



УДК : 72.01:72.012

ЦИФРОВИЙ МОРФОГЕНЕЗ: СИНТЕЗ ОРГАНІКИ ТА АЛГОРИТМІВ В АРХІТЕКТУРНОМУ ФОРМОУТВОРЕННІ

БУРЛАК Галина, ВІЛІНСЬКА Людмила, РОМАНЮТА Єлизавета
Одеська державна академія будівництва та архітектури,

Одеса, Україна

*demiga89@gmail.com, vilsem56@gmail.com,
romaniutayelyzaveta@gmail.com*

У роботі розглянуто концепцію цифрового морфогенезу як основу нового архітектурного напрямку – цифрового біоміметичного параметризму. На прикладі проекту культурного центру «Liceu Mar» у місті Барселона розкрито роль параметричного моделювання у взаємодії форми, світла та кольору. Визначено принципи функціональної відповідності складної геометрії зовнішнім чинникам середовища та обчислювальній логіці. Синтез природних закономірностей із алгоритмічними методами дозволяє формувати адаптивні архітектурні оболонки як цілісні морфологічні системи.

Ключові слова: *органічна архітектура, параметризм, морфогенез, архітектурна оболонка, цифрове проектування.*

ВСТУП

Сучасна архітектура характеризується активним розвитком нових методів формоутворення, що пов'язані з використанням цифрових технологій проектування та параметричних інструментів моделювання. Органічна архітектура часто використовує природні образи як художню метафору, тоді як алгоритмічні методи формоутворення орієнтуються переважно на математичні алгоритми та геометричні моделі. У результаті форма, конструкція, світло та колір нерідко розглядаються як відокремлені елементи архітектурної композиції. У зв'язку з цим актуальним є дослідження можливості синтезу органічної морфології та алгоритмічної пластики з метою формування нового підходу до архітектурного формоутворення.

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Метою дослідження є визначення принципів формування нового архітектурного напрямку, що базується на поєднанні природних закономірностей морфогенезу та алгоритмічних методів цифрового формоутворення. Для досягнення поставленої мети необхідно дослідити роль світла, кольору та конструкції у формуванні архітектурної оболонки та визначити перспективи застосування алгоритмічного моделювання у процесі архітектурного морфогенезу.



РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Вергунова Н.В. [1] відмічає, що морфогенез в архітектурі має на увазі симбіоз біологічних закономірностей і використання досягнень інших галузей знань, в тому числі, інформаційних технологій. Одним із ключових принципів нового підходу є використання архітектурної оболонки як інтегрованої морфологічної системи. У такій системі геометрія, конструкція та матеріальність утворюють єдину просторову структуру. Архітектурна оболонка виконує одночасно конструктивну, просторову та естетичну функції. Важливим компонентом архітектурної композиції виступає світло. В роботі [2] пропонується розглядати взаємоузгоджену систему світла і кольору з урахуванням кількісних показників всіх складових станів і їх взаємовплив. Це дозволить формувати світло-кольоровий архітектурний образ цілеспрямовано і керовано. У запропонованому підході світло розглядається не лише як функціональний елемент архітектури, але й як активний компонент формоутворення. Використання світлокопиристичних структур, вітражних поверхонь та градацій світла дозволяє створювати складні просторові ефекти та підсилювати пластичність архітектурної форми. Криворучко Н. І. та Нос А. І. відмічають, що світлове оформлення будівель і споруд інтегрується в існуюче міське середовище для передачі того чи іншого меседжу [3].

Проект культурного центру «Liceu Mar», розробка Романюта Є., розташований в межах центральної прибережної частини Барселони – на Moll d'Esplanu, у структурі історичного порту Port Vell. Основна концепція базується на поєднанні функціональної доцільності та пластичного біонічного формоутворення. Просторова організація комплексу підпорядкована логіці сценічної структури великого оперного театру та передбачає розміщення двох ідентичних сценічних коробок – головної та репетиційної – з єдиним технологічним зв'язком. Будівля вирішена як витягнута об'ємно-просторова структура, що зумовлена функціональною програмою, компенсується введенням пластичних поперечних консольних елементів у вигляді хвилеподібних ламельних конструкцій. Параметрична модель хвилеподібних ламелей була згенерована за допомогою алгоритмів, що дозволило оптимізувати їх крок відповідно до вимог інсоляції та візуальної проникності фасаду. Такий прийом формує виразний динамічний силует та зменшує візуальну масивність об'єкта.

Композиційно будівля поділяється на три функціональні блоки: театральний, технічний та освітній. Їхня різна висотність формує ієрархію об'ємів: технічний блок є найвищим та визначає вертикальну домінанту комплексу, театральний блок формує головний глядацький об'єм, а освітній блок має нижчу масштабність, що забезпечує поступовий перехід від монументальної частини до камерних навчальних просторів. Архітектурна концепція передбачає поетапне розкриття простору. Підхід з боку історичної частини міста формує перший візуальний контакт із центральною частиною будівлі, після чого відвідувач може обрати різні сценарії руху: підйом до головного входу через парк або спуск на нижній громадський рівень.



Внутрішній простір вестибюля вирішено як багаторівневий об'єм з відкритими та закритими комунікаційними зв'язками. Пластичні сходові марші формують динамічну композицію та підсилюють відчуття руху. Верхні яруси залу орієнтовані на панорамні види історичної частини міста, що інтегрує міський ландшафт у внутрішню структуру будівлі. Фасадне рішення виконане у сучасній мінімалістичній стилістиці з домінуванням білої колористики (Рис.1). Використання білого кольору та світлопрозорих поверхонь є частиною алгоритмічного розрахунку для максимального розсіювання природного світла в інтер'єрі.



Рис.1. Культурний центр «Liceu Mar», м. Барселона»
архітектор Романюта Є.

Вертикальний ритм ламелей формує світлотіньову гру та підкреслює біонічну пластику оболонки. Великі світлопрозорі поверхні забезпечують природне освітлення громадських просторів і створюють відчуття відкритості будівлі до міського середовища. Архітектурно-концептуальне рішення спрямоване на створення функціонально чітко організованого, виразного та сучасного культурного центру, що поєднує сценічну, освітню та рекреаційну функції, формує нову якість прибережного громадського простору та підкреслює сучасний характер морського фасаду Барселони. Також важливим композиційним принципом є контраст чистої білої геометричної пластики та світлоколеристичних акцентів. Такий підхід дозволяє поєднати природну логіку морфогенезу з можливостями сучасних цифрових технологій архітектурного проектування. Органічна морфологія в цьому проекті – це не візуальна подібність до природи (біоморфізм), а функціональна подібність. Алгоритмічна пластика перетворює жорстку геометрію на «плинну» систему, де кожен елемент може бути унікальним, але підпорядкованим загальному закону. Синтез полягає у створенні об'єктів, де складна «пластична» форма є прямим наслідком «морфологічного» пристосування до зовнішніх чинників (інсоляції, вітру, акустики).

Таким чином, синтез органічної морфології та алгоритмічної пластики створює передумови для формування нової архітектурної мови, що відповідає сучасним тенденціям розвитку архітектури та цифрового проектування. досліджень у галузі цифрової архітектури.



ВИСНОВКИ

У результаті дослідження встановлено, що поєднання принципів органічної морфології та алгоритмічного формоутворення створює передумови для формування нового архітектурного напрямку і він визначається як цифровий біоміметичний параметризм, де архітектурна форма не копіює природу зовні, а наслідує її логіку через обчислювальні алгоритми.

Основними принципами цього підходу є: інтеграція природних закономірностей морфогенезу та алгоритмічних методів формоутворення; використання архітектурної оболонки як цілісної морфологічної системи; взаємодія форми, конструкції, світла та кольору у межах єдиної просторової структури; застосування цифрових технологій для керованої варіативності архітектурної геометрії. Запропонований підхід формує теоретичне підґрунтя для розвитку нових принципів архітектурного проектування та відкриває перспективи для подальших досліджень у галузі цифрової архітектури. Розгляд концепції цифрового морфогенезу... вимагає переходу від розуміння форми як статичного об'єкта до розуміння її як результату динамічного обчислювального процесу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вергунова Н. С. Концепції цифрового морфогенезу в архітектурі та дизайні. *Комунальне господарство міст*. 2017. Вип. 139. С. 206–210. URL: <https://eprints.kname.edu.ua/48722/1/5131-10192-1-SM.pdf>
2. Благовєстова О. О., Печерцев О. О. Характерні риси параметричної архітектури та параметричного проектування. *Науковий вісник будівництва*. 2021. Том 104, №2. С. 14–20. DOI: <https://doi.org/10.29295/2311-7257-2021-104-2-14-20>
3. Криворучко Н. І., Нос А. І. Семантика світла як інструмент формування архітектури новітньої епохи. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. 2024. №69. С. 41–60. DOI: <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2024.69.41-60>

BURLAK G., VILINSKA L., ROMANYUTA Y.

DIGITAL MORPHOGENESIS: THE SYNTHESIS OF ORGANIC FORMS AND ALGORITHMS IN ARCHITECTURAL FORM-GENERATION

This paper examines the concept of digital morphogenesis as the basis for a new architectural movement – digital biomimetic parametricism. Using the example of the 'Liceu Mar' cultural center project in Barcelona, the role of parametric modelling in the interplay of form, light and colour is explored. The principles of functional correspondence between complex geometry and external environmental factors and computational logic are defined. The synthesis of natural patterns with algorithmic methods allows for the formation of adaptive architectural envelopes as holistic morphological systems.

Keywords: organic architecture, parametricism, morphogenesis, architectural shell, digital design