

DOI: <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2025.71.435-446>

УДК 711

Шульга Геннадій Михайлович,

доктор архітектури, доцент кафедри містобудування

Національного лісотехнічного університету України

h.shulha@nltu.edu.ua

<http://orcid.org/0000-0002-1346-8062>

МЕТАМОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНОЇ РЕАЛЬНОСТІ У ЦИФРОВОМУ ФРАКТАЛІ ПРОСТОРУ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ

Анотація: для творчого процесу архітектора-містобудівельника дуже важливою складовою є системно-просторове мислення, яке необхідне для створення єдності природи та антропогенних систем, таких як розселення та інфраструктура, із забезпеченням процесу сталого розвитку суспільства в цілому.

Основні задачі творчості архітектора – це гармонізація довкілля, досягнення балансу між природними компонентами та урбанізованим середовищем, між людиною та природою. Єдність природи, соціального запиту та відповідних антропогенних систем (системи розселення та інфраструктури) визначають спосіб організації життєздатного середовища.

Матеріал даного дослідження стосується діяльності архітекторів щодо територій, які протягом останніх років зазнали значних матеріально-просторових та духовних втрат.

В умовах сьогодення, – у разі, коли міський простір втратив ознаки ідентичності місця, актуально постає задача формування у віртуальному просторі концептуальних мета-моделей зруйнованої фізичної реальності.

Автором розглядається питання моделювання процесу створення концепції відновлення простору життєдіяльності людини на основі парадигми «фізичної реальності – цифрової віртуальності».

У процесі відбудови максимально пошкоджених і зруйнованих міст та поселень відбувається пошук підходів та архітектурних рішень до способу відновлення втраченого міського середовища – середовища де люди жили, працювали, відпочивали, займалися спортом тощо. Кожне місто мало свою ідентичність. Свій код. Код людства.

Надзвичайно важливою ознакою є ідентичність та код життєвого середовища. Це ознаки, які мешканці пізнають та відчують на підсвідомому рівні. Тому, на думку автора, дані характеристики не можна створити від «0». Необхідно ситуацію змодельовати. В даному дослідженні пропонується на базі відомостей про середовище, яке було, але втрачено сьогодні, – методами

метамодельовання створити цифровий фрактал простору життєдіяльності людини.

Ключові слова: онтологічна модель; вербальна модель; знакова модель; модель орієнтирів; модель територіального утворення; епістемологічний принцип; контекстно-залежні компоненти.

Актуальність роботи. Для архітекторів та містобудівельників 2025 рік – рік імплементації нових регламентів та нових вимог до містобудівного процесу.

Сьогодні процес розробки містобудівної документації відбувається у відповідності до нових вимог у сфері урбаністики. Основним документом зазначено комплексний план просторового розвитку територій, як сукупність різних за характером та значенням складових, які утворюють своєрідну самоорганізовану слабоструктуровану онтологічну модель, – тобто багатовекторну субстанцію.

Міський простір зазнав значних втрат у предметно-просторовій сфері, тому надзвичайно актуальною проблемою є задача формування у віртуальному просторі концептуальних мета-моделей зруйнованої фізичної реальності (рис.1).



Рис. 1. Міста, які зазнали найбільших руйнувань за 1000 днів війни.
(<https://thepage.ua/ua/news/zrujnovani-rosiyanami-mista-ukrayini-spisok-mapa-foto-or>)

Правила та рекомендації процесу виготовлення містобудівної документації достатньо ґрунтовно та детально викладено у законах України та ДБН. Питання статті стосується більш творчо-змістових проблем, як то пошук підходів до

розробки архітектурно-містобудівних концепцій відновлення втраченого міського середовища, коду конкретного населеного пункту з врахування суспільного запиту та природного оточення.

Тема публікації – пошук метамodelей для формування концепцій конструювання фізичної реальності у віртуальному просторі за допомогою 3D моделювання.

Актуальність дослідження полягає у пошуку методів моделювання концепції відновлення простору життєдіяльності людини на основі парадигми «фізична реальність – цифрова віртуальність».

Мета роботи. Мета даного дослідження – запропонувати механізми відновлення, відтворення всіх якісних характеристик бувшого «соціально-просторового коду поселення».

Виклад основного матеріалу. Моделювання фізичної реальності (категорія втраченої реальності) ставить перед спеціалістами не визначену задачу – створити те, чого не має. Автор пропонує етапи вирішення заявленої мети за схемою: пошук джерел інформації, формулювання задачі (1 етап «передпроектний») → дослідження соціального запиту на специфіку соціально-просторового коду поселення (2 етап), формулювання методів дослідження структури проблеми → наповнення інформаційного поля (3 етап) → пошук концепцій (4 етап) → проектування (5 етап).

Передпроектний етап (для проєктантів знайомий). Однак, пропонується для даного етапу дещо розширити з метою вивчення (не плутати з аналізом) наявні ресурси, особливості соціально-просторового коду території.

1 етап представляється як «Вербальна модель». Об'єкт втрачений. Етап збору доступної інформації. Носії інформації – люди, які жили на території населеного пункту, описи в літературі, фільмах, спогадах тощо. На базі зібраної інформації розробляється «вербальна модель», яка передбачає створення опису міського середовища природною мовою. «Вербальна модель» служить основою для формування моделі предметно орієнтованих онтологій. Модель предметно-орієнтованих онтологій можна представити у наступний спосіб (рис. 2).

Система моделювання предметно-орієнтованих онтологій полягає у розробці слабоструктурованих систем наповнення заданого міського середовища у цифрову фракталі.

2 етап. Етап творчого задуму демонструє графічно-прогностична модель «модель-образ». Вербальна модель трансформується за допомогою абстрактних графічних знаків в умовну «Модель-Образ» (рис. 3).

На даному етапі інформація природною мовою трансформується у інформаційно-цифрову модель (знакова модель) соціально-територіального

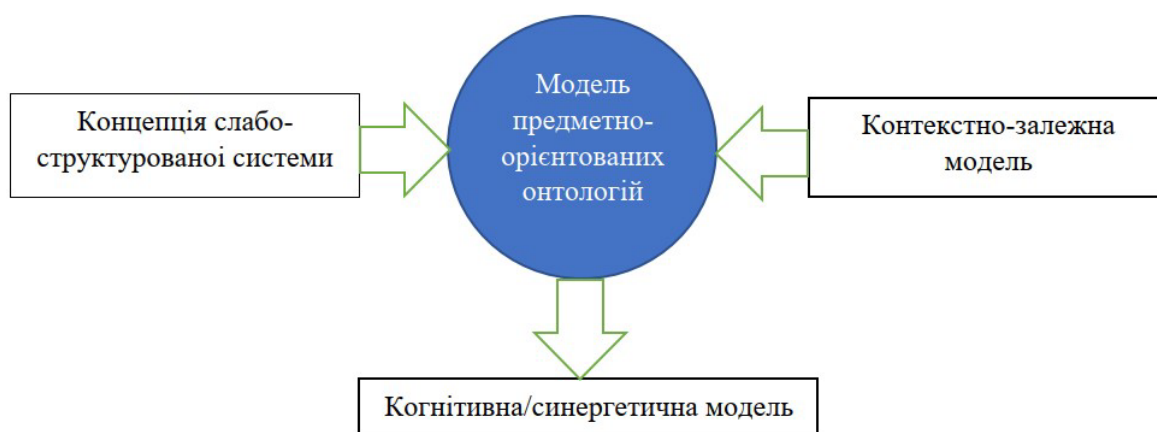


Рис. 2. Модель предметно-орієнтованих онтологій. Автор Шульга Г.М.

утворення – системи населених пунктів у сукупності з культурними та природними ландшафтами. Знакова модель дає можливість розробити графічні моделі простору або фрагменту (фракталу) простору життєдіяльності людини.

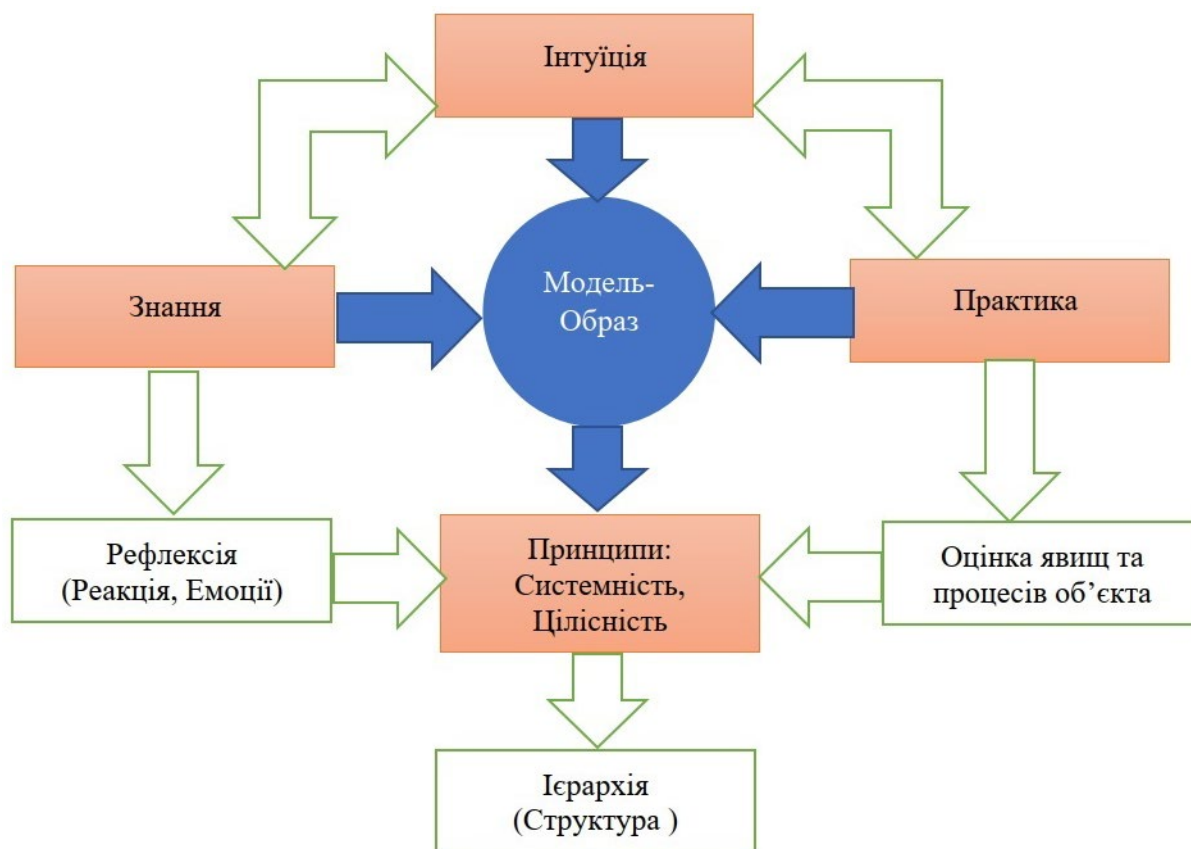


Рис. 3. Графічна модель «Модель-Образ». Автор Шульга Г.М.

На практиці процес творчого процесу урбаніста передбачає аналітичний етап, пов'язаний із статистикою, аналізом законодавчо-правових актів та нормативно-технічних джерел інформації, вивчення аналогів з просторово-планувальних рішень подібних об'єктів, формулювання творчого задуму, розробка моделі-образу (прогностичної, евристичної, логічної моделей).

Структура в даному випадку розглядається як базова основа мета-мислення в умовах складного контекстно-залежного моделювання у багатовекторному просторі гармонізованого ландшафтно-інформаційного середовища.

Інтуїція формується під впливом професійних знань та практики, що у свою чергу впливають на сприйняття об'єкта у вигляді емоцій та реакцій. Практичний досвід визначає шкалу критеріїв та оцінки сутності об'єкта. На основі знань та практики формулюються основні принципи «системності та цілісності», які лягають в основу побудови планувально-просторової структури.

Онтологія інформаційно-цифрової моделі (знакова модель) соціально-територіального утворення – це система населених пунктів у сукупності з культурними та природними ландшафтами.

3 етап. Інформативна база для метамодельювання – це когнітивна модель соціально-територіального утворення. Знакова модель формується на засадах аксіоматичної моделі, тобто фіксується існуючий стан, який не потребує додаткових стверджень та пояснень (рис. 4).

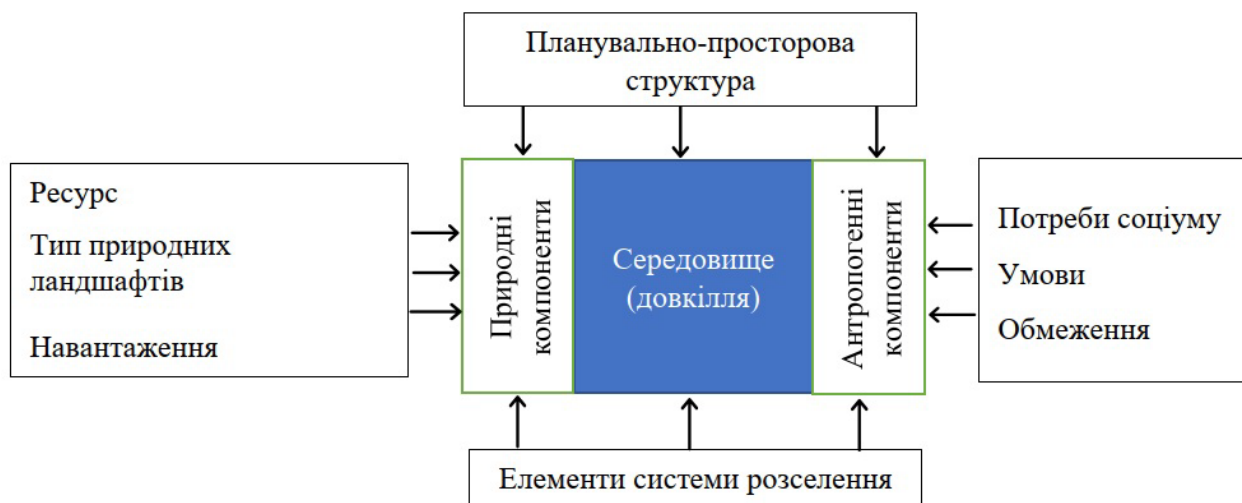


Рис. 4. Когнітивна модель соціально-територіального утворення. Автор Шульга Г.М

Когнітивна модель розкриває характер існуючого стану проєктованого середовища та формує інформативне поле для розробки моделі віртуального цифрового середовища, тобто простір життєдіяльності людини. У даній моделі «Середовище (довкілля)» просторово-утворюючі компоненти – природні та

антропогенні компоненти – це парадигма, яка завжди розглядається як база для творчого задуму архітектора-містобудівельника на початковому етапі проєктування. Тому вказані компоненти дозволяють не тільки включити процеси пізнання сутності явищ середовища, але й сформулювати мету, задачі, умови та обмеження практичного метамоделювання образу майбутнього об'єкту, що означає епістемологічний підхід у розробці ідеї-концепції.

Доповнюють процес метапроєктування елементи системи розселення, які утворюють середовище на міні- або мега- рівнях, тобто в залежності від структурної позиції об'єкту проєктування: умови однієї споруди (будинку), комплексу, зони, району тощо. Позиція залежить від характеру планувально-просторової структури території, на якій розташований об'єкт аналізу, моделювання або проєктування.

Модель у вигляді цифрової комбінації, буквами або графічними формами, тобто «Знакова», набирає конкретні риси (якості) через критерії та оціночні характеристики всіх складових компонентів.

Критеріальні оцінки встановлює спеціаліст архітектор-містобудівельник за результатами вивчення ресурсної бази, аналізу ресурсів, умов території та сутності об'єкту проєктування. Такі оцінки – це технічні та технологічні нормативні показники або допустимі оптимальні значення, отримані за результатами спостережень над процесами життєдіяльності людини в часі та просторі.

В наш час значення та роль даної моделі для процесу проєктування – це можливість розробити за новими правилами дійсно оптимальне середовище для життєдіяльності людини.

За результатами дослідження предметно орієнтованих онтологій знакова модель доповнюється «моделлю орієнтирів».

4 етап. Процес метамоделювання стратегії формування архітектурно-просторової структури міста – «модель орієнтирів» (рис. 5).

Не залежно від кількісних та якісних втрат міської функціонально-просторової структури (густина предметного наповнення середовища в наслідок руйнування), в багатьох населених пунктах необхідно визначитися з головними завданнями на конкретні періоди відновлення, а подекуди – повної ревіталізації міського середовища.

Стратегія розвитку базується на причинно-наслідкових зв'язках та впливах основних компонентів середовища. Процес метамоделювання архітектурно-просторової структури набирає цифрового виразу показників якості середовища, яке відповідає стратегії сталого розвитку та соціально-просторового коду поселення. З метою отримання повної ревіталізації міського середовища

визначають *min* та *max* значення якості планувально-просторового розвитку контекстно-залежних взаємозв'язків компонент середовища.

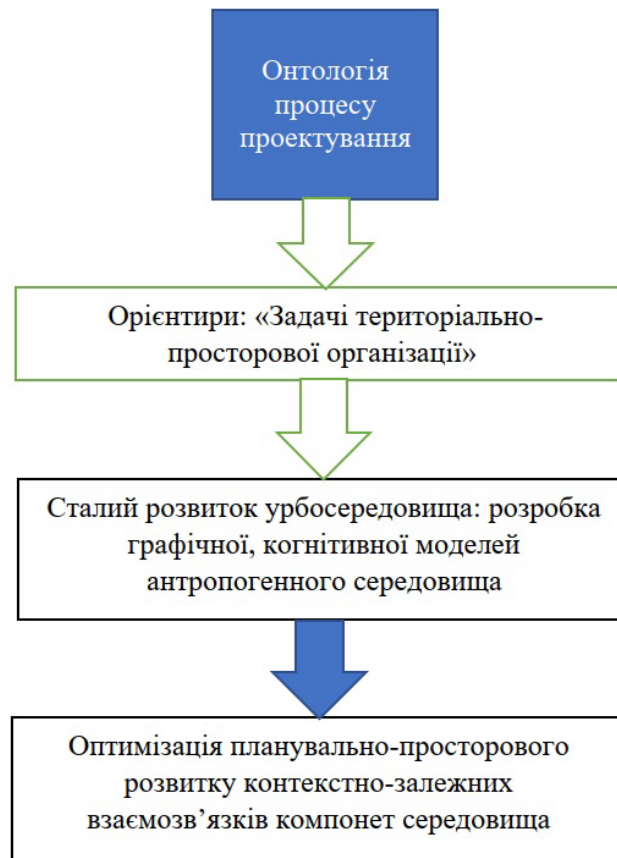


Рис. 5. Модель повної ревіталізації міського середовища («Модель орієнтирів»).
Автор Шульга Г.М.

Тобто, дані співвідношення забезпечують оптимальні показники архітектурно-просторової структури проектного міського середовища.

5 етап. Етап переходу до цифрового фракталу середовища життєдіяльності людини. «Дерево вузлів» є синергетичною моделлю архітектурно-просторової структури середовища життєдіяльності людини – програмою реалізації стратегії організації територіально-просторового фракталу життєдіяльності людини. Для метамодельювання можна рекомендувати графічні програми на базі програмних пакетів Autodesk AutoCAD, ArchiCad, SketchUp, 3D MAX, Revit, Cinema 4D, Rhino та інших програм.

На етапі розробки цифрового фракталу простору життєдіяльності людини пропонується модель у вигляді «Дерева вузлів» (рис. 6), яка побудована на основі епістемологічного принципу (підходу) – закону відсутності суперечностей, – що означає міждисциплінарність самого процесу пізнання та ситуаційного моделювання процесів життєдіяльності людини в умовах проектного середовища. Для епістемології базовою є парадигма «об'єкт – знання».

«Дерево вузлів» – синергетична модель архітектурно-просторової структури середовища життєдіяльності людини, яка являє собою територіально-просторову організацію за ознаками значущості та позиції в ієрархії компонентів просторового фракталу життєдіяльності людини.

Синергетичний підхід у моделюванні дає можливість за допомогою «Дерева вузлів» оцінити проєктне рішення з точки зору інноваційності та провести аналіз можливих ризиків у процесі його реалізації. За допомогою «Дерева вузлів» вирішуються завдання класифікації та прогнозування. Модель – це схематичне представлення складної, багаторусної багатовекторної системи, складові якої знаходяться у постійному русі якісних та кількісних змін. Для таких систем основна проблема – це прийняття рішень (рішення) з організації та способу їх взаємоз'язку та взаємодії.

Ключова інстанція «дерева» – вершина – це «простір життєдіяльності людини». Простір формується такими системами, як «об'єкти та споруди» та «довкілля».

Об'єкти та споруди – це сукупність предметно-просторового середовища і функціональної інфраструктури – вектор, що впливає на якісні характеристики «простору», такі, як функціональні трансформації середовища у відповідь на запити суспільства, критерії та оцінки ресурсної бази тощо. Категорія «об'єкти та споруди» – передумова розробки типології та класифікації за методом дивергенції, тобто аналіз та оцінка компонентів у результаті існування в різних умовах еволюційного розвитку.

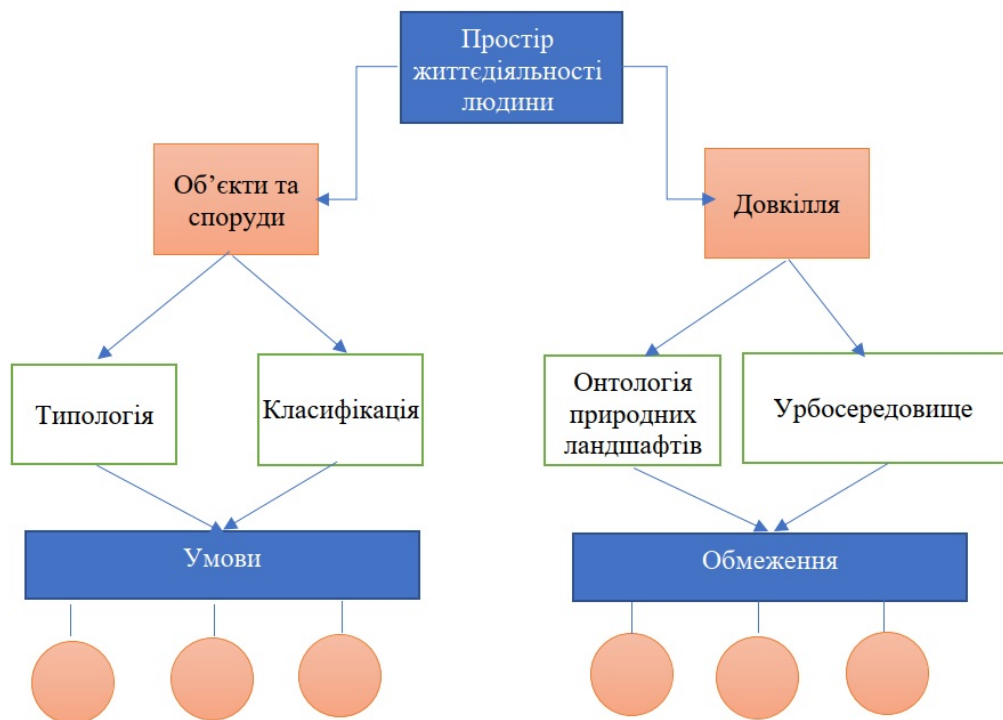


Рис. 6. «Дерево вузлів» цифрового фракталу простору життєдіяльності людини.
Автор Шульга Г.М.

Кількісний вектор - довкілля – це сукупність, природно-територіальних (природно-ландшафтних) компонентів системи «людина – природа», схеми організації планувально-просторових структур довкілля. Довкілля базується на знаннях про природні ландшафти та особливостях процесу формування урбанізацій. За допомогою методу конвергенції визначають умови зближення різних компонентів, проте схожих або подібних за ознаками якостей, що дає можливість розробляти стратегії еволюційного розвитку довкілля.

Базові категорії систем у стратегіях обґрунтовують умови та обмеження всіх можливих і неможливих трансформацій компонентів простору а процесів життєдіяльності людини.

Таким чином, на виході отримуємо єдність природи, соціального запиту та відповідних антропогенних систем – системи розселення і інфраструктурну організацію життєздатного середовища.

Висновки. В результаті проведеного дослідження мета-моделювання фізичної реальності у цифровому фракталі міського простору було встановлено:

1. Архітектурно-містобудівна діяльність за характером є складовою системно-просторового мислення. Основні риси творчості архітектора – це гармонізація довкілля, баланс між природними компонентами та урбанізованим середовищем, між людиною та природою.

2. Головна задача – створення єдності природи і антропогенних систем, таких як розселення та інфраструктура, забезпечення процесу сталого розвитку суспільства в цілому.

3. Ситуаційне моделювання процесів життєдіяльності людини – метод, який створює умови для прогнозування цільового призначення та використання функціонально-планувальних елементів території або забудови. На основі аксіологічного підходу соціально-економічних та естетико-культурних цінностей образу життя формуємо довкілля з врахуванням контекстно-залежних взаємозв'язків структурних компонент середовища.

4. За допомогою *матричного* методу визначаємо характер взаємозв'язків та взаємовпливів функціонально-планувальних елементів. Впорядковуємо сукупність елементів за рангом, тобто вибудовуємо ієрархічну структуру у вигляді графічної мета-моделі в умовах сталого розвитку об'єкту проектування.

5. Далі розробляється типологія та класифікаційна модель об'єкту. Встановлюємо етапи реалізації проєктної моделі та умови функціонування.

6. Для розробки цифрового фракталу простору життєдіяльності людини пропонується синергетичний підхід у моделюванні архітектурно-просторової структури, що дає можливість за допомогою «Дерева вузлів» оцінити проєктне рішення та провести аналіз можливих ризиків у процесі його реалізації. За допомогою «Дерева вузлів» вирішуються завдання класифікації та

прогнозування стратегії розвитку. Базові категорії систем у стратегіях обґрунтовують умови та обмеження всіх можливих і неможливих трансформацій компонентів простору життєдіяльності людини.

Список літератури:

1. Велика українська енциклопедія: у 30 т. / проф. А. М. Киридон (відп. ред.) та ін. 2016. 592 с. ISBN 978-617-7238-39-2.
2. Габрель М.М. Просторова організація містобудівних систем. К.: Видавничий дім А.С.С., 2004. 400 с.
3. Дьомін М.М. Міські агломерації у контексті дослідження феномену форм та систем розселення. Містобудування та територіальне планування. 2012. № 45(1). С. 3-15. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP_2012 (дата звернення 21.03.2018).
4. Кравців В.С., Жук П.В. Концептуальні основи перспективного розвитку рекреаційної індустрії в Карпатах. Економіка України. 1993. № 12. С. 57-62.
5. Куйбіда В.С., Білоконь Ю.М. Територіальне планування в Україні: Європейські засади та національний досвід. К.: Логос, 2009. 108 с.
6. Панченко Т.Ф. Ландшафтно-рекреаційне планування природно-заповідних територій. К.: Логос, 2015. 176 с.
7. Панченко Т.Ф. Методика територіально-просторової організації систем туризму регіонального рівня. Досвід та перспективи розвитку міст України. 2003. Вип. 5. С. 50-57.
8. Шаблій О.І. Основи загальної суспільної географії : підручник. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2003. 444 с.
9. Шулик В.В. Методологічні основи формування рекреаційних систем в Україні: автореф. дис. ... д-ра арх.: 18.00.01 / Харків. держ. техн. ун-т будівництва та архітектури. Харків, 2008. 36 с.
10. Шульга Г.М., Кузін М.О. Моделювання процесу розподілу рекреаційних потоків. Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences. 2016. Issue 110. IV(12). С. 7-9.
11. Шульга Г.М. Імітаційні планувально-просторові моделі гірських рекреаційних територій (огляд). Сучасні проблеми архітектури і містобудування. Київ: КНУБА, 2017. Вип. 49. С. 374-379.

References

1. Velyka ukrainska entsyklopediia (2016). [Great Ukrainian Encyclopedia] / prof. A. M. Kyrydon (vidp. red.) ta in., (30), 592 s. (in Ukrainian)
2. Habrel, M.M. (2004). Prostorova orhanizatsiia mistobudivnykh system. [Spatial organization of urban planning system], 400 s. (in Ukrainian)
3. Domin, M.M. (2012). Miski ahlomeratsii u konteksti doslidzhennia fenomenu form ta system rozselennia [Urban agglomerations in the context of studying the phenomenon of settlement forms and systems]. *Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia*, (45(1)), 3-15. (in Ukrainian)
4. Kravtsiv, V.S., Zhuk, P.V. (1993). Kontseptualni osnovy perspektyvnoho rozvytku rekreatsiinoi industrii v Karpatakh [Conceptual foundations of the promising development of the recreational industry in the Carpathians]. *Ekonomika Ukrainy*, (12), 57-62. (in Ukrainian)
5. Kuibida, V.S., Bilokon. Yu.M. (2009). Terytorialne planuvannia v Ukraini : Yevropeiski zasady ta natsionalnyi dosvid [Territorial planning in Ukraine: European principles and national experience], 108 s. (in Ukrainian)
6. Panchenko, T.F. (2015). Landshaftno-rekreatsiine planuvannia pryrodno-zapovidnykh terytorii [Landscape and recreational planning of nature reserves], 176 s. (in Ukrainian)
7. Panchenko, T.F. (2003). Metodyka terytorialno-prostorovoi orhanizatsii system turyzmu rehionalnoho rivnia [Methodology of territorial and spatial organization of regional tourism systems]. *Dosvid ta perspektyvy rozvytku mist Ukrainy*, (5), 50-57. (in Ukrainian)
8. Shablii, O.I. (2003). Osnovy zahalnoi suspilnoi heohrafii [Fundamentals of general social geography]: pidruchnyk, 444 s. (in Ukrainian)
9. Shulyk, V.V. (2008). Metodolohichni osnovy formuvannia rekreatsiinykh system v Ukraini [Methodological foundations of the formation of recreational systems in Ukraine]: avtoref. dys. ... d-ra arkh.: 18.00.01 / Kharkiv. derzh. tekhn. un-t budivnytstva ta arkhitektury. Kharkiv, 36 s. (in Ukrainian)
10. Shulha, H.M., Kuzin, M.O. (2016). Modeliuvannia protsesu rozpodilu rekreatsiinykh potokiv [Modeling the process of distributing recreational flows]. *Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences*. (Issue 110, IV(12)), 7-9. (in Ukrainian)
11. Shulha, H.M. (2017). Imitatsiini planuvalno-prostorovi modeli hirskykh rekreatsiinykh terytorii (ohliad) [Simulation planning and spatial models of mountain recreational areas (review)]. *Suchasni problemy arkhitektury i mistobuduvannia*, (49), 374-379. (in Ukrainian)

Abstract

Hennadiy Shulha. Doctor of Architecture, Associate Professor of the Department of Urban Planning, National Forestry University of Ukraine.

**Metamodeling of physical reality
in the digital fractal of human life activity space**

For the creative process of an urban architect, a very important component is systemic and spatial thinking, which is necessary to create the unity of nature and anthropogenic systems, such as settlement and infrastructure, while ensuring the process of sustainable development of society as a whole.

The main tasks of an architect's creativity are the harmonization of the environment, achieving a balance between natural components and the urbanized environment, between man and nature. The unity of nature, social demand and the corresponding anthropogenic systems (settlement and infrastructure systems) determine the method of organizing a viable environment.

The material of this study concerns the activities of architects in relation to territories that have suffered significant material, spatial and spiritual losses in recent years.

In today's conditions, when urban space has lost the signs of the identity of a place, the task of forming conceptual meta-models of the destroyed physical reality in virtual space is relevant.

The author considers the issue of modeling the process of creating a concept for restoring the human living space based on the paradigm of “physical reality – digital virtuality”.

In the process of rebuilding the most damaged and destroyed cities and settlements, approaches and architectural solutions are being sought to restore the lost urban environment – the environment where people lived, worked, rested, played sports, etc. Each city had its own identity. Its own code. The code of humanity.

An extremely important feature is the identity and code of the living environment. These are features that residents recognize and feel at a subconscious level. Therefore, in the author's opinion, these characteristics cannot be created from “0”. It is necessary to model the situation. In this study, it is proposed to create a digital fractal of the human living space using metamodeling methods based on information about the environment that was, but is lost today.

Keywords: ontological model; verbal model; sign model; landmark model; territorial formation model; epistemological principle; context-dependent components.