

УДК 721.21

DOI <https://doi.org/10.32782/2415-8151.2026.40.8>

# ПАРАМЕТРИЧНІ МЕТОДИ ОБ'ЄМНО-ПРОСТОРОВОГО ФОРМУВАННЯ НОВИХ БУДІВЕЛЬ В ІСТОРИЧНО СКЛАДЕНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

**Кордияка Роксолана Михайлівна**

магістр архітектури,

аспірант кафедри архітектурного проектування цивільних будівель та споруд,  
Київський національний університет будівництва та архітектури, Київ, Україна,  
e-mail: kolisnyk\_rm-2022@knuba.edu.ua, orcid: 0009-0002-1178-5387

**Анотація.** Метою дослідження є обґрунтування та систематизація об'ємно-просторових методів формування нових об'ємів у історично складеному середовищі на основі параметричного підходу, а також визначення принципів їх параметризації через виокремлення та формалізацію ключових морфологічних, геометричних і композиційних характеристик середовища.

**Методологія.** Дослідження базується на системному підході, в межах якого історично складене середовище розглядається як багатокомпонентна морфологічна система. Застосовано методи аналізу, синтезу, порівняння та морфологічного дослідження для виокремлення характеристик середовища і принципів інтеграції нових об'ємів. Ключовим інструментом виступає параметричне та генеративне моделювання, що дозволяє формалізувати геометричні, просторові та композиційні характеристики у вигляді змінних і обмежень, що забезпечує можливість системного формування та порівняння варіантів об'ємно-просторових рішень у межах визначених параметричних умов.

**Результати.** Визначено та систематизовано об'ємно-просторові методи формування нових об'ємів у історично складеному середовищі, зокрема метод лінійного замикання, метод об'ємного включення, метод просторового доповнення та метод фасадної інтеграції, для яких встановлено характер просторового втручання та принципи взаємодії з існуючою забудовою. Виокремлено ключові групи параметрів, що визначають процес формування архітектурної форми, включаючи просторово-планувальні, габаритні, композиційні характеристики та параметри формотворення окремих елементів (атріумів, пасажів, накриттів тощо). Показано, що їх параметризація забезпечує формалізацію процесу інтеграції та дозволяє розглядати формування нових об'ємів як керований варіативний процес, у якому зазначені методи виступають як взаємопов'язані сценарії в межах єдиного параметричного підходу.

**Наукова новизна.** Обґрунтовано підхід до формування нових об'ємів у історично складеному середовищі як системи об'ємно-просторових методів на основі параметричної логіки. Розвинено принцип параметризації морфологічних і композиційних характеристик середовища як керованих змінних формотворення.

**Практична значущість.** Результати дослідження можуть бути використані для обґрунтування проектних рішень при формуванні нових об'ємів у історично складеному середовищі. Запропоновані підходи слугують основою для розроблення алгоритмічних інструментів проектування.

**Ключові слова:** архітектура, параметричне моделювання, генеративне проектування, об'ємно-просторові методи, історично складене середовище, інтеграція забудови, морфологія середовища, формотворення, алгоритмічне проектування.

**ВСТУП**

На сучасному етапі розвитку, існує потреба інтеграції історично складеного середовища в дискурс сучасних змін, що також передбачатиме необхідність включення нової забудови в історично сформовану структуру без порушення її композиційної цілісності та просторової логіки. Традиційні підходи до проектування часто не забезпечують достатнього рівня узгодженості нових об'ємів із морфологічними характеристиками середовища в умовах багатофакторності та складності взаємозв'язків [3]. У цьому контексті параметричні методи набувають актуальності як інструмент, що дозволяє формалізувати характеристики середовища та забезпечити керований процес формування архітектурних рішень.

Параметричні методи забезпечують комплексний контроль над процесом архітектурного проектування, дозволяючи розкласти складні проєктні цілі на сукупність взаємопов'язаних параметрів [10], що є особливо ефективним у роботі з багатофакторними задачами, зокрема при формуванні нових об'ємів у історично складеному середовищі, де необхідно одночасно враховувати просторові, морфологічні, композиційні та контекстуальні характеристики. Параметричне моделювання відзначається можливістю швидкого ітеративного опрацювання варіантів [14], гнучкою структурою процесу та використанням аналітичних обчислювальних моделей для прогнозування результатів [1; 7].

Сучасні параметричні інструменти базуються на роботі з даними, зв'язки між якими можуть змінюватися в режимі реального часу, що забезпечує безпосередній зв'язок між аналітичним дослідженням і формуванням проєктного рішення [16]. Використання параметричних інструментів дозволяє працювати з геометрією як із системою взаємозалежних елементів, у якій зміна базових характеристик автоматично призводить до трансформації пов'язаних компонентів об'єкта [4].

На противагу, традиційні методи моделювання часто обмежуються роботою з окремими характеристиками або спрощеними моделями, що формує низьку ітеративність процесу та ускладнює доведення доцільності результату на ранніх етапах проектування. Натомість, сучасні обчислювальні інструменти розширюють можливості архітектора, дозволяючи автоматизувати частину проєктних процесів, досліджувати альтернативні варіанти та приймати обґрунтовані рішення в умовах багатофакторності проєктних задач.

У статті обґрунтовано перехід від інтуїтивного формоутворення до керованого проєктного

процесу із застосуванням параметричних методів, за яких архітектурні рішення формуються на основі системного аналізу та варіювання параметрів у межах визначених умов.

Визначено та систематизовано чотири об'ємно-просторові методи формування нових об'ємів, що дозволяють структуровано підходити до інтеграції в історично складене середовище з малоцінною забудовою. Параметричним підходом забезпечено можливість формалізації цих методів через систему змінних і обмежень, що визначають геометрію, розміщення та характер взаємодії нових об'ємів із існуючою забудовою.

**АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Х. Вень та ін. визначають набір змінних, що мають найбільший вплив на результати оптимізації на ранніх стадіях проектування [20], тоді як Л. Рамадан та ін. пропонують багатокритеріальні підходи до формоутворення параметричних об'єктів, поєднуючи геометричні варіації з оптимізаційними алгоритмами [17]. Аналогічно, Ж. Ху та ін. рухаються в сторону впровадження сталості в параметричні архітектурні рішення та демонструють можливості автоматизованої оптимізації форми на основі екологічних показників із використанням інструментів Ladybug та Honeybee [8].

У контексті історичного середовища особливого значення набувають дослідження, що поєднують параметричне моделювання з задачами реновації. М. Данг та ін. демонструють можливості параметричного підходу для інтеграції нових рішень у сформовану міську структуру на прикладі історичного центру Амстердама [7]. Важливим доповненням до зазначених підходів є дослідження, спрямовані на інтеграцію методів машинного навчання та генеративного моделювання у процесі архітектурного проектування. Зокрема, Р. Даннейв та К. Мюллер розглядають концепцію *design subspace learning*, що дозволяє досліджувати простір проєктних рішень на основі критеріїв функціональності та продуктивності, формуючи нові варіанти архітектурних форм через генеративні моделі, що базуються на певних вхідних умовах [6]. Подібний напрям простежується і у роботі Л. Ліанг та Б. Танчер, де історичні геометричні дані використовуються як база для аналізу різноманіття форм та подальшої генерації оптимізованих конфігурацій забудови [13].

**МЕТА**

Метою дослідження є обґрунтування та систематизація об'ємно-просторових методів формування нових об'ємів у історично

складеному середовищі на основі параметричного підходу, а також визначення принципів їх параметризації через виокремлення та формалізацію ключових морфологічних, геометричних і композиційних характеристик середовища.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У контексті формування нових будівель в історично складеному середовищі параметрична варіативність моделювання виступає інструментом оперативного аналізу впливу новоствореної форми на окремі, попередньо визначені показники об'єкта архітектури. Оскільки цільові параметри кожного проекту виокремлюються його функціональними, містобудівними та контекстними завданнями, вони можуть доповнюватися додатковими цілями в контексті так званої «субоптимізації», що забезпечує наступне уточнення та вдосконалення згенерованої форми будівлі [8].

Зі збільшенням обсягу розрахунків, кількості врахованих змінних та параметрів зростає і масив результатів, а отже – і спектр можливих проектних рішень. Параметричний підхід також забезпечує можливість «реоптимізації», коли на основі вже обраних варіантів у модель вводяться нові керовані змінні та адаптивні параметри, після чого створюється наступний цикл оптимізації. Така багаторівнева структура аналізу дозволяє поступово уточнювати проектні рішення відповідно до змінних вимог умов та поставлених завдань.

Однією з ключових переваг параметричних підходів є формотворчий пошук, що виходить за межі суто аналітичних розрахункових методів. Йдеться не тільки про досягнення певних чисельних показників енергоефективності або мікроклімату, а й про формування концептуальних передумов проекту. Архітектурна форма розуміється не лише як об'єкт з певними естетичними і функціональними характеристиками, але також як і складова взаємодії з історичним контекстом, а отже – стає носієм одночасно матеріальних, композиційних і культурних змістів.

Пошук архітектурної форми для інтеграції в історично складене середовище є багатофакторним процесом, що поєднує різноспрямовані проектні цілі. В процесі пошуку форми, таким чином, архітектор стикається із потребою формування багатокритеріальної оптимізаційної структури, здатної узгодити естетичні, історико-охоронні та функціональні вимоги. Будь-який проектний процес починається з визначення загальних меж втручання, аналізу складеного історичного середовища та формування первинної об'ємно-просторової

моделі [11]. Саме параметричне моделювання дозволяє найбільш оперативно сформувати варіативну морфологічну структуру об'єкта, інтегруючи до алгоритму всі релевантні характеристики та обмеження.

Узагальнюючи викладене, процес параметричного аналізу та проектування енергоефективних будівель в умовах історично складеного середовища можна умовно поділити на такі етапи:

1) Опрацювання результатів передпроектних досліджень – історико-містобудівного, соціального та інструментального аналізу, що формують вихідну інформаційну базу для алгоритмічної моделі.

2) Визначення базових проектних цілей, інтегрованих у параметричний алгоритм. На початковому етапі доцільно виокремити ключові завдання, що визначають логіку формування об'єкта. У випадку нових будівель це, як правило, планові характеристики основної проекту (так званий «нульовий переріз»), що з метою подальшого об'ємного формування, а також первинна стратегія його інтеграції у навколишній історичний контекст.

3) Інтеграція проектних цілей у параметричну модель, що забезпечує формалізацію взаємозв'язків між просторовими, конструктивними та енергетичними характеристиками об'єкта, а також розуміння послідовності і логіки алгоритмічної обробки даних.

4) Подальша оптимізація та субоптимізація, що на основі аналізу перших варіантних рішень передбачає перехід до пошуку більш ефективних альтернатив шляхом зміни попередніх досліджених параметрів та введення додаткових, нових змінних, що уточнюватимуть або розширюють початкові проектні цілі.

5) Оцінка за додатковими показниками задля уточнення оптимальної об'ємно-просторової конфігурації – параметричний підхід відкриває можливості також для більш локалізованих форматів дослідження, впроваджуючи цільовий аналіз характеристик зовнішніх огорожувальних конструкцій – елементів, що формують фасад, – з конкретних кліматичних умов та характеристик образу навколишньої контекстуальної забудови. Також алгоритмічний пошук може бути спрямований на подальшу оптимізацію окремих компонентів будівлі: конструктивних систем, покрівель, світлопрозорих елементів тощо [17].

Об'ємно-просторові методи у контексті формування нових будівель в історично складеному середовищі доцільно розглядати як окремі типи архітектурно-планувальних підходів, що ґрунтуються на принципах просторової інтеграції об'єктів у сформовану

конфігурацію середовища з урахуванням його композиційних, масштабних та структурних характеристик. Застосування даних підходів спрямоване на забезпечення узгодженості нових об'ємів з існуючою, історично складеною забудовою, шляхом регулювання тих геометричних параметрів, що мають вплив на архітектурний образ середовища зокрема силуету, конфігурації об'єму, висотних відміток, пропорційних співвідношень та орієнтації.

Таким чином, застосування параметризації об'ємно-просторових методів передбачає роботу з існуючими морфологічними характеристиками середовища, включаючи ритміку забудови, структуру кварталів, регуляційні лінії та фронти забудови, переведені у значення відповідних числових чи інших характеристик. Такий підхід дозволяє забезпечити органічне включення нових елементів – без порушення цілісності сформованої композиційної та образної організації історичного середовища, та без деформації тих характерних силуетних і композиційних параметрів, що власне складають матеріальність та цілісність середовища, оскільки за основу регуляторних параметрів беруться власне переведені в параметричний контекст значення пропорцій та об'ємів історичного середовища.

Параметризація процесу послуговуватиметься також генеративними методами, оскільки таким чином об'ємно-просторовий пошук набудуватиме алгоритмічної визначеності, що дозволяє формалізувати процес пошуку архітектурної форми [20]. Генеративне моделювання забезпечуватиме варіювання геометричних характеристик об'єкта в межах заданих обмежень та правил, сформованих на основі аналізу історичного контексту. При цьому здійснюється багатоваріантне тестування об'ємно-просторових рішень з подальшою оцінкою їх відповідності попередньо встановленим критеріям.

Таким чином, доцільним є власне виокремлення конкретних об'ємно-просторових методів формування нових будівель, для аналізу їх логіки інтеграції в існуючий контекст історично складеного середовища та формалізації характеристик, у вигляді змінних та обмежень, для подальшої параметричної інтерпретації.

#### **Метод лінійного замикання**

Метод лінійного замикання передбачає формування нових будівель у стрічковому порядку, в межах існуючої фронтальної забудови. Сформований фасадний фронт отримуватиме заповнення або ж продовження, з дотриманням відповідних характерних для середовища параметрів – враховуючи існуючі

висотні відмітки, пропорції фасадів, ритміки членування, нюанси, модульність елементів та інші композиційні структури.

Відповідно, даний метод орієнтується на утворення безперервного замкнутого простору та підтримання структури сформованої морфології історично складеної забудови, оскільки нові будівлі розміщуються в межах регуляційних ліній, займаючи відкриті проміжки поміж будівлями або ж заміщаючи дисгармонійні включення [13].

Композиційно, інтеграція нових будівель забезпечується як через нюансні рішення, орієнтовані на мінімізацію візуального контрасту, так і через контрольовані відхилення, допустимі в осередках менш цінної забудови [13; 18]. В обидвох випадках ключовим є збереження цілісності фасадного ряду та відсутність порушення силуету вулиці.

Серед основних параметрів, що переводитимуться у конкретні числові значення, котрі визначатимуть метод лінійного замикання, будуть:

- висотні характеристики, а саме максимальна та середня висота елементів у межах фронту забудови, та встановлення їх допустимих відхилень;

- пропорційні співвідношення фасадів, як-от відношення ширини до висоти, модульність членування віконних отворів, балконів тощо;

- ритміка забудови, відстані поміж осями фасадів, ширина секцій, частота та інтервали вертикальних членувань;

- силуетні обмеження, що передбачатимуть узгодження верхніх відміток та контурів забудови в межах фронту вулиці.

Параметризація методу лінійного замикання передбачає формалізацію морфологічних характеристик оточуючих, історично складених об'ємів [9] та переведення цих параметрів у діапазони допустимих геометричних варіацій, що утворюватимуть обмеження, відповідно до яких формуватиметься множина допустимих об'ємно-просторових рішень. Нова будівля, в межах заданих обмежень, варіюватиме положення, габарити та пропорції об'єкта.

Оцінка представлених варіантів, за сукупністю характеристик нової будівлі, здійснюватиметься за ступенем узгодженості з морфологічними характеристиками існуючого фасадного ряду забудови, а також з відсутності порушень силуету та відповідності ритмічній структурі забудови.

#### **Метод об'ємного включення**

Метод окремого об'ємного включення передбачає формування нових будівель як

автономних об'ємів, що розташовуються у структурі історично складеного середовища, та доповнюють його архітектурний ансамбль. На відміну від методу лінійного замикання, новий об'єм не інтегрується у фронт забудови, а розглядається як самостійна просторова значена одиниця, що поза тим вписується, доповнює та розвиває існуючий архітектурний образ середовища.

За даного методу, просторова структура історичного середовища цілком зберігається. Хоча в існуючу структуру все ж вводяться нові елементи, та нові об'єми розташовуються із врахуванням існуючих планувальних осей, відкритих просторів та морфології забудови, розвиваючи та доповнюючи середовище, формуючи у свою чергу нові елементи та включення – а саме, додаткові внутрішні простори, як-от проходи, дворики, розриви поміж об'ємами [6]. При цьому забезпечується узгодженість із висотними параметрами та силуетом забудови без відтворення історичних фасадних рішень.

Композиційні прийоми передбачатимуть узгодження масштабу, пропорцій та характеру членування об'єму, при тому – допускати-меться варіативність рішень, від нейтральних, контекстуально стриманих до акцентних сучасних включень [13], за умови дотримання вимог щодо збереження цілісності архітектурного образу середовища.

Параметризація методу об'ємного включення полягатиме як у формалізації просторових та планіметричних характеристик нового об'єму, так і тих просторових параметрів середовища, що визначатимуть умови розміщення нового включення. Ключовими параметрами, при тім, будуть наступні:

- розміщення об'єму нової будівлі в структурі середовища, як-от відстані до оточуючих існуючих будівель, розміщення відносно основних композиційних осей, особливості розташування в межах ділянки;

- власні габарити, а саме висота, довжина, ширина, співвідношення сторін, співвідношення об'ємних блоків тощо;

- пропорційні характеристики габаритів нового об'ємного включення, співвідношення висоти до ширини, масштаб членування фасадів;

- щільність в межах сформованої структури середовища, співвідношення забудованої та відкритої площі, параметри розривів між об'ємами;

- композиційна взаємодія з середовищем – орієнтація об'єму, характер його розміщення відносно візуальних осей та відкритих просторів.

Оцінка якості інтеграції нового об'ємного включення здійснюватиметься за сукупністю критеріїв, що базуватимуться на допустимих діапазонах розміщення та геометрії нового об'єму відносно навколишньої історично складеної структури. Варіювання положення та конфігурації об'єму ураховуватиме задані обмеження історично складеного середовища.

#### **Метод просторового доповнення**

Метод передбачає формування нових архітектурних об'ємів як просторове доповнення у тих зонах, що не визначають фронтальний вуличний силует, та зокрема на місці малоцінних, тимчасових або функціонально неактивних споруд, тобто втручання відбувається на внутрішніх, менш чутливих до трансформацій ділянках, що були зайняті мало-виразними, застарілими, непридатними до експлуатації елементами (флігелями, гаражами, підсобними спорудами, тимчасовими навісами, сараями тощо), або й на місці неактивних, порожніх зон в межах архітектурного ансамблю.

Цей метод зберігає візуальну цілісність архітектурного середовища, при тім, трансформує та активізує його внутрішню просторову структуру, та окрім неактивних елементів, зокрема включає у взаємодію внутрішні двори, систему проходів, патіо, глибинних просторів будівель, та зони поміж взаєморозташованими будівлями.

Відповідно, просторова організація може передбачати формування додаткових елементів, як-от критих чи напівкритих дворів, пасажів, напіввідкритих просторів, метою яких є забезпечення зв'язності середовища [6; 18]. Нові об'єми узгоджуються з масштабними та композиційними характеристиками існуючої забудови, формуючи цілісну просторову структуру без відтворення фасадних рішень навколишніх історичних будівель.

Водночас, на відміну від традиційного підходу до формування внутрішніх просторів, параметричний підхід в контексті методу просторового доповнення передбачатиме використання обчислювальних методів об'ємного формотворення, в межах яких геометрія нових об'єктів визначається як результат варіювання заданих параметрів та конкретного формотворчого алгоритму.

Параметризація методу охоплюватиме зокрема не лише розміщення об'ємів, а й формування окремих просторових елементів та форм, як от атріумів, пасажів, пергол, накриттів, напіввідкритих переходів тощо. Формотворча організація даних елементів може зокрема реалізовуватися у вигляді параметричних сітчастих або ж оболонкових

структур, геометрія яких визначатиметься через систему опорних точок, напрямків навантаження та просторових обмежень. Основа поверхонь таких елементів формуватиметься як результат «натягнення» площини поміж прямими, що задаватимуть контури структури, з подальшою деталізацією у вигляді регулярної чи варіативної сітки об'єму.

Таким чином, формування просторових доповнень у вигляді пасажів, внутрішніх проходів передбачатиме побудову системи зв'язків поміж ключовими точками – входами, вузлами, функціональними зонами, та системами елементів, що складатимуть функціональне наповнення та зонування всередині атріумів – платформ, площадок, композиційних структур тощо [5; 12].

Атріуми та внутрішні двори визначатимуться як параметричне узгодження контурів забудови, де форма генеруватиметься як результат генерації об'ємів в межах заданих габаритів та відступів, та слідуватиме за певним патерном чи вектором, котрий визначатиме архітектурний образ [6].

Загалом, елементи в межах методу просторового доповнення модифікуватимуться за рахунок варіювання щільності, кривизни, напрямку структурних елементів, що формуватимуть їх просторовий каркас [5]. При цьому, дані доповнення не дисонуватимуть з історичним образом середовища, оскільки не є проглядні з боку основних розгортки об'ємів, та обмежуватимуться за висотою згідно регуляцій історичного середовища. Такі елементи та структури водночас мають піддаватися легкому демонтажу, що в майбутньому дасть змогу зручної та адаптивної репрофілізації середовища згідно нових потреб та вимог часу.

Підсумовуючи, параметризація методу просторового доповнення передбачатиме виокремлення та формалізацію таких груп параметрів:

- просторово-планувальні параметри середовища, а саме конфігурація та глибина внутрішніх просторів, дворів, наявність та характер проходів, зв'язків між об'ємами;

- характеристики щодо розміщення нових об'ємів: відстані до існуючої забудови, розташування відносно внутрішніх композиційних осей, об'ємний тип включення у структуру середовища;

- габаритні характеристики – стандартно, пропорції, висота, довжина, ширина, співвідношення об'ємів та їх окремих частин, масштаб відносно оточуючої забудови;

- параметри просторової щільності, а саме, відсоткове співвідношення забудованої та відкритої площі, розміри та пропорції

внутрішніх просторів, інтервали між об'ємами тощо;

Окремо – виділятимуться параметри задля формування конкретних просторових елементів, наприклад:

- геометрія атріумів (контур, глибина, ступінь відкритості, конфігурація, тип формування параметричної структури);

- конфігурація пасажів та проходів (ширина, траєкторії, зв'язність, наявність функціональних елементів);

- параметри накриттів і пергол (радіуси кривизни, крок сітки, щільність структури, висота підйому);

- характеристики оболонки (тип поверхні, ступінь деформації, вершини, вектори і напрямки розвитку форми);

- параметри взаємодії елементів: узгодження між об'ємами та накриттями, відповідність геометрії відкритих і напіввідкритих просторів, характер переходів між ними.

Оцінка сформованих варіантів здійснюватиметься за ступенем узгодженості геометрії нових об'ємів та просторових елементів із морфологічними характеристиками історично складеного середовища, а також за якістю організації внутрішніх просторів і зв'язків між ними.

#### **Метод фасадної інтеграції**

Метод фасадної інтеграції передбачає створення нового об'ємного рішення перед фасадом будівлі, або ж в його межах, зі збереженням цілісності історичної оболонки. Історично складений фасад виступає як композиційний шар, осьові лінії якого визначають характер та межі інтеграції нового включення, а утворений внутрішній простір формується відповідно до сучасних тенденцій та функціональних вимог.

Нове об'ємне включення може бути реалізоване у вигляді вставної структури, надбудови [19], або ж системи подвійного фасаду. Незалежно від типу інтегрованого включення, силует історичної будівлі та композиційні осі фасадного фронту залишаються збережені [15]. Просторова організація даного методу передбачатиме формування внутрішнього об'єму як самостійної структури, що взаємодіє з історичною оболонкою через проміжний простір, який виконує роль буферної зони.

Такий внутрішній об'єм може доповнюватися атріумами, світловими шахтами, функціональними чарунками, що забезпечують зв'язність та просторову організацію нової структури [2; 5]. Як і за минулого методу, наявність внутрішнього простору створюватиме додаткову функціональну завантаженість

об'єкту, проте метод фасадної інтеграції, в окремих випадках, не створюватиме надто великий прошарок поміж новими та існуючими конструкціями, зокрема, якщо формуватиметься система подвійного фасаду.

Проте даний метод відкриває можливості до створення параметрично керованої множини архітектурних рішень, що характеризуватимуться унікальними патернами.

До таких параметрів, зокрема, належатимуть параметри історичної оболонки та граничні відступи нового об'єму як граничної умови:

- геометрія історичного фасаду, об'ємно-просторові характеристики його елементів, карнизів, виступів, крок візуальних осей фасадних елементів, ритм прорізів, положення несучих елементів (півколон, фронтонів, за наявності), що визначають допустимі зони втручання;

- параметри відступу та деформації зовнішнього об'єму, як різниця поміж найбільш виступаючою точкою інтегрованого об'єму, та основною площиною історичного фасаду;

- внутрішній відступ поміж новим і існуючим об'ємом, локальні відступи, що дозволяють формувати ніші, атріуми або вертикальні простори;

Окремо можуть бути закладені та визначені параметри внутрішнього формотворення:

- поділ внутрішнього об'єму на функціональні блоки, їх взаємне зміщення, масштабування, модульність та трансформація в межах заданого контуру;

- параметри прорізання та відкритості (за значного відступу або формування надбудов), формування світлових шахт, атріумів, вертикальних і горизонтальних прорізів, що визначають ступінь проникнення вертикального освітлення;

Окремо також закладатимуться параметри формування нових інтегрованих об'ємів:

- кривизна, ступінь деформації, напрямок генерації елементів. Площин, граней зовнішнього об'єму або системи подвійного фасаду, що дозволяє створювати складні геометрії (згин, скручування, локальні розширення тощо);

- визначення базового ритмічного каркасу та його параметрів (інтервали членувань, зміщення, масштаб елементів, логіка їх розташування), залежно від типу навколишньої історичної забудови та бажаного композиційного прийому (нюансного чи акцентного) – узгодження пропорцій та значень відповідно до ритмічної структури навколишньої забудови [15]. Зміщення, масштабування

та деформація композиційних елементів задаються як змінні величини у визначених числових діапазонах, що дозволяє формувати як регулярні, так і варіативні ритмічні структури. Ритмічний каркас задається як параметричний патерн через керовані закономірності зміни параметрів – градієнти, нелінійні залежності, періодичні функції, що також визначають характер розташування, щільність та масштаб елементів;

- залежно від архітектурного задуму композиційної інтеграції в історичне середовище задаються також параметри композиційного узгодження з середовищем, як-от співвідношення нових об'ємів і їх елементів із загальною ритмікою навколишньої забудови, включаючи інтервали між об'ємами, масштаб членування, пропорційні співвідношення та положення відносно композиційних осей, а також допустимі варіації зміщення, масштабування та трансформації в межах встановлених морфологічних характеристик середовища.

Таким чином, сукупність даних об'ємно-просторових методів виступає як система параметричних підходів до формування нових об'ємів в історично складеному середовищі. Кожен метод відрізняється підходом до просторового втручання, типом взаємодії з навколишньою забудовою, а також визначає окремий сценарій інтеграції.

Об'єднує їх спільна параметрична основа, що забезпечує узгодження цих підходів у межах логіки формоутворення – через параметризацію геометричних, морфологічних та композиційних характеристик архітектурних рішень та конфігурація параметричної моделі.

## ВИСНОВКИ

У статті обґрунтовано доцільність застосування параметричних методів при формуванні нових об'ємів в умовах історично складеного середовища. Доведено, що параметричний підхід ініціює перехід від традиційного, інтуїтивного проектування – до керованого процесу формоутворення, за якого архітектурна форма визначається за допомогою системи параметрів та обмежень, з певним діапазоном варіабельних значень.

Також, у статті визначено основні етапи параметричного аналізу, що охоплюють проектний процес та включають опрацювання вхідних даних, формування цілей. Охоплення параметрів та їх інтеграцію в робочу модель, а також подальшу оптимізацію та оцінку варіантів. Описана послідовність забезпечує можливість впровадження багатокритеріальної

оптимізаційної структури, що узгоджено поєднуватиме різноспрямовані проєктні цілі.

Сформовано систему об'ємно-просторових методів формування нових будівель, що зокрема включають метод лінійного замикання, метод об'ємного включення, метод просторового доповнення та метод фасадної інтеграції. Встановлено характер просторової взаємодії кожного підходу, що можуть бути інтерпретовані як різнопланові просторові сценарії в межах єдиного параметричного підходу, а також сукупність характеристик для кожного методу, що набудуватимуть параметризації згідно виокремлення та формалізації певних груп параметрів.

Відповідно, виокремлення характеристик для кожного методу зумовило визначення ключових груп параметрів, що забезпечують формалізацію процесу формування нових об'ємів, зокрема йдеться про параметри структури та розміщення об'ємів, габаритні та пропорційні показники, а також характеристики формоутворення окремих просторових елементів і композиційного ритму. Встановлено, що параметризація окремих характеристик у систему змінних і обмежень створює підґрунтя для алгоритмічного формування архітектурних рішень.

Таким чином, параметризація об'ємно-просторових методів дозволяє розглядати процес інтеграції нових об'ємів у історично складене середовище як керовану систему варіативного формоутворення, що забезпечує узгодженість нової забудови з існуючою морфологічною структурою без порушення її композиційної цілісності.

Подальші дослідження даного напрямку доцільно на деталізацію типів інтеграції для окремих типів історичної забудови, зокрема тої, що володіє істотною цінністю, має статус пам'ятки архітектури тощо, оскільки в даній статті зазначені методи стосувалися малоцінної історичної забудови. Доцільним буде також подальша розробка прикладних алгоритмів та інструментів, що забезпечуватимуть практичну реалізацію запропонованих підходів у проєктній діяльності.

## ЛІТЕРАТУРА

[1] Кашенко Т.О., Кордияка Р.М. Сучасні вимоги до енергоефективної реновації історичних будівель. *Сучасні проблеми Архітектури та Містобудування*. Київ: КНУБА, 2024. Вип. 68. С. 260–267. DOI: <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2024.68.260-267>

[2] Al-awag E.A., Abd Wahab I. Perspectives in double-skin façade (DSF): advantages and disadvantages. *Conference: Earth and Environmental Science*. 2022. URL: [https://www.researchgate.net/publication/360858764\\_Perspectives\\_in\\_double-skin\\_facade\\_DSF\\_advantages\\_and\\_disadvantages](https://www.researchgate.net/publication/360858764_Perspectives_in_double-skin_facade_DSF_advantages_and_disadvantages)

[3] Balest J., Lucchi E., Haas F., Grazia G., Exner D. Materiality, meanings, and competences for historic rural

buildings: a social practice approach for engaging local communities in energy transition. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 863. P. 1–8. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/863/1/012021>

[4] Caetano I., Santos L., Leitão A. Computational design in architecture: defining parametric, generative, and algorithmic design. *Frontiers of Architectural Research*. 2020. Vol. 9. P. 287–300. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foar.2019.12.008>

[5] Danielski I., Krook M., Veimer K. Atrium in residential buildings—A design to enhance social interaction in urban areas in Nordic climates. In: *Johansson D., Bagge H., Wahlström Å. (eds) Cold Climate HVAC 2018 (CCC 2018)*. Springer Proceedings in Energy. Springer, Cham. 2019. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-00662-4\\_65](https://doi.org/10.1007/978-3-030-00662-4_65)

[6] Danhaive R., Mueller C.T. Design subspace learning: structural design space exploration using performance-conditioned generative modeling. *Automation in Construction*. 2021. Vol. 127. Art. 103664. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103664>

[7] Dang M., van den Dobbelen A., Voskuilen P. A parametric modelling approach for energy retrofitting heritage buildings: the case of Amsterdam city centre. *Energies*. 2024. Vol. 17. P. 994. DOI: <https://doi.org/10.3390/en17050994>

[8] Hu J., Wang Z., Chen W. A study on automatic form optimization procedures of building performance design based on “Ladybug+Honeybee”. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020. Vol. 531. Art. 012020. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/531/1/012020>

[9] Karan E., Asadi S. Intelligent designer: a computational approach to automating design of windows in buildings. *Automation in Construction*. 2019. Vol. 102. P. 160–169. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.02.019>

[10] Kookalani S., Parn E., Brilakis I., Dirar S., Theofanous M., Faramarzi A., Mahdavi-pour M.A., Feng Q. Trajectory of building and structural design automation from generative design towards the integration of deep generative models and optimization: A review. *Journal of Building Engineering*. 2024. Vol. 97. Art. 110972. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.job.2024.110972>

[11] Kookalani S., Pärn E.A., Brilakis I., Pan N. Exploring deep generative models in building design. *European Conference on Computing in Construction*. 2024. DOI: <https://doi.org/10.35490/EC3.2024.235>

[12] Koç S.G., Maçka Kalfa S. The effects of atrium on energy performances of office buildings according to Turkish climate regions. *Journal of Construction Engineering, Management & Innovation*. 2019. Vol. 2. No. 3. P. 144–156. DOI: <https://doi.org/10.31462/jcem.2019.03144156>

[13] Liang L.B., Tunçer B. Using historical geometry trends to quantify shape diversity and guide the design exploration of building footprints. *Journal of Building Engineering*. 2025. Vol. 100. Art. 111622. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.job.2024.111622>

[14] Liberotti R., Gusella V. Parametric modeling and heritage: a design process sustainable for restoration. *Sustainability*. 2023. Vol. 15. No. 2. Art. 1371. DOI: <https://doi.org/10.3390/su15021371>

[15] Naddaf M.S., Baper S.Y. The role of double-skin facade configurations in optimizing building energy performance in Erbil city. *Scientific Reports*. 2023. Vol. 13. Art. 8394. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-35555-0>

[16] Pilagatti A., Vecchi G., Atzeni E., Iuliano L., and Salmi A., Generative Design and new designers' role

in the manufacturing industry, *Procedia CIRP*. 2022. Mol. 112, pp. 364–369, doi: 10.1016/J.PROCIR.2022.09.010.

[17] Ramadan L.A., El Mokadem A., Badawy N. Multi-objective optimization framework based on review of form-finding of architectural parametric forms. *International Journal of Architectural Computing*. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1177/14780771241299595>

[18] Scala S.A., Del Gaudio C., Verderame G.M. Towards a multi-parametric fragility model for Italian masonry buildings based on the informative level. *Structures*. 2024. Vol. 59. Art. 105613. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2023.105613>

[19] U.S. Department of the Interior, National Park Service. Preservation Brief 4: Roofing for historic buildings. Technical Preservation Services. 1980 (rev.). URL: <https://www.nps.gov/orgs/1739/upload/preservation-brief-04-roofing.pdf>

[20] Wang X., Teigland R., Hollberg A. Identifying influential architectural design variables for early-stage building sustainability optimization. *Building and Environment*. 2024. Vol. 252. Art. 111295. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.111295>

## REFERENCES

[1] Kashchenko, T., Kordyaka, R. (2024). Suchasni vymogy do enerhoefektyvnoyi renovatsiyi istorychnykh budivel [Modern requirements for energy-efficient renovation of historical buildings]. *Suchasni problemi arhitektury ta mistobuduvannya*. Kyiv: KNUBA, Vip. 68, pp. 260–267. <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2024.68.260-267> [in Ukrainian]

[2] Al-awag, E.A., & Abd Wahab, I. (2022). Perspectives in double-skin façade (DSF): advantages and disadvantages. *Conference: Earth and Environmental Science*. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/360858764\\_Perspectives\\_in\\_double-skin\\_facade\\_DSf\\_advantages\\_and\\_disadvantages](https://www.researchgate.net/publication/360858764_Perspectives_in_double-skin_facade_DSf_advantages_and_disadvantages) [in English]

[3] Balest J., Lucchi E., Haas F., Grazia G., Exner D. (2021) Materiality, meanings, and competences for historic rural buildings: a social practice approach for engaging local communities in energy transition. *IOP Conf. Ser.: Earth and Environmental Science*, Vol. 863. 1-8. DOI:10.1088/1755-1315/863/1/012021 [in English].

[4] Caetano I., Santos L., Leitão A. (2020) Computational design in architecture: defining parametric, generative, and algorithmic design. *Frontiers of Architectural Research*. Vol. 9. P. 287–300. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foar.2019.12.008> [in English].

[5] Danielski I., Krook M., Veimer K. Atrium in residential buildings—A design to enhance social interaction in urban areas in Nordic climates. In: *Johansson D., Bagge H., Wahlström Å. (eds) Cold Climate HVAC 2018 (CCC 2018)*. Springer Proceedings in Energy. Springer, Cham. 2019. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-00662-4\\_65](https://doi.org/10.1007/978-3-030-00662-4_65)

[6] Danhaive, R., & Mueller, C.T. (2021). Design subspace learning: structural design space exploration using performance-conditioned generative modeling. *Automation in Construction*, 127, 103664. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103664> [in English]

[7] Dang, M., van den Dobbelen, A., Voskuilen, P. (2024). A Parametric Modelling Approach for Energy Retrofitting Heritage Buildings: The Case of Amsterdam City Centre. *Energies*, Vol. 17, p.994. <https://doi.org/10.3390/en17050994> [in English].

[8] Hu, J., Wang, Z., & Chen, W. (2020). A Study on Automatic Form Optimization Procedures

of Building Performance Design Based on “Ladybug+Honeybee”. *IOP Conf. Ser.: Earth and Environmental Science*, Vol. 531, Art. 012020. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/531/1/012020> [in English].

[9] Karan, E., & Asadi, S. (2019). Intelligent designer: a computational approach to automating design of windows in buildings. *Automation in Construction*, 102, 160–169. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.02.019> [in English]

[10] Kookalani S., Parn E., Brilakis I., Dirar S., Theofanous M., Faramarzi A., Mahdavi-pour M.A., Feng Q. (2024) Trajectory of building and structural design automation from generative design towards the integration of deep generative models and optimization: A review. *Journal of Building Engineering*. Vol. 97. Art. 110972. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.job.2024.110972> [In English].

[11] Kookalani, S., Pärn, E.A., Brilakis, I., & Pan, N. (2024). Exploring deep generative models in building design. *2024 European Conference on Computing in Construction*. <https://doi.org/10.35490/EC3.2024.235> [in English]

[12] Koç, S.G., & Maçka Kalfa, S. (2019). The effects of atrium on energy performances of office buildings according to Turkish climate regions. *Journal of Construction Engineering, Management & Innovation*, 2(3), 144–156. <https://doi.org/10.31462/jcemi.2019.03144156> [in English]

[13] Liang, L.B., & Tunçer, B. (2025). Using historical geometry trends to quantify shape diversity and guide the design exploration of building footprints. *Journal of Building Engineering*, 100, 111622. <https://doi.org/10.1016/j.job.2024.111622> [in English]

[14] Liberotti, R., & Gusella, V. (2023). Parametric modeling and heritage: a design process sustainable for restoration. *Sustainability*, 15(2), 1371. <https://doi.org/10.3390/su15021371> [in English]

[15] Naddaf, M.S., & Baper, S.Y. (2023). The role of double-skin facade configurations in optimizing building energy performance in Erbil city. *Scientific Reports*, 13, 8394. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-35555-0> [in English]

[16] Pilagatti, A. N. Vecchi G. , Atzeni E. , Iuliano L., and Salmi A. (2022), “Generative Design and new designers’ role in the manufacturing industry,” *Procedia CIRP*. Mol. 112, pp. 364–369, doi: 10.1016/J.PROCIR.2022.09.010. [in English].

[17] Ramadan, L.A., El Mokadem, A., & Badawy, N. 2024. Multi-objective optimization framework based on review of form-finding of architectural parametric forms. *International J. of Architectural Computing*. <https://doi.org/10.1177/14780771241299595> [in English].

[18] Scala S.A., Del Gaudio C., Verderame G.M. Towards a multi-parametric fragility model for Italian masonry buildings based on the informative level. *Structures*. 2024. Vol. 59. Art. 105613. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2023.105613>

[19] U.S. Department of the Interior, National Park Service. (1980). Preservation Brief 4: Roofing for historic buildings. Retrieved from <https://www.nps.gov/orgs/1739/upload/preservation-brief-04-roofing.pdf> [in English]

[20] Wang, X., Teigland, R., & Hollberg, A. 2024. Identifying influential architectural design variables for early-stage building sustainability optimization. *Building and Environment*, Vol. 252, 111295. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.111295> [in English]

**ABSTRACT****Kordyiaka R. Parametric Methods Of Volume-Spatial Formation Of New Building In A Historically Composed Environment**

**Purpose.** The purpose of the study is to substantiate and systematize volumetric and spatial methods for forming new volumes in a historically composed environment based on a parametric approach, as well as to determine the principles of their parameterization through the isolation and formalization of key morphological, geometric and compositional characteristics of the environment.

**Methodology.** The study is based on a systemic approach, within which the historically composed environment is considered as a multi-component morphological system. Methods of analysis, synthesis, comparison and morphological research were applied to isolate the characteristics of the environment and the principles of integration of new volumes. The key tool is parametric and generative modeling, which allows formalizing geometric, spatial and compositional characteristics in the form of variables and constraints, which provides the possibility of systematic formation and comparison of volumetric and spatial solution options within the defined parametric conditions.

**Results.** The volume-spatial methods of forming new volumes in a historically composed environment are defined and systematized, in particular the linear closure method, the volume inclusion method, the spatial addition method and the facade integration method, for which the nature of spatial intervention and the principles of interaction with the existing building are established. The key groups of parameters that determine the process of forming an architectural form are identified, including spatial-planning, dimensional, compositional characteristics and parameters of forming individual elements (atria, passages, roofs, etc.). It is shown that their parameterization provides formalization of the integration process and allows considering the formation of new volumes as a controlled variational process, in which the specified methods act as interconnected scenarios within a single parametric approach.

**Scientific novelty.** The approach to the formation of new volumes in a historically composed environment as a system of volume-spatial methods based on parametric logic is substantiated. The principle of parameterization of morphological and compositional characteristics of the environment as controlled variables of form formation has been developed.

**Practical relevance.** The results of the study can be used to substantiate design decisions when forming new volumes in a historically composed environment. The proposed approaches serve as the basis for the development of algorithmic design tools.

**Keywords:** architecture, parametric modeling, generative design, three-dimensional methods, historically constructed environment, built environment integration, environmental morphology, algorithmic design.

**AUTHOR'S NOTE:**

**Kordyiaka Roksolana**, Master of Architecture, Postgraduate Student at Department of Architectural Design of Civil Buildings and Structures, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine, e-mail: kolisnyk\_rm-2022@knuba.edu.ua, orcid: 0009-0002-1178-5387.

Дата першого надходження статті до видання: 30.03.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 28.04.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.05.2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії  
відкритого доступу CC BY 4.0

