

## До питання виокремлення урбаністичних геоситуацій

Денис Серьогін<sup>1</sup>

аспірант кафедри соціально-економічної географії і регіоназнавства,

<sup>1</sup> Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, м. Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна,  
e-mail: [den.seryogin@gmail.com](mailto:den.seryogin@gmail.com),  <https://orcid.org/0000-0002-0169-4468>;

Сергій Костріков<sup>1</sup>

д. геогр. н., професор, кафедра соціально-економічної географії і регіоназнавства,

e-mail: [sergiy.kostrikov@gmail.com](mailto:sergiy.kostrikov@gmail.com),  <https://orcid.org/0000-0002-4236-8474>

Автори подають новітнє поняття урбаністичної геоситуації (УГСит), під якою можна розуміти динамічний аспект існування різних конфігурацій урбаністичного середовища (УС). Вказане поняття подається в рамках концепції урбогеосистем (УГС). УС, у свою чергу, є моделлю реально існуючого (фізичного) міського довкілля. Підкреслюється значення міських мешканців у трансформації статичної урбаністичної конфігурації у геоситуацію. Зазначається ефективність використання даних дистанційного лазерного сканування (лідарні дані) і переходу від двовимірного до тривимірного міського кадастру для виокремлення УГСит. Викладається предметний контент урбаністичної геоситуації і пояснюється її структурна успадкованість при розростанні міст. На прикладі забудов міст Вашингтон та Харків пояснюються особливості формування геоситуацій та їх вплив на міський розвиток. Виникаючі геоситуації в міському середовищі є повторюваними і формують різнорангові патерни геоситуацій. Виокремлення таких патернів впроваджується на підставі ГІС-функціональності візуального аналізу архітектурної морфології міста. Наводиться приклад дослідження патернів геоситуацій за допомогою структурованих наборів лідарних даних. Пояснюється динамічна мінливість геоситуацій в контексті щоденної концентрації населення в міському середовищі при зміщенні його центрів тяжіння. Підкреслюється, що УГСит формують структурні інваріанти УГС і можуть бути представлені у якості дискретних ГІС-сутностей. Авторами пропонується веб-ГІС, яка надає інструменти для виокремлення та аналізу УГСит на підставі лідарних даних. Наводяться також користувацькі сценарії, які можуть бути розраховані в даній веб-ГІС за обраними геоситуаціями, а саме: аналіз видимості, оцінка енергоспоживання будівель та оцінка чисельності населення по архітектурній морфології міста.

**Ключові слова:** геоситуація, урбогеосистема, геоситуаційний патерн, урбаністична конфігурація, міське середовище, урбаністичні дослідження, ГІС, лідарні дані.

**Як цитувати:** Серьогін Денис. До питання виокремлення урбаністичних геоситуацій / Денис Серьогін, Сергій Костріков // Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія», 2023. – Вип. 58. – С. 241-256. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2023-58-19>

**In cites:** Serohin Denys, Kostrikov Sergiy (2023). Towards urbanistic geosituation delineation. Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, series "Geology. Geography. Ecology", (58), 241-256. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2023-58-19> [in Ukrainian]

**Вступ до наукової проблеми.** Функціонування та розвиток сучасних міст породжують низку проблем та висувають ряд невідкладних завдань, які можна вирішувати виключно на основі інноваційних теоретичних підходів та новітніх технологічних розробок. Наприклад, авторами цієї статті розроблялася концепція *візуального аналізу міського середовища* (ВАМС) як складова загального *урбогеосистемного підходу* у суспільній географії [8, 11, 21]. Ключовою складовою цього підходу і концепції є *урбаністичне середовище* (УС) як модель реально існуючого фізичного довкілля міста. Континуальна природа (*квазірастерастрове подання*) УС, як формалізованої моделі міського середовища, протиставляється дискретній природі (*квазівекторне подання*) урбогеосистеми (УГС), як ієрархічній сукупності функціональних урбогеосистемних складових – точкових, лінійних та площинних ГІС-примітивів у тривимірному просторі.

Представлена підхід і концепція містять певні методологічні особливості обробки даних дистанційного зондування щодо урбанізованих те-

риторій, зокрема, через лідар-засоби (*LiDAR, Light Detection and Ranging* – англ.). Результати вказаної обробки формують тривимірну картину навколишнього простору, що корегується із здібностями певних сучасних повноформатних ГІС-платформ надавати візуалізацію у вигляді Тривимірної Сцени [9]. Результати дистанційного зондування міського середовища з подальшою обробкою і аналізом похідних даних успішно використовуються для виокремлення різних *конфігурацій* урбаністичного середовища [10]. Конфігурація УС – статична картина співвідношень, прямих і зворотних зв'язків об'єктів, процесів та явищ у міському довкіллі. Подання цієї самої картини у динамічній площині і буде, на нашу думку, представленням *урбаністичної геоситуації* (УГСит).

Саме таке теоретичне підґрунтя, на нашу думку, дає можливість визначення поняття та подання сутності урбаністичної геоситуації – динамічної картини у певному екстенсті географічного простору функціональних співвідношень об'єктів, процесів та явищ у міському середовищі із прямими та зворотними зв'язками між ними. У

вказаному полягає мета цієї статті.

**Досвід попередніх досліджень.** Незважаючи на визначені претензії на оригінальність геоситуаційної концепції, які подавалися ще так званою Казанською школою радянської географії (вказані пошуки і нароби дещо пізніше були фіналізовані визначено аморфною категорією «соціально-економічної геоситуації» [18]), дійсно ж *геоситуаційна парадигма (ГП)* була започаткована ще у середині 1960-х років в основному у західній англійській географії [17].

У наш час, західна ГП трансформувалася у надскладну предметну галузь, де, наприклад, вважається, що геоситуаційний підхід має ширші можливості у порівнянні із «ортодоксальним» системним підходом, оскільки він може бути застосований як до системних, так і до несистемних геосутностей [16]. Подібний висновок у джерелі, на яке ми посилаємося, робиться у предметній площині штучного інтелекту (ШІ). Саме дефініції *сталого обумовленості* та *структурованої причинності* сукупності географічних подій є підґрунтям для введення поняття геоситуації (ГС) у рамках нейронної мережі (НМ) географічних подій. За допомогою апробованих методів впровадження НМ – «вибірка з навчанням, без навчання», «графи знань» тощо – автори вважають можливою відповідь на питання щодо будь-якої географічної події – чому остання виникла?

Заслуговує, вважаємо, окремої уваги дослідження, яке, за думкою його авторів, запроваджує новітні принципи виокремлення геоситуацій у землекористуванні з точки зору методологічних засад предметної галузі геоєкології [15]. Вказані автори вводили певні *індекси-співвідношення* геоєкологічно додатних («гео-додатні») та геоєкологічно від'ємних («геовід'ємні») типів (систем) землекористування (*land use / land cover systems – LULC*, англ.). «Гео-додатні» системи землекористування вважалися «більш близькими до природних систем», що, на нашу думку, виглядає деяким спрощенням. На додаток до індексу геоситуацій був введений параметр «відсотка геопозитивних типів». Масштабування введених параметрів дозволило авторам отримати увесь діапазон сконструйованих сутностей – від найбільш сприятливих для сталого землекористування ГС до катастрофічних. Хоча автори цього дослідження і оперували дефініцією «система», однак фактично – лише як з синонімом «типу землекористування». Тобто усе подане можна визначено вважати тим саме прикладом подання геоситуаційного підходу, як альтернативи системного.

Щодо співвідношення цих двох фундаментальних підходів треба окремо зазначити існування такої точки зору, згідно з якою вони не є альтернативними, а лише доповнюють один одного у

рамках відомих фундаментальних категорій «геосистема» та «теорія поля у географії» [14]. Геосистема, на думку авторів, має відбивати «організацію географічного об'єкту», а геоситуація – його динаміку.

Тобто, зважаючи як на декларовану альтернативність геоситуаційного і системного підходів відповідно одним авторам, так і на їх взаємне доповнення, відповідно іншим дослідникам, можна зробити наступний попередній висновок. Геосистемний підхід так саме, комплексно та ієрархічно, як і у предметному прикладі «геоситуації через НМ» [16], або у площині геоєкологічної предметної галузі [15] і теорії поля у географії [14] може характеризувати обстановку, стани і функціонування географічних складових міського середовища, що складаються у цілісні урбогеосистеми [8, 11, 20], саме через залучення такого новітнього поняття, як «урбаністична геоситуація». Йдеться про поєднання геоситуаційної парадигми із урбогеосистемним підходом при моделюванні при моделюванні фізичного міського довкілля через гадану вище конструкцію «урбаністичне» середовище.

Раніше ми вже доводили значущість візуального аналізу міського довкілля в рамках урбогеосистемного підходу [21]. Відповідно, доцільно припустити домінантне значення цієї концепції у виокремленні міських конфігурацій і урбаністичних геоситуацій. Тим більш, що у вказаному предметному відношенні достатньо дослідників повідомляли про суттєві доробки. У зазначеному аспекті, слід у першу чергу брати до уваги, що застосування подібної методики візуальної оцінки у межах такого складного комплексно-ієрархічного об'єкта як міське довкілля, відрізнятиметься від використання, наприклад, такого відомого інструменту, яким є *Viewshed Analysis - VA* (англ.) природного рельєфу місцевості [5]. У вказаному відношенні доречно послатися, на перший погляд здавалося б, досить окремий випадок застосування VA [19]. У цій статті її автор описує урбанізоване середовище, як тривимірний порожній *публічний простір* (ПП) між різними структурами міської забудови, простір, у який також включається переміщення у часі (у межах цього простору) «його користувачів», тобто – міських мешканців. Відповідно до зробленого визначення, можна припустити, що останні стають ключовим чинником трансформації статичної сутності у динамічну: *конфігурація УС => урбаністична геоситуація*.

Щодо зробленого автором, на якого ми посилаємося визначення урбанізованого середовища (фактично це – аналог фізичного *міського довкілля*, яке ми описували у [21]), то воно достатньо наочно ілюструється порівнянням *2D цифро-*

вого плану міста із виокремленим ПП з 3D сценою тієї самої урбанізованої території. Тобто, подається певне ілюстративне уявлення трансферу від 2D- до 3D Міського Кадастру, яке спирається на, повторюємо, здавалося б окремих випадок розгляду об'єкта великої міської структури (комплексу PZM / Radisson Hotel, що у м. Щецин, Польща). У двох аспектах VA - по-перше, цей комплекс є вираженим міським як функціональним, так і візуальним атрактором; по-друге, це найважливіша точка спостереження за величезним сегментом найближчого сусідства у міському середовищі. Основний висновок, який робиться автором дослідження на яке ми посилаємось, полягає у тому, що правильно налаштована тривимірна (віртуальна) модель міського середовища (3D City Model – англ.) повинна розпізнавати та визначати типологію порожнього простору між міськими будинками та спорудами. На нашу думку, саме структурування такої типології може бути основним предметом для досягнення тих цілей VA, які можуть бути пов'язані з виокремленням УГСит. Такі цілі обговорюються, як і пропонуються відповідні рішення у цій низці літературних джерел [ 1, 2, 4, 6, 12, 13].

**Викладення основного матеріалу. Предметний контент урбаністичної геоситуації.** Дещо перефразуючи зробленого у вступі визначення урбаністичної геоситуації, можна сформулювати, що УГСит – це саме *динамічний аспект* певного стану міського середовища, у якому існують об'єкти, процеси і явища з урахуванням особливостей стану їх самих, і які знаходяться у діалектичній єдності з цим міським середовищем. Урбаністичні геоситуації існують об'єктивно. Вони періодично виникають, функціонують, розвиваються, зникають і складаються знову на різних просторових рівнях певного міста й у різні відрізки часу.

В якості УГСит можна представити певний фрагмент міського середовища у певний момент часу з унікальними урбогеосистемними властивостями та параметрами в межах досліджуваного міста. При цьому геоситуація може бути виокремлена лише у визначеному контексті дослідження міста. Наприклад, при аналізі щільності населення міста, у якості УГСит можуть бути виділені ділянки міста з максимальними або мінімальними показниками щільності. У той же час ці ж ділянки можуть бути пропущені при дослідженні УГСит у контексті аналізу карт забруднення повітря – в даному випадку, у якості геоситуації можуть бути виділені ділянки з підвищеними показниками забруднення. Таким чином, подібною геоситуацією може стати будь-яка ділянка міста, яка певним чином виділяється від решти міста та представляє інтерес в контексті поточного дослідження.

Важливою властивістю геоситуацій, взагалі, і УГСит, зокрема, є їхня мінливість. Конфігурації УГСит постійно змінюються та доповнюються у міському середовищі як у вертикальному напрямку (створення нових вертикальних забудов), так і у горизонтальному напрямку (реновація старих забудов). Мінливість УГСит обумовлює утворення різноманітних структурних інваріантів урбогеосистеми. Вони існують у певному часовому відрізку. Можна припустити, що геоситуації у міському просторі пов'язані між собою відносинами, існує певна структурна успадкованість у тому розвитку; наступна геоситуація має «структурну пам'ять», що несе відображення попередніх УГСит.

**Структурна успадкованість** урбаністичних геоситуацій яскраво проявляється при розростанні міст та активізації урбанізаційних процесів. Ще на початковому етапі формування певного міста, воно набуває певних структурних ознак та особливостей планування вулично-дорожньої мережі та забудови, які надалі будуть успадковуватися при подальшому міському розвитку. Так, побудова нових районів чи розширення транспортної мережі зазвичай виконується з урахуванням існуючого планування міста, що частково утворює фрактальну подібність міського візерунка. За рахунок такої структурної успадкованості у міста формується певний архітектурно-історичний образ і упізнаваний пейзаж, який сам по собі стає історичною пам'яткою міста, яку важливо зберегти у первісному вигляді [11]. Однак, при інтенсифікації економічного та технологічного розвитку підтримка історичного образу міста може бути недоцільною в умовах урбанізації. У такому разі або починають забудовуватися нові райони, у певному віддаленні від історичного центру, або ж ухвалюються оптимізаційні рішення щодо реставрації та модернізації історичних районів.

Варто зазначити, що структурна успадкованість в нових районах міста послаблюється при віддаленні від його історичного центру. Нові райони зазвичай забудовуються згідно з сучасними принципами урбаністики, спрямованими на ефективне використання міського середовища в умовах стрімкого росту населення. Якщо ж район наближений до центру, то в ньому більшою мірою виявлятиметься структурна успадкованість, оскільки такі райони будуть більш прив'язані до історичних вулиць, які вже забудовані за певним плануванням, окрім того, до цих районів може бути заданий дизайн код або вимоги до висот будівель, які запобігають порушенню історичного міського пейзажу [19]. З появою нових районів формуються нові УГСит, які надалі також будуть успадковуватися, проте на нижчому структурному рівні. Таким чином, дослідження УГСит дозволяє

відстежити хронологію змін та розвитку міського середовища.

**Виокремлення урбаністичних геоситуацій через загальну VA-функціональність.** Структурну успадкованість УГСит можна відстежити на підставі загального візуального аналізу (мається на увазі звичайний перегляд користувачем результатів VA-функціональності ГІС) при порівнянні сучасних карт великих міст та їх історичних планів забудови. Тут також доцільно приймати до уваги таке важливе поняття як *архітектурна морфологія* певного міста, поняття якої можна приймати за формалізоване підґрунтя виокремлення як урбаністичних конфігурацій, так і геоситуацій [3].

На рис. 1, складеного авторами, наведено

приклад порівняння плану міста Вашингтон, складеного П'єром Ланфаном в 1792 з його реалізацією на сучасній карті даного міста. Червоною лінією обведена зона, яка забудована саме за планом Ланфана. У цій зоні добре підтримана структурна успадкованість, тому що зона є плановою, і за період її забудови не відбувалося істотних змін, які б вимагали реорганізації плану забудови. Хоча при детальному порівнянні плану з його реалізацією можна виявити безліч невідповідностей, що виникли через недостатній контроль забудови, у цілому, загальні обриси плану були збережені. Вся ця зона, забудована за історичним планом, є окремим патерном УГ. Цей патерн простежується на всіх її ділянках.

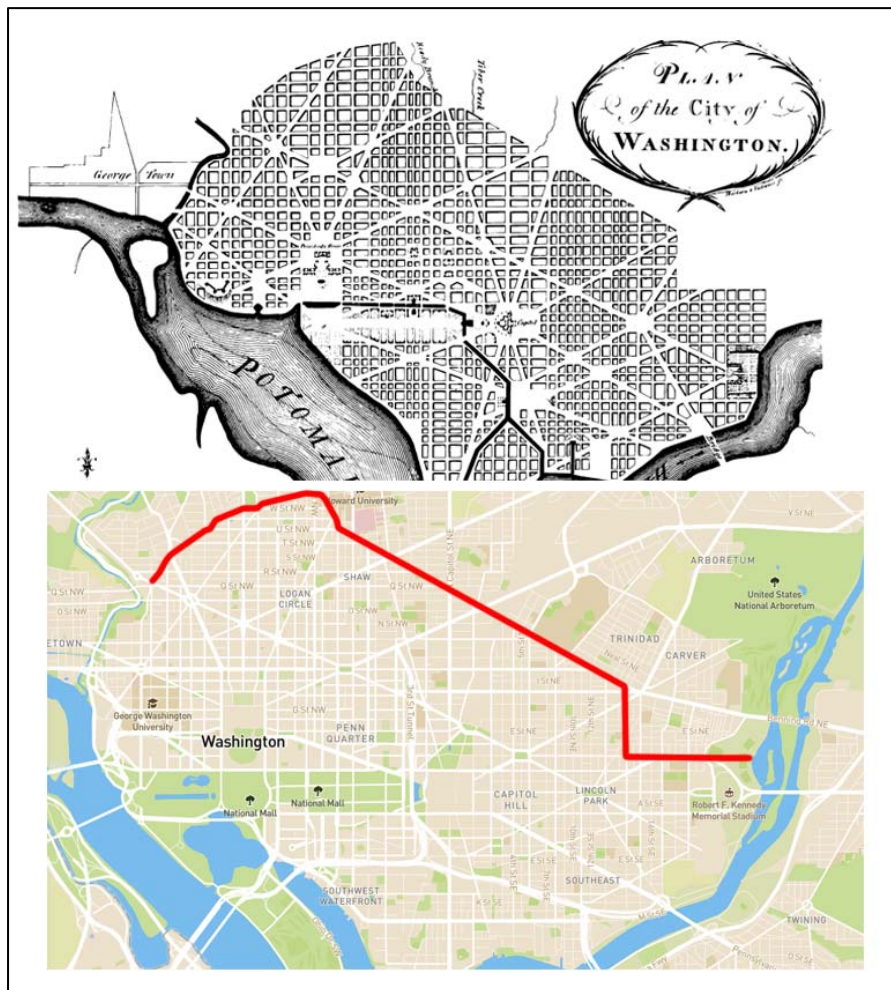


Рис. 1. Історичний план міста Вашингтон, складений в 1792 році та його сучасне відображення на карті OpenStreetMap / Fig. 1. Historical plan of the city of Washington, made in 1792 and its modern display on the OpenStreetMap map

Певні структурні властивості також простежуються і поза зоною історичного плану, що підтверджує структурну успадкованість УГСит, але що далі розростається місто від червоної лінії, то слабкіше її прояв. Прилеглі райони все ще наслідують певні особливості планування, такі як площа, висота будівель та їх упорядкованість, але

в них вже спостерігаються деякі відмінності у прокладанні доріг та щільності забудови. На рис. 2, таким чином, вже можна порівняти сучасну забудову планової зони та прилеглого до неї нового району. Зокрема, простежується зміна у прокладанні кварталів – раніше вони забудовувалися у паралельному порядку, тепер – перпендикулярно



існуючим. Зрозуміло, за фіксованими ілюстраціями у статті важко подати суто динамічний характер розвитку геоситуації, однак цього, на нашу думку достатньо для встановлення загального тренду.

Якщо провести порівняння між двома віддаленими районами, то тут спостерігається вже суттєвіша різниця. На рис. 3А зображена УГСит одного зі старих, центральних житлових районів м.

Вашингтон, на рис. 3Б зображений район, що з'явився пізніше, також із житловою забудовою. Хоча у новому районі все ще успадковано паралельне розміщення кварталів, сама забудова вже суттєво модернізована. У новій забудові відстежуються нові на той момент тренди районного планування, що ґрунтуються на зниженні щільності розміщення будівель для підвищення комфорту проживання в цих районах.

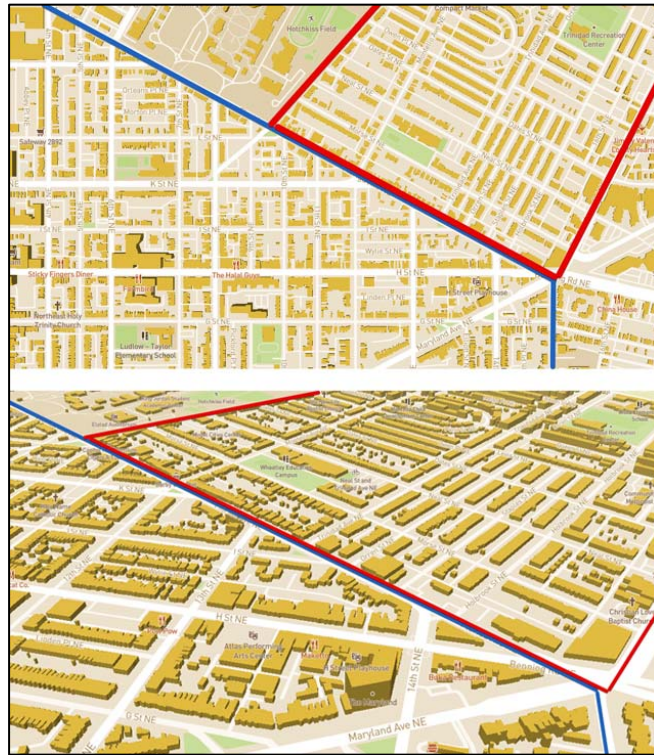


Рис. 2. Сучасна забудова м. Вашингтон (за синіми лініями - забудова за історичним планом, за червоними - нова забудова), візуалізована у середовищі MapBox /

Fig.2. Modern buildings of the city of Washington, visualized in the MapBox environment (by blue lines - buildings according to the historical plan, by red lines - new buildings)



Рис. 3. Порівняння геоситуацій старого (А) і нового (Б) житлових районів м. Вашингтон візуалізованих у середовищі MapBox /

Fig. 3. Comparison of the geosituations of the old (A) and new (Б) residential areas of the city of Washington visualized in the MapBox environment

Утворення нових УГСит у міській забудові може бути обумовлено різними факторами: зміна влади на різних рівнях управління, зміна держави, яка контролює територію міста, зміна курсу економічного розвитку, трансформація економіки, трансформація функціонального призначення міста, поява нових містобудівних трендів та нових архітектурних стилів, військові дії, стихійні лиха тощо. Деякі з перерахованих факторів призводять до доволі різких змін у містобудуванні, що може як позитивно, так і негативно позначитися на рівні і якості життя в місті. За таких змін спостерігається мінімальна структурна успадкованість УГСит, і це добре відстежується на сучасних міських картах.

**Прикладний аспект визначення урбаністичних геоситуацій та геоситуаційні патерни.** Прикладом різких змін у міській забудові є масове панельне будівництво у м. Харкові після другої світової війни. Було розроблено безліч проєктів для розміщення спальних районів поблизу

промислових підприємств разом із підтримкою транспортної інфраструктури, яка забезпечувала оптимальну комунікацію між заводами та житловими зонами, в яких проживали працівники відповідних заводів.

При такому підході до забудови практично ігнорувалась структурна успадкованість від попередніх районів та підтримка історичного образу міста, хоча така забудова утворила нову УГСит, структурні властивості якої надалі успадковувалися при розширенні забудови нових спальних районів. На рис. 4 зображено приклад різкого переходу у планувальній структурі при забудові Немишлянського району міста Харків. Нова багатоповерхова забудова суттєво вплинула на існуючі поселення: відбулося різке зменшення концентрації населення, у зв'язку з чим зросло шумове забруднення, що позначилося на якості життя у приватному секторі, який був забудований ще до радянської влади.



Рис. 4. Розміщення старої та нової забудови у Немишлянському районі міста Харків, візуалізоване у середовищі MapBox /

Fig. 4. Location of old and new buildings in the Nemyshlyansky district of the city of Kharkiv, visualized in the MapBox environment

Ряд проєктів із багатоповерхової забудови нових спальних районів так і не було реалізовано за початковим задумом. Через мінливість планів забудови та мінливість радянської влади місто забудовувалося непослідовно. Замість єдиної планувальної структури в місті утворилося безліч мікрорайонів із власними УГСит, яким були характерні унікальні за своєю архітектурою в межах району будівлі та унікальні особливості їхнього взаємного розміщення. В результаті такої непланомірної забудови виникла істотна диференціація якості життя не лише між сусідніми мікрорайонами, а й сусідніми дворами, або навіть окремими

будинками, хоча всі вони є частиною забудови одного району.

Згодом наслідки допущених під час планування помилок можуть посилюватися на рівні окремих геоситуацій. Зростання кількості населення, зростання кількості особистих автомобілів, поява нових супермаркетів і торгових центрів призводить до незбалансованого розподілу населення, переповнення автопаркувань в окремих дворах, зниження транспортної доступності будівель, що знаходяться в глибині району, підвищення шумового забруднення тощо [9]. Подібних проблем можна було запобігти на етапі плануван-



ня, якби до уваги бралися існуючі та виникаючі УГСит. Нині ж низка таких проблем є практично незворотною за умови збереження будівель.

На рис. 5 зображено приклад проблемної геоситуації, що виникла через непослідовну забудову району. Будівлі А та Б розташовані за 40 метрів одна від одної, але при цьому вони були збудовані в різний період часу – будівля Б була збудована задовго до будівлі А. Фактично будівлі відносяться до різних геоситуацій у контексті планувальної структури: у них різний об'єм, площа, поверховість, порядок розміщення тощо. Будівля А відноситься до сектора будівель, які були збудовані на місці порожнього простору, що утворився між двома іншими секторами, забудованими раніше. Хоча обидві будівлі знаходяться поряд одна з одною, через хаотичну планувальну структуру виникла істотна диференціація за рівнем транспортної доступності цих будівель. Для того, щоб дістатися автомобілем до найближчої вулиці з

будинку А необхідно подолати майже в 3 рази більшу відстань, ніж з будинку Б. Така обставина не тільки позначається на рівні життя місцевих жителів, а й ускладнює обслуговування цього району загалом. Наприклад, сміттевозам доводиться заїжджати в кожен такий двір окремо, витрачаючи час та бензин; автомобілям швидкої допомоги та пожежникам доводиться долати набагато більшу відстань для того, щоб дістатися місця, до якого можна було б дістатися швидше при більш грамотному плануванні. Крім того, для економії часу деякі жителі з будинку А використовують в'їзд до будинку Б і місця для паркування біля цього будинку – це також викликає локальні конфліктні ситуації. Подібні проблеми, що виникають на рівні геоситуацій, викликають ефект доміно і сповільнюють функціонування всього міста. Ігнорування УГ призводить до того, що проблеми повторюються, успадковуються та посилюються.



Рис. 5. Проблемна геоситуація у житловому районі м. Харків (будівля А – пізня забудова, будівля Б – рання забудова), візуалізована у середовищі MapBox /

Fig. 5. A problematic geosituation in a residential area of Kharkiv, visualized in the MapBox environment (building A – late construction, building B – early construction)

З використанням тривимірних карт та супутникових знімків можна виявляти безліч УГСит у міському плануванні, порівнювати їх між собою, оцінювати їх переваги та недоліки, виявляти тенденції, екстраполювати розвиток геоситуацій у майбутньому та приймати оптимальні рішення для запобігання негативним наслідкам такого розвитку.

Однією з властивостей УГСит є те, що вони повторюються – одна і та сама геоситуація за збігом певних конфігурацій може багаторазово спостерігатися у певному екстенсі урбанізованого

простору. Геоситуації, що повторюються зі спільними властивостями, на нашу думку, формують *різноманітні патерни геоситуацій*. Загалом чим вище ранг патерну – тим більші території він охоплює та за більш узагальненими властивостями і параметрами. Наприклад, одноповерхова забудова у місті формує патерн високого рангу, але в межах території такого патерну можуть бути виявлені патерни низького рангу – це окремі ділянки, які об'єднуються за більш вузьким набором властивостей, наприклад, одноповерхові будівлі з двосхилими дахами. Патерни УГСит можуть

також бути сформовані унікальними конфігураціями їх елементів, наприклад взаємним розміщенням будівель різних розмірів, що мають певну впорядкованість.

*Високорангові патерни* зазвичай характеризують сталі геоситуації, які мають власний історичний контекст утворення – до таких геоситуацій можуть відноситись окремі вулиці та райони міста, забудовані в певну історичну епоху, або ж цілі міста. *Низькорангові патерни*, у свою чергу, характерні більш мінливим геоситуаціям, які виникли внаслідок локальних природних особли-

востей та умов місцевості, чи внаслідок локальних подій в міському середовищі, наприклад, появи підприємств, офісних та торгових центрів, що стягують концентрацію населення.

На рис. 6 зображений приклад виокремлення різнорангових патернів геоситуацій на прикладі одного із районів міста Харкова. Території з одноповерховою та багатоповерховою забудовою формують два різні патерни високого рангу. Далі, у межах багатоповерхової забудови виділяється безліч низькорангових патернів геоситуацій.

Вказану просторову класифікацію, якою є



Рис. 6. Виокремлення різнорангових патернів геоситуацій у м. Харків з використанням додатку Google Earth /

Fig. 6. The delineation of different rank patterns of geosituations in the city of Kharkiv using the Google Earth application

виокремлення геоситуаційних патернів у певному географічному екстенсті урбанізованого простору, на нашу думку, важко переоцінити у аспекті, наприклад, визначення функціонального значення урбогеоситеми при аналізі певних особливостей міського соціуму [25].

Вище йшлося про так звані *кінцеві геоситуаційні патерни*. Чим більше враховується змінних при розгляді архітектурної морфології міста для виокремлення геоситуацій, тим більше різних *проміжних патернів* можна виділити. Наприклад, якщо розглядається розміщення будівель тільки в горизонтальному напрямку – буде виділено один набір патернів, якщо ж буде враховуватися і вертикальний напрямок (тобто, висота забудови), тут може спостерігатися вже інший набір патернів, у

новій комбінації [24].

Тривимірні карти (*3D Сцени*, як визначалося вище) дозволяють виділяти такі геоситуації, які неможливо виявити на звичайних двовимірних носіях картографічної інформації, навіть – цифрових. Так, на рис. 7 зображені двовимірні та тривимірні карти однієї і тієї ж ділянки забудови. На рис. 7Б виділено ділянку з більш багатоповерховою забудовою, порівняно з іншими ділянками. Ця ділянка на тривимірній карті формує окрему УГСит, яка при цьому не відстежується на двовимірній карті (рис. 7А). Наведений приклад ще раз демонструє суттєві переваги тривимірного міського автоматизованого кадастру перед двовимірним, про що нами вже робилося зауваження вище у тексті.



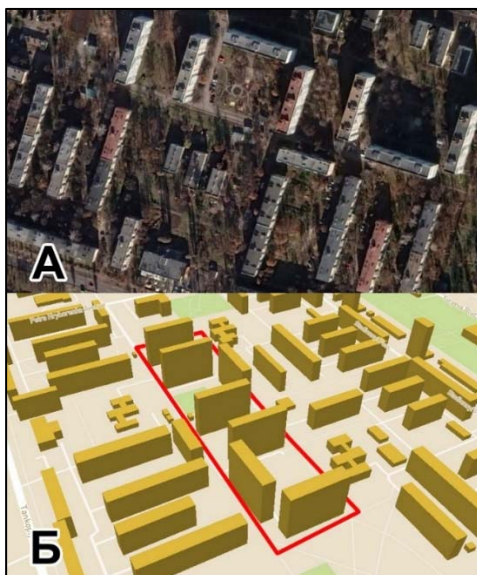


Рис. 7. Порівняння двовимірної (А) та тривимірної (Б) візуалізації геоситуації в урбанізованому середовищі /

Fig. 7. Comparison of 2D (A) and 3D (B) visualization of the geosituation in an urbanistic environment

**Компаративний аналіз геоситуаційних патернів.** На підставі геоситуаційного підходу можна ефективно порівнювати між собою різні патерни геоситуацій, виокремивши з них окремі геоситуації однакової площі. Для порівняння можна використовувати ГІС-інструменти та тривимірні моделі відповідних геоситуацій, за якими можна візуально проаналізувати місцевість, а також обрахувати різні кількісні показники, такі як щільність забудови, середня площа, висота будівель, їх дисперсія, тощо. За рахунок такого аналізу можна дати певну узагальнену оцінку стосовно ефективності використання території для того чи іншого патерну геоситуацій, наприклад, можна оцінити характер урбанізаційних процесів, комфортність проживання, рівень завантаженості території, тощо. Використання рівних за площею територій дозволяє обчислити середні та оптимальні кількісні показники для цілого району чи цілого міста. Хоча такий розрахунок не дає вичерпної оцінки про реальну обстановку на обраній території, він дає можливість висувати певні припущення про потенційні проблеми, які можуть бути актуальними для однієї території, та не є актуальними для іншої.

Вище у цьому тексті ми вже наводили приклади застосування загальної *VA*-функціональності ГІС для виокремлення геоситуацій по результатах перегляду користувачем результатів побудови 3D сцен. Щодо компаративного аналізу геоситуаційних патернів (КАГП) ми пропонуємо застосування у перспективі чотирьох наступних предметних сегментів інструментарію повноформатної ГІС-платформи (наприклад, *ArcGIS 10.X*), три з яких знаходяться поза загальною візуаліза-

цією:

- *Аналіз близькості і оверлей:*
  - вимірювання відстаней;
  - побудова буферних зон;
  - визначення перетину об'єктів;
- *Аналіз динаміки процесів та явищ:*
  - об'ємометричний аналіз феномену, який розраховує моделі просторового розповсюдження;
    - аналіз потокової динаміки;
- *Визначення 3D щільності процесів:*
  - просторова тривимірна диференціація звичайних двовимірних даних по території міста (наприклад – демографічних);
    - *Загальна VA-функціональність* (аналіз видимості):
      - виокремлення геоситуаційних патернів із різних точок спостереження.

Ще раз треба підкреслити, що впровадження трьох із чотирьох предметних сегментів КАГП – ціль наших майбутніх досліджень, а тут ми обмежуємося лише загальним аналізом видимості архітектурної морфології у певних екстентах урбанізованого простору (рис. 2-7).

Необхідність порівняння патернів геоситуації по територіям з однаковою площею вдало поєднується з особливістю збору та обробки лідарних даних (*LiDAR*, про що вже згадувалося у Вступі до статті), які для полегшення їх аналізу розбиваються на окремі, рівні за площею квадрати – тайли. Вдало розташовані тайли можуть повністю відповідати окремому патерну геоситуації, що, повторюємо, значно полегшує його виокремлення. У ході обробки цих даних з таких тайлів витягуються тривимірні моделі будівель, і

саме ці моделі надалі аналізуються в ГІС і зіставляються з моделями інших тайлів. Один із авторів цієї статті тексту вже виконував таке порівняння забудови окремих тайлів лідарних даних по місту Вашингтон: для побудови тривимірних моделей було обрано окремі патерни житлової забудови, які представляли інтерес для оцінки щільності

збудови та архітектурної морфології (рис. 8А) [23]. Також для тайлів всього міста було розраховано показники щільності забудови, середньої площі та висоти будівель, розподіл яких був візуалізований на двовимірній карті тайлів міста Вашингтон (рис. 8Б).

Таким чином, геоситуаційний підхід є, на

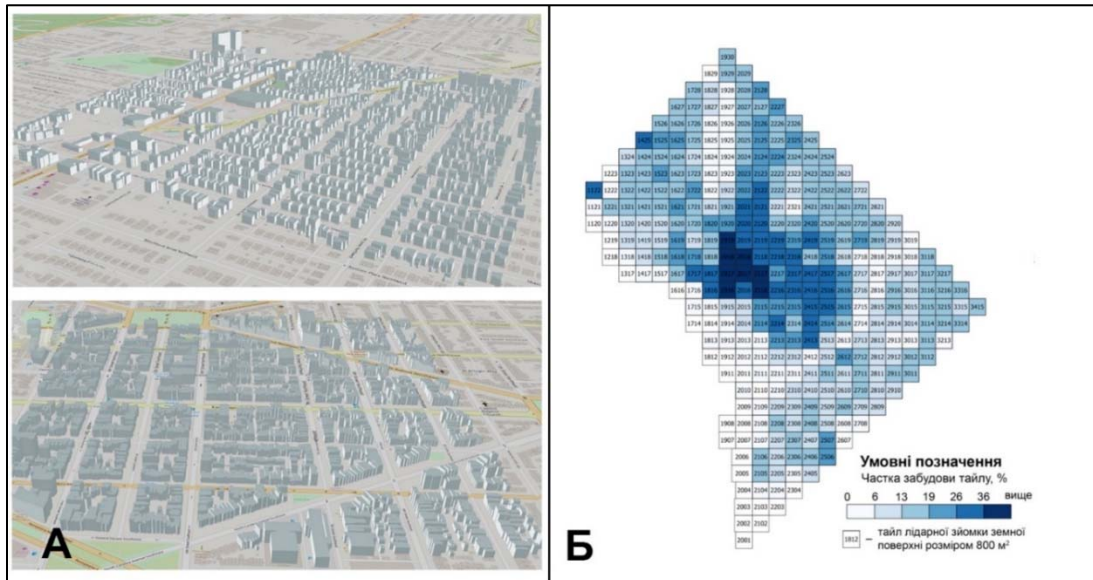


Рис. 8. Тривимірна візуалізація патернів геоситуацій (А) та карта щільності забудови м. Вашингтон (Б) на підставі лідарних даних [23] /

Fig. 8. 3D-visualization of geosituation patterns (A) and a map of the buildings density in the city of Washington (B) based on lidar data [23]

нашу думку, дуже зручним саме при аналізі лідарних даних, оскільки для нього може бути достатньо невеликих фрагментів даних, що покривають лише окремі геоситуації міста. Для вивчення певної геоситуації можна змоделювати лише забудову з конкретного патерну геоситуації, далі проаналізувати цю забудову, порахувати кількісні показники, дати оцінку планування, архітектурної морфології, після чого поширити вилучені властивості на інші ділянки міського середовища, які стосуються даного патерну. Такий підхід особливо актуальний для міст із високою структурною успадкованістю у міському плануванні.

**Динамічна мінливість геоситуацій. Патерни геоситуацій і користувачькі сценарії їх виокремлення через веб-ГІС.** Ще однією властивістю УГСит, яка має бути обговорена, є їх мінливість. Так, незважаючи на те, що УГСит на відміну від урбаністичної конфігурації є динамічною сутністю сама по собі, її мінливість можна вважати, так би мовити, «динамічним параметром другого порядку».

Ця властивість має проявлятися при дослідженні міста в контексті щоденного розподілу концентрації населення. У високоурбанізованих містах регулярно відбуваються зміни, пов'язані або з появою нових об'єктів різного призначення

(магазинів, закладів громадського харчування, парків, спортивних майданчиків, арт-об'єктів, інсталяцій, ярмарків тощо) або зі зникненням таких об'єктів. Такі зміни призводять до виникнення УГСит навколо певних центрів тяжіння міського населення. Ці геоситуації є непостійними – вони періодично з'являються, зникають та зміщуються в залежності від пори доби, пори року, або специфіки функціонування відповідних центрів тяжіння. Наприклад, поява нового торговельного центру у місті викликає тимчасове транспортне навантаження на дорогах та стоянках навколо цього торговельного центру, але згодом у населення падає інтерес до цього закладу, і відповідно знижується транспортне навантаження. Однак, навантаження може знову підвищитися в цьому ж місці в окремі періоди року, наприклад, перед святами, коли у населення підвищуються потреби в послугах об'єктів торгового центру. Патерни геоситуацій такого роду найкраще проявляються на *теплових картах міста*. Вони також можуть бути як вищого рангу, наприклад, центри тяжіння навколо центральних вулиць міста та історичних паркових, рекреаційних зон, так і нижчого рангу – навколо окремих закладів.

Як вже зазначалося раніше, урбаністичні геоситуації формують структурні інваріанти урбо-

геосистеми. Таким чином, патерни геоситуацій є окремими частинами УГС на її різних ієрархічних рівнях. Якщо ми виокремлюємо певні урбогеосистемні властивості на рівні певної геоситуації, можна очікувати, що ці ж властивості спостерігатимуться і у інших урбаністичних геоситуаціях, що утворилися за аналогічних умов, тобто тих, що відносяться до аналогічних патернів. Якщо досліджувана геоситуація характеризує певну проблему у забудові, що впливає на функціонування міста та комфортність проживання, то її можна зафіксувати, вивчити причини її виникнення, і запобігти її поширенню у подальшій забудові міста за поточним патерном.

Для пошуку, виокремлення та аналізу УГСит пропонується використання двох складових: карти глобального покриття (відкриті бази геоданих) та ГІС-інструментарій (рис.9). Карти дозволяють виконати попередній перегляд та оцінку місцевості, виокремити УГСит та завантажити для неї необхідні дані. До таких карт відносяться *OpenStreetMap*, *Google Earth*, *MapBox*, а також різні карти, що надають відкритий доступ до геопросторових даних щодо певних країн/міст. Як правило, до таких карт додається відповідний інструментарій, що дозволяє отримувати потрібні дані з досліджуваної геоситуації [23, 24]. Вилучені дані потім завантажуються в ГІС (як настіль-

ні, веб- так і портативні), які надають безліч інструментів для візуалізації, відтворення та аналізу геоситуацій. Загальна схема операційних процедур і похідних результатів наводиться на наступній ілюстрації (рис. 9).

Сама по собі УГСит може бути розкладена на сукупність точкових, лінійних та полігональних об'єктів, як і будь-яка інша ГІС-сутність, наприклад – та сама урбогеосистема [8, 11]. Але також вона може бути сукупністю дискретних тривимірних моделей забудови. До таких сутностей може бути також привласнена різна атрибутивна інформація, отримана з тих же самих відкритих джерел або розрахована у самій ГІС [22].

Сукупність ГІС-об'єктів, що описують УГ, формують базу геоданих, в якій різні об'єкти, які належать до геоситуації, містяться в окремих категоріях – класах об'єктів. Збільшення точності категоризації об'єктів, розбиття класів об'єктів на підкласи, додавання правил та відносин для об'єктів УГСит розширюють можливості її геопросторового аналізу через архітектурну морфологію міста [3]. Наприклад, точна класифікація і розподіл будівель міста за функціональним призначенням дозволить уникнути помилкових оцінок населення за об'ємометричним методом для будівель, які не відносяться до житлових.

ГІС можуть застосовуватись не тільки для



Рис. 9. Схема виокремлення та аналізу урбаністичних геоситуацій за допомогою карт глобального покриття та ГІС /

Fig. 9. The scheme for identifying and analyzing urbanistic geosituations using global coverage maps and GIS

проведення міських досліджень за перевіреними методиками, але й для перевірки та розробки но-

вих інструментів та нових підходів до вивчення міського середовища. На прикладі певних геоси-



туацій, представлених у вигляді обмеженого набору даних можна застосовувати різні експериментальні інструменти і якщо вони підтверджують свою доцільність, то їх можна застосовувати на більш об'ємних наборах даних, що покривають всю територію міста.

Деякі ГІС можуть поєднувати у собі функції представлених на рис. 9 складових. Так, в настільні ГІС за допомогою додаткових модулів може бути інтегрована карта глобального покриття або може бути підключена зовнішня база даних. Це дозволяє досліджувати міську місцевість, знаходити урбаністичні геоситуації та аналізувати їх, перебуваючи в одному ГІС-середовищі. Зокрема, такий функціонал реалізований у програмах *ArcGIS* та *QGIS* [22].

Обидва автори статті приймали безпосередню участь у розробці веб-ГІС *ELiT Geoportal* також надає зручне середовище для одночасного пошуку та аналізу урбаністичних геоситуацій ([www.eos.com](http://www.eos.com)). У цій веб-ГІС, за допомогою *JS*-бібліотеки *Cesium*, реалізована карта глобального перегляду з покриттям *OpenStreetMap* [7]. За даною картою можна можна знайти та виокремити УГСит в якості області інтересу (*Area of Interest, AOI* – англ.) за допомогою вбудованих інструментів запиту та вибірки. За наявності даних, що покривають виділену область, за ними виконується тривимірне моделювання та подальша візуалізація на тій самій карті та на тій самій області інтересу, за якою виконувався запит. При цьому на окремих шарах карти вже існує готова тривимірна візуалізація окремих високорангових патернів геоситуацій. У *ELiT Geoportal* також впроваджено ряд користувацьких сценаріїв (*use cases* – англ) у вигляді окремих інструментів аналізу тривимірних моделей забудови за обраними геоситуаціями. До таких юзкейсів належать: аналіз видимості, оцінка енергоспоживання будівель та оцінка чисельності населення у будинках.

Користувацький сценарій *аналізу видимості* виконувався для низькорангових урбаністичних геоситуацій. Сутність даного юзкейсу полягає у побудові півсфери видимості яка моделює видимий об'єм у міському середовищі з позиції спостерігача на місцевості [14]. Побудова кількох півсфер у межах одного патерну УГСит дозволяє дати комплексну оцінку видимості на всіх ділянках території із забудовою, що відноситься до даного патерну (рис. 10).

Інші два користувацькі сценарії є наступними. *Оцінка енергоспоживання будівель* виконується для високорангових патернів УГСит – окремих міських районів чи цілих міст. Для будівель розраховується приблизні показники їх енергоспоживання на підставі їх геометричних характе-

ристик, виокремлених з лідарних даних (площа, висота та об'єм), та семантичних характеристик, отриманих з відкритих джерел (вік будівлі, тип користування).

Розподіл енергоспоживання по будинках у міському просторі допомагає відстежити історичні промислові райони, а також найбільш проблемні міські геоситуації з точки зору енергоспоживання, які потребують вжиття певних оптимізаційних заходів.

За схожим принципом виконується *оцінка чисельності населення по архітектурній морфології міста* у проміжках між переписами – для кожної житлової будівлі розраховується очікувана кількість населення за об'ємо-метричним методом. Такий підхід передбачає пропорційність обсягу будівлі та очікуваної кількості населення, яка в ній може проживати. У цілому застосування даного підходу є доцільним, за умов суспільної недостатності реальних показників чисельності населення [7]. Розрахована на геоситуативному рівні чисельність населення дозволяє відстежити загальну закономірність розподілу населення в урбаністичному середовищі, а також виявити деякі низькорангові геоситуації у такому розподілі.

**Висновки.** Таким чином, описаний геоситуаційний підхід може суттєво полегшити дослідження міського середовища, і цьому сприяє певна структурність планування міста та його складових елементів: вулично-дорожньої мережі, забудованих районів та окремих масивів будівель. Виокремлення урбогеосистемних властивостей міста на рівні геоситуацій може дати низку передумов для оцінки обстановки у всьому місті, оскільки геоситуації є повторюваними і підтримують структурну успадкованість.

У нашому тексті вперше подається і доводиться та сутність геоситуаційного підходу в урбаністичних дослідженнях, яка ґрунтується, поперше, на відповідному понятті, яке використовувалося у інших географічних предметних галузях, а, по-друге – на авторській концепції урбогеосистем. Ми намагалися докладно розкрити сутність урбаністичних геоситуацій, а також особливості їх виникнення, існування та розвитку у міському середовищі, що може відстежуватися на сучасних картах глобального покриття та тривимірних моделях архітектурної морфології міста.

Ефективному дослідженню різноманітних геоситуацій сприяють сучасні повноформатні ГІС, які здатні швидко обробляти та візуалізувати набори даних порівняно малого обсягу, що, як правило, стосуються окремих геоситуацій. У вказаному відношенні принциповим є застосування веб-ГІС, які мають доступ до баз картографічних та інших даних глобального покриття.

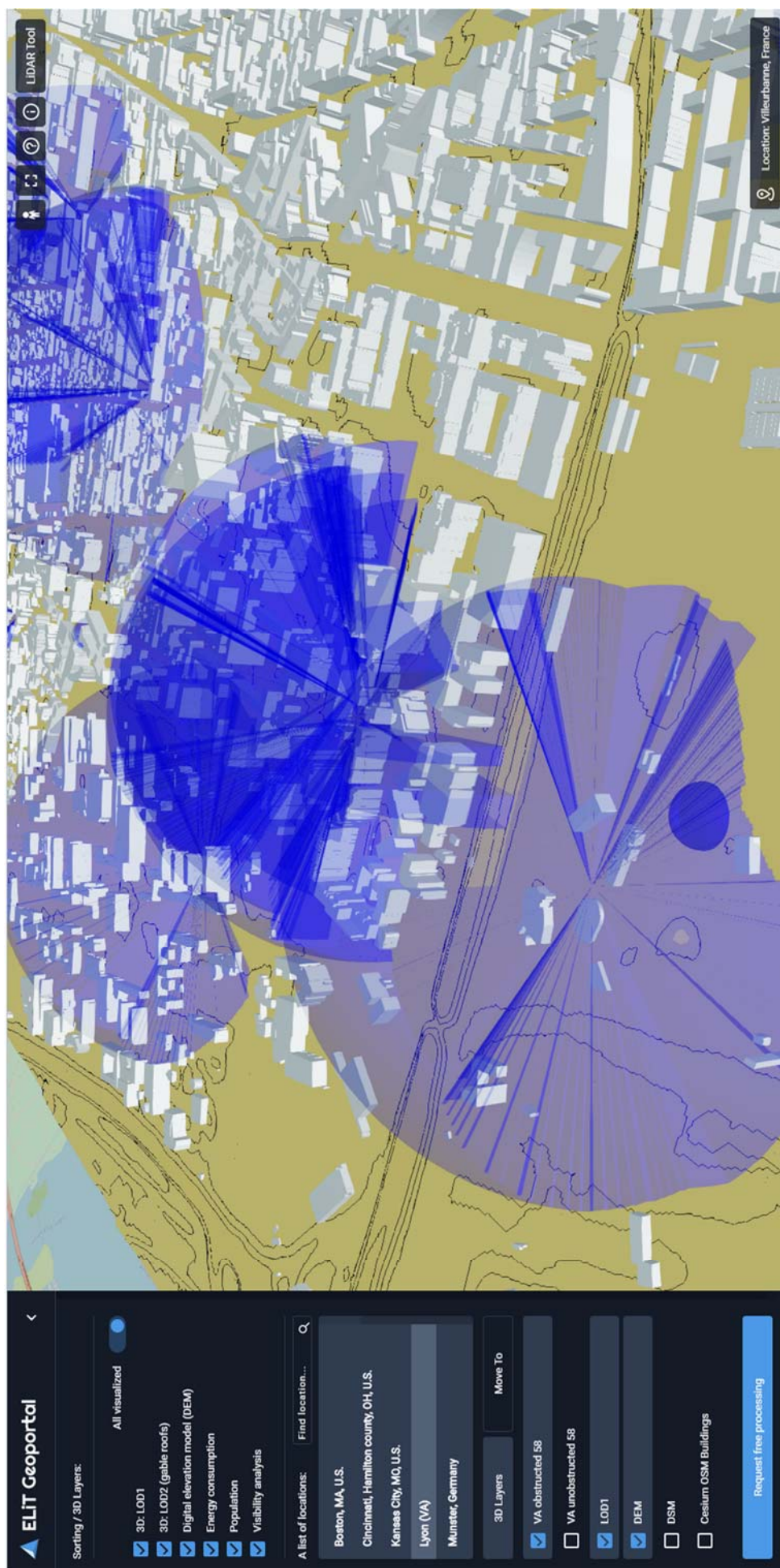


Рис. 10. Користувальцький сценарій аналізу видимості для виокремлення патернів УГСит /  
Fig. 10. Use-case of visibility analysis for extracting urbanistic geosituations patterns

## Список використаної літератури

1. Bartie P. Advancing visibility modelling algorithms for urban environments [Text] / P. Bartie, F. Reitsma, S. Kingham, S. Mills // *Computers, Environment and Urban Systems*. – 2010. – Vol. 34. – P. 518-531. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2010.06.002>
2. Benedikt M.L. To take hold of space: isovists and isovist fields [Text] / M.L. Benedikt // *Environment and Planning B*. – 1979. – Vol.6. – P. 47-65. DOI: <https://doi.org/10.1068/b060047>
3. Cheer, B.C. Urban morphology as a research method. *Planning Knowledge and Research* [Text] / Edited by T.W. Sanchez. – Routledge: NewYork, NY, USA. – 2017. – P. 167-181. DOI: <http://dx.doi.org/10.4324/9781315308715-11>
4. Czyńska, K.: Application of Lidar Data and 3D-City Models in Visual Impact Simulations of Tall Buildings [Text] / K. Czyńska // *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.* – 2015 – Vol.XL-7/W3. – P. 1359-1366, DOI: <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XL-7-W3-1359-2015>
5. De Floriani, L., Magillo P. Intervisibility on terrains [Text] / In: P. A. Longley, M. F. Goodchild, D. J. Maguire & D. W. Rhind, eds. // *Geographic Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications*. John Wiley & Sons. – 1999. – P. 543–556.
6. Jiang, B., Claramunt, C. Integration of space syntax into GIS: new perspectives for urban morphology [Text] / B. Jiang, C. Claramunt // *Transactions in GIS*. – 2005. – Vol.6. – No.3. – P. 295-309. DOI: <https://doi.org/10.1111/1467-9671.00112>
7. Kostrikov S. ELiT, multifunctional web-software for feature extraction from 3D LiDAR point clouds [Text] / S. Kostrikov, R. Pudlo, D. Bubnov, V. Vasiliev // *ISPRS International Journal of Geo-Information*. – 2020. – Vol.9. – No.11. – P. 650- 885. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/ijgi9110650>
8. Kostrikov S. Geoinformation approach to the urban geographic system research (case studies of Kharkiv region) [Text] / S. Kostrikov, L. Niemets, K. Sehida [and other] // *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія "Геологія. Географія. Екологія"*. – Вип. 49. – X: ХНУ, 2018. – С. 107-121. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2018-49-09>
9. Kostrikov S. Studying of urban features by the multifunctional approach to LiDAR data processing /S. Kostrikov, R. Pudlo, A. Kostrikova, D. Bubnov // *IEEE Xplore Digital Library*, 2019. – Electronic ISSN: 2642-9535. – DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/JURSE.2019.8809063>
10. Kostrikov S. Urban environment 3D studies by automated feature extraction from LiDAR point clouds [Text] / S. Kostrikov, D. Bubnov, R. Pudlo // *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія "Геологія. Географія. Екологія"*. – Вип.52. – X: ХНУ, 2020. – С. 156-182. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2020-52-12>
11. Kostrikov S., Seryogin D. Urbogeosystemic Approach to Agglomeration Study within the Urban Remote Sensing Frameworks. *Urban Agglomeration* [Text] / Edited by A. Battisti and S. Baiani.- London – Milan – Zagreb: INTECH Open. – 2022. – P. 1-23. DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.102482>
12. Natapov A. Can visibility predict location? Visibility graph of food and drink facilities in the city [Text] A. Natapov, D. Czamanski, D. Fisher-Gewirtzman // *Survey Review*. – 2013. – Vol.45. – P. 462-471. DOI: <https://doi.org/10.1179/1752270613Y.0000000057>
13. Rana S, Batty M. Visualising the structure of architectural open spaces based on shape analysis [Text] / S. Rana, M. Batty // *International Journal of Architectural Computing*. – 2004. – Vol. 18. – P. 1123-1132. DOI: <https://doi.org/10.1260/1478077041220241>
14. Rubtsov V.A. Field theory in Geography and stable structure of geoformations [Text] / V.A. Rubtsov, N.K. Gabdrakhmanov, M.R. Mustafin [and other] // *Mediterranean Journal of Social Sciences*. – 2015. – Vol. 6. – No.3. – P.673-677. DOI: <https://doi.org/10.5901/mjss.2015.v6n3p673>
15. Samoilenko V., Dibrova I. Geoecological situation in land use [Text] / V. Samoilenko, I. Dibrova // *Journal of Environmental Research, Engineering and Management*. – 2019. – Vol. 75. – No.2. – P. 36-46. DOI: <https://doi.org/10.5755/j01.ere.m.75.2.22253>
16. Stephen S., Li W., Hahmann T. Geo-Situation for Modeling Causality of Geo-Events in Knowledge Graphs [Text] / S. Stephen, W. Li, T. Hahmann // *arXiv preprint arXiv:2206.13658*. – 2022. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2206.13658>
17. Tobler W.R. Computation of the correspondence of geographical patterns [Text] / W.R. Tobler // *Papers of the Regional Science Association*. – 1965. – Vol. 15. – P. 131-139. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF01947869>
18. Trofimov A., Pianova O. Social-Economical Situation Analysis [Text] /A. Trofimov, O. Pianova // *10th Europ. Colloq. of Theoretical and Quantitative Geography*, Sept. 6-10, 1997. Rostock, Germany. *Inst. of Regional Geography, Leipzig*, 1997. – P. 86-88.
19. Zvolinski A. A day in a shadow of high-rise: 3D parameterization and use of public space around pzm / hotel radisson building complex in center of Szczecin [Text] / A. Zvolinski // *Architecture et Artibus*. – 2014. – Vol.1. – P. 67-71.
20. Безрук В.А., Костріков С.В., Чуєв А.С. ГІС-аналіз функції урбогеосистеми з метою оптимізації розміщення закладів громадського харчування (на прикладі м. Харків) [Текст] / В.А. Безрук, С.В. Костріков, А.С. Чуєв // *Часопис соціально-економічної географії*. – 2016. – Вип.21(2). – С. 91-101.
21. Костріков С. Візуальний аналіз урбаністичного середовища як складова урбогеосистемного підходу [Текст] / С. Костріков, Д. Серьогін, В. Бережний // *Часопис соціально-економічної географії*. – 2021. – Вип.30(1). – С. 7-23. DOI: <https://doi.org/10.26565/2076-1333-2021-30-01>



22. Костріков С.В. Практикум із створення ГІС-карт, просторового аналізу і геообробки на повноформатних ГІС-платформах (на прикладі ArcGIS 10.2 і QGIS 3.16): Навчально-методичний посібник для студентів вишів / С. В. Костріков, Д. С. Серьогін, К. О. Кравченко. – Харків, 2022. – 499 с.
23. Серьогін Д.С. Аналіз урбогеосистемних властивостей просторово-географічного екстену міста Вашингтон через ГІС-моделювання на підставі обробки лідарних даних (дистанційного лазерного сканування): кваліфікаційна робота магістра. – Харків, 2019. 105 с.
24. Серьогін Д.С. ГІС-моделювання та тривимірна візуалізація міської забудови в середовищі веб-ГІС порталу Марбох [Текст] / Д.С. Серьогін // Регіон – 2021: стратегія оптимального розвитку: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 21 жовтня 2021 р.) / Харків, 2021. – С. 157-159.
25. Чуєв О. С. Оцінка через ГІС-засоби просторової диференціації благоустрою міста як функції урбогеосистеми (на прикладі м. Харків) [Текст] / О. С. Чуєв, С. В. Костріков // Часопис соціально-економічної географії: міжрег. зб. наук. праць. – 2015. – Вип.18 (1). – С. 52-62. DOI: <https://doi.org/10.26565/2076-1333-2015-18-09>

**Внесок авторів:** всі автори зробили рівний внесок у цю роботу

## Towards urbanistic geosituation delineation

*Denys Serohin*<sup>1</sup>,

PhD Student of the Department of Human Geography and Regional Studies,

<sup>1</sup> V.N. Karazin Kharkiv National University, 4 Svobody Sq., Kharkiv, 61022, Ukraine;

*Sergiy Kostrikov*<sup>1</sup>,

DSc (Geography), Professor of the Department of Human Geography and Regional Studies

### ABSTRACT

**Introduction.** Modern cities are complex and rapidly expanding systems. For their more effective study, it is necessary to use methods of urban remote sensing, in particular, LiDAR survey. Processed LiDAR survey data, visualized in a 3D scene, model a certain urban configuration that represents a static picture of the relationships between objects, processes and phenomena in the urban environment. The representation of such configurations in the dynamic plane are urbanistic geosituations.

The **main research objective** of the paper is to define the concept and present the essence of the urbanistic geosituation.

**Results.** The urbanistic geosituation is a dynamic aspect of a certain state of the urban environment, in which there are objects, processes and phenomena that are in dialectical unity with this urban environment. The urbanistic geosituation can be represented as a separate area of the urban environment in a certain research context with a specific state that is currently not inherent in other areas.

The article describes in detail the property of the structural heredity of geosituations, which can be traced during the growth of cities. New buildings and roads are laid out taking into account the existing layout, thus inheriting the structure of the original geosituations.

On the example of the city of Washington using 2D and 3D maps, the article discusses the features of identifying inherited urbanistic geosituations using the general functionality of visual analysis. On the example of the city of Kharkiv are described urban problems that arise as a result of unplanned development and ignoring the structural heredity of urbanistic geosituations.

Repeating geosituations with common properties and internal configurations are combined into different rank geosituational patterns, which are tracked on city maps with the naked eye. The higher the rank of the pattern, the more stable it is, and the larger territories it covers in terms of more generalized properties. The formation of geosituational patterns is successfully combined with the feature of collecting and storing LiDAR data, which are divided into many areas of the same size – tiles.

An important property of urbanistic geosituations is their variability, which manifests itself in the city study in the context of the daily population concentration. Diverse internal urban processes and phenomena often lead to the emergence of urbanistic geosituations that characterize the temporary gravity centers of the population.

To search, identify and analyze urbanistic geosituations, it is necessary to use two key components – global coverage maps and geographic information systems (GIS). The article describes a special web-GIS that combines these components and provides an environment for exploring urbanistic geosituations in a 3D scene. Three use-cases are also proposed for analyzing urban systems at the geosituational level: visibility analysis, buildings energy consumption estimation, and population estimation [11, 21].

**Conclusions.** The geosituational approach in urban research can significantly improve the urban environment study. The repeatability of urban geosituations and the small data sets that can be obtained using LiDAR surveys provide grounds for their effective analysis and visualization in GIS, as a result of which it is possible to extract urban geosystem properties that can be relevant for the entire city.

**Keywords:** geosituation, urbogeosystem, geosituational pattern, urbanistic configuration, urban environment, urban studies, GIS, LiDAR data.

## References

1. Bartie P. Reitsma F. [and other]. (2010). Advancing visibility modelling algorithms for urban environments. *Computers, Environment and Urban Systems*. 34, 518-531. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2010.06.002>
2. Benedikt M.L. (1979). To take hold of space: isovists and isovist fields. *Environment and Planning B*. 6, 47-65. DOI: <https://doi.org/10.1068/b060047>
3. Cheer, B.C. (2017). *Urban morphology as a research method*. Planning Knowledge and Research: New York, NY, USA. 167-181, DOI: <http://dx.doi.org/10.4324/9781315308715-11>
4. Czyńska, K. (2015). Application of Lidar Data and 3D-City Models in Visual Impact Simulations of Tall Buildings. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci. XL-7/W3*, 1359-1366, DOI: <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XL-7-W3-1359-2015>
5. De Floriani, L., Magillo P. (1999). *Intervisibility on terrains*. Geographic Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications. John Wiley & Sons, 543-556
6. Jiang, B., Claramunt, C. (2005). Integration of space syntax into GIS: new perspectives for urban morphology. *Transactions in GIS*. 6(3), 295-309, DOI: <https://doi.org/10.1111/1467-9671.00112>
7. Kostrikov S., Pudlo R., Bubnov D., Vasiliev V. (2020). ELiT, multifunctional web-software for feature extraction from 3D LiDAR point clouds. *ISPRS International Journal of Geo-Information*. 9(11), 650-885, DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/ijgi9110650>
8. Kostrikov, S., Niemets, L., Sehida, K. [and other]. (2018) Geoinformation approach to the urban geographic system research (case studies of Kharkiv region). *Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series "Geology. Geography. Ecology"*, 49, 107-121. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2018-49-09>
9. Kostrikov, S., Pudlo, R., Kostrikova, A. [and other]. (2019). Studying of urban features by the multifunctional approach to LiDAR data processing. *IEEE Xplore Digital Library. Electronic ISSN: 2642-9535*, DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/JURSE.2019.8809063>
10. Kostrikov S, Bubnov D, Pudlo R. (2020). Urban environment 3D studies by automated feature extraction from LiDAR point clouds. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, series "Geology. Geography. Ecology"*, 52, 156-182. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2020-52-12>
11. Kostrikov S., Seryogin D. (2022). Urbogeosystemic Approach to Agglomeration Study within the Urban Remote Sensing Frameworks. *Urban Agglomeration: INTECH Open*. 1-23, DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.102482>
12. Natapov A. Czamanski D., Fisher-Gewirtzman D. (2013). Can visibility predict location? *Visibility graph of food and drink facilities in the city*. *Survey Review*, 45, 462-471, DOI: <https://doi.org/10.1179/1752270613Y.0000000057>
13. Rana S, Batty M. (2004). Visualising the structure of architectural open spaces based on shape analysis. *International Journal of Architectural Computing*, 18, 1123-1132, DOI: <https://doi.org/10.1260/1478077041220241>
14. Rubtsov V.A. Gabdrakhmanov N.K., Mustafin M.R. [and other]. (2015). Field theory in Geography and stable structure of geoformations. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 6(3), 673-677, DOI: <https://doi.org/10.5901/mjss.2015.v6n3p673>
15. Samoilenko V., Dibrova I. (2019). Geoecological situation in land use. *Journal of Environmental Research, Engineering and Management*, 75(2), 36-46, DOI: <https://doi.org/10.5755/j01.arem.75.2.22253>
16. Stephen S., Li W., Hahmann T. (2022). Geo-Situation for Modeling Causality of Geo-Events in Knowledge Graphs. *arXiv preprint arXiv:2206.13658*, DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2206.13658>
17. Tobler W.R. (1965). Computation of the correspondence of geographical patterns. *Papers of the Regional Science Association*, 15, 131-139, DOI: <https://doi.org/10.1007/BF01947869>
18. Trofimov A., Pianova O. (1997). *Social-Economical Situation Analysis*. 10th Europ. Colloq. of Theoretical and Quantitative Geography. Rostock, Germany. Inst. of Regional Geography, Leipzig, 86-88
19. Zvolinski A. (2014). A day in a shadow of high-rise: 3D parameterization and use of public space around pzm / hotel radisson building complex in center of Szczecin. *Architecture et Artibus*, 1, 67-71
20. Bezruk V.A., Kostrikov S.V., Chuiev O.S. (2016). Optimizing allocation of catering institution establishments through the urbogeosystem GIS-analysis (case study of Kharkiv). *Human Geography Journal*, 21(2), 91-101 [in Ukrainian]
21. Kostrikov S., Serohin D., Berezhnoy V. (2021). Visibility analysis of the urbanistic environmet as a constituent of the urbogeosystems approach. *Human Geography Journal*, 30(1), 7-23, DOI: <https://doi.org/10.26565/2076-1333-2021-30-01> [in Ukrainian]
22. Kostrikov S.V., Serohin D.S., Kravchenko K.O. (2022). Workshop on creating GIS maps, spatial analysis and geoprocessing on full-format GIS platforms (using the example of ArcGIS 10.2 and QGIS 3.16): Educational and methodological manual for university students. Kharkiv, 499 [in Ukrainian]
23. Serohin D.S. (2019). Analysis of urbogeosystemic properties of the spatial and geographic extent of Washington through GIS-modeling based on LiDAR data processing: master's thesis. Kharkiv, 105 [in Ukrainian]
24. Serohin D.S. (2021). GIS-modeling and 3D-visualization of the city buildings in the Mapbox web-GIS environment. *Region 2021: Human-Geographical aspects. Proceedings of the International Conference for young scientists and post-graduate students*. Kharkiv, 157-159 [in Ukrainian]
25. Chuiev O.S., Kostrikov S.V. (2015). City well-being spatial differentiation as the urbogeosystem function assessment with GIS-tools (case study of Kharkiv). *Human Geography Journal*, 18(1), 52-62, DOI: <https://doi.org/10.26565/2076-1333-2015-18-09> [in Ukrainian]