

УДК 630*181:551.583

DOI:10.37128/2707-5826-2026-4-11

**ІНДИКАТОРНІ ПОКАЗНИКИ
САНІТАРНОГО СТАНУ
ДЕРЕВОСТАНІВ
ЦЕНТРАЛЬНОГО ПОЛІССЯ
УКРАЇНИ В УМОВАХ ЗМІН
КЛІМАТУ**

М.В. ШВЕЦЬ, кандидат біол. наук, доцент,
Поліський національний університет

І.М. КУЛЬБАНСЬКА, доктор біологічних
наук, доцент, Національний університет
біоресурсів і природокористування України

О.Ю. АНДРЕЄВА, доктор с.-г. наук, професор,
Поліський національний університет

Н.О. РУДСЬКА, кандидат с.-г. наук, доцент,
Вінницький національний аграрний університет

У статті узагальнено теоретичні, методичні та практичні засади комплексного оцінювання санітарного та фітопатологічного стану природних лісових екосистем Центрального Полісся України. Доведено, що в умовах сучасних глобальних і регіональних кліматичних змін (зростання середньорічних температур, дефіциту вологи та коливань рівня ґрунтових вод) суттєво зростає вразливість деревостанів до комплексу біотичних і абіотичних чинників. Методологічний підхід базується на поєднанні польових лісопатологічних досліджень із лабораторними аналізами. Результати моніторингу засвідчили, що сучасні лісостани регіону характеризуються переважно ослабленим станом і середнім ступенем пошкодження. Головними деструктивними агентами є комплекс патогенів: дереворуйнівні гриби-ксилотрофи, збудники коренових і стовбурових гнилей, а також бактеріальні інфекції та вторинні стовбурові шкідники. Встановлено тісний зв'язок між гідротермічними аномаліями, зростанням температурного режиму і зниженням захисного потенціалу насаджень. Підтверджено залежність інтенсивності ураження від віку деревостанів: із підвищенням віку (від середньовікових до пристигаючих і стиглих насаджень) частка уражених дерев значно зростає. На основі отриманих емпіричних даних розроблено науково обґрунтовані рекомендації з адаптивного лісокористування та захисту насаджень, спрямовані на оптимізацію санітарних рубок (переорієнтацію на вилучення свіжоуражених дерев замість прибирання сухостою), створення стійких змішаних лісових культур та впровадження системи ранньої діагностики патологій задля збереження біорізноманіття і підвищення екологічної резистентності лісів Центрального Полісся. Додатково зазначено, що впровадження запропонованої системи моніторингу та адаптивних заходів дозволить суттєво мінімізувати економічні й екологічні втрати лісового господарства регіону в умовах тривалих кліматичних стресів. Отримані результати можуть служити базою для коригування державних стратегій лісовідновлення та сталого управління лісами.

Ключові слова: біологічна стійкість, деградація деревостанів, кліматична нестабільність, патоген, фітосанітарний моніторинг.

Табл. 1, Рис. 5, Літ. 16.

Постановка проблеми. У сучасних умовах глобальних кліматичних змін усе частіше спостерігається порушення стійкості та функціональної цілісності природних лісових екосистем [12, 14]. Для регіону Центрального Полісся України ці процеси набувають особливої гостроти й виражаються в суттєвих коливаннях температурного та водного режимів, зростанні дефіциту вологи, критичному зниженні рівня ґрунтових вод і збільшенні частоти та тривалості літніх посух [1].



Зазначені гідрокліматичні аномалії виступають первинними стресорами, що призводять до хронічного ослаблення деревостанів, зниження їхньої фізіологічної резистентності та втрати адаптаційного потенціалу [5, 7, 13]. На тлі кліматично обумовленого фізіологічного виснаження лісових угруповань активізуються вторинні деструктивні чинники – зростає ураженість деревостанів фітопатогенними організмами та спалахи розмноження стовбурових і листогризухих шкідників. Це запускає синергетичний ефект деградації лісових біогеоценозів, що проявляється в масовому усиханні головних лісоутворювальних видів, трансформації вікової та видової структури, втраті біологічної продуктивності й порушенні водоохоронних функцій лісу. Ситуація ускладнюється тим, що традиційні методи лісопатологічного обстеження часто фіксують вже незворотні стадії деструкції екосистем. Це зумовлює гостру потребу у застосуванні комплексних методів оперативної та ранньої індикації [3]. Вони дають змогу діагностувати латентні фази патологічних процесів, оцінити ступінь трансформації деревостанів ще до прояву візуальних ознак відмирання та отримати наукове обґрунтування для адаптивного лісоуправління [4].

Таким чином, розробка та практична апробація індикаційних критеріїв санітарного стану природних лісів Центрального Полісся є критично важливою не лише для з'ясування причинно-наслідкових зв'язків їхнього ослаблення, а й для створення високочутливої системи регіонального моніторингу, спрямованої на прогнозування ризиків, збереження біорізноманіття та забезпечення сталого функціонування лісових екосистем в умовах швидких кліматичних трансформацій [16].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проблема оцінки стану, деградації та адаптаційного потенціалу лісових екосистем в умовах глобальних та регіональних кліматичних трансформацій перебуває у центрі уваги багатьох вітчизняних і зарубіжних науковців. У працях провідних українських дослідників висвітлено фундаментальні засади функціонування лісових біогеоценозів, їхню роль у біосферних процесах та загальні тенденції дигресії лісів під впливом абіотичних і антропогенних чинників [6, 10].

Питанням впливу кліматичних змін на лісові екосистеми Полісся України та зміні гідротермічного режиму присвячено праці В. П. Ткача, О. М. Бородіна, М. М. Ведмеда. Автори наголошують, що ключовими факторами ослаблення соснових та супутніх деревостанів регіону є суттєве зниження рівня ґрунтових вод, підвищення середньорічних температур і тривалі літні посухи, які виступають первинним фізичним стресором для рослинності. Фітопатологічний та ентомологічний аспекти деструкції лісів детально висвітлені у роботах В. Л. Мешкової, Ю. М. Дебринюка, А. Ф. Гойчука [2, 8, 15].

Науковці довели, що фізіологічне виснаження дерев внаслідок водного дефіциту призводить до втрати їхньої первинної стійкості та активізації осередків вторинних шкідників (зокрема верхівкового короїда) та збудників судинних і гнилевих хвороб.

Методологічні підходи до лісового моніторингу та діагностики стану крон за міжнародними стандартами UN-ECE/ICP Forests та FAO висвітлені у публікаціях І. Ф. Букші, В. П. Пастернака та інших науковців [3, 4, 9, 11]. Біоіндикаційні методи, що ґрунтуються на аналізі морфометричних, фізіологічних та фітопатологічних показників (дефоліація, дехромація, деформація асиміляційного апарату), розглядаються як найбільш оперативні інструменти фіксації ранніх стадій патологічних процесів.

Водночас, незважаючи на значну кількість праць, присвячених окремим аспектам лісопатології чи кліматології, комплексні дослідження індикаційних ознак санітарного стану природних лісових екосистем безпосередньо для специфічних умов Центрального Полісся України в контексті останніх посушливих років залишаються недостатньо узагальненими. Вимога розробки цілісної системи біоіндикації та моніторингу для регіону зумовлює актуальність цього дослідження.

Мета досліджень – встановити закономірності прояву та просторово-часову динаміку санітарного стану лісових екосистем Центрального Полісся України у зв'язку з кліматичними змінами, а також визначити індикаторні показники, що відображають рівень їхнього ослаблення та стійкості.

Умови та методика проведення досліджень. Дослідження проводили в лісових насадженнях Центрального Полісся України. Об'єктами обстежень виступали деревостани за участю сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.), дуба звичайного (*Quercus robur* L.), берези повислої (*Betula pendula* Roth.) та ясена звичайного (*Fraxinus excelsior* L.), представлені різними віковими групами та типами лісорослинних умов.

Польові дослідження здійснювали у два етапи. На етапі рекогносцирувальних обстежень визначали ділянки з ознаками ослаблення, всихання дерев та поширення патологій. На відібраних ділянках проводили детальні лісопатологічні обстеження із закладанням постійних і тимчасових пробних площ відповідно до СОУ 02.02-37-476:2006 «Пробні площі лісовпорядні. Метод закладання». На пробних площах визначали основні таксаційні та лісівничі характеристики деревостанів, а також проводили індивідуальну оцінку санітарного стану дерев за відповідними категоріями [3, 11].

Під час лісопатологічного обстеження реєстрували ознаки ослаблення, всихання та ураження дерев, характерні симптоми патологій на стовбурах, гілках, коренях і асиміляційному апараті, а також наявність плодових тіл дереворуйнівних грибів. На основі отриманих даних визначали частку дерев із ознаками ураження та рівень поширення патологій у межах досліджуваних насаджень.

Для лабораторного дослідження патологічних процесів відібрано понад 120 зразків тканин та органів із 9 модельних дерев II–III категорій санітарного стану. Зразки відбирали з ділянок із характерними ознаками ураження та використовували для мікологічних і мікробіологічних досліджень.

Для виявлення спороношення фітопатогенних грибів уражені фрагменти тканин інкубували у вологих камерах у чашках Петрі за температури 25 °С упродовж 7–10 діб. Видовий склад грибів визначали за морфологічними ознаками виявлених структур із використанням макро- та мікроскопічних методів. Мікроскопічні дослідження проводили за допомогою біокулярної лупи МБС-9 та мікроскопа МБІ-3 при збільшеннях $\times 8$ – $\times 600$. Бактеріальні збудники визначали за морфологічними та культуральними ознаками [8, 9].

Гідротермічні умови оцінювали за гідротермічним коефіцієнтом Селянинова (ГТК), який розраховували як співвідношення суми опадів до суми середньодобових температур за період із температурою понад 10 °С: $ГТК = 10 \sum P / \sum T_{>10}$. Показник використовували для оцінювання вологозабезпеченості території та аналізу її зв'язку з динамікою площ осередків ураження.

Для кількісної характеристики фітосанітарного стану деревостанів використовували показники частки уражених дерев, поширення патологій та індекс фітосанітарного стану. Рівень ураження визначали за прийнятою в дослідженні шкалою, наведеною в таблиці 1.

Таблиця 1

Шкала для визначення рівня уражених (пошкоджених) деревних рослин

Рівень пошкодження чи ураження дерев	Чисельність усохлих, ослаблених і усихаючих деревних рослин
Пошкодження чи ураження немає	Не реєструється усохлих, ослаблених і усихаючих екземплярів деревних рослин
Слабкий рівень	Усохлих, ослаблених і усихаючих наразі деревних рослин фіксується не < 10 %, вони утворюють куртини, формуючи не < 20 % обстежуваної площі
Середній рівень	Усохлих, ослаблених і усихаючих деревних рослин від 11 до 30 %; формуючи не < 21 –40 % обстежуваної площі
Сильний рівень	Усохлих, ослаблених і усихаючих деревних рослин понад 30 %; формуючи < 40 % обстежуваної площі
Дуже сильний рівень	Усохлих, ослаблених і усихаючих деревних рослин понад 50 %; формуючи < 60 % обстежуваної площі

*Джерело: сформовано автором на основі літературного джерела [2]

Опрацювання отриманих матеріалів передбачало визначення основних показників фітосанітарного стану деревостанів та їх порівняння залежно від віку насаджень і метеорологічних умов дослідного періоду. Розрахунки та графічне представлення результатів виконували за допомогою Microsoft Excel.

Результати досліджень. За результатами проведеного фітосанітарного моніторингу на предмет виявлення та ідентифікації патологій інфекційного характеру встановлено, що природні деревостани Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства (ЦМУЛМГ) за участю основних лісотвірних видів є ослабленими за санітарним станом і середньопошкодженими за ступенем деградації.

На прикладі Звягельського надлісництва проведено аналіз взаємозв'язку між кліматичними факторами та поширенням фітопатогенів у лісових насадженнях за період 2021–2025 років. Так, аналіз динаміки гідротермічного коефіцієнта (ГТК) Селянинова та площі осередків ураження у Звягельському надлісництві протягом 2021–2025 рр. свідчить про значну міжрічну мінливість обох показників (рис. 1). У 2021 р. за значення ГТК 1,93 площа осередків ураження становила 355,6 га. У 2022 р. величина ГТК зросла до 2,46, однак площа осередків залишилася практично незмінною – 350,1 га. Найвище орієнтовне значення ГТК зафіксовано у 2023 р. – 3,26, при цьому площа осередків зменшилася до 210,9 га. У 2024 р. за ГТК 2,39 площа осередків досягла мінімального значення досліджуваного періоду – 185,7 га. У 2025 р. величина ГТК знизилася до 2,20, тоді як площа осередків різко збільшилася до 388,1 га, що на 109,0 % більше порівняно з 2024 р.



Рис. 1. Динаміка площі осередків ураження залежно від гідротермічного коефіцієнта Селянинова у 2021–2025 рр.

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Порівняння показників не виявляє прямої синхронної залежності між величиною ГТК та площею осередків ураження. Зокрема, підвищення ГТК у 2022–2023 рр. супроводжувалося скороченням площі осередків, тоді як у 2025 р. за достатньо високого значення ГТК (2,20) площа осередків досягла максимального за досліджуваний період значення. Отримана динаміка вказує на те, що гідротермічні умови не можуть розглядатися як єдиний чинник, що визначає масштаби поширення патологічних процесів у лісових насадженнях. А динаміка площі осередків ураження, ймовірно, визначається комплексною дією гідротермічних умов, температурного режиму, тривалості посушливих періодів, стану деревостанів та інших біотичних і абіотичних чинників.

Проведений аналіз підкреслює важливість комплексного підходу до оцінки чинників довкілля (зокрема антропогенних), що впливають на здоров'я лісових екосистем, та необхідність постійного моніторингу як кліматичних умов, так і стану лісових насаджень.

Разом з тим, загальна площа поширення патологій інфекційного характеру у природних деревостанах ЦМУЛМГ у 2025 році охопила 4961,7 га і практично залишилась незмінною у порівнянні з 2024 роком (4760,3 га). Зазначимо, що головною причиною масового ослаблення обстежуваних деревостанів є збудники стовбурових гнилей, зокрема соснова губка (площа ураження 658,7 га у 2025 році та 312,4 га у 2024 році) і березова губка (площа ураження 445,6 га у 2025 році та 226,0 га у 2024 році), а також збудники кореневих гнилей, головним чином, гетеробазидіон багаторічний (площа ураження 2233,5 га у 2025 році і 2146,6 га у 2024 році) та опеньок осінній (площа ураження 672,6 га у 2025 році та 811,5 га у 2024 році).

За цього найбільша площа ураження (за останні 5 років спостережень) обстежуваних лісів зафіксована у 2023 році і становить 5548,3 га, що вагомо перевищує показники 2021 та 2020 років, коли осередки поширення хвороб інфекційного походження охопили площі 3913,9 га та 2301,0 га відповідно (рис. 2).

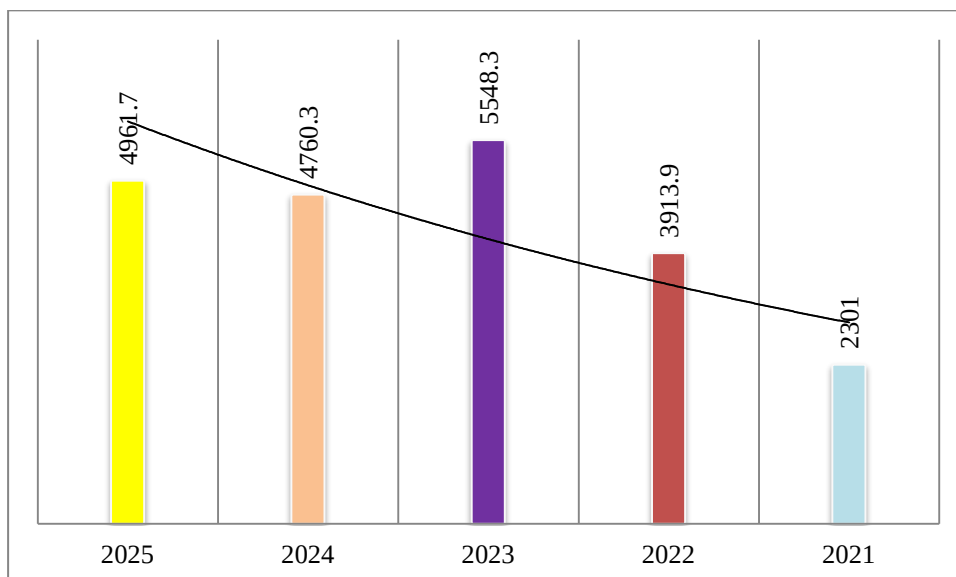


Рис. 2. Площа поширення патологій інфекційного характеру у деревостанах ЦМУЛМГ, га

Джерело: сформовано на основі матеріалів ЦМУЛМГ

Під час проведення комплексних лісопатологічних обстежень лісових екосистем Центрального Полісся особливу увагу було приділено аналізу мікологічного різноманіття та вивченню консортивних зв'язків дереворуйнівних грибів. У результаті польових та лабораторних досліджень встановлено, що більшість виявлених видів афілофороїдних макроміцетів демонструють чітко виражену трофічну спеціалізацію щодо конкретних деревних видів. За екологічними групами переважна більшість ідентифікованих макроміцетів належить до ксилосапротрофів, які беруть активну участь у деструкції дендромаси, розвиваючись на сухостійних деревах, поваленій деревині різного ступеня розкладу. Водночас виявлено й небезпечні види (ксилотрофи), що спричиняють стовбурові та кореневі гнилі ростучих дерев.

Найбільше видове різноманіття афілофороїдних грибів зареєстровано на основних лісотвірних видах регіону. Для детальної оцінки лісопатологічної ситуації було досліджено фітосанітарний стан деревостанів у лісогосподарських підприємствах Центрального Полісся безпосередньо в осередках поширення патологій. На основі даних, зібраних на 35 закладених пробних площах, систематизовано й детально проаналізовано ключові таксаційні та лісівничі показники станів лісових масивів. Зокрема, ураховано походження та тип лісу, видовий склад насаджень, їхній віковий стан, середню висоту, середній діаметр, клас бонітету, загальний запас деревини та повноту деревостану. Окрім таксаційної характеристики, на кожній ділянці проведено облік із розподілом екземплярів за категоріями санітарного стану (від здорових до сухостійних). Це дало змогу об'єктивно розрахувати такі критичні показники, як загальний відсоток ураження насадження та індекс фітосанітарного стану для кожної досліджуваної ділянки.

Загалом під час польових робіт було детально обстежено 6988 дерев на наявність комплексних симптомів патологій у межах 8 надлісництв (що охоплюють 34 лісництва). Обстежені деревостани представлені середньовіковими, пристигаючими, стиглими та перестійними насадженнями у віковому діапазоні від 46 до 115 років (рис. 3).

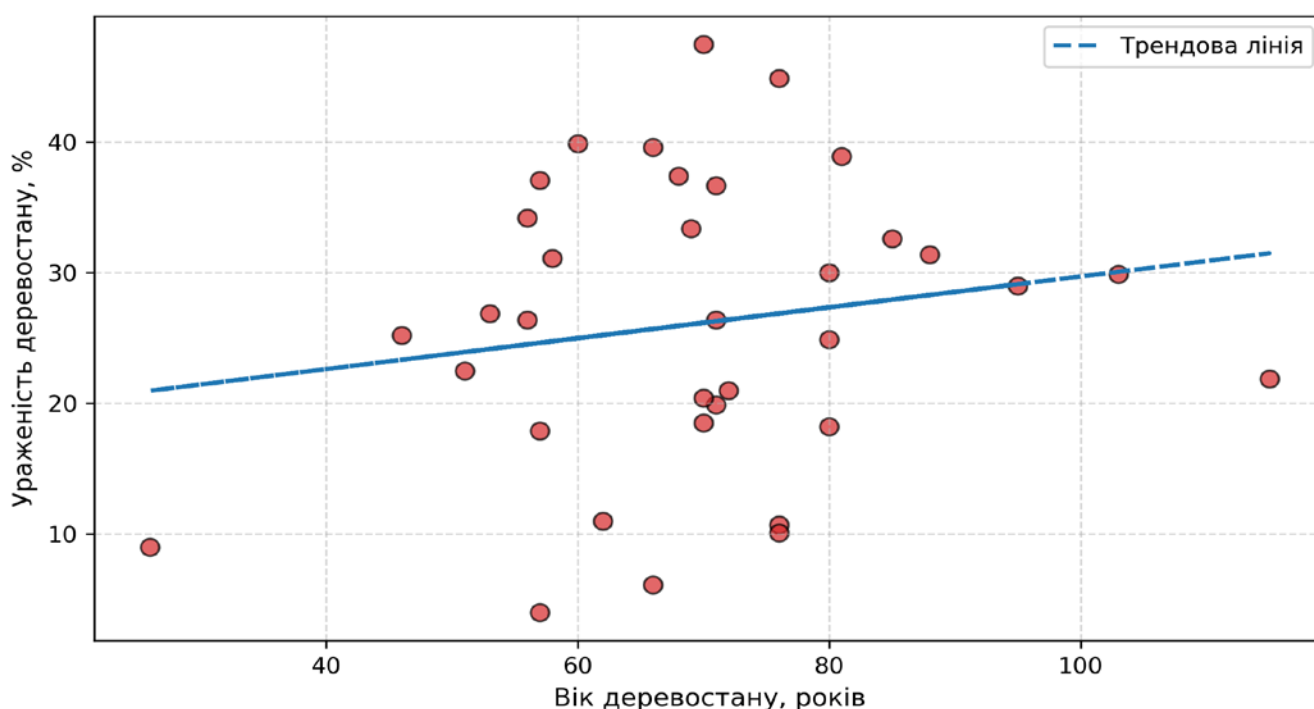


Рис. 3. Залежність рівня ураження від віку насаджень

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

За результатами детального аналізу виявлено значну варіабельність інтенсивності ураження: частка дерев, у яких виявлено ознаки патології коливалася в межах від мінімального значення 4,0% (на пробній площі № 31) до критичного показника 47,5% (на пробній площі № 7).

Розрахований індекс фітосанітарного стану досліджуваних насаджень варіює в діапазоні від 1,10 до 2,30 балів. Така амплітуда свідчить про суттєву диференціацію лісових масивів за рівнем стійкості, де стан уражених деревостанів за загальноприйнятою шкалою градієнтно змінюється та переходить від категорії «здорове» до категорії «сильно ослаблене».

Залежність рівня ураження від віку насаджень наведено на рис. 3. Трендова лінія демонструє виражену позитивну тенденцію: з підвищенням віку насаджень спостерігається поступове зростання частки уражених дерев.

Зокрема, у віковому діапазоні від 40–50 років рівень ураженості переважно коливається в межах 20–25 %, тоді як для старших насаджень (понад 80–100 років) цей показник зростає та сягає близько 30 % і більше. Це підтверджує, що вік деревостану є одним із вагомих чинників, які знижують його стійкість та підвищують сприйнятливність до патологій.

Окрему увагу приділено ідентифікації патологій та факторів, що спричинили ослаблення екосистем (рис. 4).

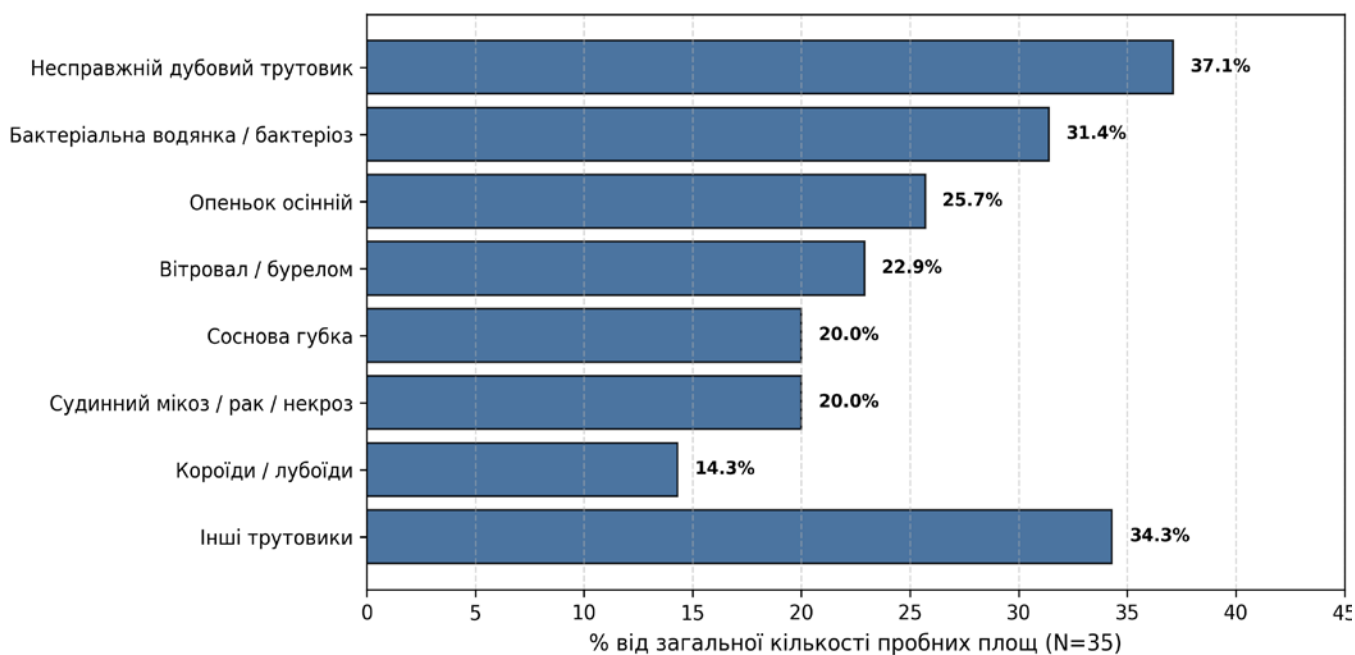


Рис. 4. Частота виявлення патологій та осередків уражень на закладених пробних площах

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Серед виявлених причин переважають як абіотичні чинники, такі як буреломи та вітровали, так і біотичні, зокрема бактеріальні захворювання, серед яких часто фіксується бактеріальна водянка, а також грибні патогени, що спричинюють кореневі та стовбурові гнилі. До останніх належать різноманітні види трутовиків, зокрема, неправжній дубовий та осиковий трутовики, трутовик справжній, соснова та коренева губки, а також опеньок осінній.

Окрім збудників хвороб, зафіксовано пошкодження вторинними шкідниками, такими як представники родини короїди, лубоїди та златки, що розвиваються в ослаблених деревах.

Вся ця інформація дозволяє комплексно оцінити динаміку патологічних процесів у регіоні та визначити вплив різних факторів на стабільність лісових екосистем Центрального Полісся.



Рис. 5. Біотичні чинники ураження деревостанів Центрального Полісся

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Підвищення температури, зміна режиму опадів та збільшення частоти екстремальних погодних явищ створюють нові виклики для збереження здоров'я лісових екосистем. Розуміння механізмів впливу кліматичних змін на фітопатогени та розробка ефективних стратегій адаптації є ключовими для забезпечення стійкості лісів у майбутньому.

Висновки та перспективи досліджень. На даний час санітарний стан лісових масивів Центрального Полісся оцінюється як ослаблений із тенденцією до стійкого збільшення площ всихання основних лісотвірних видів. Головними чинниками деградації є поєднання кліматичної нестабільності та активізації фітопатогенів, зокрема збудників бактеріальної водянки, халарового некрозу, судинних мікозів, поперечного і смоляного раку та афілофороїдних макроміцетів. Результати досліджень підтверджують, що деревостани регіону є середньопошкодженими внаслідок синергетичного впливу біотичних та абіотичних стресорів.

Виявлено тенденцію до збільшення площі осередків патологій у роки з вищими середньорічними температурами (із піковим значенням 10,5 °C у 2025 році) та розширенням осередків ураження до 388,1 га, що свідчить про роль гідротермічного стресу як каталізатора патологічних процесів і чинника зниження захисного потенціалу дерев. Однак отримана залежність потребує статистичної перевірки на ширшому часовому ряді. Серед виявленого спектра патогенів ключовими агентами деградації визначено поперечний рак дуба, смоляний рак сосни, бактеріальну водянку та дереворуйнівні гриби. Водночас доведено високу ефективність підходу, який поєднує польові лісопатологічні обстеження, лабораторну діагностику та сучасні методи моніторингу стану лісових насаджень.

Для мінімізації негативних наслідків необхідна оптимізація лісозахисних заходів шляхом вдосконалення нормативно-правової бази та переорієнтації санітарних рубок на оперативне вилучення свіжоуражених дерев замість прибирання сухостою. Перспективи подальших досліджень та практичного управління полягають у формуванні кліматично адаптованих змішаних і посухостійких лісових культур, застосуванні біологічного захисту, розробці прогностичних моделей розвитку патологій на основі GIS-моніторингу, впровадженні фізіолого-біохімічних маркерів стресу дерев (зокрема вмісту хлорофілу та активності ферментів) та систематичному підвищенні кваліфікації фахівців лісового господарства для ранньої діагностики захворювань.

Список використаної літератури

1. Андрєєва О.Ю., Іванюк І.Д., Іванюк Т.М., Буднік І.П. Типологічна структура соснових насаджень Центрального Полісся. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2020. Вип. 136. С. 165–170. DOI: <https://doi.org/10.33220/1026-3365.136.2020.165>.
2. Борисенко О.І., Мешкова В.Л. *Прогнозування поширення пожеж та осередків шкідливих комах у соснових лісах засобами ГІС* : монографія. Харків : Планета-Прінт, 2021. 148 с.
3. Букша І.Ф., Пастернак В.П., Пивовар Т.С., Букша М.І., Яроцький В.Ю. *Методичні матеріали щодо проведення моніторингу лісів І рівня та забезпечення його якості*. Харків, 2018. 40 с.
4. Букша І.Ф., Пивовар Т.С., Пастернак В.П., Букша М.І., Солодовник В.А., Яроцький В.Ю. Визначення критеріїв та індикаторів сталого ведення лісового господарства на основі даних інвентаризації і моніторингу лісів. *Науковий вісник НУБіП України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво*. 2014. Вип. 198, ч. 1. С. 14–23. URL: https://forestscience.com.ua/web/uploads/pdf/Ukrainian%20journal%20of%20forest%20and%20wood%20science_No%20198_P1_14-23.pdf.
5. Ведмідь М.М., Шкудор В.Д., Бузун В.О. *Відновлення природних лісостанів Західного Полісся* : монографія. Житомир : Полісся, 2008. 304 с.
6. Генсірук С.А. *Ліси України*. 3-тє вид., доопр. і розшир. Львів : Наукове товариство ім. Шевченка, 2002. 496 с.

7. Гетьманчук А.І., Кичилук О.В., Войтюк В.П., Бородавка В.О. Регіональні зміни клімату як причина гострих всихань сосняків Волинського Полісся. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2017. Т. 27, № 1. С. 120–124. DOI: <https://doi.org/10.15421/40270127>.
8. Гойчук А.Ф., Дрозда В.Ф., Кульбанська І.М., Швець М. В. Бактеріози лісових деревних рослин у лісах Полісся та Лісостепу України. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*. 2019. Т. 10, № 2. С. 14–25. DOI: <https://doi.org/10.31548/forest2019.02.014>.
9. Кульбанська І.М. Моніторинг змін площ лісового покриття Покутсько-Буковинських Карпат засобами геоінформаційних технологій. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2024. Т. 34, № 5. С. 23–28. DOI: <https://doi.org/10.36930/40340503>.
10. Лакида П.І., Блищик В.І. Продуктивність та екологічні функції самосійних соснових лісів Українського Полісся. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2024. Вип. 27. С. 129–138. DOI: <https://doi.org/10.15421/412420>.
11. Панкова С.О., Бондар А.О., Матусяк М.В., Піддубна А.М. Методологічні та методичні засади моніторингу лісів України. *Український журнал природничих наук*. 2025. № 13. С. 394–401. DOI: <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.13.2025.37>.
12. Стойко С.М. Вплив глобальної зміни клімату на лісові формації Карпат. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2011. № 9. С. 21–29. URL: <https://fasu.nltu.edu.ua/index.php/nplanu/article/view/360>.
13. Ткач В.П., Кобець О.С. Сучасний стан лісів в Україні в умовах впливу зміни клімату та воєнної агресії. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2025. Вип. 146. С. 3–13. DOI: <https://doi.org/10.33220/1026-3365.146.2025.3>.
14. Швиденко А.З., Лакида П.І., Щепашенко Д.Г., Василюшин Р.Д., Марчук Ю. М. *Вуглець, клімат та землеуправління в Україні: лісовий сектор* : монографія. Корсунь-Шевченківський : ФОП Гаврищенко В. М., 2014. 283 с.
15. Шпарик Ю.С., Криницький Г.Т., Дебринюк Ю.М. Тенденції динаміки типів лісорослинних умов і породного складу деревостанів Українських Карпат у зв'язку зі змінами клімату. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2020. Вип. 20. С. 82–92. DOI: <https://doi.org/10.15421/412008>.
16. Lohinova S., Khaietskyi H. Violation of the structure of the forest biocenosis under the action of stem pests and methods of controlling their numbers. *Scientific Horizons*. 2020. Vol. 23, No. 12. P. 46–57. DOI: [https://doi.org/10.48077/scihor.23\(12\).2020.46-57](https://doi.org/10.48077/scihor.23(12).2020.46-57).

Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Andrieieva O.Yu., Ivaniuk I.D., Ivaniuk T.M., Budnik I.P. (2020). Typologichna struktura sosnovykh nasadzhenn Tsentralnoho Polissia [Typological structure of pine stands in Central Polissia]. *Lisivnytstvo i ahrolisomeliioratsiia – Forestry and Forest Melioration*. № 136. 165–170. DOI: 10.33220/1026-3365.136.2020.165 [in Ukrainian].

2. Borysenko O.I., Meshkova V.L. (2021). *Prohnozuvannia poshyrennia pozhezh ta oseredkiv shkidlyvykh komakh u sosnovykh lisakh zasobamy HIS* [Prediction of fires and insect pest foci spread in pine forests by means of GIS]. Kharkiv: Planeta-Print. 148 p. [in Ukrainian].
3. Buksha I.F., Pasternak V.P., Pyvovar T.S., Buksha M.I., Yarotskyi V.Yu. (2018). *Metodychni materialy shchodo provedennia monitorynhu lisiv I rivnia ta zabezpechennia yoho yakosti* [Methodological materials for Level I forest monitoring and quality assurance]. Kharkiv. 40 p. [in Ukrainian].
4. Buksha I.F., Pyvovar T.S., Pasternak V.P., Buksha M.I., Solodovnyk V.A., Yarotskyi V.Yu. (2014). *Vyznachennia kryteriiv ta indykatoriv staloho vedennia lisovoho hospodarstva na osnovi danykh inventaryzatsii i monitorynhu lisiv* [Determination of criteria and indicators of sustainable forest management based on forest inventory and monitoring data]. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy. Seriya: Lisivnytstvo ta dekoratyvne sadivnytstvo – Scientific Bulletin of NULES of Ukraine. Series: Forestry and Decorative Gardening*. Vol. 198(1). 14–23 [in Ukrainian].
5. Vedmid M.M., Shkudor V.D., Buzun V.O. (2008). *Vidnovlennia pryrodnykh lisostaniv Zakhidnoho Polissia* [Restoration of natural forest stands of Western Polissia]. Zhytomyr: Polissia. 304 p. [in Ukrainian].
6. Hensiruk S.A. (2002). *Lisy Ukrainy* [Forests of Ukraine]. 3rd ed., revised and expanded. Lviv: Naukove tovarystvo imeni Shevchenka. 496 p. [in Ukrainian].
7. Hetmanchuk A.I., Kychyliuk O.V., Voitiuk V.P., Borodavka V.O. (2017). *Rehionalni zminy klimatu yak prychyna hostrykh vsykhan sosniakiv Volynskoho Polissia* [Regional climate changes as a cause of acute drying of pine stands in Volyn Polissia]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy – Scientific Bulletin of UNFU*. Vol. 27(1). 120–124. DOI: 10.15421/40270127 [in Ukrainian].
8. Hoichuk A.F., Drozda V.F., Kulbanska I.M., Shvets M.V. (2019). *Bakteriozy lisovykh derevnykh roslyn u lisakh Polissia ta Lisostepu Ukrainy* [Bacterioses of forest woody plants in the forests of Polissia and Forest-Steppe of Ukraine]. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*. Vol. 10(2). 14–25. DOI: 10.31548/forest2019.02.014 [in Ukrainian].
9. Kulbanska I.M. (2024). *Monitorynh zmin plosch lisovoho pokryvu Pokutsko-Bukovynskykh Karpat zasobamy heoinformatsiinykh tekhnolohii* [Monitoring of changes in forest cover areas of the Pokuttya-Bukovyna Carpathians using geoinformation technologies]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy – Scientific Bulletin of UNFU*. Vol. 34(5). 23–28. DOI: <https://doi.org/10.36930/40340503> [in Ukrainian].
10. Lakyda P.I., Blyshchyk V.I. (2024). *Produktyvnist ta ekolohichni funksi samosiinykh sosnovykh lisiv Ukrainskoho Polissia* [Productivity and ecological functions of naturally regenerated pine forests of Ukrainian Polissia]. *Naukovi pratsi Lisivnychoi akademii nauk Ukrainy – Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*. № 27. 129–138. DOI: 10.15421/412420 [in Ukrainian].

11. Pankova S.O., Bondar A.O., Matusiak M.V., Piddubna A.M. (2025). Metodolohichni ta metodychni zasady monitorynhu lisiv Ukrainy [*Methodological and methodical principles of forest monitoring in Ukraine*]. *Ukrainskyi zhurnal pryrodnychikh nauk – Ukrainian Journal of Natural Sciences*. № 13. 394–401. DOI: 10.32782/naturaljournal.13.2025.37 [in Ukrainian].
12. Stoiko S.M. (2011). Vplyv hlobalnoi zminy klimatu na lisovi formatsii Karpat [*Influence of global climate change on forest formations of the Carpathians*]. *Naukovi pratsi Lisivnychoi akademii nauk Ukrainy – Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*. № 9. 21–29 [in Ukrainian].
13. Tkach V.P., Kobets O.S. (2025). Suchasnyi stan lisiv v Ukraini v umovakh vplyvu zminy klimatu ta voiennoi ahresii [*Current state of forests in Ukraine under the influence of climate change and military aggression*]. *Lisivnytstvo i ahrolisomeliioratsiia – Forestry and Forest Melioration*. № 146. 3–13. DOI: 10.33220/1026-3365.146.2025.3 [in Ukrainian].
14. Shvydenko A.Z., Lakyda P.I., Shchepashchenko D.H., Vasylyshyn R.D., Marchuk Yu.M. (2014). Vuhlets, klimat ta zemleupraulinnia v Ukraini: lisovyi sektor [*Carbon, climate and land management in Ukraine: forest sector*]. Korsun-Shevchenkivskyi: FOP Havryshenko V.M. 283 p. [in Ukrainian].
15. Shparyk Yu.S., Krynytskyi H.T., Debryniuk Yu.M. (2020). Tendentsii dynamiky typiv lisoroslynnykh umov i porodnoho skladu derevostaniv Ukrainskykh Karpat u zviazku zi zminamy klimatu [*Trends in the dynamics of forest vegetation conditions and species composition of stands in the Ukrainian Carpathians in connection with climate change*]. *Naukovi pratsi Lisivnychoi akademii nauk Ukrainy – Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*. № 20. 82–92. DOI: 10.15421/412008 [in Ukrainian].
16. Lohinova S., Khaietskyi H. (2020). Violation of the structure of the forest biocenosis under the action of stem pests and methods of controlling their numbers. *Scientific Horizons*. Vol. 23(12). 46–57. DOI: 10.48077/scihor.23(12).2020.46-57. [in English].

ANNOTATION
INDICATOR METRICS OF THE SANITARY CONDITION OF FOREST
STANDS IN THE UKRAINIAN CENTRAL POLISSIA UNDER
CLIMATE CHANGE

This article summarizes the theoretical, methodological, and practical foundations for a comprehensive assessment of the sanitary and phytopathological state of natural forest ecosystems in the Central Polissia region of Ukraine. It is demonstrated that under current global and regional climate changes characterized by rising mean annual temperatures, moisture deficits, and groundwater table fluctuations, the vulnerability of stands to a complex of biotic and abiotic factors increases significantly. The methodological approach relies on a combination of field forest-pathological surveys and laboratory analyses.

Monitoring results indicate that the region's current forest stands are predominantly characterized by a weakened condition and a moderate degree of damage. The primary destructive agents include a complex of pathogens: wood-destroying xylotrophic fungi, root and trunk rot pathogens, as well as bacterial infections and secondary trunk pests.

A close relationship was established between hydrothermal anomalies, rising temperature regimes, and a decline in the protective potential of the stands. Furthermore, the dependence of damage intensity on stand age was confirmed: as age increases (from middle-aged to maturing and mature stands), the proportion of affected trees increases significantly. Based on the empirical data obtained, scientifically grounded recommendations for adaptive forest management and stand protection were developed. These focus on optimizing sanitary cutting practices, shifting the emphasis toward removing freshly damaged trees rather than clearing standing deadwood, establishing resilient mixed forest cultures, and implementing an early pathology diagnostic system to preserve biodiversity and enhance the ecological resistance of Central Polissya forests. Additionally, it is noted that implementing the proposed monitoring system and adaptive measures will substantially minimize the economic and environmental losses of the region's forestry under conditions of prolonged climatic stress. These findings can serve as a basis for adjusting state strategies for afforestation and sustainable forest management.

Keywords: biological resistance, degradation of tree stands, climate instability, pathogen, phytosanitary monitoring.

Table 1, Fig. 5, Ref. 16.

Інформація про авторів

Швець Марина Василівна, кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри лісового та садово-паркового господарства факультету лісового господарства та екології Поліського національного університету (10008, м. Житомир, Бульвар Старий, 7; e-mail: marina_lis@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1116-3986>).

Кульбанська Іванна Миколаївна, доктор біологічних наук, доцент, доцент кафедри лісівництва Навчально-наукового інституту лісового і садово-паркового господарства Національного університету біоресурсів і природокористування України (03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15; kulbanska@nubip.edu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3424-8106>).

Андрєєва Олена Юрївна, доктор сільськогосподарських наук, професор, професор кафедри лісового та садово-паркового господарства факультету лісового господарства та екології Поліського національного університету (10008, м. Житомир, Бульвар Старий, 7; e-mail: andreieva.olena11@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0851-800X>).

Рудська Ніна Олександрівна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3, e-mail: nina.rudska@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5771-407X).

Shvets Maryna, PhD of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Forestry and Horticulture, Faculty of Forestry and Ecology, Polissia National University (10008, Zhytomyr, 7 Staryi Blvd; e-mail: marina_lis@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1116-3986>).

Kulbanska Ivanna, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor, Department of Silviculture, Educational and Research Institute of Forestry and Landscape-Park Management, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (03041, Kyiv, 15 Heroiv Oborony Str.; kulbanska@nubip.edu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3424-8106>).

Andreieva Olena, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of Forestry and Horticulture, Faculty of Forestry and Ecology, Polissia National University (10008, Zhytomyr, 7 Staryi Blvd; e-mail: andreieva.olena11@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0851-800X>).

Rudska Nina, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of botany, genetics and plant protection, Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, Soniachna Str. 3, e-mail: nina.rudska@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5771-407X).

Надходження статті 14.09.26.

Прийнято 05.10.26.

Опубліковано 31.10.26.