

УДК 502.211:582]:712.4(477.53-25)

DOI <https://doi.org/10.33989/2025.11.2.352469>

Г. Ю. Темнохуд

Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка
вул. Остроградського, 2, м. Полтава, Україна, 36000

temnohud@gsuite.pnpu.edu.ua

ORCID: 0009-0006-0238-9162

Т. В. Дерев'янку

Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка
вул. Остроградського, 2, м. Полтава, Україна, 36000

derevyanko602@ukr.net

ORCID: 0000-0002-5097-8299

ОЦІНКА ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ ДЕРЕВНОЇ РОСЛИННОСТІ ТЕРИТОРІЙ ОБМЕЖЕНОГО КОРИСТУВАННЯ М. ПОЛТАВИ ЗА ДОПОМОГОЮ I-TREE ECO

Проведено комплексну оцінку екосистемних послуг, що надаються деревною рослинністю територій обмеженого користування м. Полтави – зокрема, зеленими насадженнями на територіях закладів освіти та охорони здоров'я – із використанням програмної моделі *i-Tree Eco*, що дозволяє кількісно визначати внесок дерев у підтримання екологічної рівноваги міського середовища. Інвентаризація охопила 500 дерев, які належать до 24 видів і 13 родин та репрезентують сучасну дендрофлору міста. Виявлено, що домінують *Acer platanoides* (18,0 %), *Tilia cordata* (14,6 %) і *Aesculus hippocastanum* (10,6 %), які формують основну структуру насаджень і забезпечують найбільший обсяг екосистемних послуг. Значну частку займають *Betula pendula*, *Quercus robur*, *Populus alba*, *Fraxinus excelsior* та інші види, включно з декоративними інтродуцентами, що створює різноманітний за функціями деревостан. Середній діаметр стовбурів становить 10–40 см, висота більшості дерев 6–15 м, але збереглися окремі старі крупномірні екземпляри, важливі для біорізноманіття та культурної ідентичності міського ландшафту. За результатами моделювання встановлено, що дерева щорічно акумулюють 7,67 т вуглецю, а загальний запас становить 279,3 т, що еквівалентно зменшенню викидів CO₂ на рівні малих міських кварталів. Щорічне продукування кисню оцінено у 20,46 т, що робить насадження важливим компонентом підтримки якості повітря. Крім того, зелені насадження затримують 497,8 м³ поверхневого стоку, знижуючи ризик підтоплення і навантаження на міську зливову систему. Відновна вартість деревостанів оцінена у 42,2 млн грн, що підкреслює їхню економічну значущість та необхідність охорони. Отримані результати підтверджують, що навіть відносно невеликі зелені насадження на територіях об'єктів соціальної інфраструктури виконують важливі екосистемні функції та забезпечують суттєві екологічні й соціальні вигоди для міського середовища. Врахування цих даних дозволяє розробляти ефективні стратегії управління озелененням Полтави, оптимізувати видовий склад і підвищувати стійкість насаджень до потенційних загроз.

Ключові слова: *i-Tree Eco*, екосистемні послуги, міські дерева, Полтава, дендрофлора, управління озелененням.

Вступ. Урбанізовані території суттєво впливають на якість середовища проживання населення. Проте надмірна забудова та зростаючий антропогенний тиск спричиняють деградацію зелених насаджень та зниження їхніх функцій у міському середовищі (Смоляр, 2019). Території обмеженого користування, зокрема зелені насадження на територіях закладів освіти та охорони здоров'я, залишаються важливими осередками міського озеленення, що забезпечують регуляцію мікроклімату, очищення повітря, зменшення поверхневого стоку та інші екосистемні послуги, які підвищують комфорт і безпеку міського середовища (Панасенко, 2005; Смоляр, 2019; Marques, Alvim, & Schröder, 2022; Ordóñez et al., 2023; Скриль, 2024).

Оцінка екосистемних послуг міських дерев є пріоритетним напрямом сучасної екології та урбаністичного планування (Haase et al., 2014; Moser, Rahma, Pretzsch, Pauleit, & Rötzer, 2017). Методи біоіндикації, що використовуються для оцінки загального стану насаджень (Смоляр, 2019), забезпечують базову інформацію, проте для комплексної кількісної оцінки екологічних і економічних вигод застосовують спеціалізовані програмні моделі. Однією з найпоширеніших є i-Tree Eco, розроблена Службою лісів США, яка дозволяє визначати біометричні параметри дерев, їхній внесок у зменшення забруднення повітря, акумуляцію вуглецю, економію енергії та інші показники (Roy, Byrne, & Pickering, 2012).

Попередні дослідження в Україні здебільшого зосереджувалися на видовому складі та біоіндикації стану насаджень (Смоляр, 2019; Орловський, 2025), проте бракує робіт, що комплексно оцінюють екосистемні послуги дерев територій обмеженого користування з використанням i-Tree Eco. Міжнародні дослідження доводять значний потенціал цієї моделі для управління міським озелененням (Roy, Byrne, & Pickering, 2012), однак їх результати потребують локальної адаптації з урахуванням регіональних кліматичних, соціальних і просторових особливостей. Полтава має розгалужену систему зелених насаджень, зокрема на територіях навчальних і медичних закладів, які часто залишаються поза увагою при плануванні міської екологічної політики (Байрак, 2007; Смоляр, 2019). Недостатня системна оцінка їхніх екосистемних функцій обмежує можливості оптимізації догляду та розвитку цих насаджень.

Об'єкт дослідження – деревна рослинність територій обмеженого користування м. Полтави, зокрема зелені насадження на територіях закладів освіти та охорони здоров'я.

Предмет дослідження - екосистемні послуги, які надають дерева на цих територіях, та їх кількісна і економічна оцінка за допомогою моделі i-Tree Eco.

Мета дослідження – оцінити екосистемні послуги деревної рослинності територій обмеженого користування м. Полтави з використанням моделі i-Tree Eco.

Матеріали і методи. Дослідження проведено у м. Полтава, що розташоване в Лівобережному Лісостепу України і характеризується помірно-континентальним кліматом із середньорічною температурою +7,5...+8,0 °C та кількістю опадів 520–560 мм (Байрак, 2007). Для забезпечення репрезентативності вибірки було обстежено 7 шкільних і 3 медичні заклади, розташовані в різних районах Полтави, які відрізнялися інтенсивністю забудови та характером озеленення. Інвентаризація деревної рослинності проводилася у 2025 р. відповідно до протоколів збору даних, рекомендованих для застосування у моделі i-Tree Eco (Roy, Byrne, & Pickering, 2012). Модель i-Tree Eco широко використовується у міжнародних дослідженнях для оцінки екосистемних послуг дерев у різних типах міських середовищ (Song, Kim, Mayer, He, & Tian, 2020). Всього було обліковано 500 дерев, що репрезентують сучасну дендрофлору територій обмеженого користування Полтави. Для кожного екземпляра визначали видову належність, діаметр стовбура на висоті 1,37 м (DBH), загальну висоту дерева, висоту до основи крони, ширину крони у напрямках Пн–Пд і Сх–Зх, відстань та напрямок до найближчих будівель, а також відсоток усихання та дефектів крони (Crown Dieback, Crown Missing). Визначення видів здійснювали за допомогою визначників дендрофлори України, а біометричні параметри порівнювали з літературними даними для контролю достовірності (Hirons, & Sjöman, 2019). Отримані дані вводилися до моделі i-Tree Eco, яка є одним із найбільш поширених інструментів кількісної оцінки екосистемних послуг міських дерев (Roy, Byrne, & Pickering, 2012). Модель розраховує щорічне поглинання та накопичення вуглецю, продукування кисню, очищення повітря від забруднюючих речовин, зменшення поверхневого стоку, енергозбереження та економічну вартість наданих послуг. Для адаптації результатів до українських умов були використані локальні кліматичні показники з найближчої метеостанції (ID 335060-99999, GPM), розташованої приблизно за 8 км від території дослідження, а також актуальні тарифи на електроенергію – 4,32 грн/кВт·год (Постанова Кабінету Міністрів України, 2019) та вартість вуглецю для розрахунків прийнята на рівні 3500 грн/т CO₂ (≈ 72,5 € за курсом НБУ на липень 2025 р.). Для адаптації міжнародних оці-

нок соціальної вартості вуглецю до умов України було обрано нижню межу сучасних мета-аналізів (Tol, 2023), що враховує відмінності в економічному розвитку регіону та забезпечує консервативність оцінки екосистемних послуг. Статистична обробка проводилася шляхом розрахунку питомої ваги видів, середніх діаметрів, висот і ширини крон дерев. Результати аналізу порівнювали з даними попередніх досліджень структури зелених насаджень Полтави (Смоляр, 2019; Орловський, 2025) та міжнародними оцінками екосистемних послуг урбаністичних деревостанів (Moser, Rahman, Pretzsch, Pauleit, & Rötzer, 2017). Отримані результати підтвердили репрезентативність вибірки та надійність застосованих методів (Hand, & Doick, 2019; Gupta et al., 2024; Sharma, Morgenroth, Richards, & Ye, 2025).

Результати та їх обговорення. У результаті проведеного дослідження встановлено, що деревні насадження територій обмеженого користування м. Полтави характеризуються середнім рівнем видового різноманіття, яке є типовим для міського озеленення Лівобережного Лісостепу. В межах досліджених об'єктів було обліковано 500 дерев, які належать до 24 видів, 19 родів та 13 родин. Домінуючими видами є *Acer platanoides* (18,0%), *Tilia cordata* (14,6%) та *Aesculus hippocastanum* (10,6%) (рис. 1). Висока частка цих порід та їх домінування у структурі міських деревостанів підтверджує результати попередніх досліджень структури озеленення Полтави (Смоляр, 2019; Орловський, 2025), а також узгоджується з даними для інших міст України, де клени, липи та каштани виступають ключовими видами у формуванні зелених насаджень (Панасенко, 2005; Дерев'яно, 2016). Значну частку також становлять *Betula pendula*, *Quercus robur*, *Populus alba*, *Fraxinus excelsior*, що вказує на різноманітність функціональних груп у складі насаджень (рис. 1). Видовий склад підтверджує переважання аборигенних листяних порід у поєднанні з адаптованими інтродуцентами, що забезпечує стабільність екосистемних функцій у міських умовах (Hirons, & Sjöman, 2019).

Аналіз біометричних показників дерев показав, що переважають середньовікові екземпляри з діаметрами стовбурів у межах 10–40 см та висотою 6–15 м, що відповідає оптимальним параметрам для умов територій закладів освіти та охорони здоров'я, де простір для розвитку обмежений. Присутність окремих крупномірних дерев *Juglans regia* і *Populus nigra* з DBH понад 70 см і висотою до 25 м свідчить про наявність цінних старих дерев, які виконують важливу екологічну функцію (Nowak, & Crane, 2002) та культурну роль у міському середовищі.

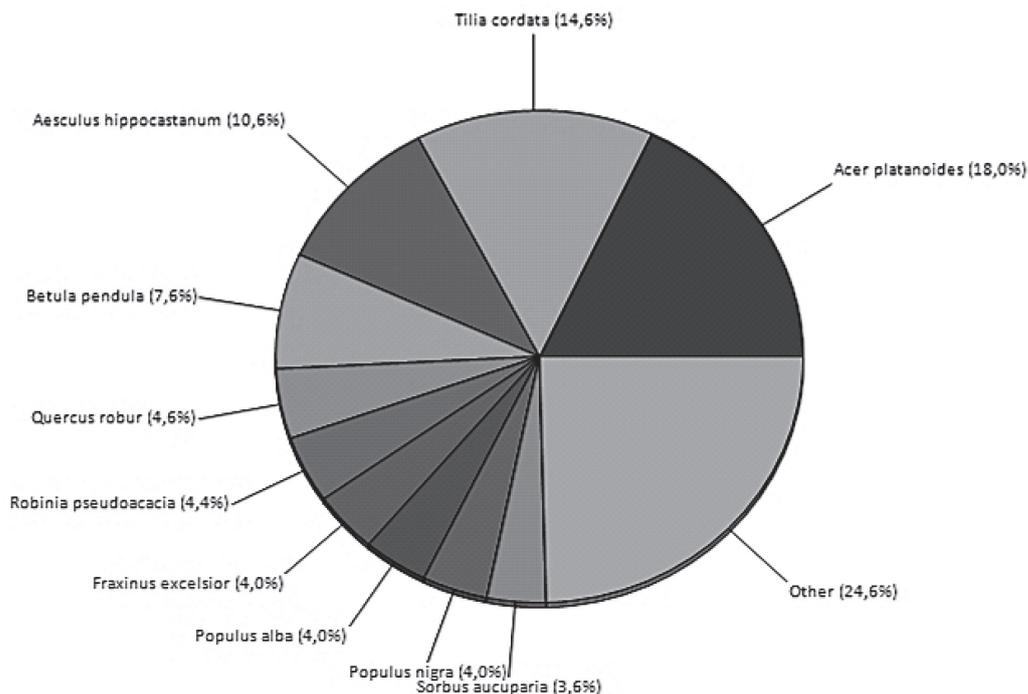


Рис. 1. Видовий склад дерев на досліджених територіях.

Оцінка екосистемних послуг за допомогою моделі i-Tree Eco показала, що деревні насадження цих об'єктів виконують важливу роль у вуглецевому балансі міста. Загальний запас вуглецю становить близько 279,3 т, а щорічне його поглинання – 7,67 т, що відповідає економічному еквіваленту 27,4 тис. грн/рік (рис. 3). Ці показники узгоджуються з діапазонами, наведеними у європейських дослідженнях екосистемних послуг міських дерев (Haase, 2014). Найбільший внесок у накопичення та секвестрацію вуглецю забезпечують *Acer platanoides*, *Tilia cordata* та *Aesculus hippocastanum*, що підтверджує їхню екологічну значущість і домінування у складі досліджених насаджень (рис. 2).

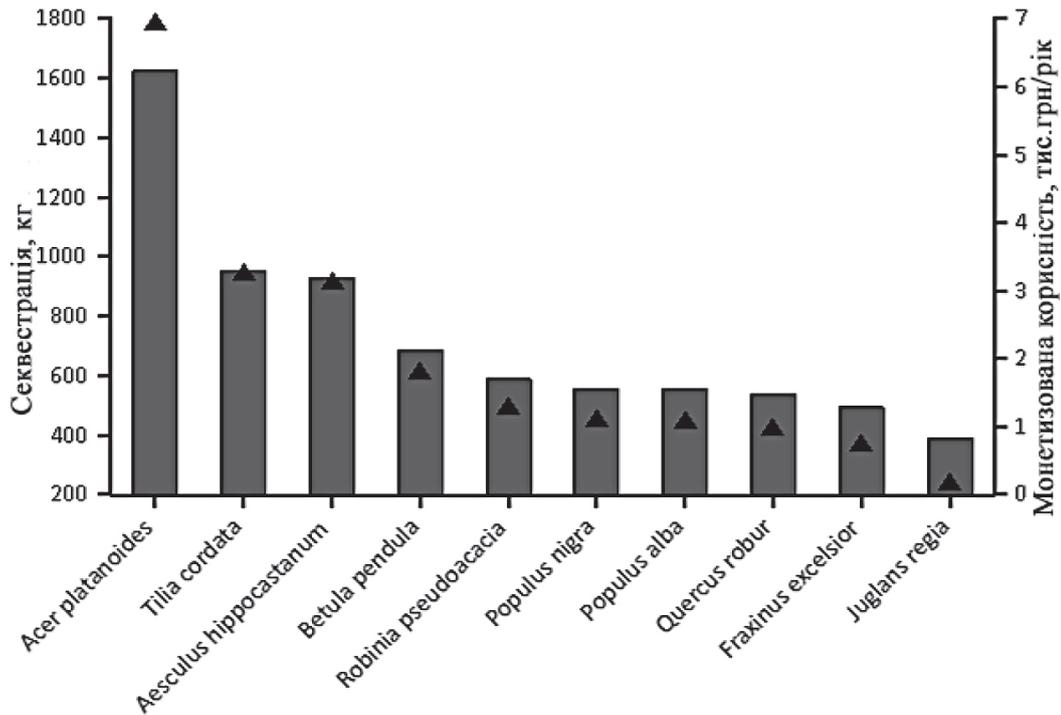


Рис. 2. Орієнтовна секвестрація вуглецю та вартість цієї екосистемної послуги стосовно основних видів.

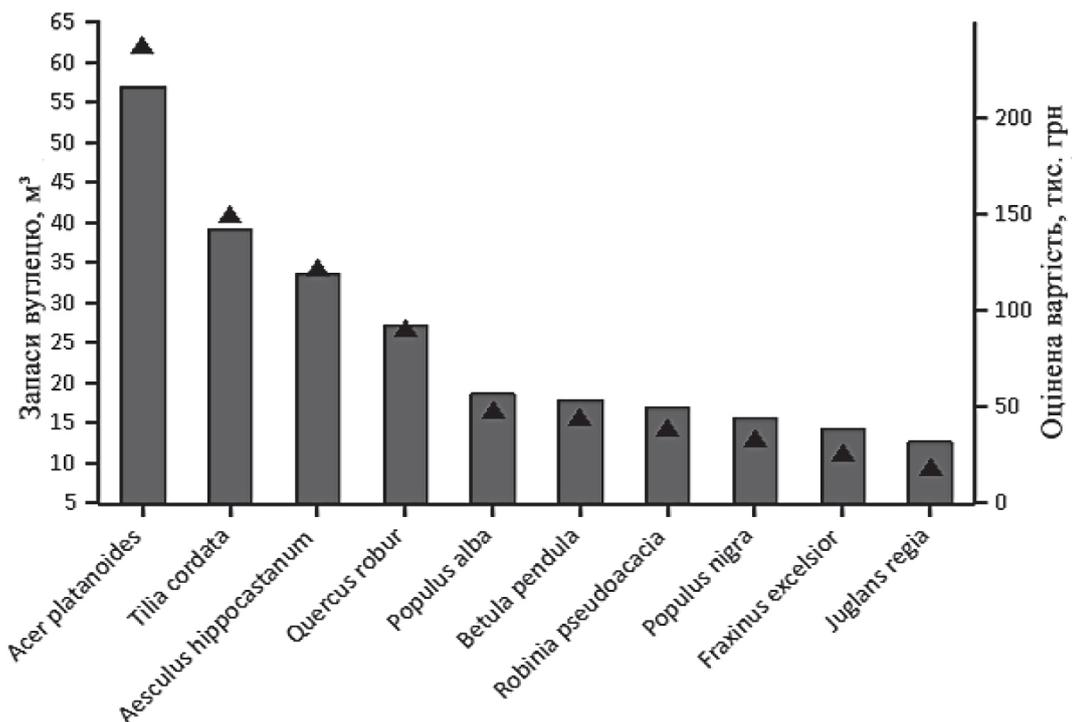


Рис. 3. Оцінені запаси вуглецю у деревостанах досліджуваних ділянок.

Таблиця 1

Провідні види дерев м. Полтави за обсягами наданих екосистемних послуг

Вид	Відсоток популяції	Відсоток площі листя	Показник важливості виду *
<i>Acer platanoides</i>	18,0	23,8	41,8
<i>Tilia cordata</i>	14,6	21,9	36,5
<i>Aesculus hippocastanum</i>	10,6	11,7	22,3
<i>Betula pendula</i>	7,6	5,5	13,1
<i>Populus alba</i>	4,0	6,7	10,7
<i>Quercus robur</i>	4,6	5,7	10,3
<i>Fraxinus excelsior</i>	4,0	5,0	9,0
<i>Populus nigra</i>	4,0	3,2	7,2

* – Показник важливості виду обчислювався як сума відсотку популяції та відсоткової площі листя і характеризує домінування виду в структурі міських насаджень.

Щорічна продукція кисню деревами територій дослідження, за даними моделі i-Tree Eco, становить 20,46 т, що є важливим внеском у підтримку якості міського повітря. Лідерами з продукування кисню є *Acer platanoides*, *Tilia cordata* і *Aesculus hippocastanum*, що пов'язано з великою площею листкового апарату та високим фотосинтетичним потенціалом (табл. 2). Ці результати узгоджуються з літературними даними, які підтверджують ключову роль дерев з розвинутою кроною у формуванні екосистемних послуг міських насаджень (Hirons, Sjöman, 2019).

Таблиця 2

Види дерев з найвищими показниками річного продукування кисню

Вид	Кисень (м ³)	Загальна секвестрація вуглецю (кг/рік)	Кількість дерев	Площа листя (гектар)
<i>Acer platanoides</i>	4,76	1784,23	90	6,28
<i>Tilia cordata</i>	2,51	941,25	73	5,78
<i>Aesculus hippocastanum</i>	2,43	911,69	53	3,08
<i>Betula pendula</i>	1,62	606,77	38	1,45
<i>Robinia pseudoacacia</i>	1,30	488,61	22	0,67
<i>Populus nigra</i>	1,19	446,53	20	0,85
<i>Populus alba</i>	1,18	444,08	20	1,76
<i>Quercus robur</i>	1,12	419,61	23	1,51
<i>Fraxinus excelsior</i>	0,98	368,22	20	1,33
<i>Juglans regia</i>	0,63	237,90	9	0,31
<i>Sorbus aucuparia</i>	0,41	153,77	18	0,16
<i>Catalpa bignonioides</i>	0,32	120,65	10	0,46
<i>Acer negundo</i>	0,31	117,89	6	0,31
<i>Prunus cerasifera</i>	0,26	97,36	12	0,08
<i>Salix alba</i>	0,21	80,40	5	0,22
<i>Picea abies</i>	0,20	73,92	10	0,70
<i>Carpinus betulus</i>	0,18	68,98	12	0,43
<i>Thuja occidentalis</i>	0,18	67,40	12	0,32
<i>Syringa vulgaris</i>	0,18	66,47	13	0,13
<i>Malus domestica</i>	0,15	54,40	8	0,04

Важливою функцією дерев є регуляція гідрологічного режиму, зокрема зменшення поверхневого стоку дощових вод. Встановлено, що насадження запобігають утворенню 497,8 м³ поверхневого стоку на рік, що знижує ризик підтоплень і навантаження на зливу каналізацію. Економічний ефект від цієї послуги оцінюється у 34,2 тис. грн/рік (рис. 4). От-

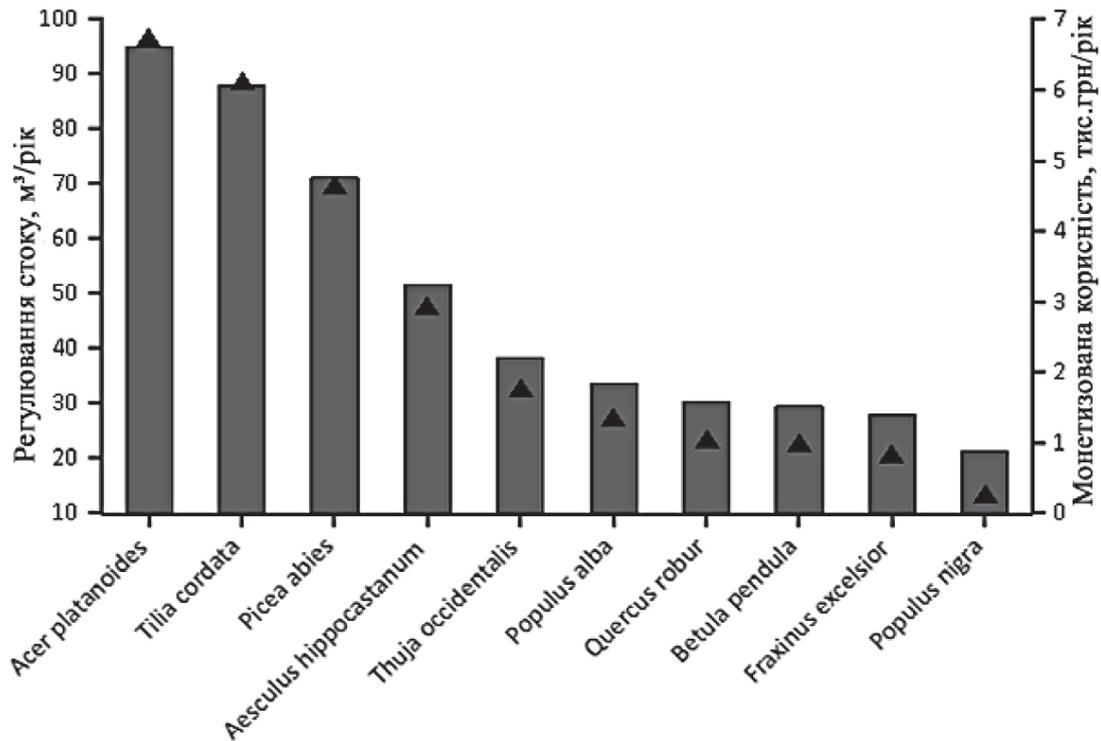


Рис. 4. Обсяги регулювання поверхневого стоку та вартість цієї екосистемної послуги стосовно видів із найбільшим загальним впливом.

римані результати узгоджуються з літературними даними, які підкреслюють важливу роль міських дерев у регуляції гідрологічного режиму (Roy, Byrne, & Pickering, 2012).

За результатами моделювання i-Tree Eco встановлено, що щорічна економічна оцінка екосистемних послуг, розрахована лише для тих функцій, для яких модель надає грошовий еквівалент, становить приблизно 61,6 тис. грн/рік.

Ця сума включає:

- вартість секвестрації вуглецю – 27,4 тис. грн/рік,
- вартість регуляції поверхневого стоку – 34,2 тис. грн/рік.

Відновна вартість деревостанів становить 41,9 млн грн. Найбільшу економічну цінність мають дерева *Acer platanoides* та *Tilia cordata*, що узгоджується з їхніми високими біометричними параметрами і часткою у складі насаджень (рис. 5). Ці результати підтверджують, що навіть невеликі території забезпечують вагомими екологічними та соціально-економічними вигодами для міського середовища (Hirons, & Sjöman, 2019).

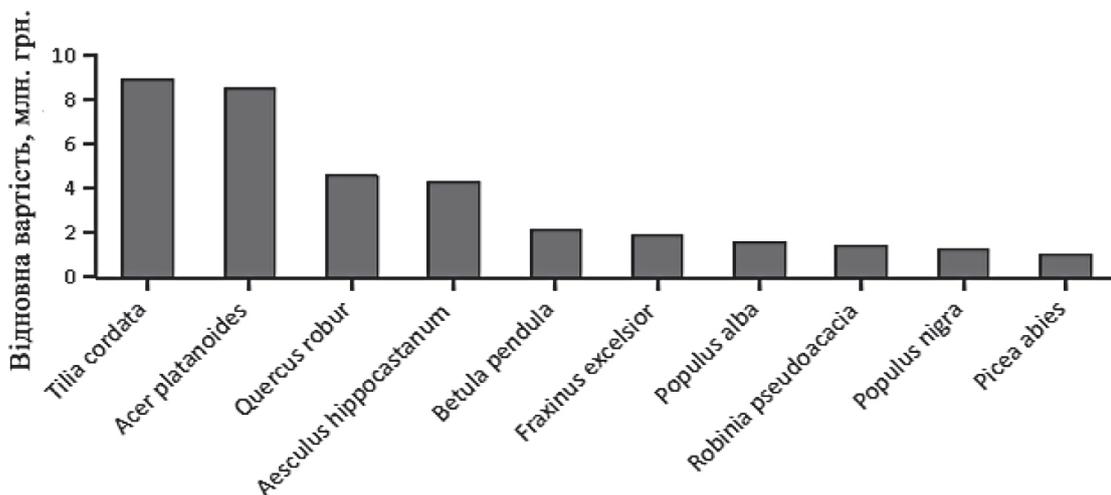


Рис. 5. Види рослин з найбільшою відновною вартістю.

Отримані результати узгоджуються з сучасними дослідженнями, які підкреслюють ключову роль дерев у регулюванні міського мікроклімату, зменшенні забруднення повітря та поліпшенні умов життя населення (Roy, Byrne, & Pickering, 2012; Moser, Rahman, Pretzsch, Pauleit, & Rötzer, 2017).

Загалом отримані дані підтверджують, що зелені насадження територій обмеженого користування, незважаючи на невелику площу, забезпечують вагомі екологічні та економічні вигоди. Науково обґрунтована підтримка та розвиток цих насаджень повинні стати складовою міської стратегії управління озелененням Полтави, що узгоджується із сучасними концепціями інтегрованого управління міськими зеленими зонами у контексті сталого розвитку (Hirons, & Sjöman, 2019; Смоляр, 2019).

Висновки. Проведене дослідження деревної рослинності територій закладів освіти і охорони здоров'я м. Полтави за допомогою моделі i-Tree Eco дозволило отримати комплексні дані про структуру, функціональні характеристики та екосистемні послуги міських насаджень. Виявлено, що на обстежених територіях домінують види *Acer platanoides* (18,0 %), *Tilia cordata* (14,6 %) та *Aesculus hippocastanum* (10,6 %). Видовий склад відзначається присутністю адаптованих інтродуцентів, проте зберігає співвідношення з аборигенними видами, що забезпечує екологічну стабільність досліджених угруповань.

Загальний запас вуглецю у деревостані досліджених територій становить близько 279,3 т, а річна секвестрація – 7,67 т. Ці показники підтверджують, що навіть локальні зелені насадження забезпечують суттєве зниження концентрації CO₂ у міському середовищі та можуть сприяти пом'якшенню кліматичних змін на локальному рівні. Річне продукування кисню оцінено в 20,46 т, а обсяг перехопленого поверхневого стоку – 497,8 м³, що підтверджує ключову роль дерев у підтриманні якості повітря та регуляції гідрологічного режиму міських екосистем.

Отримані результати підтверджують необхідність збереження високої видової різноманітності та пріоритетності висаджування місцевих стійких деревних видів, особливо на територіях соціальної інфраструктури. Проведене дослідження підтверджує ефективність використання i-Tree Eco для кількісної оцінки екосистемних послуг міських деревостанів, що може бути застосовано для планування та оптимізації озеленення Полтави та інших міст із подібними природно-кліматичними умовами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Байрак О. М., Самородов В. М., Панасенко Т. В. Парки Полтавщини: історія створення, сучасний стан дендрофлори, шляхи збереження і розвитку. Полтава : Верстка, 2007. 276 с.
- Дерев'яно Т. В. Екологічна характеристика дендрофлори зелених насаджень мікрорайону «Алмазний» (м. Полтава). *Біологія та екологія*. 2016. Т. 2, № 2. С. 22–27. DOI: <https://doi.org/10.33989/2414-9810.2016.2.2.180339>
- Орловський О. В. Вітальність дерев в урбаністичних ценозах Полтави залежно від антропогенного навантаження : дис. ... д-ра філософії : 03.00.05 / Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка. Полтава, 2025. 180 с.
- Панасенко Т. В. Санітарногігієнічні та оздоровчі властивості дерев та кущів. *Проблеми відтворення та охорони біорізноманіття України* : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (Полтава, 2005). Полтава, 2005. С. 34–35.
- Про затвердження Положення про покладення спеціальних обов'язків на учасників ринку електричної енергії для забезпечення загальносуспільних інтересів у процесі функціонування ринку електричної енергії : Постанова Кабінету Міністрів України від 05.06.2019 № 483 (зі змінами станом на 2025 р.). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/483-2019-%D0%BF#Text>
- Скриль А. М. Зелені підходи до формування екологічних кварталів в центральній історичній частині м. Полтава. Полтава : ПНПУ ім. В. Г. Короленка, 2024. 65 с.
- Смоляр Н. О. Зелені насадження Полтави в контексті стратегії розвитку міста. *Архітектура: естетика+екологія+економіка* : тези IV Міжнар. наук.-практ. конф. (Полтава, 2019). Полтава, 2019. С. 122–123.
- Gupta A., Chen X., Rizzo J., Verma S., Kochar K., Saligrama V. GreenScan: Towards large-scale monitoring of urban tree health using mobile sensing. *IEEE Sensors Journal*. 2024. Vol. 93. 128556. DOI: <https://doi.org/10.1109/JSEN.2024.3397490>
- Haase D., Larondelle N., Andersson E., Artmann M., Borgström S., Breuste J., Gomez-Baggethun E., Elmquist T. A quantitative review of urban ecosystem service assessments: Concepts, models, and implementation. *AMBIO*. 2014. Vol. 43 (4). P. 413–433. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0504-0>
- Hand K. L., Doick K. J. Understanding the role of urban tree management on ecosystem services: A Research Note based on UK iTree Eco studies. *Forestry Commission Research Note*. 2019. P. 1–45.
- Hirons A. D., Sjöman H. Tree species selection for green infrastructure: A guide for specifiers. Bristol: Trees and Design Action Group, 2019. 400 p.
- Marques A. L., Alvim A. T. B., Schröder J. Ecosystem services and urban planning: A review of the contribution of the concept to adaptation in urban areas. *Sustainability*. 2022. Vol. 14 (4). 2391. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14042391>

- Moser A., Rahman M. A., Pretzsch H., Pauleit S., Rötzer T. Inter- and intraannual growth patterns of urban small-leaved lime (*Tilia cordata* Mill.) at two public squares with contrasting microclimatic conditions. *International Journal of Biometeorology*. 2017. Vol. 61 (8). P. 1421–1435. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00484-016-1290-0>
- Nowak D. J., Crane D. E. Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA. *Environmental Pollution*. 2002. Vol. 116 (3). P. 381–389. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(01\)00214-7](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(01)00214-7)
- Ordóñez C., Threlfall C. G., Kendal D., Baumann J., Sonkkila C., Hochuli D. F., van der Ree R., Livesley S. J. Quantifying the importance of urban trees to people and nature through tree removal experiments. *People and Nature*. 2023. Vol. 5. P. 1316–1335. DOI: <https://doi.org/10.1002/pan3.10509>
- Roy S., Byrne J., Pickering C. A systematic quantitative review of urban tree benefits, costs, and assessment methods across cities in different climatic zones. *Urban Forestry & Urban Greening*. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2012.06.006>
- Sharma G., Morgenroth J., Richards D. R., Ye N. Advancing urban forest and ecosystem service assessment through the integration of remote sensing and i-Tree Eco: A systematic review. *Urban Forestry & Urban Greening*. 2025. Vol. 104. 128659. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2024.128659>
- Song P., Kim G., Mayer A., He R., Tian G. Assessing the ecosystem services of various types of urban green spaces based on i-Tree Eco. *Sustainability*. 2020. Vol. 12. 1630. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12041630>
- Tol R. S. J. Social cost of carbon estimates have increased over time. *Nature Climate Change*. 2023. Vol. 13 (6). P. 532–536. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01680-x>
- Vashist M., Kumar T. V., Singh S. K. Assessment of air quality benefits of vegetation in an urban-industrial region of India by integrating air monitoring with i-Tree Eco model. *CLEAN – Soil, Air, Water*. 2024. Vol. 52 (5). 2300198. DOI: <https://doi.org/10.1002/clen.202300198>

ECOSYSTEM SERVICES OF WOODY VEGETATION IN RESTRICTED-USE AREAS OF POLTAVA ASSESSED WITH I-TREE ECO

Temnokhud H., Derevianko T.

Poltava V. G. Korolenko National Pedagogical University

*A comprehensive assessment of ecosystem services provided by woody vegetation in restricted-use areas of Poltava – specifically, green spaces on the grounds of education and healthcare institutions – was conducted using the i-Tree Eco software model, which enables quantitative determination of the contribution of trees to maintaining the ecological balance of the urban environment. The inventory covered 500 trees belonging to 24 species and 13 families, representing the current town's dendroflora. It was found that *Acer platanoides* (18.0%), *Tilia cordata* (14.6%), and *Aesculus hippocastanum* (10.6%) dominate, forming the main structure of the plantings and providing the largest share of ecosystem services. A significant proportion is also occupied by *Betula pendula*, *Quercus robur*, *Populus alba*, *Fraxinus excelsior*, and other species, including ornamental introducents, creating a functionally diverse tree stand. The average trunk diameter is 10–40 cm, and the height of most trees is 6–15 m, though some old, large specimens have been preserved, which are important for biodiversity and the cultural identity of the urban landscape. Modeling results showed that trees annually sequester 7.67 t of carbon, with a total carbon storage of 279.3 t – equivalent to reducing CO₂ emissions at the level of small urban neighborhoods. Annual oxygen production was estimated at 20.46 t, making the plantings an important component in maintaining air quality. In addition, the green spaces intercept 497.8 m³ of surface runoff, reducing the risk of flooding and the load on the urban stormwater system. The replacement value of the tree stands was estimated at UAH 42.2 million, highlighting their economic importance and the need for conservation. The results confirm that even relatively small green areas within social infrastructure facilities perform important ecosystem functions and provide substantial ecological and social benefits to the urban environment. Incorporating these data allows for the development of effective green space management strategies in Poltava, optimizing species composition and increasing the resilience of plantings to potential threats.*

Keywords: *i-Tree Eco, ecosystem services, urban trees, Poltava, dendroflora, green space management.*

REFERENCES

- Bairak, O. M., Samorodov, V. M., & Panasenko, T. V. (2007). *Parky Poltavshchyny: istoriia stvorennia, suchasnyi stan dendroflory, shliakhy zberezhenia i rozvytku* [Parks of Poltava Region: History of Creation, Current State of Dendroflora, Ways of Preservation and Development]. Poltava: Verstka. [in Ukrainian].
- Derevyanko, T. V. (2016). Ekolohichna kharakterystyka dendroflory zelenykh nasadzen mikroraiou Almaznyi (m. Poltava) [Ecological characteristics of the dendroflora of green plantations in the Almaznyi residential area (Poltava)]. *Biolojiia ta ekolohiia* [Biology & Ecology], 2(2), 22–27. DOI: <https://doi.org/10.33989/2414-9810.2016.2.2.180339> [in Ukrainian].
- Gupta, A., Chen, X., Rizzo, J., Verma, S., Kochar, K., & Saligrama, V. (2024). GreenScan: Towards large-scale monitoring of urban tree health using mobile sensing. *IEEE Sensors Journal*, 93, 128556. DOI: <https://doi.org/10.1109/JSEN.2024.3397490>

- Haase, D., Larondelle, N., Andersson, E., Artmann, M., Borgström, S., Breuste, J. ... Elmqvist, T. (2014). A quantitative review of urban ecosystem service assessments: Concepts, models, and implementation. *AMBIO*, 43(4), 413-433. <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0504-0>
- Hand, K. L., & Doick, K. J. (2019). *Understanding the role of urban tree management on ecosystem services: A research note based on UK i-Tree Eco studies* (Forestry Commission Research Note). Bristol: Forestry Commission.
- Hirons, A. D., & Sjöman, H. (2019). *Tree species selection for green infrastructure: A guide for specifiers*. Bristol: Trees and Design Action Group.
- Marques, A. L., Alvim, A. T. B., & Schroder, J. (2022). Ecosystem services and urban planning: A review of the contribution of the concept to adaptation in urban areas. *Sustainability*, 14(4), 2391. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14042391>
- Moser, A., Rahman, M. A., Pretzsch, H., Pauleit, S., & Rötzer, T. (2017). Inter- and intraannual growth patterns of urban small-leaved lime (*Tilia cordata* Mill.) at two public squares with contrasting microclimatic conditions. *International Journal of Biometeorology*, 61(8), 1421-1435. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00484-016-1290-0>
- Nowak, D. J., & Crane, D. E. (2002). Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA. *Environmental Pollution*, 116(3), 381-389. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(01\)00214-7](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(01)00214-7)
- Ordoñez, C., Threlfall, C. G., Kendal, D., Baumann, J., Sonkkila, C., Hochuli, D. F. ... Livesley, S. J. (2023). Quantifying the importance of urban trees to people and nature through tree removal experiments. *People and Nature*, 5, 1316-1335. DOI: <https://doi.org/10.1002/pan3.10509>
- Orlovskiy, O. V. (2025). *Vitalnist derev v urbanistychnykh tsenozakh Poltavy zalezumno vid antropohennoho navantazhennia* [Vitality of trees in urban cenoses of Poltava depending on anthropogenic load] (PhD dissertation). V. G. Korolenko Poltava National Pedagogical University, Poltava, Ukraine [in Ukrainian].
- Panasenko, T. V. (2005). Sanitarnohihienichni ta ozdorovchi vlastyvyosti derev ta kushchiv [Sanitary-hygienic and health-improving properties of trees and shrubs]. In *Problemy vidtvorennia ta okhorony bioriznomanittia Ukrainy* [Problems of biodiversity restoration and conservation of Ukraine]: Proceedings of the All-Ukrainian Scientific Conference (pp. 34-35). Poltava [in Ukrainian].
- Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy (2019). *Pro zatverdzhennia Polozhennia pro pokladennia spetsialnykh oboviazkiv na uchasnykiv rynku elektrychnoi enerhii dlia zabezpechennia zahalnosuspilnykh interesiv u protsesi funktsionuvannia rynku elektrychnoi enerhii* [On approval of the Regulation on imposing special obligations on electricity market participants to ensure public interests in the functioning of the electricity market]: vid 05.06.2019 № 483 (zi zminamy stanom na 2025 r.). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/483-2019-%D0%BF#Text> [in Ukrainian].
- Roy, S., Byrne, J., & Pickering, C. (2012). A systematic quantitative review of urban tree benefits, costs, and assessment methods across cities in different climatic zones. *Urban Forestry & Urban Greening*, 11(4), 351-363. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2012.06.006>
- Sharma, G., Morgenroth, J., Richards, D. R., & Ye, N. (2025). Advancing urban forest and ecosystem service assessment through the integration of remote sensing and i-Tree Eco: A systematic review. *Urban Forestry & Urban Greening*, 104, 128659. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2024.128659>
- Skryl, A. M. (2024). *Zeleni pidkhody do formuvannia ekolohichnykh kvartaliv v tsentralnii istorychnii chastyni m. Poltava* [Green approaches to the formation of ecological quarters in the central historical part of Poltava]. Poltava: V. G. Korolenko PNPU [in Ukrainian].
- Smoliar, N. O. (2019). Zeleni nasadzhennia Poltavy v konteksti stratehii rozvytku mista [Green plantings of Poltava in the context of city development strategy]. In *Arkhitektura: Estetyka+Ekolohiia+Ekonomika* [Architecture: Aesthetics+Ecology+Economics], Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference (pp. 122-123). Poltava [in Ukrainian].
- Song, P., Kim, G., Mayer, A., He, R., & Tian, G. (2020). Assessing the ecosystem services of various types of urban green spaces based on i-Tree Eco. *Sustainability*, 12, 1630. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12041630>
- Tol, R. S. J. (2023). Social cost of carbon estimates have increased over time. *Nature Climate Change*, 13(6), 532-536. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01680-x>
- Vashist, M., Kumar, T. V., & Singh, S. K. (2024). Assessment of air quality benefits of vegetation in an urban-industrial region of India by integrating air monitoring with i-Tree Eco model. *CLEAN – Soil, Air, Water*, 52(5), 2300198. DOI: <https://doi.org/10.1002/clen.202300198>

Одержано 23.12.2025 р.
Прийнято до друку 26.01.2026 р.