

DOI: <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2024.68.335-348>

УДК 721

**Тіماشков Максим Петрович,**  
*магістр архітектури, аспірант*  
*кафедри архітектури будівель і споруд*  
*Харківського національного університету*  
*міського господарства імені О.М. Бекетова*  
[emulcik@gmail.com](mailto:emulcik@gmail.com)  
<https://orcid.org/0009-0006-0399-1235>

## **МЕТОДИ І ПРИЙОМИ ФОРМУВАННЯ АРХІТЕКТУРНОГО СЕРЕДОВИЩА В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНОЇ ЗМІНИ КЛІМАТУ: ПРОБЛЕМИ ПОВЕНЕЙ І ПІДТОПЛЕНЬ**

**Анотація:** у статті висвітлюються методи і прийоми формування архітектурного середовища на основі сталого розвитку, а саме, як адаптація до наслідків, викликаних антропогенним середовищем людської життєдіяльності. Підтоплення і повені в містах загострюють проблеми і активізують наукову спільноту до їх усунення, з одного боку, з іншого – вирішення дефіциту води як енергоресурсу піднімаючи питання розробки технологій накопичення надлишку її і використання у багатьох видах людської життєдіяльності, а також, в системах функціонування міста в цілому. Проаналізовано світовий науковий та практичний досвід інноваційних прийомів адаптації нового і реконструкції існуючого архітектурного середовища до змін клімату в країнах вразливих до постійних підтоплень, що є проблемою і для України. Розкривається комплексний підхід, як основний метод.

**Ключові слова:** архітектурне середовище; містобудування; глобальне потепління; зміна клімату; повені; підтоплення

**Постановка проблеми.** Сьогодні, у зв'язку з невинним підвищенням темпів індустріалізації, людство почало стикатися з проблемою потепління планети і як наслідком глобальної зміни клімату. Міжурядова група експертів зі зміни клімату IPCC (The Intergovernmental Panel on Climate Change) зазначає, що середня температура планети рекордно піднялась на 1.1°C відносно доіндустріального періоду [1]. Можна довго сперечатися відносно генезису даної проблеми, проте достеменно відомі наслідки і ризики глобального потепління. Так проявом кліматичних змін є збільшення частоти виникнення повеней, різних підтоплень територій і їх опустелювання, ерозії ґрунту і ін. Все це загострює економічні і соціальні проблеми, такі як: зменшення доходів

сільськогосподарської промисловості, що несе за собою глобальну продовольчу кризу, масову міграцію населення, погіршення життєдіяльності у містах [2].

Такі глобальні зміни клімату впливають і на Україну. Велику шкоду її територіям сьогодні причиняють повені, з одного боку, з іншого – засухи і деградація природнього ландшафту. Ці зовнішні виклики піднімають проблеми комфортності і технологічності архітектурного середовища і загострюють питання, які входять до програми сталого розвитку міст. У зв'язку з цим **основною проблемою** стає пошук методів і прийомів формування архітектурного середовища як адаптації до глобальних змін клімату. Ця загальна об'ємна проблема може розкритися у великій науковій роботі, а в даній статті першим кроком можна проаналізувати вдалі приклади вирішення цих проблем і виявити існуючі інноваційні методи доцільності, екологічності і технологічності формування нового і покращення існуючого середовища життєдіяльності регіонів, які потерпають від повеней.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз останніх публікацій і наукових досліджень показує велику актуальність даної теми [3; 4]. Також, аналіз показує векторну направленість наукових досліджень з питань формування архітектурного середовища у зв'язку з кліматичними змінами. Перший вектор розкриває напрямок методів пристосування архітектурного середовища у зв'язку зі специфікою ландшафту на основі досліджень історичної спадщини [5-7]. Другий вектор наукових досліджень зосереджений на технологіях будівельних матеріалів [8; 9]. Третій – розкриває технології «зеленого» дизайну [10; 11]. Четвертий вектор наукових робіт аналізує інноваційні методи і прийоми адаптації архітектури до глобальної зміни клімату [12; 13]. Всі ці наукові дослідження і публікації не мають загальної систематизації, а також, не виявляють універсальних і специфічних методів і прийомів у формуванні архітектурного середовища з прив'язкою до регіональних особливостей. Також наукові дослідження показують, що в основі вирішення цих питань лежить комплексний підхід, як основний метод вирішення цих проблем.

**Метою публікації** є аналіз практичного світового досвіду вдалих реалізованих проєктів останнього часу і виявлення інноваційних методів адаптації архітектурного середовища до зміни клімату у контексті регіональних особливостей України.

### **Основна частина.**

Рішення проблем пов'язаних з глобальною зміною клімату відбувається за допомогою комплексного підходу із залученням спеціалістів різних професій. ВМО та Глобальне водне партнерство заснували Асоційовану програму з управління повенями (APFM) для вирішення цих проблем і розробили

концепцію інтегрованого управління повенями (IFM) у 2002 році. На сьогодні, існують інтегровані підходи до управління повенями через пілотні проекти та мультидисциплінарні підходи, започатковані ініціативою з моменту створення концепції IFM. Цей підхід визначає ключові елементи IFM, на основі прийняття басейнового підходу до управління повенями та збереження екосистем. Особливо це важливо в контексті діяльності містобудівників, архітекторів, ландшафтних архітекторів, інженерів геодезистів і ін. [14].

З давніх давен наші житла були своєрідним методом адаптації до умов оточуючого середовища. Архітектори минулого були достатньо обізнані в методах планування окремих будівель і цілих міст з урахуванням природних складових ділянки будівництва. Як було вище зазначено, з розвитком урбанізації загострилися проблеми цілих регіонів: як самих міст так і прилеглої до них території.

Країни, які розташовані в місцях постійних загроз з боку агресивного природнього середовища, були змушені пристосовуватися до складних кліматичних умов. Досвід цих країн і їх методи допомагають іншим регіонам нашої планети сформувати комфортне архітектурне середовище, яке відповідає сучасним швидкозмінним погодним умовам. Велику роль у дослідженні даної проблеми відіграють фахівці, які займаються питаннями постійних територіальних підтоплень. Їх роками нароблений досвід доповнюється інноваційними прийомами і методами, які можна успішно адаптувати до інших регіонів нашої планети, а також до територій України з урахуванням її регіональних особливостей.

Серед таких науковців, можна відмітити роботи Дітц М.Е., який досліджує методи очищення стічної води задля її подальшого використання в різних цілях функціонування будівлі. Так, наприклад, при використанні технології зеленої покрівлі накопичена вода містить помірну кількість шкідливих речовин. З цього приводу, Дітц М.Е. рекомендує метод поєднання зелених дахів з маловпливовою забудовою LID (Low impact development), який представляє з себе малу систему природного дренажу. Ця система розташовується по всьому місту, збирає стічні води і направляє їх на фільтрацію за допомогою різних біологічних процесів [15].

Також, варто відмітити, компанію нідерландських науковців Ескрамея М., Тагг А.Ф., Валліман Н., Зевенберген С., які проаналізували методи збільшення стійкості будівель критичної інфраструктури (лікарні, пожежні станції, тощо) до повеней в декількох європейських країнах. Переважна більшість методів базувалася на використанні стійких до підтоплень будівельних матеріалів, але їх класифікація не систематизована і залишається на загальному рівні. Такі матеріали, як цемент, бетон, кераміка вважаються водостійкими, а дерево, пластик і метал – задовільними, в залежності від типу підтоплення [16].

Королівський інститут британських архітекторів – RIBA (Royal Institute of British Architects) – відмічає про складність запровадження нормативів у будівельні норми щодо стійкості як матеріалів, так і споруд в питаннях повеней і зосереджуються на виданні рекомендацій [17]. Він декларує комплексний підхід до вирішення проблем підтоплення і пропонує наступне:

- Місцеві органи управління, при затвердженні планів розвитку громади мають враховувати заходи щодо підвищення стійкості міського середовища до підтоплень.
- Підняття зацікавленості у власників будівель та споруд, що знаходяться в зонах ризику підтоплень, до використання конструкцій, що підвищують стійкість до повеней.
- Центральні та місцеві органи влади повинні консультиватися з архітектурними і будівельними фахівцями щодо інвестування у стійку до повеней інфраструктуру.
- Заохочування новаторських інновацій у сфері боротьби з повенями та їх наслідками на основі успішних проєктів, які стануть основою для майбутніх реформ.
- Створення дослідницької та інформаційної будівельної організації і виконавчого органу для регулювання розробки принципів стійкості до повеней.

Варто розуміти, що сьогодні переважна більшість людського населення проживає у містах, а високі темпи урбанізації будуть тільки збільшувати їх відсоток. Постійне розростання міських агломерацій буде ще більше впливати на зростання кількості ресурсів, які потребуються. До таких ресурсів відноситься і вода. З цього приводу, загострюється питання пошуку методів накопичення стічної води і її використання у багатьох видах людської життєдіяльності, і в системах функціонування міста в цілому, що відповідає науковим роботам Дітц М.Е. Вода використовується на різних промислових об'єктах, в сільськогосподарській діяльності, а також в підтриманні інфраструктури міста (полив газонів, промивка доріг, тощо) та побутовому користуванні жителів міста (Рис. 1). Таке рясне використання води в багатьох сферах людського життя, з одного боку, провокує дефіцит даного ресурсу, бо, стихійні лиха, повені і посухи, напряду загрожують джерелам водопостачання міст. З іншого, - мотивують науковців до розробки технологій накопичення і подальшого використання надлишкової води. Ці пошуки відповідають концепції сталого розвитку і розширюють інструментарій до вирішення цих проблем.

На даний момент, існує багато вдалих прикладів стійких до повеней елементів архітектурного середовища. Їх автори використовують інноваційні

методи і матеріали формування, що дає змогу перетворити недоліки, середовища схильного до підтоплень, на переваги.

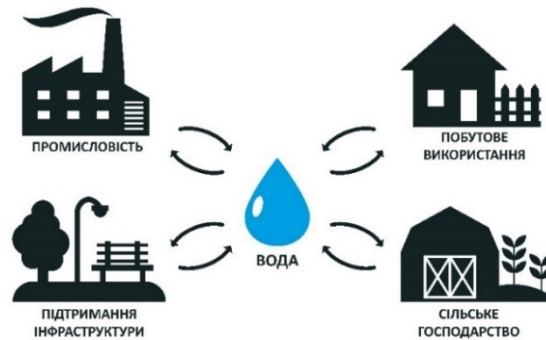


Рис. 1. Схематична ілюстрація сфер застосування води у місті

Серед прикладів вдалого формування архітектурного середовища в умовах частих підтоплень, можна відмітити технологію Climate tile (Кліматична плитка). Розробка данських фахівців, а саме архітектурної компанії Third Nature, являється елементом мощення тротуарів (Рис. 2) і спрямована на розвантаження дренажної системи міста Копенгаген. Кліматична плитка за допомогою спеціальних отворів збирає надлишкову воду в спеціальні підземні резервуари (Рис. 3) і дає змогу в подальшому перенаправити її на потреби міста, такі як полив «зеленої» інфраструктури, поповнення міських водойм, тощо.



Рис. 2 Зовнішній вигляд кліматичної плитки [18]



Рис. 3 Розріз вулиці зі застосуванням кліматичної плитки [18]

Технологія виробництва даної плитки дає змогу застосовувати її не тільки на мощенні тротуарів, а також на велосипедних доріжках, зонах міських меблів, площ, парків і ін. Даний матеріал не обходить стороною і зміну клімату, плитка розрахована на збір понад 30% надлишкової води. Таким чином, кліматична плитка покращує дренажну систему, полегшує забезпеченість водою місто, сприяє розвитку міської природи та мікроклімату міста в цілому [18].

Ще одним вдалим прикладом стійкого до повеней архітектурного середовища, є проєкт британської фірми Baharash Architecture, під назвою Water Boulevards (Водні бульвари). Ця планувальна стратегія, передбачає створення «зелених» коридорів у місцях ризику підтоплень (Рис. 4), що знижує небезпеку від стихійних лих для інфраструктури міста. Водні бульвари збирають і фільтрують стічну воду і також надають змогу її повторного використання в потребах громадського управління водними ресурсами. Це планувальне рішення являється пасивним захистом від затоплень, а також багатофункціональною системою міського середовища (Рис. 5), яке виконує великий перелік функцій як технічних, так і соціальних. До технічних належать такі функції, як покращення екосистеми, вирощування сільськогосподарської продукції, вироблення природної електроенергії і ін. А до соціальних можна віднести методи формування активних соціальних зон, майданчиків активного відпочинку, вхідних зон в мультифункціональних комплексах у вигляді водойм, каналів, штучних озер, бульварів та ін., що збагачує архітектурне середовище і вирішує питання наслідків підтоплень, злив і повеней [19].

Варто відмітити, що водні пристрої і водні бульвари, цілком відповідають програмі сталого розвитку, її економічній, екологічній та соціальній складовій і в цілому покращують і збагачують архітектурне середовище.

Аналіз наукових і практичних робіт розкриває зв'язок окремих ділянок міста з всією його територією, як комплексний підхід щодо заходів адаптації при повенях. При цьому формування архітектурного середовища відбувається не окремих ділянок міста і не обмежується окремими елементами міського дизайну, а включає в себе планування цілих районів і прилеглих територій до нього. Як було вище зазначено, застосовується метод «басейнового» підходу.



Рис. 4 Концептуальне зображення водного бульвару [19]



Рис. 5 Функції водного бульвару [19]

Одним з таких прикладів, є плавучі громади розташовані в Нідерландах (Рис. 6). Країна, яка історично потерпає від постійних повеней, сформувала міські райони на основі методів і прийомів вирішення цих проблем. Плавучі

громади, не тільки, передбачають створення стійкої до затоплень архітектури, але й вирішують житлове питання в густонаселених Нідерландах. Ці райони складаються з плавучих будинків (Рис. 7), які з'єднані з глибоко вкопаними стовпами, а також, мають вбудовану амортизацію, що зменшує вплив від руху хвиль на мешканців оселі. Плавучі будинки автоматично піднімаються і опускаються відносно рівня води, що робить їх практично не вразливими для частих повеней в цьому регіоні. А також, плавучі будівлі з'єднані між собою дерев'яними пірсами, що функціонально об'єднує їх з іншими районами міста. Одна із плавучих громад під назвою Схоншип, яка розташована в Амстердамі, пережила декілька сильних штормів, що довело її ефективність і, як наслідок, збільшило попит на подібні технології [20]. Це мотивувало місцеве управління щодо розвитку і збільшення обсягів проектування плавучих громад.



Рис. 6 Приклад плавучої громади [20]

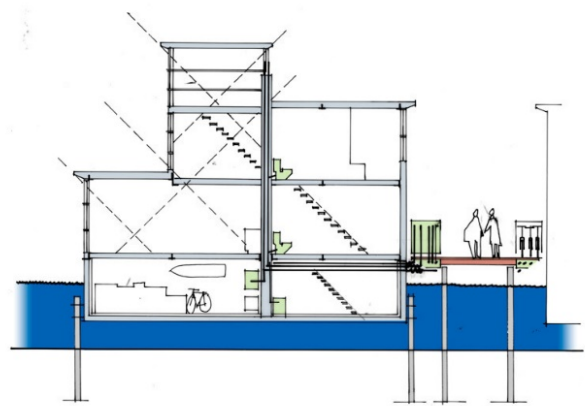


Рис. 7 Розріз житлового будинку плавучої громади [20]

Вище перелічені методи для адаптації у інші регіони, можуть потребувати достатнього фінансування, що не завжди буде у наявності громад, які населяють вразливі до повеней території. Але у Пакистані знайшли рішення щодо забезпечення надійним житлом малозабезпечене населення. Так, архітектор Ясмін Ларі розробив план побудови стійких до повеней поселень. Вони складаються з невеличких хатинок, збудованих у місцевому стилі. Дана будівля піднята на палях бамбукової конструкції, глиняні стіни якої оздоблені вапном для меншої водонепроникності, а покрівля складається з багатьох шарів соломи (Рис. 8). Поселення має безпечне і стійке до повеней водопостачання, яке забезпечується піднятими над рівнем землі ручними насосами (Рис. 9). Побудова таких будівель з всією інфраструктурою займає менше місяця [21]. Сукупність цих факторів робить це рішення доступним і доцільним для використання країнами із слабкою економікою, які страждають від повеней.



Рис. 8 Приклад стійкої до повені будівлі за плануванням Ясмiна Ларi [21]



Рис. 9 Ручний водяний насос розташований в одному з поселень [21]

**Висновки.** Проаналізувавши успішні інноваційні приклади, можна стверджувати про багатогранність рішень формування архітектурного середовища в умовах частих повеней, які починаються з комплексного планування від регіону і міст до малих архітектурних елементів, таких як кліматична плитка, водні бульвари, плавучі громади і ін.

1. Можна виділити інтегровані підходи до управління повенями через пілотні проекти та мультидисциплінарні підходи, започатковані ініціативою з моменту створення концепції IFM. Цей підхід визначає ключові елементи IFM, на основі прийняття басейнового підходу до управління повенями та збереження екосистем.
2. Інноваційною технологією можна вважати Climate tile архітектурної компанії Third Nature, яка є елементом мощення тротуарів і спрямована на розвантаження дренажної системи. Такі тротуарні плитки розроблені і іншими компаніями, які забезпечують принцип адаптивності до повеней.
3. Інноваційною стратегією можна вважати технологію «зелених» коридорів у місцях ризику підтоплень, які знижують небезпеку від стихійних лих. Водні бульвари збирають і фільтрують стічну воду для повторного використання в потребах громадського управління водними ресурсами.
4. Інноваційною стратегією можна вважати плавучі платформи, які автоматично піднімаються і опускаються відносно рівня води, що робить їх практично не вразливими для частих повеней. Ці платформи можуть бути з будівлями і формувати цілі квартали.
5. Технологія, коли будівля піднята на палях, знайома для регіонів України ще з давніх часів. Конструкції і глиняні стіни, які оздоблені вапном для меншої водонепроникності і покрівлі, що складаються з багатьох шарів соломи, застосовуються і в теперішній час, тільки з сучасними методами, прийомами і



технологіями. Такі поселення мають безпечно і стійке до повеней водовідведення, яке забезпечується піднятими над рівнем землі ручними насосами. Побудова таких будівель з всією інфраструктурою займає менше місяця. Сукупність цих факторів робить це рішення доступним і доцільним для використання країнами із слабкою економікою, які страждають від повеней.

Подальші наукові дослідження потребують теоретичного і практичного аналізу комплексного планування водовідведення, як методу формування архітектурного середовища на основі штучних і природних водоймищ, каналів і інших інноваційних архітектурно-інженерних систем. Необхідно систематизувати, виявити і розробити інноваційні прийоми і методи адаптації формування архітектурного середовища до глобальної зміни клімату з урахуванням регіональних особливостей будівель і споруд, як елементів архітектурного середовища. Дана сфера наукових досліджень потребує розширення існуючих методів в цьому напрямку, які відповідають економічній, екологічній і соціальній складовій сталого розвитку, задля формування нового та покращення існуючого архітектурного середовища, яке задовольнить потреби теперішнього та майбутнього поколінь в швидких і невідворотних кліматичних змінах.

#### Список джерел

1. Shukla P.R., Skea J., Slade R., Fradera R., Pathak M., AI Khourdjie A., Belkacemi M., Diemen R., Hasija A., Lisboa G., Luz S., Malley J., McCollum D., Some S., Vyas P.. Climate Change 2022 Mitigation of Climate Change. IPCC. 2022. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGIII\\_FullReport.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_FullReport.pdf) (Дата звернення 15.11.2023)
2. Smith F.M. Architecture in a Climate of Change. A guide to sustainable design. 2<sup>nd</sup> ed. Burlington: Elsevier. 2001. с. 1-23.
3. Stupar A., Mihajlov V., Simic I. Towards the Conceptual Changes in Architectural Education: Adjusting to Climate Change. *Sustainability*. 2017. Vol 9(8). DOI: <https://doi.org/10.3390/su9081355>
4. Fallmann J., Emeis S. How to bring urban and global climate studies together with urban planning and architecture?. *Developments in the Built Environment*. 2020. Vol 4. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2020.100023>
5. Hao L., Herrera-Avellanosa D., Del Pero C., Troi A. What Are the Implications of Climate Change for Retrofitted Historic Buildings? A Literature Review. *Sustainability*. 2020. Vol 12(18). DOI: <https://doi.org/10.3390/su12187557>

6. Leissner J., Kilian R., Kotova L. Climate for Culture: assessing the impact of climate change on the future indoor climate in historic buildings using simulations. *Herit Sci.* 2015. Vol 3. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40494-015-0067-9>
7. Daoudi N.S., Mestoul D., Lamraoui S., Boussoualim A., Adolphe L., Bensalem R. Vernacular Architecture in Arid Climates: Adaptation to Climate Change. *Bioclimatic Architecture in Warm Climates.* 2019. P. 119-154. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-12036-8\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-12036-8_4)
8. Basil A.M., Sam-Amobi C., Ugwu C.C., Odoh P.E., Combating global warming/climate change via reduction of CO2 emission of buildings. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.* 2019. Vol 640. DOI: <https://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/640/1/012016>
9. Ahmed Ali K., Ahmad A.I., Yusup Y. Issues, Impacts, and Mitigations of Carbon Dioxide Emissions in the Building Sector. *Sustainability.* 2020. Vol 12. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12187427>
10. Mabon L., Kondo K., Kanekiyo H., Hayabuchi Y., Yamaguchi A. Fukuoka: Adapting to climate change through urban green space and the built environment?. *Cities.* 2019. Vol 93. P. 273-285. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.05.007>
11. Wuni I. Y., Shen G.Q., Osei-Kyei R. Scientometric review of global research trends on green buildings in construction journals from 1992 to 2018. *Energy and Buildings.* 2019. Vol 190. P. 65-85. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.02.010>
12. Moazami A., Carlucci S., Nik V.M., Geving S. Towards climate robust buildings: An innovative method for designing buildings with robust energy performance under climate change. *Energy and Buildings.* 2019. Vol 202. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109378>
13. Mueller N., Rojas-Rueda D., Khreis H., Cirach M., Andrés D., Ballester J., Bartoll X., Daher C., Deluca A., Echave C., Milà C., Márquez S., Palou J., Pérez K., Tonne C., Stevenson M., Rueda S., Nieuwenhuijsen M. Changing the urban design of cities for health: The superblock model. *Environment International.* 2020. Vol 134. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105132>
14. Gain A.K., Mondal M.S., Rahman R. From Flood Control to Water Management: A Journey of Bangladesh towards Integrated Water Resources Management. *Water.* 2017. Vol 9. DOI: <https://doi.org/10.3390/w9010055>
15. Shafique M., Kim R. Low Impact Development Practices: A Review of Current Research and Recommendations for Future Directions. *Ecological Chemistry and Engineering S.* 2016. No. 1/2015 vol 22. P. 543-563. DOI: <https://doi.org/10.1515/eces-2015-0032>
16. Escarameia M., Tagg A., Walliman N., Zevenbergen C., Anvarifar F. The role of building materials in improved flood resilience and routes for implementation

(English). *Conference: Proceedings of the 2nd European Conference on Flood Risk Management Floodrisk2012*. 2012. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу:

[https://www.researchgate.net/publication/279751554\\_The\\_role\\_of\\_building\\_materials\\_in\\_improved\\_flood\\_resilience\\_and\\_routes\\_for\\_implementation](https://www.researchgate.net/publication/279751554_The_role_of_building_materials_in_improved_flood_resilience_and_routes_for_implementation) (Дата звернення 15.11.2023)

17. Brisibe W. A Comparative Review of the Implications of Flooding on Architecture and Planning Policies in the UK and Nigeria (English). *Journal of Architectural EngineeringTechnology*. 2020. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу:

[https://www.researchgate.net/publication/341459027\\_A\\_Comparative\\_Review\\_of\\_the\\_Implications\\_of\\_Flooding\\_on\\_Architecture\\_and\\_Planning\\_Policies\\_in\\_the\\_UK\\_and\\_Nigeria](https://www.researchgate.net/publication/341459027_A_Comparative_Review_of_the_Implications_of_Flooding_on_Architecture_and_Planning_Policies_in_the_UK_and_Nigeria) (Дата звернення 15.11.2023)

18. Baldwin E. Climate Tile Designed to Catch and Redirect Excess Rainwater From Climate Change. *Archdaily*. 2018. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://www.archdaily.com/902399/climate-tile-designed-to-catch-and-redirect-excess-rainwater-from-climate-change> (Дата звернення 16.11.2023)

19. Water Boulevards. *Green Magazine*. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://greenmagazine.com.au/water-boulevards/> (Дата звернення 16.11.2023)

20. Rubin S. Embracing a Wetter Future, the Dutch Turn to Floating Homes. *YaleEnvironment360*. 2021. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://e360.yale.edu/features/the-dutch-flock-to-floating-homes-embracing-a-wetter-future> (Дата звернення 16.11.2023)

21. Florian M.C. Yasmeen Lari Sets Out to Build One Million Flood-Resistant Homes in Pakistan by 2024. *Archdaily*. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://www.archdaily.com/1010265/yasmeen-lari-sets-out-to-build-one-million-flood-resistant-homes-in-pakistan-by-2024> (Дата звернення 17.11.2023)

#### References

1. Shukla P.R., Skea J., Slade R., Fradera R., Pathak M., Al Khourdjie A., Belkacemi M., Diemen R., Hasija A., Lisboa G., Luz S., Malley J., McCollum D., Some S., Vyas P. Climate Change 2022 Mitigation of Climate Change. IPCC. 2022. [Electronic resource]. Access mode: [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGIII\\_FullReport.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_FullReport.pdf) (date of application: 15.11.2023) (in English)

2. Smith F.M. Architecture in a Climate of Change. A guide to sustainable design. 2<sup>nd</sup> ed. Burlington: Elsevier. 2001. p. 1-23. (in English)

3. Stupar A., Mihajlov V., Simic I. (2017). Towards the Conceptual Changes in Architectural Education: Adjusting to Climate Change. *Sustainability*, 9(8). doi: <https://doi.org/10.3390/su9081355> (in English)
4. Fallmann J., Emeis S. (2020). How to bring urban and global climate studies together with urban planning and architecture?. *Developments in the Built Environment*, 4. doi: <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2020.100023> (in English)
5. Hao L., Herrera-Avellanosa D., Del Pero C., Troi A. (2020). What Are the Implications of Climate Change for Retrofitted Historic Buildings? A Literature Review. *Sustainability*, 12(18). doi: <https://doi.org/10.3390/su12187557> (in English)
6. Leissner J., Kilian R., Kotova L. (2015). Climate for Culture: assessing the impact of climate change on the future indoor climate in historic buildings using simulations. *Herit Sci*, 3. doi: <https://doi.org/10.1186/s40494-015-0067-9> (in English)
7. Daoudi N.S., Mestoul D., Lamraoui S., Boussoualim A., Adolphe L., Bensalem R. (2019). Vernacular Architecture in Arid Climates: Adaptation to Climate Change. *Bioclimatic Architecture in Warm Climates*, 119-154. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-12036-8\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-12036-8_4) (in English)
8. Basil A.M., Sam-Amobi C., Ugwu C.C., Odoh P.E., (2019). Combating global warming/climate change via reduction of CO2 emission of buildings. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 640. doi: <https://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/640/1/012016> (in English)
9. Ahmed Ali K., Ahmad A.I., Yusup Y. (2020). Issues, Impacts, and Mitigations of Carbon Dioxide Emissions in the Building Sector. *Sustainability*, 12. doi: <https://doi.org/10.3390/su12187427> (in English)
10. Mabon L., Kondo K., Kanekiyo H., Hayabuchi Y., Yamaguchi A. Fukuoka: (2019). Adapting to climate change through urban green space and the built environment?. *Cities*, 93, 273-285. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.05.007> (in English)
11. Wuni I. Y., Shen G.Q., Osei-Kyei R. (2019). Scientometric review of global research trends on green buildings in construction journals from 1992 to 2018. *Energy and Buildings*, 190, 65-85. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.02.010> (in English)
12. Moazami A., Carlucci S., Nik V.M., Geving S. (2019). Towards climate robust buildings: An innovative method for designing buildings with robust energy performance under climate change. *Energy and Buildings*, 202. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109378> (in English)
13. Mueller N., Rojas-Rueda D., Khreis H., Cirach M., Andrés D., Ballester J., Bartoll X., Daher C., Deluca A., Echave C., Milà C., Márquez S., Palou J., Pérez K., Tonne C., Stevenson M., Rueda S., Nieuwenhuijsen M. (2020). Changing the urban

design of cities for health: The superblock model. *Environment International*, 134. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105132> (in English)

14. Gain A.K., Mondal M.S., Rahman R. (2017). From Flood Control to Water Management: A Journey of Bangladesh towards Integrated Water Resources Management. *Water*, 9. doi: <https://doi.org/10.3390/w9010055> (in English)

15. Shafique, M. & Kim, R. (2016). Low Impact Development Practices: A Review of Current Research and Recommendations for Future Directions. *Ecological Chemistry and Engineering S*, 22(4), 543-563. doi: <https://doi.org/10.1515/eces-2015-0032> (in English)

16. Escarameia M., Tagg A., Walliman N., Zevenbergen C., Anvarifar F. The role of building materials in improved flood resilience and routes for implementation (English). *Conference: Proceedings of the 2nd European Conference on Flood Risk Management Floodrisk2012*. 2012. [Electronic resource]. Access mode: [https://www.researchgate.net/publication/279751554\\_The\\_role\\_of\\_building\\_materials\\_in\\_improved\\_flood\\_resilience\\_and\\_routes\\_for\\_implementation](https://www.researchgate.net/publication/279751554_The_role_of_building_materials_in_improved_flood_resilience_and_routes_for_implementation) (date of application: 15.11.2023) (in English)

17. Brisibe W. A Comparative Review of the Implications of Flooding on Architecture and Planning Policies in the UK and Nigeria (English). *Journal of Architectural Engineering Technology*. 2020. [Electronic resource]. Access mode: [https://www.researchgate.net/publication/341459027\\_A\\_Comparative\\_Review\\_of\\_the\\_Implications\\_of\\_Flooding\\_on\\_Architecture\\_and\\_Planning\\_Policies\\_in\\_the\\_UK\\_and\\_Nigeria](https://www.researchgate.net/publication/341459027_A_Comparative_Review_of_the_Implications_of_Flooding_on_Architecture_and_Planning_Policies_in_the_UK_and_Nigeria) (date of application: 15.11.2023) (in English)

18. Baldwin E. Climate Tile Designed to Catch and Redirect Excess Rainwater From Climate Change. *Archdaily*. 2018. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.archdaily.com/902399/climate-tile-designed-to-catch-and-redirect-excess-rainwater-from-climate-change> (date of application: 16.11.2023) (in English)

19. Water Boulevards. *Green Magazine*. [Electronic resource]. Access mode: <https://greenmagazine.com.au/water-boulevards/> (date of application: 16.11.2023) (in English)

20. Rubin S. Embracing a Wetter Future, the Dutch Turn to Floating Homes. *Yale Environment 360*. 2021. [Electronic resource]. Access mode: <https://e360.yale.edu/features/the-dutch-flock-to-floating-homes-embracing-a-wetter-future> (date of application: 16.11.2023) (in English)

21. Florian M.C. Yasmeen Lari Sets Out to Build One Million Flood-Resistant Homes in Pakistan by 2024. *Archdaily*. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.archdaily.com/1010265/yasmeen-lari-sets-out-to-build-one-million-flood-resistant-homes-in-pakistan-by-2024> (date of application: 17.11.2023) (in English)

## Annotation

**Maksym Tymashkov**, master of architecture, postgraduate student of department of architecture of buildings and structures, O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv.

**Methods and techniques of architectural environment forming under the conditions of global climate change: the problems of flooding**

This article highlights the methods and techniques of forming an architectural environment based on sustainable development, namely, how to adapt to the consequences of global climate change caused by the anthropogenic environment and its activities. One of the serious consequences of global climate change is an increase in the frequency and power of floods, especially they pose a danger to cities, where problems related to the comfort of human life are worsening. Floods destroy city infrastructure and endanger the city's water supply sources. Such natural disasters activate the scientific community to eliminate their consequences, on the one hand, on the other - to solve the shortage of water as an energy resource, raising the issue of developing technologies for accumulating its surplus and further use in many types of human life, as well as in the functioning systems of the city as a whole. The world scientific and practical experience of innovative methods of adaptation of the new and reconstruction of the existing architectural environment to climate changes in countries vulnerable to frequent flooding, which is a problem for Ukraine as well, is analyzed. The article analyzes methods from Denmark, Great Britain, the Netherlands and Pakistan, with which they create a flood-resistant architectural environment and turn the disadvantages of their flood-prone region of residence into advantages. The experience of these countries and their methods of combating natural disasters helps other regions of our planet to form a comfortable architectural environment that corresponds to today's rapidly changing weather conditions and the goals of sustainable development. The conducted analysis demonstrates a wide range of solutions to problems, from small elements of the architectural environment to the planning of individual districts and the city as a whole. These solutions are used individually, as well as in combination, which increases their effectiveness. Therefore, the use of a complex approach as the main method of forming the architectural environment under conditions of global climate change is revealed.

Keywords: architectural environment; urban planning; global warming; climate change; floods.