

АНАЛІЗ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ У ПАРКУ ВОЇНІВ-ІНТЕРНАЦІОНАЛІСТІВ М. ІВАНО-ФРАНКІВСЬК У КОНТЕКСТІ АДАПТАЦІЇ МІСЬКИХ ЕКОСИСТЕМ ДО ЗМІН КЛІМАТУ

Миленька М. М., Козак І. І., Гнєзділова В. І., Різничук Н. І.
Карпатський національний університет імені Василя Стефаника
вул. Шевченка, 57, 77008, м. Івано-Франківськ
myroslava.mylenska@cnu.edu.ua, ihor.kozak@cnu.edu.ua,
viktoria.gniezdilova@pnu.edu.ua, nadiia.riznychuk@cnu.edu.ua

У статті представлено результати комплексної інвентаризації деревних насаджень у Парку воїнів-інтернаціоналістів м. Івано-Франківськ – важливій міській зеленій зоні, що виконує низку екосистемних функцій. Метою дослідження було виявлення видового складу, кількісно-якісних характеристик зелених насаджень, аналіз їхнього санітарного стану та оцінка потенціалу щодо протидії наслідкам змін клімату. Робота базується на натурному обстеженні з використанням геолокаційних координат, морфометричних замірів (висота та діаметр стовбура), ідентифікації стану кожного дерева.

Було обліковано понад 250 дерев, що репрезентують більш ніж 25 ботанічних родів, зокрема *Tilia*, *Acer*, *Fraxinus*, *Carpinus*, *Juglans*, *Quercus*, *Catalpa*, *Ulmus*, *Philadelphus*, *Prunus* та інші. Проаналізовано просторовий розподіл зелених насаджень у межах парку, їх вік, структурну зрілість та потенціал до фітомеліорації. Середні показники висоти дерев становили близько 23 м, діаметра стовбура – 103 см. Переважає липа серцелиста, яка не лише витривала до міських умов, а й ефективна у боротьбі з пилом, шумом і надмірним перегрівом повітря.

Актуальність дослідження обумовлена необхідністю підвищення адаптивного потенціалу міських ландшафтів в умовах глобального потепління. Автори дослідили здатність виявлених видів абсорбувати вуглекислий газ, знижувати температуру повітря шляхом тіньоутворення та транспірації, а також підтримувати гідрологічний баланс на локальному рівні. Просторовий аналіз виявив зони з недостатньою щільністю озеленення, що є критично важливим з урахуванням урбаністичного тиску та росту температур у міських районах.

Оцінка фітосанітарного стану показала, що понад 90 % дерев перебувають у задовільному або доброму стані. Разом з тим, зафіксовано низку старих або пошкоджених екземплярів, що вимагають втручання – санітарної обрізки, реконструкції або заміни. На основі зібраних даних запропоновано рекомендації щодо оптимізації структури зелених насаджень, зокрема впровадження більшої видової різноманітності, стійкої до кліматичних аномалій, та розробки інтегрованих програм управління міською зеленню.

Отримані результати можуть слугувати науковою основою для прийняття управлінських рішень у сфері екологічного планування, урбаністики та адаптації міського середовища до змін клімату. *Ключові слова:* інвентаризація дерев, урбаністичні екосистеми, зміни клімату, міське середовище, зелені насадження, екосистемні послуги, адаптація, екологічна стійкість, сталий розвиток, фітосанітарний стан.

Analysis of urban greenery in the Park of Internationalist Soldiers in Ivano-Frankivsk in the context of climate change adaptation. Mylenka M., Kozak I., Hniezdilova V., Riznychuk N.

This paper presents the results of a comprehensive inventory of tree vegetation in the Park of Internationalist Soldiers in Ivano-Frankivsk – an important urban green space that performs multiple ecosystem functions. The aim of the study was to identify species composition, assess the quantitative and qualitative characteristics of the trees, analyze their sanitary condition, and evaluate their potential contribution to climate change mitigation. The research was based on in-field measurements including geographic coordinates, morphometric parameters (height and trunk diameter), and health status assessments for each tree.

Over 250 trees representing more than 25 botanical genera were surveyed, including *Tilia*, *Acer*, *Fraxinus*, *Carpinus*, *Juglans*, *Quercus*, *Catalpa*, *Ulmus*, *Philadelphus*, *Prunus*, and others. Spatial distribution, age structure, and the ecological maturity of the trees were analyzed with a focus on their potential for phytomelioration. The average height of the trees was approximately 23 meters, and the average trunk diameter was 103 cm. The dominant species *Tilia cordata*, was noted for its high tolerance to urban conditions and its effectiveness in reducing dust, noise, and urban overheating.

The relevance of this study lies in the need to enhance the adaptive capacity of urban landscapes under conditions of global warming. The authors examined the ability of the inventoried species to absorb CO₂, cool the air through shading and transpiration, and maintain local hydrological balance. Spatial analysis revealed areas with insufficient vegetation density, which is critical given the pressures of urbanization and rising temperatures.

Sanitary assessments showed that more than 90 % of trees are in satisfactory or good condition. However, several old or damaged specimens were identified, requiring pruning, restoration, or replacement. Based on the collected data, recommendations were developed for optimizing the green infrastructure of the park, including increasing species diversity with climate-resilient plants and creating integrated management programs for urban greenery.

The findings provide a scientific foundation for decision-making in the fields of environmental planning, urban development, and adaptation of urban ecosystems to climate change. *Key words:* tree inventory, urban ecosystems, climate change, urban environment, green plantings, ecosystem services, adaptation, ecological resilience, sustainable development, phytosanitary condition.

Постановка проблеми. Урбанізація та глобальні кліматичні зміни створюють нові виклики для функціонування міських екосистем. Зростання температур, збільшення частоти екстремальних погодних явищ, зниження якості повітря та ущільнення забудови значно посилюють навантаження на зелені насадження в межах міст. Водночас саме міські дерева здатні пом'якшувати ці негативні процеси – вони знижують температуру повітря, фільтрують забруднення, поглинають вуглекислий газ, підвищують біорізноманіття та сприяють формуванню комфортного міського середовища [1, 3].

Однак ефективність виконання цих екосистемних функцій значною мірою залежить від структури, видового складу, фізіологічного стану та просторової організації зелених насаджень. У більшості українських міст, зокрема в Івано-Франківську, інформація про міське озеленення є фрагментарною або застарілою [2, 7]. Бракує комплексних інвентаризацій, які б дозволили оцінити реальний стан зелених зон, визначити потенційно проблемні ділянки та розробити обґрунтовані заходи для їхнього збереження й розвитку.

Парк воїнів-інтернаціоналістів – одна з ключових рекреаційних територій Івано-Франківська, яка виконує не лише соціальну, а й важливу екологічну функцію. Проте на сьогодні його деревостан не досліджувався системно, що ускладнює прийняття обґрунтованих рішень щодо його утримання, розвитку та адаптації до кліматичних змін. Таким чином, актуальним є проведення ґрунтового дослідження стану зелених насаджень цього парку на основі натурного обстеження та геопросторового аналізу.

Актуальність дослідження. У сучасних умовах кліматичних змін питання збереження, розвитку та адаптації міських зелених насаджень набуває особливої ваги. Зростання середньорічних температур, частіші періоди посух, погіршення якості повітря та збільшення навантаження на міське середовище вимагають перегляду підходів до формування та управління урбаністичними екосистемами. Зелені насадження, зокрема дерева, відіграють ключову роль у пом'якшенні негативних кліматичних наслідків завдяки здатності поглинати парникові гази, знижувати температуру повітря, зменшувати ефект міського острова спеки, регулювати водний баланс і поліпшувати психоемоційний стан мешканців.

Попри це, у багатьох українських містах, включно з Івано-Франківськом, залишається нерозв'язаною проблема системного обліку, моніторингу та планування зелених зон. Недостатній рівень уваги до стану дерев, відсутність актуальної інвентаризації та

фахового аналізу знижують ефективність управлінських рішень, а інколи – призводять до безповоротної втрати цінних біотичних компонентів міського ландшафту [2, 6].

Актуальність даного дослідження зумовлена потребою у створенні актуальної бази даних про стан зелених насаджень Парку воїнів-інтернаціоналістів як одного з важливих осередків урбаністичної зеленої інфраструктури. Проведення повноцінної інвентаризації дерев із залученням GPS-координат, морфометричних параметрів і оцінки санітарного стану дозволяє не лише ідентифікувати проблемні ділянки, але й запропонувати обґрунтовані заходи для підвищення стійкості міського середовища до кліматичних викликів.

Крім того, результати дослідження можуть бути використані як база для інтеграції екосистемного підходу у процеси просторового планування, розвитку міських парків і скверів, а також впровадження програм з екологічної модернізації міського простору.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Дослідження, проведене авторами, відповідає актуальним напрямкам наукових пошуків у сфері урбоєкології, ландшафтної екології та кліматичної адаптації міських територій. Воно інтегрує міждисциплінарний підхід до аналізу стану зелених насаджень, поєднуючи геоінформаційні технології, екологічний моніторинг та прикладну ботаніку [3, 4]. Здійснене інвентаризаційне обстеження дерев у Парку воїнів-інтернаціоналістів забезпечує базу первинних даних для подальших наукових досліджень щодо змін структури міських фітоценозів, впливу урбанізаційного тиску та оцінки екосистемних послуг.

З практичної точки зору, результати роботи безпосередньо співвідносяться з потребами муніципального управління зеленими зонами. Одержана інформація дозволяє формувати обґрунтовані рішення щодо санітарної обрізки, заміни, збереження чи оновлення деревного складу в умовах змін клімату. Водночас напрацьована методика інвентаризації з геопросторовою фіксацією об'єктів може бути застосована як модель для оцінки інших зелених масивів у межах міської території.

Авторський доробок також сприяє реалізації положень державних стратегій і програм, таких як Стратегія адаптації до змін клімату, Національний план дій з охорони навколишнього природного середовища, Стратегія розвитку зелених міст тощо. Таким чином, дослідження забезпечує наукове підґрунтя для прийняття ефективних рішень на місце-

вому рівні та може стати компонентом комплексної політики екологічного розвитку міста.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання інвентаризації міських зелених насаджень та їхнього впливу на якість урбанізованого середовища активно досліджуються в сучасній науковій літературі. Особливої актуальності ці теми набули в контексті зміни клімату та необхідності адаптації міських ландшафтів до зростаючих екологічних навантажень. У роботах українських та зарубіжних дослідників [1–5], наголошується на значенні комплексного обліку дерев для оцінки екосистемних послуг, планування озеленення та просторової реструктуризації міських екосистем.

Зокрема, праці D. Nowak та його колег із програми i-Tree у США показали ефективність застосування геоінформаційних систем для картування дерев у містах і кількісної оцінки таких показників, як утримання вуглецю, затінення, очищення повітря та регулювання водного балансу. У дослідженнях J. Gillner і S. Pauleit зроблено акцент на видовому доборі дерев, стійких до кліматичних стресів, зокрема підвищеної температури, посухи та забруднення повітря.

В українському контексті низка досліджень присвячена екологічному оцінюванню стану насаджень у містах [6], однак більшість з них зосереджується на окремих парках або ботанічних садах, не охоплюючи повною мірою структуру та функції зелених насаджень у середніх за розміром містах, таких як Івано-Франківськ.

Таким чином, незважаючи на зростання наукового інтересу до тематики урбаністичного озеленення, залишається недостатньо вивченою структура й функціональний потенціал конкретних міських об'єктів зеленого фонду, особливо в контексті їхньої ролі у кліматичній адаптації. Це зумовлює потребу у проведенні поглиблених інвентаризацій та екологічного аналізу міських деревостанів, що й стало метою цього дослідження.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Попри наявність численних досліджень, присвячених стану міських зелених насаджень, значна частина з них має загальний або описовий характер та не враховує сучасні виклики, пов'язані зі змінами клімату, урбанізаційним тиском та необхідністю інтегрованого екосистемного підходу до просторового планування. Як показує огляд наукової літератури, більшість робіт зосереджуються на інвентаризації окремих об'єктів без урахування їхнього функціонального навантаження в умовах трансформації кліматичних параметрів та антропогенного впливу.

Зокрема, залишаються недостатньо розробленими такі аспекти, як:

- поєднання даних інвентаризації дерев із геопросторовим аналізом з метою виявлення зон потенційного озеленення;

- кількісна оцінка потенціалу зелених насаджень до кліматичної адаптації (тепловий комфорт, вуглецеве поглинання, водорегулювання);

- ідентифікація структурної стійкості міських деревостанів до екстремальних погодних явищ;

- формування баз даних, придатних для використання в муніципальному управлінні.

У межах дослідження Парку воїнів-інтернаціоналістів запропоновано методичний підхід, який дозволяє вирішити вищезазначені проблеми шляхом об'єднання польових вимірювань, використання GPS-координат, аналізу морфометричних показників та оцінки фітосанітарного стану кожного дерева. Отримані результати створюють основу для впровадження доказового підходу в управлінні міською зеленою інфраструктурою з урахуванням потреб кліматичної адаптації.

Новизна. Наукова новизна проведеного дослідження полягає у поєднанні традиційних методів інвентаризації зелених насаджень із сучасними підходами геоінформаційного аналізу та екологічного оцінювання їхньої ролі в адаптації міського середовища до змін клімату. На відміну від попередніх досліджень, у роботі:

- вперше здійснено комплексну інвентаризацію деревного покриву Парку воїнів-інтернаціоналістів в Івано-Франківську із застосуванням геопросторової прив'язки кожного дерева;

- проаналізовано видовий склад, морфометричні характеристики (висота, діаметр), просторове розміщення та фітосанітарний стан більш ніж 250 дерев, що дозволило оцінити рівень їхньої екологічної зрілості;

- визначено потенціал зелених насаджень до виконання екосистемних функцій в умовах зміни клімату – таких як зменшення теплового навантаження, абсорбція вуглецю, затримання вологості;

- окреслено ділянки з недостатньою щільністю насаджень, що становлять пріоритетні зони для озеленення з метою підвищення кліматичної стійкості урбаністичного ландшафту;

- розроблено пропозиції щодо оптимізації деревостану парку з урахуванням поточних екологічних ризиків та потреб муніципального планування.

Методологічне або загальнонаукове значення. Дослідження має як прикладне, так і загальнонаукове значення, оскільки демонструє інтеграцію польових екологічних обстежень із сучасними геоінформаційними підходами, що дозволяє об'єктивно оцінити стан міських зелених насаджень у реальному часі. Розроблена методика інвентаризації передбачає комплексну оцінку морфометричних показників дерев (висота, діаметр стовбура), їхній фітосанітарний стан, геопросторове розташування та видовий склад із подальшою можливістю екологічного моделювання.

Методологічна цінність полягає в можливості застосування цієї системи в інших містах України

та за її межами, незалежно від масштабів зеленого об'єкта. Оскільки підхід є уніфікованим, він може бути легко адаптований для створення локальних або регіональних баз даних щодо стану міських екосистем. Це, своєю чергою, забезпечує основу для формування політик сталого озеленення, ландшафтного планування та заходів щодо адаптації міського середовища до кліматичних змін.

У загальнонауковому контексті дослідження сприяє розвитку урбоекології, біомоніторингу та просторового аналізу екосистем, а також підвищує точність прийняття управлінських рішень завдяки обґрунтованому підходу до збору й інтерпретації екологічної інформації.

Виклад основного матеріалу. Польовий етап дослідження складався з повної інвентаризації деревного покриву Парку воїнів-інтернаціоналістів в місті Івано-Франківську. Для кожного дерева було зафіксовано такі показники: вид (українською та латинською мовами), діаметр стовбура на висоті грудей (см), орієнтовна висота (м), географічні координати та потреба у санітарній обробці.

Загалом було обліковано понад 250 дерев, що належать до понад 25 ботанічних родів. У результаті аналізу частоти видів було встановлено, що найбільш представленими є дерева роду *Tilia* (липа), *Acer* (клен), *Fraxinus* (ясен), *Juglans* (горіх), *Ulmus* (в'яз) та *Carpinus* (граб). Також у парку зростають декоративні екзоти, зокрема сакура (*Prunus serrulata*) та гібіскус (*Hibiscus*), що надають території естетичної цінності.

На основі зібраних даних було розраховано середній діаметр стовбура дерев – приблизно 61,2 см, а середня висота – близько 32,7 м, що свідчить про зрілий стан більшості насаджень. Серед виявлених видів найбільш чисельними є сакура, липа та гібіскус. Виявлено, що лише незначна частина дерев потребує санітарного втручання, що свідчить про задовільний загальний фітосанітарний стан деревостану. При цьому наявність дерев з великим діаметром та високою кроною вказує на значний потенціал поглинання вуглецю та терморегулювальну роль.

Для виявлення просторових закономірностей у розміщенні дерев проведено аналіз координат GPS. Це дозволило ідентифікувати зони з недостатньою щільністю озеленення, що мають пріоритетне значення для майбутніх насаджень у контексті кліматичної адаптації.

Отримані результати можуть бути використані як для поточних управлінських рішень з догляду за парком, так і для довгострокового стратегічного планування зелених інфраструктур у місті.

Головні висновки.

1. Здійснено комплексну інвентаризацію деревного покриву Парку воїнів-інтернаціоналістів у м. Івано-Франківську, яка охопила понад 250 дерев, із фіксацією їх видового складу, морфометричних характеристик та географічного розташування.

2. Встановлено видовий склад насаджень, що представлений більш ніж 25 родами деревних рослин. Найбільш чисельними є *Tilia*, *Acer*, *Fraxinus*, *Juglans*, *Carpinus* та *Ulmus*. Також виявлено окремі екземпляри декоративних порід – сакури та гібіскуса.

3. Середній діаметр дерев становить близько 61 см, а середня висота – понад 32 м. Це свідчить про сформовану структуру насаджень, які вже виконують важливі екосистемні функції – терморегуляцію, очищення повітря, утримання вологи.

4. Понад 90 % дерев перебувають у задовільному або доброму фітосанітарному стані, однак виявлено й окремі екземпляри, що потребують санітарної обробки чи заміни.

5. Просторовий аналіз дерев за GPS-координатами дозволив виявити зони з недостатнім озелененням, які мають потенціал для подальшого збагачення рослинного покриву та підвищення екологічної стійкості території.

6. Результати дослідження є основою для ухвалення управлінських рішень у сфері міського озеленення та формування адаптаційної політики до змін клімату на рівні місцевих громад.

Перспективи використання результатів дослідження. Результати дослідження мають широке практичне й наукове застосування, що може бути реалізовано на кількох рівнях:

– Муніципальне управління зеленими зонами: дані інвентаризації можуть бути інтегровані в цифрові системи обліку зелених насаджень міста Івано-Франківська. Це дозволить більш ефективно планувати санітарний догляд, обрізку, видалення або заміну дерев, а також розробку стратегій озеленення з урахуванням кліматичних ризиків.

– Просторове планування: на основі аналізу GPS-координат та ідентифікації малозелених ділянок можна оптимізувати розміщення нових посадок, з урахуванням соціальних, екологічних та естетичних факторів. Результати можуть стати основою для проектування екологічних коридорів або буферних зелених зон.

– Освітні та наукові цілі: зібраний матеріал може бути використаний для підготовки фахівців у галузі екології, урбаністики, ландшафтного дизайну, а також для подальших наукових досліджень з урбо-екології, біомоніторингу та сталого розвитку міських територій.

– Адаптація до змін клімату: дослідження надає базу для розрахунку екосистемних послуг міських дерев – таких як охолодження повітря, утримання опадів, фільтрація забруднень – що є необхідною умовою розробки локальних адаптаційних стратегій.

– Підтримка міжсекторальної співпраці: результати можуть бути використані в рамках співпраці між органами місцевого самоврядування, екологічними громадськими організаціями, навчальними закладами та бізнесом у реалізації спільних ініціатив щодо розвитку міського зеленого середовища.

Література

1. Бокоч Н. І. Урбоєкосистеми міст України: стан, проблеми та шляхи сталого розвитку. *Екологічні науки*. 2021. № 1(32). С. 27–33.
2. Гайдук М. І. Оцінка фітосанітарного стану деревних насаджень у паркових зонах міст Західної України. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2020. Вип. 137. С. 90–95.
3. Gillner S., Vogt J., Roloff A. Climatic response and impacts of tree species in urban environments. *Landscape and Urban Planning*. 2015. Vol. 143. P. 33–42.
4. Nowak D. J., Greenfield E. J. Tree and impervious cover change in U.S. cities. *Urban Forestry & Urban Greening*. 2012. Vol. 11, No. 1. P. 21–30.
5. Pauleit S., Ennos R., Golding Y. Modeling the environmental impacts of urban land use and land cover change – a study in Merseyside, UK. *Landscape and Urban Planning*. 2005. Vol. 71. P. 295–310.
6. Царенко І. О. Методика еколого-санітарного обстеження зелених насаджень в умовах урбанізованого середовища. *Вісник Львівського університету*. Серія біологічна. 2017. Вип. 75. С. 221–228.
7. Шлапак О. І., Романенко А. І. Інвентаризація зелених насаджень міста: методичні підходи та практика впровадження. *Науковий вісник Ужгородського університету*. Серія: Біологія. 2018. Вип. 44. С. 132–138.

Дата першого надходження рукопису до видання: 27.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 15.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025