

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТУСА

СОПУН ДАРІЯ АНАТОЛІЇВНА

Допускається до захисту:
в.о завідувача
кафедри ботаніки та екології
канд. біол. наук, доцент
_____ О.В. Машталер
« ____ » _____ 20__ р.

**ОЦІНКА ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ ДЕРЕВНИХ НАСАДЖЕНЬ
ПАРКУ «АЛЕЯ СЛАВИ» У М. ГНІВАНЬ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Спеціальність 101 Екологія

Кваліфікаційна (бакалаврська) робота

Керівник:

Мікуліч Л.О., старший викладач
кафедри ботаніки та екології

Науковий консультант:

Машталер О. В., канд. біол. наук,
доцент кафедри ботаніки та екології

Оцінка: / ____ / ____ / ____

(бали за шкалою ЕКТС/ за національною шкалою)

Голова ЕК: _____

(підпис)

Вінниця – 2026

АНОТАЦІЯ

Сопун Д.А. Оцінка екосистемних послуг деревних насаджень парку «Алея Слави» у м. Гнівань Вінницької області. Спеціальність 101 «Екологія», Донецький національний університет імені Василя Стуса, Вінниця, 2026.

У бакалаврській роботі досліджено екосистемні послуги деревних насаджень парку «Алея Слави» у місті Гнівань Вінницької області. Проведено інвентаризацію деревних насаджень, визначено їх видовий склад та проаналізовано основні екологічні функції. Для оцінювання екосистемних послуг використано інструменти i-Tree MyTree та i-Tree Canopy.

Встановлено, що домінуючим видом на території дослідження є *Quercus robur* L., який забезпечує найбільший внесок у поглинання вуглецю, очищення атмосферного повітря та регулювання поверхневого стоку. Визначено орієнтовний вік деревних насаджень та проведено оцінку їх екологічної й економічної цінності. Отримані результати підтверджують важливу роль міських деревних насаджень у підтриманні екологічної стабільності урбанізованих територій та покращенні якості міського середовища.

Ключові слова: екосистемні послуги, деревні насадження, i-Tree, урбоекосистема, зелені насадження, секвестрація вуглецю, очищення повітря.

50 с., 10 табл., 6 рис., 1 дод., 31 джерел.

ABSTRACT

Sopun D. Assessment of ecosystem services provided by tree plantations of the «Alley of Glory» park in the city of Hnivan, Vinnytsia Region. Specialty 101 «Ecology». Vasyl' Stus Donetsk National University, Vinnytsia, 2026.

The bachelor thesis investigates ecosystem services of tree plantations in the «Alley of Glory» park located in Hnivan, Vinnytsia region. An inventory of tree plantations was carried out, their species composition was determined, and the main ecological functions were analyzed. The i-Tree MyTree and i-Tree Canopy tools were used to assess ecosystem services.

It was established that *Quercus robur* L. is the dominant species within the study area and provides the greatest contribution to carbon sequestration, air purification, and stormwater runoff regulation. The approximate age of tree plantations was determined and their ecological and economic value was assessed. The obtained results confirm the important role of urban tree plantations in maintaining ecological stability of urban ecosystems and improving environmental quality in urban areas.

Key words: ecosystem services, tree plantations, i-Tree, urban ecosystem, green infrastructure, carbon sequestration, air purification.

Pages 50, Tables 10, Figures 6, Supplement 1, References 31.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	7
1.1 Поняття та класифікація екосистемних послуг	7
1.2 Методи оцінки екосистемних послуг у міському середовищі	9
1.3 Зарубіжний і вітчизняний досвід досліджень екосистемних послуг зелених насаджень	12
РОЗДІЛ 2 ОБ’ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	20
2.1 Загальна характеристика території дослідження.....	20
2.2 Методики та програмне забезпечення оцінювання екосистемних послуг деревних насаджень	23
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА ТА ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ.....	27
3.1 Флористичний склад зелених насаджень території дослідження	27
3.2 Визначення екосистемних послуг зелених насаджень з використанням інструменту My Tree	32
3.3 Оцінка екосистемних послуг деревних насаджень з використанням I- Tree Canopy	39
ВИСНОВКИ.....	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ПОСИЛАНЬ	47

ВСТУП

У сучасних умовах урбанізації особливого значення набуває проблема збереження та ефективного використання зелених насаджень в містах. Деревні насадження виконують важливі екологічні, соціальні та економічні функції, забезпечуючи регулювання мікроклімату, очищення атмосферного повітря, поглинання вуглекислого газу, зниження рівня шумового забруднення та формування комфортного середовища для населення. Саме тому оцінка екосистемних послуг зелених насаджень є важливим напрямом сучасних екологічних досліджень.

Парк «Алея Слави» у місті Гнівань Вінницької області є важливим елементом міської зеленої інфраструктури, який поєднує рекреаційне, історико-культурне та природоохоронне значення. Територія парку представлена переважно деревними насадженнями, що формують сприятливі умови для підтримання екологічної рівноваги урбанізованого середовища.

Актуальність дослідження полягає у необхідності комплексного оцінювання екосистемних послуг деревних насаджень парку з використанням сучасних методичних підходів та програмних інструментів i-Tree. Отримані результати можуть бути використані для обґрунтування природоохоронних заходів, планування розвитку зеленої інфраструктури та підвищення ефективності управління міськими насадженнями.

Метою роботи є дослідження та оцінка екосистемних послуг деревних насаджень парку «Алея Слави» у місті Гнівань Вінницької області.

Для досягнення поставленої мети були визначені такі **завдання**:

- провести інвентаризацію деревних насаджень та дослідити їх видовий склад на території парку;
- оцінити екосистемні послуги зелених насаджень із використанням інструменту My Tree;
- визначити та проаналізувати основні показники екосистемних послуг деревних насаджень за допомогою i-Tree Canopy.

Об'єкт дослідження – деревні насадження парку «Алея Слави» у місті Гнівань.

Предмет дослідження – екосистемні послуги деревних насаджень та їх екологічна оцінка.

Практичне значення роботи полягає у можливості використання отриманих результатів для оцінки екологічного стану парку «Алея Слави» у місті Гнівань та обґрунтування заходів щодо збереження, догляду й раціонального управління його деревними насадженнями. Результати дослідження можуть бути використані органами місцевого самоврядування під час планування озеленення міста, благоустрою території та розроблення заходів зі збереження міських зелених зон.

Апробація результатів дослідження. Результати дослідження були апробовані на II Всеукраїнській науково-практичній конференції «Актуальні проблеми та перспективи розвитку природничих, медичних та фармацевтичних наук» (25 квітня 2026 року, м. Запоріжжя). Матеріали «Оцінка деяких екосистемних послуг деревних насаджень парку «Алея Слави» м. Гнівань Вінницької області» та представлені у вигляді доповіді на тему «Оцінка екосистемних послуг деревних насаджень парку «Алея Слави» у м. Гнівань Вінницької області».

Структура бакалаврської роботи. Бакалаврська робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків та списку використаних посилань. Загальний обсяг роботи 50 сторінок. Робота містить 10 таблиць, 6 рисунків та додаток А. Список використаних джерел складається з 31 найменувань.

Результати наукового дослідження було представлено у I турі Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт зі спеціальності "Екологія" (8 квітня 2026 року).

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Поняття та класифікація екосистемних послуг

Екосистемні послуги – це різноманітні корисні ресурси та вигоди, які людина безпосередньо або опосередковано отримує від природних екосистем. Вони включають продукти та функції природного середовища, які сприяють забезпеченню базових потреб людини, таких як чиста вода, продовольство, чисте повітря, сприятливі умови для життя та інші блага, що підвищують якість життя й добробут суспільства [1].

Визнання екосистемних послуг в науковому середовищі зумовлено необхідністю системного підходу до збереження біорізноманіття та сталого використання природних ресурсів. Частина з них формує матеріальні блага, що мають пряме економічне значення, тоді як інші забезпечують регуляцію природних процесів та культурні цінності, які важко виміряти кількісно, але які суттєво впливають на добробут людини [4].

Міжнародні ініціативи, зокрема The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB), визначають екосистемні послуги як «прямий і непрямий внесок екосистем у добробут людини» – підкреслюючи важливість цих послуг для соціально-економічного розвитку та прийняття управлінських рішень у сфері охорони довкілля [4].

Класифікація екосистемних послуг є важливою основою для їх оцінювання та управління. У міжнародних дослідженнях, зокрема в оцінках IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services), використовується розширене поняття «внеску природи для людей» (Nature's Contributions to People), яке охоплює всі позитивні та негативні впливи природних систем на життя людини. Також, згідно з класичними підходами та міжнародними оцінками (зокрема, TEEB), усі екосистемні послуги традиційно поділяють на такі основні категорії:

1. послуги постачання – матеріальні продукти, отримувані з екосистем (продовольство, вода, деревина);

2. регулювальні послуги – процеси, що підтримують природні системи і сприяють стабілізації умов середовища (регуляція клімату, очищення повітря і води);

3. культурні послуги – нематеріальні вигоди, пов’язані з духовним, естетичним, рекреаційним та культурним значенням природи;

4. підтримувальні послуги – фундаментальні екологічні процеси, що забезпечують існування інших послуг (кругообіг поживних речовин, формування ґрунтів), хоча в останніх класифікаціях вони розглядаються частково як частина регулювальних чи функціональних процесів [2].

Українські джерела також підтверджують, що екосистемні послуги включають як матеріальні, так і якісні складові, що формують сприятливе довкілля для діяльності людей та стійкого розвитку суспільства. При цьому кількість та різноманіття таких послуг безпосередньо залежать від стану екосистем та рівня їхнього збереження [3].

Якщо говорити про концепцію екосистемних послуг, то вона є результатом розвитку міжнародної екологічної політики та наукових досліджень взаємодії природи і суспільства. Одним із ключових міжнародних документів, що заклав основи сучасного розуміння екосистем та їхніх функцій, є Конвенція про біологічне різноманіття (Convention on Biological Diversity, CBD), прийнята у 1992 році під час Конференції ООН з навколишнього середовища і розвитку в Ріо-де-Жанейро. У статті 2 Конвенції зазначено, що екосистема – це «динамічний комплекс рослинних, тваринних і мікроорганізмових угруповань та їхнього неживого середовища, які взаємодіють як функціональна система» [12].

Біорізноманіття лежить в основі функціонування екосистем та забезпечення екосистемних послуг, які є необхідними для добробуту людини, включаючи забезпечення продовольством, чистою водою, повітрям та іншими природними ресурсами.

1.2 Методи оцінки екосистемних послуг у міському середовищі

Оцінка екосистемних послуг у міському середовищі є необхідним інструментом екологічного управління, оскільки дозволяє кількісно та якісно визначити внесок зелених насаджень у забезпечення сприятливих умов життя населення. У сучасній практиці застосовується комплекс методів, що поєднують біофізичні вимірювання, індексні підходи та прикладні програмні інструменти.

Механізм надання екосистемних послуг зеленими насадженнями в міському середовищі ґрунтується на їхній взаємодії з елементами урбанізованого простору. Зокрема, зелені насадження загального, обмеженого та спеціального призначення взаємодіють з інженерною та містобудівною інфраструктурою, а також із компонентами природного середовища – повітрям, водою та ґрунтом. У результаті такої взаємодії відбувається регулювання якісних і кількісних характеристик біологічного середовища, що сприяє підтриманню їх на рівні, який відповідає екологічним нормам і забезпечує безпечні умови для життєдіяльності населення [7].

Міжнародні методологічні підходи до оцінювання екосистемних послуг активно розробляються у межах діяльності IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services). Основною метою цієї платформи є надання урядам науково обґрунтованих оцінок стану біорізноманіття та екосистемних послуг для підтримки прийняття екологічної політики [14].

Оцінювання екосистемних послуг передбачає аналіз взаємозв'язків між природними системами, суспільством та економікою. У межах досліджень використовуються результати наукових досліджень, дані моніторингу стану екосистем та статистичні показники.

В українських аналітичних матеріалах наголошується, що оцінювання екосистемних послуг повинно враховувати їхній вплив на добробут населення, економіку та стан довкілля. Зокрема, у методичних матеріалах щодо екосистемних послуг підкреслюється необхідність поєднання кількісних та

якісних методів аналізу, а також інтеграції результатів оцінювання у процес прийняття управлінських рішень [6]. Саме такий підхід є базовим для дослідження зелених зон міста.

Одним із основних напрямів є біофізична оцінка, яка передбачає вимірювання площі зеленого покриву, щільності насаджень, діаметра стовбурів, висоти дерев та розрахунок обсягів поглинання вуглецю й очищення повітря. Практичне застосування таких методів у міських умовах України продемонстровано в роботі Вишенської І. Г. та Мельника Є. Є. Оцінювання регуляторних екосистемних послуг зелених насаджень в урбоекосистемах, де для оцінювання регуляторних екосистемних послуг використано кількісні показники зелених насаджень та інструменти їх розрахунку. Автори доводять, що біофізичні параметри можуть бути переведені у вартісні або індексні показники, що підвищує прикладну цінність дослідження [8].

Іншим підходом є індексний метод, який полягає у формуванні інтегрованих показників стану міського середовища. У дослідженні, опублікованому в статті «Екосистемні послуги зелених насаджень урбосистем», представлено методику розрахунку комплексних індексів, що поєднують екологічні та соціально-економічні параметри міської території. Такий підхід дозволяє здійснювати порівняльний аналіз територій, визначати рівень забезпеченості зеленими зонами та оцінювати ефективність екологічної політики [7].

Окрему роль у сучасних дослідженнях відіграє інтеграція оцінки екосистемних послуг у державну політику. Оцінка природних ресурсів і екологічних функцій територій є складовою екологічного планування та сталого розвитку громад [5]. Це свідчить про встановлення підходів до оцінювання екосистемних послуг та їхнє використання у стратегічному управлінні.

Таким чином, методи оцінки екосистемних послуг у міському середовищі можна згрупувати у такі основні категорії:

1. біофізичні методи – вимірювання параметрів зелених насаджень та розрахунок екологічних ефектів;
2. індексні та інтегровані методи – формування комплексних показників стану міського середовища;
3. інституційно-управлінські підходи – використання результатів оцінювання у державній екологічній політиці;
4. комплексні методологічні підходи, що поєднують екологічні та соціально-економічні показники.

Застосування зазначених методів у сукупності забезпечує отримання об'єктивних даних про екосистемні послуги зелених насаджень та створює підґрунтя для прийняття ефективних управлінських рішень у сфері розвитку міських територій.

Отже, у розвитку сучасних підходів до оцінювання екосистемних послуг відіграє важливу роль Куньмінсько-Монреальська глобальна рамкова програма збереження біорізноманіття (Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework), прийнята у 2022 році на Конференції сторін Конвенції про біологічне різноманіття (COP15). Ця програма передбачає 23 глобальні цілі до 2030 року, спрямовані на зупинення втрати біорізноманіття та відновлення природних екосистем. Однією з ключових цілей є відновлення та підтримання внеску природи для людей, включаючи екосистемні функції та послуги, такі як регулювання якості повітря, води, клімату, здоров'я ґрунтів та запилення [13].

1.3 Зарубіжний і вітчизняний досвід досліджень екосистемних послуг зелених насаджень

Дослідження екосистемних послуг зелених насаджень активно проводяться у багатьох країнах світу, зокрема в країнах Європейського Союзу. Європейська агенція з навколишнього середовища (European Environment Agency, EEA) виділяє зелену інфраструктуру як ключову частину планування та управління міськими екосистемами, що надають комплекс екосистемних послуг – від регуляції клімату до підвищення біорізноманіття й покращення якості життя мешканців міст. У контексті ЄС зелена інфраструктура розглядається як стратегічно спланована мережа природних та напівприродних територій, яка забезпечує доставку широкого спектру послуг людям та довкіллю і сприяє сталому розвитку міст і сільських територій.

Підхід Європейського Союзу також включає інтеграцію екосистемних послуг у політику просторового планування та природоохоронні стратегії. Європейські документи з питань зеленої інфраструктури підкреслюють, що такі мережі сприяють не лише збереженню природних компонентів екосистем, але й підвищенню їхньої здатності надавати регуляторні, культурні та підтримувальні послуги населенню [9]. Таким чином, зарубіжний досвід підкреслює важливість комплексного підходу до дослідження та впровадження екосистемних послуг зелених насаджень у міське планування на рівні національної та регіональної політики.

Важливою складовою такого підходу є зелена інфраструктура як окремий елемент урбаністичного розвитку, що планується з урахуванням екологічних, соціальних і економічних факторів. Мережі зеленої інфраструктури в Європі – це не лише парки та сквери, а цілі системи, які пов'язані між собою природними коридорами й ландшафтними елементами, що підсилюють здатність екосистем надавати послуги – від регулювання водного режиму до підтримки біорізноманіття та рекреаційних функцій.

В Україні дослідницький та науковий потенціал у сфері вивчення екосистемних послуг належить зокрема Відділенню загальної біології

Національної академії наук України (НАН України), яке об'єднує ряд інститутів та наукових установ, що працюють у галузі природничих наук та екології. Серед підрозділів академії – інститути ботаніки, зоології, гідробіології та інші наукові структури, що проводять фундаментальні й прикладні дослідження екосистем, біорізноманіття й природних процесів, які складають наукову основу для розуміння екосистемних послуг та їхньої ролі в природних і антропогенних ландшафтах України [10].

Щодо нормативно-правових підстав для досліджень та впровадження концепції екосистемних послуг в Україні, чинне законодавство не містить прямого визначення цього терміну, проте поняття «екосистемні послуги» закріплене у термінології законодавства як «прямий або непрямий внесок екосистем у добробут людини». Це створює правовий фундамент для подальшого розвитку наукових досліджень і практичних заходів щодо інтеграції екосистемних послуг у природоохоронну політику, управління природними ресурсами та міське планування.

На національному рівні екологічне законодавство України, зокрема закон «Про охорону навколишнього природного середовища», встановлює загальні правові основи охорони природних систем, які є джерелами екосистемних послуг, – але без конкретного механізму оцінювання цих послуг [11]. Аналіз такого законодавчого підґрунтя свідчить про потребу подальшої адаптації національного правового поля щодо чіткішого включення термінології та підходів, що використовуються в зарубіжних практиках, зокрема в ЄС.

Отже, зарубіжний досвід (переважно європейський) концентрується на інституційному впровадженні концепції зеленої інфраструктури та екосистемних послуг у політику планування й управління середовищем, тоді як український досвід здебільшого формується на рівні фундаментальних наукових досліджень і поступово переходить у практичне застосування, що вимагає подальшого розвитку законодавчої бази та інтеграції вищих екологічних стандартів.

Проте якщо взяти до уваги сучасні умови дослідження, то екосистемні послуги активно розвиваються на міжнародному рівні та підтримуються глобальними екологічними програмами й угодами.

Одним із ключових міжнародних механізмів у цій сфері є Конвенція про біологічне різноманіття, яка визначає три основні цілі:

1. збереження біологічного різноманіття;
2. сталий використання його компонентів;
3. справедливий розподіл вигод від використання генетичних ресурсів.

Конвенція підкреслює, що біорізноманіття є основою функціонування екосистем і забезпечення екосистемних послуг, необхідних для економічного розвитку та добробуту населення [12].

Варто підкреслити, що подальший розвиток міжнародної політики у сфері збереження біорізноманіття відбувся із прийняттям Куньмінсько-Монреальської глобальної рамкової програми збереження біорізноманіття у 2022 році. Цей документ визначає глобальну мету – зупинити втрату біорізноманіття до 2030 року та забезпечити гармонійне співіснування людини з природою до 2050 року [13].

Рамкова програма включає чотири стратегічні цілі та 23 конкретні завдання, спрямовані на відновлення екосистем, збереження природних територій, скорочення забруднення та забезпечення сталого використання природних ресурсів [13].

Важливу роль у формуванні наукових основ дослідження екосистемних послуг відіграє Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES), створена у 2012 році. Ця платформа забезпечує глобальні оцінки стану біорізноманіття та екосистемних послуг, які використовуються урядами для формування природоохоронної політики.

Результати оцінок IPBES стали основою для розроблення нових міжнародних стратегій збереження біорізноманіття, включаючи Куньмінсько-Монреальську рамкову програму [14].

В Україні дослідження екосистемних послуг поступово інтегруються у сферу екологічних досліджень, управління природними ресурсами та міського планування. Українські науковці застосовують міжнародні підходи до оцінювання екосистемних послуг для дослідження ролі зелених насаджень у регуляції клімату, покращенні якості повітря, зменшенні шумового забруднення та забезпеченні рекреаційних можливостей для населення.

Дослідження вітчизняних науковців свідчать про зростаючу увагу до вивчення екосистемних послуг як важливого чинника забезпечення сталого розвитку територій. У наукових працях розглядається роль природних і напівприродних екосистем у підтриманні екологічної рівноваги, покращенні якості повітря, регуляції кліматичних умов та збереженні біорізноманіття. Особливий акцент робиться на значенні зелених насаджень у межах урбанізованих територій, які виконують як регулювальні, так і культурні та рекреаційні функції. Водночас дослідники підкреслюють необхідність кількісної оцінки екосистемних послуг для ефективного природокористування та планування розвитку міст. Отримані результати використовуються як наукове підґрунтя для впровадження екологічно орієнтованих управлінських рішень.

У своїй роботі Потоцька С.О., Аравін П.А., Карпенко Ю.О. та Свердлов В.О. (2025), аналізують екосистемні послуги вуличних зелених насаджень міста Чернігова та їх роль у підтриманні екологічної стабільності урбанізованого середовища. Автори підкреслюють ключове значення міських екосистем у збереженні екологічної рівноваги та формуванні комфортних умов проживання населення. Зазначається, що такі екосистеми виконують низку важливих функцій, спрямованих на покращення якості довкілля та добробуту людини.

Зокрема, встановлено, що зелені насадження у межах міста забезпечують широкий спектр екосистемних послуг: регулюють мікроклімат, сприяють очищенню приземного шару повітря від пилу, важких металів і токсичних газів, знижують рівень шумового навантаження, створюють умови для

рекреації населення та підвищують естетичну цінність міського простору. Автори розглядають оцінювання екосистемних послуг зелених насаджень як важливий інструмент для забезпечення сталого розвитку міста і їх адаптації до сучасних кліматичних викликів [15].

Також важливий внесок у дослідження екосистемних послуг урбанізованих територій зробили українські науковці І. Г. Вишенська та Є. Є. Мельник. У своїй роботі «Оцінювання регуляторних екосистемних послуг зелених насаджень в урбоекосистемах» автори досліджували екосистемні послуги деревних насаджень на території кампусу Національного університету «Києво-Могилянська академія». Дослідження було спрямоване на оцінювання регуляторних екосистемних послуг, які забезпечують зелені насадження у міському середовищі з використанням інструментів MyTree, що є частиною міжнародної системи i-Tree, розробленої для оцінювання екологічних та економічних вигод від міських дерев. У результаті дослідження було встановлено, що найбільш важливими регуляторними екосистемними послугами міських дерев є: поглинання вуглекислого газу, регулювання мікроклімату, енергозбереження, очищення повітря від забруднювальних речовин, зокрема озону та діоксиду сірки [8].

Вагомий внесок у розвиток підходів до оцінки екосистемних послуг в Україні зробив І. В. Хом'як, який підкреслює, що традиційні методи оцінки довкілля в Україні є застарілими, оскільки: «...ставлять на перше місце прямі економічні втрати, а не цілі сталого розвитку». Це означає, що сучасні дослідження переходять до екосистемного підходу, де враховуються не лише ресурси, а й функції та послуги екосистем. Також визначає структуру екосистемних послуг: «Екосистемні послуги включають культурні, соціальні, регулюючі та ресурсозабезпечуючі» – це відповідає міжнародним підходам (Millennium Ecosystem Assessment), що свідчить про інтеграцію української науки у світовий контекст. Зарубіжний досвід досліджень значною мірою пов'язаний із впровадженням концепції екосистемних послуг на початку 2000-х років у межах міжнародної програми Millennium Ecosystem Assessment, що

стало важливим етапом у формуванні єдиних підходів до оцінки природних систем. Саме ця концепція заклала основу для інтеграції екологічних, економічних і соціальних аспектів у дослідженнях екосистем, у тому числі міських зелених насаджень [28].

Вітчизняні науковці адаптують ці підходи до українських умов, водночас розробляючи власні методики оцінювання. Зокрема, використовуються синфітоіндикаційні шкали, інтегровані показники антропогенної трансформації та шкала Дідуха-Хом'яка, що дозволяють комплексно оцінити стан екосистем і рівень їх порушення. Важливим аспектом є також врахування не лише прямих втрат від деградації зелених насаджень, а й віддалених наслідків та недоотриманих екосистемних послуг, що відповідає сучасним світовим тенденціям у цій сфері.

Показовими у роботі І. В. Хом'яка є результати економічної оцінки екосистемних послуг, наведені для національного природного парку «Голосіївський», згідно з якими лише окремі функції зелених насаджень мають значну грошову вартість: очищення повітря оцінюється у сотні мільйонів гривень, регулювання мікроклімату – у мільярди гривень, а стабілізація ґрунтів – у десятки мільярдів гривень. Це свідчить про те, що реальна цінність екосистем значно перевищує традиційно враховані природні ресурси, і підкреслює необхідність їхнього збереження та раціонального використання [17].

Важливий внесок у розвиток вітчизняних досліджень екосистемних послуг зелених насаджень зробили українські науковці Д. І. Бідолах, Р. Д. Васишин, В. В. Миронюк, В. С. Кузьович та С. М. Підховна. У своїй праці науковці розглядають можливості кількісного та економічного оцінювання екосистемних послуг із використанням сучасних інструментів. У дослідженні підкреслюється, що актуальним напрямом є впровадження інструменту i-Tree Eco, який дозволяє визначати вартість екосистемних послуг дерев і кущів у межах урбанізованих територій. Як зазначають автори, у ході дослідження було «встановлено обсяги окремих екосистемних послуг...у

кількісному та вартісному вимірах» – що свідчить про перехід від описових до точних аналітичних методів оцінювання.

Отримані результати демонструють високу екологічну та економічну цінність навіть невеликих за площею зелених насаджень. Зокрема, встановлено, що дерева і кущі дослідженої території щорічно забезпечують такі екосистемні послуги, як «зменшення забруднення довкілля, поглинання та секвестрація вуглецю, регулювання водного стоку», що є ключовими функціями у підтриманні екологічної рівноваги урбоекосистем. При цьому їх загальна вартість становить сотні тисяч гривень на рік, що підтверджує значний внесок зелених насаджень у формування екологічної безпеки населених пунктів.

Особливу увагу автори приділяють можливості монетизації екосистемних послуг, підкреслюючи, що оцінка їх вартості дозволяє обґрунтувати необхідність природоохоронних заходів. У роботі зазначено, що такі підходи дають підстави акцентувати увагу на їх цінності для урбоекосистем та сприяють прийняттю ефективних управлінських рішень. Водночас визначено значну відновну вартість зелених насаджень, яка у багато разів перевищує щорічні вигоди від їх функціонування, що ще раз підтверджує необхідність їх збереження.

Крім того, у дослідженні наголошується на важливості використання сучасних геоінформаційних технологій. Зокрема, запропоновано застосовувати електронні карти рослинності, які відображають точні місця розташування дерев і кущів і їх екосистемні послуги у кількісному та монетизованому вимірах. Це дозволяє не лише підвищити точність досліджень, але й забезпечити доступність інформації для широкого кола користувачів, включаючи органи управління та громадськість.

Таким чином, роботи Д.І. Бідолаха, Р.Д. Василишина, В.В. Миронюка, В.С. Кузьовича та С.М. Підховної демонструють сучасний етап розвитку вітчизняних досліджень екосистемних послуг, який характеризується впровадженням кількісних методів оцінювання, використанням цифрових

технологій та орієнтацією на практичне застосування отриманих результатів. Їхні дослідження підтверджують, що зелені насадження є важливим елементом урбоекосистем, а їхня реальна цінність може бути адекватно оцінена лише за умов комплексного підходу до визначення екосистемних послуг [18].

Також хотілось підкреслити дослідження Д. І Бідолаха, де він вказує, що оцінка екосистемних функцій зелених насаджень є важливою складовою їх інвентаризації в умовах сталого розвитку урболандшафтів. Автор зазначає, що сучасні підходи спрямовані на отримання інформації про екосистемну корисність зелених насаджень та її кількісне і вартісне визначення.

У його роботі доведено доцільність використання інструменту i-Tree Eco, який дозволяє оцінювати такі функції зелених насаджень, як зменшення забруднення повітря, поглинання та секвестрація вуглецю, продукування кисню та регулювання водного стоку.

Отримані результати показали, що навіть окремі паркові насадження формують значну екосистемну цінність: їхні послуги мають чітке грошове вираження, а «монетизований вираз екосистемної корисності...покращує розуміння цінності фітоценозу». Таким чином, автор робить висновок, що включення оцінки екосистемних послуг до інвентаризації зелених насаджень підвищує обґрунтованість управлінських рішень та є важливим інструментом забезпечення сталого розвитку міських територій [19].

У дослідженні А. М. Макаревича, Я. В. Ковбаси, А. М. Білоуса «Інвентаризація та екосистемні послуги дерев у міському середовищі (Inventory and Ecosystem Services of Trees in Urban Environments)» акцент зроблено на інвентаризації як основі оцінювання екосистемних послуг. Автори зазначають, що інструмент i-Tree Eco використовує таксаційні показники дерев для кількісної оцінки структури насаджень та їхньої цінності для громад, що дає змогу визначати як екологічні, так і економічні вигоди від функціонування міських зелених зон [20].

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Загальна характеристика території дослідження

Місто Гнівань розташоване на території Вінницької області, яка знаходиться у межах лісостепової природної зони Правобережної України. Територія області характеризується вигідним географічним положенням, помірним кліматом та сприятливими природними умовами для господарської діяльності та проживання населення.



Рисунок 2.1 – Карта-схема м. Гнівань Вінницької області

Згідно з даними Екологічного паспорта Вінницької області (2024), природно-кліматичні умови регіону формуються під впливом помірно континентального клімату, який характеризується відносно м'якою зимою, теплим літом та достатнім рівнем зволоження. Середньорічна температура повітря становить близько $+7...+9$ °C, при цьому найхолоднішим місяцем є січень, а найтеплішим – липень. Опади розподіляються нерівномірно протягом року, з максимумом у літній період.

Природні умови області також визначаються особливостями рельєфу, який представлений хвилястими рівнинами з переважанням височинних форм, зокрема Подільської височини. Це сприяє формуванню родючих ґрунтів, серед яких переважають чорноземи, що є важливим ресурсом для сільського господарства.

Клімат області є помірно континентальним, з відносно м'якою зимою та теплим літом. Такий тип клімату сприяє формуванню сприятливих умов для розвитку природної рослинності, сільського господарства та урбанізованих екосистем.

За останні 30 років середньорічна температура повітря підвищилася приблизно на 1 °С, причому найбільші зміни температурного режиму відбулися у холодний період року (січень–березень) та влітку (липень–серпень) [16].

Також спостерігається зміна режиму випадання атмосферних опадів. За даними спостережень, відбувається перерозподіл опадів протягом року: їхня кількість збільшується у зимово-весняний період (січень, квітень, травень) та зменшується влітку. У поєднанні з підвищенням температури це призводить до формування дефіциту вологи, особливо у південних районах області.

Ще однією характерною тенденцією є зростання кількості екстремальних погодних явищ, таких як сильні зливи, грози, град та шквали. Подібні явища негативно впливають на стан природних екосистем, сільського господарства та інфраструктури населених пунктів.

Важливим природним компонентом території є водні ресурси. Територією Вінниччини протікає близько 3,6 тис. річок загальною протяжністю понад 11,8 тис. км, які належать до басейнів трьох основних річок України – Південний Буг, Дністер та Дніпро. Найбільша частка водних ресурсів області належить до басейну Південного Бугу [16].

Крім того, на території області функціонує понад 5300 ставків із загальною площею водного дзеркала понад 24 тис. га. Водні ресурси активно використовуються для господарських потреб, зрошення, рибництва та енергетики.

Важливим джерелом водопостачання також є підземні води, прогнозні ресурси яких у межах області становлять близько 885,5 тис. м³ на добу. Підземні води характеризуються відносно високою якістю та широко використовуються для забезпечення населення питною водою.

Отже, природно-кліматичні умови м. Гнівань формуються під впливом загальних природних особливостей Вінницької області, зокрема помірно континентального клімату, значних водних ресурсів та лісостепової зони. Сучасні кліматичні зміни, зокрема підвищення температури та перерозподіл опадів, можуть впливати на стан природних екосистем і потребують врахування під час планування сталого розвитку території.

Парк «Алея Слави» у місті Гнівань є важливим об'єктом історико-культурної спадщини та громадського простору, який виконує меморіальну, соціальну та рекреаційну функції. Подібні об'єкти створюються з метою вшанування пам'яті загиблих воїнів, зокрема учасників Другої світової війни, а також сучасних захисників України.



Рисунок 2.2 – Карти-схеми території дослідження парку «Алея Слави»

Історія створення алеї слави в Гнівані пов'язана із загальноукраїнською тенденцією формування меморіальних просторів пам'яті. Особливо активний розвиток таких об'єктів відбувався після подій, пов'язаних із військовими конфліктами сучасності. У багатьох населених пунктах Вінницької області алеї слави створювалися за ініціативи органів місцевого самоврядування, громадських організацій та родин загиблих військовослужбовців.

Сучасний стан парку характеризується як задовільний, проте, як і більшість подібних об'єктів у малих містах, він потребує періодичного догляду, реконструкції та оновлення. Важливими напрямками розвитку є: благоустрій території, догляд за зеленими насадженнями;

Таким чином, парк «Алея Слави» у місті Гнівань є важливим елементом міського середовища, який поєднує історичну пам'ять, культурну цінність та рекреаційне значення. Його подальший розвиток повинен бути спрямований на збереження меморіального значення та покращення благоустрою території.

Парк розташований в межах земель лісогосподарського значення загальною площею 37,9695 га і є його частиною. Парк є локально значущим об'єктом громади, виконує функцію зеленої зони відпочинку, в межах якого переважну частину займають старовікові дуби [31].

2.2 Методики та програмне забезпечення оцінювання екосистемних послуг деревних насаджень

Оцінювання екосистемних послуг деревних насаджень є важливим етапом дослідження урбанізованих екосистем, оскільки дозволяє визначити їх екологічну, соціальну та економічну значущість. Під час виконання бакалаврської роботи нами проведена інвентаризація деревних насаджень та розрахунок екосистемних послуг з використанням інструментів i-Tree.

Інвентаризацію зелених насаджень здійснювали маршрутним методом протягом 2025 року в межах парку «Алея Слави» у місті Гнівань згідно «Інструкції з інвентаризації зелених насаджень у населених пунктах України» [22]. Інвентаризація передбачала облік кожного дерева з визначенням їх основних параметрів, ідентифікацію видового складу деревних насаджень з використанням визначників рослин, їх кількісний аналіз. Проведено вимірювання діаметра стовбура на рівні 1,3 м від рівня ґрунту, їх розподіл за діаметром та вік деревних насаджень. Також оцінювалися умови освітлення, в яких зростають дерева, оскільки цей фактор суттєво впливає на їх ріст і розвиток.

Для визначення віку деревних насаджень у межах досліджуваної території використовували непрямий метод оцінювання за діаметром стовбура. Цей метод є одним із найбільш поширених у польових екологічних та дендрологічних дослідженнях, оскільки дозволяє встановити орієнтовний вік

дерева без пошкодження стовбура та без застосування спеціального обладнання. Метод базується на взаємозв'язку між діаметром стовбура та середньорічним приростом дерев певного виду.

Крім екологічного значення, старовікові дерева мають важливу історико-культурну та ландшафтну цінність. Їх збереження є необхідною умовою підтримання стабільності урбанізованої екосистеми та забезпечення рекреаційної привабливості території парку «Алея Слави». Вимірювання діаметра стовбура проводили на висоті 1,3 м від поверхні ґрунту за допомогою мірної стрічки. Отримані значення переводили у діаметр та використовували для подальших розрахунків віку дерев. Орієнтовний вік визначали за формулою:

$$L = K \times C, \quad (1)$$

де:

L – орієнтовний вік дерева;

C – довжина кола (обхват) стовбура, виміряна на висоті 1,3 м від поверхні ґрунту;

K – видовий коефіцієнт приросту [23].

Для дуба звичайного (*Quercus robur* L.) застосовували коефіцієнт 5, для липи серцелистої (*Tilia cordata* L.) – 4, для клена гостролистого (*Acer platanooides* L.) – 4,5, а для ясеня звичайного (*Fraxinus excelsior* L.) – 4. Використання таких коефіцієнтів дозволило отримати орієнтовні показники віку деревних насаджень досліджуваної території [23].

Інструмент i-Tree MyTree широко використовується для аналізу стану зелених насаджень та визначення їх екосистемних послуг за один рік та протягом 20 років.

З використанням додатка i-Tree MyTree був оцінений внесок дерев у покращення якості довкілля. Для обрахунку екосистемних послуг нами були введені базові характеристики дерев, зокрема порода дерева, діаметр стовбура та загальний стан рослини. На основі цих даних за допомогою інструменту визначили показники секвестрації вуглецю та еквівалент поглиненого CO₂;

обсяги поглинання забруднювальних речовин (CO , O_3 , NO_2 , SO_2 , $\text{PM}_{2.5}$); показники регулювання водного стоку (перехоплення опадів, уникання стоку) та їх монетарну оцінку (економічна цінність послуг).

Переваги My Tree		Переваги My Tree	
Загальна кількість колекцій дерев : ()		Загальна кількість колекцій дерев : ()	
Розмір порції: 37 дерев		Розмір порції: 37 дерев	
Очікувані переваги i-Tree цього року:		Очікувані переваги i-Tree цього року:	
35 735,88 грн		35 735,88 грн	
Річні значення:		Річні значення:	
Поглинання вуглекислого газу	30 552,52 грн	Поглинання вуглекислого газу	30 552,52 грн
Секвестрація вуглецю ¹	1 462,38 кг	Секвестрація вуглецю ¹	1 462,38 кг
CO2 еквівалент ²	5 362,07 кг	CO2 еквівалент ²	5 362,07 кг
Пом'якшення наслідків зливових вод	2 220,97 грн	Пом'якшення наслідків зливових вод	2 220,97 грн
Стоку уникнуто	21 480,57 л	Стоку уникнуто	21 480,57 л
Перехоплені опади	380 992,17 л	Перехоплені опади	380 992,17 л
Видалення забруднення повітря	2 962,15 грн	Видалення забруднення повітря	2 962,15 грн
Чадний газ	693,81 г	Чадний газ	693,81 г
Озон	33 052,83 г	Озон	33 052,83 г
Діоксид азоту	2 742,26 г	Діоксид азоту	2 742,26 г
Діоксид сірки	5 916,75 г	Діоксид сірки	5 916,75 г
PM _{2.5}	1 725,7 г	PM _{2.5}	1 725,7 г
Значення – це загальні суми за сьогодні:		Значення – це загальні суми за сьогодні:	
Поглинання вуглекислого газу ⁴	1 122 533,31 грн	Поглинання вуглекислого газу ⁴	1 122 533,31 грн
Збереження вуглецю ⁴	53 729,57 кг	Збереження вуглецю ⁴	53 729,57 кг
CO2 еквівалент ²⁻⁴	197 088,41 кг	CO2 еквівалент ²⁻⁴	197 088,41 кг

Рисунок 2.3 – Приклад розрахунку екосистемних послуг з використанням інструменту i-Tree MyTree

Для визначення частки деревного покриву та інших типів покриття в межах досліджуваної території використовували онлайн-інструмент i-Tree Сапору. Під час дослідження ми задавали межі досліджуваної ділянки після чого програма автоматично генерувала випадкові точки на карті. Для кожної згенерованої точки ми визначали тип покриття, використовуючи супутникові зображення, зокрема сервіс Google Maps. Класифікація здійснювалася за основними категоріями, такими як деревна рослинність, трав'яниста рослинність, забудова, асфальтовані поверхні, газони та інші типи покриття.

На основі аналізу значної кількості таких точок нами було сформовано статистично обґрунтовану оцінку структури досліджуваної території. Крім того, використаний інструмент дозволив нам розрахувати основні екосистемні послуги деревних насаджень, зокрема поглинання вуглекислого газу, очищення атмосферного повітря та регулювання поверхневого стоку дощових вод.

Водночас ми враховували, що результати аналізу мають імовірнісний характер, оскільки базуються на вибірковому методі. Їх точність залежить від кількості проаналізованих точок і правильності класифікації типів покриття. Проте за умови дотримання методики використання i-Tree Canopy є ефективним і надійним інструментом для попередньої оцінки екосистемних послуг деревних насаджень.

Під час виконання бакалаврської роботи для створення картосхем нами було використано картографічну основу OpenStreetMap Standard (OSM Standard) QGIS та Google Maps. Як базовий шар використана відкрита картографічна платформа OpenStreetMap у стилі OSM Standard, що забезпечило актуальні просторові дані про дорожню мережу, забудову, гідрографію та інші елементи території.

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА ТА ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

3.1 Флористичний склад зелених насаджень території дослідження

Для отримання даних щодо видового складу деревних насаджень парку «Алея Слави» у місті Гнівань, було проведено обстеження території, під час якого фіксувалися основні види деревних рослин, їх чисельність, стан, вік тощо. Зібрані дані дозволили визначити домінуючі види та оцінити їх роль у формуванні екологічних та естетичних характеристик зелених насаджень парку. Загальна кількість обстежених дерев – 54 екземпляри, серед яких домінуючим видом є *Quercus robur* L. – 37 дерев. Решту насаджень формували *Tilia cordata* L., *Acer platanoides* L. – 4 екземпляри, а також *Fraxinus excelsior* L. – 5 екземплярів.

Таблиця 2.1 – Кількісно-видовий розподіл деревних рослин у парку «Алея Слави»

Вид	Родина	Кількість, шт	Частка, %
<i>Quercus robur</i> L.	<i>Fagaceae</i> – Букові	37	68,5
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	<i>Oleaceae</i> – Маслинові	5	9,3
<i>Tilia cordata</i> Mill.	<i>Malvaceae</i> – Мальвові	4	7,4
<i>Acer platanoides</i> L.	<i>Sapindaceae</i> – Сапіндові	4	7,4

Отже, найбільшу частку займає родина *Fagaceae*, представлена *Quercus robur* L., що формує понад дві третини насаджень.

Кругова діаграма 3.1 демонструє різке домінування *Quercus robur* L. (68,5%), тоді як інші види займають незначну частку (менше 10%). Це свідчить про домінування *Quercus robur* L. у складі деревних насаджень парку, що зумовлює відносно не високе видове різноманіття саме деревного ярусу. Але загальне фіторізноманіття території є вищим за рахунок наявності трав'янистих та чагарникових видів.

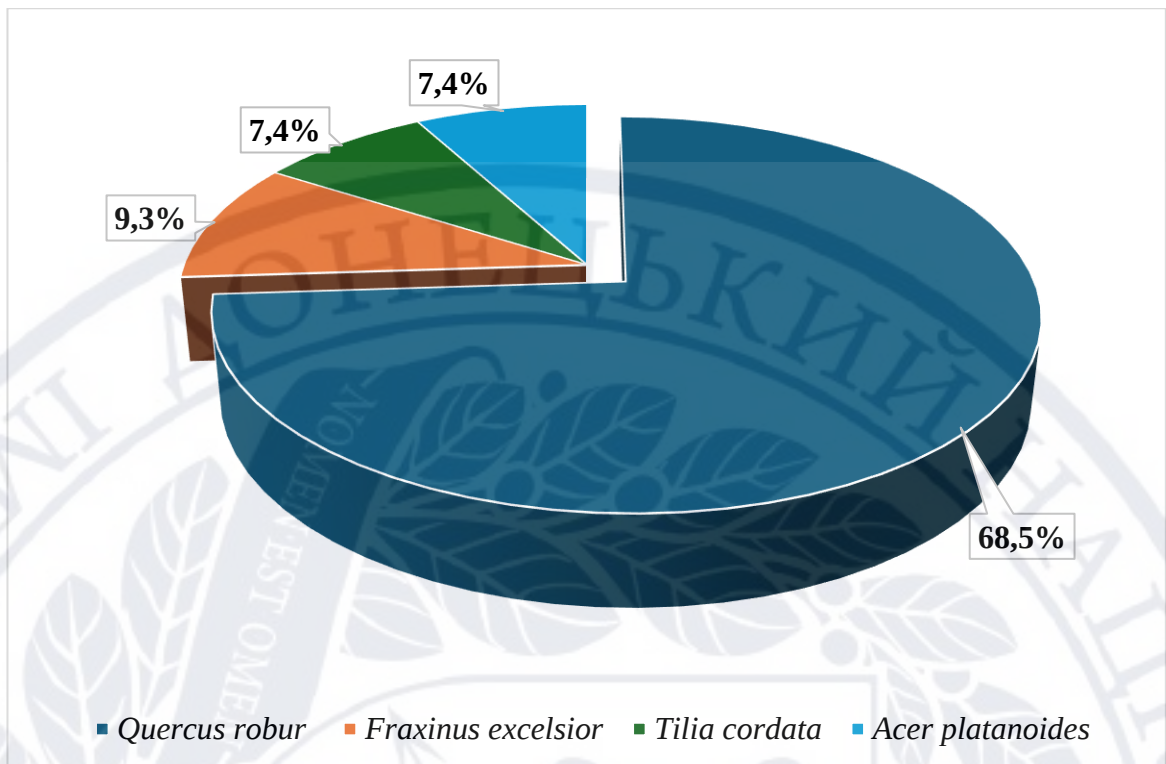


Рисунок 3.1 – Співвідношення видів деревних насаджень (%) на досліджувальній території

Наступним етапом дослідження було визначення віку деревних насаджень парку. Для різних видів дерев використовували окремі коефіцієнти приросту, які враховують біологічні особливості росту кожного виду.

Таблиця 2.2 – Орієнтовний вік деревних насаджень парку «Алея Слави»

Вид дерева	Середній обхват стовбура, см	Коефіцієнт приросту	Орієнтовний вік
<i>Quercus robur</i> L.	234,5	5	117
<i>Tilia cordata</i> L.	36,3	4	15
<i>Acer platanoides</i> L.	33,8	4,5	15
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	33,8	4	14

Аналіз отриманих результатів показав суттєві відмінності у віковій структурі деревних насаджень досліджуваної території. Найстарішими деревами є дуби звичайні (*Quercus robur* L.), орієнтовний вік яких становить близько 117. Порівняно з іншими видами їх вік є майже вдвічі більшим. Саме

дуб звичайний формує основу деревостану парку та займає домінуюче положення у структурі насаджень.

Tilia cordata L. характеризується меншими показниками віку – 15 років. Подібні значення встановлено також для *Acer platanoides* L., вік якого становить 15 років. *Fraxinus excelsior* L. характеризується віком близько 14 років, що не перевищує показники липи.

Отримані результати свідчать про те, що насадження парку мають неоднорідну вікову структуру. Наявність старовікових дубів є важливою особливістю території, оскільки такі дерева характеризуються високою екологічною цінністю та забезпечують найбільший внесок у виконання екосистемних функцій. Великі дерева старшого віку здатні накопичувати значні обсяги біомаси, ефективніше поглинати вуглекислий газ, затримувати пил та забруднювальні речовини, а також створювати сприятливі мікрокліматичні умови.

Зібрані під час інвентаризації дані стали основою для подальших розрахунків екосистемних послуг за допомогою інструментів i-Tree.

Таблиця 2.3 – Флористичний склад насаджень території досліджень

Назва виду	Родина	Екологічна група	Значення
<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch. – дівочий виноград п'ятилистий	<i>Vitaceae</i> Виноградові	мезофіт, тіньовитривалий	інвазійна
<i>Chelidonium majus</i> L. – чистотіл звичайний	<i>Papaveraceae</i> Макові	мезофіт	лікарська рослина
<i>Impatiens parviflora</i> DC. – розрив-трава дрібноквітка	<i>Balsaminaceae</i> Бальзамінові	мезофіт, тіньолюбна	інвазійна
<i>Lysimachia nummularia</i> (L.) Schur – вербозілля лучне	<i>Primulaceae</i> Первоцвітові	гігромезофіт	лікарська, декоративна

Продовження таблиці 2.3

<i>Urtica dioica</i> L. – кропива дводомна	<i>Urticaceae</i> Кропивові	нітрофіл, мезофіт	лікарська, кормова
<i>Galium aparine</i> L.– підмаренник чіпкий	<i>Rubiaceae</i> Маренові	мезофіт	рудеральна, лікарська
<i>Fragaria vesca</i> L. – суниця лісові	<i>Rosaceae</i> Розові	мезофіт	лікарська, харчова
<i>Elymus repens</i> (L.) <u>Gould</u> – пирій повзучий	<i>Poaceae</i> Тонконогові	мезофіт	рудеральна, лікарська
<i>Arctium minus</i> (Hill) Bernh. – лопух малий	<i>Asteraceae</i> Айстрові	мезофіт	лікарська, рудеральна
<i>Potentilla erecta</i> (L.) – перстач прямостоячий	<i>Rosaceae</i> Розові	мезофіт	лікарська
<i>Agrimonia eupatoria</i> L. – парило звичайне	<i>Rosaceae</i> Розові	мезофіт	лікарська
<i>Chaerophyllum temulum</i> L. – бутень п'яний	<i>Apiaceae</i> Селерові	мезофіт	отруйна

Узагальнені дані свідчать, що видовий склад сформований переважно рослинами, які притаманні для лісостепових, а також антропогенно трансформованих екосистем. Видів, занесених до Червоної книги України, серед виявлених рослин не зафіксовано. Під час інвентаризації у осінній період виявлено 12 видів вищих судинних рослин, що належать до 11 родин. Родина *Rosaceae* включає 3 види – *F. vesca*, *P. erecta*, *A. eupatoria*. Інші родини представлені поодинокі (по 1 виду). Аналіз екологічної структури досліджуваної флори щодо чинника зволоження демонструє абсолютне домінування мезофітної групи (понад 90% від загальної кількості видів). Це свідчить про стабільний, помірно зволожений водний режим екотопу. Поодинокі трапляються перехідні групи, зокрема гігромезофіти – *L.*

nummularia, що тяжіють до більш зволжених мікропонижень рельєфу. Важливою особливістю досліджуваної ділянки є наявність активних адвентивних видів з високим інвазійним потенціалом. Зокрема, зафіксовано поширення дівочого винограду п'ятилистого – *P. quinquefolia* та розрив-трави дрібноквіткової – *I. parviflora*. Значна частина фітобіоти (близько 75% видового складу) належить до категорії лікарських рослин. Серед них високу цінність мають *C. majus*, *F. vesca*, *A. eupatoria* та *P. erecta*. Окрім лікарських рослин, зафіксовані харчові – *F. vesca*, кормові – *U. dioica* та види, які використовують як декоративні *L. nummularia*. Також виявлено отруйний вид – бутень п'яний *C. temulum*, що необхідно враховувати при потенційному господарському чи рекреаційному використанні території.

Доповненням до характеристики флористичного складу є аналіз вікової структури деревних насаджень парку «Алея Слави». Визначення віку дерев здійснювали шляхом вимірювання обхвату стовбура на висоті 1,3 м від поверхні ґрунту з подальшим розрахунком за видовими коефіцієнтами приросту. Отримані результати свідчать про неоднорідність вікової структури насаджень та наявність на території парку цінних старовікових дерев.

Встановлено, що найстарішими представниками деревостану є дуби звичайні (*Quercus robur* L.), які домінують у видовому складі насаджень. Їх орієнтовний вік становить 90–110 років, а окремі екземпляри перевищують 100 років. Саме дуб звичайний формує основу деревостану парку та визначає його екологічну й ландшафтну структуру. Липа серцелиста (*Tilia cordata* L.), клен гостролистий (*Acer platanoides* L.) та ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.) характеризуються значно меншим віком — переважно в межах 40–56 років, що може свідчити про їх пізніше висадження або особливості росту в умовах міського середовища.

Наявність старовікових дубів значно підвищує природоохоронну цінність території. Такі дерева відіграють важливу роль у підтриманні екологічної рівноваги, оскільки здатні накопичувати значні обсяги біомаси, ефективно поглинати вуглекислий газ, затримувати пил та інші забруднювальні речовини,

а також створювати сприятливі мікрокліматичні умови. Крім того, старі дерева є важливими оселищами для багатьох видів птахів, комах та інших організмів, сприяючи підтриманню біорізноманіття в межах урбанізованого середовища.

Таким чином, результати дослідження свідчать, що парк «Алея Слави» характеризується не лише певним видовим різноманіттям рослинності, а й наявністю цінних старовікових насаджень. Поєднання домінування дуба звичайного, значної частки лікарських рослин та присутності дерев віком понад століття формує високий екологічний, історико-культурний і рекреаційний потенціал території. Збереження таких насаджень є важливою умовою підтримання стабільності міської екосистеми, збереження біорізноманіття та забезпечення комфортного середовища для відпочинку населення.

3.2 Визначення екосистемних послуг зелених насаджень з використанням інструменту My Tree

Монетарна оцінка екосистемних послуг досліджуваних видів, яка відображає очікувану користь як за один рік, так і в довгостроковій перспективі – протягом 20 років представлена в таблиці 1.1.

Таблиця 2.4 – Секвестрація вуглецю та монетарна оцінка екосистемних послуг досліджуваних дерев парку «Алея Слави»

Вид дерева	Еквівалент CO ₂ , кг	Секвестрований вуглець, кг	Поглинання вуглекислого газу, грн.
за один рік			
<i>Quercus robur</i> L.	5362,07	1462,38	35735,88
<i>Acer platanoides</i> L.	66,17	48,07	1004,29
<i>Tilia cordata</i> L.	31,22	851	177,88
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	47,32	16,86	352,29
через 20 років			

Продовження таблиці 2.4

<i>Quercus robur</i> L.	643031,6	30778,43	643031,6
<i>Acer platanoides</i> L.	25592,10	1224,95	25592,10
<i>Tilia cordata</i> L.	5505,94	263,54	5505,94
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	11 291,11	570,6	11 291,11

Як видно з таблиці 2.4, *Q. robur* L., в кількості 37 екземплярів, забезпечує еквівалент CO₂ на рівні 5362,07 кг та секвеструє 1462,38 кг вуглецю. Відповідно, економічна оцінка поглинання вуглекислого газу для цього виду за один рік становить 35735,88 грн. Здатність насаджень *Q. robur* L. поглинати вуглекислий газ із атмосфери протягом наступних 20 років становить 643 031,6 кг, що відображає його ефективність у поглинанні CO₂. Обсяг вуглецю, накопиченого в біомасі дерева досягає приблизно 30 778,43 кг. Грошова вартість екологічної послуги, яку забезпечує цей вид, з урахуванням соціально-економічного значення секвестрації вуглецю та пом'якшення змін клімату, становить 643 031,6 грн.

Серед досліджуваних видів *A. platanoides* L. демонструє високий рівень екосистемних послуг у порівнянні з *T. cordata* L. та *F. excelsior* L., зокрема щодо накопичення вуглецю та економічної оцінки. Загальна кількість CO₂, поглинутого деревами цього виду, становить 66,17 кг на одиницю, секвестрований вуглець у біомасі досягає 48,07 кг, а економічна оцінка екологічної послуги становить 1004,29 грн. Це свідчить про високу ефективність клена гостролистого у забезпеченні екологічної користі.

T. cordata L. характеризується значно меншим поглинанням CO₂, і відповідно становить 31,22 кг, при цьому обсяг секвестрованого вуглецю досягає 851 кг. Економічна оцінка наданих послуг становить 177,88 грн. Такі показники свідчать про те, що цей вид має більшу біомасу, але менш ефективно поглинає CO₂ на одиницю, порівняно з *A. platanoides* L.

F. excelsior L. демонструє середнє значення екосистемних показників секвестрації вуглецю. Поглинання CO₂ становить 47,32 кг, секвестрований

вуглець у біомасі – 16,86 кг, а економічна оцінка екологічної послуги становить 352,29 грн за один рік. Отже, *F. excelsior* L. забезпечує помірний рівень як поглинання вуглецю, так і економічної вигоди порівняно з іншими досліджуваними видами.

Не менш важливим як з екологічної, так і з економічної точки зору, оцінка екосистемних послуг зелених насаджень з регулювання стоку. Їх монетарна оцінка дозволяє кількісно визначити внесок зелених насаджень у зменшення витрат на водовідведення, захист від підтоплень та відновлення деградованих земель, що підкреслює їхню важливість для сталого розвитку територій. Оцінка екосистемних функцій деревних насаджень демонструє різницю уникнення стоків та їх перехоплення.

Таблиця 2.5 – Показники регулювання водного стоку та їх монетарна оцінка досліджуваних видів парку «Алея Слави»

Вид дерева	Уникання стоків, л	Перехоплення опадів, л	Пом'якшення наслідків зливових вод, грн.
за один рік			
<i>Q. robur</i> L.	21480,57	380992,17	2220,97
<i>A. platanoides</i> L.	314,22	5573,11	32,49
<i>T. cordata</i> L.	204,24	3612,47	21,12
<i>F. excelsior</i> L.	332,34	5894,58	34,36
через 20 років			
<i>Q. robur</i> L.	491540,91	8718262,89	50822,67
<i>A. platanoides</i> L.	7715,31	136843,28	797,72
<i>T. cordata</i> L.	6025,05	106863,87	622,96
<i>F. excelsior</i> L.	10662,19	189111,05	1102,41

З таблиці 2.5 видно, що за річний період *Q.robur* L. надає найвищі показниками екосистемних послуг у контексті регулювання водного режиму. Обсяг зменшеного поверхневого стоку становить 21 480,57 л, перехоплення

опадів досягає 380 992,17 л, а економічна оцінка послуг із пом'якшення наслідків зливових вод становить 2 220,97 грн. *A. platanoides* L. демонструє значно нижчі показники, зокрема екосистемна послуга уникнення стоків становить 314,22 л, перехоплення опадів – 5 573,11 л, а їх економічна оцінка – 32,49 грн. *T. cordata* L. характеризується найменшими значеннями серед досліджуваних видів, де показник уникання стоків сягає 204,24 л, перехоплення опадів – 3 612,47 л, а економічна оцінка – 21,12 грн. *F. excelsior* L. забезпечує уникнення стоку на рівні 332,34 л, перехоплення опадів у межах 5 894,58 л. Монетарна оцінка послуг становить 34,36 грн за рік.

Упродовж двадцятирічного періоду досліджувані деревні насадження демонструють суттєві відмінності у здатності забезпечувати екосистемні послуги, пов'язані з регулюванням поверхневого стоку, перехопленням атмосферних опадів та пом'якшенням наслідків зливових вод. Найвищі показники зафіксовано для *Q. robur* L., який на досліджуваній території представлений у більшій кількості. Обсяг уникнення стоку для цього виду становить 491 540,91 л, що свідчить про його високу здатність зменшувати поверхневий стік і, відповідно, знижувати ризик підтоплень. Перехоплення опадів досягає 8 718 262,89 л, що вказує на значний потенціал крони у затриманні атмосферної вологи. Економічна оцінка послуг із пом'якшення наслідків зливових вод становить 50 822,67 грн, що підтверджує вагомий внесок цього виду у зменшення витрат на управління дощовими водами. Це, насамперед, пояснюється тим, що в межах парку «Алея Слави» кількісно переважає вид *Q. robur* L., який формує значну частку деревостану. Завдяки своїм морфологічним і фізіологічним особливостям, зокрема добре розвиненій кроні та значній листовій поверхні, цей вид відіграє провідну роль у формуванні екосистемних послуг, зокрема у процесах регулювання водного стоку та перехоплення опадів.

Решта видів представлена лише 4-5 екземплярами, тому характеризуються значно нижчими показниками надання екосистемних послуг. Так, для *A. platanoides* L. показник уникнення стоків становить 7 715,31 л, а перехоплення

опадів – 136 843,28 л, що свідчить про меншу ефективність цього виду у регулюванні водного режиму. Водночас економічна оцінка пом'якшення наслідків зливових вод досягає 797,72 грн, що відображає його обмежений, але стабільний внесок у надання відповідних екосистемних послуг для міського середовища.

T. cordata L. демонструє дещо нижчі показники порівняно з кленом гостролистим. Зокрема, обсяг уникнення стоку становить 6 025,05 л, а перехоплення опадів – 106 863,87 л. Економічна оцінка екосистемних послуг цього виду дорівнює 622,96 грн, що свідчить про відносно невисокий рівень участі цього виду у процесах регулювання зливових вод.

F. excelsior L. має середні показники серед досліджуваних видів. Обсяг уникнення стоку становить 10 662,19 л, що перевищує відповідні значення для попередніх видів. Перехоплення опадів досягає 189 111,05 л, а економічна оцінка послуг із пом'якшення наслідків зливових вод становить 1 102,41 грн, що вказує на більш виражену роль цього виду у регулюванні водного балансу порівняно з іншими супутніми породами.

Екосистемні послуги деревних насаджень у міському середовищі відіграють важливу роль у підтриманні якості атмосферного повітря та екологічної безпеки населення. В умовах інтенсивного антропогенного навантаження, пов'язаного з транспортними викидами, промисловістю та побутовими джерелами забруднення, особливого значення набуває здатність дерев поглинати та трансформувати шкідливі хімічні сполуки.

Деревні рослини виконують функцію природних фільтрів, адсорбуючи газоподібні забруднювачі, такі як оксиди азоту, сірки, вуглецю та озон, а також затримують дрібнодисперсні частинки на поверхні листових пластинок. Завдяки фізіологічним та біохімічним процесам, що відбуваються в рослинах, частина цих речовин нейтралізується або включається в метаболізм, що сприяє зниженню рівня забруднення повітря.

У таблиці 2.6 наведено результати досліджень, які відображають кількісні показники поглинання забруднювальних сполук деревними насадженнями на

досліджуваній території. Представлені дані дозволяють оцінити здатність окремих видів дерев до фільтрації атмосферних забруднень та їх внесок у покращення якості повітря, що є важливим показником екологічної ефективності зелених насаджень.

Таблиця 2.6 – Обсяги поглинання забруднювальних речовин деревними насадженнями на досліджуваній території

Назва виду	Чадний газ CO, г	Озон O ₃ , г	Діоксид азоту с, г	Діоксид сірки SO ₂ , г	PM _{2.5} , г
За один рік					
<i>Q. robur</i> L.	693,81	33052,83	2742,26	5916,75	1725,7
<i>A. platanoides</i> L.	10,15	483,49	40,11	86,5	25,24
<i>T. cordata</i> L.	6,6	314,27	26,07	56,26	16,41
<i>F. excelsior</i> L.	10,73	511,38	42,43	91,54	26,7
Через 20 років					
<i>Q. robur</i> L.	15876,48	756349,54	62751,3	135393,32	39489,19
<i>A. platanoides</i> L.	249,2	11871,79	984,95	2125,16	619,83
<i>T. cordata</i> L.	194,61	9270,93	769,17	169,8	484,04
<i>F. excelsior</i> L.	344,38	16406,29	1361,16	2936,87	586,57

За результатами обрахунку екосистемних послуг поглинання забруднюючих речовин видно, що *Q. robur* L. за один рік поглинає найбільше озону – 33052,83 г. Показники для інших забруднюючих сполук, у порівнянні з озоном, є суттєво нижчими. Середні значення характерні для діоксиду сірки (SO₂) – 5916,75 г/рік, діоксиду азоту (NO₂) – 2742,26 г/рік та дрібнодисперсних часток PM_{2.5} – 1725,7 г/рік, Найнижчий показник зафіксовано для чадного газу (CO) – 693,81 г.

Аналогічна тенденція поглинання хімічних сполук насадженнями *Q. robur* L. зберігається і протягом 20 років. Відповідно, за рахунок функціонування цього виду найбільше поглинається озону – 756349,54 г та діоксиду сірки –

135393,32 г. Встановлено, що протягом 20 років, тридцять сім дерев *Q. robur* L. забезпечують значний рівень очищення атмосферного повітря від діоксиду азоту – 62751,3 г, дрібнодисперсних часточок – 39489,19 г та чадного газу – 15 876,48 г чадного газу.

Серед досліджуваних видів, а саме *A. platanoides* L., *T. cordata* L., *F. excelsior* L. найбільшу здатність до очищення повітря, за 20 років, демонструє *F. excelsior* L., так як цей вид здатен поглинати найбільшу кількість хімічних сполук. Це свідчить про високу ефективність цього виду у зменшенні концентрації шкідливих газів у міському повітрі.

Acer platanoides L. має помірні показники поглинання хімічних сполук, і відзначається кращим поглинанням дрібнодисперсних часток порівняно з іншими двома видами, проте його ефективність щодо газів дещо поступається *F. excelsior* L. Найменшу здатність до очищення повітря демонструє *Tilia cordata* L., яка поглинає найменші кількості більшості забруднювачів. Особливо низький показник щодо діоксиду сірки свідчить про обмежену роль цього виду у нейтралізації шкідливих газів у місті.

Таблиця 2.7 Монетарна оцінка поглинання забруднювальних речовин деревними насадженнями на досліджуваній території

Назва виду	Кількість екземплярів	За один рік, грн	За 20 років, грн
<i>Q. robur</i> L.	37	2962,15	67822,67
<i>A. platanoides</i> L.	4	43,36	1063,89
<i>T. cordata</i> L.	4	28,03	830,87
<i>F. excelsior</i> L.	5	45,99	1470,78

Так як *Q. robur* L. представлений найбільшою кількістю екземплярів, відповідно забезпечує виконання екосистемних послуг з поглинання забруднюючих речовин на суму 2962, 15 грн за рік. *A. platanoides* L. та *F. excelsior* L. забезпечують поглинання забруднювальних речовин майже в

однаковому монетизованому еквіваленті 43,36 грн. та 45,99 грн. Найменший показник належить *T. cordata* L. – 28,03 грн.

Найбільший внесок у зниженні рівня забруднення атмосфери забезпечує *Q. robur* L., грошова оцінка екологічних послуг якого становить 67 822,67 грн за 20 років функціонування. Це свідчить про високу ефективність цього виду у фільтрації забруднюючих сполук та важливу роль у підтриманні екологічної стабільності досліджуваної території. *F. excelsior* L. забезпечує поглинання забруднюючих речовин на суму 1 470,78 грн, що суттєво перевищує інші види у внеску у зменшення забруднення, такі як *A. platanoides* L. та *T. cordata* L. Для *A. platanoides* L. монетарна оцінка становить 1 063,89 грн, а для *T. cordata* L. – 830,87 грн, що вказує на обмеженість цих видів поглинати забруднювальні речовини у порівнянні з *Q. robur* L. та *A. platanoides* L.

3.3 Оцінка екосистемних послуг деревних насаджень з використанням I-Tree Canopy

Оцінку екосистемних послуг деревних насаджень проводили з використанням програмного забезпечення i-Tree Canopy, яке дозволяє визначити структуру земного покриву та оцінити екосистемні послуги зелених насаджень. За допомогою випадково згенерованих точок і аналізу супутникових зображень було встановлено частку деревного покриву, що дало можливість оцінити внесок насаджень у поглинання вуглецю, очищення повітря та регулювання мікроклімату території.

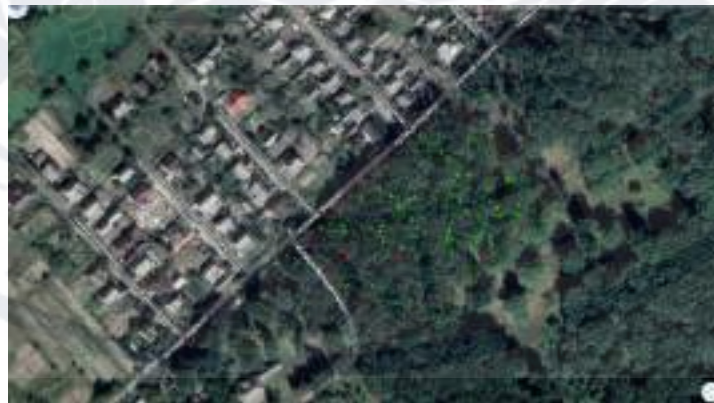


Рисунок 3.2 – Оцінка деревного покриву досліджуваної території методом випадкових точок у програмі i-Tree Canopy

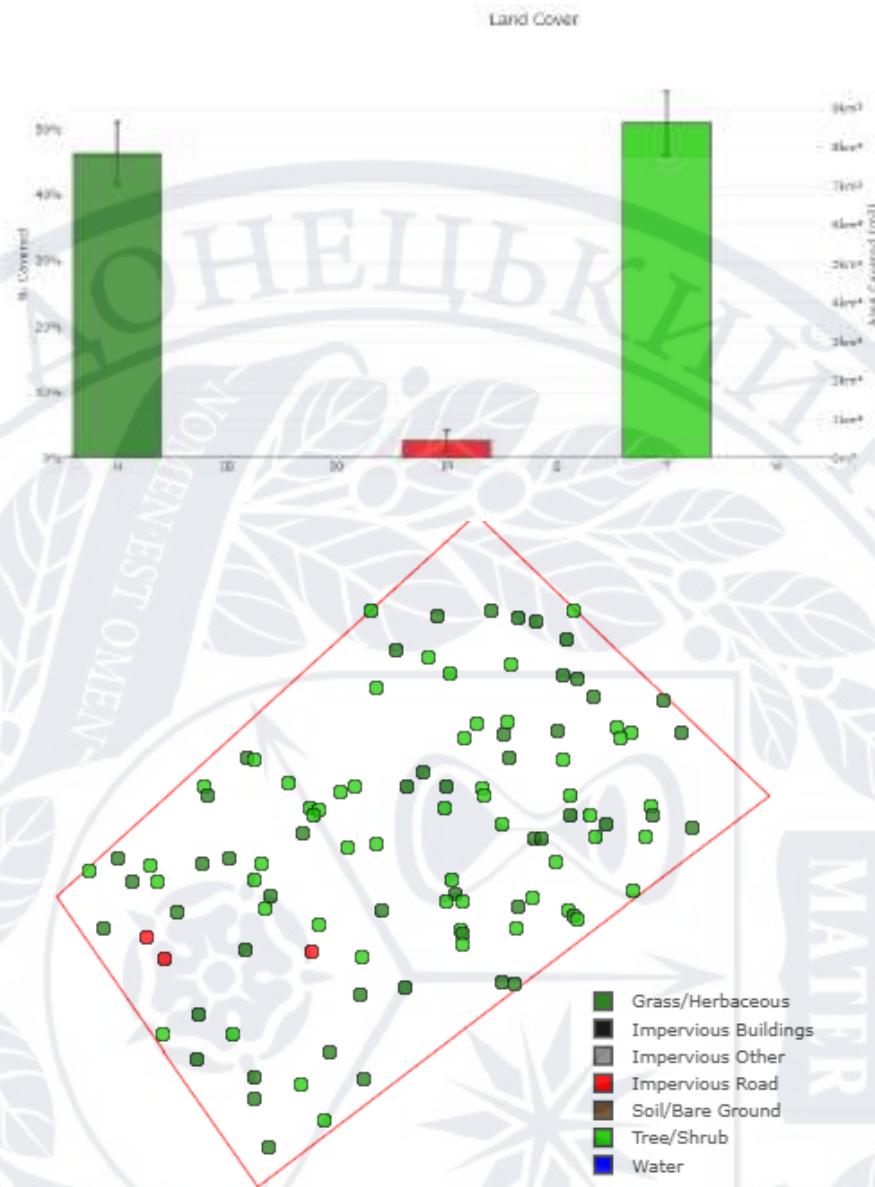


Рисунок 3.3 – Візуалізація результатів оцінювання екосистемних послуг деревних насаджень у i-Tree Canopy

Таблиця 2.8 – Показники поглинання та збереження вуглецю деревними насадженнями

Показник	Вуглець, т	CO ₂ екв., т	Вартість, дол США
Щорічно секвеструється в деревах	2,64 ±0,25	9,67±0,91	1193±113
Зберігається на деревах	66,23±6,26	242,84±22,94	29 951±2,89

Дані, наведені у таблиці 2.8, характеризують показники поглинання та накопичення вуглецю деревними насадженнями досліджуваної території.

Встановлено, що дерева парку відіграють важливу роль у регулюванні вуглецевого балансу урбанізованого середовища. У процесі фотосинтезу деревні рослини поглинають вуглекислий газ із атмосфери та накопичують вуглець у своїй біомасі, що сприяє зменшенню концентрації парникових газів у повітрі. За результатами оцінювання визначено, що щорічний обсяг секвестрації вуглецю визначеними деревними насадженнями становить 2,64 т, що еквівалентно 9,67 т CO₂. Загальний запас накопиченого вуглецю у біомасі дерев становить 66,23 т, або 242,84 т CO₂-еквіваленту. Найбільший внесок у накопичення вуглецю забезпечують дерева з великим діаметром стовбура та значною площею крони, насамперед *Quercus robur* L. Отримані результати підтверджують, що старовікові дерева мають особливе значення у підтриманні кліматичної стабільності та пом'якшенні наслідків глобальних кліматичних змін.

Таблиця 2.9 – Загальні показники зменшення забруднення повітря насадженнями

Показник	Кількість, кг	Вартість, дол. США
CO	3,18±0,30	41±4
NO ₂	27,28±2,58	1±0
O ₃	0±0,00	0±0
SO ₂	98,75±9,33	1±0
PM _{2.5}	1,60±0,15	16±1
PM ₁₀ *	9,60±0,91	1298±123
Всього	140,42±13,26	1357±128

Результати, наведені у таблиці 2.9, свідчать про ефективну здатність деревних насаджень досліджуваної території зменшувати рівень атмосферного забруднення. Загальний обсяг вилучених забруднювальних речовин становить 140,42 кг, а загальна економічна вартість цієї екосистемної послуги оцінюється у 1357 дол. США.

Серед досліджуваних полютантів найбільший обсяг поглинання припадає на діоксид сірки (SO_2) – 98,75 кг, що становить понад 70 % від загальної кількості вилучених забруднювальних речовин. Це свідчить про високу ефективність деревних насаджень у поглинанні газоподібних сполук сірки, які є одними з основних компонентів промислового та транспортного забруднення повітря.

Другим за обсягом поглинання є діоксид азоту (NO_2), кількість якого становить 27,28 кг. Порівняно із SO_2 цей показник є майже у 3,6 раза меншим, однак він також підтверджує важливу роль дерев у зниженні рівня транспортного забруднення, оскільки NO_2 переважно утворюється внаслідок роботи автомобільного транспорту.

Кількість поглинутого чадного газу (CO) становить 3,18 кг, що значно менше порівняно із діоксидом сірки та діоксидом азоту. Найнижчий показник серед газоподібних забруднювачів зафіксований для озону (O_3), поглинання якого практично не відбувалося. Це може бути пов'язано з особливостями локальних атмосферних процесів та концентрацій озону на досліджуваній території.

Особливу увагу слід звернути на тверді частинки $\text{PM}_{2.5}$ та PM_{10} . Незважаючи на те, що кількість затриманих частинок PM_{10} становить лише 9,60 кг, економічна вартість їх вилучення є найвищою – 1298 дол. США, що складає понад 95 % загальної вартості очищення повітря. Це пояснюється високою небезпекою дрібнодисперсного пилу для здоров'я населення, оскільки частинки PM_{10} та $\text{PM}_{2.5}$ здатні проникати у дихальну систему людини та викликати серцево-судинні й респіраторні захворювання. Водночас кількість затриманих частинок $\text{PM}_{2.5}$ є меншою – 1,60 кг, а їх економічна вартість становить 16 дол. США.

Таким чином, аналіз даних таблиці 1.6 показує, що деревні насадження найбільш ефективно поглинають діоксид сірки, однак найбільшу економічну цінність має вилучення твердих частинок PM_{10} . Отримані результати

підтверджують важливу санітарно-гігієнічну функцію зелених насаджень та їх значення у покращенні якості атмосферного повітря.

Таблиця 2.10 – Загальні показники уникнення стоку насадженнями на досліджуваній території

Показник	Кількість, л	Вартість, дол США
Уникнення стоку	20,91±1,98	32±3
Випаровування	850,24 ±80,31	-
Перехоплення опадів	852,54±80,53	-
Транспірація	606,94±57,33	-
Потенційне випаровування	3110,34±293,80	-
Транспірація+випаровування	2518,37±237,88	-

Дані таблиці 2.10 характеризують роль деревних насаджень у регулюванні поверхневого стоку та водного режиму досліджуваної території. Встановлено, що загальний обсяг уникнення поверхневого стоку становить 20,91 л, а економічна вартість цієї послуги оцінюється у 32 дол. США.

Найвищі показники серед досліджуваних параметрів мають потенційне випаровування та сумарна транспірація з випаровуванням. Потенційне випаровування становить 3110,34 л, що є найбільшим показником у таблиці та майже у 3,6 раза перевищує обсяг перехоплення опадів. Це свідчить про значну участь деревних насаджень у підтриманні водного балансу та формуванні мікроклімату території.

Сумарний показник транспірації та випаровування становить 2518,37 л, що також вказує на високу інтенсивність водообміну між рослинами та атмосферою. Безпосередньо транспірація дерев становить 606,94 л, тоді як випаровування – 850,24 л. Отже, випаровування перевищує транспірацію приблизно у 1,4 раза. Це може бути пов'язано зі значною площею листової поверхні та процесами випаровування вологи після атмосферних опадів.

Перехоплення опадів деревними насадженнями становить 852,54 л і практично відповідає показнику випаровування. Це свідчить про те, що значна

частина атмосферної вологи затримується кронами дерев і повертається в атмосферу, не потрапляючи безпосередньо на поверхню ґрунту. Завдяки цьому зменшується навантаження на систему поверхневого стоку та знижується ризик підтоплень.

Таким чином, аналіз таблиці 2.10 показує, що деревні насадження відіграють важливу роль у регулюванні водного режиму урбанізованої території. Найбільше значення мають процеси випаровування, транспірації та перехоплення опадів, які забезпечують підтримання мікрокліматичних умов, зменшення поверхневого стоку та стабілізацію водного балансу міського середовища.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання бакалаврської роботи проведено оцінку екосистемних послуг деревних насаджень парку «Алея Слави» у м. Гнівань Вінницької області із застосуванням інструментів i-Tree MyTree та i-Tree Canopy.

У ході дослідження проведено інвентаризацію деревних насаджень парку та встановлено їх видовий склад. У межах досліджуваної території обліковано 54 дерева, які належать до чотирьох видів. Домінуючим видом є дуб звичайний (*Quercus robur* L.), частка якого становить 68,5 % від загальної кількості дерев. Також виявлено ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.), липу серцелисту (*Tilia cordata* L.) та клен гостролистий (*Acer platanoides* L.). У трав'яному покриві зафіксовано 11 видів рослин, серед яких переважають лікарські види, а також виявлено інвазійні рослини.

Визначено орієнтовний вік деревних насаджень за результатами вимірювання діаметра стовбурів та використання видових коефіцієнтів приросту. Встановлено, що найстарішими деревами парку є дуби звичайні із середнім віком близько 117 років. Вік інших деревних видів становить близько 14–15 років. Отримані результати свідчать про неоднорідність вікової структури насаджень та наявність цінних старовікових дерев.

За допомогою інструменту i-Tree MyTree проведено оцінку екосистемних послуг деревних насаджень. Встановлено, що найбільший внесок у секвестрацію вуглецю, поглинання вуглекислого газу та формування економічної цінності екосистемних послуг забезпечує дуб звичайний. Для цього виду зафіксовано найвищі показники накопичення вуглецю та монетарної оцінки екосистемних послуг як у річному вимірі, так і в прогнозі на 20 років.

Аналіз показників регулювання водного стоку показав, що насадження дуба звичайного характеризуються найвищою здатністю до перехоплення опадів, зменшення поверхневого стоку та пом'якшення наслідків зливових вод.

Інші досліджувані види також виконують важливі регуляторні функції, однак їх внесок є значно меншим через меншу чисельність та розміри дерев.

За результатами оцінювання за допомогою i-Tree Canopy встановлено, що деревна рослинність є одним із ключових компонентів екосистеми парку та забезпечує виконання важливих екологічних функцій, зокрема поглинання вуглецю, очищення атмосферного повітря, регулювання водного режиму та підтримання сприятливих мікрокліматичних умов.

Отримані результати підтверджують важливу роль деревних насаджень парку «Алея Слави» у підтриманні екологічної стабільності міського середовища. Найбільшу екологічну та економічну цінність мають старовікові насадження дуба звичайного, збереження яких є важливою умовою підтримання біорізноманіття, рекреаційної привабливості та сталого функціонування урбоекосистеми.

Таким чином, деревні насадження парку «Алея Слави» виконують важливі екосистемні функції та мають значну екологічну, соціальну й економічну цінність. Їх збереження та належне управління є важливою складовою забезпечення сталого розвитку урбанізованих територій і покращення якості життя населення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ПОСИЛАНЬ

1. Василюк О., Ільмінська Л. Екосистемні послуги. Огляд. – URL: https://uncg.org.ua/wp-content/uploads/2020/09/EcoPoslugy_web_new.pdf (дата звернення: 22.02.2026).
2. О. Станкевич-Волосянчук, І. Тимченко, С. Савченко. Методичні рекомендації щодо оцінки вартості послуг екосистем.– 2023.– URL: <https://ekospha.org/wp-content/uploads/2023/06/methodology-of-ecosystem-services.pdf> (дата звернення: 22.02.2026).
3. Екосистемні послуги: що це таке і навіщо вони потрібні? / Екодія. – URL: <https://ecoaction.org.ua/ekosystemni-posluhy-nam-potribni.html> (дата звернення: 22.02.2026).
4. The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB) / Convention on Biological Diversity. – URL: <https://www.cbd.int/incentives/teeb> (дата звернення: 22.02.2026).
5. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. – URL: <https://eco.gov.ua/> (дата звернення: 22.02.2026).
6. Українська Природоохорона Група. UNCG – URL: <https://uncg.org.ua/> (дата звернення: 22.02.2026).
7. Прищеп А. М. ЕКОСИСТЕМНІ ПОСЛУГИ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ УРБОСИСТЕМ. 2019. – URL: <https://scireports.com.ua/web/uploads/pdf/Vol.%2077,%20No.%201,%202019-54-65.pdf> (дата звернення: 22.02.2026).
8. Вишенська І. Г., Мельник Є. Є. Оцінювання регуляторних екосистемних послуг зелених насаджень в урбоекосистемах. / Наукові записки НаУКМА. 2024. – URL: <https://nrpbe.ukma.edu.ua/article/view/310005/301387> (дата звернення: 22.02.2026).
9. European Environment Agency. – URL: <https://www.eea.europa.eu/en> (дата звернення: 22.02.2026).

10. Відділення загальної біології Національної академії наук України. – URL: <https://www.nas.gov.ua/structure/section-chemical-biological-sciences/department-general-biology> (дата звернення: 22.02.2026).
11. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища». – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1528391z6#Text> (дата звернення: 22.02.2026).
12. Convention on Biological Diversity (CBD). – URL: <https://www.cbd.int/> (дата звернення: 10.03.2026).
13. Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework: what is it? / Institute of Sustainability Studies. – URL: <https://instituteofsustainabilitystudies.com/insights/lexicon/what-is-the-kunming-montreal-global-biodiversity-framework/> (дата звернення: 10.03.2026).
14. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES). – URL: <https://www.ipbes.net/> (дата звернення: 10.03.2026).
15. Потоцька С. О., Аравін П. А., Карпенко Ю. О., Сverdlov В. О. Екосистемні послуги вуличних зелених насаджень м. Чернігова в умовах кліматичних змін / С. О. Потоцька, П. А. Аравін, Ю. О. Карпенко, В. О. Сverdlov // Український журнал природничих наук. – 2025. – № 11. – URL: <https://naturaljournal.zu.edu.ua/index.php/ujns/article/view/283> (дата звернення: 15.03.2026).
16. Екологічний паспорт Вінницької області 2024 / Вінницька обласна військова адміністрація. – URL: https://www.vin.gov.ua/images/UPRTER/2024/ogoloshennya/Ekologichnuy_pasport_2024_.pdf (дата звернення: 17.03.2026).
17. Хом'як І. В. Економічна оцінка екосистемних послуг національного природного парку «Голосіївський» (Матеріали слухань). URL: – URL: <https://eprints.zu.edu.ua/36816/1/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%B0%D0%BB%D0%B8-%D1%81%D0%BB%D1%83%D1%85%D0%B0%D0%BD%D1%8C-2%281%29-73-77.pdf> (дата звернення: 17.03.2026).

18. Бідолах, Д. І., Васишин, Р. Д., Миронюк, В. В., Кузьович, В. С., & Підховна, С. М. (2023). Оцінювання екосистемних послуг зелених насаджень з використанням інструменту i-Tree Eco. *Scientific Bulletin of UNFU*, 33(2), 7-13.– URL: <https://nv.nltu.edu.ua/index.php/journal/article/view/2486> (дата звернення: 17.03.2026).

19. Бідолах Д. І. Оцінка екосистемних функцій зелених насаджень як важлива складова їх інвентаризації у контексті сталого розвитку урболандшафтів. *Лісівнича наука*. 2023. Том 14, № 1. URL: <https://forestscience.com.ua/uk/journals/tom-14-1-2023/otsinka-yekosistyemnikh-funktsiy-zyelyenikh-nasadzhyen-yak-vazhлива-skladova-yikh-invyentarizatsiyi-u-kontyeksi-stalogo-rozvitku-urbolandshaftiv> (дата звернення: 17.03.2026).

20. Макаревич А. М., Ковбаса Я. В., Білоус А. М. Інвентаризація та екосистемні послуги дерев у міському середовищі (Inventory and Ecosystem Services of Trees in Urban Environments). ResearchGate. URL: https://www.researchgate.net/publication/392064272_INVENTARIZACIA_TA_EKOSISTEMNI_POSLUGI_DEREV_U_MISKOMU_SEREDOVISI_INVENTOR_Y_AND_ECOSYSTEM_SERVICES_OF_TREES_IN_URBAN_ENVIRONMENTS_in_UKRAINIAN (дата звернення: 17.03.2026).

21. Матеріали науково-практичної конференції / Державний біотехнологічний університет. Харків, 2024. URL: <https://biotechuniv.edu.ua/wp-content/uploads/2024/12/conf-29-30-10-24-mater.pdf> (дата звернення: 17.03.2026).

22. Інструкція з інвентаризації зелених насаджень у населених пунктах України: Наказ Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України від 24.12.2001 № 226. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0182-02#Text> (дата звернення: 17.03.2026).

23. Визначення віку дерев // Електронний ресурс «Мислене древо». URL: <https://www.myslenedrevo.com.ua/uk/Sci/Kyiv/Islands/Nature/1-8-vikovy-derewa/trees-age-determination.html> (дата звернення: 17.03.2026).

24. i-Tree Support Resources Overview. Official Website. URL: <https://www.itreetools.org/support/resources-overview> (дата звернення: 17.03.2026).

25. MyTree i-Tree Tools Application. URL: <https://mytree.itreetools.org/> (дата звернення: 17.03.2026).

26. i-Tree Canopy Online Tool. URL: <https://canopy.itreetools.org/> (дата звернення: 17.03.2026).

27. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being. URL: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf> (дата звернення: 17.03.2026).

28. Про благоустрій населених пунктів : Закон України від 06.09.2005 № 2807-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2807-15#Text> (дата звернення: 17.03.2026).

29. Стратегія екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату України на період до 2030 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 20.10.2021 № 1363-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/1363-2021-%D1%80> (дата звернення: 19.05.2026).

30. Європейська зелена угода (The European Green Deal) : Комунікація Комісії до Європейського Парламенту, Європейської Ради, Ради, Європейського Економічного і Соціального Комітету та Комітету Регіонів. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2019%3A640%3AFIN> (дата звернення: 19.05.2026).

31. Про охорону земель : Закон України від 19.06.2003 № 962-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/962-15#Text> (дата звернення: 19.05.2026).

ДОДАТОК А

Деревні та трав'янисті рослини парку «Алея Слави» у м. Гнівань

Рисунок А.1 – *Q. robur* L. (дуб звичайний)Рисунок А.2 – *Acer platanoides* L.
(клен гостролистий)Рисунок А.3 – *Tilia cordata* L. (липа
серцелиста)



Рисунок А.4 – *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch. (дівочий виногра́д п'ятили́стий)



Рисунок А.5 – *Chelidonium majus* L.
(чистоті́л зви́чайний)

Рисунок А.6 – *Impatiens parviflora* DC.
(розрив-тра́ва дрібно́кві́ткова)



Рисунок А.7 – *Lysimachia nummularia* (L.) Schur (вербозілля лучне)



Рисунок 8 – *Fragaria vesca* L.
(суниці лісові)



Рисунок 9 – *Galium aparine* L.
(підмаренник чіпкий)



Рисунок 10 – *Urtica dioica* L. (кропива дводомна)