УДК 711 **DOI 10.33042/2522-1809-2021-1-161-58-68**

М.М. Габрель

Інститут архітектури та дизайну НУ «Львівська політехніка», Україна

ГЕОМЕТРИЧНІ ЗАДАЧІ В УРБАНІСТИЦІ

Здійснено осмислення феномену геометрії й геометричних задач для урбаністики й містобудівного проектування. Прагнучи перефокусувати вивчення міст на нові ідеї урбаністики, автор простежує багатовимірність міського простору і шляхи, якими визначались міські форми протягом історії. Це дає можливість глибше зрозуміти морфологію міст (їх форми, конфігурації, масштаб та процеси — статику й динаміку) та окреслити новий підхід і розуміння міської форми як геометричного феномену. У статті охоплено нові парадигми й мислення містом як системою органічної складності, геометрія якого визначає її основні характеристики і властивості. Зроблена спроба зрозуміти «реальність» розвитку й просторової організації міст; простежено еволюцію уявлення про простір і геометрію. Використовуючи геометрію для відображення порядку й регулярності, а також сприйняття простору як складеного з простих геометрій, розкрито шляхи використання цих положень в обґрунтуванні рішень з просторової організації та розвитку урбанізованих систем.

Ключові слова: *багатовимірність міського простору, геометрія міст, геометричні задачі, методи обґрунтування архітектурно-містобудівних рішень, розвиток урбанізованих систем.*

Постановка проблеми

В обґрунтованій автором моделі багатовимірного містобудівного простору «людина – функції – умови – геометрія – час» [1] для задач містобудування (просторової організації й розвитку урбанізованих систем) особливу роль відіграє детально описаний у статті геометричний вимір, який включає множину характеристик і показників: розміру, величини, конфігурації, форми, концентрації елементів, а також властивості, пов'язані з масштабом, внутрісистемними зв'язками й розташуванням в оточенні. Цей вимір є визначальним для певного класу задач просторової організації й розвитку урбанізованих систем, а фахове врахування й використання геометричних показників і властивостей є умовою підвищення обґрунтованості архітектурно-містобудівних рішень.

Про усвідомлення важливості геометрії в архітектурі й містобудуванні, а також у світобудові свідчать не лише праці філософів античності та прив'язка її положень до містопланування (розпланування Гіпподама, моделі «ідеальних міст» епохи Відродження тощо), а й мініатюра з французької Біблії періоду середньовіччя (1220–1230 рр.), на якій «Бог створює Всесвіт з допомогою циркуля» (зберігається в Австрійській національній бібліотеці, Відень). Ці та інші приклади є підтвердженням актуальності порушеної в статті проблеми та теми геометричних задач в урбаністиці як у минулому, так і для дослідження й організації процесів у містах сьогодення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Сьогоднішня архітектурно-містобудівна діяльність у дослідженні й проектуванні урбанізованих систем ґрунтується на методології системного підходу та на ідеї «нового урбанізму». Теоретики «нового урбанізму» А. Лефевр [2], Л. Мамфорд [3], Е. Соджа [4] пропонують відхід від ідей і концепцій «функціонального міста», здійснивши «поворот» до розуміння міста як живого організму, поєднання об'єктивної й суб'єктивної реальності простору і життєдіяльності соціуму в просторі. Зростає роль суб'єктивного (нематеріального) в сприйнятті й формуванні міста. В *центр урбаністичної діяльності переміщується людина та особливості її життєдіяльності в просторі:* практики спілкування між групами й індивідами в місті; громадські простори й особливі громадські місця; ідеології, знаки, коди, смисли й образи середовища; літературно-поетичні, сценічно-кінотеатральні підходи до трактування й проектування урбанізованих систем тощо. У «новому урбанізмі» *поняття соціології міста розширюється до категорії «психологія міста»* [5].

Складається враження відкидання в сучасній урбаністичній науці положень і цінностей функціонального підходу й «функціонального» міста. Поширено твердження, що вирішення функціональних задач на сьогодні вже має обґрунтований теоретичний і методологічний інструментарій, потрібна лише ефективна прив'язка до конкретних просторових ситуацій, вміле використання наявних теорій та інструментарію для конкретних міст, їх просторових ситуацій і задач. Не варто протиставляти функціональний і підхід «нового

 © Габрель М.М.

урбанізму». Порушена нами геометрична проблематика скерована на функціональні проблеми міст, але базується на сучасних теоретичних концепціях нової урбаністики, не відкидаючи сильних сторін функціонального підходу і функціонального міста.

Як стверджує Дж. Джейкобс [6], до кінця XX ст. у розумінні міст домінував пошук візуального порядку. Знання про місто були головно візуальними, а міські проблеми, що проявлялися тут, пов'язувалися передусім із руйнуванням візуального порядку й гармонії. Сучасне містобудування досі надихається роботами Камілло Зітте та художніми принципами, яким більше ста років [7], коли людина намагалася інтерпретувати місто через візуальне мистецтво й естетичну архітектуру. Цей період завершився зміною ідеологій та ідеями міста-саду, промислового міста й епохи функціоналізму. Проте мистецький погляд на місто глибоко вплинув на нові наукові підходи, які прагнули бачити місто як порядок однорідності його структури та усунути «небажане» різноманіття. Сьогоднішнє розуміння доповнене усвідомленням, що місто є гіперскладною системою, однак розпланування все ще прагне навести спрощений порядок у просторових ситуаціях, що є впливом ортодоксально-функціональних розумінь міста і його просторової організації [8].

Підкреслимо, що протягом історії завжди існував альтернативний погляд, зокрема, коли міста класифікувались на такі, що ростуть «природним шляхом», тобто «органічні», та «штучні» («запроектовані»). Проте більшість міст утворена з елементів обох поглядів [9]. Ключовими в них є відмінності в швидкості змін міст і масштабі їх розвитку. Міста, що зростають органічно, розвиваються повільніше, формуються більшою множиною індивідуальних рішень менших масштабів порівняно з містами запланованого зростання. Запроектовані міста або їх частини, як правило, є монументальнішими та більш регулярними, відображають волю однієї або небагатьох осіб, котрі приймають рішення. Органічні зміни включають як зростання, так і спад, тоді як заплановані зміни частіше втілюють цілеспрямованість зростання. Міста, що розвиваються органічно, краще вписуються у природний ландшафт, оскільки менші за масштабом рішення ближче відображають властивості природи, проте контроль і координація між окремими рішеннями, як правило, менш ефективні, а ресурси розвитку міст мобілізуються локально. Такий розвиток є менш систематизованим і часто нерегулярний за формою з погляду геометричного порядку, заснованого на геометрії Евкліда. Він викликає біологічні аналогії. Планований розвиток відбувається відповідно до вироблених моделей і є регулярнішим, відображає більший вплив і контроль над природним ландшафтом, а також мобілізацію значніших ресурсів. В історії подібні впливи пов'язувалися з політичною й релігійною владою, а також промисловими й іншими революціями. Таким чином, картина розвитку міст базується на природному рості або відповідно до планового (запроектованого) розвитку. Однак неможливо визначити й чітко розділити виключно органічні й запроектовані міста, оскільки ці два типи розвитку зливаються в містах і їх різних частинах. Тож, на думку автора, сьогоднішній розвиток міст має базуватись на методології системного підходу (дослідженні й використанні ефектів взаємозв'язку) та синергетичній теорії (самоорганізації і саморозвитку) як різноманітної гіперскладної системи. Окремі складові сьогоднішніх міст володіють властивостями органічного розвитку.

У статті розглядається феномен геометрії міст та суті геометричних задач в урбаністиці. Наш підхід відповідає загальноприйнятому розумінню міст з допомогою знань із мистецтва, гуманітарних, соціальних та технічних наук. Геометрія розширює розуміння міст і процесів у них як в історичному контексті, так і сучасних реаліях і умовах. Розгляд геометричного виміру в контексті урбанізованої системи та його пов'язаність із людиною потребує уточнення окремих положень геометрії, зокрема її багатовимірності, яку досліджують ще з античних часів, так і вчені сьогодення [10–12].

Прагнучи перефокусувати вивчення міст на нові ідеї урбаністики, автор простежує багатовимірність міського простору та шляхів, якими ці характеристики визначали міські форми протягом історії. Це дозволить: глибше зрозуміти морфологію міст; окреслити нове розуміння міського простору та його форми як неправильної (фрактальної) геометрії. Теорія фрактального міста розриває традиції розгляду міста як простої й упорядкованої структури; скеровує формування просторових структур плавними лініями й формами, трансформує їх загальну морфологію і розташування в ній елементів.

Мета статті

Осмислити феномен геометрії й суті геометричних задач в організації міського простору, окреслити підходи до їх вивчення й урахування в урбаністиці та обґрунтуванні проектних рішень.

У статті: охоплено нові парадигми й мислення містом як гіперскладною системою органічної складності, геометрія якої визначає складність, масштаб і форми; простежено уявлення про простір і геометрію в масштабі людської історії; зроблена спроба зрозуміти «реальність» розвитку й просторової організації міст; використано геометрію для відображення порядку й регулярності, а також при вирішенні містобудівних задач сьогодення. Робиться спроба виділити, структурувати та розкрити роль геометрії й геометричних задач у містобудівних

системах, їх взаємозв'язку з іншими вимірами і задачами просторової організації й розвитку міст.

Виклад основного матеріалу

1. Уявлення про геометрію міста і її задач. Історичний екскурс. Історичні міста демонструють: прямі вулиці, упорядковане землекористування, відокремлені функціональні зони, композиційні перспективи, просторовий лад, що пов'язаний із візуальним відображенням політичного й економічного становища міст і держав (пам'ятники історії та архітектури, храмові й палацові комплекси тощо); розпланування (шляхи, що виходять з центральних місць, структуру мережі, розміщення вузлів), а також ієрархію міських систем розселення. Міські утворення, яким уже близько 4500 р. (вавилонські, вздовж Інду, давньоєгипетські), засвідчують накладення геометрично впорядкованих вулиць і структури будівель [13]. Просторове розуміння порядку в людей різних політичних епох було іншим, ніж у сучасних умовах. Інтеграція геометричного порядку з наукою й засобами його наведення з допомогою вдосконалюваного інструментарію істотно змінювали ці уявлення в історії розвитку міст і міських цивілізацій.

Водночас зберігались незмінні цінності та рішення. Так, концентрація соціальної й економічної діяльності навколо потужного фокусу повторюється протягом усієї історії, лише сьогодні робляться спроби змінити мислення й відійти від традиційних підходів. Греками вперше мистецтво й наука стали трактуватися як одне ціле, а нав'язування геометрії природі обґрунтовано використанням відповідного наукового інструментарію. Була розроблена необхідна геометрична наука, щоб продемонструвати і використати це розуміння для будівництва міст, сформовано теоретичні і практичні основи, які досі домінують в архітектурі й містобудуванні. Геометрія в античні часи представляла найвищий вид мистецтва, ґрунтувалася на точці, лінії, колі, сфері й різноманітних поєднаннях регулярних форм (нерегулярні вважалися незрозумілими). За часів Греції і Риму вперше розпочалось наукове усвідомлення різниці між «регулярним» й «нерегулярним» (органічним) розплануванням, а відповідно, і розвитком міського поселення. Більшість міст зростали органічно як результат багатьох індивідуальних рішень, прийнятих відповідно до місцевих умов, вимог і правил [14]. Ними залишена спадщина запланованих відповідно до проекту міст, головно при колонізації. Перші приклади науково обґрунтованих регулярних планів міст з'являються у Мілеті й Пріені. Римський військовий табір накладав геометричний порядок на місцях, де до цього його не було, і в міру розвитку технологій ця геометрія й просторовий лад накладалися на ширший ландшафт, у т.ч. широкомасштабне сільське господарювання й будівництво доріг.

Прикладом геометричного міста є плани ассирійського військового табору приблизно 2000 р. до н.е., що показує всі елементи, які повторюються протягом подальшої багатовікової історії розвитку міст на основі чистої геометрії: коло, яке незмінно охоплює й обмежує розвиток, фокусує ядро; прямі вулиці, які формують структуру мережі; блоки, що представляють форму міст (геометрія, морфологія, складність, форма). Впорядковані геометричні форми пов'язані або зі швидким фізичним розвитком (у військових таборах), або з монументальним і масштабним будівництвом, пов'язаним з демонстрацією становища й могутності (палацово-храмові комплекси). Табори, використовувані робітниками при побудові пірамід та інших пам'ятників у Стародавньому Єгипті, теж були розбудовані на строгих принципах геометрії вуличної мережі. Колоніальні міста грецької цивілізації застосовували ті самі геометричні принципи: мережа повторюється при розробці більших комплексів, пов'язаних з демонстрацією багатства й могутності древніх цивілізацій. Усі важливі міста стародавнього світу — Вавилон, Мікени, Афіни, Рим, свідчать про впорядковану геометрію, побудовану навколо храмів, агори, форуму, ринку, громадських будівель.

Цікаво, що кругові геометрії рідше використовуються в містах. Прикладів, коли циркульність (кругла форма) застосовувалася як основа геометричного порядку в містах до епохи середньовіччя, небагато. Лише наприкінці епохи середньовіччя та в період відродження стало поширеним використання геометрії кола. Розвинулось у цей період і захоплення складними укріпленнями, заснованими на регулярних неперервних геометріях, які максимально збільшили кількість місць, доступних для оборони міста.

З кінця XIX ст. абстрактні уявлення про ідеальну з погляду геометрії міську систему замінені соціальними й економічними ідеями й утопіями. Проте геометричний вимір зберігався в їх змісті. Так, утопії XX ст. (Ле Корб'юзьє) базуються не стільки на понятті мережі чи форми, скільки на ідеї, що місто повинно набагато ефективніше використовувати свій третій вимір через високі блоки будинків, вивільняючи землю для відпочинку [15]. Ідеї Корб'юзьє найкраще втілені в його плані столиці Індії Чандигарг. Плани міст цього періоду є змістовнішими, побудовані на функціональній сегрегації (розділенні) використання земель, ландшафтних особливостях і зелених зонах, які виступають доповненням до міської мережі транспорту. З початку індустріальної ери пропонується ряд геометричних схем, заснованих на використанні єдиних принципів розвитку міст, зокрема, транспорту, навколо якого

було створено лінійне місто (пропозиції 1882 р.). У цей період геометрія ідеального міста послабилася — місто стає криволінійнішим, організованим навколо нових транспортних систем і функціонального використання землі та особливостях міської життєдіяльності. Зберігається й увага до візуальної форми міст у трьох вимірах, але вже формуються міста не «чистої» геометрії, а їх розвиток стає «природнішим» (практика скандинавських країн).

Не слід думати про органічні міста як про міста стихійного розвитку й «незаплановані». Форма такого міста є неправильною, негеометричною, «органічною», з множиною кривих вулиць і випадково визначених відкритих просторів. Можна говорити про «незапроектовану еволюцію» або «інстинктивне зростання». Органічні міста пристосовуються до індивідуальних уподобань, обмежень природного ландшафту та існуючих технологій. Сьогоднішня інтерпретація геометрії міста більше схиляється до органічної. Але в основному міста демонструють поєднання цих двох підходів, хоч домінуючою моделлю залишається геометрична. У нинішніх умовах міста підпадають під різний рівень організаційного контролю будівельних і транспортних процесів. Міські плани й схеми є більш пристосованими до функціональних цілей, ніж це було століття тому. Зростає різноманіття можливих типів міських планів. Є й відмінності між планами, які розроблені, щоб показати геометричну форму, та планами, які є частиною історичних рішень і розроблені на «ідеальних» концепціях та ідеях. Однак найбільші відмінності між міськими формами протягом історії зумовлені розмірами й масштабами. До сучасності більшість міст були невеликими й компактними, з вищою від нинішньої щільністю та іншими технологіями. Найбільшим містом до XVII ст. вважався Рим, який на своєму піку мав понад мільйон мешканців, але це вказує і на проблеми, оскільки технології того часу не могли підтримувати таку велику і складну систему. Грецькі міста, як правило, налічували до 20 тис., і лише окремі з них — до 50 тис. осіб.

Принципи геометрії проявляються в містах будь-якого часу та культури, кореняться і обумовлюють закономірності їх зростання. Органічні й геометричні принципи міської форми змінюються залежно від масштабу. Збільшуючи масштаб міста до гіперскладних урбанізованих систем, зростає органічна аналогія, хоч зберігається й чисте геометричне планування на локальних рівнях. У містобудуванні тривають суперечки щодо переваг і недоліків різних систем розпланування та трактування морфології міста [12; 16–17]. В сьогоднішній концепції розвитку міст геометрія асоціюється з органічними формами та зі зростанням, подібним до поступового нарощування клітин, їх поступового заміщення й оновлення. Міста у зв’язку з новими транспортними системами й технологічними можливостями стають розпорошенішими, а землекористування розширює спектр функцій. Форма, геометрія, морфологія міст все більше обумовлюються сучасними науковими досягненнями й соціальною організацією, хоч і досі залишаються промисловими за домінуючою функцією, та поступово змінюються на постіндустріальні.

2. Теоретичні передумови міської геометрії. Наука Ньютона і його сучасників глибоко вкорінена в уявленні про ідеальну геометрію, а математика, яку він створив, підкріпила погляд Евкліда на геометрію. Механіка Ньютона базувалась на принципі безперервності простору і часу в найпростішому їх розумінні, а масштаб фізичних систем і сили, які можуть їх змінити, не допускали розривності. У XIX ст. фізика, заснована на механіці Ньютона й геометрії Евкліда, стала наріжним каменем науки. Біологія (теорії Дарвіна про безперервну еволюцію шляхом виживання сильніших) також була вбудована в ньютонівську «формулу». Соціальні науки теж прагнули розвинути науку, подібну до фізики, засновану на зведенні кожного явища до структур, які базуються на простих причинно-наслідкових зв’язках, що втілюють ідеї рівноваги й конвергенції. До кінця XIX ст. знання в різних науках підтверджувались концепціями чистої геометрії, теорією безперервності, уявленням про те, що всі системи мають якийсь базовий набір сил, і що їх розумінням можна досягти розвитку. Це був «величний годинниковий механізм».

Поступово світ став сумніватись у віковічних спрощеннях і змінюватись з допомогою інтуїтивної абстракції. Відзначимо ряд дихотомій (розділення на дві частини, що суперечать одна одній), корисних для узагальнення різних світоглядів та кращого розуміння простору, часу й міської геометрії. *Перша дихотомія — протиставлення понять простоти і складності.* Наука стоїть на межі між необхідністю спрощувати, щоб зрозуміти, та потребою забезпечити необхідну різноманітність для відображення складності. В такому підході акцент робиться на простоті, оскільки наука намагається мати найбільш «ощадливий» характер. Наука кінця XX ст. виявила, що попередні стандарти і припущення не забезпечують необхідних пояснень, а отже, слід переходити на вищий рівень — теорії ускладнюються й стикаються з новими порядками складності.

*Друга дихотомія — поділ і цілісність. М*исленння складовими донедавна домінувало в науці, але потрібна цілісна теорія, яка прагне синтезувати не просто шляхом агрегування дрібних деталей, а й завдяки усвідомленню форм і функцій вищого рівня, що пов'язані з новими причинами й силами. Кліше «ціле більше, ніж сума частин» загальної теорії

систем вже не забезпечує пошуку нових знань. Ціле є якісно іншим.

Третє розрізнення — поляризація неперервного (безперервності) з перервним. Класична наука виявилась неефективною в системах, що демонструють зміну поведінки (до них належать міста). З'являються і досліджуються моделі поведінки, які неможливо розглядати з допомогою безперервного формалізму. Ідея безперервності простору стосується безпосередньо і міст, оскільки зміна фізичної форми є певною абстракцією та вимірюванням того, як міська форма розвивається й формує простір. Системні науки вже не задовольняються виведенням теорій з ідеалізованих або сильно контрольованих ситуацій — вони зосереджуються на реальних ситуаціях і динамізмі процесів, що є однією з центральних проблем щодо міст.

Четверте розмежування включає однорідність – неоднорідність системи. Системи, які є внутрішньо неоднорідними, трактувалися тривалий час як такі, що «виходять» за межі науки; і лише системи з «гарною поведінкою», керованістю, однорідністю й упорядкованістю були вартими наукових досліджень. Однак щораз частіше навіть найпростіші системи відходять від традиційного сприйняття одноманітності, і нові теорії досліджують і вирішують ці питання, а не «придушують» різноманітність.

П'ята дихотомія пов'язує визначеність і невизначеність, оскільки знання все більше залежать від унікального й змінності, а проектні рішення — від нерегулярного, що виявляє відмінності між міською формою, задуманою з допомогою геометрії Евкліда та з використанням фрактальної геометрії Мандельброта [18]. Здатність людини до абстрагування вкорінена у пошук регулярного й відхилень нерегулярного, тобто виділення того, що можемо вписати в геометрію як регулярне. Проте, роблячи це, постає загроза викинути саму суть того, що нам потрібно пояснити. Наука лише починає формувати уявлення про нерегулярність, складність, різноманітність, невизначеність як незалежні феномени дослідження. Поняття невизначеності легше сприйняти в соціальній сфері, де передбачається безпосереднє спостереження явищ, а отже, чим віддаленіші явища від безпосереднього спостереження, тим невизначеніший його результат. У соціальних, економічних і біологічних науках та урбаністиці ідея про необхідність розуміння цих понять набуває першочергового значення.

Розуміння виділених дихотомій важливе для сприйняття, дослідження, проектування та обґрунтування розвитку урбанізованих систем. Системи, що містять безліч елементів (такими є міста), потребують рамок для узгодження частин у ціле, як це трактується в загальній теорії систем. У багатьох дисциплінах увага приділялася вимірам, де простір і час розглядалися як матриця, в якій існують взаємодії і сили. На нашу думку, це безпосередньо стосується науки про місто, його просторову організацію й розвиток. Вивчення міст художнім і функціональним підходами гальмували розвиток теорії міських систем як синтезу просторових процесів і форм. Теоретики міст із соціальної сфери виявили, що художня парадигма не надається для вивчення соціальних процесів, які складно пов'язати з фізичним простором, розвитком і проектуванням міст [5; 12]. Нерегулярність і неперервність як відображення нового порядку дають нову перспективу щодо впливу фізичних детермінант на соціальні, економічні й містобудівні процеси.

Теорія хаосу, в якій детерміновані системи породжують поведінку, що є унікальною і ніколи не повторюється, знаходить ефективне застосування в якісних дослідженнях урбанізованих систем. Існують системи, у т.ч. урбанізовані, що підпорядковуються внутрішньому порядку, заснованому на дивних атракторах. Поняття плавної зміни або еволюції було збагачено теоріями, які пояснюють *важливість порушення рівноваги, раптового розвитку чи катастроф.* Правильна геометрія, пов'язана з Евклідом, яка так довго домінувала у нашому мисленні, поступається місцем геометрії неправильній, де нерегулярність узгоджується зі спостереженнями й якісними характеристиками систем. Ці зміни пов'язані з наукою про складність, з різними гранями складності, які наука прагне зрозуміти. Ці наукові положення творять основу нового урбанізму та дослідження міст, у т.ч. методами фрактальної геометрії.

3. Геометричний вимір в авторській моделі багатовимірного міського простору (людина – функції – умови – геометрія – час) [1, с. 50–85]. Велике розмаїття містобудівних задач, а також чинників, які варто враховувати при вирішенні цих задач, потребує застосування різних методів і методик, а також розробки прикладних методик узгодження просторових характеристик на цілісній методологічній основі. Для розробки такої платформи встановлені координати й межі простору, в яких можна описати існуючі та передбачувані містобудівні ситуації й задачі. Є очевидним, що містобудівна діяльність зорієнтована насамперед на *людину.* Тобто певний набір характеристик людського чинника має бути присутнім практично у кожній містобудівній задачі. Об'єкти містобудування відносяться до класу функціональних систем, а їх *функції* спрямовані на забезпечення певних матеріальних, культурних, духовних та інших потреб соціуму. Це означає, що функціональна складова також повинна бути відображена в умові містобудівної задачі. Життєвий цикл містобудівних систем, а також процеси, що відбуваються в них і в навколишньому середовищі, протікають у *часі*. В містобудівній науці чинник

часу може бути присутній в історичному аспекті, тривалості функціонування систем та у перспективі. Отже, часовий аспект також є неодмінною складовою теорій та практики містобудування. *Геометричні* характеристики відносяться до найважливіших у просторовій організації містобудівних систем. Розмірні дані, форми, концентрація об'єктів та властивості, що пов'язані з масштабом, розташуванням, оточенням об'єктів, мають враховуватись у задачах проектування й розвитку містобудівних систем.

Кожна з перелічених вище п'яти складових (людина, функція, умови, геометрія і час) містить певну множину кількісних і якісних характеристик. Ці характеристики мають різну природу і можуть бути задані дискретними величинами, а їх опис і взаємодію доцільно висвітлювати з використанням математичного апарату теорії множин. У нашому випадку елементи множини — це кількісні й якісні характеристики, а також характеристики використання відповідної складової простору. В просторі, побудованому в цих координатах, формулюються містобудівні задачі, здійснюється композиція містобудівних систем, встановлюються закономірності їх функціонування й розвитку. Оптимальна композиція потребує структурно-параметричного і просторово-часового узгодження елементів і зв'язків як у системі, так і з навколишнім середовищем. Для втілення цих положень у теорію й практику містобудування слід структурувати простір, графічно відобразити й дослідити зміст і взаємодію основних його елементів.

Методи графічного зображення багатовимірного простору на площині розглядаються в геометрії О. Боднаром [19], який використовував графічну модель багатомірного простору для задач архітектурного формоутворення. Ми досліджуємо геометричний вимір простору стосовно проблематики містобудування. Використовуючи загальні принципи побудови багатовимірного простору, наповнюємо його конкретним змістом стосовно міст і містобудівної діяльності. Простір — це множина елементів (предметів, явищ, станів та інших змінних), між якими існують просторово подібні відношення. Найпростішим прикладом є відношення кількості населення (характеристика «людина» L) до площі території (геометрична характеристика G) — тобто щільність населення. Якщо до цих двох координат додати час (характеристика T), можемо говорити про динаміку щільності населення в часі і т.д.

Зручною формою графічного відображення багатовимірного простору на площині виступає політоп. Побудову політопа покажемо на прикладі дво-, три-, чотири- та п'ятивимірної моделі *(рис.)*. Здійснюючи плоскопаралельний перенос одиничних векторів на координатній сітці, можна побудувати одиничний базис векторного простору. За правилом додавання векторів базисом буде діагональ, що з'єднує початкову точку з кінцевою. Графічна модель містобудівного простору у вигляді одиничного п'ятивимірного політопа буде мати 32 поєднання.

Узагальнимо й уточнимо зміст складових простору. *Людський вимір* є узагальненою змінною містобудівного простору, а населення можливо структурувати за різними ознаками: щодо статі, віку, кваліфікації тощо. Для будь-якої категорії людей характерні показники кількісні (наприклад, число людей, що проживають на території), якісні (характеристики духовності, освіченості) та характеристики використання (зайнятість, професійна структура). *Умови* є іншою узагальненою змінною, де виділяються компоненти: природні умови, умови розміщення та вимоги. Характеристика ситуації та завдання можуть бути задані однозначно, або набором типових умов. Вимоги — це директивна складова й нормативні обмеження. Природні умови задаються об'єктивно і на них нема впливу з боку проектанта. Умови розміщення — ті, які можуть змінюватись у процесі організації систем вищого рівня. *Функціональний вимір* містобудівних систем включає зовнішні й внутрішні функції, а також функції узгодження. Зовнішні функції скеровані на задоволення потреб надсистем, внутрішні — на потреби самої системи. Функції узгодження скеровані на структурно-параметричне й просторово-часове узгодження зовнішнього і внутрішнього. В системі існують сумісні й несумісні функції, а неузгодженість може відбуватись між характеристиками або бути часовою. *Геометричні характеристики* простору теж належать до узагальнених змінних та поділяються на компоненти: масштаб, конфігурація, поділ простору. Містобудівні системи є динамічними, тому однією з узагальнених змінних їх простору є *часовий вимір*. В. Тімохін припускає існування в урбосфері декількох видів і типів часу, таких як час органічної і неорганічної матерії, незворотний і циклічний, зовнішній і внутрішній, загальний і власний, прискорений і уповільнений та ін. [20]. Враховуючи специфіку містобудівних систем, у часовому векторі нами виділяються ретроспектива, сучасність і перспектива.

Виділені нами п'ять векторів є багатокомпонентними і поділяються на складові залежно від ієрархії простору та специфіки містобудівних завдань. При додатковому введені по три компоненти для кожного виміру виникають нові комбінаторні поєднання: одновимірних варіантів 15; а поєднань парних — 80; потрійних — 270; почетвірних — 320; п'ятивимірних — 125. Загальна кількість можливих комбінацій тоді становить 810. Кількість складових, які необхідні для заповнення інформацією політопа, вимагає суттєвого розширення інформації про урбанізовані системи, а також принципового реформування їх змісту й структури. Запропонована модель

багатовекторного містобудівного простору дозволяє суттєво реформувати інформаційну базу містобудування, структуризувати її під конкретні завдання та ширше використання геоінформаційних систем і технологій. Фіксуючи (виводячи з моделі) якийсь вимір, ми звужуємо задачу. Так, фіксуючи геометричний вимір, отримуємо множину характеристик, передусім процесів у просторі. Виділяючи геометричний вимір, відбувається прив'язка процесів до геометричних координат простору та формується клас геометричних задач.

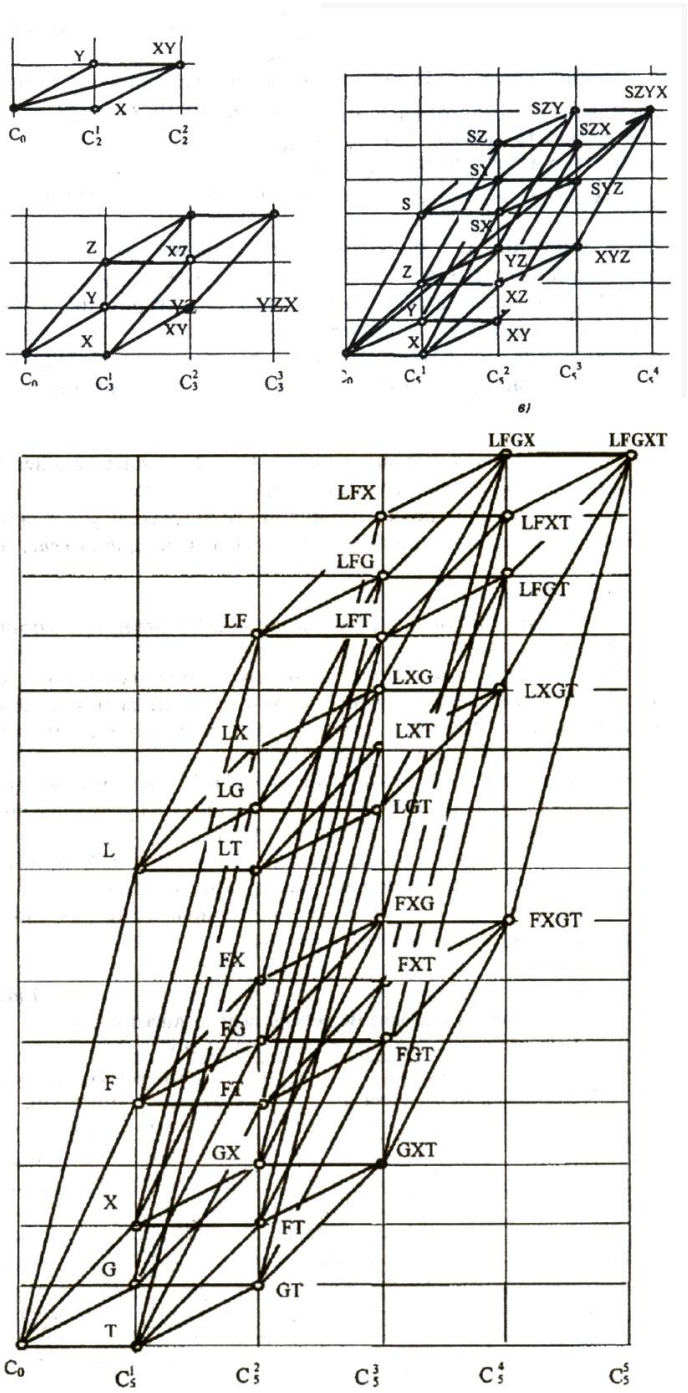

Рис 1. Приклади побудови одиничних політопів та графічна модель п'ятивимірного політопа [Джерело: 1, с. 53–55]

4. Геометрія та геометричні задачі в обґрунтуванні містобудівних рішень. Розглядаються задачі розміщення, переміщення і поділу. Виділення геометричного виміру і окремих задач є умовним, оскільки «чисті» виміри існують у взаємодії з усією множиною вимірів. Сутністю містобудування є задоволення потреб людини з урахуванням умов і динаміки в часі. Задачі «розміщення», будучи геометричними за своєю суттю, передбачають врахування потреб людини, умов і часу. Задачі

«переміщення» — це взаємодії геометрії і часу. Для потреб людини фундаментальною цінністю є час як невідновлюваний ресурс. *Проілюструємо міську геометрію* на прикладі комунікаційно-транспортної (лінійної) задачі для міста Львова. Характеризуючи Львів відповідно до моделі п'ятивимірного простору (окремих вимірів і взаємодій), відзначимо ряд особливостей просторової ситуації в місті, що обумовлені його геометрією. Геометричний вимір включає розташування міста, структуру розпланування, конфігурацію й інші територіальні характеристики. Відповідно, проблеми пов'язуються передусім із цими характеристиками та недоліками розпланування й структурою території.

Транзитні автомобільні потоки оминають місто об'їзною дорогою, проте це не вирішує внутрішньоміських транспортних проблем, що спричинені передовсім стрімким збільшенням кількості автомобілів, вузькістю вулиць у центральній частині міста та структурою рельєфу, які зумовлюють проходження основних транспортних потоків через центр. Стосовно ситуації у Львові це: надкомпактність територіальної структури і брак територій для нових функцій; складена радіально-кільцева структура при слабкому розвитку кілець; малоефективне вирішення транзитної проблеми; незавершеність об'їзної кільцевої дороги та неефективний зв'язок внутріміської й зовнішньої транспортних мереж тощо. Підкреслимо, що основна мережа зв'язків Львова сформувалась у другій половині XIX ст., у т.ч. і розбудова залізниць (після 1945 р. у зовнішній комунікаційній мережі відбулося мало змін, створена лише частина кільцевої дороги). Недостатній розвиток транспортної інфраструктури у місті (вуличної мережі, транспортно-пересадочних вузлів, паркувальних місць) призводить до постійних заторів, інколи транспортного колапсу. Таким чином, причини *транспортної проблеми* зосереджені в особливостях геометричного, функціонального та виміру умов Львова, зокрема складеної функціональної структури й недоліках розпланування міста (радіально-кільцева з недорозвинутістю кілець), невідповідності кількісних показників і якісних характеристик транспортної мережі й інфраструктури (геометричного виміру) іншим вимірам простору міста. Це обумовлює скерованість транспорту в центральну частину та його перерозподіл вузькими вулицями історичного центру міста.

Транспортна проблема тісно пов'язана з існуючою системою громадського транспорту (нераціональна організація переміщення людей). У місті недостатньо розвинуті системи громадського транспорту високої потужності пасажироперевезень, домінують мікроавтобуси. Складена «мозаїчна» функціональна структура міста підкреслює доцільність перевезень мікроавтобусами, але не створено ефективних зв'язків між основними центрами перевезення пасажирів транспортом високої здатності перевезення. Мікроавтобуси, ставши основним транспортним засобом, перевантажують вулиці міста й ускладнюють рух.

Як стверджувалось на міжнародному транспортному форумі, до участі якого залучено 59 країн-учасниць і який є єдиним органом, що охоплює всі види транспорту [21], забезпечення економічно ефективного транспорту в містах вимагає вирішення геометричної проблеми та використання високошвидкісного транспорту. Такі рішення не надаються для щільних міст, де великі транспортні засоби перевозять великі транспортні потоки. Зменшення розміру транспортних засобів призводить до збільшення їх кількості на дорогах, а відповідно, до зростання викидів і аварійності.

Сьогодні у великих містах спостерігається специфічне збільшення під'їзду (в'їзду) до міста. Використовуються рішення цієї проблеми: в першому випадку доїжджають до великого паркінгу за межею міста залишають автомобіль і пересідають на міський громадський транспорт; у другому, — паркінг влаштовується біля заміських станцій електропоїздів, від них можна рухатись електричкою до вокзалу, і там пересідати на громадський транспорт. Архітектори й інженери нині зайняті пошуком чи аналізом можливих варіантів руху, оптимального в кожному конкретному випадку й місті.

Проблему транспорту, у т.ч. громадського, слід вирішувати просторово, узгоджуючи інженерні (техніко-технологічні) характеристики транспорту та просторові характеристики міст. *Мета та умови задачі:* ефективно довести людей до місця призначення (проживання, праці, відпочинку тощо); не змінювати транспортні засоби (мінімізувати кількість пересадок); зберегти умови для всіх учасників комунікаційних процесів; врахувати уподобання мешканців щодо транспортних послуг. *Обмеження:* проїжджа частина може прийняти обмежену кількість засобів; фінансові можливості користання послугами; зростання кількості приватного транспорту.

Ефективні системи транспорту в містах передбачають: організацію міст навколо транспортних коридорів (високошвидкісних систем громадського транспорту); створення системи інформаційного забезпечення транспортних процесів, впровадження сучасних технічних засобів контролю та управління рухом; виключення руху з історичних центрів міст із невпорядкованою функціональною структурою, де створення ефективного фіксованого руху проблематично; узгодження просторової структури міста з техніко-технологічними характеристиками громадського простору.

Прикладом неузгодженості просторових характеристик у Львові може бути неузгодженість ідеї метро (швидкісного трамваю) для міста з його

просторовими характеристиками. Швидкісні види транспорту надаються для некомпактних, функціонально упорядкованих, лінійних просторових систем. Львів має інші характеристики — надкомпактне місто, функціонально невпорядковане (структура склалась історично), майже кругле в плані тощо.

Увесь наявний в місті громадський транспорт прив'язаний до дорожньої інфраструктури, тож доцільним видається використання залізничних шляхів, що є в місті та його околицях. Залізничні колії — це незалежний шляхопровід, який у межах міста майже не перетинається із автошляхами, що забезпечує більшу мобільність мешканців. Доцільно перенести залізницю в північному районі віддалено до центру та замінити її швидкісною автомагістраллю. Розробляються плани і проекти скасування фіксованих маршрутів громадського транспорту, що розглядається як інженерна та урбаністична проблеми. Пропонуються рішення зменшення розміру засобів транспорту, зміни його дизайну для збільшення щільності пасажирів та їх зручності, уникнення інерційного імпедансу (опору) при вирішенні питань прискорення й гальмування транспортних засобів тощо.

На завершення стисло опишемо інші геометричні задачі містобудування. *Питання раціонального розміщення об'єктів* мають враховувати умови, потреби людини й критерії оцінки рішень (раціональність і доцільність зв'язку: людина – потреби – функції – умови). Ці задачі складають окрему групу в урбаністиці. *Розміщення нового елемента в уже складеній урбанізованій системі вносить зміни передусім у систему зв'язків.* Система з чітко визначеним центром, до якої належить Львів, на який скеровано основні зв'язки, обумовлює те, що чим ближче до ядра розміщуватиметься новий елемент, тим більше зв'язків він зруйнує і переорієнтує. Відповідно, розміщення нового елемента на периферії може не зачіпати складених зв'язків, передбачаючи лише їх розвиток. Розміщення нового соціально важливого елемента на деградованій території міста служить ядром її реформування та розвитку.

Геометричну задачу поділу розкриємо на прикладі формування багатофункціональних просторів і комплексів у містах. Багатофункціональність ефективна насамперед власникам (розширюються можливості для використання окремих площ). Щодо корисності й зручності для відвідувачів виникає ряд застережень, адже тут зустрічаються й *перетинаються траєкторії руху людей з різними потребами*. Скупчення людей з різними потребами (шукаючи свою покупку, перешкоджаємо людям із іншими цілями) актуалізує питання обґрунтування об'єднання функцій відповідно до критеріїв соціально-еколого-економічної ефективності оцінки проектного рішення. Особливе місце слід відвести потребам дослідження і проектування процесів у багатофункціональних зонах і комплексах міста.

Висновки

1. Підтверджено визначальність геометричного виміру в задачах просторової організації й розвитку урбанізованих систем, а фахове врахування й використання геометричних показників і властивостей виступає умовою підвищення обґрунтованості архітектурно-містобудівних рішень. Геометрія функціонального міста базувалась на ідеях і рішеннях, які орієнтувались на контроль процесів. Геометрія простору сьогоднішнього міста має стимулювати його розвиток за аналогією з живим організмом.

2. Здійснений історичний екскурс розширює уявлення про геометрію міста та її просторову реалізацію. Характеристика геометричного виміру різних періодів дозволила зробити висновок: принципи геометрії стосуються міст будь-якого часу та будь-якої культури, пов'язуються з закономірностями зростання міст. Міські форми змінюються залежно від масштабу: збільшуючи масштаб міста до гіперскладних урбанізованих систем, зростає органічна аналогія, водночас зберігається чисте геометричне планування на локальних масштабах.

3. Обґрунтовано теоретичні положення міської геометрії, геометричних задач та методи їх вирішення. Визначено ряд дихотомій, розуміння яких важливе для усвідомлення, дослідження й проектування розвитку урбанізованих систем. Вони є корисними для узагальнення різних світоглядів простору, часу й міської геометрії: протиставлення понять простоти і складності; поділу і цілісності; неперервного і перервного; однорідності й неоднорідності системи; визначеності і невизначеності.

4. Важливість міської геометрії проілюстровано з використанням авторської моделі багатовимірного містобудівного простору (людина – функції – умови – геометрія – час) на прикладі геометричних задач м. Львова, зокрема розміщення, переміщення і поділу. Охарактеризовано й обґрунтовано вирішення комунікаційно-транспортної задачі в місті з урахуванням вимог нової геометрії.

Література

1. Габрель М.М. Просторова організація містобудівних систем / М.М. Габрель. – К.: Вид.дім А.С.С, 2004. – 400 с.

2. Лефевр А. Производство пространства / А. Лефевр; пер. с фр. И. Стаф. – М. : Strelka Press, 2015. – 432 с. URL: file:///C:/Users/72.35511/ЛефеврА.-Производство_пространства-2015.pdf [дата звернення 10.12.20].

3. Mumford L. The City / L.Mumford // International Encyclopedia of the Social Science (ed. D. L. Sills). NY, USA: The MacMillan Co& The Free Press. – 1968, Vol. II. – P. 447-472.

4. Soja E. Spatializing the urban, Part I / Edward Soja // City. Analysis of Urban Change, Theory, Action. – 2010. – Vol. 14. – P. 629–635. URL: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13604813.2010.539371 [дата звернення 02.01.21].
5. Кидуэлл П. Психология города. Как быть счастливым в мегаполисе [Headspace: The Psychology of City Living] / Пол Кидуэлл; пер. Е. Петрова. – М. : Манн, Иванов и Фербер, 2018. – 288 с. URL: https://www.yakaboo.ua/psihologija-goroda-kak-byt-schastlivym-v-megapolise.html#tab–fragment [дата звернення 03.01.21].
6. Джейкобс Дж. Смерть и жизнь больших американских городов / Джейн Джекобс ; пер. с анг. Л. Мотылева. – М.: Новое изд-во, 2011. – 460 с. URL: http://tehne.com/library/dzhekobs-dzh-smert-i-zhizn-bolshih-amerikanskih-gorodov-moskva-2011 [дата звернення 21.12.20].
7. Зитте К. Художественные основы градостроительства / Камилло Зитте; пер. с нем. Я. Крастиньш. – М.: Стройиздат, 1993. – 255 с. URL: file:///C:/Users/...DIa8420.21183/Художественные_основы_градостроительства._Камилло_Зитте._1993_20(1889).pdf [дата звернення 22.12.20].
8. Бурдье П. Физическое и социальное пространство : пер. с фр. / П. Бурдье, отв. ред. пер. Н. А. Шматко // Социология социального пространства. – 2007. – М.: Ин-т эксперимент. социол. ; Спб.: Алтейя. – С. 49–64. URL: https://socioline.ru/files/5/39/sociologiya_socialnogo_prostranstva.pdf [дата звернення 24.12.20].
9. Демин Н.М. Городские агломерации в контексте исследования феномена форм и систем расселения / Н.М. Демин // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. зб. – К.: КНУБА, 2012. – № 45 (1). – С. 3-15.
10. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы / Б. Мандельброт. – М.: Ин-т компьют. исслед., 2002. – 656 с.
11. Geddes P. Cities in evolution: an introduction to the town planning movement and to the study of civics / P. Geddes. – London: Williams & Norgate, 1915. – 432 pp. URL: https://archive.org/stream/citiesinevolutio00gedduoft?ref=ol#page/n13/mode/2up [дата звернення 27.12.20].
12. Wolf P. M. The Future of the City: New Directions in Urban Planning / Peter M. Wolf. – New York: Watson Guptill Publications, 1974. – 207 p.
13. Крижицький С.Д. Архітектура античних держав Північного Причорномор'я / С.Д. Крижицький. – К.: Наук. думка, 1993. – 248 с.
14. Смирнов С.Г. Математика в античности. Греческая математика / С.Г. Смирнов // Хронос : всемирная история в Интернете. URL: http://www.hrono.ru/proekty/nauka/matem011006_1.php [дата звернення 07.12.20].
15. Марків-Буковська Н. Инфлюенсери урбаністики: Ле Корбюзье — пророк бруталізму та співець бетону / Н. Марків-Буковська // Пространство. URL: https://www.prostranstvo.media/infljuenseri-urbanistiki-le-korbjuzie-prorok-brutalizmu-ta-spivec-betonu/ [дата звернення 29.11.20].
16. Kostof S. The City Shaped: Urban Patterns and Meanings Through History / Spiro Kostof. – USA: Bullfinch Press, 1991. – 352 p.
17. Дронова О.Л. Новий урбанізм: у пошуках виходу з урбаністичного колапсу / О.Л. Дронова // Український географічний журнал. – 2015. – № 3. – С. 33–41. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/UGJ_2015_3_7 [дата звернення 28.11.20].
18. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы : пер. с англ. / Бенуа Мандельброт.— М.: Ин-т компьют. исслед., 2002. — 656 с. URL: http://maxima-library.org/mob/b/434370?format=read [дата звернення 10.01.21].
19. Боднар О.Я. Проблема взаимосвязи геометрических пространственных представлений в искусствознании : автореф. дис. ... д-ра искусствоведения: 17.00.06 / О.Я. Боднар ; Всероссийский НИИ технической эстетики. – М., 1994. – 45 с.
20. Тімохін В.О. Просторово-часова концепція та ідеологія розвитку сучасного міста / В.О. Тімохін // Співвідношення категорій містобудування та ідеологій. — К., 2003. — С. 306–313. URL: http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/50244/2/2003n486_Timokhin_V-Prostorovo_chasova_kontseptsiia_306-313.pdf [дата звернення 17.12.20].
21. The Social Impacts of Road Pricing. Summary and Conclusions: International Transport Forum. 2018. 170 Roundtable. URL: https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/social-impacts-road-pricing.pdf [дата звернення 16.01.21].

References

1. Habrel′ M.M. (2004). Prostorova orhanizatsiya mistobudivnykh system. K.: A.S.S, 400 s.
2. Lefevr A. (2015). Proizvodstvo prostranstva. M.: Strelka Press, 432 s. URL: file:///C:/Users/Rar$DIa572.35511/ЛефеврА.-Производство_пространства-2015.pdf
3. Mumford L. (1968). The City. International Encyclopedia of the Social Science (ed. D. L. Sills). NY, USA: The MacMillan Co& The Free Press. Vol. II, p. 447-472.
4. Soja E. (2010). Spatializing the urban, Part I: City. Analysis of Urban Change, Theory, Action. Vol. 14, p. 629–635. URL: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13604813.2010.539371
5. Kiduell P. (2018). Psikhologiya goroda. Kak byt' schastlivym v megapolise. M. : Mann, Ivanov i Ferber, 288 s. URL: https://www.yakaboo.ua/psihologija-goroda-kak-byt-schastlivym-v-megapolise
6. Dzheykobs Dzh. (2011). Smert' i zhizn' bol'shikh amerikanskikh gorodov. M.: Novoye izd-vo, 460 s. URL: http://tehne.com/library/dzhekobs-dzh-smert-i-zhizn-bolshih-amerikanskih-gorodov-moskva-2011
7. Zitte K. (1993). Khudozhestvennyye osnovy gradostroitel'stva. M.: Stroyizdat, 255 s. URL: file:///C:/Users/...DIa8420.21183/Художественные_основы_градостроительства._Камилло_Зитте._1993_20(1889).pdf
8. Burd'ye P. (2007). Fizicheskoye i sotsial'noye prostranstvo. Sotsiologiya sotsial'nogo prostranstva. M.: In-t eksperiment. sotsiol. ; Spb.: Alteyya, s. 49–64. URL: https://socioline.ru/files/5/39/sociologiya_socialnogo_prostranstva.pdf
9. Demin N.M. (2012). Gorodskiye aglomeratsii v kontekste issledovaniya fenomena form i sistem rasseleniya. Gradostroitel'stvo i territorial'noye planirovaniye. K .: KNUBA, № 45 (1), s. 3-15.
10. Mandel′brot B. (2002). Fraktal′na heometriya pryrody. M .: In-t komp'yut. doslidni., 656 s.
11. Geddes P. (1915). Cities in evolution: an introduction to the town planning movement and to the study of civics. London:

Williams & Norgate, 432 pp. URL: https://archive.org/stream/citiesinevolutio00gedduoft?ref=ol#page/n13/mode/2up
12. Wolf P. M. (1974). The Future of the City: New Directions in Urban Planning. New York: Watson Guptill Publications, 207 p.
13. Kryzhyts′kyy S.D. (1993). Arkhitektura antychnykh derzhav Pivnichnoho Prychornomor″ya. K.: Nauk. dumka, 248 s.
14. Smyrnov S.H. Matematyka v antychnosti. Hrets′ka matematyka. Khronos. URL: http://www.hrono.ru/proekty/nauka/matem011006_1.php
15. Markiv-Bukovs′ka N. Ynflyuensery urbanistyky: Le Korbyuz″e — prorok brutalizmu ta spivets′ betonu. Prostranstvo. URL: https://www.prostranstvo.media/infljuenseri-urbanistiki-le-korbjuzie-prorok-brutalizmu-ta-spivec-betonu/
16. Kostof S. (1991). The City Shaped: Urban Patterns and Meanings Through History. USA: Bullfinch Press, 352 p.
17. Dronova O.L. (2015). Novyy urbanizm: v poiskakh vykhoda iz urbanisticheskogo kollapsa. Ukrainskiy geograficheskiy zhurnal. № 3, s. 33-41. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/UGJ_2015_3_7
18. Mandel′brot B. (2002). Fraktal′na heometriya pryrody. M .: In-t komp'yut. doslidni., 656 s. URL: http://maxima-library.org/mob/b/434370? format = read
19. Bodnar O.YA. (1994). Problema vzayemozv'yazku heometrychnykh prostorovykh uyavlen′ v mystetstvoznavstvi: avtoref. dys. ... d-ra mystetstvoznavstva: 17.00.06. M., 45 s.
20. Timokhin V.A. (2003). Prostranstvenno-vremennaya kontseptsiya i ideologiya razvitiya sovremennogo goroda. Sootnosheniye kategoriy gradostroitel'stva i ideologiy. K., s. 306–313. URL: http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/50244/2/2003n486_Timokhin_V-Prostorovo_chasova_kontseptsiia_306-313.pdf
21. The Social Impacts of Road Pricing. Summary and Conclusions: International Transport Forum. 2018. 170 Roundtable. URL: https://www.itf-oecd.org/sites/default/ files/docs/social-impacts-road-pricing.pdf

Рецензент: доктор архітектури, професор Б.С. Черкес, директор Інституту архітектури та дизайну НУ «Львівська політехніка», Україна

Автор: ГАБРЕЛЬ Микола Михайлович
д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри архітектурного проектування
Інституту архітектури та дизайну НУ «Львівська політехніка»
E-mail — gabrelmikola@gmail.com
ID ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2514-9165

GEOMETRIC PROBLEMS IN URBANISM

Mykola Habrel
Institute of Architecture and Design, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

The article considers the phenomenon of urban geometry and the essence of geometric problems in urban planning. The proposed approach corresponds to the generally accepted understanding of cities through knowledge of the arts, humanities, social sciences and engineering. Geometry expands the understanding of cities and processes in them both in the historical context and in modern realities and conditions. The definiteness of the geometric dimension in the problems of spatial organization and development of urbanized systems is confirmed.

Professional consideration and use of geometric indicators and properties is a condition for increasing the validity of architectural and urban planning decisions. The geometry of the functional city was based on ideas and solutions that focused on process control. The geometry of the space of today's city, according to the author, should stimulate its development by analogy with a living organism. Historical analysis expands the idea of the geometry of the city and its spatial implementation. The characteristics of the geometric measurement of different periods allowed us to conclude that the principles of geometry apply to cities of any time and any culture, are associated with the patterns of urban growth. Urban forms change depending on the scale: increasing the scale of the city to hypercomplex urban systems, the organic analogy grows, pure geometric planning is preserved on a local scale.

The theoretical provisions of urban geometry, geometric problems and methods of their solution are substantiated. Identified dichotomies are important for understanding, researching and designing the development of urban systems. They are useful for generalizing different worldviews of space, time and urban geometry: the opposition of the concepts of simplicity and complexity; division and integrity; continuous and intermittent; homogeneity and heterogeneity of the system; certainty and uncertainty. New paradigms and thinking of the city as a hypercomplex system of organic complexity are covered. Geometry determines complexity, scale and shape. Views on space and geometry on the scale of human history have been studied. An attempt is made to understand the "reality" of development and spatial organization of cities. Geometry is used to display order and regularity, as well as in solving urban problems of today. The article highlights, structures and reveals the role of geometry and geometric problems in urban systems, their relationship with other dimensions and problems of spatial organization and urban development.

In the model of multidimensional urban space "human - functions - conditions - geometry - time", which was substantiated by the author to solve problems of urban planning (spatial organization and development of urban systems) a special role is given to the geometric dimension, which is described in detail in the article. It includes many characteristics and indicators: size, configuration, shape, concentration of elements, as well as properties related to scale, intrasystem connections and location in the environment. The importance of urban geometry is illustrated using the author's model of multidimensional urban space on the example of geometric problems of Lviv, in particular placement, relocation and division. The solution of the communication and transport problem in the city is characterized and substantiated taking into account the requirements of the new geometry.

Keywords: *multidimensionality of urban space, geometry of cities, geometric problems, methods of substantiation of architectural and town-planning decisions, development of urbanized systems.*