

УДК 712.413:57.04+911.375

DOI <https://doi.org/10.32782/2786-5681-2024-2.04>

Юрій ВЕРГЕЛЕС

старший викладач кафедри інженерної екології міст, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

Yuri_Vergeles@hotmail.com

ORCID: 0000-0002-4915-1489

Інна РИБАЛКА

кандидат біологічних наук, доцент кафедри інженерної екології міст та кафедри ландшафтного проектування та садово-паркового мистецтва, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

innarybalka@gmail.com

ORCID: 0000-0001-8225-3041

Ольга ХАНДОГІНА

кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри інженерної екології міст, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

ol.khandogina@gmail.com

ORCID: 0000-0002-1100-5267

САНІТАРНИЙ СТАН ДЕРЕВНИХ НАСАДЖЕНЬ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ ВЕЛИКОГО МІСТА У ЗВ'ЯЗКУ З ЇХ ТИПОЛОГІЧНИМ ТА ВИДОВИМ РІЗНОМАНІТТЯМ (НА ПРИКЛАДІ М. ХАРКІВ)

Анотація. *Мета роботи* – визначити видовий склад, оцінити видове різноманіття і поточний санітарний стан, окреслити екосистемні послуги міських насаджень на території Шевченківського району м. Харків. *Предмет дослідження* – екосистемні послуги та санітарний стан деревних насаджень в умовах великого міста. *Об'єкт дослідження* – деревні насадження загального користування м. Харків. **Методологія.** В цьому дослідженні ми використали змішану методику інвентаризації та оцінки санітарного стану насаджень на пробних площадках довільної конфігурації та варіабельної площі, стандартизованих за кількістю окремих дерев ($n=20$). Ми оцінювали санітарний стан деревних насаджень загального користування таких типів: вуличні насадження; алеї та бульвари; парки, сади і сквери, за винятком великих парків; внутрішньо-квартальні насадження. В роботі досліджено видовий склад, видову та вікову структуру міських деревних насаджень (920 дерев, 46 облікових площадок) в межах Шевченківського району м. Харків. Загалом відмічено 52 види деревних рослин, з яких 30 – алохтони. Домінантними видами у складі насаджень є клен гостролистий *Acer platanoides* (23,9% від загальної вибірки) та гіркокаштан звичайний *Aesculus hippocastanum* (13,5%). Найвищий рівень видового багатства виявлено для внутрішньо-квартальних та вуличних насаджень (41 та 26 видів, відповідно), найменший – у складі насаджень невеликих парків і скверів (11–13 видів). Серед історичних мікрорайонів Шевченківського району найбільш різноманітними є насадження на Олексіївці. У віковій структурі насаджень були представлені дерева всіх вікових класів від I-го до V-го із переважанням III-го. Середні значення індексу санітарного стану насаджень в точках варіюють від $1,25 \pm 0,10$ до $3,50 \pm 0,35$; в цілому по вибірці – $2,29 \pm 0,04$, що означає послаблений стан. **Висновки.** В цілому не виявлено будь якого достовірного зв'язку між санітарним станом насаджень і їх видовим різноманіттям. Отже, ці дві характеристики насаджень варіюють незалежно одна від одної, оскільки різні види дерев по-різному реагують на одні й ті ж самі умови зростання та на дію різних стресогенних факторів. Санітарний стан як насаджень в цілому, так і окремих дерев погіршується із віком. Найкращим чином були доглянуті насадження скверів, що відображено у середніх показниках санітарного стану достовірно відмінними у кращий бік від решти типів насаджень.

Ключові слова: *видове різноманіття, деревні насадження, екосистемні послуги, зелена інфраструктура міст, санітарний стан.*

Yuriy VERGELES

M.Sc. (Biology), Drs. (Ecology), Senior Lecturer at the Department of Urban Environmental Engineering, O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

Yuri_Vergeles@hotmail.com

ORCID: 0000-0002-4915-1489

Inna RYBALKA

Candidate of Sciences in Biology (Ph.D.), Associate Professor at the Department of Urban Environmental Engineering and Department of Landscape Design, Urban Forestry & Horticulture, O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

innarybalka@gmail.com

ORCID: 0000-0001-8225-3041

Olga KHANDOGINA

Candidate of Sciences in Economics (Ph.D.), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Urban Environmental Engineering, O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

ol.khandogina@gmail.com

ORCID: 0000-0002-1100-5267

**THE HEALTH CONDITION OF PUBLIC TREE STANDS IN A LARGE CITY
IN RELATION TO THEIR TYPOLOGICAL AND SPECIES DIVERSITY
(ON THE EXAMPLE OF THE CITY OF KHARKIV)**

Abstract. *The aim of the study was to determine the species composition, assess the species diversity and current tree health condition, and outline the ecosystem services of urban forest in the Shevchenkivskyi district of the city of Kharkiv, Ukraine. The subject of the study is ecosystem services and the sanitary condition of tree plantations in a large city. Object of research – public tree stands in Kharkiv. The research methodology. In this study, we used a mixed methodology for inventory and assessing the sanitary condition of tree stands on sample sites of arbitrary configuration and variable area, standardized by the number of individual trees ($n=20$). We assessed the sanitary condition of public tree stands of the following types: street tree-line walks; alleys and boulevards; parks, gardens and squares, except for large parks; and intra-quarter plantations. The paper investigates the species composition, taxonomic and age structure of urban tree stands (920 trees, 46 sampling sites) within the Shevchenkivskyi district of the city of Kharkiv. A total of 52 species of woody plants were recorded, 30 of which are allochthonous. The dominant species in the plantations are the Norway Maple *Acer platanoides* (23.9% of the total sample) and the Horse Chestnut *Aesculus hyppocastanum* (13.5%). The highest level of species richness was found for intra-quarter and street tree-line walks (41 and 26 species, respectively), and the lowest – in the plantings of small parks and squares (11–13 species). Among the historical neighborhoods of the Shevchenkivskyi district, the most diverse were the tree stands in Oleksiivka. In the age structure of the plantations, trees of all age classes from I to V with the predominance of the third class (middle-aged) were represented. The average values of the sanitary condition index of plantations at the points range from 1.25 ± 0.10 (healthy-to-weaken) to 3.50 ± 0.35 (dry-crowned); in the whole sample – 2.29 ± 0.04 , which means a weakened health state. Conclusions. In general, no significant relationship was found between the sanitary condition of tree stands and their species diversity. Consequently, these two characteristics of tree assemblages vary independently of each other, as different tree species respond differently to the same growing conditions and to the effects of various stressors. The sanitary condition of both tree stands as a whole and individual trees deteriorates with age. The best maintained plantations were those in public gardens, which is reflected in the average sanitary condition indicators, which are significantly different to a better state from the other types of plantations.*

Key words: *ecosystem services, green infrastructure, species diversity, tree health state, urban forest.*

Постановка проблеми. Одна із 17 цілей глобального сталого розвитку, визначених Організацією Об'єднаних Націй, безпосередньо стосується безпеки, стійкості, інклюзивності міст та інших поселень людини [30]. Від 2008 р. більшість людей на планеті Земля мешкають у містах. В Україні цей показник становить близько 70% від загальної кількості насе-

лення. Міста є потужним джерелом впливу на Біосферу. Тим не менш, природні компоненти урбанізованого довкілля – насамперед, зелені насадження – є невід'ємною складовою всіх інженерно-екологічних та соціально-екологічних рішень для досягнення цілей сталого розвитку суспільства. Від здоров'я зелених насаджень залежить не тільки стан довкілля міст,

а й власне здоров'я і добробут містян [29]. Тому знання про реакції деревних рослин у складі міських насаджень на вплив різноманітних екологічних факторів – абіотичних, біотичних та антропогенних, постійний моніторинг їх стану та науково-обґрунтовані на загально-екологічних засадах створення і догляд за насадженнями є запорукою безпеки, комфорту та пружної стійкості міських систем в умовах глобальних та регіональних змін довкілля. Саме наявність доглянутих і здорових деревних насаджень, пов'язаних із «природним каркасом» урбаністичних систем та приміських зон роблять міста бажаними місцями осілого життя людей.

Аналіз джерел та останніх досліджень. Чим більшою є частка від загальної площі території міських та інших поселень людини, яка зайнята деревними насадженнями різного походження, тим більше є формальних підстав розглядати людські поселення як екосистеми. М. А. Голубець запропонував термін «урбоекосистема» спеціально для позначення природної складової комплексної природно-техно-соціальної системи, якою є місто [6]. Урбоекосистеми є відкритими нерівноважними системами, функціонування яких повністю залежить від людської діяльності, тому вони зазвичай виявляють низьку стійкість до зовнішніх впливів через відносно незначну буферну ємність. Рослинні угруповання в містах, «левова частина» яких представлена саме деревними насадженнями, власне й забезпечують певну цілісність та пружну стійкість урбоекосистем, роблячи останні такими ж складовими біосфери, як й інші екосистеми природного або напівприродного походження.

Однією із фундаментальних характеристик біотичних угруповань є їх біологічне різноманіття [24]. Роль біорізноманіття у забезпеченні та підтримці життя на Землі відображена у звіті «Оцінка екосистем на межі тисячоліть» (Millenium Ecosystem Assessment, 2005) [26], у якому популяризується поняття «екосистемні послуги» (ecosystem services), тобто вся сукупність благ у матеріальній та нематеріальній формі, які безпосередньо або опосередковано отримують люди від екосистем для підтримки власного добробуту і самого існування, а також існування залежних від людей культурних рослин та свійських тварин.

Екосистемні послуги прийнято поєднувати за 4 групами:

– підтримувальні (первинна продукція, ґрунтоутворення, колообіги хімічних елементів та поживних речовин в біосфері та ін.);

– забезпечувальні (екосистеми з їх біотичними угрупованнями як джерело їжі, прісної води, деревини, волокон, палива та ін.);

– регулювальні (регулювання клімату, гідрологічного циклу, захист від повеней, ерозії, очищення води, повітря ґрунтів від сторонніх домішок, регулювання чисельності та циркуляції патогенів, та ін.);

– соціально-культурні (задовольняння естетичних, рекреаційних, духовних, освітніх потреб людини, тощо) [26].

Деревні насадження міст, як складові біогеоценотичного покриву урбоекосистеми, надають людям послуги із всіх чотирьох груп, хоча такі послуги як *первинна продуктивність* та *ґрунтоутворювальна роль* міських насаджень в урбоекосистемі не має того значення, як, наприклад, у лісогосподарських або сільськогосподарських системах, не кажучи вже про природні лісові екосистеми [11; 17; 18], а підтримувальні функції насаджень стосовно *біогеохімічних циклів* в містах використовуються лише частково [11]. Стосовно *забезпечувальних функцій* міських насаджень можна сказати, що вони мають дещо другорядну і сильно недооцінену роль в житті містян [15; 17; 19], позаяк більшу частину їжі, деревини, волокон, органічного палива міські системи отримують ззовні. Але – із подальшим зростанням чисельності міського населення і площ, зайнятих поселеннями людей – дедалі важче буде задовольняти ці базові потреби людей, якщо не використовувати продукційний потенціал урбоекосистем.

Мабуть, найбільш затребуваними в реаліях міського життя є *регулювальні* та *соціально-культурні функції* деревних насаджень, заради яких власне і постала традиція міської гортікультури. Деревні насадження є незамінними складниками будь-яких рішень, спрямованих на меліорацію міського клімату [6; 16; 25; 31].

Сукупність пов'язаних із наданням екосистемних послуг властивостей видів дерев і чагарників у складі міських насаджень робить їх складовими природо-орієнтованих рішень і заходів щодо оптимізації урбанізованого довкілля [5; 14; 15; 18; 21; 29; 32; 34; 36].

Результати все більшої кількості досліджень, проведених у різних країнах світу, свідчать, що

часте перебування серед деревних насаджень, або проживання у добре озелених житлових зонах благотворно впливає на стан фізичного та ментального здоров'я людини, завдяки їй безпосередньому, й опосередкованому впливу «міського лісу» через низку регулювальних екосистемних послуг, як-то: зменшення рівня шумового та хімічного забруднення, патогенних мікроорганізмів, збільшення вмісту біологічно-активних речовин та від'ємно заряджених йонів [12; 15; 16; 17; 20; 22; 27; 32; 33; 35; 36]. Але максимуму ці ефекти досягають при певному оптимальному рівні «лісистості» урбанізованих територій, більше або менше якого позитивні ефекти для здоров'я перетворюються на протилежні.

Із міськими – і взагалі штучними чи антропогенно-трансформованими природними – насадженнями пов'язані не тільки екосистемні послуги, але і певна шкодочинність здоров'ю і добробуту людини, що в англійській літературі отримало поняття «ecosystem disservices» [23]: поширення інвазійних видів; біологічні пошкодження; можливість травмування людей внаслідок падіння стовбурів, великих гілок та важких плодів дерев, особливо якщо це трапляється внаслідок стихійних лих природного або техногенного походження; можливість травмування або отруєння людей внаслідок контакту з рослинами, які мають такі властивості як видозміни листя, кори або пагонів у вигляді колючок, залозисті тканини, що виділяють токсичні екскрети, отруйні коріння, листя, пагони, квітки, плоди, тобто все, що слугує їм в природі захистом від фітофагів і патогенів; алергенність рослин; засмічення територій рослинним опадом та відпадом, а разом із тим – підвищення рівня пожежної небезпеки; погіршення естетичних та інших соціально-культурних послуг внаслідок неналежного догляду за насадженнями або цілковитої його відсутності, що – у свою чергу – призводить до погіршення криміногенної ситуації; утворення т.зв. «ландшафтів страху та небезпеки» внаслідок мінування, збереження та/або влучання нерозірваних боєприпасів в насадженнях в ході та по закінченні бойових дій в містах та поблизу них на тривалий час. (Останнє зауваження відображає, на жаль, реалії багатьох міст України, що склалися внаслідок неспровокованої збройної агресії з боку РФ від березня 2014 р. і дотепер).

Зважаючи на «терезах» людського здоров'я і добробуту всі функції корисності та шкодочинності деревних насаджень в містах, доходимо висновку, що перші значно перевищують останні. Але що переважатиме в контексті кожного конкретного міста, великою мірою залежатиме від санітарного стану насаджень.

В урбанізованому середовищі більшою мірою, аніж в природних, неурбанізованих осередках, рослини стикаються із низкою шкодочинних факторів, що за своєю дією та реакціями рослинних організмів на них є стресорами [10; 28]. Вплив стресорів постійної дії в умовах урбанізованого довкілля призводить до погіршення фізіологічного, а значить, і санітарного стану деревних рослин. І якщо визначення фізіологічного стану пов'язано із спеціалізованими, переважно лабораторними дослідженнями, або застосуванням складних і недешевих телеметричних засобів його контролю *in-situ*, то санітарний стан може визначатися достатньо швидко при мінімальних витратах людських та часових ресурсів. Більшість методів визначення санітарного стану деревних рослин застосовують візуальні якісні або бальні оцінки видимих пошкоджень [1].

Для забезпечення належного догляду за деревними насадженнями в містах та інших населених пунктах всі насадження загального та спеціального користування в їх межах мають бути проінвентаризовані. Інвентаризація включає облік та картографічне відображення всіх дерев, окремих чагарників та їх груп, а також інших елементів зеленої інфраструктури міст – клумб, работок, квітників, газонів, галявин, та ін. в межах інвентаризаційних ділянок. Крім створення переліку окремих рослин або їх груп, інвентаризаційні відомості включають й оцінки санітарного стану окремих дерев за трьома категоріями: «добрий або відмінний», «задовільний», «незадовільний» [8]. Дерев з останньої категорії підлягають видаленню, необхідність якого обґрунтовується балансоутримувачем та узгоджуються із регіональним представництвом загальнодержавного органу нагляду в сфері охорони довкілля. Видалення таких дерев проводять спеціалізовані підприємства лісового або зеленого господарства.

За різними оцінками, втрати потенціалу екосистемних послуг насадженнями становлять від 40% до 60–70% від оптимуму (який при-

ймається за 100%) залишкової «корисності» при переході із стану «добрий чи відмінний» до стану «задовільний». Але якщо стан окремих дерев чи деревних насаджень в цілому оцінено як «незадовільний», то вони із джерела екосистемних послуг перетворюються на джерело небезпеки та/або шкоди для людини в урбогеосоціосистемі [23].

Метою дослідження є визначити видовий склад, оцінити рівень екологічного різноманіття та поточний стан деревних насаджень в умовах великого міста, що впливає на здоров'я деревних рослин та прояв екосистемних послуг, пов'язаних із зеленими зонами урбаністичних комплексів. Об'єкт досліджень – деревні насадження загального користування у м. Харків (Шевченківський район). Предмет досліджень – екосистемні послуги та санітарний стан деревних насаджень в умовах великого міста.

Виклад основного матеріалу. Дослідження проводились у Шевченківському адміністративному районі – одному із 9 адміністративних районів у сучасному м. Харків. Площа району на сьогодні становить 62 км² (приблизно 1/5 від загальної площі міста) [9]. Особливістю просторово-планувальної структури м. Харків є те, що, в загальних рисах, вона описується секторною моделлю. Річки Лопань і Харків задають первинні планувальні осі, а історичний центр сучасного міста знаходиться як раз біля місця їх злиття. Територія Шевченківського району утворює північний сектор.

Територія міста в геоморфологічному відношенні є пагорбистою рівниною, що перерізається річковими долинами, балками та яругами. Позначки висоти поверхні варіюють від 90 до 192 м над рівнем моря, але більша частина території знаходиться в діапазоні позначок 105–150 м. У межах Шевченківського району найвищі позиції в рельєфі займає північна частина, спостерігається поступовий ухил поверхні в південному напрямку. Але ця картина ускладнюється наявністю досить глибоких балок, що додають рельєфу розчленованості в напрямку із північного заходу на південь і є сформованими малими водотоками – правими притоками р. Лопань: Олексіївською та Саржин Яр. Рельєф на території міста, в основних рисах, є флювіальним за походженням [7].

За багаторічними даними Харківської гідрометеорологічної обсерваторії, клімат

міста характеризується такими показниками [3; 13]:

- середньорічна температура – 6,9 °С;
- найспекотніші місяці – липень (20,5 °С) та серпень (19,4 °С);
- найхолодніші місяці – січень (–7,1 °С) та лютий (–6,7 °С);
- річний діапазон коливань середньомісячної температури – 27,6 °С;
- середньорічна сума опадів – 522 мм;
- найменша кількість опадів спостерігається у лютому (22 мм);
- найбільша кількість опадів – у липні (69 мм);
- кількість днів з опадами протягом року – 146.

В місті опади випадають досить рівномірно, причиною чого є низька активність циклонів і недостатня конвекція. Місцевий клімат характеризується недостатньою зволоженістю. Досить часто спостерігається атмосферна посуха, яка протягом року може виникати неодноразово [3], і, зокрема, негативно впливати на стан деревно-чагарникових насаджень.

Найбільша кількість морозних днів припадає на грудень, січень та лютий (близько 87%), трохи менше – у березні (68%). Безморозний період триває зазвичай з травня по вересень. Найбільша кількість «кліматологічних» літніх днів припадає на липень (56%) і серпень (49%). Також на липень припадає максимальна частка тропічних ночей – 7% [13].

На території міста Харків, де, власне, проводились дослідження, ґрунти вихідних природних типів – сірі лісові, чорноземи глибокі середньо гумусні, лучно-чорноземні глибоко-солонцюваті, лучні та чорноземно-лучні глибоко-солонцюваті – зазнали істотних антропогенних перетворень і представлені урбоземами і техноземами [2].

Територія Шевченківського району повністю знаходиться в межах басейну р. Лопань. Складовими його басейнової ландшафтно-територіальної структури є також басейн 1-го порядку р. Олексіївка та басейн 2-го порядку р. Саржинка.

Особливістю Шевченківського району є те, що на значній площі його території (близько 40%) збереглися природні ландшафти середнього ступеню порушеності, які входять до складу Регіонального ландшафтного парку

(РЛП) «Сокільники-Помірки», більша частина якого як раз розташована в межах району. Але понад 50% території району відносяться до типових антропогенних ландшафтів, притаманних будь-якому великому місту. Ландшафти на близько 10% території можуть бути охарактеризовані як природно-антропогенні. Ландшафти останньої категорії в основному представлені в складі природно-територіальних комплексів Саржиного та – почасти – Олексіївського Ярів, а також на прилеглих до вул. Ключківська територіях парку імені Т. Г. Шевченка та Ботанічного саду загальнодержавного значення Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Всі ці комплекси утворились на місці зональних рослинних угруповань лісо-степових дібров у вододільних та схилових типах місцевості. Рештки корінних насаджень і дотепер можна побачити у вигляді перестійних дерев дуба звичайного віком від 200 до 420 років, які зберігаються як пам'ятки природи місцевого значення «Парк імені Т. Г. Шевченка», «Помірки» та «Сокільники-Помірки» (останні дві входять до складу РЛП «Сокільники-Помірки») [7; 9].

Антропогенні ландшафти на території сучасного району утворювались поступово протягом останніх 300–320 років. Найдавніші поселення на території району – це колишні села Іванівка, Павлівка, Олексіївка, Шатилівка та урочище Шатилова Дача (всі розташовані в долині р. Лопань у місцевостях долинно-терасового, схилового та почасти яружно-балкового типів), які увійшли до складу міста тільки у минулому столітті. Зараз ці історичні назви зберігаються як неформальні позначення відповідних мікрорайонів. Сельбищні сільські ландшафти цих поселень поступово перетворились на сельбищні міські малоповерхового типу. Сельбищні ландшафти багатоповерхового типу на території сучасного Шевченківського району сформувались за останні 120–140 років. Відтоді і дотепер процес освоєння нових територій для міського будівництва не припиняється, але відбувається хвилями в напрямку від «Нового Центру» до окружної дороги. У 1920–1930-х рр. було створено єдиний архітектурно-містобудівний комплекс довкола Будинку Державної Промисловості (Держпром), і цей мікрорайон відтак отримав свою назву – Держпром. У 1940–1950-х рр. пере-

важно забудовувалися ділянки між вул. Культури та Саржиним Яром (т.зв. Нагірний мікрорайон міста), у 1950–1970-х рр. постали нові мікрорайони багатоповерхової житлової та громадської забудови Павлового Поля та Павловки між Саржиним Яром та Лісопарком, а у 1980–2010-х рр. – Олексіївки; всі – на колишніх сільськогосподарських землях ділянок місцевості схилового та вододільного типів. Останніми роками нове будівництво ведеться в різних частинах району за принципом «ущільнювальної забудови», а також створюються кондомініуми – переважно вздовж Саржиного Яру в історичному мікрорайоні Шатилівка та вздовж р. Лопань в історичних мікрорайонах Павлівка та Іванівка.

Харків є одним із найзеленіших серед найбільших міст України, а Шевченківський район – найбільш озеленим у місті. Загальна площа зелених насаджень загального користування у місті складає 12 628 га; в перерахунку на одного жителя міста – понад 17 м². Разом із парками, садами, скверами насадження загального користування у Шевченківському районі м. Харків займають близько 2744 га щонайменш, тобто майже 44% від всієї площі району [9].

Ми проводили обстеження за вибірковою методикою та оцінювали санітарний стан деревних насаджень загального користування таких типів: вуличні насадження; алеї та бульвари; парки, сади і сквери, за винятком великих парків; внутрішньо-квартальні насадження. Ми використали змішану методику інвентаризації та оцінки санітарного стану насаджень на пробних площадках довільної конфігурації та варіабельної площі. В різних історичних мікрорайонах досліджуваної території закладались від 1 до 10 облікових площадок за маршрутним методом «випадкових блукань»: від деякої довільно обраної точки в межах облікової території починався маршрут, під час проходження якого через різні інтервали відстані закладались площадки. Головним критерієм вибору пробних площадок був тип насаджень: 1 площадка – 1 тип насаджень. Загалом у другій половині травня – першій половині червня 2023 р. обстежено 46 площадок (табл. 1).

На кожній площадці вибирали по 20 дерев у складі насаджень для обстежень: перше дерево – випадковим чином, воно ставало цен-

тром площадки, а від нього за принципом «найближчого сусіда» добирались решта 19 дерев. Координати центру площадки визначали за допомогою ГПС-навігатора Garmin e-Trek® 10. За конфігурацією, одиночна вибірка дерев кожної облікової площадки представляє насадження одного із двох типів – лінійні або площинні, при чому лінійну конфігурацію мають переважно вуличні насадження, решта типів – площинну. Через відмінності у щільності насаджень різних конфігурацій вибірки із 20 дерев мали контури геометричних фігур довільної форми і займали різну площу – від 120–150 м² до 500 м². Таким чином, вибірки були стандартизовані за кількістю дерев. До вибірки включали тільки ті дерева, діаметр стовбура яких на рівні погруддя був не менше 1 дюйму (приблизно 2,54 см). Кожному дереву у вибірці присвоювали номер (від 1 до 20). Після того для кожного індивідуального дерева з вибірки визначали такі характеристики:

а) **вид дерева:** таксономічну належність дерев визначали із використанням польових визначників вищих судинних рослин та довідників. Наукові видові назви подаються за [4]. Гібридні форми вважались окремими видами, наприклад, липа європейська (*Tilia x europaea*), що вважається гібридом лип серцелистої *T. cordata* (автохтонний вид) та широколистої *T. platyphyllos* (алохтонний вид західно-європейського походження), або гібриди тополь із триби тополі чорної з пірамідалною кроною, які умовно вважались такими, що належать до виду середземноморського походження тополя пірамідальна (*Populus x italica*). В рамках одного виду не виділялись окремі декоративні

Таблиця 1
Розподіл облікових площадок по облікових територіях в межах Шевченківського району м. Харків

Історична назва мікрорайону, до якого належить інвентризаційна територія	Кількість обстежених площадок
Олексіївка (336-й мікрорайон)	10
Олексіївка (337-й мікрорайон)	10
Олексіївка (335-й мікрорайон)	3
Іванівка	1
Павлове Поле (2-й мікрорайон)	9
Нагірний – Держпром	10
Шатилівка	3
Разом:	46

форми – результати селекції деревних культур, через їх малу кількість у вибірках з окремих облікових площадок;

б) **вік:** кожному дереву із вибірки присвоювався клас відповідно до фактичного віку, який – за відсутності точних відомостей – визначали приблизно: 1 – молодняк (до 20 років); 2 – жердняк (21–40 років); 3 – середньовіковий (41–60 років); 4 – дерева передстиглого віку (61–80 років); 5 – стиглі та перестійні (81–100+ років);

с) **санітарний стан:** Санітарний стан дерев оцінювали під час вегетаційного періоду. Ставили індекс відповідно критеріям, що наведені у таблиці 2.

Середні показники санітарного стану розраховувались як середні арифметичні для загальної вибірки в цілому, первинних (окремі облікові площадки) та вторинних вибірок (напр., вид дерева, віковий клас, облікова територія або мікрорайон, тип насаджень) за формулою:

$$\overline{THI}_j = \frac{\sum_i^N THI_i}{N}, \quad (1)$$

Таблиця 2

Шкала для визначення санітарного стану дерев [1; 8]

Значення індексу	Характеристика	Категорія стану	Стан
1	Дерево здорове, видимі пошкодження відсутні або незначно пошкоджені другорядні гілки крони	I	Добрий
2	Дерево послаблене: пошкоджені 1–2 головні гілки, але не більше 15 % крони		Задовільний
3	Дерево суховерхівкове. Видимі пошкодження (засихання) до 1/3 крони, засихання верхівки		
4	Дерево сухокронне. Видимі пошкодження (засихання) от 1/3 до 2/3 крони, є плодові тіла грибів на стовбурі	II	Незадовільний стан дерева
5	Дерево, що всихає: засихання більше 2/3 крони, плодові тіла грибів на стовбурі, літні отвори комах-ксилофагів		
6	Свіжий сухостій: дерево всохло у поточному сезоні	III	Засохле дерево
7	Старий сухостій: дерево всохло у минулі роки		

де j – номер категорії узагальнення: точки спостережень, або мікрорайону, або типу насаджень, або класу віку, або виду дерева, та под.; $ТНІ_j$ – значення індексу санітарного стану індивідуального дерева у вибірці за категорією; N – розмір вибірки дерев за категорією узагальнення.

Крім середніх значень для кожної із сформованих у такий спосіб вибірок розраховували дисперсію, стандартне відхилення та стандартну похибку. Точкові оцінки достовірності середньовибіркових параметрів проводили із застосуванням критерію t Стюдента [37].

Для оцінки ступеню біологічного (таксономічного) різноманіття насаджень окремих облікових площадок використовували індекс Бергера-Паркера. Цей індекс відноситься до групи так званих мір домінування у відображенні точкового (α -різноманіття) екологічних угруповань [24]. Він розраховується як частка найбільш чисельного виду у угрупованні:

$$I_{BP} = \max \left(\frac{n_i}{N} \right) \Big|_{i=1}^S, \quad (2)$$

де n_i – кількість дерев i -го виду в точці спостережень,

S – видове багатство дерев,

N – загальна кількість дерев всіх видів в точці спостережень:

$$N = \sum_{i=1}^S n_i. \quad (3)$$

Значення індексу Бергера-Паркера варіюють в діапазоні:

$$0 < I_{BP} \leq 1.$$

Чим меншим є його значення, тим більшим є видове різноманіття угруповання. Індекс, що дорівнює 1, означає відсутність різноманіття взагалі, тобто позначає моновидове угруповання.

Узагальнені і категоризовані показники стану та інші характеристики насаджень на облікових площадках відображались на картах, створених за допомогою засобів просторового аналізу та візуалізації ГІС-застосунку QGIS із відкритим кодом.

Різні вибірки, що включали квазі-числові значення (тобто індекс санітарного стану насаджень) порівнювали за допомогою методів параметричної статистики із застосуванням

критеріїв Стюдента для міжвибіркових порівнянь і Фішера для порівняння дисперсій [37], із використанням інструментів програмних пакетів MS Excel® та STATISTICA®10.0.

Аналіз взаємозв'язків між санітарним станом індивідуальних дерев та показниками умов їх росту, а також між середніми показниками санітарного стану та індексів Бергера-Паркера для насаджень на окремих облікових площадках проводили за допомогою інструментів кореляційного та регресійного аналізу програмного пакету MS Excel® із розрахунками коефіцієнтів кореляції Пірсона r та детермінації R^2 .

Всі висновки про відхилення або прийняття нульових гіпотез зроблено при рівні значущості $p < 0,05$.

Всього були обстежені 920 індивідуальних дерев на 46 облікових площадках. У складі древних насаджень загального користування на території Шевченківського району м. Харків виявлено 52 види дерев, що відносяться до 2 відділів (Pinophyta, Magnoliophyta), 2 класів (Pinopsida, Magnoliopsida) та 14 родин. Серед них 33 видів – алохтонного та 19 – автохтонного походження. Із 33 чужорідних видів тільки 4 – ялина звичайна *Picea abies*, ялина колюча *P. pungens*, біота східна *Platycladus orientalis* та туя західна *Thuja occidentalis* – в умовах міста не мають потенціалу до самовідновлення. 9 видів – як із набору алохтонів, так і з набору автохтонів – вирощуються як плодові культури, в основному на прибудинкових ділянках внутрішньо-квартальних насаджень.

Найбільшою чисельністю у загальній вибірці представлені клен гостролистий *Acer platanoides* (23,9% від загальної кількості дерев) та гірकोкаштан звичайний *Aesculus hippocastanum* (13,5%). Частку від 1% до 10% мають клен ясенелистий *Acer negundo*, абрикоса звичайна *Armeniaca vulgaris*, береза повисла *Betula pendula*, вишня звичайна *Cerasus vulgaris*, ясени американський *Fraxinus Americana* та зелений *F. lanceolata*, яблуня домашня *Malus domestica*, ялина колюча *Picea pungens*, сосна звичайна *Pinus sylvestris*, тополі бальзамічна *Populus balsamifera* та пірамідальна *P. X italica*, дуб звичайний *Quercus robur*, робінія несправжньоакацева *Robinia pseudoacacia* (т.зв. «біла акація»), липи серцелиста *Tilia cordata*, широколиста *T. platyphyllos* та європейська *T. x europaea*, в'язи граболистий *Ulmus carpini-*

folia та малий *U. minor* (= *U. campestris*) (берест). Тільки по 1 екземпляру у вибірці були представлені клен польовий *Acer campestre*, айлант найвищий *Ajlanthus altissimus*, яблуня сливолиста *Malus prunifolia*, шовковиці біла *Morus alba* й чорна *M. nigra*, черемха звичайна *Padus racemosa*, тополя чорна *Populus nigra*, алича *Prunus divaricata*, слива домашня *P. domestica*, верба ламка *Salix fragilis*, липа срібляста *Tilia argentea*. Решта видів були представлені із частками від 0,1% до 1% (табл. 3).

Одновидовими насадженнями виявилися алеї із гіркокаштану звичайного *Aesculus hippocastanum* на Олексіївці. В насадженнях із 2 видами дерев у складі домінував клен гостролистий *Acer platanoides*. Структура домінування багатовидових (більше 3 видів) насаджень була більш різноманітною. Загалом на облікових площадках домінують виявлялись дерева 10 видів, але найчастіше це були саме клен гостролистий *A. Platanoides* та гіркокаштан звичайний *A. hippocastanum*. Видове багатство та структура домінування в насадженнях на облікових площадках відображені на рис. 1.

За видовим різноманіттям насаджень, яке оцінювалось за допомогою індексу Бергера-Паркера, найбільшому його рівню відповідає показник 0,15 (1 площадка), ще на 3 площадках індекс Бергера-Паркера дорівнював 0,25, що є близьким до загального показника рівня біорізноманіття насаджень Шевченківського району в цілому (0,24). Найменші рівні біорізноманіття (0,95–1,00) встановлені для 3 площадок. Найчастіше представлені площадки із відносно невисоким рівнем біорізноманіття (0,31–0,50) – близько половини від усїєї вибірки.

Якщо порівнювати деревні насадження за історичними (мікро)районами міста, то виявляється, що найбільше видове багатство є характеристикою насаджень на Олексіївці – 37 видів із 52. Видове багатство насаджень районів Павлова Поля, Нагірного та Держпрому дає 22–23 види. Дещо меншим (18 видів) є видове багатство внутрішньо-квартальних та вуличних насаджень кварталів багатоповерхової житлової забудови на Шатилівці, і найменше – 5 видів – в районі Іванівки, але в останньому випадку була закладена і обстежена тільки 1 площадка (табл. 3).

Натомість за різноманіттям найбільш високий його рівень виявлено для насаджень на

Олексіївці та в районі Держпрому (індекс Бергера-Паркера – 0,18). Насадження в Нагірному районі (0,24 – як і по всій вибірці) та на Шатилівці (0,32) характеризуються середнім рівнем різноманіття. Найбільш монотонними за видовою структурою є насадження Павлового Поля та Іванівки (0,43–0,45). Високе різноманіття у першому випадку можна пояснити історією забудови Олексіївського житлового масиву у 1980–2000-х рр., який постав на місці сельбищних міських ландшафтів малоповерхового типу з їх строкатими за складом присадибними насадженнями.

Аналіз видового складу і структури деревних насаджень за їх типами показав, що внутрішньоквартальні насадження Шевченківського району м. Харків мають у своєму складі найбільшу кількість видів – 41 із 52. Алеї, бульвари і вуличні насадження мають у складі від 21 до 26 видів. Найменше видове багатство відмічено у малих парках і скверах (11–13 видів). Натомість за рівнем видового різноманіття алеї, бульвари та внутрішньо-квартальні насадження мають подібні показники (0,23–0,24 за індексом Бергера-Паркера, так само, як і міські насадження в цілому). Дещо нижчим (0,29–0,33) є різноманіття вуличних та паркових насаджень, а найменшим воно виявилось у малих скверах, де кожні 2 із 3 дерев (індекс Бергера-Паркера становить 0,65) належать до одного біологічного виду (табл. 4).

В цілому, стан насаджень загального користування Шевченківського району м. Харків характеризується як «задовільний» (середній показник санітарного стану – $2,29 \pm 0,04$), тобто більшість дерев відносяться до класів санітарного стану «2» (послаблені дерева, 42,8% від усїєї вибірки) і «3» (суховерхівкові дерева, 22,5%). Але за окремими обліковими площадками санітарний стан насаджень варіював в середньому від $1,25 \pm 0,10$ (добрий, дерева здорові) до $3,50 \pm 0,35$ (незадовільний, дерева сухокронні). Втім, на більшості площадок насаджень характеризуються задовільним станом.

В цілому, для 31 виду дерев із 52 у складі насаджень загального користування на території Шевченківського району отримані достовірні оцінки середніх показників санітарного стану.

Фактично здоровими можна вважати більшість дерев таких видів: гіркокаштан звичай-

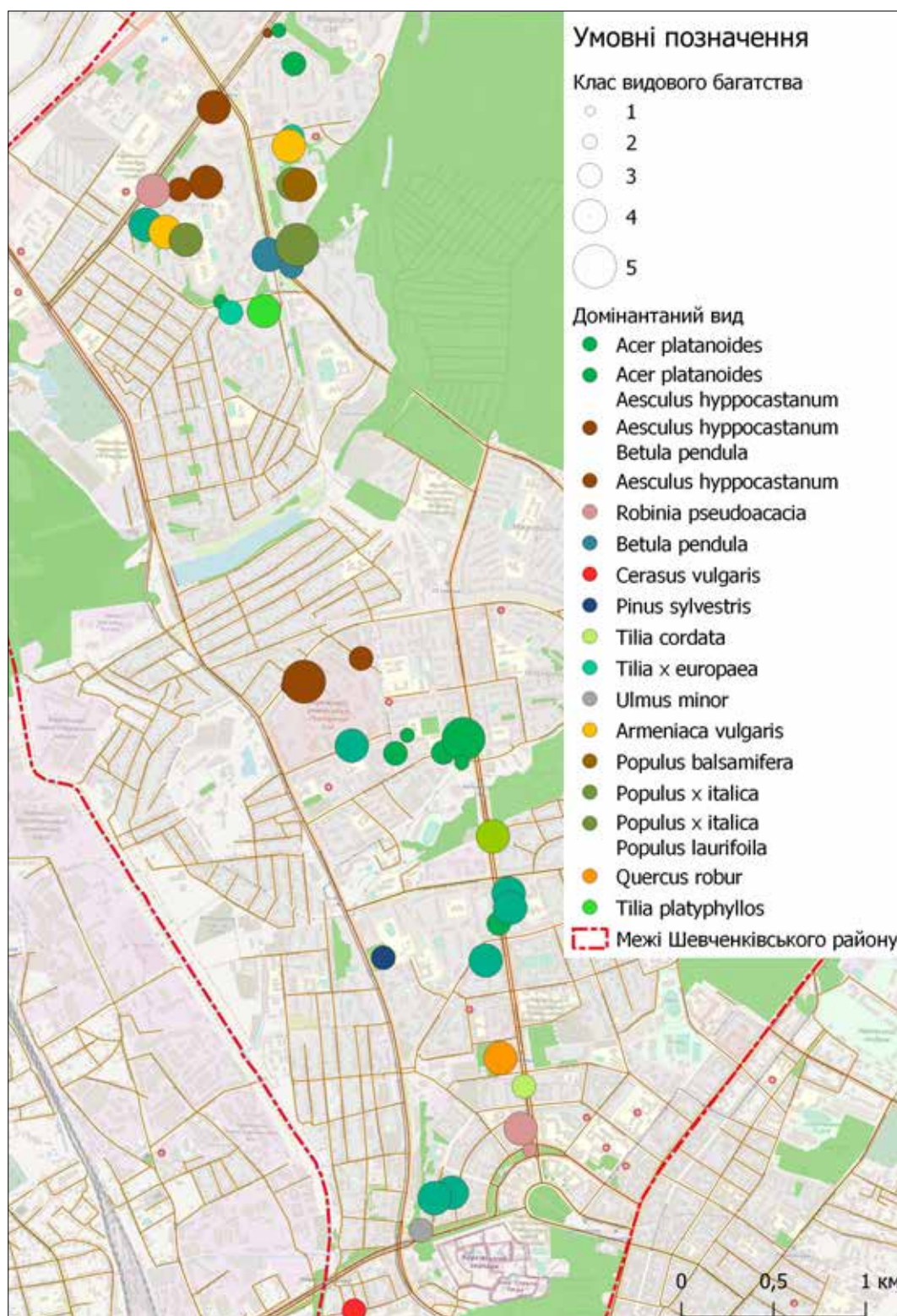


Рис. 1. Видове багатство та доміантні види у складі деревних насаджень на облікових площадках

ний *A. hippocastanum* (показник індексу санітарного стану – $1,33 \pm 0,05$) та липа широколиста *T. platyphyllos* ($1,63 \pm 0,11$);

Переважно послабленим є стан дерев таких видів: біота східна *P. orientalis*

($1,83 \pm 0,28$); горобина звичайна *Sornus aucuparia* ($2,00 \pm 0,61$); ялина колюча *P. pungens* ($2,07 \pm 0,31$); робінія несправжньоакацієва *R. pseudoacacia* ($2,09 \pm 0,12$); в'яз граблистий *U. carpinifolia* ($2,09 \pm 0,33$); липа серце-

Таблиця 3

Видовий склад та видова структура насаджень загального користування на території Шевченківського району м. Харків за історичними мікрорайонами

Види дерев	Держ пром	Іванівка	Нагірний	Олексіївка	Павлове Поле	Шатилівка	Разом
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Acer campestre</i>	1						1
<i>Acer negundo</i>			2	6	1		9
<i>Acer platanoides</i>	21		19	83	78	19	220
<i>Acer pseudoplatanus</i>				2			2
<i>Acer saccharinum</i>	2		1	1	1		5
<i>Acer tataricum</i>	1		2				3
<i>Aesculus hippocastanum</i>	10		2	73	36	3	124
<i>Ajlantus altissima</i>				1			1
<i>Armeniaca vulgaris</i>	1	7	1	32	1	1	43
<i>Betula pendula</i>				47	12	4	63
<i>Cerasus avium</i>				2			2
<i>Cerasus vulgaris</i>	1	9		12	2		24
<i>Fraxinus americana</i>	2		2	1	8		13
<i>Fraxinus excelsior</i>	1			1	1		3
<i>Fraxinus lanceolata</i>	3		2	3	1		9
<i>Juglans regia</i>		1		2		1	4
<i>Malus domestica</i>			2	9	4	1	16
<i>Malus prunifolia</i>					1		1
<i>Morus alba</i>					1		1
<i>Morus nigra</i>			1				1
<i>Padus racemosa</i>				1			1
<i>Padus virginiana</i>					2		2
<i>Picea abies</i>			1	1	2	3	7
<i>Picea pungens</i>			1	12		2	15
<i>Pinus sylvestris</i>			13				13
<i>Platycladus (=Biota) orientalis</i>				2	4		6
<i>Populus balsamifera</i>	10	2		7	2	3	24
<i>Populus bolleana</i>				2			2
<i>Populus deltoides</i>	3						3
<i>Populus laurifolia</i>				3			3
<i>Populus nigra</i>	1						1
<i>Populus suaveolens</i>				4			4
<i>Populus x italica</i>				54			54
<i>Prunus divaricata</i>				1			1
<i>Prunus domestica</i>				1			1
<i>Pyrus communis</i>				3	2		5
<i>Quercus robur</i>			6	5		1	12
<i>Quercus rubra</i>			4	1			5
<i>Robinia pseudoacacia</i>	22			20	2	1	45
<i>Salix alba</i>		1		2			3
<i>Salix fragilis</i>						1	1
<i>Sorbus aria</i>	1			1			2
<i>Sorbus aucuparia</i>				2		2	4
<i>Thuja occidentalis</i>			2				2
<i>Tilia argentea</i>			1				1
<i>Tilia cordata</i>	9		5	8		5	27
<i>Tilia platyphyllos</i>	8		6	16	7	1	38
<i>Tilia x europaea</i>	5		4	37	8	10	64

Продовження таблиці 3

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Ulmus carpinifolia</i>	7		1		3		11
<i>Ulmus laevis</i>	1		1	2	1		5
<i>Ulmus minor</i>	8		1			1	10
<i>Ulmus montanus</i>	2					1	3
Загальна кількість	120	20	80	460	180	60	920
Видове багатство	22	5	23	37	23	18	52
Індекс Бергера-Паркера	0,18	0,45	0,24	0,18	0,43	0,32	0,24

Таблиця 4

Видовий склад та видова структура насаджень загального користування різних типів на території Шевченківського району м. Харків

Види дерев	алея/бульвар	внутр.-кварт.	вуличні	парк	сквер	Разом
1	2	3	4	5	6	7
<i>Acer campestre</i>			1			1
<i>Acer negundo</i>		8	1			9
<i>Acer platanoides</i>	3	99	88	4	26	220
<i>Acer pseudoplatanus</i>		2				2
<i>Acer saccharinum</i>	2	2		1		5
<i>Acer tataricum</i>				2	1	3
<i>Aesculus hippocastanum</i>	27	36	61			124
<i>Ajlantus altissima</i>		1				1
<i>Armeniaca vulgaris</i>		31	12			43
<i>Betula pendula</i>	18	34	11			63
<i>Cerasus avium</i>		2				2
<i>Cerasus vulgaris</i>		14	9		1	24
<i>Fraxinus americana</i>	2	7	4			13
<i>Fraxinus excelsior</i>		2			1	3
<i>Fraxinus lanceolata</i>	2	5	1	1		9
<i>Juglans regia</i>		3	1			4
<i>Malus domestica</i>	1	14	1			16
<i>Malus prunifolia</i>		1				1
<i>Morus alba</i>			1			1
<i>Morus nigra</i>		1				1
<i>Padus racemosa</i>		1				1
<i>Padus virginiana</i>					2	2
<i>Picea abies</i>	1	2	3	1		7
<i>Picea pungens</i>	4		11			15
<i>Pinus sylvestris</i>				13		13
<i>Platycladus (=Biota) orientalis</i>	2		4			6
<i>Populus balsamifera</i>	5	13	6			24
<i>Populus bolleana</i>		2				2
<i>Populus deltoides</i>			2		1	3
<i>Populus laurifolia</i>		3				3
<i>Populus nigra</i>		1				1
<i>Populus suaveolens</i>		3	1			4
<i>Populus x italica</i>	2	29	23			54
<i>Prunus divaricata</i>		1				1
<i>Prunus domestica</i>		1				1
<i>Pyrus communis</i>		5				5
<i>Quercus robur</i>	2	4		6		12
<i>Quercus rubra</i>		1		4		5
<i>Robinia pseudoacacia</i>	14	17	11		3	45

Продовження таблиці 4

1	2	3	4	5	6	7
<i>Salix alba</i>		2	1			3
<i>Salix fragilis</i>		1				1
<i>Sorbus aria</i>	1		1			2
<i>Sorbus aucuparia</i>		4				4
<i>Thuja occidentalis</i>				2		2
<i>Tilia argentea</i>			1			1
<i>Tilia cordata</i>	1	7	16	3		27
<i>Tilia platyphyllos</i>	2	19	15		2	38
<i>Tilia x europaea</i>	17	33	14			64
<i>Ulmus carpinifolia</i>	6	4		1		11
<i>Ulmus laevis</i>		3		1	1	5
<i>Ulmus minor</i>	7	1		1	1	10
<i>Ulmus montanus</i>	1	1			1	3
Загальна кількість	120	420	300	40	40	920
Видове багатство	21	41	26	13	11	52
Індекс Бергера-Паркера (I_{BP})	0,23	0,24	0,29	0,33	0,65	0,24

листа *T. cordata* (2,11±0,15); вишня звичайна *C. vulgaris* (2,03±0,28); груша звичайна *Pyrus communis* (2,20±0,33); ясен американський *F. americana* (2,23±0,42); липа європейська *T. X europaea* (2,23±0,10); ялина звичайна *P. abies* (2,29±0,26).

Варто зазначити, що із 13 видів, що наведені вище як найбільш стійкі до умов росту в складі міських насаджень, 9 є алохтонними. Також цікаво, що найбільш поширений у складі міських насаджень гібрид автохтонної липи серцелистої та алохтонної липи широколистої характеризується достовірно нижчими санітарними показниками в одних і тих же вікових групах, ніж «батьківські» види кожний окремо.

Суховерхівковими переважно є: клен татарський *Acer tataricum* (2,33±0,27); ясен звичайний *Fraxinus excelsior* (2,33±0,27); ясен зелений *F. lanceolata* (2,33±0,31); в'яз гладенький *Ulmus laevis* (2,40±0,36); тополя бальзамічна *P. balsamifera* (2,46±0,25); дуб звичайний *Q. robur* (2,50±0,22); в'яз малий, берест *U. minor* (2,50±0,53); клен гостролистий *A. platanooides* (2,51±0,08); дуб червоний *Q. rubra* (2,60±0,22); яблуня домашня *M. domesticus* (2,63±0,28); абрикоса звичайна *A. vulgaris* (2,65±0,13); береза повисла *B. pendula* (2,79±0,16); сосна звичайна *P. sylvestris* (2,92±0,35); тополя пірамідална, гібриди *P. X italica* (2,96±0,16); в'яз гірський *U. montanus* (3,00±0,47).

У цій групі звертає увагу задовільний (а не добрий, як би було бажано) санітарний стан клену гостролистого *A. platanooides* – найбільш

чисельного виду у складі міських насаджень. Цей автохтонний вид має низку корисних властивостей щодо регулювання міського клімату, пило- та газопоглинання, утримання поверхневого стоку, високу медоносність та декоративність, і його втрата для зеленого господарства є неприпустимою. Також помітно, що різні види ясенів – як автохтонні, так і аллохтонні – достовірно не відрізняються один від одного за санітарним станом. А це означає, що вони є вельми подібними за характеристиками своїх екологічних ніш і, ймовірно, у подібний спосіб реагують на подібні стресори у подібних умовах зростання. Взагалі, у цій групі видів, санітарний стан яких у м. Харків має викликати занепокоєння, є чимало видів – «екосистемних інженерів» (як-от тополі, дуби, сосна звичайна), чий внесок у екосистемні послуги насаджень є визначальним.

Найгірший санітарний стан (преважно сухокронні дерева) виявлено у таких видів: клен сріблястий *A. saccharinum* (3,20±0,44); верба біла *S. alba* (3,33±0,72); тополя запашна *P. suaevolens* (3,50±0,43).

Слід зазначити, що близько 9% всіх дерев у вибірці перебували у незадовільному санітарному стані, а ще близько 2% – всохли у поточному або минулих роках.

Достатньо неочікуваним було виявити переважно відмінний і добрий санітарний стан у дерев гіркокаштана звичайного *A. hippocastanum*. Адже відомо, що останніми десятиліттями (у м. Харків – із 2009 р.) їх зовнішній вигляд

у другій половині літа та на початку осені начебто свідчить про інше. Часті тривалі посухи та атаки фітофагів, особливо, каштанової мінуючої молі (*Cameraria ochridella*) – інвазійного виду комах, який походить із того ж самого ареалу, що і гіркокаштан, призводять до передчасної дехромації та дефоліації. На початку осені вже понад 10 років поспіль від 1/20 до 1/10 всіх дорослих дерев гіркокаштана демонструють повторне розпускання листя та квітнення, особливо в найбільш екстремальних умовах росту у складі вуличних та внутрішньо-квартальних насаджень центральних кварталів міста. Втім, наші дослідження на початку літнього періоду показали, що переважна більшість дерев цього виду проявляють неабияку стійкість до стресогенних факторів і мають значний потенціал до щорічного сезонного відновлення. А, отже, не варто позбавляти міські насадження цього – хоча й чужорідного, але із багатьма корисними властивостями – виду.

Порівняння деревних насаджень за історичними (мікро)районами показало (табл. 5), що у дещо кращому стані, ніж в середньому по Шевченківському району, перебувають насадження на Іванівці (індекс санітарного стану $1,70 \pm 0,16$) та у Держпром ($2,18 \pm 0,10$). Дещо гіршим, але таким, що достовірно не відрізняється від показників насаджень району Держпрому, є санітарний стан насаджень Олексіївки ($2,24 \pm 0,05$). Цей показник є найбільш близьким до середнього показника санітарного стану насаджень в цілому по Шевченків-

ському району. Дедалі гіршими стає санітарний стан насаджень вздовж умовної лінії «Нагірний – Шатилівка – Павлове Поле» ($2,41 \pm 0,13$, $2,43 \pm 0,17$ і $2,46 \pm 0,09$, відповідно, хоча між собою ці показники достовірно не відрізняються).

Аналіз санітарного стану деревних насаджень за їх типами (табл. 6) показав, що насадження скверів Шевченківського району м. Харків характеризуються дещо кращими, ніж по району в цілому, показниками ($2,13 \pm 0,11$). Алеї, бульвари, вуличні і внутрішньо-квартальні насадження мають показники, близькі до середньовибіркових ($2,25 \pm 0,12$, $2,30 \pm 0,07$ і $2,27 \pm 0,05$, відповідно), але між собою достовірно не відрізняються. Найгірший у ряду показник санітарного стану отримано для насаджень малих парків ($2,60 \pm 0,15$). Враховуючи низький рівень видового різноманіття у скверах, припускаємо, що догляд за насадженнями цього типу є дещо простіший, ніж за насадженнями інших типів із більш високими показниками видового різноманіття.

Із віком санітарний стан насаджень в цілому, як і окремих дерев, для яких отримано розподіл принаймні по трьох різних класах віку, погіршується (табл. 7). Показники санітарного стану достовірно відрізняються між групами «молодняк і жердняк», «середньовікові та передстиглої віку» і «стигли та перестійні», натомість всередині цих об'єднаних вікових груп різниця є недостовірною.

Насамкінець, розглянемо, чи є зв'язок між показниками санітарного стану насаджень та

Таблиця 5

Санітарний стан (середні показники) насаджень загального користування на території Шевченківського району м. Харків за історичними мікрорайонами

Показники	Держпром	Іванівка	Нагірний	Олексіївка	Павлове Поле	Шатилівка	Насадження в цілому
Сер. Індекс Санітарного стану (ТНІ mean)	2,18	1,70	2,41	2,24	2,46	2,43	2,29
Загальна кількість (N)	120	20	80	460	180	60	920
Стандартна похибка (S.E.)	0,10	0,16	0,13	0,05	0,09	0,17	0,04

Таблиця 6

Санітарний стан (середні показники) насаджень загального користування різних типів на території Шевченківського району м. Харків

Показники	алея/бульвар	внутр.-кварт.	вуличні	парк	сквер	Насадження в цілому
Сер. Індекс санітарного стану (ТНІ mean)	2,25	2,27	2,30	2,60	2,13	2,29
Загальна кількість (N)	120	420	300	40	40	920
Стандартна похибка (S.E.)	0,12	0,05	0,07	0,15	0,11	0,04

Таблиця 7

Середні показники санітарного стану окремих видів та деревних насаджень в цілому за класами віку на території Шевченківського району м. Харків

Показники	Класи віку				
	1	2	3	4	5
Сер. Індекс Сан. Стану (THI mean)	1,52	1,66	2,37	2,33	2,76
Загальна кількість (N)	42	64	794	3	17
Дисперсія (Var)	0,44	0,51	1,36	0,89	1,36
Стандартне відхилення (S.D.)	0,66	0,71	1,17	0,94	1,16
Стандартна похибка (S.E.)	0,10	0,09	0,04	0,54	0,28

рівнем їх біологічного різноманіття (за індексом Бергера-Паркера) на облікових площадках. Кореляційний аналіз між двома рядами даних не виявив будь якого достовірного зв'язку (рис. 2). Отже, ці дві характеристики насаджень варіюють незалежно одна від одної, оскільки різні види дерев по-різному реагують на одні й ті ж самі умови зростання та на дію різних стресогенних факторів.

Висновки. 1. У складі древних насаджень загального користування а території Шевченківського району м. Харків виявлено 52 види дерев, що відносяться до 2 відділів (Pinophyta, Magnoliophyta), 2 класів (Pinopsida, Magholiopsida) та 14 родин. Серед них 33 видів – алохтонного та 19 – автохтонного походження. Із 33 чужорідних видів тільки 4 в умовах міста не мають потенціалу до самовідновлення. Найбільшою чисельністю у загальній вибірці представлені клен гостролистий *A. platanoides* (23,9% від загальної кількості дерев) та гіркокаштан звичайний *A. hypocastanum* (13,5%). Загалом на облікових площадках доміантними виявлялись дерева 10 видів, але найчас-

тіше це були саме клен гостролистий та гіркокаштан звичайний. 2. Внутрішньоквартальні насадження Шевченківського району м. Харків мають у своєму складі найбільшу кількість видів – 41 із 52. Алеї, бульвари і вуличні насадження мають у складі від 21 до 26 видів. Найменше видове багатство відмічено у малих парках і скверах (11–13 видів). Натомість за рівнем видового різноманіття алеї, бульвари та внутрішньо-квартальні насадження мають подібні показники (0,23–0,24 за індексом Бергера-Паркера, так само, як і міські насадження в цілому). Деяко нижчим (0,29–0,33) є різноманіття вуличних та паркових насаджень, а найменшим воно виявилось у малих скверах (0,65). 3. В цілому, стан насаджень загального користування Шевченківського району м. Харків характеризується як «задовільний» (середній показник санітарного стану – 2,29±0,04), тобто більшість дерев відносяться до класів санітарного стану 2 (послаблені дерева, 42,8% від усієї вибірки) та 3 (суховерхівкові дерева, 22,5%). Близько 9% всіх дерев у вибірці перебували у незадовільному санітарному стані, а ще близько

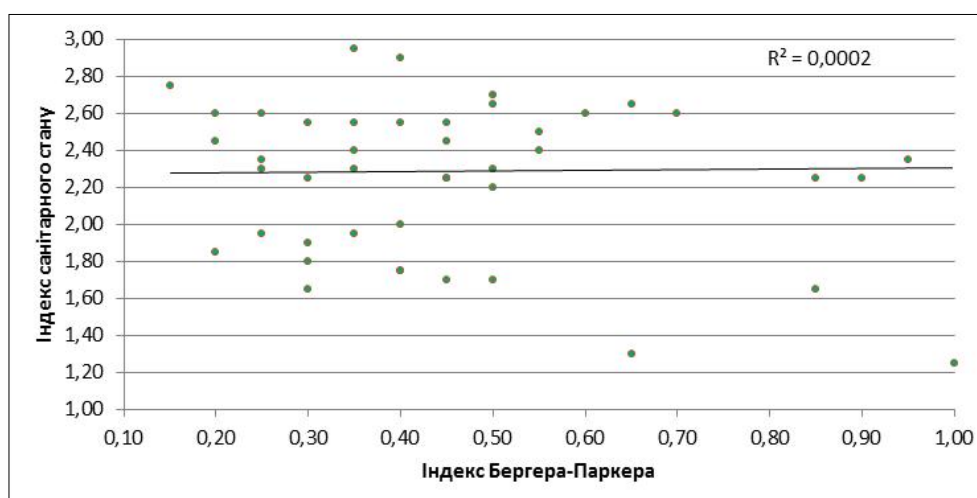


Рис. 2. Залежність показника санітарного стану насаджень від їх видового різноманіття на території Шевченківського району м. Харків

2% – всохли у поточному або минулих роках. Насадження скверів Шевченківського району м. Харків характеризуються дещо кращими, ніж по району в цілому, показниками ($2,13 \pm 0,11$). Алеї, бульвари, вуличні і внутрішньо-кварталні насадження мають показники, близькі до середньовибіркових ($2,25 \pm 0,12$, $2,30 \pm 0,07$ і $2,27 \pm 0,05$, відповідно), але між собою достовірно не відрізняються. Найгірший у ряду показник санітарного стану отримано для насаджень малих парків ($2,60 \pm 0,15$). 4. Санітарний стан як насаджень в цілому, так і окремих дерев погіршується із віком. 5. В цілому не виявлено будь якого достовірного зв'язку між санітарним

станом насаджень і їх видовим біорізноманіттям. Отже, ці дві характеристики насаджень варіюють незалежно одна від одної, оскільки різні види дерев по-різному реагують на одні й ті ж самі умови зростання та на дію різних стресогенних факторів.

Для утримання насаджень в доброму стані та максимізації їх екосистемних послуг вважаємо за доцільне:

- підтримувати баланс між автохтонними та алохтонними видами в їх складі;
- підтримувати оптимальну вікову структуру насаджень із переважанням дерев середньовікової (40–60 років) групи.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Букша І. Ф., Пастернак В. П., Пивовар Т. С., Букша М. І., Яроцький В. Ю. Методичні матеріали щодо проведення моніторингу лісів І рівня та забезпечення його якості. Харків : Український ордена «Знак Пошани» науково-дослідний інститут лісового господарства та агроеліорації імені Г. М. Висоцького, 2011. 56 с.
2. Карта ґрунтів України. [Електронний документ]. URL: <https://superagronom.com/karty/karta-gruntiv-ukrainy> (дата звернення: 18.06.2024).
3. Клімат Харкова. [Електронний документ]. URL: <http://kharkiv.meteo.gov.ua/klimat-kharkova/> (дата звернення: 15.06.2024).
4. Кобів Ю. Словник українських наукових і народних назв судинних рослин. Київ : Наукова думка, 2004. 800 с.
5. Кучерявий В. П. Озеленення населених місць. Львів : Світ, 2005. 456 с.
6. Кучерявий В. П. Урбоекологія : підручник. Львів : Світ, 2001. 440 с.
7. Природні умови і природні комплекси міста Харкова. 2016. URL: <http://moyaosvita.com.ua/geografija/prirodni-umovi-i-prirodni-kompleksi-mista-kharkova/> (дата звернення: 18.06.2024).
8. Про затвердження Інструкції з інвентаризації зелених насаджень у населених пунктах України. Наказ, Інструкція Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України від 24.12.2001 р. № 226. *Офіційний вісник України*. 2002. № 10. Ст. 489.
9. Про район. Офіційний сайт Харківської міської ради, міського голови, виконавчого комітету. URL: <https://www.city.kharkiv.ua/uk/gorodskaya-vlast/ispolnitelnyie-organyi/rajonnyie-administraczii/shevchenkvsij-rajon/dzerzhinskij-rajon.html> (дата звернення: 20.06.2024).
10. Роговський С. В. Причини деградації багаторічних зелених насаджень та шляхи вирішення наявних проблем на прикладі міста Білої Церкви. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України*. 2014. № 24(4). С. 130–139.
11. Ariluoma M., Ottelin J., Hautamäki R., Tuhkanen E.-M., Mänttari M. Carbon sequestration and storage potential of urban green in residential yards: A case study from Helsinki. *Urban Forestry & Urban Greening*. 2021. Vol. 57. Article 126939. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126939>.
12. Astell-Burt Th., Navakatikyan M. A., Feng X. Urban green space, tree canopy and 11-year risk of dementia in a cohort of 109,688 Australians. *Environment International*. 2020. Vol. 145. Article 106102. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106102>.
13. Copernicus.Climate change service. [Електронний документ]. URL: <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp%20-%20!software/app-era5-explorer?tab=app> (date of access: 15.06.2024).
14. Green O. O., Garmestani A. S., Albro S., Ban N. C., Berland A., Burkman C. E., Gardiner M. M., Gunderson L., Hopton M. E., Schoon M. L., Shuster M. D. Adaptive governance to promote ecosystem services in urban green spaces. *Urban Ecosystems*. 2016. Vol. 19. P. 77–93. <https://doi.org/10.1007/s11252-015-0476-2>.
15. Hunter R. F., Cleland C., Cleary A., Droomers M., Wheeler B. W., Sinnett D., Nieuwenhuijsen M. J., Braubach M. Environmental, health, wellbeing, social and equity effects of urban green space interventions: A meta-narrative evidence synthesis. *Environment International*. 2019. Vol. 130. Article 104923. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.104923>.
16. Iungman T., Cirach M., Marando F., Barboza E. P., Khomenko S., Masselot P., Quijal-Zamorano M., Mueller N., Gasparrini A., Urquiza J., Heris M. Cooling cities through urban green infrastructure: a health impact assessment of European cities. *The Lancet*. 2023. Vol. 401. Iss. 10376. P. 577–589. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(22\)02585-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)02585-5).

17. Jabbar M., Yusoff M. M., Shafie A. Assessing the role of urban green spaces for human wellbeing: a systematic review. *GeoJournal*. 2022. Vol. 87. P. 4405–4423. <https://doi.org/10.1007/s10708-021-10474-7>.
18. Konijnendijk C. C. Evidence-based guidelines for greener, healthier, more resilient neighbourhoods: Introducing the 3–30–300 rule. *Journal of Forestry Research*. 2022. 34. P. 821–830. <https://doi.org/10.1007/s11676-022-01523-z>.
19. Kronenberg J., Haase A., Łaszkiwicz E., Antal A., Baravikova A., Biernacka M., Dushkova D., Filčák R., Haase D., Ignatieva M., Khmara Y., Razvan Niță M., Onose D. A. Environmental justice in the context of urban green space availability, accessibility, and attractiveness in postsocialist cities. *Cities*. 2020. Vol. 106. Article 102862. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102862>.
20. Labib S. M., Lindley S., Huck J. J. Spatial dimensions of the influence of urban green-blue spaces on human health: A systematic review. *Environmental Research*. 2020. Vol. 180. Article 108869. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108869>.
21. Liu O. Y., Russo A. Assessing the contribution of urban green spaces in green infrastructure strategy planning for urban ecosystem conditions and services. *Sustainable Cities and Society*. 2021. Vol. 68. Article 102772. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102772>.
22. Lopez G. A. P., Souza L. C. L. De. Urban green spaces and the influence on vehicular traffic noise control. *Ambiente Construído, Porto Alegre*. 2018. Vol. 18. No. 4. P. 161–175. <https://doi.org/10.1590/S1678-86212018000400299>.
23. Lyytimäki J., Sipilä M. Hopping on one leg – The challenge of ecosystem disservices for urban green management. *Urban Forestry & Urban Greening*. 2009. Vol. 8. Iss. 4. P. 309–315. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2009.09.003>.
24. Magurran A. E. Ecological Diversity and Its Measurement. London – Sydney : Croom Helm, 1989. 192 p.
25. Marando F., Heris M. P., Zulian G., Udías A., Mentaschi L., Chrysoulakis N., Parastatidis D., Maes J. Urban heat island mitigation by green infrastructure in European Functional Urban Areas. *Sustainable Cities and Society*. 2022. Vol. 77. Article 103564. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103564>.
26. MEA (Millennium Ecosystem Assessment). Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Washington, DC : Island Press, 2005. 137 p.
27. Nigussie S., Liu L., Yeshitela K. Indicator development for assessing recreational ecosystem service capacity of urban green spaces– A participatory approach. *Ecological Indicators*. 2021. Vol. 121. Article 107026. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107026>.
28. Rauma, S., Handb K. L., Halld C., Edwards D. M., O'Brien L., Doick K. J. Achieving impact from ecosystem assessment and valuation of urban greenspace: The case of i-Tree Eco in Great Britain. *Landscape and Urban Planning*. 2019. Vol. 190. Article 103590. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.103590>.
29. Roberts M., Glenk K., McVittie A. Urban residents value multi-functional urban greenspaces. *Urban Forestry & Urban Greening*. 2022. Vol. 74. Article 127681. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127681>.
30. Sustainable cities and human settlements [Електронний документ]. URL: <https://sdgs.un.org/topics/sustainable-cities-and-human-settlements> (date of access: 19.06.2024).
31. Thompson K. L., Pauli J. N., Erker T., Kucharik Ch. J., Schatz J., Townsend P. A., Zuckerberg B. Urban greenspaces promote warmer soil surface temperatures in a snow-covered city. *Landscape and Urban Planning*. 2022. Vol. 227. Article 104537. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2022.104537>.
32. Tsai W.-L., Leung Y.-F., McHale M. R., Floyd M. F., Reich B. J. Relationships between urban green land cover and human health at different spatial resolutions. *Urban Ecosystems*. 2019. Vol. 22. P. 315–324. <https://doi.org/10.1007/s11252-018-0813-3>.
33. Vidal Yañez D. Pereira Barboza E., Cirach M., Daher C., Nieuwenhuijsen M., Mueller N. An urban green space intervention with benefits for mental health: A health impact assessment of the Barcelona “Eixos Verds” Plan. *Environment International*. 2023. Vol. 174. Article 107880. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2023.107880>.
34. Wang Ch., Ren Zh., Dong Y., Zhang P., Guo Y., Wang W., Bao G. Efficient cooling of cities at global scale using urban green space to mitigate urban heat island effects in different climatic regions. *Urban Forestry & Urban Greening*. 2022. Vol. 74. Article 127635. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127635>.
35. Wu J., Yang M., Xiong L., Wang Ch., Ta N. Health-oriented vegetation community design: Innovation in urban green space to support respiratory health. *Landscape and Urban Planning*. 2021. Vol. 205. Article 103973. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103973>.
36. Wu L., Chen Ch. Does pattern matter? Exploring the pathways and effects of urban green space on promoting life satisfaction through reducing air pollution. *Urban Forestry & Urban Greening*. 2023. Vol. 82. Article 127890. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.127890>.
37. Zar J. H. Biostatistical Analysis: Pearson New International Edition, 5th Edition. New York : Pearson, 2013. 760 p.

REFERENCES:

1. Buksha, I.F., Pasternak, V.P., Pyvovar, T.S., Buksha, M.I., & Yarots'kyu V.Yu. (2011). *Metodychni materialy shchodo provedennya monitorynhu lisiv I rivnya ta zabezpechennya yoho yakosti [Methodological materials for monitoring forests of the first level and ensuring its quality]*. Kharkiv: Ukrayins'kyu ordena "Znak Poshany" naukovo-doslidnyy instytut lisovoho hospodarstva ta ahromeliorsiyi imeni H.M. Vysots'koho. 56 p. [in Ukrainian].
2. Karta gruntiv Ukrayiny [The map of soils of Ukraine]. Retrieved from: <https://superagronom.com/karty/karta-gruntiv-ukrainy> (last accessed on 18.06.2024) [in Ukrainian].
3. Klimat Kharkova [The climate of Kharkiv]. Retrieved from: <http://kharkiv.meteo.gov.ua/klimat-kharkova/> (last accessed on 15.06.2024) [in Ukrainian].
4. Kobiv, Yu. (2004). *Slovyk ukrayins'kykh naukovykh i narodnykh nazv sudynnykh roslyn [Dictionary of Ukrainian scientific and vernacular names of vascular plants]*. Kyiv : Naukova dumka. 800 p. [in Ukrainian].
5. Kucheryavy, V.P. (2005). *Ozelenennya naselenykh mist' [Urban Greenery and Urban Forestry]*. L'viv : Svit. 456 p. [in Ukrainian].
6. Kucheryavy, V.P. (2001). *Urboekologiya : pidruchnyk [Urban Ecology: a textbook]*. L'viv : Svit. 440 p. [in Ukrainian].
7. Pryrodni umovy i pryrodni komplekxy mista Kharkova (2016). [Natural conditions and natural complexes of the city of Kharkiv]. Retrieved from: <http://moyaosvita.com.ua/geografija/prirodni-umovi-i-prirodni-kompleksi-mista-kharkova/> (last accessed on 18.06.2024) [in Ukrainian].
8. State Committee for Construction, Architecture and Housing Policy of Ukraine (2002). Pro zatverdzhennya Instruksiyi z inventaryzatsiyi zelenykh nasadzen' u naselenykh punktakh Ukrayiny. Nakaz, Instruksiya Derzhavnoho komitetu budivnytstva, arkhitektury ta zhytlovoi polityky Ukrayiny vid 24.12.2001 r. [On Approval of the Instruction on Inventory of Green Areas in Settlements of Ukraine. Order, Instruction of the State Committee for Construction, Architecture and Housing Policy of Ukraine of 24.12.2001 No. 226]. *Ofitsiyny visnyk Ukrayiny*, No. 10. St. 489 [in Ukrainian].
9. Pro rayon. Ofitsiyny sayt Kharkivs'koyi mis'koyi rady, mis'koho holovy, vykonavchoho komitetu [About the district. Official website of Kharkiv city council, mayor, executive committee]. Retrieved from: <https://www.city.kharkiv.ua/uk/gorodskaya-vlast/ispolnitelnyie-organyi/rajonnyie-administraczii/shevchenkivskij-rajon/dzerzhinskij-rajon.html> (last accessed 20.06.2024) [in Ukrainian].
10. Rohovs'ky, S.V. (2014). Prychyny dehradatsiyi bahatorichnykh zelenykh nasadzen' ta shlyakhy vyrishennya nayavnykh problem na prykladi mista Biloyi Tserkvy [Causes of degradation of perennial green spaces and ways to solve existing problems on the example of the city of Bila Tserkva]. *Naukovyy visnyk Natsional'noho lisotekhnichnoho universytetu Ukrayiny*, 24(4), 130–139 [in Ukrainian].
11. Ariluoma, M., Ottelin, J., Hautamäki, R., Tuhkanen, E.-M., & Mänttari, M. (2021). Carbon sequestration and storage potential of urban green in residential yards: A case study from Helsinki. *Urban Forestry & Urban Greening*, Vol. 57. Article 126939. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126939> [in English].
12. Astell-Burt, Th., Navakatikyan, M.A., & Feng, X. (2020). Urban green space, tree canopy and 11-year risk of dementia in a cohort of 109,688 Australians. *Environment International*, Vol. 145. Article 106102. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106102> [in English].
13. Copernicus. Climate change service. Retrieved from: <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp%20-%20!software/app-era5-explorer?tab=app> (last accessed on 15.06.2024) [in English].
14. Green, O.O., Garmestani, A.S., Albro, S., Ban, N.C., Berland, A., Burkman, C.E., Gardiner, M.M., Gunderson, L., Hopton, M.E., Schoon, M.L., & Shuster, M.D. (2016). Adaptive governance to promote ecosystem services in urban green spaces. *Urban Ecosystems*, Vol. 19. P. 77–93. <https://doi.org/10.1007/s11252-015-0476-2> [in English].
15. Hunter, R.F., Cleland, C., Cleary, A., Droomers, M., Wheeler, B.W., Sinnett, D., Nieuwenhuijsen, M.J., & Braubach, M. (2019). Environmental, health, wellbeing, social and equity effects of urban green space interventions: A meta-narrative evidence synthesis. *Environment International*, Vol. 130. Article 104923. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.104923> [in English].
16. Iungman, T., Cirach, M., Marando, F., Barboza, E.P., Khomenko, S., Masselot, P., Quijal-Zamorano, M., Mueller, N., Gasparrini, A., Urquiza, J., & Heris, M. (2023). Cooling cities through urban green infrastructure: a health impact assessment of European cities. *The Lancet*, Vol. 401. Iss. 10376. P. 577–589. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(22\)02585-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)02585-5) [in English].
17. Jabbar, M., Yusoff, M.M., & Shafie, A. (2022). Assessing the role of urban green spaces for human wellbeing: a systematic review. *GeoJournal*, Vol. 87. P. 4405–4423. <https://doi.org/10.1007/s10708-021-10474-7> [in English].
18. Konijnendijk, C.C. (2022). Evidence-based guidelines for greener, healthier, more resilient neighbourhoods: Introducing the 3–30–300 rule. *Journal of Forestry Research*, 34. P. 821–830. <https://doi.org/10.1007/s11676-022-01523-z> [in English].

19. Kronenberg, J., Haase, A., Łaszkiwicz, E., Antal, A., Baravikova, A., Biernacka, M., Dushkova, D., Filčak, R., Haase, D., Ignatieva, M., Khmara, Y., Razvan Niță, M., & Onose, D.A. (2020). Environmental justice in the context of urban green space availability, accessibility, and attractiveness in postsocialist cities. *Cities*, 106: 102862 [in English].
20. Labib, S.M., Lindley, S., & Huck, J.J. (2020). Spatial dimensions of the influence of urban green-blue spaces on human health: A systematic review. *Environmental Research*, Vol. 180. Article 108869. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108869> [in English].
21. Liu, O.Y., & Russo, A. (2021). Assessing the contribution of urban green spaces in green infrastructure strategy planning for urban ecosystem conditions and services. *Sustainable Cities and Society*, Vol. 68. Article 102772. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102772> [in English].
22. Lopez, G. A. P., & Souza, L. C. L. De. (2018). Urban green spaces and the influence on vehicular traffic noise control. *Ambiente Construido, Porto Alegre*, Vol. 18. No. 4. P. 161–175. <https://doi.org/10.1590/S1678-86212018000400299> [in English].
23. Lyytimäki J., & Sipilä, M. (2009). Hopping on one leg – The challenge of ecosystem disservices for urban green management. *Urban Forestry & Urban Greening*, Vol. 8. Iss. 4. P. 309–315. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2009.09.003> [in English].
24. Magurran, A.E. (1989). *Ecological Diversity and Its Measurement*. London – Sydney: Croom Helm. 192 p. [in English].
25. Marando, F., Heris, M.P., Zulian, G., Udías, A., Mentaschi, L., Chrysoulakis, N., Parastatidis, D., & Maes, J. (2022). Urban heat island mitigation by green infrastructure in European Functional Urban Areas. *Sustainable Cities and Society*, Vol. 77. Article 103564. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103564> [in English].
26. MEA (Millennium Ecosystem Assessment). (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC [in English].
27. Nigussie, S., Liu, L., & Yeshitela, K. (2021). Indicator development for assessing recreational ecosystem service capacity of urban green spaces– A participatory approach. *Ecological Indicators*, Vol. 121. Article 107026. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107026> [in English].
28. Rauma, S., Handb, K.L., Halld, C., Edwards, D.M., O'Brien, L., & Doick, K.J. (2019). Achieving impact from ecosystem assessment and valuation of urban greenspace: The case of i-Tree Eco in Great Britain. *Landscape and Urban Planning*, Vol. 190. Article 103590. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.103590> [in English].
29. Roberts, M., Glenk, K., & McVittie, A. (2022). Urban residents value multi-functional urban greenspaces. *Urban Forestry & Urban Greening*, Vol. 74. Article 127681. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127681> [in English].
30. Sustainable cities and human settlements. Retrieved from: <https://sdgs.un.org/topics/sustainable-cities-and-human-settlements> (last accessed on 19.06.2024) [in English].
31. Thompson, K.L., Pauli, J.N., Erker, T., Kucharik, Ch.J., Schatz, J., Townsend, P.A., & Zuckerman, B. (2022). Urban greenspaces promote warmer soil surface temperatures in a snow-covered city. *Landscape and Urban Planning*, Vol. 227. Article 104537. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2022.104537> [in English].
32. Tsai, W.-L., Leung, Y.-F., McHale, M.R., Floyd, M.F., & Reich, B.J. (2019). Relationships between urban green land cover and human health at different spatial resolutions. *Urban Ecosystems*, Vol. 22. P. 315–324. <https://doi.org/10.1007/s11252-018-0813-3> [in English].
33. Vidal Yañez, D. Pereira Barboza, E., Cirach, M., Daher, C., Nieuwenhuijsen, M., & Mueller, N. (2023). An urban green space intervention with benefits for mental health: A health impact assessment of the Barcelona “Eixos Verds” Plan. *Environment International*, Vol. 174. Article 107880. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2023.107880> [in English].
34. Wang, Ch., Ren, Zh., Dong, Y., Zhang, P., Guo, Y., Wang, W., & Bao, G. (2022). Efficient cooling of cities at global scale using urban green space to mitigate urban heat island effects in different climatic regions. *Urban Forestry & Urban Greening*, Vol. 74. Article 127635. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127635> [in English].
35. Wu, J., Yang, M., Xiong, L., Wang, Ch., & Ta, N. (2021). Health-oriented vegetation community design: Innovation in urban green space to support respiratory health. *Landscape and Urban Planning*, Vol. 205. Article 103973. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103973> [in English].
36. Wu, L., & Chen, Ch. (2023). Does pattern matter? Exploring the pathways and effects of urban green space on promoting life satisfaction through reducing air pollution. *Urban Forestry & Urban Greening*, Vol. 82. Article 127890. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.127890> [in English].
37. Zar, J.H. (2013). *Biostatistical Analysis: Pearson New International Edition, 5th Edition*. New York: Pearson. 760 p. [in English].