

АРХІТЕКТУРНО-МІСТОБУДІВНІ ПІДХОДИ ДО УПРАВЛІННЯ ТЕРИТОРІАЛЬНИМ РОЗВИТКОМ ІЗ МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ ТА ІНФРАСТРУКТУРИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Теза присвячена архітектурно-містобудівним підходам до підвищення енергоефективності будівель та міської інфраструктури. Розглянуто принципи компактності забудови, транспортно-орієнтовані рішення, модернізацію громадського транспорту та впровадження енергоефективних архітектурних рішень. Особлива увага приділена використанню відновлюваних джерел енергії, зелених дахів і фасадів та реновації старих будівель. Викладені підходи сприяють формуванню стійкого, комфортного та ресурсозберігаючого міського середовища.

Ключові слова: енергоефективність, містобудування, транспорт, архітектурні рішення, відновлювані джерела енергії, реновація будівель.

Abstract

The thesis is devoted to architectural and urban planning approaches for improving the energy efficiency of buildings and urban infrastructure. It examines the principles of compact urban development, transit-oriented solutions, modernization of public transport, and the implementation of energy-efficient architectural designs. Special attention is given to the use of renewable energy sources, green roofs and façades, and the renovation of existing buildings. The approaches presented contribute to the creation of a sustainable, comfortable, and resource-efficient urban environment.

Keywords: energy efficiency, urban planning, transport, architectural solutions, renewable energy sources, building renovation.

Вступ

Стрімкі темпи урбанізації, глобальні екологічні зміни та зростання рівня енергоспоживання формують нові вимоги до планування та розвитку міст. Більшість енергетичних ресурсів сьогодні використовуються саме в межах урбанізованих територій – на забезпечення роботи будівель, транспорту та інженерної інфраструктури. За таких умов виникає потреба переосмислити традиційні підходи до управління територіальним розвитком та запровадити рішення, спрямовані на формування енергоефективного і стійкого міського середовища. Архітектурно-містобудівні рішення відіграють ключову роль у процесі підвищення енергоефективності, адже саме просторове планування, конструктивні рішення та інженерні системи визначають обсяги енергоспоживання на всіх рівнях – від окремої будівлі до міського району. Інтеграція енергоощадних технологій, оптимізація транспортної інфраструктури, розвиток компактних та змішаних за функцією територій дають змогу не лише зменшити ресурсні витрати, а й створити комфортні умови для проживання населення. Особливого значення набуває використання відновлюваних джерел енергії, впровадження сучасних архітектурних рішень, екосистемних технологій та модернізація застарілої забудови – адже саме ці напрями формують основу сталого розвитку міського середовища [1-4]. У цьому контексті актуальним є комплексний аналіз підходів і принципів, які дозволяють забезпечити раціональне використання ресурсів, скорочення викидів та підвищення енергоефективності як окремих будівель, так і міських систем загалом.

Метою роботи є обґрунтування та аналіз ефективних містобудівних і архітектурних підходів, спрямованих на підвищення енергоефективності будівель та міської інфраструктури. Для досягнення цієї мети передбачено дослідження впливу просторового планування, транспортно-орієнтованих

рішень, сучасних архітектурних технологій, відновлюваних джерел енергії та екологічно орієнтованих систем на формування стійкого й ресурсозберігаючого міського середовища.

Результати дослідження

Сучасні виклики урбанізації, глобальних екологічних змін та зростання енергоспоживання обумовлюють необхідність трансформації підходів до управління територіальним розвитком. Значна частка енергетичних ресурсів витрачається саме у містах – як на функціонування будівель, так і на забезпечення інженерної та транспортної інфраструктури. У цьому контексті архітектурно-містобудівні підходи відіграють ключову роль у формуванні енергоефективного середовища, здатного забезпечити комфортне життя населення при мінімізації негативного впливу на довкілля. Питання підвищення енергоефективності стає пріоритетним напрямом сталого розвитку, оскільки інтеграція енергоощадних технологій та планувальних рішень сприяє раціональному використанню простору, зменшенню викидів та оптимізації ресурсів.

Одним із базових підходів для підвищення енергоефективності будівель та інфраструктури є впровадження принципів компактності та раціональної щільності забудови. Дослідження підтверджують, що компактна міська структура потребує менше енергії для забезпечення інженерними мережами, транспортування та обслуговування [1-3]. Щільні та змішані за функцією райони дозволяють скоротити відстані між житлом, роботою та об'єктами громадського обслуговування, що знижує навантаження на транспортну систему та зменшує витрати енергії. Впровадження цієї концепції передбачає організацію територій таким чином, щоб базові послуги були доступні пішки або на велосипеді [3-4]. Це не лише оптимізує просторову структуру, а й стимулює використання екологічно чистих видів пересування, зменшує кількість приватного транспорту та, відповідно, викиди в атмосферу.

Формування стійкої та енергоефективної транспортної інфраструктури є також одним із визначальних напрямів управління територіальним розвитком, оскільки транспортна система міст є значним споживачем енергоресурсів та джерелом викидів CO₂. Традиційно міські транспортні мережі були орієнтовані на приватні автомобілі, що призвело до перевантаження дорожніх артерій, підвищення рівня шуму та зростання енергоспоживання. Сучасні містобудівні концепції спрямовують увагу на створення екологічно збалансованих транспортних рішень, які дають змогу зменшити залежність міста від автомобільного транспорту та забезпечити ефективне переміщення населення з мінімальними енергетичними витратами. Одним із ключових елементів є розвиток громадського транспорту з низьким або нульовим рівнем викидів. Застосування електробусів, тролейбусів, сучасних трамваїв та електричок дає змогу скоротити витрати енергії, підвищити екологічність перевезень і забезпечити комфортні умови для пасажирів. У контексті планування міст особливої уваги заслуговує концепція транспортно-орієнтованої забудови. Це модель розвитку територій, за якої житлова, ділова та рекреаційна функції формуються навколо високоякісних транспортних коридорів. Вона передбачає підвищену щільність забудови поблизу станцій міського транспорту, розвиток змішаних функцій та зменшення потреби в автомобільних поїздках [5]. Ця концепція створює умови, за яких більшість повсякденних потреб людина може задовольнити в межах пішохідної досяжності, що суттєво знижує енергетичне навантаження на місто та робить транспортну систему більш стійкою. Крім того, енергоефективність транспортної інфраструктури залежить від правильного просторового планування, яке включає оптимізацію вулично-дорожньої мережі, розширення зон з обмеженим рухом автомобілів, а також використання озеленення для покращення мікроклімату транспортних коридорів. Такі рішення зменшують надлишкове використання автомобілів, покращують якість повітря та сприяють формуванню здорового, комфортного і ресурсоефективного середовища.

Якщо ж говорити про будівлі, то ключову роль відіграють архітектурні рішення, спрямовані на скорочення тепловтрат та зменшення споживання енергії. Енергоефективна архітектура передбачає застосування вискооефективних теплоізоляційних матеріалів, використання віконних систем із низьким коефіцієнтом теплопередачі, оптимізацію інсоляції та природного освітлення [6]. У практику проектування все активніше впроваджуються «пасивні» методи – використання сонячної енергії, природної вентиляції, теплових буферів і зелених фасадів. Такі рішення дозволяють знизити навантаження на інженерні системи та створити енергоощадний мікроклімат.

Також значна увага приділяється впровадженню відновлюваних джерел енергії в архітектурні об'єкти та міську інфраструктуру. Йдеться про встановлення сонячних панелей, систем геотермального опалення (це інженерні системи, які використовують тепло земних надр для обігріву

будівель, підігріву води або забезпечення частини енергопостачання. В основі роботи таких систем лежить принцип, що вже на глибині кількох метрів температура ґрунту є відносно стабільною протягом року (приблизно +8...+12 °С в Україні), і це тепло можна передавати в будинок через тепловий насос), сонячних колекторів для гарячого водопостачання. У поєднанні з системами накопичення енергії такі технології дозволяють забезпечувати автономність будівель та зменшувати навантаження на міські енергомережі [6].

Окремим напрямом є розвиток екологічно орієнтованої інфраструктури. «Зелені» дахи та фасади виконують не лише декоративну функцію, а й зменшують теплове навантаження на будівлю, покращують мікроклімат, підвищують енергоефективність та знижують споживання ресурсів на кондиціонування. Екосистемні рішення, такі як зелені коридори, парки, водно-зелені системи, створюють умови для циркуляції повітря та покращення загального клімату території. Вони також інтегруються з системами дощової каналізації та використанням дощової води, що сприяє економії водних ресурсів [7-8].

Важливе місце займає енергоефективна реконструкція існуючої забудови, яка становить більшість міського фонду України. Більшість міст України характеризуються значною часткою застарілого житлового фонду, збудованого у 1960–1990-х роках, який не відповідає сучасним вимогам енергоефективності. Такі будівлі мають високі тепловтрати через недостатню теплоізоляцію огорожувальних конструкцій, зношені інженерні мережі, застарілі системи вентиляції та опалення. Енергоефективна модернізація старої забудови включає широкий спектр заходів. Найпоширенішими є утеплення стін, перекриттів і покрівель, заміна вікон на енергоощадні, встановлення сучасних вентиляційних систем із рекуперацією тепла, модернізація систем опалення, впровадження індивідуальних теплових пунктів та автоматизованих систем управління. Процес реновації зазвичай здійснюється поетапно. На першому етапі проводиться енергоаудит, який визначає реальний стан будівлі, обсяги тепловтрат та рекомендації щодо їх усунення. Другий етап включає розроблення проектної документації, що враховує економічну доцільність, технічні можливості та містобудівні обмеження. Третій етап – безпосереднє впровадження модернізаційних заходів, після чого здійснюється оцінка ефективності та коригування режимів експлуатації [9-10]. Такий підхід забезпечує не лише скорочення споживання енергії, а й подовження терміну експлуатації будівель.

Таблиця 1 демонструє основні підходи та їх вплив на енергоефективність. Таблиця 2 описує технічні засоби для підвищення енергоефективності.

Таблиця 1 – Архітектурно-містобудівні підходи

Підхід	Зміст та вплив на енергоефективність
Компактна забудова	Збільшення щільності міської забудови, скорочення протяжності інженерних мереж, зменшення енергетичних витрат на транспорт і обслуговування територій.
Транспортно-орієнтований розвиток (TOD)	Формування міських районів навколо вузлів масового транспорту, скорочення потреби в приватному автомобільному русі, зниження викидів CO ₂ та енергоспоживання.
Модернізація транспортної системи	Використання електробусів, трамваїв та інших екологічних видів транспорту; оптимізація маршрутів; створення зон з обмеженням руху автомобілів.
Енергоефективні архітектурні рішення	Використання високоефективної теплоізоляції, зеленої покрівлі і фасадів, пасивних сонячних методів, енергоефективних віконних систем і раціональної інсоляції будівель.
Відновлювальні джерела енергії (ВДЕ)	Встановлення сонячних панелей, сонячних колекторів, геотермальних систем, впровадження накопичувачів енергії для автономної роботи будівель.
Екосистемні рішення та зелені інфраструктури	Зелені коридори, парки, водно-зелені системи; покращення мікроклімату, зниження ефекту теплового острова, оптимізація дощового стоку.
Реновація та модернізація застарілої забудови	Теплова модернізація, заміна вікон, утеплення фасадів і покрівель, встановлення вентиляції з рекуперацією, модернізація інженерних мереж, підвищення класу енергоефективності будівель.

Таблиця 2 – Інженерні та планувальні заходи

Категорія	Рішення	Ефект
Планувальні рішення	Поліцентрична структура, оптимізація мереж	Зниження втрат енергії
Інженерні мережі	Реконструкція тепломереж, ІТП	Підвищення стабільності енергопостачання
ВДЕ	Сонячні панелі, геотермальні системи	Зменшення споживання мережевої енергії

Отже, підвищення енергоефективності будівель та інфраструктури є комплексним процесом, який охоплює просторове планування, архітектурне проектування, розвиток транспорту, використання відновлювальних джерел енергії, цифрові технології та екосистемні рішення. Синергія цих підходів забезпечує формування стійкого, екологічно збалансованого міського середовища, знижує навантаження на природні ресурси та покращує якість життя населення.

Висновки

Підвищення енергоефективності будівель та міської інфраструктури забезпечується комплексом архітектурних, містобудівних і транспортних рішень. Компактна забудова, транспортно-орієнтовані підходи, енергоефективні архітектурні рішення, відновлювані джерела енергії та реновація старих будівель сприяють формуванню стійкого, комфортного та ресурсозберігаючого міського середовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. P. Wang et al. Sustainability of compact cities: A review of Inter-Building effect and building energy use. 2021. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S221067072100319X>
2. Peng Wu, Yisheng Liu. Impact of Urban Form at the Block Scale on Renewable Energy Application and Building Energy Efficiency. 2023. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/14/11062>
3. Energy Efficiency Strategies in Urban Planning of Cities, (ResearchGate). 2015. URL: https://www.researchgate.net/publication/268573560_Energy_Efficiency_Strategies_in_Urban_Planning_of_Cities
4. J. Yuan et al. Architectural contributions to climate change mitigation in urban residential buildings. 2025. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s43621-025-01791-9>
5. Z. Gu. An analysis of architectural and urban planning strategies for energy-efficient cities. 2019. URL: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1252474/FULLTEXT02.pdf>
6. Предун К., Войналович В., Гулієв Д. Підвищення енергетичної ефективності та біосферосумісності будівель і споруд в Україні. *Містобудування та територіальне планування*. 2023. №84. С. 263–275. DOI:<https://doi.org/10.32347/2076-815x.2023.84.263-275>.
7. Бондаренко О. І. Особливості архітектурного формоутворення енергоефективних багатоповерхових будівель. URL: <https://surl.li/adfzbs>
8. Neuman, M. The Compact City Fallacy. *Journal of Urban Studies*. 2005. Vol. 42(3). P. 547–563.
9. Tkachenko, T., Tkachenko, O., Voloshkina, O. Prospects of designing small architectural forms using alternative energy sources. *Environmental Safety and Natural Resources*. URL: <https://es-journal.in.ua/article/view/228418>
10. Smart Cities Solutions – Renewable Energy & Efficiency, URL: <https://www.smartcityss.com>

Леонтієва Валерія Павлівна – студентка групи БМ-23б, факультет будівництва та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: leontieva.lera1@gmail.com

Бондар Альона Василівна – доцент кафедри Будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, email: bondarav@vntu.edu.ua

Leontieva Valeriia – student of the BM-23b group, Faculty of Construction and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: leontieva.lera1@gmail.com

Bondar Alena – Associate Professor of the Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnytsia National Technical University, email: bondarav@vntu.edu.ua