
Інноваційні підходи формування архітектурного середовища в умовах глобальних змін клімату: в аспектах аналізу практичного досвіду

Максим Петрович Тіماشков

Кафедра архітектури будівель і споруд, Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, Харків, Україна

ORCID 0009-0006-0399-1235

Для цитування цієї статті:

Тіماشков Максим Петрович. Інноваційні підходи формування архітектурного середовища в умовах глобальних змін клімату: в аспектах аналізу практичного досвіду. International Science Journal of Engineering & Agriculture. Vol. 3, No. 4, 2024, pp. 1-8.

doi: 10.46299/j.isjea.20240304.1.

Надійшла до редакції: 02 липня 2024 р.; **Схвалено:** 31 липня 2024 р.;

Опубліковано: 01 серпня 2024 р.

Анотація: Висвітлюються актуальні проблеми архітектурного середовища в масштабах міської тканини в контексті глобального потепління і викликаних внаслідок нього змін клімату. Піднімаються питання невідповідності багатьох сучасних міст і поселень, включаючи регіони України, до нових погодних викликів. Тому, на основі загально прийнятих чотирьох кліматичних типів, а саме спекотно засушливого, спекотно вологого, помірного і холодного, визначаються основні ризики кожного з них. Такими ризиками є: засуха, повені і підтоплення, надмірна кількість опадів, заболочення, снігові замети, потужні вітрові навантаження, тощо. Також, в науковій роботі зазначаються антропогенні проблеми, які пов'язані з швидким економічним розвитком країн у ХХ столітті, а саме: використання не екологічних матеріалів, великі площі непроникного заощення, великі викиди вуглекислого газу, автомобільна орієнтація міської інфраструктури, тощо. Після визначення основних проблем була поставлена мета – виявлення та класифікація архітектурних рішень щодо формування нового і реформування існуючого архітектурного середовища, яке адаптується до цих викликів. Для цього був проведений аналіз успішних проєктів, який виявив різноманітні рішення, до переліку яких входять засоби всіх масштабних рівнів середовища, починаючи від малих архітектурних елементів і закінчуючи великими регіональними програмами. Також, велика увага приділяється саме практичним рішенням, включаючи культурно традиційні і більш сучасні технологічні підходи. Для цього було вибрано чотири міста із різними кліматичними умовами, а саме Масдар, Ухань, Копенгаген і Таллінн. Ці рішення узагальнюють адаптаційні підходи до формування архітектурного середовища в контексті регіональних погодних умов. Такими рішеннями стали: «басейновий» підхід, концепція «Sponge city», енергоефективні будівлі, різні види озеленення, водопроникне мощення, тощо. Це дослідження є частиною комплексного підходу у формуванні і реформуванні існуючого архітектурного середовища для різних кліматичних умов в контексті глобальної зміни клімату.

Ключові слова: Sponge city, сталий розвиток, архітектурне середовище, міське середовище, глобальне потепління, зміна клімату.

1. Вступ

Зміни клімату, викликані внаслідок глобального потепління, стали одними з найголовніших проблем для розвитку людства впродовж останніх десятиліть. На рахунок

виникнення цього явища досі ведуться суперечки, але переважна більшість різних науковців світу впевнені в його антропогенному утворенні, що визначає ключову роль діяльності людства, як і у створенні даної проблеми, так і у її вирішенні.

Загалом можна виділити два аспекти впливу глобальної зміни клімату на людину – природний і штучний, де в перший, входять всі проблеми і ризики пов'язані з природними процесами. Високі температури прискорюють танення льодовиків планети, підвищуючи рівень води і збільшуючи кількість опадів, що в свою чергу продукує велику кількість повеней і інших природних катастроф пов'язаних з водою. Часті дощі і виходи річок з берегів стають причиною погіршення складу ґрунту, посилюючи його ерозію, заболочення або навіть опустелення. Також, зміна клімату ставить під загрозу існування певних видів тварин і рослин, викликаючи деградацію екосистеми. Це – природний аспект.

Штучний аспект включає в себе проблеми, викликані людською діяльністю. Глобальна зміна клімату впливає на людину через призму міського середовища. З самого початку зародження людської цивілізації наші житла і міста були відповіддю на оточуючі умови клімату, своєрідним методом адаптації для забезпечення усіх процесів життєдіяльності населення. Але в сучасному контексті міське середовище сформоване за застарілими принципами, яке нездатне протидіяти новим збільшеним навантаженням, які викликані глобальним потеплінням. Ці проблеми віддзеркалюються в забрудненні водних артерій і екосистеми в цілому, збільшені викидів газів в атмосферу, утворені теплових островів, а також в масовій хаотичній міграції населення.

Саме тому, кліматичні зміни перестали бути потенційною загрозою, а стали реальною небезпекою, впливаючи на всі види діяльності людини, включаючи урбаністику і архітектуру. В сучасних кліматичних умовах тема інноваційних принципів формування архітектурного середовища набуває значної актуальності. Адже, основним сучасним викликом є глобальні зміни клімату, які потребують негайної адаптації міського середовища, створюючи таким чином екологічне і стале нове архітектурне середовище, яке включає в себе енергоефективність інфраструктури і будівель, стійкість до нових екстремальних погодних умов та поновлення і збереження екосистеми в цілому.

2. Об'єкт і предмет дослідження

Об'єктом даного дослідження є архітектурне середовище.

Так, як міське середовище охоплює всі аспекти життя в місті і включає соціальну інфраструктуру, економічну діяльність та соціальну взаємодію, воно охоплює регіональний масштаб, що підтримує соціальні зв'язки між мешканцями міст і поселень, забезпечуючи простори для комунікації та спільної діяльності. Міське середовище представляє масштабну екосистему регіону.

Архітектурне середовище є складовою міського середовища на рівні мезо і макромасштабу і головним чином зосереджено на дизайні, будівництві та функціонуванні будівель і споруд. Воно задає естетичність та функціональність окремих будівель і інтегрує їх в міську тканину. Сьогодні архітектурне середовище динамічно змінюється і це вимагає вивчення і розробку нових методів і підходів до його формування.

У зв'язку з вище сказаним, **предметом дослідження** є визначення інноваційних принципів формування архітектурного середовища, які включають в себе рішення швидкої адаптації до сучасних погодних умов.

3. Мета та задачі дослідження

Мета даного дослідження полягає у виявленні та класифікації різноманітних архітектурних рішень адаптації архітектурного середовища до глобальних змін клімату, а також, об'єднання їх в комплексний підхід.

Тому, для виконання мети дослідження визначено такі задачі:

1. Визначити проблеми і виклики в контексті глобальної зміни клімату.
2. Методи наукового дослідження.
3. Проаналізувати теоретичний і практичний світовий досвід формування архітектурного середовища в умовах глобальних змін клімату.
4. Виявити фактори, які впливають на формування архітектурного середовища в контексті глобальних змін клімату.
5. Виявити універсальні і специфічні закономірності формування архітектурного середовища в контексті глобальних змін клімату.
6. Виявити інноваційні принципи формування архітектурного середовища в контексті глобальних змін клімату.
7. Рекомендації використання інноваційних прийомів формування архітектурного середовища в регіонах України в контексті глобальних змін клімату і подальші напрямки наукових досліджень.

Мета і задачі дослідження розкривають постановочну частину великої наукової роботи, тому в статті розглядаються наступні питання: проблеми і виклики в сьогоденному контексті різних кліматичних типів, методологія даного наукового дослідження, аналіз теоретичного і практичного досвіду формування архітектурного середовища в умовах різних типів клімату, фактори впливу на формування архітектурного середовища в контексті різних типів клімату, універсальні і специфічні закономірності формування архітектурного середовища в контексті різних типів клімату.

4. Аналіз літератури

Проблемі адаптації архітектурного середовища до екстремальних погодних умов присвячена досить велика кількість наукових джерел. Питаннями впливу кліматичних змін на людину і міське середовище займався Сміт П.Ф. [1]. В свою чергу, Ольгій В. досліджував біокліматичну архітектуру та її адаптацію до оточуючого клімату [2]. Канадський архітектор Аронін Дж. Е. в своїх працях зібрав рішення пристосування архітектури до погодних умов від різних народів нашої планети, [3]. А, питаннями формування міського середовища займався Лінч К.А. [4].

Серед проаналізованих джерел є і сучасні праці різних організацій. Такі роботи, як програми «басейнового підходу», для організації управління водними системами цілого регіону [5]. Також є праці пов'язані з кліматичними змінами, сталою архітектурою, балансом екосистеми і збереженню культурної ідентичності в сучасній архітектурі [6-9].

Варто відмітити, що в закордонних наукових джерелах архітектурне середовище часто являється синонімом до екологічного і сталого середовища, з чого ми розуміємо їхню синергію і нерозривність.

Загалом, проаналізовані роботи представляють велику кількість різноманітних рішень для окремих задач адаптації архітектурного середовища до зміни клімату. Звідки випливає і основна проблема дослідження – ці рішення не являються складовими однієї комплексної програми, яка б охоплювала всі масштабні рівні під час реформування існуючого середовища в нове більш адаптоване. Особливо це актуально для України.

5. Методи досліджень

Для отримання результатів дослідження використовувалися різноманітні методи. За основу було взято, так званий, метод вторинного дослідження, який передбачає пошук і узагальнення існуючих наукових праць за даною тематикою. Наукові роботи відбиралися з офіційних урядових звітів, а також з авторитетних міжнародних баз даних, таких як Scopus і

Google Scholar. Відібрані джерела були поділені за наступними характеристиками: тип кліматичного лиха, масштаб застосування рішень і задовільність отриманих результатів.

Також, використано метод порівняльного аналізу. Так, для нього було вибрано декілька міст з різних куточків нашої планети де оцінювалась їхня стійкість і адаптативна здатність до сучасних глобальних змін клімату. Важливим було визначення не тільки теоретичних, а саме практичних результатів успішних проєктів, які вирішують дані питання.

6. Результати досліджень

Зміни клімату, спричинені глобальним потеплінням, стали однією з основних проблем людства в 21 столітті. Екологічний баланс був порушений в 20 столітті у зв'язку з швидкими темпами розвитку індустріалізації та урбанізації, що потребувало величезної кількості ресурсів планети. Також, індустріалізація сприяла хаотичному формуванню міського середовища багатьох країн Європи, в тому числі і України, що посилювало проблеми життєдіяльності населення земної кулі.

Зі зростанням міст, викликаною процесами урбанізації, основною їх проблемою став великий приплив нових мешканців. Це продукувало шалене будівництво і разом з цим розростання тканини міста. Зводилася вся необхідна інфраструктура, включаючи житло, транспортні зв'язки, місця роботи, сільськогосподарські угіддя, тощо. Для підтримання шалених темпів такого розширення використовувалися швидкі і не екологічні будівельні матеріали. Це – бетон, цемент, пластик, які за своєю структурою перешкоджали природнім процесам, погіршуючи проникність опадів на великих територіях, створюючи теплові острови, підвищуючи заболочення, утворюючи дефіцит водних ресурсів.

Проте з усвідомленням усіх небезпек, які несуть глобальні зміни клімату, парадигма міського планування почала поступово змінюватися. Архітектори і урбаністи з різних куточків світу почали розробляти програми адаптації міського середовища до їх регіональних погодних умов. Загалом прийнято виділяти чотири типи клімату, серед яких: спекотно засушливий, спекотно вологий, помірний, холодний [10]. Для кожного з них, щоб забезпечити комфортне середовище перебування людини, розробляються свої принципи, технології і програми проектування, які водночас складаються з багаторічних традиційних і сучасних технологічних методів.

Так, наприклад для спекотно засушливого типу клімату потрібно зменшити накопичення сонячної радіації, для меншої кількості тепла, та зменшити коефіцієнт теплопровідності, що зупинить подачу теплого повітря всередину будівлі. Для досягнення цих цілей будинки і споруди в спекотно засушливому типі клімату часто проектуються з товстими стінами, малими віконними отворами та критими внутрішніми дворами. Кондиціонування повітря може забезпечуватися, традиційними для Аравійського півострова та Центральної Азії, машрабіями або вежами вітроловами (бадгір, малькаф), які використовуються не тільки для охолодження осель, але й різних громадських просторів [11,12].

Також, для збереження вологи у ґрунті, якої через низьку кількість опадів дуже мала кількість, висаджують місцеві посухостійкі види рослинності. Технічні інновації, такі як системи переробки сірої води, збирають стоки для повторного її використання, що зменшує навантаження на локальні водні системи. Також, спекотно засушливий тип клімату дуже сприятливий для використання сонячних панелей, які покращують енергоефективність будівель і споруд.

Прикладом адаптації міського середовища до спекотно засушливого типу клімату є місто Масдар, Об'єднані Аравійські Емірати, яке запроектували, використовуючи унікальні інженерні підходи для забезпечення постійного комфортного клімату у всьому місті. Для цього збудували 46-метрову вітряну вежу, яка підтримує температуру громадських просторів на рівні приблизно 15-20 °С, навіть коли в пустелі Аравійського півострова дуже спекотно. Крім

того, архітектори спроектували будівлі у відносній близькості, що зменшило кількість сонячної радіації, яка потрапляє на вулиці міста [13].

В свою чергу, спекотно вологий тип клімату потребує випаровування надлишкової вологи та забезпечення ефективної вентиляції приміщень із використанням існуючих напрямків вітру. Тому, в цьому типі клімату, будівлі і споруди здебільшого проектуються з відкритою каркасною конструкцією на палях та з великими відкритими назовні просторами для ефективної циркуляції повітря. Важливим питанням, в спекотно вологому кліматі, постає правильна робота з великою кількістю опадів і їх наслідками. Так, для урегулювання річок, озер та інших водних систем, на рівні цілого регіону, використовують метод «басейнового» підходу, який запобігає утворенню повеней і підтоплень внаслідок сезонів рясних дощів.

На меншому масштабному рівні, у містах, можуть використовувати різні концепції водного управління, однією з яких є «Sponge city» (Міста губки). Дана концепція включає в себе набір різноманітних рішень спрямованих на поглинання, зберігання, пропускання і очищення води в контексті міського середовища (Рис. 1).



Рис. 1. Основні задачі та елементи концепції «Sponge city».

Такий підхід досягається різними видами «губчатої» інфраструктури, до якої можна віднести наступні складові: накопичувальні об'єкти (озера, водно-болотні угіддя, штучні резервуари), ландшафтні рішення (трав'яні канави, сухі струмки, дощові сади), елементи мощення (водопроникний асфальт, порожниста бруківка), різні типи озеленення (зелені покрівлі, «губчаті» парки) [14].

Прикладом адаптації архітектурного середовища до спекотно вологого типу клімату являється місто Ухань, Китайська Народна Республіка. В якому, одному з перших, була проведена реалізація концепції водного управління «Sponge city». Так, для вирішення проблем надмірних опадів, інтенсивного заболочення, повеней і підтоплень, територія міста була поділена на чотири функціональні зони, серед яких виділили ділянки придатні для розміщення найбільш доцільної «губчатої» інфраструктури. Такий підхід зупинив інтенсивні темпи заболочення ділянок і дав змогу використання надлишкової кількості опадів в різних потребах міста [15].

В помірному кліматі необхідно забезпечити баланс температур, тобто збереження тепла або прохолоди відносно сезону. Для досягнення цих цілей використовують комбінації рішень, які призначені для спекотно засушливого і спекотно волого типу клімату. Тому, велика увага приділяється сталій і багатофункціональній архітектурі. Дерев'яні конструкції відмінно підходять до даного типу клімату, знижуючи викиди вуглекислого газу і потребуючи меншої кількості енергії для охолодження або нагрівання споруди. Також, є досить ефективним проектування багатофункціональних будівель і просторів, які не втрачають своєї актуальності

у будь-яку пору року. Чудовим багатофункціональним простором можуть слугувати міські ферми, розміщені на дахах будівель [16]. Вони виконують функцію озеленення, виробляють свіжу і натуральну продукцію та можуть залучати до роботи локальних жителів, чим покращують соціалізацію прилеглих районів. А, наявність теплиць зробить можливим їх використання навіть узимку.

Прикладом адаптації міського середовища до помірною типу клімату є місто Копенгаген, Данія. На сьогоднішній день воно демонструє надзвичайні успіхи у формуванні сталого архітектурного середовища. Тут активно будуються енергоефективні будівлі і простори та часто використовують екологічні матеріали при будівництві, такі як дерев'яні конструкції. Також, велика кількість будівель і просторів є багатофункціональними, що допомагає активно розвивати міську громаду в будь-яку пору року [17].

У холодному типі клімату необхідно збільшити утворення і збереження тепла, а також покращити ізоляцію матеріалів. Тому, при проектуванні перевага віддається компактності і енергоефективності. Переважно скатні покрівлі та використання глухих стін, чудово справляються зі сніговими заметами та потужними вітровими навантаженнями. Також, важливим є питання інсоляції, тому проводиться клопітка робота над орієнтацією будівель, щоб забезпечити проникнення якомога найбільшої кількості природнього освітлення всередину будівлі [18].

Прикладом адаптації міського середовища до холодного типу клімату є місто Таллінн, Естонія, в якому активно розвиваються принципи проектування фасадних рішень. Так, були розроблені найбільш доцільні розміри вікон для регіональних погодних умов, які забезпечують норму денного освітлення і одночасно являються енергоефективними, перешкоджаючи випуску тепла за межі будівлі [19].

Вище проаналізовані рішення являються чудовими практичними прикладами адаптації міського середовища до різних нормальних і екстремальних умов клімату, які можуть стати складовими комплексного підходу інших міст нашої планети і України в тому числі (Рис. 2).



Рис. 2. Класифікація адаптивних рішень відносно типів клімату.

7. Перспективи подальшого розвитку досліджень

Подальший розвиток досліджень потребує розробку рекомендацій використання інноваційних прийомів формування архітектурного середовища в регіонах України в

контексті глобальних змін клімату на основі програм сталого розвитку. Це потребує зробити декілька кроків, а саме: проаналізувати і узагальнити фактори, які впливають на формування архітектурного середовища в контексті глобальних змін клімату. Також, потрібно виявити універсальні і специфічні закономірності формування архітектурного середовища в контексті глобальних змін клімату на основі програм сталого розвитку і сформулювати інноваційні принципи формування архітектурного середовища в контексті глобальних змін клімату.

8. Висновки

Констатуючи вище сказане, можна відмітити надзвичайну актуальність проблеми формування архітектурного середовища у зв'язку з глобальними змінами клімату. Аналіз практичного досвіду надав можливість систематизувати прийоми і підходи до її вирішення.

Список літератури:

- 1) Smith, P.F. (2001). *Architecture in a Climate of Change, a guide to sustainable design*. Oxford: Architectural Press is an imprint of Elsevier, 275.
- 2) Olgyay V. (2015). *Design with Climate*. Princeton: Princeton University Press, 224.
- 3) Aronin, J.E. (1953). *Climate & architecture (Progressive architecture book)*. Berkeley: University Microforms, 304.
- 4) Lynch K.A. (1960). *The Image of the City*. Cambridge: The MIT Press, 194.
- 5) Biswan S.K., Raj P., RS L., Balaganesan B., Kp S. (2019). *The Sponge Handbook: Chennai - Using the Landscape Approach to transform the South Buckingham Canal Area*. GIZ, 164.
- 6) Тімашков, М. (2024). Методи і прийоми формування архітектурного середовища в умовах глобальної зміни клімату: проблеми повеней і підтоплень. *Сучасні проблеми Архітектури та Містобудування*, 68, 335-348. doi: <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2024.68.335-348>
- 7) Ellen, L.A., Bridgens, B.N., Burford, N., Heidrich, O. (2021). *Rhythmic Buildings- a framework for sustainable adaptable architecture*. *Building and Environment*, 203. doi: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108068>
- 8) Akar, U., Doraj, P., Yilmaz, S. (2020). *Concept in sustainable architecture and critical approaches on the ecological effect*. *The journal of international social research*, 13(69). doi: <http://dx.doi.org/10.17719/jisr.2020.3988>
- 9) Dash, S.P., Shetty, D. (2020). *Cultural Identity in Sustainable Architecture*. *RSP Science Hub*, 2(7). doi: <https://doi.org/10.47392/irjash.2020.81>
- 10) Мартиненко, А.С., Кудряшова, І.В. (2024). Біокліматична складова у традиційному зодчестві. *Збірник тез доповідей III Міжнародної науково-практичної конференції «Інновації в архітектурі, дизайні та мистецтві: до 100-річчя факультету архітектури НАОМА»*, 103-105.
- 11) Germanà, M. L., Alatawneh, B., Reffat, R. (2015). *Technological and behavioral aspects of perforated building envelopes in the Mediterranean region*. *Advanced building skins*. doi: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3135.4326>
- 12) *Iran's Traditional Houses: The Beauty of Persian Architecture*. Available at: <https://surfiran.com/mag/architecture-iran-traditional-houses/>
- 13) *Masdar City, Abu Dhabi*. Available at: <https://arquitecturaviva.com/works/masdar-city-3>
- 14) Zongmin, L., Shuyan, X., Liming, Y. (2018). *A Systematic Literature Mining of Sponge City:Trends, Foci and Challenges Standing Ahead*. *Sustainability*, 10(4), 1182. doi: <https://doi.org/10.3390/su10041182>
- 15) Peng, Y., Reilly, K. (2021). *Using Nature to Reshape Cities and Live with Water: An Overview of the Chinese Sponge City Programme and Its Implementation in Wuhan*. *Grow Green*.
- 16) *Welcome to Østergro*. Available at: <https://www.oestergro.dk/in-english>

17) Sustainability and architecture in Copenhagen. Available at: <https://www.wonderfulcopenhagen.com/wonderful-copenhagen/international-press/sustainability-and-architecture-copenhagen>

18) The Images Publishing Group (2003). Cool Architecture: Designing for Cold Climates. Mulgrave: National Library of Australia, 191.

19) Kiil, M., Simson, R., Thalfeldt, M., Kurnitski, J. (2020). A Comparative Study on Cooling Period Thermal Comfort Assessment in Modern Open Office Landscape in Estonia. Atmosphere; 11(2), 127. doi: <https://doi.org/10.3390/atmos11020127>

Innovative approaches to the formation of the architectural environment in conditions of global climate change: in aspects of the analysis of practical experience

Maksym Timashkov

Department of Architecture of Buildings and Structures , O. M. Beketov National University of Urban Economy, Kharkiv, Ukraine
ORCID 0009-0006-0399-1235

Abstract: Current problems of the architectural environment on the scale of the urban fabric in the context of global warming and climate changes caused by it are highlighted. Questions are raised about the inadequacy of many modern cities and settlements, including the regions of Ukraine, to new weather challenges. Therefore, based on the generally accepted four climate types, namely hot dry, hot humid, moderate and cold, the main risks of each of them are determined. Such risks are: drought, floods and inundation, excessive rainfall, waterlogging, snowdrifts, strong wind loads, etc. Also, the scientific work notes anthropogenic problems associated with the rapid economic development of countries in the 20th century, namely: the use of non-ecological materials, large areas of impervious paving, large emissions of carbon dioxide, automobile orientation of urban infrastructure, etc. After defining the main problems, the goal was set – to identify and classify architectural solutions for the formation of a new and reform of the existing architectural environment that adapts to these challenges. For this, an analysis of successful projects was carried out, which revealed a variety of solutions, the list of which includes means of all large-scale levels of the environment, starting from small architectural elements and ending with large regional programs. Also, much attention is paid to practical solutions, including culturally traditional and more modern technological approaches. For this, four cities with different climatic conditions were selected, namely Masdar, Wuhan, Copenhagen and Tallinn. These solutions generalize adaptive approaches to the formation of the architectural environment in the context of regional weather conditions. Such solutions were: the «basin» approach, the «Sponge city» concept, energy-efficient buildings, various types of landscaping, water-permeable paving, etc. This study is part of a comprehensive approach in shaping and reforming the existing architectural environment for different climatic conditions in the context of global climate change.

Keywords: Sponge city, sustainable development, architectural environment, urban environment, global warming, climate change.
