УДК 697.7; 697.9

**Т. С. Яворська**
**В. В. Швець**

# ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ ПРИ ПРОЄКТУВАННІ БУДІВЕЛЬ ЕКОПОСЕЛЕНЬ

Вінницький національний технічний університет

***Анотація***

*У дослідженні розглянуто теоретичні та практичні аспекти проєктування будівель екопоселень як перспективного напряму сталого розвитку територій. Проаналізовано передумови виникнення екопоселень, принципи їх архітектурно-планувальної організації, сучасні конструктивні системи та інноваційні технології інженерного забезпечення. На прикладі індивідуального житлового будинку виконано порівняльний теплотехнічний аналіз трьох варіантів зовнішніх огороджувальних конструкцій. Визначено їхній опір теплопередачі, розрахункові тепловтрати та орієнтовну річну передачу теплоти. Обґрунтовано перспективність застосування дерев'яних каркасних конструкцій із комбінованим утепленням у малоповерховому екологічно орієнтованому будівництві.*

**Ключові слова:** екопоселення, сталий розвиток, енергоефективність, екологічне будівництво, архітектурно-планувальні рішення, дерев'яний каркас, огороджувальні конструкції, теплоізоляція, відновлювані джерела енергії.

***Abstract***

*The study examines theoretical and practical aspects of implementing innovative solutions in the design of ecovillage buildings. The prerequisites for the emergence and development of ecovillages, the fundamental principles of their architectural and spatial organization, modern building materials, structural systems, and engineering technologies are analyzed. Particular attention is paid to improving the energy efficiency of low-rise residential buildings through the application of high-performance building envelopes and renewable energy sources. A comparative thermal analysis of three external wall systems—aerated concrete, ceramic block masonry, and timber-frame construction—is carried out using the example of a designed single-story residential building located in the Vinnytsia region of Ukraine. The thermal resistance, calculated heat losses, and estimated annual heat transmission through the external walls are determined. The feasibility of using timber-frame structures with combined thermal insulation, integrated with modern energy-efficient building services, is substantiated.*

**Keywords:** ecovillages, sustainable development, green building, energy efficiency, architectural and spatial planning, timber-frame construction, building envelope, thermal insulation, renewable energy sources.

## Вступ

Сучасний розвиток будівельної галузі супроводжується посиленням вимог до енергетичної ефективності, екологічної безпеки та раціонального використання природних ресурсів. Зростання вартості енергоносіїв, необхідність скорочення негативного впливу будівництва на довкілля та підвищення якості житлового середовища зумовлюють потребу в розробленні нових архітектурно-будівельних і конструктивно-технологічних рішень.

Одним із перспективних напрямів вирішення зазначених проблем є формування екопоселень – житлових спільнот, організація яких ґрунтується на принципах сталого розвитку, ресурсоефективності, екологічної збалансованості та гармонійної взаємодії забудови з природним середовищем [1].

Особливе значення в процесі проєктування екопоселень має застосування інноваційних конструктивних систем, енергоефективних огороджувальних конструкцій, відновлюваних джерел енергії та сучасних інженерних технологій.

Метою дослідження є обґрунтування інноваційних архітектурно-будівельних і конструктивних рішень для житлових будівель екопоселень на основі аналізу принципів сталого розвитку, сучасних технологій будівництва та порівняльного оцінювання теплотехнічних характеристик зовнішніх огороджувальних конструкцій.

## Основна частина

Проведений аналіз теоретичних основ формування екопоселень показав, що їх виникнення зумовлене сукупністю екологічних, соціальних, економічних і технологічних чинників. Виснаження природних ресурсів, зростання антропогенного навантаження на довкілля, розвиток енергоефективних технологій та підвищення екологічної свідомості населення сприяли формуванню альтернативних моделей організації житлового середовища.

Основними принципами проєктування екопоселень є раціональне використання земельних ресурсів, збереження природних ландшафтів, функціональна організація території, застосування екологічно орієнтованих будівельних матеріалів, мінімізація енергоспоживання та використання відновлюваних джерел енергії [2].

Важливе значення має архітектурно-планувальна організація забудови. Для малоповерхових житлових будівель доцільно використовувати компактні об'ємно-планувальні рішення, раціональну орієнтацію за сторонами світу, природне освітлення, сонцезахисні пристрої та функціональне зонування приміщень.

У процесі дослідження інноваційних архітектурно-будівельних рішень встановлено, що перспективними конструктивними системами для житлових будівель екопоселень є дерев'яні каркасні конструкції, стіни з газобетонних і керамічних блоків, збірні панельні системи та комбіновані конструкції з ефективною теплоізоляцією.

Під час вибору конструктивної системи необхідно враховувати міцність, стійкість, довговічність, теплозахисні характеристики, технологічність монтажу, матеріаломісткість та економічну доцільність.

Окремим напрямом підвищення енергоефективності є застосування інноваційних інженерних систем, зокрема теплових насосів, низькотемпературного опалення, механічної вентиляції з рекуперацією теплоти, сонячних фотоелектричних модулів та систем раціонального використання водних ресурсів.

Для практичного обґрунтування запропонованих рішень розглянуто проєктну модель одноповерхового житлового будинку екопоселення, розташованого у Вінницькій області. Габаритні розміри будівлі становлять 10 × 12 м, площа забудови — 120 м², висота зовнішніх стін — 3,0 м.

Архітектурна концепція будинку передбачає використання натуральних фасадних матеріалів, дерев'яних елементів опорядження, двосхилої покрівлі із сонячними фотоелектричними панелями, енергоефективних віконних конструкцій та критої тераси.

У конструктивному рішенні передбачено застосування дерев'яного каркаса з мінераловатним заповненням завтовшки 200 мм та додатковим суцільним шаром теплоізоляції завтовшки 100 мм.

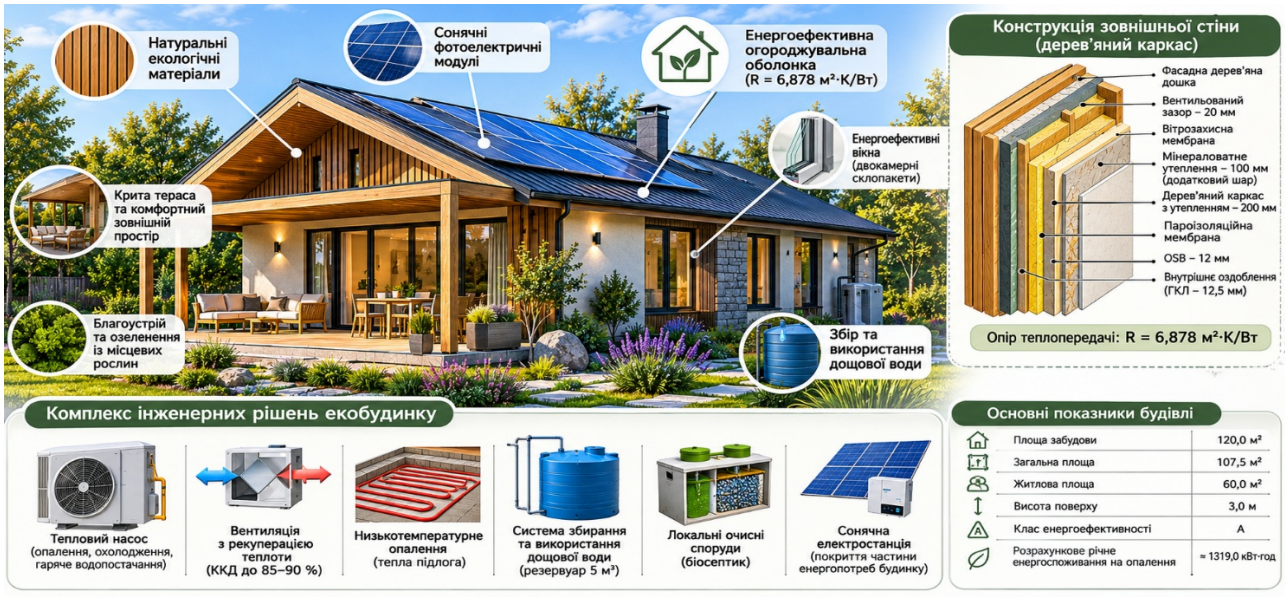


Рис. 1 – Проєктне рішення житлового будинку екопоселення з основними інноваційними елементами

Для визначення раціонального конструктивного рішення виконано порівняльний аналіз трьох варіантів зовнішніх огороджувальних конструкцій: газобетонної стіни завтовшки 300 мм із мінераловатним утепленням 100 мм, стіни з керамічних блоків завтовшки 380 мм із утепленням 100 мм та дерев'яної каркасної стіни завтовшки 200 мм із додатковим утепленням 100 мм.

Для попереднього оцінювання дерев'яної каркасної конструкції додатково враховано повторювані теплопровідні включення у вигляді дерев'яних стояків [3].

Результати порівняльного теплотехнічного аналізу наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Порівняльні результати теплотехнічного розрахунку зовнішніх огороджувальних конструкцій

| Показник | Газобетонна стіна | Керамічна стіна | Дерев'яна каркасна стіна |
|---|---|---|---|
| Опір теплопередачі, м²·К/Вт | 4,86 | 4,828 | 6,878 |
| Коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²·К) | 0,206 | 0,207 | 0,145 |
| Розрахункові тепловтрати, Вт | 888,9 | 894,7 | 628,1 |
| Річна передача теплоти, кВт·год | 1866,6 | 1878,9 | 1316 |
| Зменшення річної передачі теплоти відносно газобетонної конструкції, % | - | -0,7 | 29,3 |

За результатами розрахунків встановлено, що найвищий опір теплопередачі серед розглянутих варіантів забезпечує дерев'яна каркасна конструкція з комбінованим утепленням. Її опір теплопередачі становить 6,878 м²·К/Вт, що приблизно на 41,5 % перевищує відповідний показник газобетонної стіни [3].

За площі непрозорих зовнішніх стін 108 м² та розрахункової різниці температур 40 °С тепловтрати каркасної конструкції становлять 628,1 Вт, тоді як для газобетонної та керамічної конструкцій — відповідно 888,9 і 894,7 Вт.

За умовно прийнятого показника 3500 градусо-діб опалювального періоду використання досліджуваної дерев'яної каркасної конструкції дозволяє зменшити розрахункову річну передачу теплоти через зовнішні стіни приблизно на 547,6 кВт·год, або на 29,3 %, порівняно з газобетонною конструкцією.

Водночас отримані результати характеризують лише теплотехнічну ефективність розглянутих конструкцій за прийнятих вихідних даних [4]. Для остаточного проєктування необхідно врахувати теплопровідні включення, вологісний режим, несучу здатність, вогнестійкість, довговічність та техніко-економічні характеристики конструкцій.

Додатково проведено попереднє оцінювання матеріаломісткості конструктивних рішень. Встановлено, що для газобетонної стіни геометричний об'єм блоків становить 32,40 м³, для керамічної – 41,04 м³. Для дерев'яної каркасної конструкції розрахунковий об'єм деревини каркаса становить 3,24 м³, а мінераловатної теплоізоляції — 29,16 м³.

Застосування дерев'яних каркасних систем може сприяти скороченню тривалості будівництва завдяки можливості попереднього виготовлення конструктивних елементів, зменшенню маси огороджувальних конструкцій та раціональній організації монтажних робіт.

Для підвищення загальної енергетичної ефективності запроєктованого житлового будинку запропоновано комплексне застосування ефективної теплоізоляції, низькотемпературної системи опалення, теплового насоса, вентиляції з рекуперацією теплоти та сонячних фотоелектричних модулів.

Важливим доповненням є впровадження систем раціонального водоспоживання, зокрема збирання дощової води для технічних потреб та використання водозберігального сантехнічного обладнання.

## Висновки

За результатами проведеного дослідження встановлено, що проєктування будівель екопоселень потребує комплексного підходу, який передбачає взаємне узгодження архітектурно-планувальних, конструктивних, технологічних та інженерних рішень.

Визначено, що перспективним напрямом розвитку малоповерхової екологічно орієнтованої забудови є застосування енергоефективних огороджувальних конструкцій у поєднанні з відновлюваними джерелами енергії та сучасними системами інженерного забезпечення.

Порівняльний теплотехнічний аналіз трьох варіантів зовнішніх стін показав, що за прийнятих розрахункових умов найбільший опір теплопередачі та найменші трансмісійні тепловтрати забезпечує дерев'яна каркасна конструкція з комбінованим утепленням 200 + 100 мм.

Встановлено, що застосування зазначеної конструкції в досліджуваній моделі дозволяє зменшити розрахункову річну передачу теплоти через зовнішні стіни приблизно на 29,3 % порівняно з прийнятим варіантом газобетонної стіни.

Обґрунтовано доцільність комплексного використання енергоефективних конструктивних систем, сонячних фотоелектричних модулів, теплових насосів, вентиляції з рекуперацією теплоти та технологій раціонального водоспоживання.

Отримані результати можуть бути використані під час попереднього вибору конструктивних рішень малоповерхових житлових будівель екопоселень з урахуванням природно-кліматичних умов Вінницької області, нормативних вимог та принципів сталого розвитку.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ


1. Global Ecovillage Network. What is an Ecovillage? URL: https://ecovillage.org/resources-library/solutions/what-is-an-ecovillage/ (дата звернення: 17.11.2026).
2. World Commission on Environment and Development. Our Common Future. Oxford : Oxford University Press, 1987.
3. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. Київ : Мінрегіон України, 2022. URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3876000386489779420?doc_type=2 (дата звернення: 17.11.2026).
4. ISO 6946:2017. Building components and building elements — Thermal resistance and thermal transmittance — Calculation methods. Geneva : International Organization for Standardization, 2017. URL: https://www.iso.org/standard/65708.html (дата звернення: 17.11.2026)



***Яворська Тетяна Сергіївна*** – студентка 2-го курсу магістратури, група Б-25м, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, kalashVE@gmail.com

***Швець Віталій Вікторович*** **–** к.т.н., доцент кафедри будівництва міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, e-mail: v.shvets@vntu.edu.ua

***Yavorska Tetiana*** **–** 2nd year master's student, group 1BM-24m, Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, kalashVE@gmail.com

***Shvets Vitaliy*** **–** Ph. D., assistant professor of construction of urban economy and architecture Vinnitsa National Technical University, e-mail: v.shvets@vntu.edu.ua