

## Комбінаторні моделі аналізу та генерації проектних рішень еко-об'єктів

*Анаїт Даніелян*

Київський національний університет будівництва і архітектури  
31, просп. Повітрофлотський, Київ, Україна, 03037  
anait.danielyan@gmail.com, orcid.org/0000-0002-0185-8303

**Анотація.** Еко-архітектура – актуальний та відносно молодий напрямок проектування, який розвивається дуже стрімко. Системного підходу до проектування еко-об'єктів не існує, тому що бракує теоретичної бази та єдиного загально прийнятого понятійного апарату. Процес геометричного моделювання еко-об'єктів вивчається опосередковано. В даній роботі розглядається процес об'ємно-просторового моделювання еко-об'єктів. Наведено системні ієрархічні моделі формоутворення об'єктів архітектури, визначено принципову різницю геометричного моделювання об'єктів класу еко. В роботі введено та сформульовано поняття *формотворча концепція* та її роль у процесі формоутворення об'єктів еко-архітектури (еко-дизайну). На основі аналізу проектних матеріалів, їх систематизації та створеного банку даних було отримано комбінаторні моделі аналізу та генерації проектних рішень еко-об'єктів. Для цього попарно було зіставлено ознаки, які визначають процес герметичного моделювання еко-об'єкта: формотворча концепція – геометричний засіб її реалізації, геометричний засіб моделювання форми – композиційний прийом архітектурного формоутворення. На основі комбінаторних моделей можливо створити новий тип об'ємно-просторового рішення еко-об'єкта, застосувавши в процесі геометричного моделювання пару ознак, не використану досі. Маючи такі комбінаторні моделі окрім генерації нових рішень геометричних оболонок, можна отримувати різноманітну аналітичну інформацію. В роботі наведені таблиці співставлення пар ознак, не використані в проектній практиці, але можливі для застосування – комбінації для створення нових рішень. Проаналізовано доцільність



**Анаїт Даніелян**  
аспірант кафедри архітектурних  
конструкцій КНУБА

застосування тієї чи іншої концепції, визначено, що найбільш ефективною та варіативною є геометрична формотворча концепція, яка може бути реалізована будь-яким із засобів геометричного моделювання. На основі наведених комбінаторних моделей також можна отримати інформацію щодо універсальності кожного із геометричних засобів реалізації концепцій.

**Ключові слова.** Еко-об'єкт, формотворча концепція, концепція функціонування, геометричний засіб, композиційний прийом, формоутворення.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Необхідність збереження природних ресурсів та дбайливого ставлення до середовища задають тренд на новий актуальний тип проектування – еко-дизайн. Екологічність, як стиль життя та спосіб мислення, зачіпає усі сфери життя людини, архітектурно-будівельну галузь зокрема. Цей напрямок в архітектурі та дизайні розвивається дуже стрімко: існує чимала кількість проектних матеріалів та різноманітної інформації, швидко розширюються технологічні та технічні можливості реалізації архітектурних проектів.

Однак галузь розвивається хаотично, єдиної структурованої теоретичної бази допоки не розроблено. Проектні рішення генеруються на основі суб'єктивних вподобань авторів із застосуванням фрагментів із області еко-дизайну та акцентом на технологічному оснащенні. Процес геометричного моделювання та формоутворення об'єктів класу еко комплексно не розглядався. Системний підхід до проектування еко-об'єктів відсутній.

Тому зараз зростає потреба у систематизації матеріалу, розробці теоретичної бази для подальшого розвитку цієї галузі проектування.

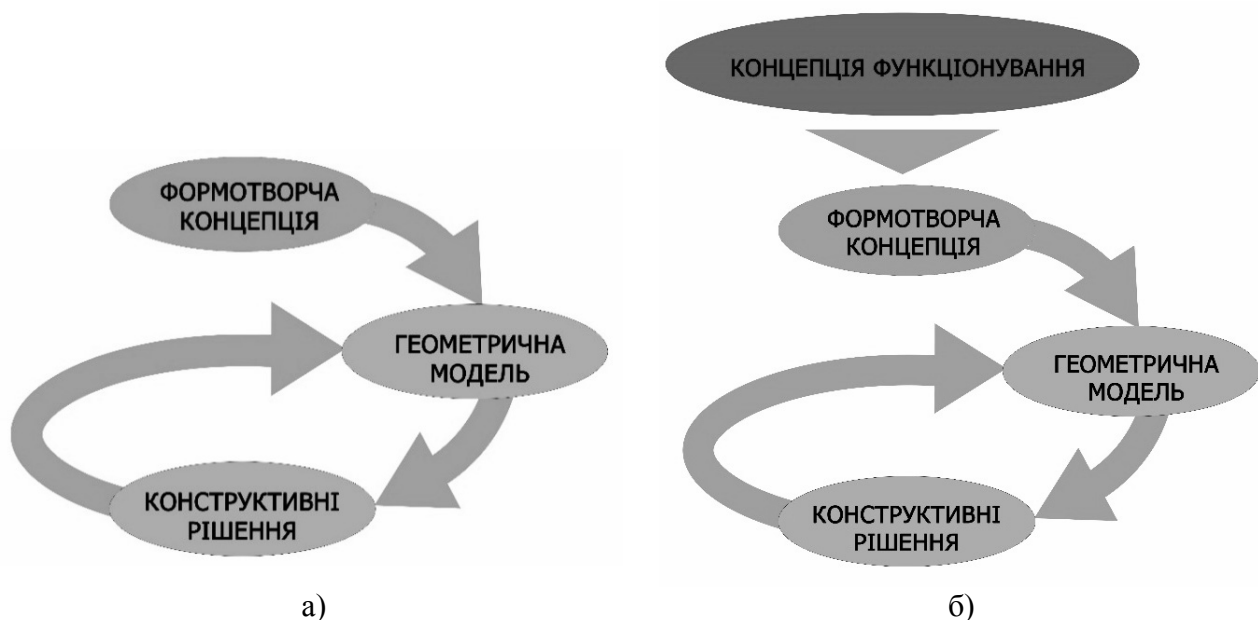
### АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Раніше в дослідженнях було запропоновано понятійний апарат, сформульовано визначення, концепції еко-дизайну та запропоновано систему прийняття рішень при проектуванні еко-об'єктів. В ході даного дослідження розроблено та представлено комбінаторні моделі для аналізу та генерації проектних рішень еко-об'єктів [1-6].

### ОСНОВНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єкт еко-дизайну відрізняється від звичайного об'єкту проектування не лише застосуванням технологій, засобів та методів збереження оточуючого середовища, а самою логікою проектування. Складовими процесу формоутворення будь-якого об'єкту є формотворча концепція, геометрична модель та конструктивна структура.

Вибір формотворчої концепції, тобто принципу створення об'ємно-просторової моделі – першооснова створення архітектурного образу будь-якого об'єкту. Вибір автором формотворчої концепції визначає геометричну модель об'єкта, яка в свою чергу визначає його конструктивну структуру. Однак засоби реалізації об'єкту обмежені, залежать від технічних, технологічних та конструктивних можливостей часу. Тому, виходячи із можливостей реалізації, уточнення конструктивної структури веде до коригування геометричної моделі. За такою схемою відбувається формоутворення будь-якого об'єкту проектування (Рис. 1а).



**Рис.1.** Системні ієрархічні моделі формоутворення об'єктів архітектури:

а – системна ієрархічна модель формоутворення будь-якого об'єкта архітектури та дизайну; б – системна ієрархічна модель формоутворення еко-об'єктів.

**Fig.1.** System hierarchical models of the formation of architectural objects:

а – system hierarchical model of forming of any object of architecture and design; б – system hierarchical model of the formation of eco-objects.

Процес формоутворення екологічних об'єктів принципово відрізняється від проектування інших об'єктів, адже першочерговим в ієрархічній моделі формоутворення еко-об'єкту є обрання та задання *концепції функціонування об'єкта*. Саме концепція функціонування визначає формотворчу концепцію, з якої починається геометричне моделювання об'єкта дизайну, віднесеного до класу «еко» (Рис. 1б).

*Концепція формотворча (концепція формоутворення еко-об'єкту)* – обраний фундаментальний принцип, закладений в основу формоутворення еко-об'єкта.

Вибір формотворчої концепції задає підхід до геометричного моделювання об'єкта, визначає його об'ємно-просторову структуру, архітектурний образ та геометричну модель.

Формотворча концепція – невід'ємна складова еко-проекування. Визначення геометричних методів моделювання як засобу реалізації формотворчої концепції наступний етап в процесі створення об'ємно-просторової моделі еко-об'єкта. Застосування ж конкретного композиційного прийому завершує логічну послідовність створення архітектурного образу об'єкта.

В процесі дослідження було проаналізовано ряд об'єктів класу еко та створено відповідний банк даних еко-об'єктів. Об'єкти було проаналізовано за декількома параметрами, класифіковано та занесено до таблиць за запропонованою системою. Кожен проект отримав свій ідентифікаційний номер відповідно до прийнятої системи ідентифікації. Номер складається із послідовності порядкових номерів по складовим проекту: формотворча концепція, геометричні засоби, композиційний прийом. Маючи систему ідентифікації по заданим параметрам можна керувати банком даних, отримуючи необхідну інформацію.

На основі аналізу проектних матеріалів, їх систематизації та створеного банку даних було отримано комбінаторні моделі аналізу та генерації проектних рішень еко-об'єктів. Для цього попарно було зіставлено ознаки, які визначають процес герметичного моделювання еко-об'єкта: формотворча концепція – геометричний засіб її реалізації, геометричний засіб моделювання – композиційний прийом.

Принципи формоутворення та геометричні засоби їх реалізації – ознаки, занесені до комбінаторних моделей – були сформульовані, перелічені та описані раніше в дослідженнях та опубліковані [1-6].

Створення об'ємно-просторової моделі в процесі архітектурного проектування неможливе без врахування законів та прийомів композиції. Це завершальна складова процесу формоутворення як класичного архітектурного проектування, так і еко-проекування (рис. 2). Наведемо перелік композиційних прийомів створення архітектурних форм [7-8]:

- Пропорційність
- Масштаб та масштабність
- Симетрія та асиметрія
- Контраст та нюанс
- Метр та ритм
- Рівновага

Комбінаторні моделі представлені на рис. 3-6. Кожна із моделей (формотворча концепція - геометричний засіб, геометричний засіб – композиційний прийом) представлена у двох варіантах.

Перший – зазначення конкретних прикладів із проектної практики та відзначення деяких із порожніх чарунок – комбінацій, які не зустрічались досі в проектних матеріалах, однак можливі для застосування. (Рис.3, 5) Комбінації, які на сьогоднішній



**Рис.2.** Логіка об'ємно-просторового моделювання еко-об'єкта.

**Fig.2.** Logic of spatial modeling of eco-object.

час не мають сенсу, відповідно до сучасних технічних, технологічних можливостей та знань, залишаються порожніми.

На основі комбінаторних моделей можна створити новий тип об'ємно-просторового рішення еко-об'єкта, застосувавши в процесі геометричного моделювання пари ознак, не використані досі. Однак маючи такі комбінаторні моделі окрім генерації нових проектних рішень, можна отримувати різну аналітичну інформацію.

На рис. 4 та 6 представлено другий варіант комбінаторних моделей, в яких відображено дані щодо комбінацій ознак, які застосовуються в проектній практиці найбільш часто. На основі таких даних можна робити висновки щодо універсальності та варіативності застосування того чи іншого засобу або концепції.

Проаналізувавши дані із комбінаторних моделей, можна зробити висновок, важливий для етапу аналізу доцільності та ефективності використання тієї чи іншої концепції: найбільш ефективним та варіативним є проектування об'єктів архітектури на ос-

нові геометричної концепції формотворення, адже вибір засобів геометричного моделювання в такому випадку найбільш широким, не обмеженим. Це дає можливість в свою чергу при проектуванні вводити додаткові параметри для вибору конкретного засобу – все це робить геометричну концепцію найбільш ефективною з точки зору системного підходу до проектування еко-об'єктів.

Найбільш універсальним засобом геометричного моделювання є засіб використання прототипу та засіб створення каркасу. Засоби прототипування та створення каркасу – універсальні засоби геометричного моделювання, за допомогою яких можна реалізувати будь-яку із існуючих концепцій формотворення.

Нижче наведено таблиці 1 і 2 - таблиці відповідності поєднання пари ознак, не використані досі в проектній практиці, однак можливих до застосування. Застосувавши одну із таких комбінацій можливо отримати нову геометрію будівлі, проектне рішення, не представлене раніше.

**Табл. 1.** Відповідність формотворчої концепції та можливості її реалізації засобами геометричного моделювання, досі не використаних при проектуванні об'єктів еко-дизайну

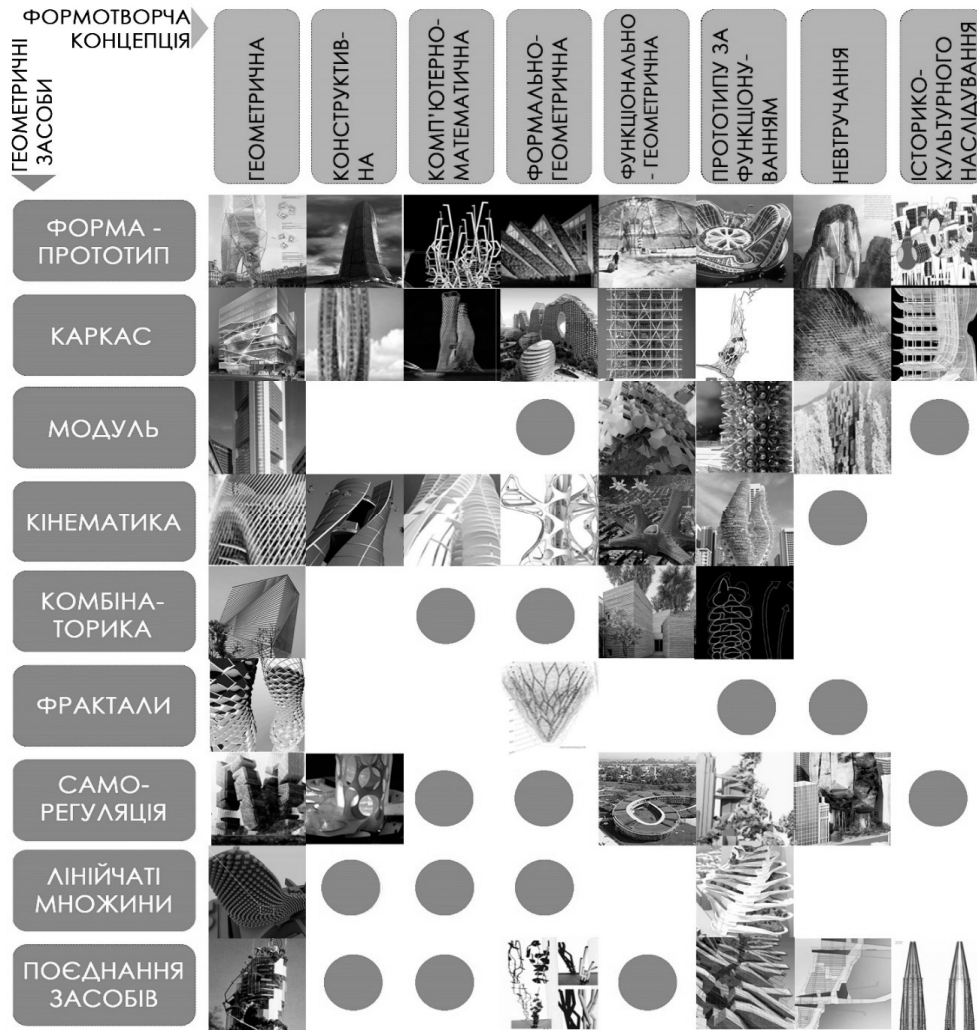
**Table 1.** Conformity of the formulating concept and the possibilities of its realization by means of geometric modeling, which have not yet been used in the design of eco-design objects

<b>КОМП'ЮТЕРНО-МАТЕМАТИЧНА КОНЦЕПЦІЯ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• КОМБІНАТОРИКА</li> <li>• ЛІНІЙЧАТІ МНОЖИНИ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• САМОРЕГУЛЯЦІЯ</li> <li>• ПОЄДНАННЯ ЗАСОБІВ</li> </ul>
<b>КОНСТРУКТИВНА КОНЦЕПЦІЯ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ЛІНІЙЧАТІ МНОЖИНИ</li> <li>• ПОЄДНАННЯ ЗАСОБІВ</li> </ul>	
<b>ФОРМАЛЬНО-ГЕОМЕТРИЧНА КОНЦЕПЦІЯ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• МОДУЛЬ</li> <li>• КОМБІНАТОРИКА</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ЛІНІЙЧАТІ МНОЖИНИ</li> <li>• САМОРЕГУЛЯЦІЯ</li> </ul>
<b>ФУНКЦІОНАЛЬНО-ГЕОМЕТРИЧНА КОНЦЕПЦІЯ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ПОЄДНАННЯ ЗАСОБІВ</li> </ul>	
<b>КОНЦЕПЦІЯ ПРОТОТИПУ ЗА ФУНКЦІОНУВАННЯМ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ФРАКТАЛИ</li> </ul>	
<b>КОНЦЕПЦІЯ НЕВТРУЧАННЯ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• КІНЕМАТИКА</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ФРАКТАЛИ</li> </ul>
<b>КОНЦЕПЦІЯ ІСТОРИКО-КУЛЬТУРНОГО НАСЛІДУВАННЯ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• МОДУЛЬ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• САМОРЕГУЛЯЦІЯ</li> </ul>

**Табл. 2.** Відповідність геометричних засобів та композиційних прийомів створення об'ємно-просторової моделі еко-об'єктів

**Table 2.** Correspondence of geometric means and compositional methods of creating a three-dimensional model of eco-objects

<b>КІНЕМАТИКА</b>	• ПРОПОРЦІЙНІСТЬ	• КОНТРАСТ/ НЮАНС
<b>ФРАКТАЛИ</b>	• ДИНАМІСНІСТЬ/ СТАТИЧНІСТЬ	
<b>САМОРЕГУЛЯЦІЯ</b>	• КОНТРАСТ/ НЮАНС	• МЕТР/ РИТМ
<b>ЛІНІЙЧАТІ МНОЖИНИ</b>	• МАСШТАБ ТА МАСШТАБНІСТЬ	• КОНТРАСТ/ НЮАНС
	• СИМЕТРИЯ/ АСИМЕТРИЯ	



**Рис.3.** Комбінаторна модель із прикладами з проектної практики. Співставлення ознак геометричний засіб – формотворча концепція.

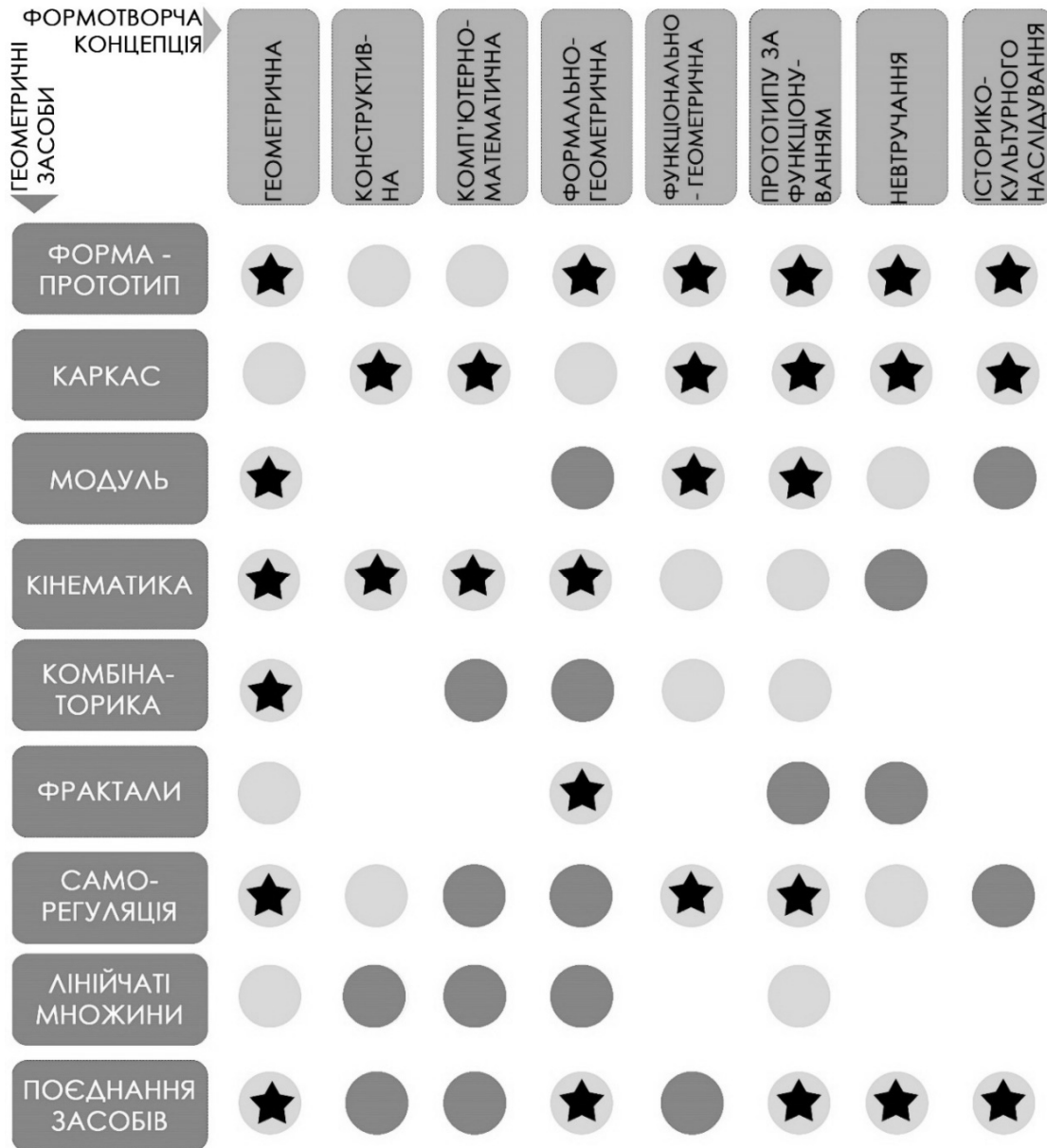
Умовні позначення:

● – комбінація, яка не зустрічається в проектній практиці, однак можлива для застосування.

**Fig.3.** Combinatorial model with examples from design practice. Comparison of features: form-forming concept – geometric methods of its realization.

Legend:

● – combination, that does not exist in design practice, but is possible to use.



**Рис.4.** Комбінаторна модель аналізу та генерації проектних рішень еко-об'єктів. Співставлення ознак геометричний засіб – формотворча концепція.

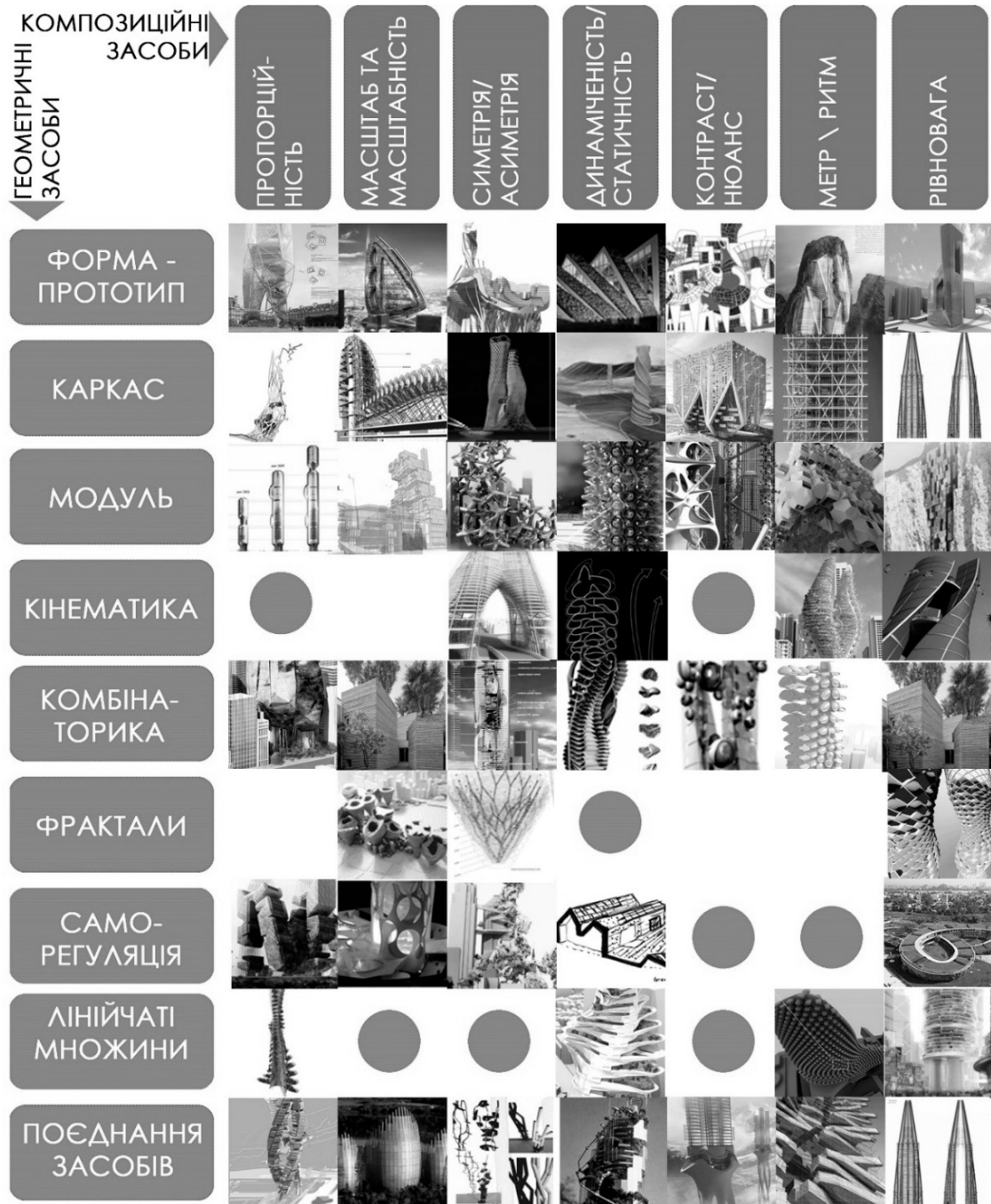
Умовні позначення:

- ★ – найбільш поширена в проектній практиці комбінація ознак геометричний засіб – формотворча концепція;
- – комбінація, яка зустрічається в проектній практиці;
- – комбінація, яка не зустрічається в проектній практиці, однак можлива для застосування.

**Fig.4.** Combinatorial models of analysis and generation of design solutions for eco-objects. Comparison of features: form-forming concept – geometric methods of its realization.

Legend:

- ★ – the most common combination of features in design practice;
- – combination, that is used in design practice;
- – combination, that does not exist in design practice, but is possible to use.



**Рис.5.** Комбінаторна модель аналізу та генерації проектних рішень еко-об'єктів із прикладами з проектної практики. Співставлення ознак геометричний засіб – композиційний прийом. Умовні позначення:

● – комбінація, яка не зустрічається в проектній практиці, однак можлива для застосування.

**Fig.5.** Combinatorial models of analysis and generation of design solutions for eco-objects with examples from design practice. Comparison of features: geometric methods of modeling - a compositional method.

Legend:

● – combination, that does not exist in design practice, but is possible to use.

ГЕОМЕТРИЧНІ ЗАСОБИ	КОМПОЗИЦІЙНІ ЗАСОБИ						
	ПРОПОРЦІЙ- НІСТЬ	МАСШТАБ ТА МАСШТАБНІСТЬ	СИМЕТРІЯ/ АСИМЕТРІЯ	ДИНАМІЧНІСТЬ/ СТАТИЧНІСТЬ	КОНТРАСТ/ НЮАНС	МЕТР \ РИТМ	РІВНОВАГА
ФОРМА - ПРОТОТИП	★	★	●	★	●	★	●
КАРКАС	●	★	●	★	●	★	●
МОДУЛЬ	★	●	★	●	★	★	●
КІНЕМАТИКА	●	●	●	★	●	●	★
КОМБІНА- ТОРИКА	●	●	★	★	●	●	●
ФРАКТАЛИ	●	●	●	●	●	●	●
САМО- РЕГУЛЯЦІЯ	★	●	★	●	●	●	★
ЛІНІЙЧАТІ МНОЖИНИ	●	●	●	★	●	●	★
ПОЄДНАННЯ ЗАСОБІВ	★	★	★	★	★	★	★

**Рис.6.** Комбінаторна модель аналізу та генерації проектних рішень еко-об'єктів. Співставлення ознак геометричний засіб – композиційний прийом.

Умовні позначення:

- ★ – найбільш поширена в проектній практиці комбінація ознак геометричний засіб – композиційний прийом;
- – комбінація, яка зустрічається в проектній практиці;
- – комбінація, яка не зустрічається в проектній практиці, однак можлива для застосування.

**Fig.6.** Combinatorial models of analysis and generation of design solutions for eco-objects. Comparison of features: geometric methods of modeling - a compositional method.

Legend:

- ★ – the most common combination of features in design practice;
- – combination, that is used in design practice;
- – combination, that does not exist in design practice, but is possible to use.



## ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Процес формоутворення екологічних об'єктів принципово відрізняється від класичного проектування. Логічна послідовність проектування еко-об'єктів починається із визначення концепції функціонування об'єкта проектування. Аналіз проектних матеріалів, їх систематизація та створення банку даних дають можливість для створення комбінаторних моделей аналізу та генерації проектних рішень шляхом співставлення пар ознак: формотворча концепція-геометричні засоби реалізації, геометричні засоби – композиційні прийоми. На основі комбінаторних моделей можна створити новий тип об'ємно-просторового рішення еко-об'єкта, застосувавши в процесі геометричного моделювання пари ознак, не використані досі.

Проаналізувавши дані із комбінаторних моделей, можна зробити висновок: найбільш ефективним та варіативним є проектування об'єктів архітектури на основі геометричної

концепції формотворення, адже вибір засобів геометричного моделювання в такому випадку найбільш широкий, не обмежений.

Найбільш універсальними засобами геометричного моделювання є засоби прототипування та створення каркасу – універсальні засоби, за допомогою яких можна реалізувати будь-яку із існуючих концепцій формотворення.

Застосувавши одну із комбінацій поєднання пари ознак, не використані досі в проектній практиці, можливо отримати унікальне проектне рішення.

## ЛІТЕРАТУРА

1. **Данієлян А. Є.** Сутність реалізації принципів екологічності в проектах еко-архітектури. *Технічна естетика і дизайн*. 2010. №8. К. : КНУБА. С. 98–101
2. **Данієлян А. Є., Білоус С. Я.** Еко-архітектура: визначення, концепції, засоби та схеми реалізації. *Технічна естетика і дизайн*. К. : КНУБА. №9. С. 78–88.
3. **Плоский В. О., Данієлян А. Є.** Геометричні принципи в формоутворенні об'єктів еко-архітектури. *Праці таврійського державного агротехнічного університету. Вип. 4: Прикладна геометрія та інженерна графіка*, Т. 50. Мелітополь, 2011. С. 18–22.
4. **Данієлян А. Є.** Принципи реалізації методів формоутворення в концепціях еко-архітектури. *Технічна естетика і дизайн*. К. : КНУБА. №10. С. 42–50.
5. **Данієлян А. Е.** Геометрическая модель как средство выбора приоритетных факторов внешней среды, учитываемых в процессе проектирования объектов эко-архитектуры. *Материалы 3-й международной научно-практической конференции 9-10 апреля 2013 г., Брянск, «Проблемы инновационного биосферно-совместимого социально-экономического развития в строительном, жилищно-коммунальном и дорожном комплексах»*, БГИТА. Т. 2. С. 26–32
6. **Данієлян А. Є.** Система прийняття рішень при проектуванні об'єктів еко-архітектури. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. К. : КНУБА, 2016. Вип. 45. С. 36–44.
7. **Михайленко В. Є., Яковлев М. І.** Основи композиції. Навчальний посібник. К. : Каравела, 2017. С. 304.
8. **Голубева О. Л.** Основы композиции. Учебное пособие. М. : ИД «Искусство», 2004. С. 120
9. **Иконников А., Г.Степанов.** Основы архитектурной композиции. Учебное пособие. М. : ИД "Искусство", 1971. С. 225.
10. **Bergman David.** Sustainable Design: A Critical Guide (Architecture Briefs). NY : Princeton architectural press, 2012. 144 p.
11. **Williams Daniel E., Orr David W., Watson Donald.** Sustainable Design: Ecology, Architecture, and Planning. Hoboken, New Jersey : John Wiley and Sons, 2007. 320 p.
12. **Yeang Ken.** Eco skyscrapers. Ken Yeang, Ivor Richards – Australia: The Images Publishing Group Pty Ltd. third edition, 2007. P. 165.
13. **Энгель Хайно.** Несущие системы. М. : АСТ: Астрель, 2007. С. 344.
14. **Al-Kodmany Kheir.** New suburbanism: Sustainable tall building development. New York: Routledge, 2016. 283 p.
15. **Al-Kodmany Kheir.** Eco towers: Sustainable cities in the sky. Chicago : WIT Press, 2015. 483 p.

16. **Riba Hicham, Al-Kodmany Kheir.** Inovative approaches to sustainable design: The riba green city model. Amazon Digital Services LLC, 2014. 241 p.
17. **Gissen David.** Big and Green: Toward Sustainable Architecture in the 21st Century. New York : Princeton Architectural Press, 2003. 196 p.
18. **Lynn S. Beedle., Lynn S. Beedle, Mir M. Ali, Paul J. Armstrong.** Skyscraper and the City Design, Technology and Innovation, Book 1. NY : Edwin Mellen Press, 2007. 750 p.
19. **Wells Matthew.** Skyscrapers: Structure and Design. London : Laurence King Publishing, 2005. 791 p.
20. **Howard E., Mumford L., Leopold A., Jacobs J., McHarg Ian L., Andre Gunder Frank (Author), Herman E. Daly (Author) & 3 more.** Routledge: Taylor and Francis Group. 1st edition, 2004. 392 p.

## REFERENCES

1. **Daniielian A. (2010).** Sutnist realizatsii pryntsyviv ekolohichno-sti v proektakh eko-arkhitektury. *Tekhnichna estetyka i dyzain*, 8, 98–101 (in Ukrainian).
2. **Daniielian A., Bilous S.** Eko-arkhitektura: vyznachennia, kontseptsii, zasoby ta skhemy realizatsii. *Tekhnichna estetyka i dyzain*. K. : KNUBA. 9, 78–88 (in Ukrainian).
3. **Ploskiy V., Daniielian A. (2011).** Heometry - hni pryntsyvy v formoutvorenni obiek-tiv eko-arkhitektury. Pratsi tavriiskoho derzhavnoho ahrotekhnichnoho universyte-tu. 4: Prykladna heometri ta inzhenerna hrafika, 50, 18–22 (in Ukrainian).
4. **Daniielian A.** Pryntsyvy realizatsii metodiv formoutvo-rennia v kontseptsiiakh eko-arkhitektury. *Tekhnichna estetyka i dyzain*. 10, 42–50 (in Ukrainian).
5. **Daniielian A. (2013).** Geometricheskaya model kak sredstvo vyibora prioritetnykh faktorov vneshney sredy, uchityvaemykh v protsesse proekti-rovaniya ob'ektov eko-arkhitektury. Ma-terialy 3-y mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii 9-10 aprelya 2013 g., Bryansk, «Problemy innovatsion-nogo biosferno-sovmestimogo sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya v stroitel'nom, zhilishchno-kommunalnom i dorozhnom kompleksah», 2, 26–32 (in Russian)
6. **Daniielian A. (2016).** Systema pryiniattia rishen pry proektu-vanni obiek-tiv eko-arkhitektury. *Suchasni problemy arkhitektury ta mistobudu-vannia*, 45, 36–44 (in Ukrainian).
7. **Myhailenko V., Yakovlev N. (2017).** Osnovy kompozytsii. Navchalnyi posibnyk. Kyiv, Karavela, 304. (in Ukrainian)
8. **Golubeva O. L. (2004).** Osnovy kompozytsyy. Uchebnoe posobie. Moskva, YD «Yskusstvo», 120 (in Russian).
9. **Ikonnikov A., G. Stepanov. (1971).** Fundamentals of architectural composition. Tutorial. Moskva, Art, 225 (in Russian).
10. **Bergman David. (2012).** Sustainable Design: A Critical Guide (Architecture Briefs). NY: Princeton architectural press. 144.
11. **Williams Daniel E., Orr David W., Watson Donald (2007).** Sustainable Design: Ecology, Architecture, and Planning. Hoboken, New Jersey: John Wiley and Sons. 320.
12. **Yeang Ken (2007).** Eco skyscrapers. Ken Yeang, Ivor Richards. Australia: The Images Publishing Group Pty Ltd. third edition. P. 165.
13. **Engel Hiino (2007).** Nesuschie sistemyi. Moskva, AST Astrel, 344 (in Russian).
14. **Al-Kodmany Kheir (2016).** New suburbanism: Sustainable tall building development. New York: Routledge. 283.
15. **Al-Kodmany Kheir (2015).** Eco towers: Sustainable cities in the sky. Chicago: WIT Press. 483.
16. **Riba Hicham, Al-Kodmany Kheir (2014).** Inovative approaches to sustainable design: The riba green city model. Amazon Digital Services LLC. 241.
17. **Gissen David (2003).** Big and Green: Toward Sustainable Architecture in the 21st Century. New York: Princeton Architectural Press. 196.
18. **Lynn S. Beedle., Lynn S. Beedle, Mir M. Ali, Paul J. Armstrong (2007).** Skyscraper and the City Design, Technology and Innovation, Book 1. NY: Edwin Mellen Press. 750.
19. **Wells Matthew (2005).** Skyscrapers: Structure and Design. London: Laurence King Publishing. 791.
20. **Howard E., Mumford L., Leopold A., Jacobs J., McHarg Ian L., Andre Gunder Frank (Author), Herman E. Daly (Author), & other (2004).** Routledge: Taylor and Francis Group. 1st edition. 392.

## **Combinatorial models for analysis and generation of eco-objects geometry**

*Anait Danielian*

**Summary.** Eco-architecture is a relatively young trend of designing and it is developing precipitously. There is no systematic approach to the eco-objects design, because there is a lack of a theoretical base and the commonly accepted glossary. The process of geometric modeling of eco-objects is studied indirectly. The paper examines the process of space-spatial modeling of eco-objects. The following are the system hierarchical models of the formation of objects of architecture, the principal difference between geometric modeling of objects of the eco type is determined. In the work introduced and formulated the concept of form-creative concept and its role in the process of form-formation of objects of eco-architecture (eco-design). After analysis of project materials, it was systematized and the data bank was created. On that basis combinatorial models of analysis and generation of design solutions for eco-objects were obtained. To do this, the features that determine the process of geometric modeling of the eco-object are mapped in pairs: the form-forming concept and a geometric methods of its realization, a geometric methods of shape modeling - a compositional method of architectural design. On the basis of combinatorial models it is possible to create a new type of space-spatial solution of eco-object geometry, applying in the process of geometric modeling a pair of signs that have not been used up to now. Having such combinatorial models we can not only generate a new types of eco-objects geometry, but also receive different analytical information. The tables of comparison of pairs of signs, not used in the design practice, but possible for application, are given. The expediency of the application of this or that concept, the universality of the means of its realization has been analyzed.

**Keywords.** Eco-object, form-forming concept, concept of functioning, geometric method, compositional method, form-creation.