

УДК 528.9:004.9

А.В. Уль

д.т.н., професор, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9831-454>

Кафедра геодезії, землевпорядкування та кадастру

Волинський національний університет імені Лесі Українки, проспект Волі, 13, Луцьк, Україна, 43025

Ю. А. Мельник*

к.т.н., доцент, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5186-7032>

Кафедра геодезії, землевпорядкування та кадастру

Волинський національний університет імені Лесі Українки, проспект Волі, 13, Луцьк, Україна, 43025

О. В. Мельник

к.т.н., доцент, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5429-4038>

Кафедра геодезії, землевпорядкування та кадастру

Волинський національний університет імені Лесі Українки, проспект Волі, 13, Луцьк, Україна, 43025

О. В. Верешко

к.т.н., доцент, ORCID: : <https://orcid.org/0000-0002-1892-1153>

Кафедра будівництва та цивільної інженерії

Луцький національний технічний університет, вул. Львівська, 75, 43025

*автор-кореспондент, e-mail: Melnyk.Yuliia@vnu.edu.ua

Геоінформаційний аналіз просторової взаємодії щільності забудови та міської зеленої інфраструктури (UGI) у місті Житомир

Цитувати як:

Уль, А.В., Мельник, Ю.А., Мельник, О. В., Верешко, О. В. (2025). Геоінформаційний аналіз просторової взаємодії щільності забудови та міської зеленої інфраструктури (UGI) у місті Житомир. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*, 24, 553-563. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2025-14\(24\)-47](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2025-14(24)-47)

© 2025, Уль А.В., Мельник Ю.А., Мельник О. В., Верешко О. В.

Анотація. Забезпечення збалансованого співвідношення між інтенсивністю міської забудови та розвитком зеленої інфраструктури (Urban Green Infrastructure, UGI) є ключовою умовою екологічної стійкості міст та базовою вимогою сучасної європейської політики просторового планування. Для українських міст, зокрема Житомира, характерні процеси урбаністичної десифікації, що посилюють просторовий дисбаланс між потребою населення у зелених насадженнях та фактичною можливістю їх використання. У цьому контексті ГІС-методи забезпечують інструментальну основу для кількісної оцінки просторової структури міста та виявлення екологічної та морфологічної вразливості території.

Метою дослідження є оцінка взаємозв'язку між щільністю забудови, пішохідною доступністю зелених насаджень та рівнем зеленого забезпечення на рівні кварталних одиниць у межах міста Житомир. Методологія ґрунтується на

використанні відкритих геопросторових даних OpenStreetMap, формуванні квартальної моделі міста та обчисленні сукупності просторових індикаторів та буферів нормативної доступності (500 м). Просторовий аналіз виконано у середовищі QGIS із застосуванням операцій просторового приєднання, статистики за зонами та мережевого аналізу.

Результати дослідження показали виражену територіальну асиметрію у забезпеченості зеленими насадженнями. Найбільш урбанізовані квартали центральної частини міста та багатоповерхові житлові масиви характеризуються високими значеннями щільності забудови та найнижчими показниками зеленого балансу, що свідчить про екологічну вразливість цих територій. Буферний аналіз виявив просторову невідповідність між концентрацією населення та доступністю UGI у межах нормативної пішохідної досяжності. Отримані індикатори можуть бути використані для обґрунтувань рішень у сфері міського планування, зокрема для інтеграції в стратегічні документи розвитку та модернізації зеленої інфраструктури.

Ключові слова: міська зелена інфраструктура (UGI), щільність забудови, просторовий аналіз, зелений баланс, GIS, QGIS, квартальна модель, доступність зелених зон.

Вступ

Актуальність досліджень у сфері урбаністики зумовлена глобальними демографічними та просторовими тенденціями, зокрема за прогнозами Організації Об'єднаних Націй, до 2050 року частка міського населення світу сягне 68 %, що визначає потребу переосмислення підходів до планування міських територій з фокусом на стійкість, екологічну рівновагу та соціальну справедливість [1]. Сучасна міська політика виходить за межі традиційного функціонального зонування, сформульованого в Афінській хартії, і акцентує на якості міського середовища, інклюзивності та здоров'ї мешканців [2].

Міжнародні дослідження Всесвітньої організації охорони здоров'я (WHO), UN-Habitat та Європейського агентства з довкілля (EEA) визначають UGI як інтегрований просторовий каркас, що забезпечує зменшення екологічних ризиків, покращення мікроклімату, посилення соціальної взаємодії та підвищення якості життя населення [3–5]. Рівень доступності зелених насаджень та їхній баланс із щільністю забудови розглядаються як ключові показники соціальної справедливості та екологічної стійкості [6].

Українські будівельні норми, зокрема ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування та забудова територій», визначають необхідність розрахунку низки екологічних та містобудівних показників, включно з мінімальними нормативами площі зелених насаджень загального користування, радіусами доступності та аналізом санітарно-гігієнічних умов [7].

Додатковим чинником актуальності є стрімка урбаністична десифікація, характерна для українських міст. Наукові дослідження

демонструють, що процес неконтрольованого ущільнення забудови призводить до втрати відкритих просторів, зниження екологічної безпеки та погіршення доступу населення до зелених насаджень [8]. Однак комплексні GIS-аналізи, що дозволяють інтегрувати інформацію про щільність забудови, доступність зелених зон і рівень озеленення на рівні міських кварталів, у вітчизняній урбаністиці представлені недостатньо.

Раніше нами вже було виконано наукові дослідження, присвячені застосуванню ГИС-методів для аналізу урбанізованих територій, включно з дистанційним моніторингом, інтеграцією просторових індексів та використанням сучасних інформаційних технологій у містобудуванні [11–13], що створює методологічну основу для проведення цього аналізу.

Аналіз літературних джерел та постановка проблеми

Питання збалансованого розвитку міських територій, зокрема оптимального співвідношення між щільністю забудови та доступністю зелених насаджень, активно розробляються у сучасних європейських та світових урбаністичних дослідженнях. Роботи з міської екології та просторового планування наголошують, що зелена інфраструктура є ключовим чинником кліматичної адаптації міст, зниження теплового стресу та забезпечення соціальної справедливості [3–5]. Згідно з аналітичними оглядами UN-Habitat та Європейського агентства з довкілля (EEA), якість UGI визначає ступінь стійкості міста до урбаністичних ризиків, включаючи надмірне ущільнення забудови [9–10].

Наукові підходи також підкреслюють важливість оцінки просторової рівності доступу до зелених зон. У дослідженнях європейських міст застосовуються інтегральні моделі доступності в межах 300–500 м пішохідної досяжності, що визначають реальну можливість щоденного користування зеленими насадженнями. Паралельно оцінюється диспропорція забезпеченості, коли райони з високою густотою населення або надмірною забудовою демонструють суттєвий дефіцит зелених просторів. Важливою складовою сучасної урбаністики є критика неконтрольованого ущільнення територій. Дослідження демонструють, що за відсутності нормативного контролю цей процес призводить до зменшення площі відкритих просторів, погіршення екологічного балансу та втрати цінних зелених територій. Замість оптимальної щільності, яка є основою концепції компактного міста, формується деструктивна десифікація, що посилює соціальні та екологічні диспропорції.

Для українських міст, включно з Житомиром, ключовим конфліктом є урбаністична десифікація у центральних та сформованих районах. Цей процес, спричинений комерціалізацією та браком контролю, створює загрозу для UGI, оскільки зелені зони розглядаються як резерв для точкової забудови. Міста стикаються з фрагментацією зелених територій, втратою їхньої зв'язності та зростанням навантаження на збережені ділянки.

Житомир є прикладом міста, яке намагається протидіяти цій тенденції через впровадження стратегічних підходів до екологічно орієнтованого планування. Концепція інтегрованого розвитку Житомира INSEK-2030 визначає серед пріоритетів розвиток зеленої інфраструктури, збереження зелених просторів та їх включення у систему стійкого міського середовища.

Для виявлення взаємозв'язків між щільністю забудови, обсягом та розподілом зелених насаджень, а також доступністю UGI, потрібен комплексний ГІС-аналіз. Геоінформаційні системи є ключовою платформою для розрахунку складних містобудівних показників, таких як Коефіцієнт Щільності Забудови (КЩЗ) та Індекс Зеленого Балансу, а також для просторового моделювання. Це дозволяє перейти від описового аналізу до кількісної оцінки просторової вразливості UGI.

Мета і завдання дослідження

Кількісно оцінити просторову вразливість Міської Зеленої Інфраструктури (UGI) міста Житомир шляхом аналізу взаємовідношень між показниками інтенсивності забудови (КЩЗ) та індексами забезпечення зеленими насадженнями, а також обґрунтувати стратегічні пріоритети для ревіталізації.

Попри наявність стратегічних документів, зокрема INSEK-2030, Житомир не має системних досліджень, що інтегрують просторово-квартальний аналіз забудови, зелених насаджень і доступності UGI. Наявні аналітичні матеріали є фрагментованими і не відображають комплексної взаємодії між забудованими та озелениними територіями.

Саме тому у дослідженні поставлено такі завдання:

- Здійснити картографічний аналіз зелених насаджень загального користування та визначити їх фізичну доступність (500 м).
- Розрахувати квартальну щільність забудови на основі площ поверхів забудови.
- Визначити індекс співвідношення зелених насаджень і забудови на рівні кварталів.

Наукова новизна полягає у впровадженні та застосуванні ГІС-моделі, що інтегрує кількісні показники морфології забудови та екологічного балансу для обґрунтування двоканальної стратегії управління UGI у постсоціалістичному місті.

Матеріали та методи

У дослідженні застосовано комплексну методологію просторового аналізу міського середовища, що ґрунтується на принципах геоінформаційної науки (GIScience), морфологічного аналізу міста та концепції міської зеленої інфраструктури. Вихідні просторові дані були сформовані на основі відкритих джерел - насамперед OpenStreetMap, який забезпечує актуальне векторне представлення будівельного фонду,

транспортної мережі та елементів природного каркасу міста. Дані було завантажено через QGIS-плагін QuickOSM, після чого приведено до єдиної метричної системи координат, що забезпечує коректність подальших метричних розрахунків площ, відстаней та коефіцієнтів інтенсивності.

У якості базової морфологічної одиниці обрано міські квартали, сформовані шляхом просторового поділу території за вулично-дорожньою мережею. Така одиниця аналізу відповідає сучасним підходам до морфологічних досліджень міст, оскільки дозволяє інтегрувати структурні та функціональні показники на узгодженому просторовому рівні. [11]

Для оцінки просторової стійкості UGI застосовано три групи індикаторів:

- морфологічні показники забудови: density (площа забудови в межах кварталу); density index (інтенсивність використання території як співвідношення забудови та площі кварталу).

- екологічні показники зеленого покриву: UGI_sum (агрегована площа зелених насаджень у межах кварталу); Green Index (відношення площі зелених насаджень до площі забудови).

- показники доступності UGI (500-метрова пішохідна досяжність).

Усі індикатори були отримані шляхом використання просторового приєднання, статистики за зонами та картографічних операцій у QGIS. Комбінація цих показників дозволила сформувані інтегральну оцінку просторової рівноваги між забудовою та зеленою інфраструктурою [11–13].

Результати та обговорення

Просторовий аналіз UGI демонструє, що зелена інфраструктура Житомира має переважно природно-ландшафтне походження, формуючи безперервний зелений коридор уздовж річки Тетерів та периферійних лісових масивів (рис.1). Цей патерн відповідає структурному типу "природно зорієнтованої UGI", характерному для міст з виразним рельєфом та рекреаційними зонами при річках.

Буферний аналіз пішохідної доступності UGI підтвердило наявність просторової невідповідності між локалізацією населення та доступністю зелених насаджень (рис.2). Кwartали з найвищою щільністю, де потенційна потреба у рекреації є найбільшою, є одночасно територіями з найнижчою доступністю до UGI. Це створює просторову нерівність у забезпеченні природно-рекреаційними ресурсами, що підкреслюється у сучасних дослідженнях справедливості UGI [9–10].

Показники щільності забудови, розраховані на рівні кварталів (рис 3а), виявили виразні структурні контрасти, притаманні пострадянським містам. Високі значення щільності спостерігаються у центральних районах та у зонах багатоквартирної забудови, що підтверджує їхній підвищений морфологічний ризик подальшого ущільнення. Натомість приватний сектор

на околицях відзначається стабільно низькою щільністю, що створює різкі морфологічні розриви між типами середовищ.

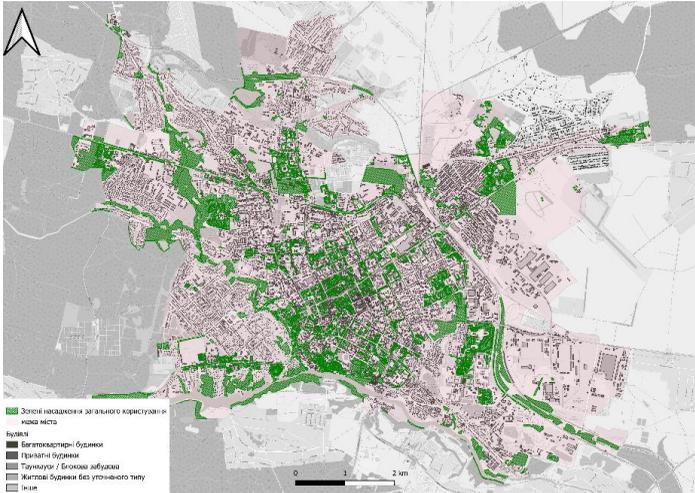


Рис. 1. Просторовий розподіл зелених насаджень в межах міста

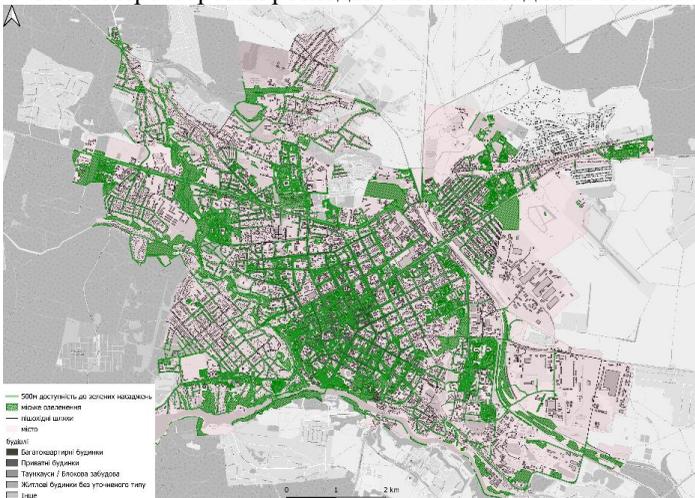


Рис. 2. Доступність зелених насаджень у межах нормативного радіусу.

Індекс щільності забудови (рис 3b), який враховує не лише площу забудови, а й поверховість, дозволив точніше оцінити реальне навантаження на міську територію [8]. Саме цей індикатор показав найвищі значення у сформованих мікрорайонах багатоповерхової забудови, де антропогенний тиск на територію максимальний.

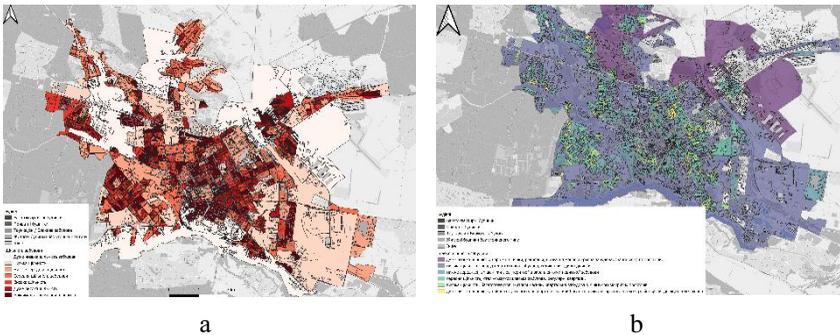


Рис. 3. а Просторова структура щільності забудови у м. Житомир
б Індекс щільності забудови за кварталами м. Житомир

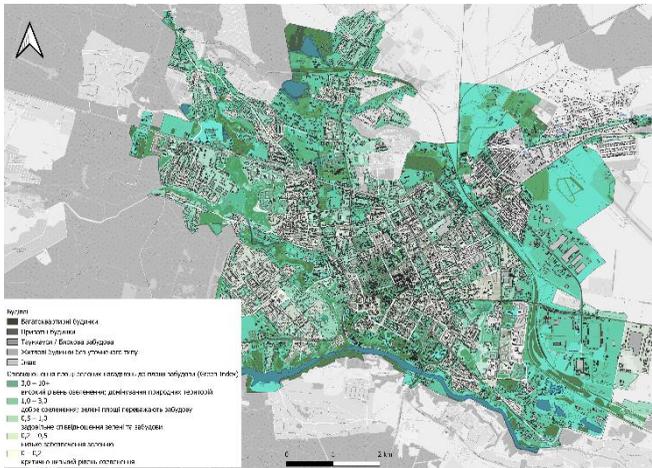


Рис. 4. Індекс зеленого балансу (Green Index) у кварталах м. Житомир

Окрему увагу було приділено аналізу співвідношення площі зелених насаджень до площі забудови (рис 5). Розрахований Green Index виявив системний дисбаланс між озелененням і забудовою: більшість сформованих кварталів має критично низькі значення індексу (0–0.5), що свідчить про перевищення антропогенного навантаження над екологічною компенсаторною здатністю території. Лише райони, суміжні з природним каркасом, демонструють збалансовану структуру "озеленення - будівлі".

Висновки

Отримані результати свідчать, що просторово-функціональна структура Житомира перебуває у стані вираженої просторової асиметрії,

яка проявляється у диспропорції між інтенсивністю забудови та рівнем забезпечення зеленою інфраструктурою. Квартали з високою щільністю забудови, насамперед у центральній частині міста та сформованих житлових масивах демонструють знижену екологічну стійкість, що відображається у низьких значеннях індексу зеленого балансу. Натомість основні елементи UGI залишаються зосередженими переважно уздовж природного каркасу та на периферії, формуючи нерівномірну структуру у межах міста.

Порівняння морфологічних, екологічних та індикаторів доступності виявило просторову невідповідність між локалізацією високого соціального попиту на зелені насадження та фактичною доступністю UGI. Квартали з найвищими показниками щільності населення та забудови водночас є територіями з найнижчим рівнем забезпечення рекреаційними просторами у нормативному радіусі пішої досяжності. Така структурна неузгодженість свідчить про просторову вразливість міського середовища та вказує на дефіцит екологічної інфраструктури в найбільш урбанізованих зонах.

Використана ГІС-методологія продемонструвала високу ефективність для діагностики просторових дисбалансів та виявлення зон, що потребують пріоритетного втручання. Одержані результати формують аналітичну основу для обґрунтованого планування та формування цільових інтервенцій, спрямованих на підсилення UGI у сформованих кварталах, оптимізацію доступності та вирівнювання просторової нерівності. Застосування цього підходу може бути інтегроване у стратегічні документи міського розвитку, включно з оновленням положень INSEK-2030 та проєктуванням локальних зелено-інфраструктурних рішень.

Конфлікти інтересів

Автори заявляють, що у них немає конфлікту інтересів щодо поточного дослідження, включаючи фінансовий, особистий, авторський чи будь-який інший, який міг би вплинути на дослідження, а також на результати, наведені в цьому документі.

Фінансування

Дослідження проводилося без фінансової підтримки.

Доступність даних

Усі дані доступні в цифровій або графічній формі в основному тексті статті.

Використання штучного інтелекту

Автори підтверджують, що при створенні поточної роботи вони не використовували технології штучного інтелекту.

References

1. United Nations. (2019). World Population Prospects 2019: Highlights. New York. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://www.un-library.org/content/books/9789210042352>

2. Congrès Internationaux d'Architecture Moderne. (1933). Athens Charter. Translated by J. Tyrwhitt. Paris: Harvard University. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://portal.uur.cz/pdf/charty-deklarace/charter-of-athens-1933.pdf>
3. World Health Organization. Regional Office for Europe. (2016). Urban green spaces and health. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://iris.who.int/handle/10665/345751>
4. UN-Habitat. (2020). Optimizing Infrastructure Urban Patterns for a Green Economy. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://unhabitat.org/optimizing-infrastructure-urban-patterns-for-a-green-economy>
5. Estreguil, C., Dige, G., Kleeschulte, S., Carrao, H., & Raynal, J. (2019). Strategic Green Infrastructure and Ecosystem Restoration: geospatial methods, data and tools. Luxembourg: Publications Office of the European Union. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://doi.org/10.2760/06072>
6. Hansen, R., Pauleit, S. (2014). From multifunctionality to multiple ecosystem services? A conceptual framework for multifunctionality in green infrastructure planning for urban areas. *Ambio*, 43(4), 516–529. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0510-2>
7. DBN B.2.2-12:2019. Planuvannia ta zabudova terytorii. Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 2019. 103 s. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/planuvannja_ta_zabudova_teritorij_dbn_b_2_2_12_201_9/4-1-0-1901
8. Davies, C., Laforteza, R. (2017). Urban green infrastructure in Europe: is greenspace planning and policy compliant? *Land Use Policy*, 69, 93–101. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.08.018>
9. European Environment Agency. (2022). Environmental statement report 2022. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/publications/environmental-statement-report-2022>
10. UN-Habitat. (2022). World Cities Report 2022: Envisaging the Future of Cities. Nairobi. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://unhabitat.org/wcr/2022/>
11. Melnyk Yu.A., Vereshko O.V., Melnyk O.V., Vereshko A.O. (2023). Vykorystannia suchasnykh informatsiinykh tekhnolohii dlia mistobudivnykh potreb. *Suchasni tekhnolohii ta metody rozrakhunkiv u budivnytstvi*, № 20, 72–78. DOI: [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2023-10\(20\)-08](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2023-10(20)-08)
12. Ul A.V., Melnyk O.V., Melnyk Yu.A., Melniichuk M.M. (2022, sichen). Dystantsiinyi monitorynh urbanizovanykh terytorii. *Suchasni tekhnolohii ta metody rozrakhunkiv u budivnytstvi*, № 18, 162–173. DOI: [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2022-8\(18\)-17](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2022-8(18)-17)
13. Ul A.V., Melnyk O.V., Melnyk Yu.A., Vakuliuk L.A., Stepaniuk V.O. (2024). Ohliad spektralnykh indeksiv dlia dystantsiinykh doslidzen urbanizovanykh terytorii. *Suchasni tekhnolohii ta metody rozrakhunkiv u budivnytstvi*, № 21, 253–270. DOI: [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2024-11\(21\)-27](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2024-11(21)-27)

Література

1. United Nations. (2019). World Population Prospects 2019: Highlights. New York. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://www.un-ilibrary.org/content/books/9789210042352>
2. Congrès Internationaux d'Architecture Moderne. (1933). Athens Charter. Translated by J. Tyrwhitt. Paris: Harvard University. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://portal.uur.cz/pdf/charty-deklarace/charter-of-athens-1933.pdf>
3. World Health Organization. Regional Office for Europe. (2016). Urban green spaces and health. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://iris.who.int/handle/10665/345751>

4. UN-Habitat. (2020). Optimizing Infrastructure Urban Patterns for a Green Economy. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://unhabitat.org/optimizing-infrastructure-urban-patterns-for-a-green-economy>
5. Estreguil, C., Dige, G., Kleeschulte, S., Carrao, H., & Raynal, J. (2019). Strategic Green Infrastructure and Ecosystem Restoration: geospatial methods, data and tools. Luxembourg: Publications Office of the European Union. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://doi.org/10.2760/06072>
6. Hansen, R., Pauleit, S. (2014). From multifunctionality to multiple ecosystem services? A conceptual framework for multifunctionality in green infrastructure planning for urban areas. *Ambio*, 43(4), 516–529. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0510-2>
7. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. Київ: Мінрегіонбуд України, 2019. 103 с. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/planuvannya_ta_zabudova_teritorij_dbn_b_2_2_12_2019/4-1-0-1901
8. Davies C., Laforteza R. Urban green infrastructure in Europe: is greenspace planning and policy compliant? // *Land Use Policy*. – 2017. – Vol. 69. – P. 93–101. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.08.018>
9. European Environment Agency. (2022). Environmental statement report 2022. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/environmental-statement-report-2022>
10. UN-Habitat. (2022). World Cities Report 2022: Envisaging the Future of Cities. Nairobi. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://unhabitat.org/wcr/2022/>
11. Мельник Ю.А., Верешко О.В., Мельник О.В., Верешко А.О. (2023). Використання сучасних інформаційних технологій для містобудівних потреб. Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві, № 20, 72–78. DOI: [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2023-10\(20\)-08](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2023-10(20)-08)
12. Уль А.В., Мельник О.В., Мельник Ю.А., Мельничук М.М. (2022, січень). Дистанційний моніторинг урбанізованих територій. Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві, № 18, 162–173. DOI: [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2022-8\(18\)-17](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2022-8(18)-17)
13. Уль А.В., Мельник О.В., Мельник Ю.А., Вакулюк Л.А., Степанюк В.О. (2024). Огляд спектральних індексів для дистанційних досліджень урбанізованих територій. Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві, № 21, 253–270. DOI: [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2024-11\(21\)-27](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2024-11(21)-27)

Відомості про статтю:	Article information:
Отримано 10.11.2025	Received 10.11.2025
Отримано у доопрацьованому вигляді 12.11.2025	Received in revised form 12.11.2025
Прийнято 25.11.2025	Accepted 25.11.2025
Опубліковано 25.12.2025	Published 25.12.2025

A.V. Uhl

D.Sc. in Engineering, Professor, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5249-0828>
Department of Geodesy, Land Management and Cadastre
Lesya Ukrainka Volyn National University, Voli ave., 13, Lutsk, Ukraine, 43025

Yu.A. Melnyk*

Ph.D. in Engineering, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5186-7032>
Department of Geodesy, Land Management and Cadastre
Lesya Ukrainka Volyn National University, Voli ave., 13, Lutsk, Ukraine, 43025

O.V. Melnyk

Ph.D. in Engineering, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5429-4038>

Department of Geodesy, Land Management and Cadastre

Lesya Ukrainka Volyn National University, Voli ave., 13, Lutsk, Ukraine, 43025

O.V. Vereshko

Ph.D. in Engineering, <https://orcid.org/0000-0002-1892-1153>

Department of building and civil engineering

Lutsk National Technical University, Lvivska 75, Lutsk, Ukraine, 43018

*corresponding author, e-mail: Melnyk.Yuliia@vnu.edu.ua

Geoinformation analysis of spatial interaction between building density and urban green infrastructure (UGI) in the city of Zhytomyr

How to Cite:

Ul A.V., Melnyk Yu.A., Melnyk O.V., Vereshko O.V. (2025). Geoinformation analysis of spatial interaction between building density and urban green infrastructure (UGI) in the city of Zhytomyr, *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*, 24, 553-563. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2025-14\(24\)-47](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2025-14(24)-47)

Abstract. Urban Green Infrastructure (UGI) plays a crucial role in enhancing ecological resilience and ensuring spatial equity in contemporary urban planning. In post-socialist cities such as Zhytomyr, ongoing densification processes intensify pressure on existing green systems and contribute to structural imbalances between built-up areas and the availability of ecosystem services. GIS-based approaches provide an effective analytical framework for identifying these disparities and supporting evidence-based decision-making.

This study examines the spatial relationship between building density, green space distribution, and accessibility within the urban fabric of Zhytomyr. Open-source geospatial data from OpenStreetMap were used to construct a detailed block-level model of the city. All datasets were harmonized within a metric projection to enable accurate area calculations. Using QGIS, a set of spatial indicators - density, density index, Green Index, and 500-m network-based accessibility zones - was calculated through spatial joins, zonal statistics, and network analysis.

The results reveal significant territorial asymmetry in the interaction between development intensity and green infrastructure. The historic core and large multi-storey residential districts exhibit the highest density values while simultaneously demonstrating the lowest green balance, indicating limited ecological compensation capacity. In contrast, quarters adjacent to the river valley and peripheral forested areas show substantially higher ecological stability. The accessibility model further indicates that many high-density and densely populated districts do not meet normative walking access standards to public green spaces, highlighting a spatial disparity between the demand for and supply of UGI.

The developed indicators provide an evidence-based foundation for municipal planning and can support strategic interventions aimed at strengthening Zhytomyr's green infrastructure network.

Keywords: Urban Green Infrastructure, spatial analysis, building density, ecological balance, GIS, QGIS, accessibility, urban morphology.