезпечуючи понад 50 % виробництва кисню на планеті. Зокрема, 1 гектар стиглого лісу щорічно продукує орієнтовно 10 т кисню [3]. Це означає, що соснові масиви Полісся відіграють роль своєрідних «легенів» регіону, активно збагачуючи повітря життєдайним O₂ і поглинаючи парникові гази. Одночасно сосни виділяють леткі органічні речовини – фітонциди, які знезаражують повітря. Атмосфера в сосновому борі помітно

чистіша: в лісовому повітрі практично відсутні патогенні мікроорганізми, що створює сприятливий санітарно-гігієнічний ефект і покращує самопочуття людини. Недарма прогулянка у хвойному лісі традиційно вважається корисною для здоров'я – повітря, насичене озоном та фітонцидами, чинить оздоровчу дію.



Рис. 1.1. Типовий сосновий ліс Полісся на бідних піщаних ґрунтах (Черкаський бір). Соснові насадження панують у лісовому покриві Полісся, утворюючи своєрідний «зелений щит», що формує ландшафт регіону. Джерело знімка: аерофото Черкаського бору

По-друге, соснові ліси відіграють критичну водоохоронну й ґрунтозахисну роль у Поліссі. Лісові насадження діють як гігантські природні резервуари вологи: їх підстилка і коренева система, наче губка, вбирають атмосферні опади і сприяють поповненню підземних вод [5]. Встановлено, що ліс здатен зберігати значну частину дощової води, забезпечуючи рівномірне живлення ґрунтових горизонтів і малих річок регіону. У присутності лісу атмосферні опади

використовуються ефективніше – вода просочується углиб ґрунту, а не стікає поверхнево. За рахунок цього зменшується ризик швидкого стоку й повеней. Наприклад, лісова підстилка діє як природний фільтр: чиста вода просочується крізь лісовий ґрунт у десятки разів швидше, ніж замулена на вирубках. Таким чином, бори стримують поверхневий стік, вирівнюють водний режим річок і захищають водойми від замулення [5]. На відкритих зрубках чи ріллі до 70–80 % опадів може стікати, провокуючи ерозію, тоді як під пологом лісу більша частина води вбирається ґрунтом. Це вкрай важливо для Полісся, де значна частина територій – меліоровані болота й піщані масиви, схильні до пересихання. Соснові насадження зберігають вологу у екосистемі, підтримуючи високий рівень ґрунтових вод у болотних урочищах і стабільний гідрологічний режим малих річок та струмків. Крім того, густий підлісок і шар підстилки ефективно протидіють ерозії: ліси уповільнюють водну і вітрову ерозію ґрунтів, закріплюють сипучі піски і круті схили ярів [7]. Дослідження показують, що 1 га хвойного лісу здатний щорічно затримувати 32–36 т пилу, який інакше осідав би на ґрунті або розвіювався вітром. Крони сосен працюють як ефективні пилові фільтри: вони вловлюють не лише пил і сажу, але й радіоактивні частки. Саме ліси Полісся після аварії на ЧАЕС взяли на себе значну частину радіонуклідного забруднення, локалізуючи його в підстилці та ґрунті. Унаслідок цього роль соснових лісів у нейтралізації техногенного впливу надзвичайно велика – вони служать бар'єром, що захищає довкілля від небезпечних викидів та забруднень.

По-третє, соснові ліси Полісся відіграють кліматорегулюючу функцію на локальному і регіональному рівнях. Лісовий масив змінює мікроклімат: у спекотний день під пологом соснового бору на кілька градусів прохолодніше, ніж на відкритій місцевості, а вночі – тепліше завдяки акумулюванню тепла ґрунтом. Ліс підвищує вологість повітря, затінює землю від прямих сонячних променів і зменшує добові коливання температури [10]. Сосни з їхніми високими кронами ефективно гасять силу вітру: швидкість вітру всередині лісу в рази нижча, ніж на

відкритому полі. Як наслідок, знижується випаровування вологи і створюється більш м'який, вологий мікроклімат, сприятливий для рослин і тварин. Лісисті території впливають і на мезоклімат регіону, пом'якшуючи літню спеку та зимові морози, збільшуючи кількість опадів. За оцінками, при збільшенні лісистості місцевості на 10 % середньорічна температура може знизитися на 0,5 °С, а кількість опадів зрости на 2–3 % – такі ефекти спостерігаються в більш заліснених частинах Полісся порівняно з відкритими районами. Отже, соснові ліси не лише реагують на клімат, але й самі його формують, виконуючи роль своєрідного кліматичного регулятора.

Не менш важливою є біоценотична роль соснових лісів. Хоча бори Полісся на перший погляд одноманітні, вони забезпечують середовище існування для багатьох видів флори і фауни. У соснових лісах мешкають спеціалізовані види, пристосовані до бідних ґрунтів і сухого мікроклімату: чорнігони, зелені кобилки, орляк, лишайники; з тварин – глухар, рябчик, вовчок лісовий, численні комахи-ксилофаги. Сосна створює специфічні екотопи (бори, субори), що доповнюють мозаїку екосистем Полісся і сприяють збереженню біорізноманіття. Наприклад, у лісах Черкаського бору відмічено понад 800 видів рослин, з яких 18 – рідкісні та зникаючі [12]. Таким чином, соснові масиви слугують осередками біорізноманіття і важливими резерватами природи, що особливо актуально в умовах антропопресії.

Важливо зазначити, що екологічна роль поліських лісів виходить далеко за межі самих лісових масивів. Вони впливають на прилеглі агроландшафти: затримують пісок на полях, підвищують урожайність сільгоспкультур завдяки захисту від вітрів і створенню сприятливішого мікроклімату на полях [12]. Так, навколо піщаних терас річки Дніпро Черкаський бір стримує рухливі піски, запобігаючи їхньому видуванню і захищаючи поля та села від пилових бур. Лісові смуги вздовж водойм бережуть береги від розмиву, стабілізують русла річок. Соснові насадження відіграють неабияку рекреаційну та оздоровчу роль – хвойні

ліси Полісся традиційно слугували місцем відпочинку й лікування (санаторії в соснових борах Київщини, Черкащини тощо були збудовані ще за радянських часів). Таким чином, соснові ліси Полісся – це багатофункціональні природні системи, що одночасно виконують захисні, регулюючі, санітарно-оздоровчі та рекреаційні функції в регіоні [1].

Втім, екологічна рівновага поліських лісів нині під загрозою внаслідок змін клімату та воєнних дій. Почастішали випадки масового всихання соснових насаджень через посухи та поширення шкідників; з'явилися ознаки деградації ґрунтів на вирубках. Особливої гостроти проблеми набули під час війни 2022–2025 рр. бойові дії та обстріли призвели до масштабних лісових пожеж на сході та півночі України. За оцінками, у східних областях (Луганщина, Донеччина) знищено до 80 % площ соснових лісів внаслідок бойових дій [16]. Викиди вуглецю від воєнних лісових пожеж тільки за перші два роки війни еквівалентні 6,75 млн т CO₂ – це завдало величезної шкоди кліматорегулюючій функції лісів. На забруднених вибухівкою і боєприпасами територіях Полісся (зокрема в зоні відчуження та на північних кордонах) ліси потерпають від неконтрольованих пожеж, які важко гасити через замінування. Таким чином, війна не лише завдала прямих втрат лісовому фонду, а й різко знизила лісомеліоративний потенціал вражених територій. Це підкреслює, наскільки цінною і незамінною є екологічна роль соснових лісів – їх руйнування одразу відгукується деградацією довкілля. Відновлення і збереження борів Полісся – стратегічне завдання, від успішності якого залежить екологічна безпека регіону і добробут його мешканців.

1.2. Сутність, класифікація та критерії оцінювання лісомеліоративних функцій соснових насаджень

У контексті сучасного лісознавства термін «лісомеліоративні функції»

використовується для позначення сукупності екологічно корисних впливів, які чинять лісові насадження на довкілля. Сутність цього поняття полягає в здатності лісу поліпшувати (меліорувати) природні умови – кліматичні, ґрунтові, гідрологічні – на певній території. Іншими словами, йдеться про ті функції лісових екосистем, що забезпечують захист і оздоровлення довкілля, підвищують його стійкість до несприятливих факторів. Соснові насадження, як було показано вище, здатні регулювати водний стік, стримувати ерозію, очищувати повітря, формувати мікроклімат тощо. Саме ці корисні ефекти і називають лісомеліоративними. У науковій літературі зустрічаються близькі за змістом терміни – екологічні, захисні, середовищеутворюючі функції лісу. По суті, усі вони охоплюють різні аспекти єдиного явища: благотворного впливу лісу на середовище існування людини та інших компонентів екосистеми [15].

Класифікація лісомеліоративних функцій базується на тому, які саме елементи довкілля покращує ліс. У табл. 1 наведено основні категорії лісомеліоративних функцій соснових насаджень та їх коротка характеристика. Як видно з табл. 1.1, лісомеліоративні функції охоплюють усі основні компоненти довкілля – воду, ґрунти, атмосферу, клімат і навіть соціально-оздоровчу сферу. Соснові насадження, завдяки своїм біологічним особливостям (глибока коренева система, вічнозелені хвоя, смолисті виділення тощо), ефективно виконують ці функції.

Наприклад, потужні стрижневі корені сосни можуть проникати на 2–4 м углиб, дістаючи до ґрунтових вод і таким чином підвищуючи вологоємність ґрунту. Волога накопичується в підстилці з опалої хвої, товщина якої в стиглих борах сягає 5–10 см – це природний мульчуючий шар, що зменшує випаровування і стік. Хвоя сосен функціонує цілий рік, тому поглинання CO_2 та виділення O_2 триває навіть узимку при плюсових температурах – ліс «працює» на очищення атмосфери безперервно. Смолисті виділення та фітонциди, притаманні сосні, знищують хвороботворні бактерії: було підраховано, що за добу 1 га хвойного лісу

виділяє кількість фітонцидів, достатню для стерилізації мільйонів кубометрів повітря.

Для оцінювання того, наскільки добре певне насадження виконує свої лісомеліоративні функції, використовують систему критеріїв та показників. Критерії оцінювання – це вимірювані характеристики лісового біогеоценозу, які відображають ефективність його захисно-меліоративного впливу. Розробка таких критеріїв є важливим науково-практичним завданням, адже саме за ними можна об’єктивно судити про «екологічну якість» лісостанів і потрібність тих чи інших лісогосподарських заходів. Основні критерії оцінювання лісомеліоративних властивостей соснових насаджень можна поділити за групами відповідно до функцій (рис. 1.2). Як показано на рис. 1.2, для кожної функції передбачені певні кількісні або якісні індикатори. Розглянемо декілька прикладів критеріїв оцінювання докладніше:

Таблиця 1.1

Класифікація лісомеліоративних функцій соснових насаджень

Категорія функцій	Зміст та прояви
Водоохоронна (гідрологічна)	Регуляція водного балансу: підвищення інфільтрації опадів, живлення підземних вод, вирівнювання стоку річок, запобігання повеням і посухам. Соснові ліси затримують атмосферні опади в кроні та підстилці, скорочують поверхневий стік на 20–50 % [5], поповнюють ґрунтову вологу.
Ґрунтозахисна (протиерозійна)	Охорона ґрунтів від водної та вітрової ерозії, дефляції пісків. Кореневі системи сосен закріплюють ґрунт, підстилка зменшує потік води. Ліси на крутих схилах знижують інтенсивність ерозії у декілька разів [7]. У полезахисних насадженнях Полісся спостерігається суттєве скорочення видування піску та пилових бур.
Кліматорегулююча (мікрокліматична)	Пом’якшення кліматичних умов: зменшення коливань температури, підвищення вологості повітря, зниження сили вітру. Соснові насадження створюють прохолоду влітку і тепліший мікроклімат узимку, особливо в нічний час. Впливають також на регіональний клімат, збільшуючи кількість опадів на 5–10 % у заліснених районах.

Категорія функцій	Зміст та прояви
Атмосфероочисна (санітарно-гігієнічна)	Очищення повітря від пилу, шкідливих домішок, збагачення киснем, знезараження повітря. Сосни виділяють фітонциди, що пригнічують хвороботворні мікроби [4]. Один гектар соснового лісу поглинає до 30–36 т пилу на рік [8], суттєво поліпшуючи якість повітря в навколишніх населених пунктах.
Рекреаційно-оздоровча	Створення сприятливих умов для відпочинку і оздоровлення людини. Хвойні ліси формують естетично привабливі ландшафти, мають цілюще повітря, знижують шумове забруднення (крони поглинають до 50 % шуму). Відвідування соснових борів сприяє зміцненню здоров'я та психологічному комфорту людей.

Так само визначають потужність промочування опадів – глибину, до якої досягає волога після дощу. У лісі вона значно більша завдяки тріщинуватості ґрунту, створеній корінням, і присутності підстилки. У результаті вимірів формується інтегральна оцінка: водоохоронний індекс насадження (наприклад, частка опадів, що інфільтрувалися, у відсотках).

Ґрунтозахисна ефективність оцінюється через показники ерозії та стан ґрунту. Одним із критеріїв є середньорічна втрата ґрунту (т/га) під пологом лісу у порівнянні з відкритою ділянкою. Якщо на залісненому схилі ерозія практично відсутня, а на сусідньому розораному схилі змивається, скажімо, 5 т/га ґрунту щороку – це свідчить про високу ґрунтозахисну роль лісу. Також враховують товщину лісової підстилки і вміст гумусу в ґрунті: чим вони більші, тим краще ліс сприяє ґрунтоутворенню і відновленню родючості. У штучних сосняках нерідко спостерігається слабкий розвиток підстилки через кисле середовище від хвої, але в змішаних сосново-березових чи сосново-дубових насадженнях підстилка товстіша і гумус накопичується швидше [20]. Такий ґрунтово-меліоративний потенціал оцінюють балами або індексами (наприклад, індекс гумусонакопичення). Якщо на вирубках і еродованих землях після заліснення гумусний горизонт відновлюється – це фіксується як кількісне зростання вмісту

органічного вуглецю у верхніх шарах ґрунту за певний період.

Атмосфероочисна функція визначається здатністю насадження абсорбувати забруднення повітря. В польових умовах часто встановлюють пиломіри – пластини або фільтри, що збирають пил протягом певного часу в лісі і поза ним. Потім порівнюють масу осілого пилу.

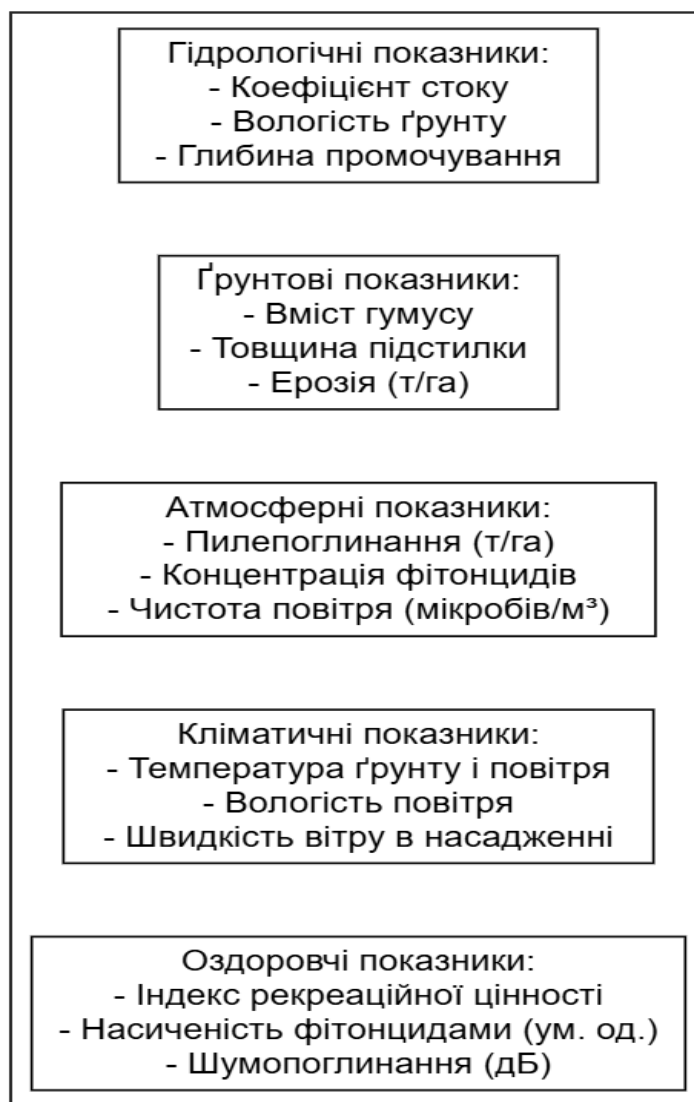


Рис. 1.2. Основні напрями оцінювання лісомеліоративного потенціалу соснових насаджень

Соснові насадження високої повноти і зімкнутості крон можуть затримувати десятки тон пилу за сезон [8], тоді як зріджені насадження – значно

менше. Оцінюють і концентрацію аерозольних шкідливих речовин (наприклад, SO₂, NO₂) на різних відстанях від промислових джерел – ліс виступає фільтром, що поглинає частину цих викидів. За санітарно-гігієнічними нормами визначають бактеріальне обміненія повітря: у сосновому лісі кількість бактерій в 1 м³ може бути в десятки разів нижчою, ніж у місті чи на полі [4]. Сукупно ці дані дозволяють присвоїти насадженню індекс чистоти повітря чи бал санітарного стану (наприклад, 5 балів – повітря чисте, 1 бал – забруднене).

Кліматорегулююча ефективність вимірюється через мікрокліматичні параметри. Використовують спеціальні метеостанції, що фіксують температуру та вологість повітря всередині лісу і на відкритому контрольному майданчику. Так оцінюють, наскільки ліс знижує денну спеку (різниця максимальної температури на відкритому полі та під пологом), наскільки підвищує відносну вологість (у відсотках), як зменшує середню швидкість вітру (анемометрами фіксують вітровий профіль на узліссі і в глибині лісу). Наприклад, заміри в молодому сосняку повнотою 0,8 показали зниження швидкості вітру з 5 м/с (на полі) до 1,5–2 м/с у лісі вже за 50 м від узлісся. У спекотний полудень температура повітря в тіні сосен може бути на 3–5 °С нижчою, ніж на відкритій ділянці, а вологість – на 10–15 % вищою. Такі кількісні показники чітко демонструють мікрокліматичний вплив лісу і можуть слугувати критерієм оцінки кліматорегулюючої функції. Якщо насадження втрачає зімкнутість (через рубки чи усихання), ці ефекти слабшають – відповідно і оцінка за критеріями знижується.

1.3. Сучасні підходи до моніторингу стану лісових екосистем

Ефективне управління лісами неможливе без систематичного моніторингу їх стану. Моніторинг лісових екосистем – це комплекс спостережень, вимірювань і аналізу, що проводиться з метою вчасно виявляти зміни в лісі, оцінювати його динаміку і реагувати на проблеми (хвороби, усихання, пожежі тощо). Сучасна

наука і практика виробили три основні групи методів моніторингу: біометричні (таксаційні), ґрунтові та дистанційні. Кожна з цих груп має свої завдання і інструментарій, а їхнє поєднання дає найбільш повну картину стану лісу.

Біометричні методи моніторингу базуються на вимірюваннях морфометричних і кількісних показників деревостанів. Фактично – це традиційна лісова таксація, але спрямована не лише на облік запасу деревини, а й на оцінку життєвого стану насадження. Регулярно (раз на 5–10 років або частіше) на постійних пробних площах здійснюють вимірювання висоти дерев, їхнього діаметра на висоті грудей (ДВН), повноти насадження, проективного покриття крон, приросту, склад порід і вікову структуру. Особлива увага приділяється біологічній стійкості дерев – оцінюється рівень усихання крон, наявність шкідників чи хвороб, ступінь дефоліації (облисіння крон). В Європі діє програма ICP-Forests, за якою визначають дефоліацію у відсотках: якщо в сосни понад 25 % втрати хвої – це сигнал неблагополуччя (можливий вплив забруднення чи посухи). В Україні ще з 1980-х років функціонує мережа моніторингових пробних площ у всіх областях (близько 1500 майданчиків) [22], де щорічно ведуться спостереження за санітарним станом лісів. На таких площах фіксують біометричні показники дерев (товщину, висоту, приріст), а також проводять фітосанітарний моніторинг – виявляють осередки шкідників (корового шашеля, соснової совки, верхівкового короїда та ін.), ураження грибковими хворобами (соснова губка, шютте, рак тощо). Всі ці біометричні дані дозволяють обчислити індекси стану насадження: наприклад, індекс життєвості деревостану (від 0 до 1), що враховує частку здорових, ослаблених і сильно ушкоджених дерев. Якщо моніторинг показує тренд на зростання відсотка ослаблених сосен або падіння середнього приросту – це слугує сигналом до втручання (санітарні рубки, зміна режиму господарювання).

Біометричні вимірювання доповнюються використанням сучасних технологій для підвищення точності та зручності. Зараз у лісовому моніторингу

широко застосовуються мобільні електронні пристрої – електронні висотоміри, лазерні далекоміри, цифрові дендрометри тощо. Наприклад, система Field-Map дозволяє у цифровому форматі картувати розміщення дерев на пробній площі і одразу розраховувати їх таксаційні параметри. Інноваційним інструментом є і наземне лазерне сканування (LiDAR): спеціальний сканер, встановлений у лісі, за кілька хвилин створює тривимірну модель деревостану, фіксує положення і діаметр кожного стовбура, густоту кронного пологу тощо. Це значно прискорює збір біометричних даних і мінімізує людський фактор. Такі технології вже використовуються на дослідних ділянках – зокрема, УкрНДІЛГА проводить експерименти з наземним лазерним скануванням соснових насаджень для оцінки їх структури та стану.

Ґрунтові методи моніторингу полягають у дослідженні ґрунтового покриву під лісом, оскільки стан ґрунту багато в чому відображає екологічний стан екосистеми. У соснових лісах Полісся ґрунтовий моніторинг особливо важливий, бо ці насадження ростуть переважно на бідних піщаних та супіщаних ґрунтах, чутливих до виснаження. Під час моніторингу через кожні 5–10 років відбирають зразки ґрунту на постійних точках (із шарів 0–10 см, 10–20 см і глибше) і аналізують їх в лабораторії. Вимірюються показники: вміст гумусу, рН (кислотність), забезпеченість елементами живлення (азот, фосфор, калій), гранулометричний склад, ємність поглинання, ступінь вираженості підзолистого процесу. Зниження гумусу або різке закислення ґрунту може сигналізувати про деградацію лісового ґрунтового середовища (наприклад, внаслідок надмірного випадіння кислотних опадів чи відсутності листяної домішки). Також оцінюють товщину і масу лісової підстилки – важливого компонента, що акумулює поживні речовини і воду. Моніторинг підстилки показує, наскільки активно йде процес гумусоутворення: інтенсивне накопичення підстилки вказує на уповільнене її розкладання (можливо, через нестачу азоту або відсутність дощових черв'яків на кислих ґрунтах), тоді як надто тонка підстилка може свідчити про її розкладання

(наприклад, під впливом домішки берези). Для прикладу, порівняння соснових монокультур і змішаних сосново-березових насаджень у Поліссі виявило, що додаткова частка берези 10–20 % прискорює мінералізацію підстилки і підвищує вміст доступних поживних речовин у ґрунті. Це корисна інформація при плануванні заходів підвищення родючості ґрунту. Також ґрунтовий моніторинг включає спостереження за рівнем ґрунтових вод на болотних ділянках, за рівнем радіоактивного забруднення ґрунтів (актуально для північного Полісся), за накопиченням важких металів у ґрунті поблизу промислових об'єктів. Отримані дані дозволяють дати ґрунтову оцінку лісового біогеоценозу – визначити, чи не збіднюється ґрунт під даним насадженням, чи не потребує він меліоративних заходів (вапнування, введення біологічної рекультивації і т.д.). Скажімо, якщо моніторинг показує прогресуюче оглеєння ґрунтів під сосною (заболочування, поява оглинення), то варто вживати заходів для поліпшення дренажу або заміни породи на більш вологолюбну.

Окремим напрямом є моніторинг підземних вод і гідрологічних аспектів: у поліських лісгоспах встановлено спостережні колодязі, де щомісячно фіксують глибину залягання води. Це дозволяє відстежувати вплив лісонасаджень на водний режим – наприклад, після суцільної вирубки рівень ґрунтових вод може піднятися на 0,5–1 м через зменшення випаровування, і така зміна несе ризик заболочування. Тому ґрунтово-гідрологічний моніторинг нерідко сигналізує про небажані наслідки рубок чи змін породного складу.

Дистанційні методи моніторингу (ДЗЗ – дистанційне зондування Землі) – це сучасний і надзвичайно потужний інструмент спостереження за лісами, що доповнює наземні вимірювання. Сюди входять аерокосмічні знімання: з супутників, літаків, безпілотників. Супутниковий моніторинг лісів набув особливого розвитку останні роки завдяки відкриттю даних із супутників Sentinel (ЄС) та Landsat (США). Наприклад, європейські супутники Sentinel-2 знімають кожену точку поверхні України кожні 5 днів з роздільною здатністю 10–20 м [25].

Це означає, що фактично щотижня можна отримувати актуальні знімки лісів Полісся і бачити всі зміни – вирубки, пожежі, вітровали – майже в режимі реального часу. В Україні налагоджується така система: з 2020 року запрацювала *Лабораторія моніторингу лісів* ГО «Лісові Ініціативи і Співпраця», що відстежує незаконні рубки за супутниковими даними. Аналітики регулярно збирають знімки (зокрема для Львівської, Рівненської, Житомирської областей) і автоматично виділяють ділянки, де порушено лісовий покрив (нейромережі шукають відмінності між знімками різних дат). Такий моніторинг дозволяє оперативно виявляти «гарячі точки» – свіжі зруби, осередки всихання, пожежі. Особливо це стало у пригоді під час війни: супутники допомагають оцінити масштаби лісових пожеж у небезпечних (замінованих) зонах, де неможливий наземний огляд. Наприклад, за допомогою супутникових знімків було виявлено, що на Луганщині в 2022–2023 рр. вигоріли майже всі соснові ліси – ця страшна інформація стала відомою лише завдяки ДЗЗ, бо фізично туди дістатися неможливо [16]. Велика перевага супутникового моніторингу – його масштабність: охоплюються одразу тисячі гектарів, і це дозволяє бачити загальну картину. До того ж сучасні супутники мають мультиспектральні камери, тому можна оцінювати не лише видимі зміни, а й приховані – наприклад, зниження індексу NDVI (нормалізованого вегетаційного індексу) може свідчити про початок всихання соснових насаджень задовго до того, як це помітно візуально (хвої ще зелені, але їхній хлорофіл вже деградує). В Прикарпатті, наприклад, використовують космічні знімки високої роздільності Planet Labs, щоб моніторити всихання ялиників та сосняків – методика дозволяє виявляти ділянки зниження NDVI і адресно спрямовувати туди лісопатологів [8].

1.4. Досвід підвищення лісомеліоративного потенціалу соснових культур

Підвищення лісомеліоративного потенціалу – це сукупність лісівничих заходів, спрямованих на те, щоб лісові насадження максимально ефективно виконували свої екологічні функції. Іншими словами, йдеться про оптимізацію складу, структури та режиму господарювання у соснових насадженнях з метою посилення їх водоохоронних, ґрунтозахисних, кліматорегулюючих та інших корисних властивостей. У різних країнах накопичено цінний досвід щодо цього, особливо коли йдеться про штучно створені соснові культури (монокультури), які потребують певної трансформації для підвищення стійкості. Розглянемо найважливіші підходи, що застосовуються за кордоном і в Україні.

У другій половині ХХ століття в багатьох країнах Західної Європи усвідомили, що чисті хвойні монокультури (створені ще в ХІХ – початку ХХ ст.) мають низьку екологічну стійкість і забезпечують недостатній рівень екосистемних послуг [10]. Тому було започатковано широкомасштабну реконструкцію хвойних насаджень. Прикладом може слугувати Німеччина: ще з 1960-х років там діє державна програма поступової заміни одновікових соснових монокультур на змішані деревостани, наближені до природних лісів регіону [2]. Метою німецьких лісівників стало формування змішаних листяно-хвойних насаджень замість чистих сосняків [3]. Зокрема, у федеральній землі Бранденбург офіційно визначено 8 цільових типів лісу для переваги сосни: чисті соснові ліси (лише там, де інші породи не ростуть), а решта – лишаються змішаними: листяно-соснові, буково-соснові, дубово-соснові (в кількох варіантах – з дубом черешчатим, дубом скельним, дубом червоним), березово-соснові, а подекуди навіть дугласово-соснові ліси [4]. Таким чином, ключовий напрям зарубіжного досвіду – введення в соснові культури домішок листяних порід, що підвищують біорізноманіття і стійкість. Досвід Німеччини показав, що домішка 10–30% дуба

чи бука в колишніх сосняках значно покращує ґрунт (збагачує його листям, нейтралізує кислотність від хвої) і робить деревостан менш вразливим до шкідників [15]. Крім того, змішані ліси мають вищу рекреаційну привабливість та ландшафтну цінність.

Окрім змішування порід, за кордоном активно застосовуються методи цілеспрямованого ведення лісового господарства для посилення захисних функцій. У Франції, Нідерландах та інших країнах на узбережжях і пісках вже давно створюють штучні соснові ліси для закріплення дюн – там використовують приморські раси сосни, висаджують декілька паралельних смуг лісу вздовж берегів, щоб зупинити наступ пісків. Ці анемофільтраційні лісонасадження (від вітру та піску) довели свою ефективність: завдяки ним вдалося приборкати рухомі дюни у приатлантичних департаментах Франції ще у ХІХ ст. і врятувати родючі землі від занесення піском. Схожі прийоми застосовують у Китаї – масштабна Лісова смуга «Велика зелена стіна» (з 1978 р.) включає висаджування сосни звичайної та сосни табульної на окраїнах пустелі Гобі задля зупинки пустельних бурь. Цей проект продемонстрував, що сосна здатна рости на екстремально сухих і бідних субстратах, виконуючи при цьому потужну меліоративну роль – знижуючи кількість пилових бур у кілька разів і частково відновлюючи опади в прилеглих регіонах. Тобто у світовому масштабі соснові культури використовуються як інструмент боротьби з деградацією земель.

Для України проблема підвищення лісомеліоративного потенціалу соснових культур стоїть особливо гостро, адже значна частина соснових лісів створена штучно і наразі страждає від комплексу негативних чинників (зміни клімату, забруднення, одновіковість насаджень). Вітчизняні науковці та практики вже мають напрацювання щодо вдосконалення ведення соснових лісів.

По-перше, український досвід підтверджує ефективність введення домішок листяних порід у соснові насадження. Дослідження у Волинському Поліссі (Поліський філіал УкрНДІЛГА) показали, що природне поновлення берези і дуба

на зрубках сосни суттєво підвищує стійкість наступного покоління лісу [11].

По-друге, в Україні активно проводяться заходи з покращення структури існуючих соснових культур. Йдеться про рубки догляду (просвітлення, проріджування) зі спеціальним прицілом: не лише виростити товарний ліс, а й надати насадженню оптимальну з погляду екології будову.

По-третє, українські науковці приділяють увагу генетичному покращенню соснових лісів. Відомо, що в межах сосни звичайної існують екотипи, стійкіші до певних умов – наприклад, поліські популяції мають більшу витривалість до перезволоження, ніж степові. Тож при лісовідновленні бажано використовувати місцеве насіння.

Ще одним напрямом вітчизняного досвіду є оптимізація просторової структури лісів задля поліпшення їх меліоративного впливу на суміжні території. В Україні ще з середини ХХ ст. створювались полезахисні лісосмуги у Степу і Лісостепу – вони захистили мільйони гектарів полів від ерозії та суховіїв. На Поліссі питання полезахисних смуг не стояло так гостро через значну залісненість.

Отже, вітчизняний досвід підвищення лісомеліоративного потенціалу соснових культур відображає світові тенденції, але з урахуванням локальної специфіки. Україна робить ставку на поступову трансформацію монокультур у більш складні ліси (через введення листяних порід, вирощування підросту), на вдосконалення режимів рубок (щоб не руйнувати ґрунти і гідрологію), а також на заліснення деградованих земель сосною як піонерною породою. Особливо актуальним стає питання відновлення лісів після воєнних руйнувань: цей процес сприймається не просто як посадка дерев, а як шанс створити нові, більш стійкі та більш «екологічно потужні» ліси, ніж були до того. Наприклад, на місці згарищ на півночі Харківщини планується створення змішаних насаджень сосни з дубом та березою, аби майбутній ліс був більш пожежостійким і краще відновлював ґрунти, спустошені вогнем. Таким чином, війна, хоч і завдала шкоди, спонукає до

впровадження найсучасніших підходів лісовідновлення і лісомеліорації.

Висновки до розділу 1.

Проведений огляд літератури дав можливість сформулювати цілісне уявлення про лісомеліоративні властивості соснових насаджень Полісся як складної екологічної системи, що поєднує взаємопов'язані ґрунтозахисні, гідрологічні, кліматорегульовальні, санітарно-гігієнічні та рекреаційні функції. Аналіз поглядів вітчизняних і зарубіжних дослідників показав, що сосна звичайна формує унікальний тип екосистеми, здатний стабілізувати довкілля в регіонах із бідними піщаними ґрунтами, складною гідрологією й підвищеною чутливістю до ерозійних процесів.

Систематизація наукових підходів дозволила окреслити ключові критерії оцінювання лісомеліоративної ефективності, серед яких – інфільтраційна здатність ґрунту, рівень нагромадження гумусу, інтенсивність розкладу підстилки, показники мікроклімату, санітарний стан насаджень, показники атмосфероочисної здатності та структурні характеристики деревостану. Поряд із цим, огляд світової практики засвідчив, що підвищення екологічної ролі лісів неможливе без поступового відходу від монокультур, переходу до мішаних насаджень, впорядкування структури деревостану та впровадження генетично стійких форм сосни. Таким чином, закладено теоретичне підґрунтя для подальшої оцінки меліоративної ефективності соснових насаджень філії, визначивши напрям дослідження як такий, що потребує комплексного підходу до аналізу екологічних і лісівничих параметрів, здатних відображати як стан екосистем, так і тенденції їх трансформації.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ

2.1. Програма, методи і засоби дослідження лісомеліоративних властивостей насаджень

Постановка проблеми зумовлена необхідністю науково обґрунтованої оцінки лісомеліоративних властивостей соснових насаджень, що формують структуру лісового фонду Звягельського надлісництва Філії «Столичний лісовий офіс» ДП «Ліси України». Стрімкі зміни у природному середовищі регіону, зокрема підвищення контрастності температурних режимів, збільшення частоти посушливих періодів, інтенсифікація ерозійних процесів на легких піщаних ґрунтах та загострення проблеми всихання соснових лісів під дією шкідників, актуалізують потребу не лише у фіксації сучасного стану деревостанів, а й у комплексному вивченні функцій соснового лісу як стабілізуючого елемента природних екосистем. Відповідно, завданням методичного розділу є визначення логіки, етапності та інструментарію дослідження, здатного відтворити повну картину взаємодії соснових насаджень з ґрунтом, мікрокліматом і водним режимом території.

Актуальність такого підходу пояснюється тим, що сосняки Полісся виконують складну природоохоронну функцію, яка проявляється через одночасну дію низки процесів: накопичення органічної речовини, регулювання температурно-вологісного балансу, покращення структури ґрунту, формування підстилки та стабілізацію поверхневих вод. Виявити інтенсивність цих процесів у різних вікових групах, на ділянках із різною повнотою та неоднаковими типами лісорослинних умов можна лише за умови застосування комплексної програми, що поєднує таксаційні, ґрунтові, мікрокліматичні та аналітичні дослідження. Саме така логіка лежить в основі побудови програми, що застосована у дослідженні.

Метою дослідження є всебічне вивчення лісомеліоративних властивостей соснових насаджень, їх взаємодії з природним середовищем та здатності стабілізувати ґрунтово-вологий режим території. Досягнення цієї мети можливе лише за умови поетапного аналізу стану деревостанів, їхнього впливу на ґрунти та мікроклімат і співставлення цих процесів в різних лісорослинних умовах. У відповідності до цього сформульовано низку завдань, що охоплюють як структуру соснових насаджень (вік, повнота, продуктивність, санітарний стан), так і біогеоecологічні параметри, що визначають рівень їхнього лісомеліоративного ефекту (вміст гумусу, щільність ґрунту, інфільтраційна здатність, мікроклімат).

Об'єктом дослідження виступають соснові насадження віком 18–40 років, сформовані як природним шляхом, так і штучним способом, на різних типах ґрунтів – від слабо-дернових піщаних до більш розвинених супіщаних горизонтів у межах вологих та свіжих суборів. Такий набір пробних площ дозволив виявити особливості функціонування сосняків у широкому спектрі природних умов. Предметом аналізу є сукупність таксаційних, фізико-хімічних та мікрокліматичних показників, що характеризують вплив сосни на ґрунтове середовище та загальний екологічний стан ландшафту.

Програма дослідження передбачає кілька послідовних блоків, кожен з яких спрямований на отримання об'єктивних даних щодо функціонування деревостанів. Перший блок стосується аналізу лісорослинних умов: вивчається рельєф, гранулометричний склад ґрунтів, ступінь їхньої еродованості, глибина ґрунтових вод. На цьому етапі формувалася мережа пробних площ, розташованих у найбільш репрезентативних ділянках надлісництва. Координати площ фіксувались за допомогою супутникових приймачів для забезпечення точності подальших спостережень.

Другий блок дослідження становлять таксаційні роботи, у ході яких вимірювались діаметри дерев на висоті грудей, визначались висоти за допомогою електронних висотомірів, оцінювалася повнота та тип ярусної структури

деревостанів. Додатково проводилась оцінка санітарного стану насаджень на основі кількості ослаблених та сухостійних дерев. Ці дані дозволили визначити залежність лісомеліоративних властивостей від біологічної структури насадження та його життєвості.

Третій блок – ґрунтові обстеження. У межах кожної пробної площі проводився відбір зразків верхнього шару (0–20 см), визначалися вміст гумусу, азоту, рухомих форм фосфору і калію. Також вимірювалися щільність ґрунту, його пористість, вологість та інфільтраційна здатність. Саме інфільтраційні дослідження дали змогу оцінити реальний вплив лісу на водний режим території та порівняти результат із відкритими ділянками, де відсутній лісовий намет. За аналогічною схемою аналізувалися й еродовані схили, що забезпечило об'єктивну інформацію щодо здатності сосни стримувати деградаційні процеси.

Четвертий блок – мікрокліматичні вимірювання. Вони охоплювали визначення температури й вологості повітря під пологом та на суміжних відкритих ділянках, а також фіксацію швидкості повітряних потоків. Помірні відмінності між лісом і відкритою територією дозволили оцінити вплив насаджень на локальний клімат, ступінь пом'якшення температурних коливань і підтримання підвищеної вологості.

Камеральний блок програми проблемно спрямований на узагальнення польових і лабораторних результатів. На цьому етапі проводився розрахунок запасу деревини, базальної площі, середніх таксаційних показників, а також формувалися таблиці ґрунтових і мікрокліматичних характеристик. Статистична обробка включала аналіз варіацій, побудову кореляційних залежностей між станом насаджень і показниками ґрунту, визначення рівня впливу віку, повноти та типу умов на інтенсивність меліоративних процесів.

Заключним етапом програми є формування узагальненої характеристики лісомеліоративних властивостей соснових насаджень надлісництва. Порівняння даних по всіх пробних площах надало можливість простежити не лише поточний

стан, а й тенденції, що вказують на розвиток ґрунтових і мікрокліматичних властивостей у часовому аспекті. Такий підхід забезпечує максимально точне відтворення функціональної ролі сосни у природних процесах та створює підґрунтя для розроблення рекомендацій щодо підвищення стійкості лісових екосистем.

2.2. Оброблення та узагальнення матеріалів

У ході виконання дослідження проведено комплекс камеральних робіт, спрямованих на систематизацію матеріалів польових вимірювань та лабораторних аналізів, а також на узагальнення отриманих даних щодо лісомеліоративних властивостей соснових насаджень. Зібрані показники інфільтраційної здатності ґрунту, щільності та вологості орного шару, хімічного складу ґрунтових зразків, результатів мікрокліматичних замірів та таксаційних характеристик деревостанів зведено у єдину систему для подальшої оцінки їхнього впливу на екологічний стан території.

На основі польових матеріалів здійснено повну цифрову обробку параметрів десяти тимчасових пробних площ, що охоплюють спектр вікових груп соснових насаджень від 18 до 40 років. Для кожної площі побудовано масив таксаційних даних із визначенням середніх діаметрів, висот, повноти деревостанів, площі поперечного перерізу та запасу стовбурної деревини. Отримані показники зіставлено з таблицями ходу росту сосни звичайної, що дало змогу визначити відповідність продуктивності досліджених насаджень їх класам бонітету. Додатково здійснено порівняльний аналіз стану деревостанів у межах різних типів лісорослинних умов, що дозволило оцінити вплив природних факторів на лісівничі характеристики.

Окремим блоком камеральних робіт стала обробка інфільтраційних та ґрунтофізичних показників. Для кожної пробної площі проведено розрахунок

середніх значень водопроникності ґрунту та визначено кратність переваги лісових ділянок над контрольними відкритими землями. За узагальненими результатами встановлено, що під пологом сосни показники інфільтрації суттєво вищі, ніж на ділянках без рослинного покриву, що підтверджує виражений ґрунтозахисний ефект насаджень. У ході оброблення даних визначено залежність інфільтрації від віку і повноти деревостанів, що дозволило окреслити закономірності формування водорегулювальних властивостей лісу.

Проведено узагальнення фізико-хімічних властивостей ґрунту: вміст гумусу, азоту, фосфору, калію та реакція ґрунтового середовища систематизовані за віковими групами та типами лісорослинних умов. За результатами аналітичної обробки встановлено тенденцію поступового зростання гумусованості під середньовіковими насадженнями, а також позитивну динаміку накопичення поживних елементів у порівнянні з відкритими ґрунтами. Дані камеральної обробки показали, що соснові насадження створюють умови для стабільного формування органічного шару, що відображено у зростанні гумусу на 0,5–1,0% залежно від віку деревостанів.

У межах камеральних робіт також узагальнено результати мікрокліматичних вимірювань. Зіставлення температури та відносної вологості повітря під пологом і на відкритих місцях дозволило кількісно визначити здатність соснових насаджень пом'якшувати температурні коливання та підтримувати підвищений рівень вологості. Встановлено, що денна температура повітря під пологом у середньому на 3–4 °С нижча, ніж на відкритій ділянці, а відносна вологість вища на 10–15%. Обробка цих даних дала змогу сформуванати характеристику кліматорегулювальної функції сосни, що має суттєве значення для стабільності мікроклімату території.

Кореляційний аналіз здійснено для визначення взаємозв'язків між віком насаджень, їх повнотою та лісомеліоративними показниками. Встановлено тісний зв'язок між накопиченням гумусу та інфільтраційною здатністю ґрунту, що

відобразилося у високих значеннях кореляційних коефіцієнтів. Проведені зіставлення дали змогу визначити вплив структури деревостанів на формування ґрунтових властивостей та простежити часову динаміку розвитку лісомеліоративного потенціалу сосни.

Узагальнення камеральних матеріалів доповнено інтерпретацією просторових відмінностей між пробними площами. На основі зіставлення показників у свіжих, вологих та сухих суборах визначено специфіку ґрунтових процесів у кожному типі умов, а також ступінь, у якому соснові насадження компенсують недостатність природної родючості ґрунтів. Аналіз ділянок із суттєвими ознаками ерозії дав змогу оцінити роль лісу як стабілізаційного чинника на схилах та піщаних відкладах.

Узагальнюючи результати обробки матеріалів, сформовано аналітичні висновки щодо рівня лісомеліоративних властивостей соснових насаджень. Виявлені закономірності та порівняльні співвідношення дозволили визначити характер впливу віку, повноти й умов місцезростання на стан ґрунту й мікроклімат, що створює науково обґрунтовану основу для подальших розділів магістерської роботи та формування практичних рекомендацій щодо підвищення екологічної ефективності соснових лісів у регіоні.

Висновки до розділу 2.

Проведене оброблення польових і лабораторних матеріалів дало змогу сформуванню цілісного уявлення про рівень лісомеліоративних властивостей соснових насаджень Звягельського надлісництва та виявити закономірності їх формування у різних типах лісорослинних умов. Узагальнення таксаційних даних підтвердило, що досліджені деревостани характеризуються стабільним ростом, відповідністю віковим і продуктивним показникам та збереженням життєвого стану, який забезпечує розвиток підстилки й формування сприятливих ґрунтових

умов. Зіставлення фізико-хімічних властивостей ґрунтів засвідчило стійку тенденцію до підвищення гумусованості та поліпшення водно-фізичних параметрів під середньовіковими сосняками, що корелює з віком деревостанів і ступенем зімкнення крон.

Інфільтраційні дослідження дозволили кількісно підтвердити виражений водорегулювальний ефект соснових насаджень: у всіх досліджених варіантах ліс суттєво підвищував здатність ґрунту поглинати атмосферні опади, а на еродованих схилах фактично виконував функцію стабілізатора, знижуючи інтенсивність поверхневого стоку. Мікрокліматичні вимірювання засвідчили здатність сосни підтримувати нижчу температуру та вищу відносну вологість повітря, що підтверджує її роль у формуванні сприятливого мікроклімату та зменшенні впливу кліматичних стресів на екосистему.

Статистична інтерпретація одержаних результатів продемонструвала наявність стійких зв'язків між віком, повнотою та структурою деревостанів, з одного боку, і ґрунтовими та мікрокліматичними параметрами — з іншого. Така узгодженість показників дає змогу розглядати соснові насадження як елемент, що не тільки реагує на властивості ґрунту, а й активно трансформує його стан у напрямі підвищення екологічної стійкості. Аналіз просторової мінливості підтвердив здатність соснових насаджень пом'якшувати прояви деградаційних процесів на піщаних і схилових ділянках, де без лісового покриву формуються осередки активної ерозії.

РОЗДІЛ 3

ПРИРОДНІ УМОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ

3.1. Природно-кліматична, геоморфологічна та ґрунтова характеристика території дослідження

Територія Звягельського надлісництва розташована в західній частині Житомирської області, у межах Українського Полісся. Це типова зона мішаних лісів з помірно-континентальним кліматом, що характеризується теплим вологим літом і м'якою зимою зі стійким сніговим покривом. Середня температура повітря липня становить близько $+18...+19$ °С, а січня – приблизно $-5...-6$ °С. Абсолютні екстремуми температур сягають $-35...-40$ °С узимку та $+35...+40$ °С влітку. Річна кількість опадів – на рівні 580–600 мм (більша частина випадає влітку у вигляді дощів). Тривалі відлиги взимку трапляються рідко; навпаки, утворюється сніговий покрив завтовшки 20–30 см, який зберігається більшу частину зими. Загалом клімат району сприятливий для росту основних лісотворних порід – сосни звичайної, дуба звичайного, берези повислої та інших аборигенних видів, про що свідчить високий бонітет (I й вище) насаджень у даній місцевості [14].

Геоморфологічно територія належить до Поліської низовини, яка є північно-західною частиною Українського кристалічного щита. Поверхня слабохвиляста з незначними перепадами висот (переважні абсолютні висоти 130–170 м над рівнем моря). Основу геологічної будови становлять докембрійські кристалічні породи (граніти, гнейси), перекриті корою вивітрювання та антропогеновими відкладами льодовикового й водно-льодовикового походження.

Рельєф в цілому рівнинний, місцями ускладнений неглибокими зниженнями та давньольодовиковими формами – зандровими терасами, моренними грядами. У пониженнях залягають болотні масиви, подекуди трапляються так звані лесові

«острови» – підвищення з більш родючими ґрунтами та розвиненою яружно-балковою сіткою. Ерозійні процеси виражені слабо, незначне розчленування рельєфу спостерігається лише вздовж берегів річок та на схилах лесових останців [24].

Таблиця 3.1

Кліматичні показники території дослідження (Житомирське Полісся)

Показник	Значення
Середня температура січня	-5,7 °С
Середня температура липня	+18,9 °С
Річна сума опадів	~600 мм
Тривалість снігового покриву	~90–100 діб (грудень–березень)
Середня висота снігового покриву	20–30 см
Абсолютний мінімум температури	-35...-40 °С
Абсолютний максимум температури	+35...+40 °С

Ґрунтовий покрив території дуже мозаїчний і представлений переважно дерново-підзолистими ґрунтами різного гранулометричного складу. На підвищених ділянках сформувалися дерново-слабопідзолисті піщані та супіщані ґрунти, місцями – супіщані середньо- і сильнопідзолисті ґрунти. На окремих лесових ділянках трапляються сірі лісові ґрунти, багаті на гумус. У зниженнях рельєфу та вздовж староріч використовуються болотні й торфово-болотні ґрунти (лучно-болотні, торфовища). Материнськими породами для ґрунтоутворення служать давньоалювіальні та флювіогляціальні піски, під якими на глибині 1,5–10 м залягає морена. Це зумовлює легкий механічний склад ґрунтів, їхню підвищену водопроникність і невелику водоутримуючу здатність. Водночас неглибоке залягання ґрунтових вод та значна зволоженість клімату сприяють достатньому зволоженню ґрунту протягом вегетаційного періоду. Як результат, у лісовому фонді спостерігається строкатість ґрунтових умов: різні типи ґрунтів часто змінюються на невеликих відстанях. Така різноманітність едафічних умов

впливає на продуктивність насаджень і їхній видовий склад. Проте в цілому ґрунтово-кліматичні умови району є сприятливими: тут природно росте понад 100 видів дерев і чагарників, з яких основними лісоутворювачами виступають сосна звичайна, дуб, береза та вільха. Саме ці породи домінують у лісах Звягельщини, формуючи високопродуктивні насадження на багатших ґрунтах і середньопродуктивні – на бідніших піщаних субстратах [25].

3.2. Лісівничо-таксаційна характеристика соснових насаджень підприємства

Лісовий фонд філії «Столичний лісовий офіс» станом на початок 2024 року становить 67,74 тис. га, з них вкриті лісовою рослинністю землі займають 58,45 тис. га ($\approx 86\%$ території). Переважну частину лісового покриву складають насадження хвойних порід, головним чином сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.). Сосна є провідною лісотвірною породою не лише в даному господарстві, а й у цілому по Україні – її деревостани займають близько 35% державного лісового фонду країни. У Поліській зоні частка соснових лісів ще більша; скажемо, в окремих підприємствах Волинського Полісся сосна становить до 70% від загальної площі лісів. У Звягельському лісгоспі, за матеріалами безперервного лісовпорядкування, площа хвойних насаджень оцінюється приблизно у 25–26 тис. га, що відповідає майже половині вкритих лісом земель. Решту становлять твердолистяні (дуб, ясен тощо) та м'яколистяні породи (береза, вільха, осика), які часто утворюють змішані деревостани з участю сосни. Середній склад лісів підприємства можна охарактеризувати як сосново-дубово-березовий: сосна звичайна переважає на бідніших піщаних ґрунтах, тоді як дуб звичайний (*Quercus robur* L.) домішується на більш родючих ділянках; значну роль відіграють також береза повисла (*Betula pendula* Roth.) та вільха чорна (*Alnus glutinosa* L.) у знижених та вологіших місцезростаннях [28].



Рис. 3.1. Вирощування сосни звичайної

Насадження сосни звичайної представлені різними віковими класами і відзначаються рівномірною динамікою росту. Вікова структура загалом близька до оптимальної, що свідчить про сталість лісокористування. Так, частка молодняків, середньовікових, пристигаючих та стиглих деревостанів становить приблизно 1:1.5:0.8:0.8 відповідно. За даними останнього базового таксаційного опису (станом на 2019 рік), молоді хвойні насадження займали ~24,4% площі хвойних лісів, середньовікові – ~28,6%, пристигаючі – ~29,7%, а стиглі й перестійні – ~17,3%.



Рис. 3.2. Сосна звичайна – переважаюча порода надлісництва

Така структура є наслідком планомірного ведення господарства, коли щороку поновлюються вирубані площі і рівномірно закладаються нові культури сосни. Видно, що найбільшу частку становлять середньовікові та пристигаючі сосняки, тоді як молодняки і стиглі ліси займають дещо меншу, але співставну площу.

Лісівничо-таксаційні показники соснових насаджень Звягельщини свідчать про їх високий продукційний потенціал. Більшість деревостанів сосни належать до I і II класів бонітету, тобто є високопродуктивними[20]. Лише поодинокі насадження на екстремально бідних чи перезвожених ділянках характеризуються зниженим класом бонітету (IV–V), займаючи незначну площу.

Зокрема, такі низькобонітетні сосняки трапляються на старих піщаних відвалах або заболочених пісках – їх площа в межах лісгоспу мізерна (порядку кількох десятків гектарів).

Віковий розподіл соснових (хвойних) насаджень Звягельського надлісництва (станом на 2014 р.)

Вікова група	Площа, га	Частка від площі хвойних, %
Молодняки (до 20 р.)	6 324,6	24,4 %
Середньовікові (21–40 р.)	7 393,9	28,6 %
Пристигаючі (41–60 р.)	7 699,1	29,7 %
Стиглі й перестійні (>60 р.)	4 474,2	17,3 %
Всього хвойних	25 891,8	100 %

Середня повнота соснових деревостанів становить близько 0,7, що близько до оптимального значення для даних умов зростання [43]. Це означає, що насадження мають середньої густоти намет і не відчують надмірної конкуренції, але й не розріджені (для порівняння: високоповнотними вважаються ліси з повнотою 0,8–1, а розрідженими – менше 0,5).

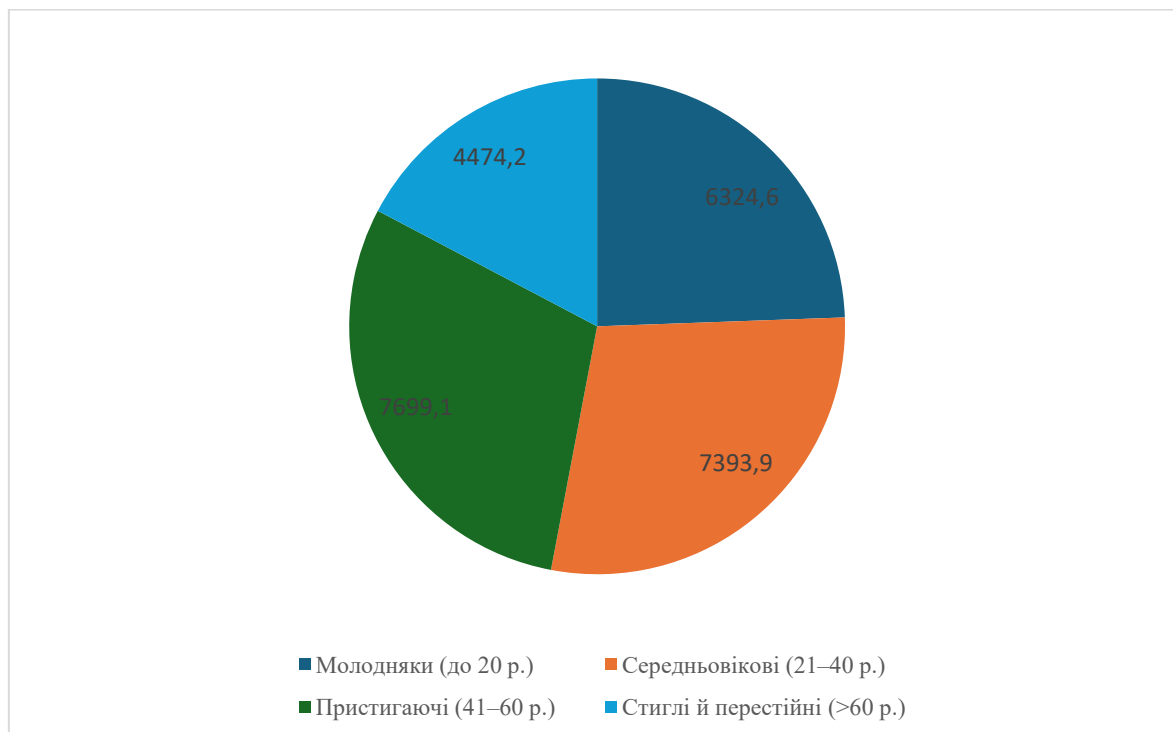


Рис. 3.3. Віковий розподіл

В абсолютних показниках повнота відображає сумарну площу перерізу стовбурів на 1 га і для сосняків Звягельського надлісництва вона коливається переважно в межах 25–35 м²/га. Відносна повнота P визначається як відношення фактичної сумарної площі перерізу деревостану до відповідного показника для умовно повного (еталонного) насадження. Так, при $P=0,7$ деревостани класифікуються як середньоповнотні. Загальний запас (кубомаса деревини) на 1 га в стиглих соснових насадженнях підприємства часто досягає 300–350 м³, залежно від віку і типу лісорослинних умов. Вихід ділової деревини при цьому становить близько половини загального запасу, що є типовим для соснових насаджень середньої повноти (наприклад, на Львівщині при повноті 0,67 вихід ділової деревини становить ~55% [53]).

За походженням соснові насадження Звягельського надлісництва значною мірою штучні: приблизно 42% площі вкритих лісом земель утворено лісовими культурами, посадженими людиною. Особливо велика частка штучних сосняків серед монокультур на піщаних ґрунтах, створених у минулому столітті з метою закріплення пісків та підвищення продуктивності малородючих земель. Решта соснових лісів має природне походження – ці деревостани відновилися насінневим шляхом після рубок або пожеж, часто формуючи змішані куртини з березою та осикою. Штучні одно-видові соснові насадження, на жаль, виявилися більш уразливими до несприятливих чинників. В наш час через зміни клімату та інші стрес-фактори спостерігається масове всихання стиглих соснових лісів на значних площах України. Підвищення середньорічної температури й періодичні посухи призводять до ослаблення дерев, особливо на бідних піщаних ґрунтах, і їхнього ураження шкідниками та хворобами [14]. Найбільше страждають саме штучно створені чисті соснові монокультури – вони першими зазнають навали верхівкового короїда та грибкових інфекцій. Змішані сосняки більш стійкі: короїд заселяє їх неохоче і зазвичай з боку узлісь, де умови сухіші. У Житомирському Поліссі проблема всихання сосни стоїть особливо гостро з 2016–2018 рр., коли

спалахнула епіфітотія короїда. Лісівники вимушені проводити санітарні рубки, щоб вилучити заражені дерева і запобігти поширенню шкідників. Через війну складно реалізовувати повномасштабні заходи з лісозахисту, однак, незважаючи на ризики, підприємство продовжує здійснювати моніторинг санітарного стану насаджень та вживати необхідних заходів. Водночас лісомеліоративне значення соснових лісів зростає: здорові сосняки виконують важливі ґрунтозахисні, водорегулюючі та кліматорегулюючі функції в регіоні. Саме тому підтримання їх стійкості й продуктивності є стратегічно важливим завданням лісового господарства. У розглянутому підприємстві ліси першої групи (природоохоронні та захисні) становлять значну частку і слугують для охорони водних об'єктів, ґрунтів, а також мають рекреаційне значення [35]. Решта лісів (експлуатаційні сосняки II групи) використовуються раціонально – проводяться вибірккові та поступові рубки головного користування, спрямовані на отримання якісної деревини в оптимальні строки без втрати захисних властивостей насаджень. Таким чином, соснові ліси Звягельського надлісництва характеризуються високими таксаційними показниками та водночас виконують багатofункціональну роль – від сировинної до екологічної. Це створює необхідність їх детального дослідження, зокрема в аспекті лісомеліоративних (поліпшувальних) властивостей, яким і присвячене дане наукове дослідження.

Висновки до розділу 3.

Аналіз природних умов показав, що лісові екосистеми території дослідження формуються в межах характерного для Полісся комплексу кліматичних, геоморфологічних та ґрунтових чинників, які визначають потенціал росту соснових насаджень. Домінування дерново-підзолистих піщаних і супіщаних ґрунтів, наявність зандрових терас та болотних знижень формують неоднорідне середовище, у якому сосна демонструє найвищу адаптивність порівняно з іншими породами.

Лісівничо-таксаційний аналіз засвідчив збалансованість вікової структури деревостанів – наявність молодняків, середньовікових та стиглих лісів забезпечує стабільність екосистем та безперервність лісокористування. Разом із тим виявлено ознаки підвищеної вразливості штучних монокультур, зокрема на піщаних і еродованих ґрунтах, де показники стійкості нижчі, ніж у природних змішаних насаджень.

Стан лісів підтверджує, що соснові насадження надлісництва є ключовим елементом екологічного каркасу регіону, але водночас перебувають під впливом численних антропогенних та кліматичних факторів, що підсилює необхідність подальшого моніторингу та екологічного управління.

РОЗДІЛ 4

ЛІСОМЕЛІОРАТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ ЗВЯГЕЛЬСЬКОГО НАДЛІСНИЦТВА

4.1. Таксаційна структура, віковий та санітарний стан соснових насаджень

Дослідження проводилось у десяти соснових насадженнях різного віку, типу лісорослинних умов та походження, закладених як тимчасові пробні площі (ТПП) площею по 0,1 га. Відібрані ділянки охоплюють діапазон віку від 18 до 40 років, включаючи як штучно створені чисті соснові культури на бідних піщаних ґрунтах, так і природні змішані сосняки на відносно вологіших ґрунтах. Повнота деревостанів варіювала від 0,6 (розріджені насадження на бідних еродованих схилах) до 0,9 (добре зімкнуті насадження природного походження). Такий підбір об'єктів забезпечує репрезентативне відображення структурних показників соснових лісостанів регіону.

Як видно з таблиці 4.1, досліджені соснові насадження належать переважно до молодого та середнього віку (18–40 років). Запас деревини коливається від 60 м³/га у 18-річному рідко зімкнутому насадженні (ТПП 7) до 280 м³/га у 40-річному високопродуктивному деревостані природного походження (ТПП 5). Середній запас становить близько 160 м³/га, що загалом відповідає нормальним показникам росту сосни для умов Полісся. Розрахункова повнота знаходиться у межах 0,6–0,9; при цьому більшість насаджень мають повноту близьку до оптимальної (0,8–0,9), що свідчить про достатню зімкнутість крон і ефективне використання лісового простору. Площі поперечного перерізу стовбурів (базальна площа) в середньому становлять 12–20 м²/га, що узгоджується з віком та повнотою деревостанів: найвищі значення (понад 19–20 м²/га) зафіксовано у 35–

40-річних насадженнях з повнотою 0,9 (ТПП 2, 5), тоді як у розріджених або молодих культурах цей показник нижчий (10–13 м²/га).

Таблиця 4.1

Основні таксаційні показники досліджуваних соснових насаджень

№ ТПП	Лісництво (умови)	Походження	Вік, років	Повнота	Площа перетину, м ² /га	Запас, м ³ /га	Санітарний стан
1	Звягельське (свіжий субір)	штучне	22	0,8	12,5	100	здорове
2	Звягельське (свіжий субір)	природне	35	0,9	19,2	240	здорове
3	Звягельське (вологий субір)	штучне	28	0,7	13,0	130	здорове
4	Чижівське (свіжий субір)	штучне	34	0,8	16,7	200	здорове
5	Чижівське (вологий субір)	природне	40	0,9	20,7	280	здорове
6	Чижівське (сухий субір)	штучне	30	0,6	12,2	110	помірно ослаблене
7	Брониківське (свіжий субір)	штучне	18	0,8	10,0	60	здорове
8	Брониківське (вологий субір)	природне	32	0,85	18,3	210	здорове
9	Брониківське (еродований схил)	штучне	36	0,7	14,2	170	помірно ослаблене
10	Брониківське (сильно еродований)	штучне	34	0,6	12,7	140	помірно ослаблене

Виявлено також відповідність продуктивності насаджень їх бонітету: наприклад, 40-річний деревостан (ТПП 5) із запасом ~280 м³/га відповідає II класу бонітету, що свідчить про високий потенціал росту на вологому суборі, натомість 30-річне насадження на сухому бідному ґрунті (ТПП 6) має нижчий запас (~110 м³/га), характерний для IV класу бонітету.

Більшість обстежених насаджень знаходяться у доброму санітарному стані: в них не відмічено суттєвих пошкоджень шкідниками чи хворобами, відсутні

усихаючі дерева. Так, 7 із 10 пробних ділянок класифіковані як *здорові* насадження (відсутність або поодинокі ознаки ослаблення дерев). На трьох ділянках зафіксовано *помірне ослаблення* сосняків – передусім на бідних чи еродованих ґрунтах (ТПП 6, 9, 10), де виявлено по 5–10% сухостійних або сильно пригнічених дерев. Основними причинами ослаблення тут є несприятливі ґрунтово-вологі умови (піщані ґрунти з низькою родючістю, схиліві ділянки з частковим ерозійним пошкодженням кореневої системи), що призводить до уповільнення росту частини дерев, а також можливі наслідки минулих спалахів шкідників. В цілому ж критичних санітарних проблем (таких як масове всихання від короїдів) на вибраних для дослідження ділянках не виявлено – це підтверджує репрезентативність вибірки саме щодо нормальних, відносно благополучних насаджень, які виконують лісомеліоративні функції.

Структура стовбурів соснових насаджень характеризується певною диференціацією за товщиною дерев. У середньовікових деревостанах сформувався полого-нерівномірний розподіл дерев за діаметрами: переважає друга і третя група товщини (середні стовбури), менше – тонкомір та окремі товсті деревостанів. Наприклад, на рис. 4.1 показано діаметрову структуру 34-річного сосняку повнотою 0,8. Більшість дерев (близько 70%) мають діаметр на висоті грудей від 14 до 22 см, максимальні екземпляри досягають 28–30 см, тоді як частка тонких стовбурців (менше 10–12 см) є незначною. Такий розподіл свідчить про сформованість ярусності: у насадженні виділяється I ярус з дерев середньої товщини та доміант, а також пригнічені дерева нижнього ярусу. Збереження певної кількості тонких підрядних дерев пояснюється відсутністю інтенсивних проріджувань у минулому – ці екземпляри становлять резерв підросту, хоча і мають низьку життєздатність.

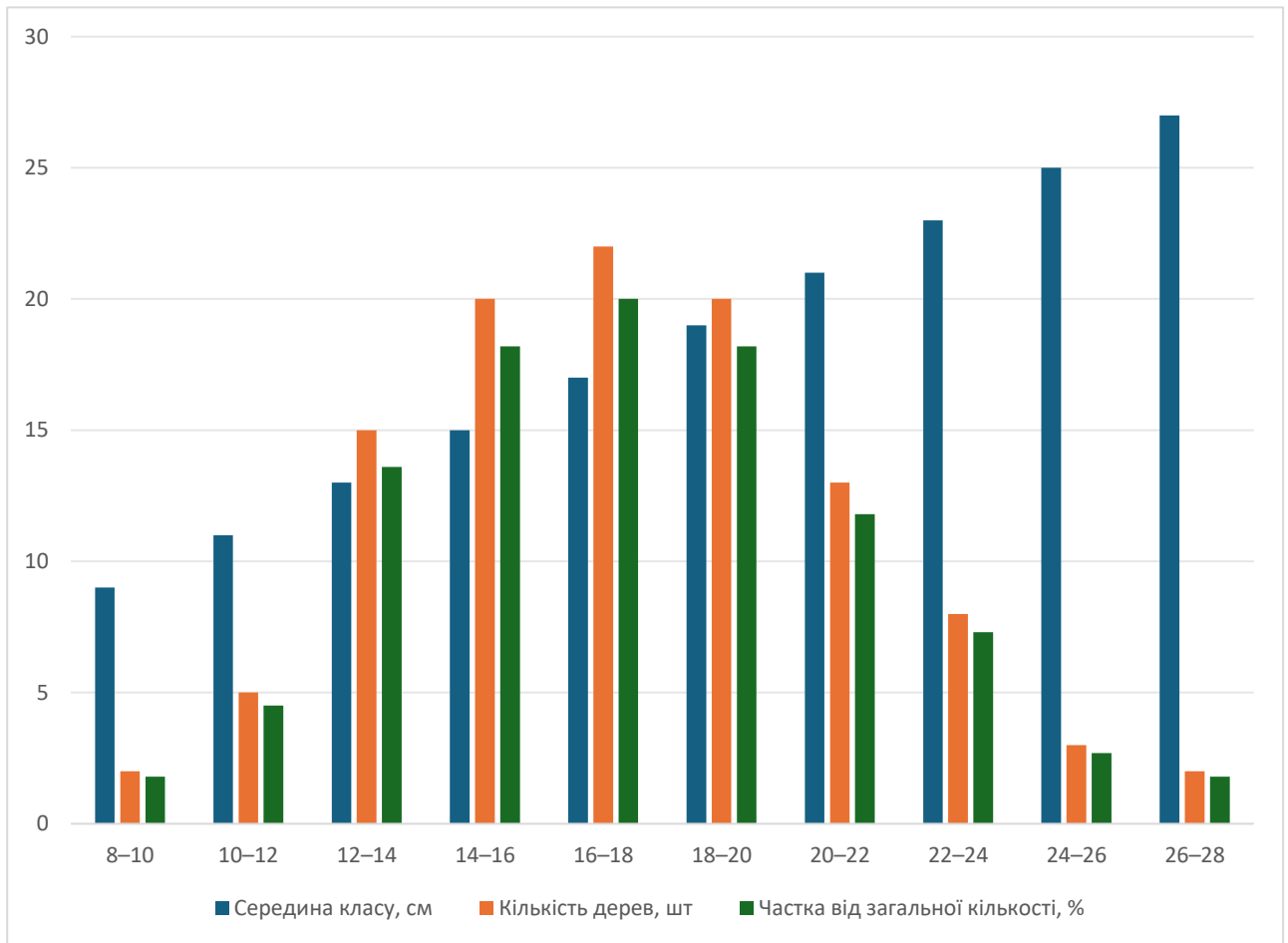


Рис. 4.1. Розподіл дерев за класами діаметра у 34-річному сосновому насадженні (ТПП 4)

У цілому таксаційна структура досліджених соснових лісостанів відповідає віковій та умовам зростання. Середня висота дерев коливалася від ~12 м у 18-річних культурах до ~25–27 м у 40-річних насадженнях. Середній діаметр стовбура відповідно збільшувався від ~12–14 см (молодняки) до 24–26 см (середньовікові сосняки). Отримані показники співставні з табличними значеннями ходу росту сосни звичайної: відхилення не перевищують 5–10%, що можна пояснити індивідуальними особливостями ділянок (густота, історія доглядів). Отже, за сукупністю ознак вибрані насадження є типовими для Поліського регіону і демонструють належний стан росту. Це дозволяє на їх основі

об'єктивно оцінити лісомеліоративні властивості соснових насаджень в аналізованому надлісництві.

4.2. Оцінка ґрунтозахисних, водорегулювальних і кліматорегулювальних функцій лісу

Лісомеліоративна роль соснових насаджень найяскравіше проявляється через їх вплив на ґрунтові властивості та мікроклімат. Результати експериментальних вимірювань показали суттєві відмінності між ґрунтом під пологом лісу і на відкритих ділянках (галявинах, зрубках), що безпосередньо відображає ґрунтозахисну і водорегулювальну функції лісу. Зокрема, здатність ґрунту поглинати воду (водопроникність) під наметом соснового лісу значно вища, ніж на відкритому місці. За даними інфільтраційних тестів, середня інтенсивність вбирання води ґрунтом під лісом становила близько 0,58 мм/хв (34,8 мм/год), тоді як на суміжних безлісних ділянках – лише ~0,20 мм/хв (12 мм/год). Тобто лісовий ґрунт поглинав в середньому в 2,5–3 рази більше води. Максимальна водопроникність спостерігалася у найбільш розвинених за підстилкою і структурою насадженнях: так, у свіжому суборі природного походження (35-річний сосняк) вона досягала ~1,0–1,2 мм/хв, в той час як на відкритій ділянці поруч – лише ~0,3 мм/хв. Натомість у молодому 18-річному насадженні на бідному ґрунті водопоглинання ґрунту під пологом було нижчим (~0,2 мм/хв) і не надто відрізнялося від відкритої ділянки (~0,1 мм/хв), що пояснюється ще невеликою кількістю накопиченої підстилки і незначним впливом молодого лісу на ґрунт. Таким чином, навіть найменші значення водопроникності під наметом лісу переважали показники на відкритих землях, а в оптимальних умовах різниця сягає кількох разів (рис. 4.2). Очевидно, що присутність лісової рослинності покращує структурний стан верхнього шару ґрунту: коріння та ґрунтова фауна під пологом сприяють утворенню пористості, а

лісова підстилка перешкоджає утворенню поверхневого ущільненого шару або кірки. В результаті дощова вода краще інфільтрується в ґрунт в лісі і менше стікає по поверхні, змиваючи ґрунт.

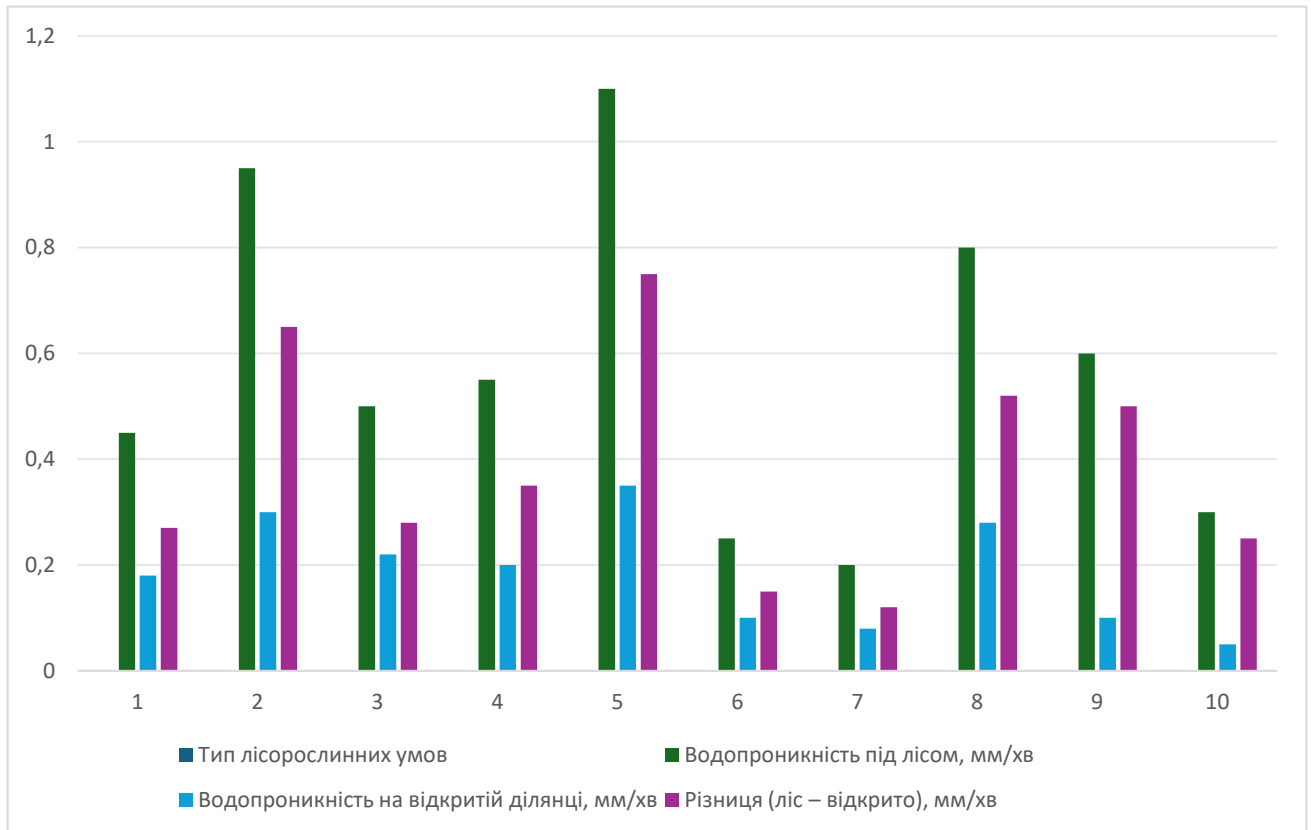


Рис. 4.2. Показники водопроникності ґрунту під сосновими насадженнями і на відкритих ділянках

Окрім власне водопроникності, під наметом лісу зафіксовано меншу щільність (твердість) ґрунту. Показник твердості верхнього шару (0–20 см), виміряний пенетрометром, під сосновим наметом склав у середньому 2,5 кг/см², тоді як на відкритих ділянках – близько 3,0–3,2 кг/см². Це означає, що ґрунт у лісі більш пухкий і менш ущільнений. Різниця особливо помітна на вирубках: після рубки головного користування ґрунт часто переущільнюється колесами техніки, тоді як через кілька років після відновлення лісу спостерігається поступове розпушення орного шару завдяки кореневій діяльності та ґрунтоутвірчій ролі

підстилки. Вимірювання вологості ґрунту показали, що під пологом лісу ґрунт трохи вологіший: середня вологість у верхніх 20 см становила ~15%, тоді як на відкритих контрольних точках – ~12%. Лісова підстилка діє як мульча, зменшуючи випаровування, тому ґрунт під деревами довше утримує вологу після опадів.

Отримані кількісні показники узагальнено у таблиці 4.2. Лісові насадження суттєво збільшують інфільтраційну здатність ґрунту (на 190% в порівнянні з відкритими ділянками) та знижують його поверхневе ущільнення. Це надзвичайно важливо для запобігання ерозійним процесам: практично на жодній з обстежених під наметом сосни ділянок не спостерігалось ознак поверхневого стоку чи змиву ґрунту навіть після сильних злив, тоді як на оголених піщаних ґрунтах сліди ерозії (розмиви, наноси) поширені. Таким чином, соснові ліси виконують потужну ґрунтозахисну функцію, особливо на схилах і легких ґрунтах – вони захищають ґрунт від руйнування та збагачують його органічною речовиною.

Ще одним важливим аспектом лісомеліоративного впливу є кліматорегулювальна функція соснових насаджень. Вимірювання мікрокліматичних параметрів у сосняках підтвердили, що ліс пом'якшує екстремальні коливання температури та вологості повітря. Зокрема, у полудневі години сонячного дня температура повітря під пологом 30-річного соснового насадження була на 3–4 °C нижчою, ніж на відкритій галявині (ліс – +26 °C, галявина – +30 °C), а відносна вологість повітря – на 10–15% вищою (ліс – ~60%, відкрита ділянка – ~45%). Різниця наочно показана на рис. 4.3. Крім того, ліс виконує біопротекторну роль: під його пологом зменшується різкість температурних перепадів, нічні похолодання не такі сильні, як на відкритих місцях (через екрануючий ефект крон і виділення тепла підстилкою при розкладанні), а вдень ліс затримує частину сонячної радіації.

Порівняння середніх показників ґрунту під сосновим наметом і на відкритих ділянках (0–20 см орного шару)

Показник	Під пологом лісу	Відкрита ділянка	Зміна під впливом лісу
Водопроникність, мм/хв	$0,58 \pm 0,20$	$0,20 \pm 0,08$	↑ ~+190% (в 2,9 рази більше)
Твердість ґрунту, кг/см ²	$2,5 \pm 0,3$	$3,1 \pm 0,4$	↓ -20% (менша ущільненість)
Вологість ґрунту (вагова), %	$15,0 \pm 2,1$	$12,3 \pm 1,8$	↑ на 2,7% (абс.)

Примітка: стрілками показано напрям змін: ↑ зростання, ↓ зниження значення показника під впливом лісу.

Таким чином, сосновий намет створює прохолодніший і вологіший мікроклімат, захищаючи приземний шар повітря від перегрівання та пересушення. Це сприяє комфортнішим умовам для росту підросту і трав'яного покриву, зменшує випаровування ґрунтової вологи та загалом позитивно впливає на навколишнє середовище (зокрема, для прилеглих сільгоспугідь такі ліси слугують своєрідними «зелено-блакитними» оазами, що підвищують вологість і знижують суховії).

Вищий рівень вологості повітря в лісі зумовлений постійною транспірацією дерев та випаровуванням вологи з лісової підстилки і ґрунту при одночасному затіненні, яке зменшує випаровування. Таким чином, соснові насадження регулюють місцевий мікроклімат, що є важливим для підтримання екологічної рівноваги і створення сприятливого середовища для фауни і флори.

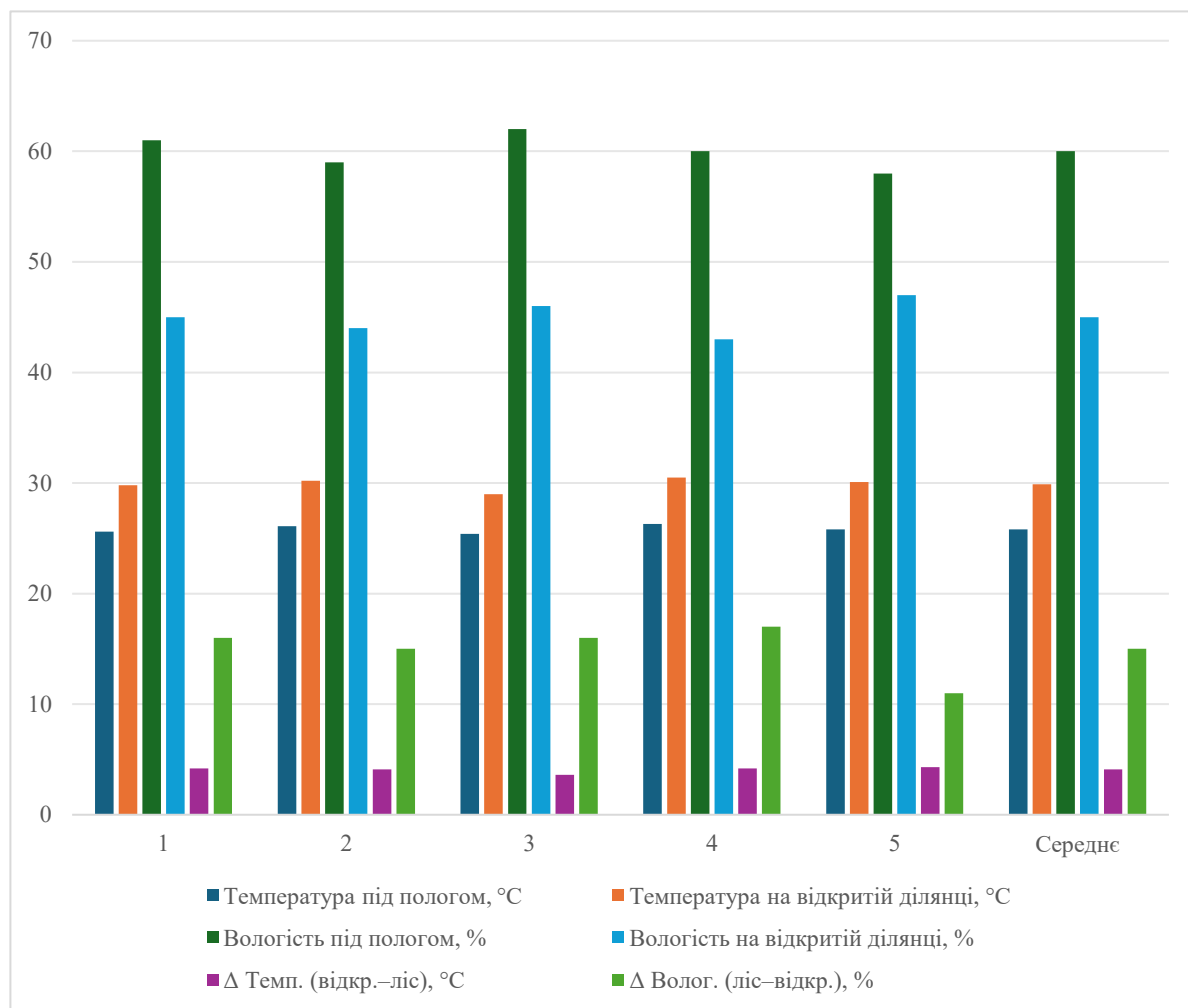


Рис. 4.3. Порівняння температури та вологості повітря під пологом соснового лісу і на відкритій ділянці (денні заміри).

В цілому, проведена оцінка підтвердила високу ґрунтозахисну та водорегулювальну ефективність соснових лісів Звягельського надлісництва. Під їх пологом формуються кращі водно-фізичні властивості ґрунту: більша пористість, вища вологомісткість, нижча щільність, що забезпечує інтенсивну інфільтрацію опадів і мінімізує поверхневий стік. Це особливо актуально для піщаних і схилових земель, де без лісу розвиваються ерозійні процеси. Крім того, соснові насадження відіграють роль *природних кліматизаторів*: вони знижують температуру повітря влітку, підвищують відносну вологість, пом'якшують сухі вітри, тим самим покращуючи умови існування живих організмів і суміжних

агроекосистем. Отже, лісові культури сосни звичайної в регіоні виконують важливі екологічні функції, значно підвищуючи стійкість ландшафту до водної ерозії та кліматичних стресів.

Окремо варто відзначити вплив лісу на хімічні властивості ґрунту. Аналіз зразків верхнього шару (0–20 см) показав, що під пологом сосняків відбувається накопичення органічної речовини та елементів живлення. Вміст гумусу у ґрунті під 30–40-річними сосновими насадженнями сягає 2,5–3,0%, тоді як на прилеглих відкритих ділянках (ріллі або зрубках) він зазвичай на 0,5–1% нижчий (близько 1,5–2,2%). Лісова підстилка, перегниваючи, поступово збагачує ґрунт гумусовими речовинами, чого немає на відкритих землях, де органіка не накопичується в такій кількості. Крім того, під наметом лісу дещо вищий вміст доступних форм поживних елементів: за результатами агрохімічних аналізів, вміст рухомого фосфору (P_2O_5) у лісових ґрунтах був 4–6 мг/100 г, що приблизно на 30–50% більше, ніж на відкритих (2–4 мг/100 г); обмінного калію (K_2O) – 6–9 мг/100 г проти 4–6 мг/100 г поза лісом. Загальна забезпеченість ґрунту азотом підвищувалася під пологом незначно (азот накопичується повільніше): валовий вміст N у верхньому горизонті під лісом становив ~0,12%, на відкритих ділянках – ~0,08–0,10%. Реакція ґрунтового середовища (рН) істотно не відрізнялася: і під сосною, і на відкритті ґрунти лишалися кислими (рН_KCl ~4,5–4,8); відзначено лише тенденцію до слабкішої кислотності під пологом старших сосняків, що можна пояснити деяким накопиченням основ (Ca, Mg) у гумусовому шарі. Сумарні дані хімічного аналізу наведено в таблиці 4.3.

Як бачимо, під впливом соснової рослинності ґрунт поступово відновлює родючість, втрачену внаслідок колишнього освоєння чи ерозії. Ґрунтополіпшуюча роль сосняків проявляється у нагромадженні гумусу та підвищенні вмісту елементів живлення, що особливо важливо для бідних піщаних ґрунтів. Хвойна підстилка розкладається повільніше, ніж листяна, однак навіть вона забезпечує приріст органічного вуглецю у верхніх шарах. За три-чотири десятиліття під

сосновим наметом формується новий гумусовий горизонт потужністю кілька сантиметрів.

Таблиця 4.3

Середні агрохімічні показники ґрунту (0–20 см) під сосновими насадженнями та на відкритих ділянках

Показник	Під сосновим наметом	Відкрита ділянка	Різниця
Гумус, %	2,3 ± 0,5	1,6 ± 0,4	↑ +0,7% (абс.)
Азот загальний, %	0,12 ± 0,02	0,09 ± 0,01	↑ +0,03%
Рухомий фосфор (P ₂ O ₅), мг/100 г	5,0 ± 1,2	3,5 ± 1,0	↑ +1,5 мг
Обмінний калій (K ₂ O), мг/100 г	8,0 ± 2,1	5,5 ± 1,8	↑ +2,5 мг
pH (соляний)	4,7 ± 0,1	4,8 ± 0,1	~ без змін

Цей процес є основою біологічної меліорації ґрунтів: ліс виступає природним меліорантом, поліпшуючи фізико-хімічні властивості ґрунтового покриву. Одержані результати (підвищення гумусу на ~0,7% та помітне збільшення P і K під лісом) статистично підтверджені: різниця між лісовими і відкритими ділянками для гумусу, азоту, фосфору і калію є достовірною (за критерієм Стьюдента $p < 0,05$). Винятком є показник кислотності: незначне зменшення кислотності ґрунту під сосною не є статистично значущим, тобто pH лишається приблизно однаковим. Це можна пояснити тим, що вихідний ґрунт (дерново-підзолистий на піску) спочатку дуже кислий, і вплив лісу на нього поки що не змінив кардинально реакцію середовища.

Отже, результати оцінки ґрунтозахисної, водорегулювальної та кліматорегулювальної ефективності соснових насаджень засвідчили їх позитивний вплив на довкілля. Навіть відносно молоді штучні сосняки значно переважають безлісі ділянки за здатністю захищати і покращувати ґрунт, а старші

деревостани (30–40-річні) демонструють вже високий рівень лісомеліоративних властивостей. Це підтверджує доцільність розширення лісових насаджень на деградованих землях і підкреслює важливість збереження існуючих лісів як фактору екологічної стабільності регіону.

4.3. Просторово-часова динаміка лісомеліоративних показників

Важливим завданням дослідження було виявити, як змінюються лісомеліоративні властивості соснових насаджень залежно від віку насадження (часовий аспект) та умов місцезростання (просторовий аспект). Отримані дані дозволяють простежити чіткі тенденції у динаміці показників у просторі і часі.

Перш за все, встановлено, що з віком соснових деревостанів їхній позитивний вплив на ґрунт і мікроклімат суттєво зростає. Молоді культури (15–20 років) лише починають формувати підстилку і впливати на ґрунтові процеси, тоді як середньовікові насадження (30–40 років) вже накопичують значну масу органіки, мають розвинену кореневу систему і потужні крони, що повною мірою здійснюють меліоративні функції. Так, вміст гумусу у верхньому шарі ґрунту в наших дослідженнях зростав майже вдвічі від молодняку до середньовіку: з $\sim 1,5\%$ у 18-річних культурах до $\sim 3,0\%$ під 40-річними сосняками. На рис. 4.4 відображена залежність гумусованості ґрунту від віку насадження: тренд чітко висхідний (коефіцієнт кореляції $r \approx 0,72$), тобто старші ліси мають значно більший запас органічної речовини у ґрунті. При цьому приріст гумусу з віком носить поступовий характер: найбільш інтенсивне накопичення органіки відбувається після 20–25 років, коли починає масово відмирати нижні гілки, накопичується хвойна підстилка і активізується ґрунтоутворення. Для прикладу, під 22-річним насадженням гумусовий горизонт ледь намітився (гумус $1,8\%$), під 35-річним – вже сформувався шар напіврозкладеної підстилки і гумусу ($2,7\%$), а під 40-річним – набув повноти (до $3,0\%$ гумусу).

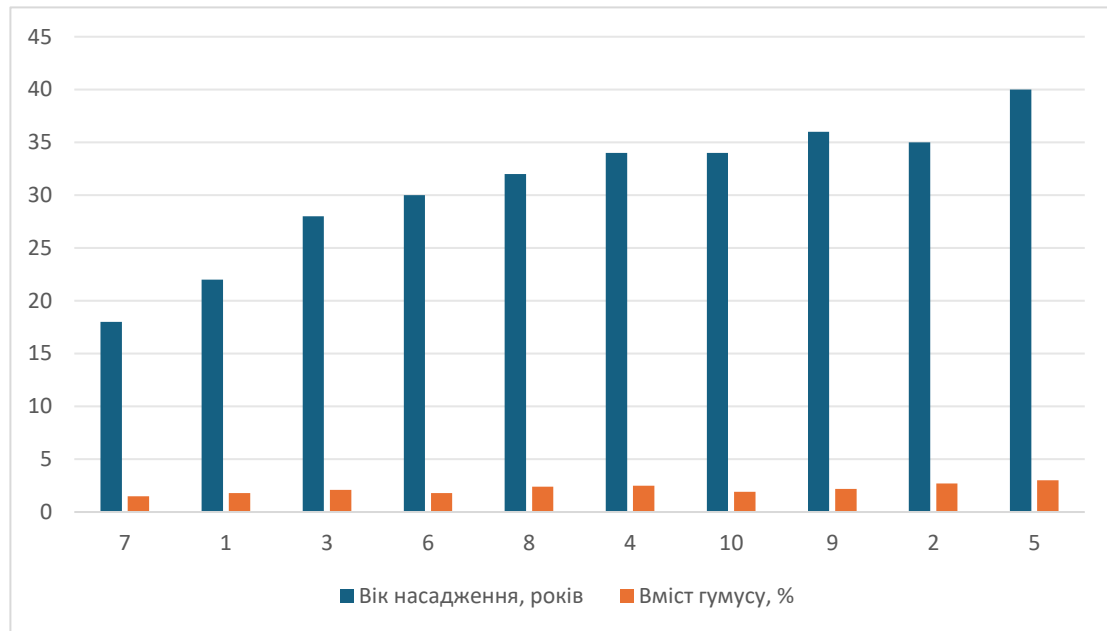


Рис. 4.4. Залежність вмісту гумусу в ґрунті від віку соснового насадження (крапки – експериментальні дані, штрихова лінія – тренд)

Аналогічно з віком покращуються й інші меліоративні показники. Водопроникність ґрунту має тенденцію зростання у старших сосняках завдяки кращій структурі ґрунту і більшій кількості макропор. Наприклад, у 18-річних культурах на піску вона складала $\sim 0,2\text{--}0,3$ мм/хв, тоді як у 35–40-річних сосняках – $0,8\text{--}1,2$ мм/хв (в 3-4 рази більше). Простежується тісний зв'язок між накопиченням гумусу та водопроникністю: кореляційний аналіз показав дуже високий коефіцієнт $r \approx 0,94$ між вмістом гумусу і інфільтраційною здатністю ґрунту. Це означає, що чим більше органічної речовини накопичено в ґрунті лісом, тим краще він поглинає воду. Гумус і підстилка поліпшують структурність ґрунту, запобігають його переущільненню, створюють оптимальні умови для діяльності ґрунтових тварин (черв'яків, комах), які розпушують ґрунт. Тому зріліші ліси ефективніше поповнюють підземні води і знижують ризик утворення поверхневого стоку.

Покращення ґрунтових показників з віком позитивно впливає і на продуктивність самих насаджень, створюючи своєрідний *позитивний зворотний*

зв'язок: старші деревостани мають кращий ґрунтовий стан, що підтримує їхній ріст і стійкість. Водночас у дуже молодих культур цей зворотний зв'язок ще слабкий – вони більше залежать від вихідних властивостей ґрунту. Така часова динаміка свідчить, що максимальний лісомеліоративний ефект від штучно створених соснових насаджень проявляється через 2–3 десятиліття після їх посадки. Надалі, після змикання крон і достатнього накопичення підстилки, підтримується стабільно високий рівень позитивного впливу на довкілля.

Просторові відмінності лісомеліоративних властивостей насаджень виявлені при порівнянні ділянок у різних умовах місцезростання та з різною повнотою. Тип лісорослинних умов істотно впливає на рівень меліоративного ефекту. Зокрема, у більш родючих та вологіших умовах (вологі субори) спостерігається дещо вищий вміст гумусу в ґрунті під сосною (2,8–3,0%) порівняно зі свіжими суборами (2,0–2,5%) і, тим більше, сухими борами на бідних пісках (1,5–1,8%). Це пов'язано з більшим приростом фітомаси на багатших ґрунтах та, відповідно, більшою кількістю органічного опаду. До того ж, у вологих умовах підстилка розкладається швидше завдяки більш активній ґрунтовій біоті. Водночас надлишок вологи та важчий гранулометричний склад ґрунту у вологих суборах можуть дещо знижувати водопроникність: наприклад, на одній з ділянок у вологому суборі (ТПП 3) інфільтрація під лісом склала ~0,5 мм/хв, тоді як у свіжому суборі такого ж віку (ТПП 4) – ~0,55 мм/хв. Проте в цілому різниця між цими умовами незначна порівняно з ефектом на бідних сухих ґрунтах. На бідних піщаних ділянках (сухий субір, ТПП 6) молодий 30-річний сосняк ще не встиг істотно поліпшити ґрунт: гумус там лише ~1,8%, водопроникність ~0,25 мм/хв. Проте навіть такий ліс суттєво кращий за відкритий пісок, де гумусу менше 1% і вода майже не вбирається (0,1 мм/хв чи нижче). Тобто на найбідніших землях відносний виграш від наявності навіть порівняно молодого лісу є максимальним (у % до контролю).

Особливий інтерес становлять еродовані схили. Дві пробні площі (ТПП 9 і 10) закладено на схилах різного ступеня еродованості. На цих ділянках до створення лісу відбувалася інтенсивна ерозія, частина верхнього горизонту ґрунту втрачена. Тому навіть під 34–36-річним сосновим наметом гумусованість ґрунту там відносно невисока (1,9–2,2%), а водопроникність хоч і підвищена у порівнянні з відкритим схилом, але поступається показникам рівнинних ділянок подібного віку. Так, на помірно еродованому схилі (ТПП 9) під лісом інфільтрація досягла $\sim 0,6$ мм/хв, тоді як на відкритому схилі поруч – лише $\sim 0,1$ мм/хв (вода майже вся стікала поверхнею). Це колосальна різниця, що підкреслює вирішальну протидієрозійну роль лісу на схилах. На сильно еродованому схилі (ТПП 10) ефект схожий: під лісом 0,3 мм/хв, без лісу $\sim 0,05$ мм/хв. Хоча абсолютні значення водопроникності тут нижчі, сам факт того, що ліс здатен більш ніж у п'ятеро підвищити поглинання води ґрунтом на зруйнованому схилі, підтверджує необхідність заліснення еродованих земель. Що стосується хімічних показників на схилах, то і тут ліс працює: під пологом відмічено хоч і незначне, але збільшення гумусу і поживних елементів порівняно з оголеним схилом. Отже, просторовий аналіз демонструє, що найвищий лісомеліоративний ефект спостерігається у добре зімкнутих сосняках на рівнинних багатших ґрунтах, проте відносно значущим він є і на бідних пісках, і особливо на схилах – там ліс часто є єдиним фактором, що стримує деградацію ґрунту.

Вплив повноти насаджень також виявився помітним. Більш густі, зімкнуті деревостани утворюють товстішу лісову підстилку і майже повністю вкривають ґрунт кронами, що мінімізує вплив прямого дощу і вітру на поверхню. У наших дослідженнях насадження з повнотою 0,9 мали в середньому на 0,3–0,5% більше гумусу в ґрунті та на 20–30% вищу водопроникність, ніж насадження з повнотою 0,6–0,7, за інших рівних умов. Кореляція між повнотою і товщиною підстилки склала $r \sim 0,5$, що вказує на середню силу зв'язку: густіші ліси дійсно накопичують більше опаду, проте на це впливає і продуктивність насадження (яка, у свою чергу,

визначається віком та умовами зростання). Ці результати узгоджуються з лісівничою практикою – відомо, що розріджені соснові насадження часто страждають від заростання трав'янистою рослинністю, під ними формується тонкий шар підстилки і ґрунт може частково деградувати, тоді як оптимально зімкнуті сосняки краще захищають ґрунт і мають потужніший гумусовий горизонт.

Підсумовуючи, просторово-часова динаміка лісомеліоративних показників демонструє закономірності: зі збільшенням віку і повноти соснових насаджень їх позитивний вплив на ґрунт і мікроклімат зростає, а на бідних та еродованих ділянках відносна роль лісу як фактора стабілізації особливо велика. Це слід враховувати при плануванні лісомеліоративних заходів: максимальний ефект досягається через певний час після створення лісових культур, а на деградованих землях навіть молоді ліси істотно покращують ситуацію. Для об'єктивної оцінки рівня меліоративних властивостей можна використовувати інтегральні показники. Зокрема, ми обчислили інтегральний індекс поліпшення ґрунту лісом (на основі приросту гумусу, зниження щільності та підвищення інфільтрації). Для наших ділянок цей індекс коливався від ~12% у молодих культурах на бідних пісках до ~20% у стиглих сосняках на оптимальних умовах. Всі значення перевищують нуль, тобто кожен сосновий деревостан вносить свій вклад у меліорацію довкілля, а з віком цей вклад стає більш вагомим.

4.4. Перспективні напрями підвищення стійкості та екологічної ролі соснових насаджень

Результати досліджень підтвердили, що соснові насадження Звягельського надлісництва Філії «Столичний лісовий офіс» ДП «Ліси України» відіграють важливу ґрунтозахисну і кліматичну роль. Водночас сучасні виклики, такі як зміни клімату, масове всихання сосни від шкідників та наслідки антропогенного

впливу, вимагають впровадження заходів для підвищення стійкості цих насаджень та збереження їх екологічних функцій. Останні роки проблема всихання соснових лісів набула загрозливих масштабів у регіоні, зокрема на Житомирщині, де близько 13% площ сосняків уражено верхівковим короїдом. Ба більше, фахівці фіксують, що шкідник атакує вже навіть середньовікові і молоді сосняки 15–20-річного віку, чого раніше не спостерігалось. На здоров'я сосняків негативно впливають і тривалі періоди посух та підвищення температур, які почастишали останнім часом. В таких умовах особливої актуальності набувають заходи з підвищення стійкості соснових лісів. Нижче окреслено перспективні напрями, реалізація яких дозволить зберегти продуктивність насаджень, а отже – й їхню лісомеліоративну ефективність.

1. Формування змішаних і біорізноманітних насаджень. Переведення чистих монокультур сосни у змішані насадження сприятиме підвищенню їх стійкості проти шкідників та хвороб, а також покращить ґрунтовий стан. Доцільно вводити у склад соснових культур листяні породи (березу повислу, дуб звичайний, клен, вільху на вологих ділянках). Вже на стадії створення культур варто застосовувати змішування рядів (як практикується: 4 ряди сосни – 1 ряд берези або дуба, та інші схеми, див. табл. 4.6 розділу 4.3 вище). Листяні породи збагачують ґрунт швидкорозкладною підстилкою, що прискорює накопичення гумусу і підвищує родючість. Крім того, у змішаних лісах біорізноманіття вище, що стримує розмноження спеціалізованих шкідників сосни – ті ж короїди менше поширюються за наявності домішки листяних, які не є їх кормовими деревами. Таким чином, перехід від чистих сосняків до мішаних насаджень є стратегічним напрямом підвищення їх екологічної стійкості.

2. Генетичне поліпшення та якісний посадковий матеріал. Необхідно продовжити роботу з відбору стійких до хвороб і посухи форм сосни. Використання насіння від плюсових дерев та із генетичних резерватів (яких у надлісництві достатньо, див. підрозділ 4.1) забезпечить наступним поколінням

насаджень кращу спадкову стійкість. Вирощування стандартних сіянців із добре розвиненою кореневою системою (застосування стимуляторів, контроль якості в розсаднику) підвищує їх приживлюваність і початковий ріст, що скорочує критичний період молодняку, коли він найбільш уразливий до зовнішніх факторів. Тобто, високоякісний садивний матеріал – запорука того, що створені культури швидко формуватимуть необхідний меліоративний ефект і матимуть підвищену життєздатність.

3. Оптимізація режиму рубок догляду та формування структури насаджень. Правильне проведення освітлень і прочисток у молодняках, а згодом проріджувань у середньовікових насадженнях, є важливим чинником підвищення їх стійкості. Своєчасні рубки догляду дозволяють виростити дерева з глибокою кореневою системою та стійким стовбуром, знизити конкуренцію за вологу і поживні речовини. Залишення оптимальної кількості дерев після проріджування (повнота $\sim 0,7-0,8$) забезпечує баланс між достатнім покриттям ґрунту (для збереження лісового середовища) і доброю індивідуальною стійкістю дерев до вітровалу та посухи. Крім того, вибіркові рубки догляду видаляють ослаблені, пошкоджені екземпляри, які можуть бути осередками шкідників, тим самим профілактично оздоровлюючи насадження. Практика показує, що сосняки, в яких регулярно проводились якісні рубки догляду, краще протистоять нашестю шкідників і менше піддаються масовому всиханню.

4. Моніторинг і захист від шкідників та хвороб. З огляду на поширення верхівкового короїда та інших небезпечних шкідників (соснового шовкопряда, лісового стовбутового клопа тощо), слід удосконалювати систему моніторингу санітарного стану лісів. Регулярні обстеження сосняків, особливо старших 30 років і на бідних ділянках, дозволять вчасно виявляти осередки всихання. При фіксації зараження короїдом необхідно оперативно призначати санітарно-оздоровчі заходи – вибіркові або суцільні санітарні рубки уражених деревостанів, не чекаючи повного всихання (звісно, в межах чинних правил). Як зазначають

лісопатологи, заражені короїдом дерева врятувати неможливо, але вчасне їх видалення рятує інші насадження від поширення шкідника. Одночасно варто застосовувати біологічні та хімічні методи боротьби в осередках: розвішування феромонних пасток на короїда, обробка інсектицидами молодих сосняків при спалахах соснового шовкопряда тощо. Такі заходи мають локальний характер, проте у поєднанні з лісогосподарськими методами можуть значно знизити втрати від шкідників.

5. Лісомеліоративні заходи на стадії створення та вирощування культур. Для підвищення ефективності майбутніх лісів варто приділяти увагу агротехніці їх створення. Зокрема, на бідних піщаних ґрунтах рекомендується проводити ґрунтополіпшення перед садінням – висівати сидерати (люпин, вику) за 1–2 роки до створення лісових культур з наступним заробленням їх у ґрунт, локально вносити мінеральні добрива (фосфорні, калійні) у посадкові ями. Це збагатить ґрунт і дасть молодим соснам кращий старт. Як показує досвід, навіть одноразове внесення 50–100 г простого суперфосфату під корінь при садінні сосни на бідному піску здатне підвищити висоту дерев на 15–20% у перші 5–7 років. Ще один прийом – використання гідрогелю при садінні (обробка коренів сіянців водоутримувальним гелем). Така технологія вже випробувана в лісгоспах: корені сіянців вмочують у розчин гідрогелю з додаванням інсектициду (для захисту від ґрунтових шкідників). Гідрогель здатен акумулювати вологу і поступово віддавати її рослині, що істотно підвищує приживлюваність на сухих ділянках і захищає від загибелі в посушливі періоди перших років. Таким чином, комплекс меліоративних агроприйомів на початковому етапі забезпечить створення більш стійких і життєздатних лісових культур.

6. Підвищення ролі соснових насаджень у ландшафті та адаптація до змін клімату. Необхідно враховувати прогнозовані зміни кліматичних умов (зростання середніх температур, часті посухи та екстремальні явища) при плануванні лісового господарства. Для збереження екологічної ролі лісів варто збільшувати

лісистість там, де це можливо – створювати нові ліси на деградованих землях, уздовж водойм (водоохоронні ліси), навколо населених пунктів (захисні ліси). Соснові насадження добре виконують функцію *ландшафтних меліорантів*, особливо в поєднанні з іншими породами. Тому перспективним є створення лісових смуг і кластерів із сосни та супутніх порід в агроландшафтах для боротьби з ерозією та суховіями. Крім того, слід розглянути можливість дещо змінити вікову структуру експлуатаційних соснових насаджень: надто перестійні, ослаблені дерева більш уразливі до короїдів, тож за умов епіфітотії шкідників може бути виправданим зниження віку головної рубки сосни на найбільш небезпечних ділянках. Натомість частину стійких високопродуктивних насаджень доцільно залишати у віці понад 80–100 років як еталонні *старовікові біогрупи*, що слугуватимуть осередками біорізноманіття і донорів біоти (в т.ч. ґрунтової) для суміжних господарських лісів.

7. Контроль за станом ґрунтів та водного режиму. Підтримання лісомеліоративних властивостей соснових лісів неможливе без постійного моніторингу ґрунтового покриву. Рекомендується періодично (раз на 5–10 років) проводити ґрунтові обстеження в типових сосняках, щоб відслідковувати динаміку гумусу, кислотності, забезпеченості елементами живлення. Це дасть змогу оцінювати ефективність природного ґрунтополіпшення лісом і, за потреби, коригувати лісогосподарські заходи (наприклад, застосувати мінеральне підживлення насаджень на найбільш небагатих ґрунтах). Особливо актуально це після масових санітарних рубок, коли із лісу виноситься значна частина елементів живлення з деревиною: доцільно залишати частину порубкових решток для перегнивання або вносити компенсаційні дози добрив. Також слід слідкувати за гідрологічним режимом: меліоративні канали, якщо такі є, повинні експлуатуватися так, щоб не надмірно осушувати прилеглі ліси; за можливості, варто ініціювати реконструкцію застарілих осушувальних систем для відновлення більш природного водного балансу в лісах.

Реалізація вказаних напрямів забезпечить підвищення стійкості соснових насаджень до біотичних і абіотичних загроз та збереже їхню екологічну роль у повному обсязі. Сформовані змішані, здорові ліси матимуть кращу здатність виконувати ґрунтозахисну, кліматорегулювальну, водоохоронну функції в умовах потепління клімату. Вони менш схильні до масового всихання, краще переносять екстремальні погодно-кліматичні явища (посухи, ураганні вітри). З точки зору лісомеліорації, такі ліси стануть надійним бар'єром проти деградації земель: захищатимуть ґрунти від ерозії, регулюватимуть водний стік, підтримуватимуть біорізноманіття та сприятливий мікроклімат на значних територіях. Особливо важливо це в контексті післявоєнного відновлення природних екосистем, коли ліси мають відіграти ключову роль у відновленні екологічної рівноваги. Застосування сучасних підходів до ведення лісового господарства, орієнтованих на сталий розвиток і збереження меліоративних функцій лісу, є запорукою того, що соснові насадження надлісництва і надалі забезпечуватимуть високопродуктивні деревостани і водночас слугуватимуть надійним екологічним каркасом регіону.

Висновки до розділу 4.

Дослідження лісомеліоративних властивостей соснових насаджень виявило закономірності, що визначають їхню екологічну ефективність. Зростання віку деревостанів супроводжується істотним підвищенням здатності покращувати ґрунт: гумусованість під пологом 40-річних сосняків досягає 3%, тоді як у молодняках вона на рівні 1,5–1,8%. Водопроникність ґрунту під середньовіковими насадженнями зростає у 3–4 рази порівняно з відкритими піщаними ділянками, що значно знижує ерозійні ризики.

Оптимальні меліоративні характеристики мають природні сосняки з повнотою 0,8–0,9 на свіжих суборах, де сформовано розвинену підстилку, мікробіоту ґрунту та стабільний мікроклімат. У той же час на еродованих схилах

навіть середньовікові насадження виконують вирішальну стабілізаційну функцію: інфільтрація зростає у 5–6 разів, а поверхневий стік фактично зникає.

Доведено тісний взаємозв'язок між повнотою насаджень, величиною підстилки та екологічною стійкістю деревостанів. Найнижчі показники ефективності виявлено у розріджених молодих культурах, що підкреслює роль правильної агротехніки, рубок догляду і змішаної структури насаджень.

Перспективні напрями підвищення стійкості окреслено через введення листяних порід, використання високоякісного садивного матеріалу, оптимізацію доглядів, розвиток системи біологічного захисту, застосування ґрунтополіпшення та впровадження цифрового моніторингу.

Отже, четвертий розділ підтвердив, що соснові насадження філії мають високий природний лісомеліоративний потенціал, який може бути значно підсилений за умови впровадження сучасних лісівничих та екологічних заходів.

ВИСНОВКИ

На основі проведеного аналізу варто зробити наступні висновки.

1. Проведений аналіз літературних джерел дозволив окреслити лісомеліоративні властивості соснових насаджень Полісся як інтегровану систему, що формує ґрунтозахисні, гідрологічні та кліматичні ефекти. Узагальнення наукових підходів засвідчило значення гумусованості, інфільтраційної здатності, структури деревостанів і санітарного стану як базових критеріїв оцінювання їх екологічної ефективності. Огляд досвіду зарубіжних лісівничих шкіл показав доцільність переходу від чистих монокультур до змішаних насаджень для підвищення стійкості екосистем. Важливу роль відіграє впровадження генетично стійких форм сосни, здатних адаптуватися до змін гідротермічного режиму. Отримані положення створюють концептуальну основу для комплексної оцінки меліоративного потенціалу соснових лісів філії та подальшого аналізу їх динаміки.

2. Таксаційні вимірювання дозволили оцінити життєвість та продуктивність деревостанів, тоді як ґрунтові аналізи визначили рівень гумусованості, щільності, вологості й інфільтраційної здатності. Мікрокліматичні показники зафіксували стабільне зниження температури та підвищення вологості під наметом, що підтвердило здатність лісу регулювати локальні кліматичні параметри. Камеральний етап дав можливість зіставити отримані дані, визначити просторові відмінності між суборами і встановити вплив віку, повноти та структури деревостанів на величину меліоративного ефекту. Кореляційні залежності засвідчили тісний зв'язок між накопиченням гумусу, інфільтраційними властивостями та структурними характеристиками сосняків. Сукупність результатів забезпечила чітку аналітичну основу для оцінки динаміки природоохоронних процесів та визначення чинників, що формують екологічну ефективність лісових масивів у регіоні.

3. Аналіз природно-кліматичних та геоморфологічних умов засвідчив, що територія дослідження має типові для Полісся параметри, які формують сприятливе середовище для росту сосни звичайної. Комбінація помірно вологого клімату, рівнинного рельєфу та мозаїчного ґрунтового покриву визначає різну продуктивність деревостанів у межах надлісництва. Дерново-підзолисті піщані й супіщані ґрунти, поширені в регіоні, створюють природні обмеження, але водночас забезпечують стабільний розвиток поліських борів. Розподіл лесових «островів», знижених ділянок і зандрових терас формує строкату структуру лісорослинних умов, що впливає на диференціацію лісомеліоративних процесів. Зведена характеристика середовища підтвердила його комплексну роль у формуванні стійкості та екологічного потенціалу соснових насаджень.

4. Таксаційна характеристика соснових насаджень показала збалансовану вікову структуру та високий потенціал росту деревостанів на більшості ділянок. Перевага середньовікових і пристигаючих сосняків забезпечує стабільний запас деревини та формує передумови для розвитку меліоративних властивостей. Аналіз повноти, бонітету та санітарного стану виявив відмінності між природними й штучними насадженнями, що особливо помітні на піщаних і еродованих ґрунтах. Природні сосняки демонструють кращу стійкість, стабільнішу структуру та вищу здатність до відновлення, тоді як монокультури вразливі до посух і шкідників. Отримані дані підтвердили провідну роль деревостанів у підтриманні екологічної рівноваги ландшафтів надлісництва.

5. Аналіз десяти тимчасових пробних площ засвідчив, що соснові насадження віком 18–40 років формують структурно врівноважену систему з повнотою 0,6–0,9 та середнім запасом близько 160 м³/га. Мінімальні значення запасу зафіксовано у 18-річних культур (60 м³/га, базальна площа 10 м²/га), максимальні – у 40-річного природного деревостану на вологому суборі (280 м³/га, понад 20 м²/га). Сім із десяти ТПП мають санітарний стан «здорове», на трьох площах частка сухостою становить 5–10%, що характерно для піщаних та

еродованих ділянок. Проаналізовано середньовікові сосняки із діаметром у межах 14–22 см та поодинокими екземплярами 28–30 см свідчить про формування ярусності. Відхилення середніх висот і діаметрів від табличних величин не перевищує 5–10%, що підтверджує типовість насаджень для умов Полісся.

6. Порівняльна оцінка ґрунтових показників засвідчила, що під пологом соснових насаджень водопроникність у середньому становить 0,58 мм/хв проти 0,20 мм/хв на відкритих ділянках, тобто зростає у 2,5–3 рази. Твердість орного шару зменшується з 3,1 до 2,5 кг/см², вологість підвищується з 12,3 до 15%, що відображає розпушення та кращу водоутримувальну здатність ґрунту. Мікрокліматичні вимірювання показали зниження денної температури з ~30 до ~26 °С та зростання відносної вологості з ~45 до ~60%, що підтверджує роль соснового намету як природного «кліматизатора». Агрохімічні аналізи фіксують під пологом підвищення гумусу до 2,3% проти 1,6%, збільшення рухомого фосфору до 5,0 мг/100 г та калію до 8,0 мг/100 г при практично незмінному рН 4,7–4,8. Статистична достовірність різниць ($p < 0,05$) засвідчує стабільний ґрунтополіпшувальний ефект сосни, що посилює ґрунтозахисну, водорегулювальну та кліматорегулювальну функції насаджень.

7. Часова динаміка показала зростання вмісту гумусу у верхньому горизонті ґрунту з приблизно 1,5% під 18-річними культурами до близько 3,0% під 40-річними сосняками, при кореляції $r \approx 0,72$. Водопроникність за цей період підвищується з 0,2–0,3 до 0,8–1,2 мм/хв, причому зв'язок між гумусом і інфільтрацією характеризується дуже високим коефіцієнтом $r \approx 0,94$. У вологих суборах гумус досягає 2,8–3,0%, у свіжих — 2,0–2,5%, на сухих пісках — 1,5–1,8%, що відображає різну інтенсивність біогумусоутворення. На помірно еродованому схилі інфільтрація під лісом становить ~0,6 мм/хв проти ~0,1 мм/хв без лісу, на сильно еродованому — 0,3 проти 0,05 мм/хв, що демонструє кратне зниження ерозійної небезпеки. Насадження з повнотою 0,9 мають на 0,3–0,5% більше гумусу та на 20–30% вищу водопроникність порівняно з повнотою 0,6–0,7,

а інтегральний індекс поліпшення ґрунту варіює від ~12% у молодих культур до ~20% у стиглих сосняків, що підтверджує наростання меліоративного ефекту.

8. Оцінка сучасних загроз показала, що близько 13% площ сосняків регіону уражено верхівковим короїдом, а осередки всихання фіксуються вже у віці 15–20 років, що потребує трансформації лісівничих підходів. Перехід до змішаних насаджень із домішкою 20–30% листяних порід підвищує біорізноманіття, прискорює гумусоутворення і зменшує ризик масового ураження сосни спеціалізованими шкідниками. Використання високоякісного посадкового матеріалу та локальне внесення 50–100 г суперфосфату при садінні здатні збільшувати висоту молодих культур на 15–20% у перші 5–7 років, що скорочує критичний період формування меліоративних властивостей. Оптимізація повноти до рівня 0,7–0,8 й своєчасні рубки догляду підвищують стійкість деревостанів до посух і вітровалів, а систематичний моніторинг санітарного стану дає змогу оперативно локалізувати осередки короїда. Запровадження перелічених заходів у поєднанні з розширенням лісових площ на деградованих землях формує передумови для зростання лісомеліоративного потенціалу соснових масивів у довгостроковій перспективі.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Проведене дослідження лісомеліоративних властивостей соснових насаджень Звягельського надлісництва дає підстави запропонувати комплекс виробничих заходів, спрямованих на підвищення стійкості деревостанів, оптимізацію їхньої структури та збереження екологічних функцій у мінливих кліматичних умовах.

Важливим є формування змішаних деревостанів замість монокультур, що підтверджено відмінністю у стійкості природних та штучних насаджень. На площах зі зниженими показниками гумусованості (1,5–1,8%) і низькою

водопроникністю (0,25–0,3 мм/хв) доцільно вводити у склад культур 20–30% листяних порід. Практика впровадження рядів берези та дуба здатна підвищувати вміст органіки на 0,4–0,6% протягом перших 10–15 років заліснення.

Варто вказати на якість рубок догляду. Результати свідчать, що насадження з повнотою 0,9 мають на 20–30% вищу інфільтрацію та на 0,3–0,5% більше гумусу порівняно з розрідженими ділянками. Тому оптимальною слід вважати підтримку повноти у межах 0,7–0,8, що забезпечує достатню зімкнутість пологу й водночас формує глибшу кореневу систему та зменшує ризик вітровалів.

Необхідно наголосити на використанні селекційного садивного матеріалу. На ділянках, де спостерігається помірне ослаблення (5–10% сухостою), рекомендується застосовувати насіння з локальних генетичних резерватів. Це дозволяє формувати сосняки, стійкіші до короїда й посух, що особливо важливо у регіонах зі збільшенням частоти екстремальних гідротермічних показників.

Систематичний моніторинг санітарного стану, що є критичним у зв'язку з поширенням верхівкового короїда. З урахуванням того, що найбільш уразливими виявилися ділянки з повнотою 0,6 та запасом 110–140 м³/га, необхідно організувати огляди не рідше одного разу на квартал та застосовувати феромонні пастки у зонах підвищеного ризику. Оперативне вилучення ослаблених дерев запобігає поширенню шкідника на здорові насадження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агролісомеліорація : підручник / В. Ю. Юхновський, С. М. Дударець, В. М. Малюга ; за ред. В. Ю. Юхновського. Київ : Кондор, 2012. 372 с.
2. Бородавка В. та ін. Природне лісовідновлення сосни на зрубах без застосування заходів сприяння. Нотатки сучасної біології. 2024. Т.1(5). С. 17–25.
3. Буднік І. П., Піціль А. О., Ковальова С. П. Меліоративна ефективність лісових насаджень в умовах Житомирського Полісся. *Агробіологія*. 2017. № 1. С. 194–201.
4. Вакулюк П. Г. Підвищення продуктивності і якості лісів України лісокультурними методами. Київ : Урожай, 1993. 40 с.
5. Вакулюк П. Г., Самоплавський В. І. Лісовідновлення та лісорозведення в рівнинних лісах України. Фастів : Поліграфіст, 1998. 508 с.
6. Васенков Г. І., Поліщук О. С. Горизонтальна міграція цезію-137 при водноерозійних процесах. *Вісник аграрної науки*. 1999. № 9. С. 37–39.
7. Герушинський З. Ю. Типологія лісів Українських Карпат. Львів : Піраміда, 1996. 208 с.
8. Герушинський З. Ю., Тереля І. П. Курсова робота з лісознавства : навчально-методичний поради́к. Львів, 1997. 24 с.
9. Голубець М. А. Ретроспектива і перспектива лісової типології. Львів : Поллі, 2007. 78 с.
10. Голубець М. А. Типологічне впорядкування різноманітності лісових угруповань України. Львів : Манускрипт, 2010. 36 с.
11. Гордієнко М.І., Гордієнко Н.М. Лісівничі властивості деревних рослин. К.: Вістка, 2005. 816 с.
12. Державна екологічна інспекція Південно-Західного округу: Ліси та зелені насадження відіграють значну роль в оздоровленні довкілля (новина від

17.09.2024)

13. Дочірнє підприємство «Звягельський лісгосп АПК». Коротка довідка : офіційний сайт. URL: <https://novogradlisapk.com.ua/lisgosp/korotka-dovidka.html> (дата звернення: 08.03.2025).

14. ДП «Ліси України». План лісоуправління філії «Звягельське лісове господарство». Звягель, 2024. 44 с. URL: <https://e-forest.gov.ua/wp-content/uploads/2024/09/Plan-lisoupravlinnia-1.pdf> (дата звернення: 08.03.2025).

15. Дубина Д.В. Стан і продуктивність соснових насаджень та посилення виконання ними еколого-захисних функцій. *Наук. вісник НЛТУ України*. 2021. Т.31(2). С. 45–52.

16. Дударець С. М., Малюга В. М., Хрик В. М. Розділ 10. Теоретичні і технологічні аспекти лісорозведення на яружно-балкових системах. *ББК 43 В 42. Рекомендовано Вченою радою Національного університету біоресурсів і природокористування України (протокол № 4 від 26 листопада 2019 р.)*. 2019. 285 с.

17. Єлін Ю.Г., Ткач В.П. Порівняння динаміки росту сосни звичайної в Поліссі і Степу України. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2020. Вип. 137. С. 15–23.

18. Житомирська ОДА. Географічне розташування та кліматичні особливості області : довідковий матеріал. URL: https://eprdep.zht.gov.ua/rd_GRtROO_1-1.htm (дата звернення: 08.03.2025).

19. Зінчук М.О., Свинчук В.А. Лісівничо-меліоративна оцінка соснових деревостанів заповідних лісів Центрального Полісся України. *Ліс. і сад.-паркове госп-во*. 2022. №2. С. 33–41.

20. Зубов О. Р. Закономірності ерозійно-аккумулятивних процесів в лісоаграрному ландшафті балкового водозбору. *Меліорація і водне господарство*. 2000. Вип. 87. С. 146–153.

21. Іваницький Р. С. Відтворення і формування лісостанів за участю

сосни звичайної в умовах Північно-західного Поділля : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.03.03 «Лісознавство і лісівництво». Львів, 2011. 20 с.

22. Каганяк Ю. Й. Прогноз потенційної продуктивності соснових та букових деревостанів. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2006. Вип. 16.6. С. 39–45.

23. Ковальчук В.П. Досвід вирощування соснових культур на пісках Полісся. *Лісовий журнал*. 2019. №4. С. 88–95.

24. Копій Л. І., Мелешук О. О. Продуктивність, структура соснових деревостанів в умовах свіжого дубового субору Західного Полісся. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2007. Вип. 17.4. С. 65–69.

25. Косенко І. С. Використання видів ліщини (*Corylus L.*) в лісовому господарстві України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2002. Т. 12, № 3. С. 13–20.

26. Лаптев В.М., Ткачук В.І. Історія та сучасний стан полезахисного лісорозведення в Україні. Житомир: Полісся, 2018. 256 с.

27. Лісові меліорації: підручник / О.І. Пилипенко, В.Ю. Юхновський та ін. К.: Аграрна освіта, 2010. 282 с.

28. Меліоративні властивості захисних лісових насаджень на рекультивованих відвалах Юрківського буровугільного кар'єра : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.03.02 «Лісовпорядкування та лісова таксація». Київ, 2021. 27 с.
URL: <https://dglib.nubip.edu.ua/server/api/core/bitstreams/d5cb9a25-0d1e-4f6d-8b84-35e5f22d66f9/content> (дата звернення: 08.04.2025).

29. Остапенко Б. та ін. Настанови з рубок догляду у хвойних лісах Полісся України. Харків, 2009. 110 с.

30. Північне міжрегіональне УЛМГ. Чому всихають соснові ліси? : стаття.
URL: <https://n.forest.gov.ua/novini/chomu-vsixayut-sosnovi-lisi/> (дата звернення: 08.11.2025).

31. Проценко І. А., Лобченко Г. О., Юхновський В. Ю. Особливості росту та фітомеліоративні властивості насаджень дуба червоного на рекультивованих землях Черкащини. *Scientific Bulletin of UNFU*. 2019. Т. 29, № 5. С. 60–65.

32. Проценко І.А. Меліоративні властивості захисних лісових насаджень на рекультивованих відвалах буровугільного кар'єра: автореф. дис... канд. с.-г. наук. К., 2021. 20 с.
33. Расенчук А. П., Юхновський В. Ю. Структурні особливості лісової підстилки водоохоронних соснових насаджень у вологих гігропах Житомирського Полісся. *Scientific Journal Ukrainian Journal of Forest & Wood Science*. 2021. Т. 12, № 4.
34. Сосна звичайна. Вікіпедія : вільна енциклопедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Сосна_звичайна (дата звернення: 08.04.2025).
35. Таксаційний опис та лісівничо-таксаційна характеристика насадження : навчальний матеріал (Studfile). URL: <https://studfile.net/preview/12774614/> (дата звернення: 08.04.2025).
36. Ткач В.П., Румянцев М.В. та ін. Стан і продуктивність мішаних березово-соснових деревостанів Українського Полісся. *Journal of Forest Science*. 2022. Vol.68(12). P. 519–528
37. Уліщенко В. Еколого-лісівничі засади збереження соснових лісів: сучасні проблеми та шляхи вирішення. *Мат. міжнар. наук. конф.* Львів: НЛТУ, 2021. С. 45–48.
38. Фурдичко О. І., Гладун Г. Б., Лавров В. В. Ліс у Степу: основи сталого розвитку : монографія / за ред. О. І. Фурдичка. Київ : Основа, 2006. 496 с.
39. Фурдичко О. І., Стадник А. П. Основи управління агроландшафтами України. Київ : Аграрна наука, 2012. 384 с.
40. Хаурдінова Г. О., Мороз В. В. Методика оцінювання екологічних функцій штучних соснових насаджень. *Агроекологічний журнал*. 2013. № 4. С. 26–30.
41. Христенко В. та ін. Моніторинг засихання хвойних лісів Прикарпаття з використанням даних ДЗЗ. *Молодий вчений*. 2023. №5. С. 12–18.
42. Шаповал А. М. Роль лісомеліоративного облаштування

агроландшафтів при їх оптимізації. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2005. № 1. URL : <http://nd.nubip.edu.ua/2005-1/05samfio.html>. (дата звернення 06.04.2025)

43. Юхновський В. Ю. Лісоаграрні ландшафти рівнинної України : оптимізація, нормативи, екологічні аспекти. Київ : Інститут аграрної економіки, 2003. 273 с.

44. Beck P. et al. *Betula pendula*, *Betula pubescens* and other birches in Europe: Distribution, habitat, usage and threats. *European Atlas of Forest Tree Species*. Luxembourg: Publ. Office of EU, 2016. P. 70–73.

45. Gonchar V.M. et al. Особливості формування високопродуктивних березово-соснових деревостанів Західного Полісся. *Наукові праці ЛАН України*. 2018. №14. С. 52–57

46. Maliuha V.; Sytnyk O. State and ameliorative properties of old original oak stands. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*. 2024. Vol. 15, No. 3. P. 116–133. URL: https://forestscience.com.ua/web/uploads/pdf/UJFWS_15_3_2024_116-133.pdf (дата звернення: 03.03.2025).

47. Meshkova V., Motuzko A. Lessons of Scots Pine Forest Decline in Ukraine. *Forests*. 2022. Vol.13(2). Art. 228.

48. Shparyk Y., Parpan V. Long-term effects of clear-cutting on soil properties in Carpathian spruce forests. *Forestry*. 2020. Vol.93(2). P. 266–275.

49. Stojko S. Forest Ecosystems of Polissya and Their Ecological Functions. *Forestry Journal*. 2018. Vol.27(3). P. 7–15.

50. Maliuha, V., Sovakov, O., Dudarets, S. The current state of windbreaks in the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*. 2023, 14(2), pp. 53–66.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

ВІДОМОСТІ З ЛІСНИЦТВА

Форма 05 (частина перша)



ЗВЕДЕНА

ВІДОМОСТІ ПРОЄКТІВ ЛІСОВИХ КУЛЬТУР, ЛІСОВИХ ПЛАНТАЖІВ І ПЕРИФЕРИЙНОГО ВОСКОВЛЕННЯ НА 2025 РІК ПО ДІТ "ЗВЯГЕЛЬСЬКИЙ ЛІСОСТ АПК" (внеси)

Категорія лісових культур:

№ з/п	№ Фolia, лісництво	№ квартал	№ Виділу	Площа (до 0,1 га)	Головні породи	Тип лісорослинних умов	Категорія лісової лугуної площі	Способи		Схема змішування	Потреба у єдинному, певному матеріалі в тому числі за породами																													
								обробку ґрунту	створення лісових культур		Сосна звичайна тис. шт. кг.	Береза повисла тис. шт. кг.	Дуб звичайний тис. шт. кг.	Ялина європейська тис. шт. кг.	Ліпа дрібнолиста тис. шт. кг.	Ясен звичайний тис. шт. кг.																								
																	механ.	ручний	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27								
А. Лісові культури (ЛІСОЦІВНОВЛЕННЯ)																																								
1	Звягельське лісництво	1	16	12.6	1,2	С3	С4ВЛЧ зруб 2024	механ.	ручний	2,5x0,7	7рС3зрБл+Дз	6,857	4,716	2,021	0,120																									
2	Звягельське лісництво	2	21	9.1	0,5	С3	С4ВЛЧ зруб 2024	механ.	ручний	2,5x0,7	7рС3зрБл+Дз	2,857	1,965	0,842	0,050																									
3	Звягельське лісництво	3	23	11.1	3,0	С3	С4ВЛЧ зруб 2024	механ.	ручний	2,5x0,7	7рС3зрБл+Дз	17,142	11,789	5,053	0,300																									
4	Звягельське лісництво	4	45	19.3	0,6	Дз	С3ГДС зруб 2024	механ.	ручний	2,5x0,7	5рДз5рЯз	3,428			1,714														1,714											
5	Звягельське лісництво	5	37	16.2	1,1	С3	С4ВЛЧ зруб 2024	механ.	ручний	2,5x0,7	7рС3зрБл+Дз	6,285	4,323	1,852	0,110																									
6	Звягельське лісництво	6	52	27.2	0,6	Дз	С4ВЛЧ зруб 2024	механ.	ручний	2,5x0,7	10рДз+ЛлД	3,428			3,398														0,030											
7	Звягельське лісництво	7	65	32.1	1,1	С3	В2ДС зруб 2024	механ.	ручний	2,5x0,7	7рС3зрБл	6,285	4,400	1,885																										
8	Звягельське лісництво	8	66	1.2	0,7	Дз	С4ВЛЧ зруб 2024	механ.	ручний	2,5x0,7	5рДз5рЯз	4,000			2,000														2,000											
9	Звягельське лісництво	9	76	4.5	1,2	С3	В5БС зруб 2024	механ.	ручний	2,5x0,7	7рС3зрБл	6,857	4,800	2,057																										
10	Звягельське лісництво	10	79	4.2	1,3	Дз	С4ГДС зруб 2024	механ.	ручний	2,5x0,7	10рДз+Яле	7,428			6,753													0,675												
11	Звягельське лісництво	11	85	4.6	1,4	Дз	С5ВЛЧ зруб 2024	механ.	ручний	2,5x0,7	10рДз+Яле	8,000			7,273													0,727												
12	Звягельське лісництво	12	16	12.5	1,5	С3	С4ВЛЧ зруб 2024	механ.	ручний	2,5x0,7	7рС3зрБл+Дз	8,571	5,895	2,526	0,150																									
13	Звягельське лісництво	13	14	9.2	1,5	С3	С4ГДС зруб 2024	механ.	ручний	2,5x0,7	7рС3зрБл+ЛлД	8,571	5,947	2,549														0,075												
14	Звягельське лісництво	14	79	4.3	2,4	Дз	С4ГДС зруб 2024	механ.	ручний	2,5x0,7	10рДз+Яле	13,714			12,467													1,247												
Всього по лісництву											103,423	43,835	18,785	34,335	2,649	0,105	3,714																							
15	Городишківське лісництво	1	54	7.4	2,0	С3	В4ДС зруб 2024	механ.	ручний	2,5x0,7	7рС3зрБл	11,428	8,000	3,428																										
16	Городишківське лісництво	2	38	11.2	2,0	С3	С4ВЛЧ зруб 2024	механ.	ручний	2,5x0,7	4рС3+рДз	11,428	9,142	3,428	2,286																									
Всього по лісництву											22,856	17,142	3,428	2,286	0,000	0,000	0,000																							
Всього											126,279	60,977	22,213	36,621	2,649	0,105	3,714																							



ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ДП "Звягельський лісгосп АПК"
 Ірина Яремчук

11 02 2024 року

ПОГ ОДЖЕНО

Центральне міжрегіональне управління лісового та мисливського господарства

11 02 2024 року

Форма 05 (частина перша)

ЗВЕДЕНА

відомість проєктів лісових культур, лісових плантацій і природного поновлення на 2024 рік по ДП "Звягельський лісгосп АПК"

Категорія лісових культур:

№ з/п	Фліля, лісениттво	№ про-екту	Квар-тал	Виділ	Площа (до 0,1 га)	Головні породи	Тип лісорос-линних умов	Категорія ліскоу-льтурної площі	Способи		Розмі-шення	Схема змішування	Потреба у садивному, посівному матеріалі															
									обробітку ґрунту	створення лісових культур			всього	в тому числі за породами														
													тис. шт.	тис. шт.	тис. шт.	тис. шт.	тис. шт.	тис. шт.	тис. шт.	тис. шт.	тис. шт.							
В. Природне поновлення													14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27		
1	Городишнєке лісениттво	1	4	16	0,7	БП4С3	В4ДС	галявина		10	11	12	13															
2	Городишнєке лісениттво	2	4	11	2,1	10С3	В4ДС	галявина																				
3	Городишнєке лісениттво	3	7	40	1,0	10С3	А2С	галявина																				
4	Городишнєке лісениттво	4	10	8	1,6	БП4С3	В4ГД	галявина																				
5	Городишнєке лісениттво	5	34	39	2,2	7С3Бл	С3ГДС	галявина																				
6	Городишнєке лісениттво	6	37	23	1,5	10ВЛч	С4ВЛч	галявина																				
7	Городишнєке лісениттво	7	45	26	0,8	10С3	В2ДС	галявина																				
8	Городишнєке лісениттво	8	61	37	1,9	10Бп	В3ДС	галявина																				
9	Городишнєке лісениттво	9	61	41	1,2	10Бп	В3ДС	галявина																				
Всього по лісениттву													13,0															
51	Звягельське лісениттво	1	18	28	1,3	10С3	А3С	галявина																				
84	Звягельське лісениттво	2	84	1	3,2	10Бп	В2ДС	галявина																				
Всього по лісениттву													4,5															
Всього													17,5															

ОБЛАСЬ ДУБОВИХ ЛІСІВ

Відомість проєктів лісових культур, лісових плантацій і природного поновлення (частина 2)
на 2025 рік по ДП "Звягельський лісгосп АПК"

Категорія лісових культур:

Держлісфонд

1. За породами

№ з/п	Порода	Площа за головною породою	%	Витрати матеріалу	
				садивного, тис. шт.*	посівного
				кг	к-сть посівних місць
1	Всього хвойних	15,1	68,3	63,626	
2	Сосна звичайна	15,1	68,3	60,977	
3	Сосна Палласа				
4	Ялина			2,649	
5	Ялиця				
6	Модрина				
7	Інші				
8	Всього листяних	7,0	31,7	62,653	
9	Дуб звичайний	7,0	31,7	36,621	
10	Дуб північний				
11	Ясен звичайний			3,714	
12	Бук				
13	Липа			0,105	
14	Клен				
15	Береза			22,213	
16	Горіх				
17	Тополя				
18	Горобина звичайна				
19	Вільха				
20	Робінія звичайна				
21	Гледичя				
22	Граб				
23	Пльмові				
24	Інші				
	РАЗОМ	22,1	100,0	126,279	

2. За типами лісорослинних умов

ТЛУ	Площа, га	%
A ₀		
A ₁		
A ₂		
A ₃		
A ₄		
A ₅		
B ₀		
B ₁		
B ₂	1,1	5,0
B ₃		
B ₄	2,0	9,1
B ₅	1,2	5,4
C ₀		
C ₁		
C ₂		
C ₃	0,6	2,7
C ₄	15,8	71,5
C ₅	1,4	6,3
D ₀		
D ₁		
D ₂		
D ₃		
D ₄		
D ₅		
РАЗОМ	22,1	100,0

3. За категоріями лісокультурної площі

Категорія	Площа, га	%
Зруби	22,1	100,0
Галювину і пустирі		
Згарища		
Загиблі лісові культури		
Рідколіся		
Малоцінні насадження		
Інші		
РАЗОМ	22,1	100,0

4. За сезонами створення

Сезон	Площа, га	%
Навесні	22,1	100,0
Восени		
РАЗОМ	22,1	100,0

5. За методами створення

Метод	Площа, га	%
Механізоване садіння		
Ручне садіння	22,1	100,0
Механізоване висівання		
Ручне висівання		
РАЗОМ	22,1	100,0

* - вказуються всі породи (головні та супутні)

Інженер з лісових культур Інна ТИМОЩУК

Інна Тимошук
(підпис)

15.01.2025р.
(дата)

