

КІЛЬКІСНІ ІНСТРУМЕНТИ ВИМІРЮВАННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ МІСЬКОГО ПРОСТОРУ

QUANTITATIVE TOOLS FOR MEASURING AND CLASSIFYING URBAN SPACE

Уль А.В., д.т.н., проф. (Волинський національний університет ім. Лесі Українки), Мельник Ю.А., к.т.н., доц. (Луцький національний технічний університет), Мельник О.В., к.т.н., доц. (Волинський національний університет ім. Лесі Українки)

Uhl A.V., Dr.Tech in Engineering, Professor (Lesya Ukrainka Volyn National University), Melnyk Y.A., Ph.D. in Engineering, Associate Professor (Lutsk National Technical University), Melnyk O.V., Ph.D. in Engineering, Associate Professor (Lesya Ukrainka Volyn National University),

У статті розглянуто актуальні проблеми міського середовища, проведено огляд сучасних містобудівних моделей та параметричні методи просторового аналізу, такі як Spacematrix, Spacesyntax та MIT, призначені для вивчення та аналізу різних аспектів міського середовища, зокрема, структури та взаємодії між просторовими елементами міста. Параметричні методи дозволяють із більшою точністю виявити межі морфологічних районів та описати морфотипи забудови. Тестове моделювання згідно Spacemate дає просторову візуальну інформацію про різні впливи типології будівлі на потенціал ущільнення, а також про конструктивну можливість моделювання вільного простору.

A sustainable, comfortable city can exist only if development strategies take into account not only the latest technologies and energy saving, but also the architectural and social harmony of the urban community as priority factors of influence. In order to achieve a high quality urban environment, it is necessary to comprehensively consider the spatial and architectural design of urban spaces and the structure of the city, as well as to take into account the contextual conditions of their environment. The process of urban development is interactive and complex, requiring analysis of available resources, collection of empirical data, and identification of quantitative opportunities for spatial development. The article discusses the current problems of the urban environment, reviews modern urban planning models and parametric methods of spatial analysis, such as Spacematrix, Spacesyntax and MIT, designed to study and analyze various aspects of the urban environment, including the structure and interaction between the spatial elements of the city. Parametric methods allow to identify the boundaries of

morphological areas and describe building morphotypes with greater accuracy. Spacemate test modeling provides spatial visual information about the different effects of building typology on the compaction potential, as well as the design possibility of modeling free space. Spacematrix and MXI are powerful tools that allow solving many different urban planning tasks, such as analyzing urban development, assessing the development of urban areas, determining the potential for urban development, and developing strategies for future urban development. The use of Spacematrix, Spacesyntax, and MXI as tools for the objective description of urban development can be an important step in the development of evidence-based urban planning in Ukraine, facilitate the development of local urban planning strategies and the adoption of solutions between cities and countries, and help improve urban policies and strategies to achieve sustainable urban development.

Ключові слова: міське середовище, просторовий аналіз, Spacematrix, Spacesyntax, Mixed Use Index

Keywords: urban environment, spatial analysis. Spacematrix, Spacesyntax, Mixed Use Index

Вступ. Стале, комфортне місто може існувати тільки за умови, що стратегії розвитку враховують не тільки новітні технології та енергозбереження, але й архітектурну та соціальну гармонію міської спільноти як пріоритетні фактори впливу. Для досягнення високої якості міського середовища, необхідно всебічно розглядати просторово-архітектурний дизайн міських просторів та структуру міста, а також враховувати контекстові умови їх оточення. Процес розвитку міських просторів є інтерактивним та складним, що вимагає аналізу наявних ресурсів, збору емпіричних даних та виявлення кількісних можливостей просторового розвитку.

Наразі наявні планувальні інструменти та програмні засоби спрямовані переважно на зовнішній розвиток, тобто будівництво на нових територіях, і для внутрішнього розвитку їх можливості є обмеженими, що часто призводить до довготривалих, неструктурованих та імпровізованих процесів. Крім того, у практиці містобудування часто виникають протиріччя між вищезазначеними цілями, такими як більш ефективне використання земельних ресурсів, охорона навколишнього середовища та відповідність планувальному законодавству.

Успішне досягнення високої якості міського середовища потребує гolistичного підходу до проектування та планування міських просторів, з урахуванням контексту та взаємодії між міськими елементами та їх оточенням.

У багатьох країнах, включаючи нашу, процес розробки міських стратегій та політик ґрунтується на аналітичній оцінці території, але такий підхід може містити високий ступінь суб'єктивності. Тому, для

забезпечення більш об'єктивної оцінки, актуальним завданням є використання параметричних методів тестування. Серед таких методів, які відповідають критеріям цього завдання, можна виділити Spacematrix, Spacesyntax та MIT, які дозволяють вирішувати безліч різних містобудівних завдань. Уся історія містобудівного розвитку пов'язана з регулюванням у тій чи іншій формі щільності забудови. Правильне співвідношення між забудованими та вільними просторами має вирішальне значення для розвитку міста.

Основними цінними показником міської забудови надалі залишаються показники щільності. Дослідники називають інтегроване поняття «щільність» житлового фонду чи населення основним укрупненим критерієм інтенсивності використання території та якості міського середовища.

Повторне використання, трансформація та ущільнення існуючих будівель, а збереження архітектурної спадщини є давно визнаними стратегіями сталого розвитку, але досі, в основному, застосовувалися для окремих ділянок та будівель, але не на більш масштабному рівні мікрорайону чи району. Містобудівна трансформація населених пунктів, груп будівель або міських кварталів із збереженням існуючої забудови є не лише перевіреним і випробуваним засобом усунення дефіциту міської інфраструктури і покращення життєвого середовища.

Аналіз останніх досліджень

Зв'язок між щільністю міст, витратами на інфраструктуру та споживанням енергії є добре відомим фактом і навряд чи викликає сумнів у фахівців, залучених до міського та регіонального планування, то про конкретний потенціал міст і типологій поселень різних стилів та епох забудови у контексті ущільнення на даний час досліджень мало. Це означає, що на даний час бракує детальних методів та інструментів визначення кількісного потенціалу просторового контексту збудованої міської структури, та її ущільнення.

Ефект синергії та стійкості міських поселень досліджено в роботі [1], дослідженню морфотипів міської забудови присвячені роботи [2–4]. Тенденції розвитку морфології міської забудови в умовах підвищення щільності відображено у роботі [5]. Питаннями сприятливих умов довкілля та житлової забудови займалися [6–8].

Дослідження щільності міської забудови та її практична апробація забудови виконано в дисертаційному дослідженні [9].

Постановка завдання

Методологія дослідження включає в себе огляд новітніх інструментів досліджень взаємозв'язку щільності з типологічними характеристиками міського середовища, вибір та опис перспективної для цілей дослідження наукової методики.

Завдання дослідження - показати, як просторові ефекти впливають на якість стандартних економетричних моделей у міському контексті.

Виклад основного матеріалу

Перефразовуючи відомий вислів давньогрецького історика Фукідида: "Місто - це люди, а не стіни", можна сказати, що "місто-це люди , а не будинки". Цей вислів виражає фундаментальне розуміння міста як спільноти людей, підкреслює важливість людей як головного елементу міста, наголошуючи на їхньому значенні, потребах та ролі в створенні комфортного міського середовища. Місто не обмежується лише фізичними будівлями, вулицями та інфраструктурою, але є складним соціальним організмом, де люди взаємодіють, працюють, проживають, спілкуються та формують культурну спадщину. Місто надає жителям унікальні можливості для самореалізації, але вимагає також участі в складній системі взаємодії, спільного прийняття рішень, розробки складних норм та правил співжиття, пошуку взаємовигідних компромісів.

Протягом минулого століття і в перші десятиліття ХХІ століття відбувалось постійне зростання населення в містах, проте низька щільність забудови міст призвела до їх надмірного розростання, поганій транспортної доступності, економічної та екологічної неефективності, а висока щільність забудови також порушувала фізіологічний комфорт мешканців. Відсутність достатньої кількості громадських просторів і класичних елементів міського планування в їх традиційному розумінні серйозно обмежує «зручність використання» та освоєння міських територій, а отже, зрештою, також ідентифікацію жителів з їхнім середовищем. Інструменти планування та програмні засоби, доступні на сьогоднішній день, спрямовані в основному на нове будівництво на вільних від забудови територіях. Хоча повторне використання, трансформація та ущільнення існуючих будівель, збереження архітектурної спадщини є давно визнаними стратегіями сталого розвитку, але досі застосовувалися, в основному, для певних ділянок та споруд на рівні окремого мікрорайону чи району.

Крім того, у практиці просторового планування часто виникають протиріччя між головними цілями, такими як більш ефективно землекористування, охорона навколишнього середовища та чинним законодавством щодо планування та забудови.

На даний час містобудівна трансформація населених пунктів набуває значення як стратегія ущільнення, і, в майбутньому, стане важливою частиною енерго-орієнтованого просторового планування для підвищення енергоефективності та ресурсозбереження, для якого необхідно розробляти концепції, стратегії впровадження, а також системи контролю та правового регулювання.

В даний час в практиці закордонного містобудування існує декілька актуальних інструментів просторового аналізу міської забудови: Spacematrix - фокусується на різних типах міської тканини та її щільності, Spacesyntax має справу зі зв'язністю вулично-дорожньої мережі та MXI (Mixed Use Index) - модель змішаного використання урбанізованого простору,- працює з балансом та змішаністю функцій, таких як житло, робота та послуги.

Spacematrix- це аналітичний інструмент просторового аналізу, який поєднав синтаксичний аналіз морфології міського простору із новими методами вимірювання щільності з метою дослідження взаємозв'язку об'ємно-просторової структури забудови та її щільності . У морфології, насамперед ,розглядаються конфігураційні речі: як елементи міського середовища :вулиці, будівлі, земельні ділянки та як вони співвідносяться .

Інструмент Spacematrix, викладений у роботі [10], пропонує кількісний опис щільності та форми міського середовища, відповідаючи на такі питання:

- Які параметри міського простору вважаються комфортними щодо щільності?
- Які фактори визначають межі максимальної щільності та параметри, які її описують?
- Як впливає щільність на форму міського середовища?
- Чи існує взаємозв'язок між параметрами щільності, морфологією забудови та типами житлового середовища?

Просторова матриця кількісно описує комбіновану інтенсивність забудови, її компактність та висоту та незабудовані простори, які можуть бути застосовані ефективніше, ніж раніше, для диференціації міських форм [11].

Методика Spacematrix є альтернативою експертній аналітиці, оскільки при класифікації морфотипів використовують певні параметри, такі, як площа земельних ділянок, поверховість будівель та площа житлових приміщень, які можна точно виміряти.

Ця методика дозволяє виявляти морфологічні типи забудови шляхом поєднання різних видів щільності, що відображаються на загальній діаграмі. Території, які знаходяться поряд одна з одною на діаграмі та утворюють щільний кластер точок, можна розглядати як єдиний морфологічний тип забудови. Отже, морфотипи характеризуються не просто набором параметрів, але складним набором граничних параметрів, і невелика кількість параметрів дозволяє виключити надто дрібні виділення типів. Модель характеризує ступінь поєднання трьох основних функцій: ділової, житлової та рекреаційної – у межах певної території і використовує графові моделі для вивчення способу, яким люди взаємодіють із міським простором, зокрема, з урахуванням зв'язків між вулицями, кварталами та будівлями. Spacematrix дозволяє оцінити рівень

доступності різних ділянок міста, їх функціональну роль і забезпечує можливість визначення потенціалу розвитку окремих територій.

Окрім того, система Spacematrix дозволяє із заданих значень щільності отримати об'ємно-просторові рішення забудови та визначити місткість та характеристики навколишнього вільного простору, такі, як інсоляція, провітрюваність, шумозахист, приватність і проникність простору та можливі функції вільного простору та забудови, проте для цього потрібно приведення описаних методик до українських нормативних документів.

Інструмент Spacematrix дозволяє отримати кількісну інформацію про міське середовище за допомогою набору індексів, які базуються на чотирьох основних параметрах: FSI, GSI, L, OSR (в м²/га) у чотирьох масштабах: ділянка, квартал, міська забудова, та район [11]. Розглянемо ці показники.

FSI (Floor Space Index/Building Intensity) - коефіцієнт щільності забудови ділянки (коефіцієнт використання території). Показник характеризує інтенсивність забудови ділянки і відображає відношення загальної площі основи в межах зовнішнього периметра конструкцій будівель (F) до площі ділянки (A). Розраховується за формулою:

$$FSI = \frac{F}{A} \quad (1)$$

GSI (Ground Space Index/ Building Coverage) - коефіцієнт забудови, також відомий як Building Coverage (покриття будівлями) або просто Coverage (покриття) і використовується для визначення ступеня використання земельної ділянки будівлями, показує співвідношення між забудованим та незабудованим простором на ділянці, дозволяє оцінити щільність забудови на певній території. Коефіцієнт щільності забудови, також відомий як міра інтенсивності використання території, розраховується як відношення площі всіх будівель на ділянці (B) до площі ділянки (A) в м² :

$$GSI = \frac{B}{A} \quad (2)$$

Високе значення GSI вказує на високу щільність забудови, коли багато будівель розташовані на невеликій площі землі, а низьке значення GSI вказує на низьку щільність забудови, коли мало будівель розташовані на великій площі землі. Коефіцієнт забудови практично можна визначити для будь-якої великої території: міста, сукупності кварталів одного морфотипу, так і для окремих кварталів.

L (Layers/Building height)- середня поверховість (або рівнів), розраховується шляхом поділу коефіцієнта інтенсивності (FSI) на коефіцієнт забудови (GSI) ділянки:

$$L = \frac{FSI}{GSI} \quad (3)$$

OSR (Open Space Ratio/Spaciousness) індекс відкритого простору, визначає забезпеченість зовнішнім простором і навантаження на незабудований простір. Є мірою кількості незабудованого простору на рівні землі до загальної площі забудови:

$$OSR = \frac{1 - GSI}{FSI} \quad (4)$$

Репрезентативна діаграма параметрів щільності, які використовуються в «Spacemate», представлена на рис. 1

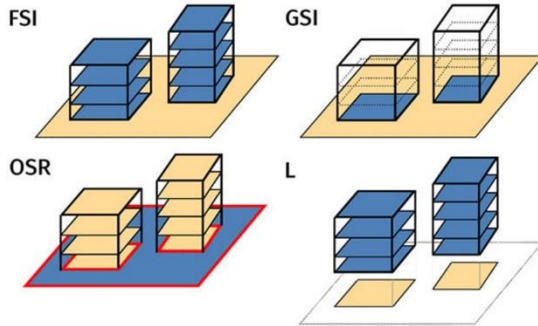


Рис. 1. Репрезентативна діаграма різних параметрів щільності, що використовуються в «Spacemate»

З цих параметрів можна вивести такі показники, як радіус відкритого простору (OSR) або простір, середня кількість поверхів або шарів (L) і розмір міських кварталів (w).

Основний результат дослідження щільності міської забудови було виражено у вигляді діаграми, що демонструє взаємозв'язок цих чотирьох характеристик у площині FSI-GSI. Значення основних параметрів забудови було отримано під час моделювання 46 ділянок міської забудови (рис. 2).

Морфотипи забудови: А – точкова малоповерхова, В - стрічкова малоповерхова, С- малоповерхова квартално-рядова, D - малоповерхова кварталного типу, Е - середньоповерхова рядова, F - середньоповерхова квартално-рядова, G - середньоповерхова квартална, Н - багатоповерховий точково-рядовий тип. Три основні морфотипи забудови кварталів: малоповерхова, середньої поверховості та багатоповерхова забудова.

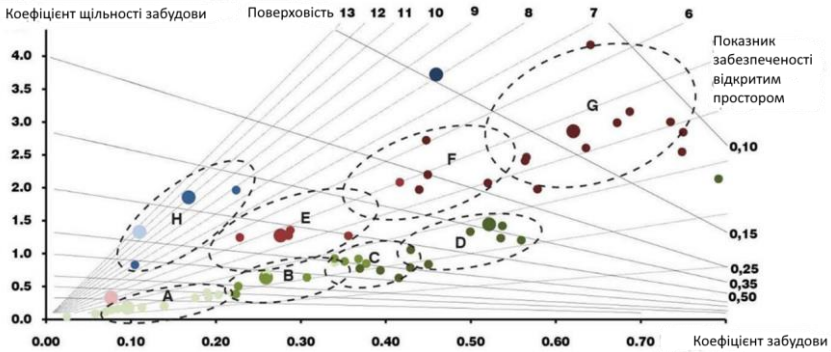


Рис. 2. Розподіл кластерів Spacematrix у площині FSI-GSI, [11]

На графіку по осі X відображено значення коефіцієнта GSI (індекс площі відкритих просторів), а по осі Y – значення коефіцієнта FSI (щільність забудови). Значення середньої поверховості та коефіцієнта забезпеченості зовнішнім простором показані діагональними лініями, що ділять графік на сектори. Це дозволяє швидше та наочніше (без виконання розрахунку за допомогою наведених вище формул) визначати середню поверховість та забезпеченість зовнішнім простором. Графік дозволяє за формою забудови визначити коефіцієнт щільності забудови та, відповідно, щільність населення.

Кількісні показники щільності, зібрані на основі відкритих даних для кварталів з характерними просторовими характеристиками забудови, дозволили виділити на діаграмі Spacemate вісім основних морфотипів забудови, а також три основні морфотипи забудови кварталів.

Зони з високим показником FSI та GSI (позначені кластерами з літерою «G») вказують на міські райони з середньоповерховими будівлями, де переважає периметральна забудова. На іншому боці кластеру розташовані міські райони з низьким FSI та GSI (позначені кластером «A»), сформовані одноповерховою забудовою із прибудинковими територіями. Кластери «H» з високим FSI, але низьким GSI, вказують на висотну забудову, оточену відкритими просторами [11].

Навпаки, міські райони з високим GSI, але низьким FSI (позначені кластером «D»), зазвичай складаються із малоповерхових будинків з невеликими садами, але тут також можуть розташовуватися промислові зони. Тестове моделювання засобами Spacemate дає просторову візуальну інформацію про різні впливи типології будівлі на потенціал ущільнення, а також про конструктивну можливість моделювання вільного простору. Поєднання діаграми Spacemate із містобудівною схемою дає найбільш конкретний та зрозумілий результат процедури аналізу забудови. Застосовуючи інструмент Spacematrix для опису щільності забудови (FSI)

при різних типах міської забудови на 1 гектар при однаковій щільності - 75 квартир загальною площею 100 м^2 на квартиру, отримуємо однаковий індекс FSI для всіх варіантів, але з різними значеннями GSI: для першого варіанту малоповерхової забудови індекс GSI відносно високий; для середньоповерхової забудови індекс GSI має оптимальне значення; для третього варіанту - високоповерхова забудова із низьким коефіцієнтом забудови. Хоча всі приклади забудови мають один і той же індекс FSI, їх позиція на діаграмі Spacematrix різниться через різні значення коефіцієнтів GSI, OSR і L. На рис. 3 наведено три приклади, наскільки по-різному може виглядати територія при одній і тій же щільності забудови - 75 квартир на гектар.

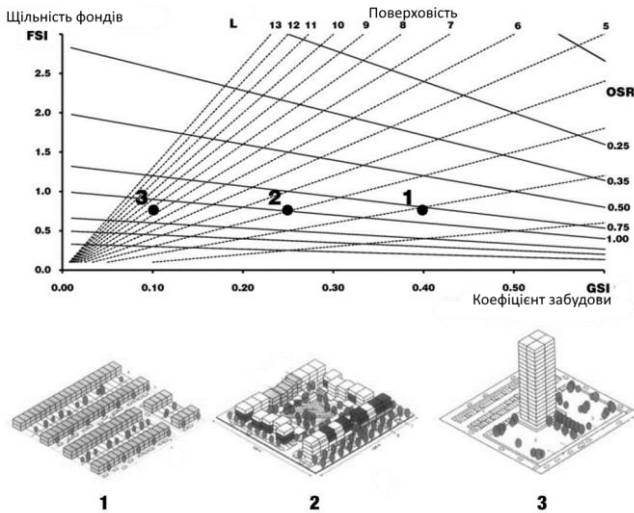


Рис. 3. Положення трьох варіантів забудови на діаграмі Spacematrix

Методика дозволяє також оцінювати поєднання щільності вулично-дорожньої мережі (N) з площею мережі та середньою шириною вулиці [12]. Також у Spacematrix можуть заноситись граничні параметри містобудівних регламентів, що дозволяє розрахувати можливий прибуток від будівництва нерухомості. На основі даних про площу забудови та поверховості можна визначити загальну житлову площу на території. Важливо, що коефіцієнт щільності забудови, коефіцієнт забудови, середня поверховість та коефіцієнт забезпеченості зовнішнім простором є взаємозалежними показниками. Знаючи два з них, за графіком можна визначити решту показників.

Окрім вищеперерахованих параметрів, методика Spacematrix дозволяє проводити оцінку будь-яких фізичних параметрів, дотично пов'язаних із описаними в матриці. До них можна віднести такі параметри, як інсоляція

та потреба у паркувальному просторі (пов'язане зі щільністю вулично-дорожньої мережі та щільністю забудови), проте для цього потрібно приведення описаних методик до діючих державних будівельних норм. Звичайно, ці багатомірні параметри щільності не можуть вичерпно описати місто, але вони все ж виражають набагато більше, ніж найпоширеніший в Україні показник міської забудови – щільність забудови.

Spacesyntax - це ще один аналітичний інструмент, розроблений Біллом Хіллером та його колегами з Університетського коледжу Лондона (Велика Британія), використовує графовий підхід для аналізу структури міської забудови і дозволяє розрахувати ступінь інтеграції вулично-дорожньої мережі між міськими кварталами за допомогою топологічної та геометричної відстані у поєднанні з метричними показниками.

Цей метод включає розрахунок конфігураційних просторових відносин у штучному середовищі та дозволяє обчислити ступінь інтеграції вулично-дорожньої мережі між міськими кварталами з погляду топологічної та геометричної відстані у поєднанні з метричними радіусами. Аналіз просторового синтаксису міста включає чотири аспекти. По-перше, це спосіб зображення міського простору. По-друге, це низка методів аналізу міста як зв'язаної мережі. По-третє, це набір методів спостереження, які вивчають, як ці просторові мережі співвідносяться з функціональними моделями, такими як переміщення, землекористування, диференціація територій, моделі міграції і соціальне благополуччя. По-четверте, Spacesyntax дозволив створити набір теорій про взаємозв'язки міських просторів з соціальними, економічними та когнітивними факторами, які впливають на них та формують їх. Spacesyntax дозволяє оцінювати рівень доступності, конективність та взаємодію різних зон міста, а також впливи на рух пішоходів та транспорту.

Дослідження Spacesyntax показали існування значної кореляції між пішохідним рухом та конфігурацією вулично-дорожньої мережі. Наприклад, багатофункціональні райони часто розташовуються уздовж магістралей з високими показниками інтеграції вулично-дорожньої мережі та мають високу щільність забудови. Spacesyntax допомагає визначити рівень доступності та привабливості різних міських ділянок, а також прогнозувати потенціал розвитку в майбутньому [13].

Результати аналізу можна використовувати для виявлення вулиць або областей, які є основними місцями тяжіння або каталізаторами соціального та економічного життя. Також на основі результатів аналізу можна визначити потенційно успішні міські території. Цей метод використовувався в багатьох містах світу, що сприяло створенню обширної бази даних.

Практична апробація інструменту Spacesyntax була здійснена командою Space Syntax Limited при розробці просторового плану розвитку міста Астани (Казахстан).

Аналіз та проектування території інструментом Spacesyntax здійснюється за наступним алгоритмом:

1. Визначення шумового забруднення. На цьому етапі визначають найкращий напрямок для зростання нових районів міста. Насамперед аналізується ступінь шумового забруднення від прилеглих автомагістралей.

2. Визначення ризику повеней. На карти наносяться зони з високим рівнем ризику затоплення та підтоплення.

3. Визначення високоякісного ландшафтного та ґрунтового середовища. Важливо, щоб забудова не зачіпала зони з високоякісними ґрунтами та існуючими зеленими насадженнями, які будуть збережені та інтегровані в нову забудову..

4. Комбінування чутливих параметрів. Шляхом накладання отримують карту, яка відображає освоєні та неосвоєні ділянки досліджуваної території, пофарбовані в червоний і жовтий кольори відповідно.

5. Моделювання головної сітки вулиць за допомогою алгоритмів. Компанія Space Syntax використовувала агентне моделювання з метою отримати найкоротші та найпростіші лінії пересування від існуючої забудови до нових ділянок і, таким чином, вдосконалити існуючу та розробити нову вуличну мережу. Вторинні та третинні сітки вулиць визначають за алгоритмами оптимізації. На кожному етапі можна змінити налаштування щільності, коефіцієнти площі забудови, ширину та глибину ділянок для створення алгоритмами різних опцій кінцевого плану.



Рис. 4. Ілюстрація алгоритму на різних етапах

На кінцевому розробляється кілька типологій забудови. Більш комерційна – висока, щільна – виділена червоним кольором. Щільна житлова забудова відзначена помаранчевим, а менш щільні райони з віллами забарвлені у жовтий колір.

Аналіз для десятків міст методом Spacesyntax показав, що всі старі міста, що добре зарекомендували себе, мають схожі схеми просторового планування. Успішна модель у будь-якій міській зоні має ядро червоного простору.

Модель змішаного використання MXI (Mixed Use Index) є аналітичною моделлю, розробленою в Массачусетському технологічному інституті (MIT) і призначена для оцінки рівня функціонального розмаїття міського середовища. Вона базується на концепції змішаного використання земель, яка передбачає поєднання різних функціональних типів в одному місці, таких, як житлові, комерційні, офісні, рекреаційні та інші зони.

Міські райони, які мають лише одну функцію, наприклад, житлові райони, місця прикладання праці (промислові зони чи офісні парки) або зон відпочинку (розваги, такі як спорт, шоппінг тощо), визначаються як монофункціональні (mono-functional). Міські території є бі-функціональними (bi-functional) там, де наявні дві з цих трьох функцій, і багатофункціональними, коли присутні всі три функції. Ван дер Хук розробив трикутну матрицю (рис. 5), в якій можна кількісно визначати ступінь монофункціональності по відношенню до багатофункціональності [14].

MXI використовує різні кількісні показники, такі, як площа, інтенсивність використання, розташування та розподіл різних функціональних типів на певній території міста. Ці показники аналізуються та оцінюються з метою визначення рівня розмаїття функцій у місті. Високий рівень MXI вказує на наявність різноманітних функціональних типів на території міста, тоді як низький рівень може свідчити про однотипність використання земель або відсутність різноманіття функцій.

Інший підхід до вимірювання функціонального балансу полягає у вивченні співвідношення лише двох функцій: житлової та нежитлової. Території з показником $MXI = 0$ можна вважати абсолютно нежитловими, при $MXI = 100\%$ - повністю заселеними. Відповідно, співвідношення 50/50 характеризує максимум функціональності [14]. Порівняльний аналіз щільності фондів, інтеграції мережі та функціонального балансу був проведений для північної частини Роттердама і описаний в роботі [13].

Результати проведеного аналізу показали, що існує кореляція між багатофункціональністю, щільністю та просторовою інтеграцією.

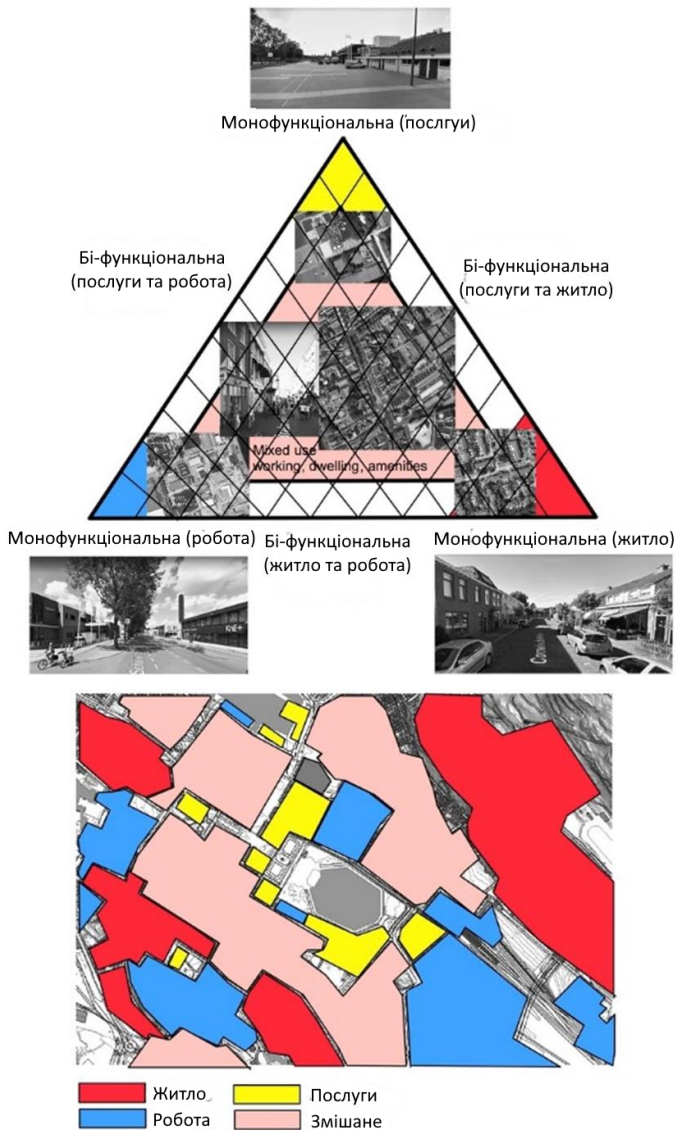


Рис. 5. Трикутник Mixed Use Index індексу змішаного використання, застосований до центру Бергена (Норвегія)

Зокрема, райони з високим рівнем просторової інтеграції (пов'язаність вулично-дорожньої мережі) та високою щільністю, зазвичай є

сильно урбанізованими та мають високий ступінь функціонального розмаїття. Райони з низькою щільністю та низькою просторовою інтеграцією, навпаки, відносяться до приміських зон і мають низький ступінь функціональної змішаності [13].

Цей метод корисний для візуалізації ступеня монофункціональності порівняно з багатофункціональністю міських районів. Іншими словами, аналіз МХІ показує ступінь різноманітності землекористування міських територій і є ефективним інструментом для оцінки потенціалу розвитку міських середовищ. Вона використовується для оцінки містобудівних проєктів та виявлення зон, які потребують перетворень. Однак, питання виникає, як ця комбінація моделей працює в забудові з низькою щільністю та обмеженнями, пов'язаними зі збереженням та використанням урбанізованих територій [15].

Висновки

У багатьох країнах, включаючи нашу, процес розробки міських стратегій та політик ґрунтується на аналітичній оцінці території, але такий підхід може містити високий ступінь суб'єктивності. Тому, для забезпечення більш об'єктивної оцінки, актуальним завданням є використання параметричних методів тестування. Серед таких методів, які відповідають критеріям цього завдання, можна виділити Spacematrix і МХІ.

Spacematrix і МХІ є потужними інструментами, які дозволяють розв'язувати безліч різних містобудівних завдань, таких, як аналіз міської забудови, оцінка розвитку міських територій, визначення потенціалу містобудівного розвитку та розробка стратегій для майбутнього розвитку міст. Вони дозволяють враховувати низку параметрів, таких, як розташування, доступність і забезпеченість інфраструктурою, густина населення, економічний потенціал та інші, що сприяє більш об'єктивному аналізу міських територій.

На жаль, в Україні використання цих методів є обмеженим і спорадичним, та є потенціал для подальшого вивчення та застосування цих інструментів у процесі розробки містобудівних стратегій та політик. Впровадження цих інструментів у процес розробки містобудівних стратегій дозволить забезпечити більш об'єктивний підхід до оцінки міських територій, зробити рішення щодо містобудівного розвитку більш фактично обґрунтованими та науково обґрунтованими. Це дозволить уникнути суб'єктивних впливів та випадковості при визначенні пріоритетів у розвитку міст та розробці міських стратегій.

Отже, застосування Spacematrix, Spacesyntax та МХІ як інструментів об'єктивного опису забудови міст може стати важливим кроком у розвитку науково обґрунтованого містобудування в Україні, сприяти розробці локальних містобудівних стратегій та запозиченні рішень між містами та

країнами, допомогти вдосконалити міські політики та стратегії для досягнення сталого розвитку міст.

References

1. DFC Strategic Framework | Detroit Future City: URL: <https://detroitfuturecity.com/resources/strategic-framework/> (дата звернення: 10.05.23).
2. Muratori, S., *Storia Urbanistica* (Rom), C. S. di. Architettura e civiltà in crisi: Centro Studi di Storia Urbanistica, 1963.
3. Cataldi, G., Maffei, G., Vaccaro, P. Saverio Muratori and the Italian school of planning typology. *Urban Morphology*. 2002. Vol. 6.
4. Cataldi, G., Formichi, F., città e del territorio, P. (Italy). M. della. Pienza forma urbis: materiali per il Museo della città e del territorio: Aión, 2007.
5. Idak Yu.V. Osnovy` teoriyi morfologiyi mista: dy`sertaciya na zdobuttya naukovoogo stupenya doktora arhitektury` : 18.00.01 – teoriya arhitektury`, restavraciya pam'yatok arhitektury`: L`viv: Ministerstvo osvity` i nauky` Ukrainy`, Nacional`ny`j universy`tet «L`vivs`ka politexnika», 2020. 473 s.
6. Berghauser Pont, M., Haupt, P. A. The relation between urban form and density. *Urban Morphology*. 2007. Vol. 11. C. 62–65.
7. Pleshkanovs`ka A., Savchenko D. Epoxy` ta mista: Ky`yiv: Logos, 2019.
8. Yamu, C., Nes, A. Van. An Integrated Modeling Approach Combining Multifractal Urban Planning with a Space Syntax Perspective. *Urban Science*. 2017. Vol. 1, No. 4.
9. Kony`k, S. I. Ushhil`nennya zabudovy` tery`toriyi istory`chno sformovany`x mist (na pry`kladi L`vova): dy`sertaciya na zdobuttya naukovoogo stupenya doktora filosofiyi : 191 – arhitektura ta mistobuduvannya: L`viv: Ministerstvo osvity` i nauky` Ukrainy`, Nacional`ny`j universy`tet «L`vivs`ka politexnika», 2021. 306с.
10. Berghauser Pont, M. Y., Haupt, P. A. Space, Density and Urban Form / 2009.
11. Rådberg, J. Towards a Theory of Sustainability and Urban Quality A New Method for Typological Urban Classification02.
12. Pont, M. B., Haupt, P. Spacematrix: Space, Density and Urban Form: NAI, 2010.
13. Nes, A., Berghauser Pont, M., Mashhoodi, B. Combination of Space syntax with spacematrix and the mixed use index: The Rotterdam South test case. *Anesthesiology*. 2012.
14. Hoek, J. van den. The MXI (Mixed-use Index) as Tool for Urban Planning and Analysis / 2008. 1–15 p.
15. Nes, A., Laag Yamu, C. van der. Introduction to Space Syntax in Urban Studies: 2021.

Література

1. DFC Strategic Framework | Detroit Future City: URL: <https://detroitfuturecity.com/resources/strategic-framework/> (дата звернення: 10.05.23).

2. Muratori, S., *Storia Urbanistica* (Rom), C. S. di. Architettura e civiltà in crisi: Centro Studi di Storia Urbanistica, 1963.
3. Cataldi, G., Maffei, G., Vaccaro, P. Saverio Muratori and the Italian school of planning typology. *Urban Morphology*. 2002. Vol. 6.
4. Cataldi, G., Formichi, F., città e del territorio, P. (Italy). M. della. Pienza forma urbis: materiali per il Museo della città e del territorio: Aión, 2007.
5. Ідак Ю.В. Основи теорії морфології міста: дисертація на здобуття наукового ступеня доктора архітектури : 18.00.01 – теорія архітектури, реставрація пам'яток архітектури: Львів: Міністерство освіти і науки України, Національний університет «Львівська політехніка», 2020. 473с.
6. Berghauser Pont, M., Haupt, P. A. The relation between urban form and density. *Urban Morphology*. 2007. Vol. 11. С. 62–65.
7. Плешкановська А., Савченко Д. Епохи та міста: Київ: Логос, 2019.
8. Yamu, C., Nes, A. Van. An Integrated Modeling Approach Combining Multifractal Urban Planning with a Space Syntax Perspective. *Urban Science*. 2017. Vol. 1, No. 4.
9. Коник, С. І. Ущільнення забудови території історично сформованих міст (на прикладі Львова): дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії : 191 – архітектура та містобудування: Львів: Міністерство освіти і науки України, Національний університет «Львівська політехніка», 2021. 306с.
10. Berghauser Pont, M. Y., Haupt, P. A. *Space, Density and Urban Form* / 2009.
11. Rådberg, J. *Towards a Theory of Sustainability and Urban Quality A New Method for Typological Urban Classification*02.
12. Pont, M. B., Haupt, P. *Spacematrix: Space, Density and Urban Form: NAI*, 2010.
13. Nes, A., Berghauser Pont, M., Mashhoodi, B. *Combination of Space syntax with spacematrix and the mixed use index: The Rotterdam South test case. Anesthesiology*. 2012.
14. Hoek, J. van den. *The MXI (Mixed-use Index) as Tool for Urban Planning and Analysis* / 2008. 1–15 p.
15. Nes, A., Laag Yamu, C. van der. *Introduction to Space Syntax in Urban Studies*: 2021.