

17. Gocheva-Ilieva S., Voykova T. Machine learning for air pollution prediction: a review // In: Popova V., Hristov G., Gocheva-Ilieva S. (eds.) *Innovative Approaches in Data Mining and Machine Learning*. – Lecture Notes in Computer Science. – 2019. – Vol. 11746.
18. Abdelkader M., Metzger S., Mamouri R. *et al.* Dust–air pollution dynamics over the eastern Mediterranean // *Atmospheric Chemistry and Physics*. – 2015. – Vol. 15. – P. 9173–9189.
19. Bergin M., Ghoroi C., Dixit D. *et al.* Large reductions in solar energy production due to dust and particulate air pollution // *Environmental Science & Technology Letters*. – 2017. – Vol. 4. – P. 339–344.
20. Zheng Y., Liu F., Hsieh H. *et al.* U-Air: When Urban Air Quality Inference Meets Big Data // *Proceedings of the 21st ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*. – Chicago, Illinois, USA, 2013. – P. 1827–1836.
21. Dowlatabadi Y., Abadi S., Sarkhosh M. *et al.* Assessing the impact of meteorological factors and air pollution on respiratory disease mortality rates: a random forest model analysis (2017–2021) // *Scientific Reports*. – 2024. – Vol. 14. – P. 24535.

БІОКЛІМАТИЧНА АРХІТЕКТУРА ТА «ЗЕМЛЯНІ» БУДИНКИ ЯК ФОРМА АДАПТАЦІЇ МІСЬКОГО ЖИТЛА ДО ЗМІНИ КЛІМАТУ

БОЙКО М. В.¹, СОКОЛЬНИК А. А.², ЛЯХОВА А. Р.³, СОКОЛЕНКО У. М.⁴

*Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова*

¹Mariya.Boiko@kname.edu.ua, ²Alina.Sokolnyk@kname.edu.ua,

³Anastasiya.Lyakhova@kname.edu.ua, ⁴Uliana.Sokolenko@kname.edu.ua

Зміна клімату, урбанізація та зростання щільності забудови підсилюють екологічну вразливість міських територій. У цих умовах архітектура набуває нових функцій, пов'язаних не лише з естетикою чи енергоефективністю, а й з адаптацією міського середовища до кліматичних викликів. Одним із провідних напрямів сучасного проектування є біокліматична архітектура, що враховує місцеві кліматичні умови, рельєф, орієнтацію, природне освітлення, циркуляцію повітря та використання природних матеріалів.

У межах біоадаптивного підходу особливе місце займають так звані «земляні» або earth-sheltered будинки, які використовують землю як природний теплоізоляційний і конструктивний елемент. Такі рішення дають змогу зменшити тепловтрати, стабілізувати мікроклімат, покращити енергоефективність і водночас інтегрувати архітектуру у природний ландшафт.

Одним із найвідоміших прикладів біокліматичної архітектури є творчість швейцарського архітектора Петера Ветша, який розробив концепцію «земляних будинків» (Earth Houses) [1]. Його проєкт Earth House Estate Lättenstrasse у

муніципалітеті Дітікон (Швейцарія) – це поселення з дев'яти житлових об'єктів, органічно вбудованих у природний рельєф (рис. 1).



Рисунок 1 – Зовнішній вигляд “земляних будинків” Петера Ветша [1]

Земляні будинки (Earth Houses) Петера Ветша є прикладом новаторського підходу до формування біоадаптивного середовища. Їхня концепція ґрунтується на повній інтеграції архітектурного об'єкта з природним рельєфом, що забезпечує зниження енергоспоживання, стабільний мікроклімат і мінімальний вплив на довкілля. Використання землі як конструктивного та ізоляційного елемента перетворює будівлю на частину екосистеми, а пластичні форми, створені методом торкретування бетону, гармонізують простір із природним ландшафтом.

В межах даної теми варто розглянути також творчу діяльність данського архітектора Хеннінга Ларсена, архітектурний підхід якого базувався на інтеграції будівель у природне середовище, зокрема за допомогою озеленення дахів. Одним із яскравих прикладів впровадження екологічних принципів в архітектуру є реалізований Хеннінгом Ларсеном проєкт музею «Moesgaard Museum» у Орхусі (Данія) [2], будівля якого була інтегрована у природний рельєф, а її дах нагадує озеленений схил, що плавно зливається із навколишнім ландшафтом (рис. 2).

Будівля музею частково заглиблена у схил, а її зелений дах продовжує природні контури пагорба, зменшуючи візуальний вплив споруди, покращуючи теплоізоляцію та створюючи громадський простір на поверхні. Таке рішення поєднує функціональні, екологічні та соціальні аспекти біокліматичного проектування.



Рисунок 2 – Музей Moesgaard у м. Орхус, архітектор Хеннінг Ларсен [2]

У середземноморському регіоні принципи біокліматичної архітектури розвиває іспанський архітектор Хав'єр Барба (Javier Barba), відомий своїми екододомами, що використовують рельєф як природну оболонку. Основний принцип підходу архітектора Хав'єра Барби полягає в тому, що архітектура не повинна конкурувати з природою, а має ставати її частиною. Цей принцип яскраво втілено у відомому проєкті Riera House (Sant Andreu de Llavaneres, Іспанія) [3], спроектованому у 1986 році (рис. 3).

Архітектор використав особливості рельєфу: споруда частково заглиблена у схил, а зелений дах продовжує природні контури пагорба, завдяки чому при погляді зверху будівля майже непомітна в ландшафті.

Проекти Хав'єра Барби поєднують органічні форми, природне освітлення, камінь і ґрунт як базові матеріали, утворюючи баланс між штучним і природним середовищем.

Виходячи із вищезазначеного, можна узагальнити, що озеленення дахів є одним із провідних напрямів у сучасній глобальній архітектурі, інструментом біоадаптивної архітектури та сталого розвитку. «Земляна архітектура» у сучасному розумінні виступає однією з форм біокліматичної адаптації міського житла, спрямованою на підвищення енергоефективності, регуляцію мікроклімату, зменшення вуглецевого сліду та гармонізацію взаємодії людини з довкіллям. Цей напрям доводить, що сталий розвиток у містах може бути досягнутий через природну інтеграцію, а не протиставлення урбанізованого і природного середовища.



Рисунок 3 – Будинок Riera (Earth-sheltered house) архітектора Хав'єра Барби [3]

Перелік використаних джерел

1. L'organique, toujours. Détails d'architecture. URL: <https://www.detailsdarchitecture.com/lorganique-toujours/> (дата звернення 24.10.2025).
2. Henning Larsen. URL: <https://henninglarsen.com/projects/moesgaard> (дата звернення 24.10.2025).
3. Barba Corsini estudiogroup. URL: <https://www.bcestudiogroup.com/> (дата звернення 24.10.2025).