МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства та екології
Кафедра лісового та садово-паркового господарства
Кваліфікаційна робота на правах рукопису

УДК 712.4:582.475.4(477.42-25)

УМАНЦЕВ
Ельдар Васильович

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

СОСНА ЗВИЧАЙНА У СИСТЕМІ НАСАДЖЕНЬ МІСТА ЖИТОМИРА: ПОШИРЕННЯ, СТАН, ПЕРСПЕКТИВИ

206 «Садово-паркове господарство»

Подається на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Уманцев Е.В.
(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи
Буднік І.П.
(прізвище, ім'я, по батькові)
К.с.-г.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир – 2026

Висновок кафедри лісового та садово-паркового господарства

за результатами попереднього захисту: _____

Протокол засідання кафедри лісового та садово-паркового господарства

№15 від «29» травня 2026 р.

Завідувач кафедри лісового та садово-паркового господарства

К.с.-г.н., доцент _____ Юрій СІРУК

«29» травня 2026 р.

Результати захисту кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти _____ захистив (ла)

(прізвище ,ім’я, по батькові)

кваліфікаційну роботу з оцінкою:

сума балів за 100-бальною шкалою _____

за шкалою ECTS _____

за національною шкалою ___ _____

Секретар

_____ _____

(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (прізвище ,ім’я, по батькові)

АНОТАЦІЯ

Уманцев Е.В. Сосна звичайна у системі насаджень міста Житомира: поширення, стан, перспективи. - Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра за спеціальністю 206 – садово-паркове господарство. – Поліський національний університет, Житомир, 2026.

Матеріали дослідження відображають особливості поширення соснових деревостанів у різних типах міського простору. Встановлено, що у вуличних посадках ця порода використовується обмежено, тоді як у міських лісах, лісопарках і прибудинкових територіях має значно ширше представлення. Основними проблемами є затінення, загущеність, відсутність догляду, пожежна небезпека та тиск забудови.

Ключові слова: міські ліси, лісопаркові території, самосівні молодняки, світлолюбність, санітарний догляд, зелена інфраструктура.

ANNOTATION

Umantsev E.V. Scots Pine in the Planting System of Zhytomyr: Distribution, Condition, and Prospects. – Qualification thesis (manuscript).

Bachelor’s thesis for the degree of Bachelor in specialty 206 – Landscape Gardening. Polissia National University, Zhytomyr, 2026.

The research materials reflect the features of the distribution of pine stands in different types of urban space. It was established that this species is used to a limited extent in street plantings, whereas it is much more widely represented in urban forests, forest parks, and residential areas. The main problems include shading, excessive stand density, lack of maintenance, fire hazard, and development pressure.

Keywords: urban forests, forest park areas, self-seeded young stands, light-demanding nature, sanitary maintenance, green infrastructure.

ЗМІСТ

Вступ 5

РОЗДІЛ 1. БІОЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ В ОЗЕЛЕНЕННІ 8

1.1. Біоекологічні особливості сосни звичайної в природних та урбанізованих умовах 8

1.2. Перспективи використання сосни звичайної в озелененні населених пунктів 12

РОЗДІЛ 2. ЗЕЛЕНІ ЗОНИ ЖИТОМИРА ЯК СКЛАДОВА МІСЬКОЇ ЗЕЛЕНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ: АНАЛІЗ ЗА ДАНИМИ ГЕОПОРТАЛУ 18

РОЗДІЛ 3. СОСНА ЗВИЧАЙНА У СИСТЕМІ НАСАДЖЕНЬ МІСТА ЖИТОМИРА: ПОШИРЕННЯ, СТАН, ПЕРСПЕКТИВИ 22

Висновки 31

Список використаної літератури 33

ВСТУП

Актуальність теми дослідження

Зелені насадження міста є важливим елементом урбанізованого середовища, оскільки вони забезпечують санітарно-гігієнічні, мікрокліматичні, рекреаційні, ландшафтні та природоохоронні функції. Особливе місце серед деревних порід посідають хвойні, які зберігають декоративність протягом усього року, збагачують повітря фітонцидами, сприяють зменшенню запиленості та формують стабільний вічнозелений компонент міського озеленення. У системі насаджень м. Житомира сосна звичайна трапляється нерівномірно. У щільних вуличних посадках вона використовується рідко, що пов’язано з чутливістю до загазованості, ущільнення ґрунту, обмеженого прикореневого простору та недостатнього освітлення. Натомість значно частіше соснові насадження представлені у міських лісах, лісопаркових масивах, прибудинкових територіях, на землях комунальної, державної та приватної форми власності. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю оцінити сучасне поширення сосни звичайної в межах міста, визначити особливості її росту в різних умовах, виявити основні проблеми збереження та обґрунтувати перспективи подальшого використання цієї породи в міському озелененні.

Мета роботи - охарактеризувати поширення, сучасний стан і перспективи використання сосни звичайної у системі насаджень м. Житомира.

Для досягнення поставленої мети в роботі передбачено розв’язання таких основних завдань:

1. Визначити основні місця зростання сосни звичайної у межах м. Житомира.
2. Охарактеризувати особливості використання сосни у вуличних насадженнях, прибудинкових територіях, міських лісах і лісопаркових масивах.
3. Оцінити основні проблеми росту та збереження соснових насаджень у міському середовищі.
4. Обґрунтувати перспективні напрями використання, догляду й охорони соснових деревостанів у зеленій інфраструктурі міста.

Об’єкт досліджень: дерева сосни звичайної та соснові деревостани у системі зелених насаджень м. Житомира.

Предмет досліджень: поширення сосни звичайної, особливості її росту, санітарний стан, умови місцезростання, проблеми догляду, збереження та перспективи використання у міському озелененні.

Методи досліджень

У роботі використано інвентаризаційні, маршрутні, візуально-діагностичні, картографічні, порівняльні та аналітичні методи. Інвентаризаційний метод застосовано для фіксації місць зростання сосни звичайної у міських насадженнях. Маршрутні обстеження та 3D-зйомка вулиць дали змогу виявити локалітети поширення породи у вуличних посадках, прибудинкових територіях і міських лісах. Візуально-діагностичний метод використано для оцінювання загального стану дерев, ознак пригнічення, загущеності та недоглянутості насаджень. Картографічний метод застосовано для просторового узагальнення місць зростання, а порівняльний та аналітичний - для зіставлення умов росту сосни у різних типах міського простору.

Перелік публікацій автора за темою дослідження. За результатами виконаних досліджень підготовлено та опубліковано дві тези доповідей, одну з яких опубліковано одноосібно:

1. Кіналевський Д.М., Татаренко Я.Р., Демчук С. В., Захарченко Р. С., Тимчишин М.Б., Уманцев Е.В., Сірук І.М. Зелені зони Житомира як складова міської зеленої інфраструктури: аналіз за даними геопорталу. XXII Всеукраїнська науково-практична конференція «Виклики сьогодення та наслідки Чорнобильської катастрофи. Екологія. Наука. Практика – 2026» (23 квітня 2026 року). Житомир: Поліський національний університет. 2026. С. 169-170.
2. Уманцев Е.В. Сосна звичайна у системі насаджень міста Житомира: поширення, стан, перспективи. Науково-практична конференція науково-педагогічних працівників, докторантів та аспірантів «Наукові читання 2026» (01 травня 2026 року). Житомир: Поліський національний університет. 2026. С. 217-218.

Практична значущість результатів дослідження полягає у можливості використання отриманих матеріалів для планування заходів із догляду, збереження та раціонального використання сосни звичайної у зеленій інфраструктурі м. Житомира.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи.

Загальний обсяг кваліфікаціної роботи становить 38 сторінок, з яких 32 сторінки є основною частиною. У роботі наявні 15 рисунків. Аналіз даних забезпечило опрцювання даних з 42 джерел інформації.

РОЗДІЛ 1. БІОЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ В ОЗЕЛЕНЕННІ

1.1. Біоекологічні особливості сосни звичайної в природних та урбанізованих умовах

Сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) належить до найпоширеніших хвойних деревних порід Європи та значної частини Азії. В Україні вона є однією з головних лісотвірних порід Полісся, північної частини Лісостепу, піщаних терас річок, борових і суборових місцезростань, а також важливим елементом зелених насаджень населених пунктів. У природних екосистемах сосна звичайна формує чисті та мішані деревостани, бере участь у створенні соснових, дубово-соснових і сосново-дубових лісів, а в урбанізованому середовищі використовується як декоративна, фітомеліоративна, санітарно-гігієнічна, рекреаційна й біоіндикаційна порода [1, 4, 6, 12].

Таксономічно сосна звичайна належить до родини *Pinaceae* Lindl., роду Pinus L. Це вічнозелене хвойне дерево першої величини, яке у сприятливих умовах може досягати 30–40 м заввишки, формувати прямий стовбур, високо підняту ажурну крону та потужну кореневу систему. У молодому віці крона зазвичай конічна або яйцеподібна, у старших дерев - округла, широка, нерідко асиметрична, особливо в умовах відкритого простору або міського середовища. Кора в нижній частині стовбура товста, темно-сіра або буро-сіра, тріщинувата; у верхній частині - тонша, рудувато-жовта або оранжево-бура, що надає дереву високої декоративності [1, 12, 25].

Хвоя сосни звичайної зібрана у пучки по дві хвоїнки, має сизувато-зелене або темно-зелене забарвлення, живе переважно 2–4 роки залежно від умов місцезростання, рівня забруднення, водного режиму й загального стану дерева. Хвоя виконує не лише асиміляційну функцію, а й має важливе індикаторне значення. Її довжина, колір, ступінь некрозу, тривалість життя, частка пошкоджених і всихаючих хвоїнок використовуються для оцінювання стану атмосферного повітря та впливу техногенних чинників [1, 11, 12, 29].

Однією з провідних біоекологічних властивостей сосни звичайної є світлолюбність. Вона потребує достатнього освітлення для нормального формування крони, фотосинтетичної активності й приросту. У густих насадженнях нижні гілки швидко відмирають, стовбур очищується від сучків, а крона піднімається вгору. У паркових і міських умовах ця властивість має подвійне значення: з одного боку, сосна добре розвивається на відкритих просторах, галявинах, у групах і масивах; з іншого - у щільній забудові або затінених дворах вона може втрачати декоративність, формувати однобічну крону й пригнічуватися [6, 9, 20].

Сосна звичайна характеризується високою екологічною пластичністю щодо ґрунтових умов. Вона здатна рости на бідних піщаних, супіщаних, сухих, кислих і малородючих ґрунтах, де багато листяних порід мають низьку конкурентну здатність. Водночас найкращий ріст і розвиток сосни забезпечуються на свіжих, добре дренованих піщаних і супіщаних ґрунтах із достатньою аерацією. На ущільнених, перезволожених, засолених або сильно забруднених ґрунтах її стан погіршується, зменшується довжина хвої, послаблюється приріст і підвищується чутливість до шкідників та хвороб [1, 11, 24].

Коренева система сосни дуже пластична. На глибоких і пухких ґрунтах вона формує добре виражений стрижневий корінь і розвинені бічні корені, що забезпечує вітростійкість і доступ до глибших шарів вологи. На сухих піщаних ґрунтах корені можуть широко розгалужуватися в горизонтальному напрямі, використовуючи обмежені запаси вологи. На перезволожених або ущільнених субстратах коренева система стає поверхневішою, що знижує стійкість дерев до вітровалу, посухи та механічних пошкоджень [1, 12, 25]. За відношенням до вологи сосна звичайна належить до відносно посухостійких порід. Вона витримує короткочасний дефіцит вологи, здатна рости на піщаних і сухих місцезростаннях, однак тривалі посухи, особливо в умовах міського теплового острова, можуть істотно пригнічувати її життєві процеси. У містах дефіцит вологи посилюється через тверді покриття, ущільнення ґрунту,

швидке відведення дощової води, перегрівання поверхні та обмежений кореневий простір. Тому стійкість сосни в населених пунктах значною мірою залежить від правильно підібраного місця посадки [2, 28, 29, 34].

Сосна звичайна має високу морозостійкість, що робить її придатною для використання у більшості регіонів України. Вона добре переносить зимові температури помірної зони, однак молоді рослини можуть пошкоджуватися зимовим висушуванням, різкими температурними коливаннями, пізніми весняними заморозками або сонячними опіками на відкритих ділянках. У міському середовищі до цього додаються вплив протиожеледних реагентів, засолення ґрунту, забруднення пилом і газами [10, 14, 28]. Важливою особливістю сосни є її здатність формувати фітонцидне середовище. Хвойні насадження з участю сосни збагачують повітря леткими біологічно активними речовинами, які можуть зменшувати бактеріальне забруднення повітря і створювати відчуття свіжості. Саме тому соснові ліси, бори, лісопарки й санаторно-курортні території традиційно мають високу оздоровчу цінність. У міському озелененні ця властивість особливо важлива для лікарень, санаторіїв, шкіл, дитячих закладів, рекреаційних зон і приміських зелених поясів [2, 3, 6].

Сосна звичайна має цілорічну декоративність. На відміну від листопадних порід, вона зберігає зелене забарвлення впродовж року, що є особливо цінним у зимовий період, коли більшість дерев втрачає листя. Декоративність сосни визначається забарвленням хвої, фактурою кори, архітектонікою стовбура, формою крони, ажурністю гілкування та виразним силуетом. У молодому віці вона створює чіткі вертикальні акценти, у старшому - мальовничі, часто асиметричні й пейзажні форми [5, 8, 15].

Разом із високою декоративністю сосна має і певні обмеження. Вона порівняно чутлива до сильного атмосферного забруднення, особливо до газоподібних оксидантів, діоксиду сірки, важких металів і пилового навантаження. У забрудненому середовищі першими реагують хвоя та молоді пагони: зменшується тривалість життя хвої, з’являються хлорози, некрози,

всихання верхівок, знижується інтенсивність росту. Саме тому сосна часто використовується як фітоіндикатор стану атмосферного повітря [1, 11, 12, 29, 31].

Дослідження в Черкасах показує, що хвойні рослини, зокрема Pinus sylvestris, можуть бути інформативними біоіндикаторами впливу забруднювальних речовин на атмосферу міста [1]. Подібні результати отримано і в дослідженнях, де стан хвої сосни використовували для оцінювання забруднення атмосферного повітря на різних за техногенним навантаженням ділянках [11, 12]. Це підкреслює подвійне значення сосни у містах: вона одночасно виконує озеленювальну функцію і реагує на якість довкілля.

У промислових містах степової зони України сосна звичайна трапляється у складі хвойних насаджень різного функціонального призначення. Проте її поширення у вуличних посадках зазвичай обмеженіше, ніж у парках, скверах, лісопарках і зелених зонах загального користування. Це пов’язано з тим, що вуличне середовище є надто стресовим для багатьох хвойних порід через забруднення, пил, засолення, дефіцит вологи й механічні пошкодження [4, 5, 15, 23]. Фітосанітарна стійкість сосни у містах залежить від комплексу чинників: віку дерев, густоти посадки, умов ґрунту, рівня рекреаційного навантаження, наявності шкідників, механічних травм і загального ослаблення. У зелених зонах міст важливою проблемою є поширення стовбурових шкідників, зокрема верхівкового та шестизубчастого короїдів. Дослідження соснових насаджень РЛП «Ялівщина» у Чернігові показують, що ослаблені дерева *Pinus sylvestris* у сильно антропогенізованих умовах можуть заселятися ксилофагами, що призводить до формування сухостою та деградації соснових угруповань [7].

У міських зелених зонах сосна також має пожежну специфіку. Хвоя, гілки, шишки та суха підстилка утворюють горючий матеріал, який у посушливий період може підвищувати пожежну небезпеку, особливо у лісопарках, приміських борах і рекреаційних соснових масивах. Тому

використання сосни в озелененні має поєднуватися з протипожежним доглядом: прибиранням надмірного захаращення, організацією рекреаційних маршрутів, обмеженням вогнищ і моніторингом поверхневих горючих матеріалів [24, 40].

З погляду біотичних взаємодій сосна є мікоризоутворювальною породою. Її коренева система тісно пов'язана з ектомікоризними грибами, які покращують водне й мінеральне живлення, підвищують стійкість до стресів, допомагають рослинам засвоювати елементи живлення на бідних ґрунтах. У міському середовищі мікоризні зв'язки можуть порушуватися через ущільнення ґрунту, забруднення, засолення та дефіцит органічної речовини. Тому перспективним напрямом підвищення стійкості соснових насаджень є збереження ґрунтового середовища і використання мікоризних біопрепаратів у розсадництві та під час посадки [14, 32].

Таким чином, біоекологічні особливості сосни звичайної визначають її високу цінність для озеленення, але водночас зумовлюють потребу в обережному доборі місць посадки. Сосна найкраще проявляє себе на достатньо освітлених, дренованих, неущільнених, відносно чистих і просторово відкритих ділянках. У важких вуличних умовах із сильним забрудненням і дефіцитом ґрунтового простору її використання має бути обмеженим або супроводжуватися спеціальними заходами догляду.

1.2. Перспективи використання сосни звичайної в озелененні населених пунктів

Сосна звичайна має значні перспективи використання в озелененні населених пунктів, однак ці перспективи не є однаковими для всіх типів міських територій. Найдоцільніше застосовувати її у великих паркових масивах, лісопарках, приміських зелених зонах, рекреаційних територіях, санітарно-захисних смугах, курортних і лікувально-оздоровчих зонах, на піщаних ґрунтах, схилах, сухих відкритих ділянках, у групових і масивних посадках. Менш придатною вона є для вузьких вуличних посадок, щільної

забудови, тротуарних лунок, ділянок із сильним засоленням і місць із постійним механічним пошкодженням [4, 5, 8, 10].

У парковому озелененні сосна звичайна може виконувати роль основної фонової або акцентної породи. Вона добре поєднується з березою повислою, дубом звичайним, ялівцями, ялинами, модринами, декоративними кущами та трав'яними угрупованнями сухих і свіжих місцезростань. У пейзажних композиціях сосна формує природний, лісовий характер простору, створює м'яке розсіяне затінення, підкреслює рельєф і забезпечує декоративність упродовж усього року [6, 8, 15].

У міських лісопарках сосна має особливо високе значення. Соснові насадження формують комфортний мікроклімат, мають оздоровчу дію, створюють сприятливі умови для прогулянок, занять спортом, екологічної освіти й короткочасного відпочинку. Порівняно з багатьма листяними насадженнями, соснові лісопарки мають більшу сезонну стабільність декоративного ефекту, зберігають зелений колір взимку і створюють специфічне фітонцидне середовище [2, 6, 9].

Прикладом значення сосни для міського зеленого каркаса є парк Попудренка в Києві, створений на базі залишків соснового лісу. У дослідженні зазначено, що вікові сосни в таких зелених зонах мають охоронну, історичну, декоративну й екологічну цінність, а оновлення парку доцільно здійснювати з урахуванням збереження соснової основи насаджень [8]. Це свідчить, що старі соснові дерева в містах слід розглядати не як звичайні елементи благоустрою, а як цінні природні об'єкти. У зелених насадженнях промислових міст степової зони України сосна може використовуватися для створення композицій із хвойних рослин, однак її частка має визначатися умовами місцезростання. Дослідження родини Pinaceae у промислових містах показують, що хвойні види мають важливе декоративне й санітарно-гігієнічне значення, проте у вуличних умовах їхній життєвий стан часто погіршується з віком [5]. Це означає, що сосну

доцільніше використовувати не як масову вуличну породу, а як елемент парків, скверів, зелених груп, рекреаційних і санітарно-захисних територій.

Важливою перевагою сосни є її придатність для озеленення піщаних і малородючих ділянок. У містах такі території часто залишаються складними для озеленення листяними породами. Сосна здатна закріплювати піски, зменшувати дефляцію, формувати стійкий деревний покрив на бідних субстратах і започатковувати розвиток ґрунтово-рослинного комплексу. Це особливо актуально для населених пунктів Полісся, піщаних терас річок, приміських рекреаційних зон і територій після порушень ґрунтового покриву [15, 16, 25].

Сосна звичайна може бути ефективною у санітарно-захисних насадженнях, але лише за умови, що рівень забруднення не перевищує її адаптаційні можливості. У промислових районах і вздовж інтенсивних транспортних магістралей хвоя накопичує пил і хімічні елементи, що може бути корисним для фітомоніторингу, але водночас призводить до пошкодження асиміляційного апарату. Тому на таких територіях сосну доцільно поєднувати з більш газостійкими листяними породами та іншими хвойними видами, які краще витримують забруднення [1, 4, 11, 29, 31].

Перспективним напрямом є використання сосни у рекреаційно-оздоровчих насадженнях. Її фітонцидні властивості, аромат хвої, цілорічна декоративність і асоціація з лісовим середовищем роблять її бажаною породою для санаторіїв, лікарень, реабілітаційних центрів, дитячих оздоровчих закладів, туристичних баз і зон відпочинку. У таких умовах сосна не лише прикрашає територію, а й формує специфічне психоемоційно комфортне середовище [2, 3, 6].

Для озеленення територій освітніх закладів сосна може застосовуватися як елемент навчально-пізнавального середовища. Вона демонструє особливості хвойних рослин, дає можливість проводити фенологічні, екологічні та біоіндикаційні спостереження, формує цілорічний зелений компонент шкільного або університетського простору. Водночас через

розміри дорослих дерев сосну потрібно висаджувати на достатній відстані від будівель, комунікацій, спортивних майданчиків і дорожньо-пішохідної інфраструктури [10, 12, 23].

У вуличному озелененні сосна звичайна має обмежене застосування. Її не слід масово висаджувати у вузьких тротуарних лунках, де бракує простору для кореневої системи й крони. Також проблемними є місця з інтенсивним зимовим засоленням, постійним запиленням, сильним забрудненням повітря та механічним пошкодженням стовбурів. У таких умовах сосна може швидко втрачати декоративність, уражуватися шкідниками, формувати сухі гілки і ставати аварійною [1, 7, 11, 29]. Натомість у широких вуличних зелених смугах, на бульварах, у розділювальних зелених зонах, біля громадських будівель і на відкритих площах сосна може бути цінним декоративним елементом. Її доцільно використовувати групами, куртинами, у поєднанні з кущами, іншими хвойними породами й багаторічниками. Поодинокі солітерні дерева ефективні там, де є достатній оглядовий простір і можливість формування вільної крони [5, 15, 22].

Окремий напрям використання сосни - створення мікроландшафтних хвойних композицій. Досвід Криворізького ботанічного саду засвідчує перспективність хвойних у дендрокомпозиціях промислових міст степової зони, якщо добір таксонів здійснюється з урахуванням життєвого стану, біоморфологічних характеристик і декоративності [15]. У таких композиціях сосна може виконувати роль вертикального акценту, фонової породи або елемента природного пейзажного стилю. Для підвищення успішності використання сосни в озелененні важливо застосовувати якісний садивний матеріал. Сіянці й саджанці повинні мати добре розвинену кореневу систему, бути адаптованими до місцевих умов, не мати ознак хвороб, пошкоджень і пересушування. Дослідження сіянців сосни, вирощених у контейнерах, показують, що склад субстрату істотно впливає на схожість, збережуваність і стан рослин [13]. Для міського озеленення контейнерний матеріал може бути

перспективним, оскільки краще зберігає кореневу систему під час пересаджування.

У перші роки після садіння сосна потребує догляду: поливу в посушливі періоди, мульчування пристовбурного круга, захисту від механічних пошкоджень, розпушування ущільненого ґрунту, контролю за бур'янами й моніторингу фітосанітарного стану. Особливо важливо не допускати засипання кореневої шийки, пошкодження коріння під час будівельних робіт і ущільнення ґрунту транспортом або пішохідним навантаженням [13, 14, 29].

Сосну не слід піддавати сильному формувальному обрізуванню. На відміну від багатьох листяних порід, вона погано відновлює крону після сильного обрізування старої деревини. Основний догляд має бути санітарним: видалення сухих, поламаних, уражених і небезпечних гілок. Формування крони можливе лише в молодому віці й повинно бути мінімальним. Надмірне кронування знижує декоративність, порушує природну архітектоніку дерева і може спричинити ослаблення рослини [5, 8, 23].

У зелених зонах з переважанням сосни необхідно враховувати ризик стовбурових шкідників. Ослаблені дерева після посух, механічних пошкоджень, ущільнення ґрунту або рекреаційного навантаження можуть заселятися короїдами. Тому важливими є регулярні обстеження, своєчасне виявлення сухостійних і сильно ослаблених дерев, феромонний моніторинг, підтримання оптимальної густоти та запобігання масовому накопиченню сухої деревини [7, 24, 40].

Ще одним аспектом є пожежна безпека. У соснових парках і лісопарках потрібно організовувати рекреаційне використання так, щоб мінімізувати ризик займання. Для цього потрібні інформаційні знаки, визначені місця відпочинку, контроль за вогнищами, очищення від надмірної захащеності поблизу маршрутів, підтримання протипожежних розривів і регулярний моніторинг поверхневих горючих матеріалів [24, 40].

В умовах зміни клімату перспективи використання сосни звичайної потребують диференційованого підходу. У північних і поліських містах вона

зберігає високу перспективність для лісопарків, зелених зон і рекреаційних територій. У лісостепових містах її доцільно використовувати на піщаних, добре дренованих і достатньо відкритих ділянках. У степових промислових містах застосування сосни звичайної має бути обмеженішим і супроводжуватися добором стійкіших форм, правильним розміщенням та якісним доглядом [4, 5, 15, 27].

Міжнародні дослідження підтверджують, що *Pinus sylvestris* чутливо реагує на посуху, урбанізований мікроклімат, забруднення та комбіновані стреси. У Стокгольмі міський тепловий острів і екстремальна посуха змінювали динаміку приросту й водного стану сосни [28]. В експериментах із саджанцями сосни встановлено, що поєднання посухи, засолення та забруднення дизельними викидами впливає на фізіологію, морфологію, ріст і накопичення частинок на хвої [29]. Це підтверджує необхідність обережного добору місць посадки в містах.

Використання сосни в озелененні має бути пов’язане з екосистемними послугами. Дерева сосни затримують пил, частково акумулюють важкі метали, знижують швидкість вітру, формують тінь, підтримують біорізноманіття, створюють місця існування для птахів і комах, мають оздоровчий і рекреаційний ефект. Проте обсяг цих послуг залежить від розміру, віку, стану крони та життєздатності дерев. Ослаблені, зріджені або пошкоджені дерева мають значно нижчу екологічну ефективність [29, 30, 31, 39]. Отже, сосна звичайна є перспективною породою для озеленення населених пунктів, але її потрібно розглядати не як універсальне дерево для всіх міських умов, а як породу з чітко визначеною екологічною нішею. Найкращі результати вона дає у паркових, лісопаркових, рекреаційних, санітарно-захисних і приміських зелених насадженнях. У вуличному озелененні її застосування має бути вибірковим і залежати від площі посадкового місця, рівня забруднення, вологості ґрунту, освітлення та можливості подальшого догляду.

РОЗДІЛ 2. ЗЕЛЕНІ ЗОНИ ЖИТОМИРА ЯК СКЛАДОВА МІСЬКОЇ ЗЕЛЕНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ: АНАЛІЗ ЗА ДАНИМИ ГЕОПОРТАЛУ

Зелені зони міста є важливою складовою міської зеленої інфраструктури, оскільки виконують санітарно-гігієнічні, соціальні, естетичні, мікрокліматичні та рекреаційні функції. В умовах ущільнення міської забудови, зростання транспортного навантаження та погіршення якості урбанізованого середовища актуальним є облік, просторовий аналіз і моніторинг зелених зон. Джерелом інформації слугував набір даних «Зелені зони» офіційного геопорталу Житомирської міської ради. У реєстрі подано відомості про назву об’єкта, адресу або опис місцеположення, підпорядкованість, вид об’єкта, площу за документацією, категорію користування та статус верифікації.

Аналіз вибірки зелених зон свідчить, що більшість об’єктів належить до категорії зелених зон загального користування, які мають важливе значення для щоденного відпочинку населення, короткочасної рекреації, пішохідної доступності та формування комфортного міського середовища. У межах проаналізованої вибірки переважають сквери, розміщені у різних частинах Житомира.

Зокрема, до реєстру включено сквер на вул. Чуднівській, 106 площею 1632 м², сквер біля пам’ятника Я. Домбровському - 9243 м², сквер біля Кафедрального собору - 6503 м², сквер на майдані Польовому, 10 - 27698 м² (рис. 1). Зазначені об’єкти віднесені до зелених зон загального користування та перебувають у підпорядкуванні КП «Зеленбуд». Загальна площа 12 проаналізованих об’єктів становить 83910 м², або 8,39 га. Із них зелені зони загального користування займають 78441 м², або 7,84 га, що становить приблизно 93,5 % від площі вибірки. Зелені зони обмеженого користування представлені озелененою ділянкою на майдані Короленка, 7 біля ЗОШ № 6 площею 5469 м², або близько 6,5 % (рис. 2).



Рис. 1. Сквер біля Кафедрального собору в м. Житомирі



Рис. 2. Озеленена ділянка на майдані Короленка, 7 біля ЗОШ № 6

Найбільшим за площею серед проаналізованих об’єктів є сквер на майдані Польовому, 10 - 27698 м². Значними за площею також є сквер на перехресті вул. Троянівська - Радивилівська - 12485 м², сквер біля пам’ятника Я. Домбровському - 9243 м² та сквер біля Кафедрального собору - 6503 м².



Рис. 3. Сквер на майдані Польовому у м. Житомирі

Найменшими за площею є сквер на розі вулиць Театральна - Велика Бердичівська - 1569 м² (рис. 4) та сквер на вул. Чуднівській, 106 - 1632 м².

За просторовою ознакою зелені зони розміщені переважно на перехрестях вулиць, біля громадських об’єктів, навчальних закладів, культових споруд, пам’ятних місць і в межах житлової забудови. Таке розташування підвищує їхню роль як локальних осередків рекреації, озеленення та візуального впорядкування міського простору. Наявність статусу «верифіковано: так» для наведених об’єктів підвищує достовірність вихідних даних і дає змогу використовувати геопортал для планування заходів з утримання, реконструкції, інвентаризації та моніторингу зелених зон.

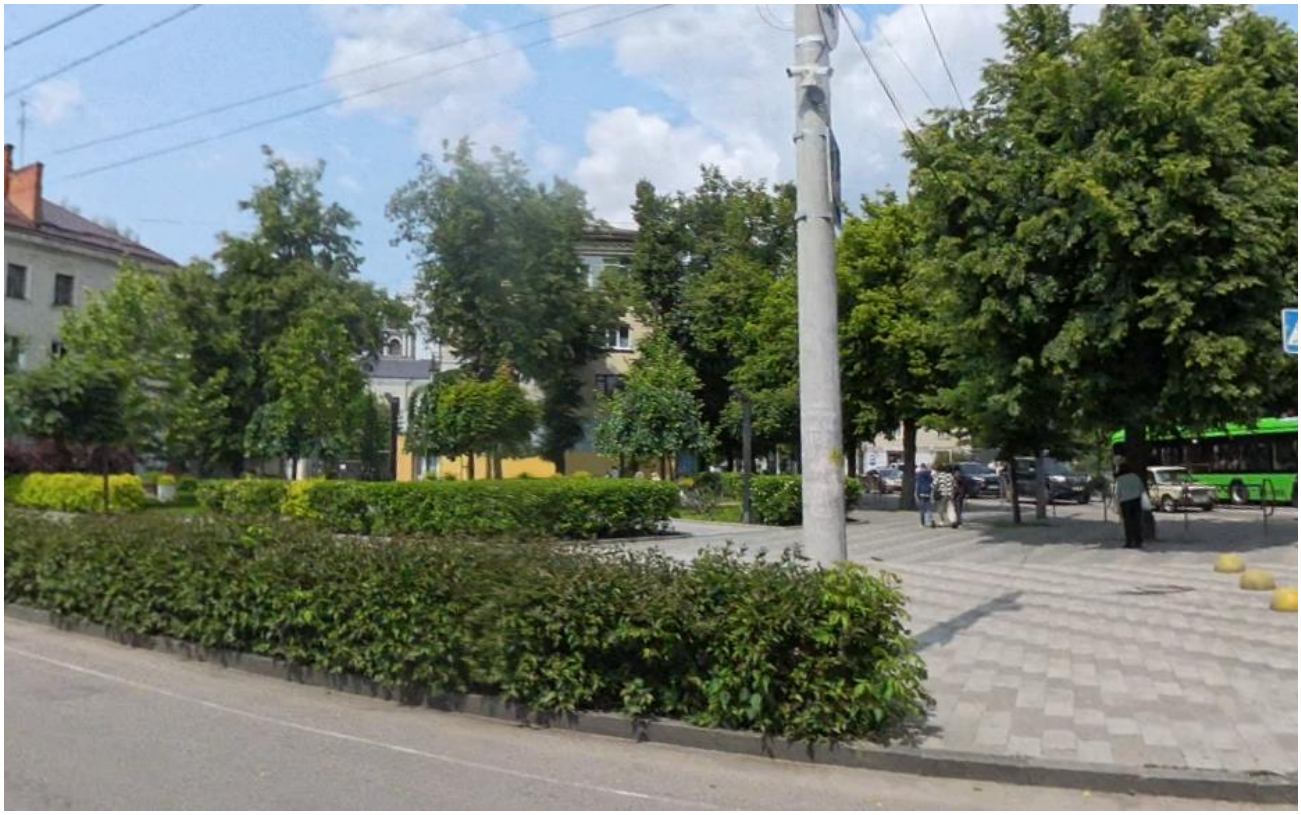


Рис. 4. Сквер на розі вулиць Театральна - Велика Бердичівська у м. Житомирі (після проведення реконструкції)

Проведений аналіз засвідчив, що зелені зони Житомира, представлені на офіційному геопорталі, є важливою складовою міської зеленої інфраструктури. У структурі проаналізованих об’єктів переважають сквери загального користування, які виконують рекреаційну, екологічну, естетичну та соціальну функції. Найбільші за площею об’єкти можуть розглядатися як значущі локальні елементи рекреаційного каркаса міста, тоді як менші сквери забезпечують озеленення щільно забудованих територій і підвищують комфортність повсякденного міського середовища. Використання геопорталу Житомирської міської ради є доцільним для подальшого аналізу просторової структури зелених зон, оцінювання їхньої доступності для населення, виявлення територій із недостатнім рівнем озеленення та обґрунтування заходів щодо розвитку зеленої інфраструктури міста.

РОЗДІЛ. 3. СОСНА ЗВИЧАЙНА У СИСТЕМІ НАСАДЖЕНЬ МІСТА ЖИТОМИРА: ПОШИРЕННЯ, СТАН, ПЕРСПЕКТИВИ

Під час проведення інвентаризаії вуличних насаджень, а також 3D зйомки вулиць м Житомира протягом 2023-2025 років вдалося визначити місця зростання сосни звичайної у вуличних насадженнях, а також у масивах міських лісів і прибудинкових територіях.

Протягом осанніх років при озелененні прибудинкових територій, а також територій навчальних закладів, промислових і комерційних обєктів досить часто використовується сосна звичайна. Використання сосни звичайної зумовлене насамперед доступністю і розповсюдженістю посадкового матеріалу, відсутністю потреби в особливому догляді. Найчастіше для територій загального призначення використовуються звичайні рослини, висаджені крупномірним садивним матеріалом із відкритою кореневою системою, які ростуть без формування.



Рис. 5. Молоде дерево сосни звичайної на території гуртожитку №3 Поліського національного університету

Найчастішою помилкою при посадці сосни звичайної на таких територіях є неврахування світлолюбності, що призводить до того, що дерева даної хвойної породи відчувають брак світла і перебувають у незадовільному стані.

Іншою проблемою є створення занадто загущених посадок у поєднанні з іншими деревними більш швидкорослими деревними породами, які пригнічують сосну звичайну (рис. 6).



Рис. 6. Новостворене насадження за участю сосни звичайної на прибудинковій території на розі вулиць Університетської та Донцова

Для озеленення вулиць сосна звичайна в межах міста Житомира використовується вкрай рідко, що повязано із її невисокою резистентністю до загазованості, поганим ростом у випадку посадки в лунки із обмеженим ростом кореневої системи. Є лише декілька локацій в межах міста, де сосна звичайна росте у складі лінійних вуличних насаджень або поруч з ними. У всіх випадках посадка здійснювалася на узбіччі на певній відстані від асфальто-

бетонного покриття (рис. 6-7).



Рис. 6. 15- річні дерева сосни звичайної у вуличних насадженнях по вул. Жуйка



Рис. 7. 15- річні дерева сосни звичайної у вуличних насадженнях по проспекті Миру

Найстарші дерева сосни звичайної у складі лінійних насаджень вулиць міста виявлені на вул. Миру (мікрорайон Богунія). Діаметр даних дерев становить понад 40 см, висота понад 12 метрів, снітарний стан задовільний (рис. 8).



Рис. 8. 50- річні дерева сосни звичайної у вуличних насадженнях по вул. Миру

Набагато частіше сосну звичайну в межах міста Житомира можна зустріти у складі міських лісів у різних частинах міста. Це переважно природні деревостани різного віку - від самосівних лісів у віці змикання на приватних і комунальних територіях, до перестиглих деревостанів на землях комунальної форми власності, на прикладі гідропарку, ліси якого підпрядковані Комунальному підприємству «Парк».

Орієнтовні площі соснових деревостанів у підпорядкуванні КП «Парк» становлять близько 25 га. Це як чисті, так і мішані деревостани

середньовікової, пристигаючої, стиглої та перестиглої вікових груп як природнього, так і штучного походження.

Найбільші площі соснових деревостанів на землях державної форми власності зосереджені у Богунському лісництві Коростенського надлісництва ДП «Ліси України». Це переважно штучні чисті соснові насадження загальною площею 18,6 га, котрі відносяться до підкатегорії «Ліси у межах населених пунктів» (рис. 9).

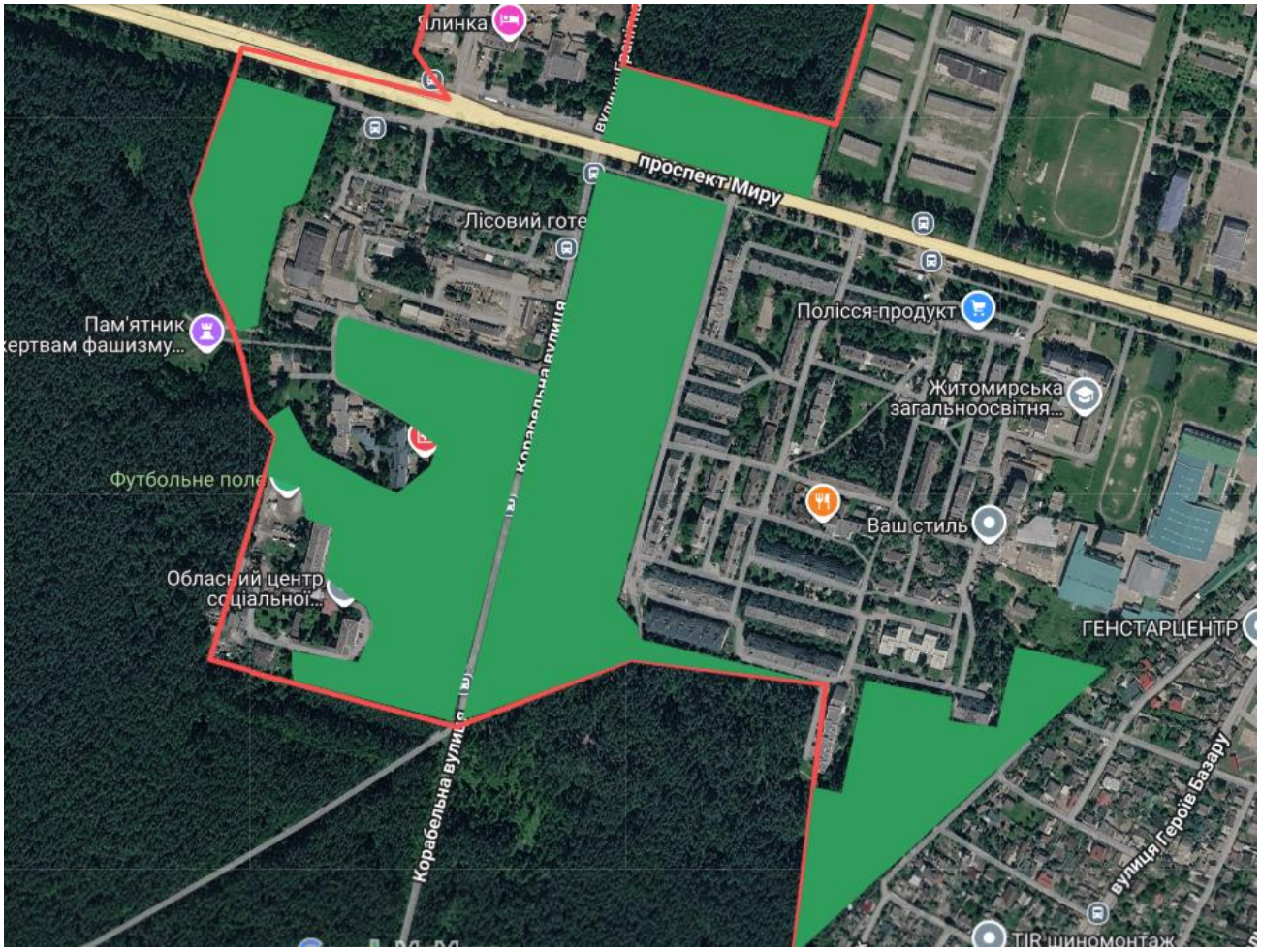


Рис. 9. Соснові насадження у Богунському лісництві, квартал 74 і 86

Ще одним лісокористувачем, у складі земель якого є значні площі соснових деревостанів – це Житомирське лісництво Дочірнього підприємства «Пулинський лісгосп АПК» ЖОКАП «Житомироблагроліс». У складі лісів даного лісокористувача налічується близько 30 га соснових насаджень – це переважно середньовікові та пристигаючі штучні деревостани у північно-східній (рис. 10) та південно-східній частині міста (рис. 11).



Рис. 10. Соснові насадження у Житомирському лісництві, квартал 11



Рис. 11. Соснові насадження у Житомирському лісництві, квартал 15

Значні площі соснових деревостанів природного походження зосереджені на землях комунальної та приватної форми власності у південно-західній частині міста у мікрорайоні Корбутівка. Орієнтовна площі даних соснових деревостанів становить близько 25 га (рис. 12).



Рис. 12. Соснові насадження на землях комунальної форми власності

Ці ліси характеризуються наявністю значної кількості дерев у незадовільному санітарному стані у зв’язку із відсутністю належного догляду (рис. 13).



Рис. 13. Забудова території у соснових лісах міста

У північно-східній частині міста наявні значні площі самосівних соснових лісів молодого віку на землях запасу та приватних територіях загальною площею щонайменше 5 га (рис. 14).



Рис. 14. Самосівні соснові молодняки на землях приватної форми власності

Дані ліси представлені невиликими ділянками площею від кількох сотень квадратних метрів до 2 га. Це переважно чисті молодняки віком від 6 до 20 років, які ростуть на приватних територіях. У зв'язку із розбудовою ці ліси інтенсивно вирубуються суцільно. Унікальність даних соснових насаджень поляшає у тому, що це природні стійні деревостани, які вирізняються високою продуктивністю і повнотою, яка подекуди сягає 2,3, що досить рідко трапляється у лісових насадженнях. Іншою проблемою цих соснових насаджень є їх недоглянутість та перегущеність, що провокує появу значних обсягів відпаду і підвищує і без того високий рівень пожежної небезпеки (рис. 15).



Рис. 15. 12 – річний самосівний сосновий молодняк на землях приватної форми власності (район Смоківка)

Збереження соснових деревостанів у межах міста має важливе екологічне, санітарно-гігієнічне, рекреаційне та ландшафтне значення. Сосна звичайна формує стабільний вічнозелений компонент міського озеленення, поліпшує мікроклімат, збагачує повітря фітонцидами, зменшує запиленість, підтримує біорізноманіття та створює сприятливі умови для відпочинку населення. Особливо цінними є сформовані соснові насадження у парках, лісопарках і зелених зонах, оскільки вони виконують не лише декоративну, а й оздоровчу функцію. Водночас у міському середовищі такі деревостани зазнають впливу рекреаційного навантаження, ущільнення ґрунту, забруднення повітря, посух і шкідників, тому потребують системного моніторингу, санітарного догляду, протипожежних заходів та поступового відновлення. Збереження соснових насаджень є необхідною умовою підтримання екологічної рівноваги та підвищення якості міського середовища.

ВИСНОВКИ

1. Сосна звичайна у системі насаджень м. Житомира має нерівномірне поширення й використовується по-різному залежно від типу міського простору. У лінійних вуличних насадженнях вона трапляється рідко, тоді як значно частіше представлена у міських лісах, лісопаркових масивах, прибудинкових територіях, на землях державної, комунальної та приватної форми власності.

2. У прибудинковому, навчальному, промисловому та комерційному озелененні сосна звичайна використовується досить часто завдяки доступності садивного матеріалу, декоративності та відносній невибагливості до догляду. Водночас основними помилками під час її висаджування є неврахування світлолюбності породи, створення загущених посадок і розміщення поруч із швидкорослими деревами, які з часом пригнічують сосну.

3. У вуличних насадженнях міста сосна звичайна має обмежене застосування, що пов’язано з її чутливістю до загазованості, ущільнення ґрунту, обмеженого прикореневого простору та несприятливих умов росту в посадкових лунках. Найкращий стан соснових дерев спостерігається там, де вони висаджені на певній відстані від асфальтобетонного покриття, зокрема на узбіччях або відкритіших ділянках.

4. Найбільше значення для збереження сосни звичайної в межах Житомира мають міські ліси та лісопаркові території. Соснові деревостани представлені у підпорядкуванні КП «Парк», Богунського лісництва Коростенського надлісництва, Житомирського лісництва ДП «Пулинський лісгосп АПК», а також на землях комунальної та приватної власності. Загалом вони формують важливий вічнозелений компонент зеленої інфраструктури міста.

5. Соснові насадження міста мають різне походження, вік і стан. Поряд зі штучними середньовіковими та пристигаючими деревостанами наявні природні самосівні молодняки, а також стиглі й перестиглі соснові масиви. Особливо цінними є природні соснові молодняки, які вирізняються

високою продуктивністю та повнотою, проте через відсутність догляду, перегущеність і забудову частина таких ділянок перебуває під загрозою деградації або повного знищення.

6. Перспективи використання сосни звичайної в озелененні Житомира слід пов’язувати не з масовим впровадженням у щільні вуличні насадження, а з її цільовим застосуванням у парках, лісопарках, зелених зонах, відкритих прибудинкових просторах і рекреаційних територіях. Для збереження соснових деревостанів необхідні системний моніторинг, санітарний догляд, протипожежні заходи, регулювання густоти молодняків, обмеження хаотичної забудови та поступове формування стійких мішаних насаджень із урахуванням світлолюбності й екологічних вимог сосни звичайної.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Жицька Л. І., Панасенко А. І. Хвойна рослинність як фітоіндикатор впливу забруднювальних речовин на атмосферу міста Черкаси : кваліфікаційна робота магістра. Черкаси : Черкаський державний технологічний університет, 2022. URL: https://er.chdtu.edu.ua/handle/ChSTU/4294.

2. Балабак А. В., Перепелиця М. Р. Оцінка впливу антропогенних факторів на стан зелених насаджень *Pinus sylvestris* L. в урбанізованому середовищі міста Умань // Сучасні наукові дослідження та розробки : матеріали наук. конф. Київ, 2025. URL:

3. Тряпкіна Є. С., Осьмачко О. М. Еколого-біологічні особливості природного поновлення *Pinus sylvestris* L. в урбанізованому середовищі м. Суми // Матеріали наукової конференції Сумського НАУ. Суми, 2026. URL: https://fht.snau.edu.ua/wp-content/uploads/2026/04/%D1%82%D0%B5%D0%B7%D0%B8_04_2026_1-2.pdf.

4. Головчак А. В., Маленко Я. В. Видовий склад хвойних рослин зелених насаджень Металургійного та Довгинцівського районів міста Кривий Ріг // Екологічний вісник Криворіжжя. 2021. Вип. 6. С. 72–91. DOI: https://doi.org/10.31812/eco-bulletin-krd.v6i0.4562.

5. Суслова О. П. Види родини Pinaceae Lindl. у дендрофлорі промислових міст степової зони України // Інтродукція рослин. 2018. № 3. С. 67–74. URL: https://www.researchgate.net/publication/389967654.

6. Мельничук Н. Я., Геник Я. В., Мельничук С. П., Паславський М. М. Природні процеси розвитку та взаємовідносини компонентів садово-паркових екосистем в урбанізованому середовищі // Науковий вісник НЛТУ України. 2020. Т. 30, № 1. С. 59–65. DOI: https://doi.org/10.36930/40300110. URL: https://nv.nltu.edu.ua/index.php/journal/article/view/2123.

7. Свердлов В. О., Карпенко Ю. О., Потоцька С. О. Вплив *Ips acuminatus* Gyll., *Ips sexdentatus* Boern. на лісові екосистеми регіонального ландшафтного парку «Ялівщина» (м. Чернігів) // Український журнал

природничих наук. 2023. № 6. С. 128–136. DOI: https://doi.org/10.32782/naturaljournal.6.2023.15.

8. Клименко А. В. Аналіз стану насаджень та благоустрою парку Попудренка в м. Києві // Journal of Native and Alien Plant Studies. 2020. № 16. С. 74–85. DOI: https://doi.org/10.37555/2707-3114.16.2020.219817.

9. Грицай Н. Б. Таксономічна структура дендрофлори парку Молоді м. Рівного // Біологія та екологія. 2018. Т. 4, № 1. DOI: https://doi.org/10.33989/2414-9810.2018.4.1.180151.

10. Бесеганич І., Гасинець Я., Кіш Р., Сойма А. Дендрофлора набережних міста Ужгород: сучасний стан та перспективи розвитку // Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія. 2023. Т. 15, № 2. С. 201–209. DOI: https://doi.org/10.31861/biosystems2023.02.201.

11. Нікітюк П. А. Біоіндикація стану атмосферного повітря за допомогою сосни звичайної *Pinus sylvestris* L. за впливу птахівничих господарств // Вісник НУВГП. Серія «Сільськогосподарські науки». 2022. № 4. DOI: https://doi.org/10.31713/vs4202213.

12. Лівкович В. О., Муж Г. В. Біоіндикація забруднення атмосферного повітря за станом *Pinus sylvestris* L. // Біологічні дослідження — 2018 : зб. наук. праць. Житомир : ЖДУ імені Івана Франка, 2018. URL: https://eprints.zu.edu.ua/30996/1/%D0%91%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D1%96%20%D0%B4%D0%BE%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-2018.pdf.

13. Лялін О. І., Тарнопільська О. М., Ткач Л. І., Мусієнко С. І., Бондаренко В. В. Схожість, збережуваність і стан сіянців сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.), вирощених у контейнерах // Науковий вісник НЛТУ України. 2020. Т. 30, № 2. С. 44–48. DOI: https://doi.org/10.36930/40300208.

14. Джаган В. В., Петьлована В. Р. Перспективи використання мікоризних грибів для підвищення стійкості зелених насаджень урбанізованих

територій // Теорія та практика дизайну. Садово-паркове господарство. 2023. Вип. 27. С. 198–203. DOI: https://doi.org/10.32782/2415-8151.2023.27.25.

15. Мазур А. Ю., Коршиков І. І., Бойко Л. І., Юхименко Ю. С., Красноштан О. В., Данильчук Н. М., Лаптєва О. В. Інтродукційний потенціал хвойних в мікроландшафтних дендрокомпозиціях Криворізького ботанічного саду НАН України // ScienceRise: Biological Science. 2018. № 1(10). С. 20–25. DOI: https://doi.org/10.15587/2519-8025.2018.124559.

16. Шевчук Н. Ю., Коршиков І. І., Гусейнова Е. Р., Петрушкевич Ю. М., Красноштан О. В. Розповсюдженість та життєздатність видів роду *Pinus* L. в насадженнях м. Кривого Рогу // Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель. 2017. Т. 6. С. 10–17. URL: https://steppeforestry.dp.ua/index.php/vsllr/article/view/121/100.

17. Літвіненко С. Г., Виклюк М. І., Бляхарська Л. О. Підсумки інвентаризації зелених насаджень міста Чернівці // Науковий вісник НЛТУ України. 2017. Т. 27, № 1. С. 48–53. DOI: https://doi.org/10.15421/40270110.

18. Попов О. Ф. Інтенсифікація вирощування садивного матеріалу сосни звичайної на півдні Лівобережного Лісостепу : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. Харків, 2004. URL: https://mydisser.com/ru/avtoref/view/popov-o-f-intensifikaciya-viroschuvannya-sadivnogo-materialu-sosni-zvichaynoi-na-pivdni-livoberezhn.html.

19. Головчак А. В. Видовий склад і поширення хвойних рослин на території Металургійного та Довгинцівського районів міста Кривий Ріг : магістерська робота / наук. кер. Я. В. Маленко. Кривий Ріг : КДПУ, 2021. 105 с. URL: http://elibrary.kdpu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/5508.

20. Іщук Л. П. Використання хвойних рослин (*Pinopsida*) в озелененні міста Біла Церква // Пріоритетні напрямки дослідження Голонасінних у сучасних умовах : матеріали Першої міжнародної наук. конф. Біла Церква : Білоцерківдрук, 2020. С. 96–100..

21. Квітко М. А., Савосько В. М. Таксаційні показники *Pinus sylvestris* L. у Довгинцівському дендропарку (Кривий Ріг) // Пріоритетні напрямки

дослідження Голонасінних у сучасних умовах : матеріали наук. конф. Біла Церква, 2026..

22. Про затвердження Порядку догляду та збереження зелених насаджень на території Хмельницької міської територіальної громади : рішення виконавчого комітету Хмельницької міської ради. Хмельницький, 2025. URL: https://khm.gov.ua/uk/node/66458.

23. Омелянова В. Ю. Реконструкція та озеленення загальноосвітніх навчальних закладів міста Херсон // Таврійський науковий вісник. 2022.

24. Hurzhii R., Sydorenko S., Levchenko V. B., Lashchenko A. H. Dynamics of surface fuel accumulation in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) forests of green zones of the cities of Kyiv and Kharkiv // Folia Forestalia Polonica. 2026. Vol. 68, No. 1. P. 1–8. DOI: https://doi.org/10.2478/ffp-2026-0001.

25. Sullivan J. *Pinus sylvestris*, Scots pine // Fire Effects Information System. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory, 1993. URL: https://research.fs.usda.gov/feis/species-reviews/pinsyl.

26. Øyen B.-H., Blom H. H., Gjerde I., Myking T., Sætersdal M., Thunes K. H. Ecology, history and silviculture of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in western Norway — a literature review // Forestry. 2006. Vol. 79, No. 3. P. 319–329. DOI: https://doi.org/10.1093/forestry/cpl019. URL: https://www.researchgate.net/publication/31363384.

27. Matías L., Jump A. S. Interactions between growth, demography and biotic interactions in determining species range limits in a warming world: the case of *Pinus sylvestris* // Forest Ecology and Management. 2012. Vol. 282. P. 10–22. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.06.053.

28. Rocha E., Holzkämper S. Assessing urban climate effects on *Pinus sylvestris* with point dendrometers: a case study from Stockholm, Sweden // Trees. 2023. Vol. 37. P. 31–40. DOI: https://doi.org/10.1007/s00468-020-02082-8.

29. Hanslin H. M., Przybysz A., Slimestad R., Sæbø A. Stress acclimation and particulate matter accumulation in *Pinus sylvestris* saplings affected by

moderate combinations of urban stressors // Science of the Total Environment. 2017. Vol. 593–594. P. 581–591. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.133.

30. Kandziora-Ciupa M., Ciepał R., Nadgórska-Socha A., Barczyk G. Accumulation of heavy metals and antioxidant responses in *Pinus sylvestris* L. needles in polluted and non-polluted sites // Ecotoxicology. 2016. Vol. 25. P. 970–981. DOI: https://doi.org/10.1007/s10646-016-1654-6.

31. Markkola A. M., Tarvainen O., Ahonen-Jonnarth U., Strömmer R. Urban polluted forest soils induce elevated root peroxidase activity in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings // Environmental Pollution. 2002. Vol. 116, No. 2. P. 273–278. DOI: https://doi.org/10.1016/S0269-7491(01)00126-9.

32. Markkola A. M., Ohtonen R., Tarvainen O., Ahonen-Jonnarth U. Estimates of fungal biomass in Scots pine stands on an urban pollution gradient // New Phytologist. 1995. Vol. 131, No. 1. P. 139–147. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1995.tb03063.x.

33. Fritze H. Influence of urban air pollution on needle litter decomposition and nutrient release: a comparison of *Pinus sylvestris* L. and *Picea abies* (L.) Karst. // Scandinavian Journal of Forest Research. 1988. Vol. 3, No. 1–4. P. 291–297. DOI: https://doi.org/10.1080/02827588809382517.

34. Oleksyn J., Karolewski P., Giertych M. J., Werner A., Tjoelker M. G., Reich P. B. Relations between Scots pine needle element concentrations and decreased needle longevity along pollution gradients // Environmental Pollution. 2003. Vol. 122, No. 1. P. 119–126. DOI: https://doi.org/10.1016/S0269-7491(02)00274-9.

35. Sæbø A., Popek R., Nawrot B., Hanslin H. M., Gawrońska H., Gawroński S. W. Plant species differences in particulate matter accumulation on leaf surfaces // Science of the Total Environment. 2012. Vol. 427–428. P. 347–354. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.03.084.

36. Cindrić I. J., Zeiner M., Starčević A., Stingeder G. Metals in pine needles: characterisation of bio-indicators depending on species // International

Journal of Environmental Science and Technology. 2019. Vol. 16. P. 4339–4346. DOI: https://doi.org/10.1007/s13762-018-2096-x.

37. Dzierżanowski K., Popek R., Gawrońska H., Sæbø A., Gawroński S. W. Deposition of particulate matter of different size fractions on leaf surfaces and in waxes of urban forest species // International Journal of Phytoremediation. 2011. Vol. 13, No. 10. P. 1037–1046. DOI: https://doi.org/10.1080/15226514.2011.552929.

38. Hwang H. J., Yook S. J., Ahn K. H. Experimental investigation of submicron and ultrafine soot particle removal by tree leaves // Atmospheric Environment. 2011. Vol. 45, No. 38. P. 6987–6994. DOI: https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2011.09.019.

39. Mori J., Sæbø A., Hanslin H. M., Teani A., Ferrini F., Fini A., Burchi G. Particulate matter and element accumulation on coniferous trees at different distances from a highway // Urban Forestry & Urban Greening. 2015. Vol. 14, No. 1. P. 170–177. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ufug.2014.09.005.

40. Klad'ko Yu. V., Skripal'shchikova L. N. Radial growth of Scots pine in the green stands of Krasnoyarsk city // Siberian Journal of Forest Science. 2021. Vol. 8, No. 3. P. 38–43. DOI: https://doi.org/10.15372/SJFS20210304.

41. Кіналевський Д.М., Татаренко Я.Р., Демчук С. В., Захарченко Р. С., Тимчишин М.Б., Уманцев Е.В., Сірук І.М. Зелені зони Житомира як складова міської зеленої інфраструктури: аналіз за даними геопорталу. XXII Всеукраїнська науково-практична конференція «Виклики сьогодення та наслідки Чорнобильської катастрофи. Екологія. Наука. Практика – 2026» (23 квітня 2026 року). Житомир: Поліський національний університет. 2026. С. 169-170.

42. Уманцев Е.В. Сосна звичайна у системі насаджень міста Житомира: поширення, стан, перспективи. Науково-практична конференція науково-педагогічних працівників, докторантів та аспірантів «Наукові читання 2026» (01 травня 2026 року). Житомир: Поліський національний університет. 2026. С. 217-218.