

УДК 69.001.5

DOI: 10.30838/UJCEA.2312.051125.152.1203

ІННОВАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ БУДИНКУ З ВПРОВАДЖЕННЯМ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ

САВИЦЬКИЙ І. Д.¹, студ.,
РОТТ Н. О.^{2*}, канд. техн. наук, доц.,
МАЦЮК І. М.³, канд. техн. наук, доц.

¹ Кафедра конструювання, технічної естетики і дизайну, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», вул. Дмитра Яворницького, 19, 49600, Дніпро, Україна, e-mail: savytskyi.i.d@nmu.one

^{2*} Кафедра конструювання, технічної естетики і дизайну, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», вул. Дмитра Яворницького, 19, 49600, Дніпро, Україна, e-mail: roth.n.o@nmu.one, ORCID ID: 0000-0002-3839-6405

³ Кафедра конструювання, технічної естетики і дизайну, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», вул. Дмитра Яворницького, 19, 49600, Дніпро, Україна, e-mail: matsiuk.i.m@nmu.one, ORCID ID: 0000-0002-0861-0933

Анотація. У статті представлено концепцію інноваційного житлового об'єкта, спроектованого відповідно до принципів екологічності, енергоефективності та сталого розвитку. Запропоновано архітектурно-інженерну модель, що передбачає комплексну інтеграцію автономних систем водо-, енерго- та теплопостачання. До таких технологій входять система теплообміну для водопостачання, збирання та багаторівнева фільтрація дощової води, біореактор для переробки органічних відходів із виділенням метану, вентиляційна система з рекуперацією тепла, а також використання сонячних колекторів для виробництва електроенергії та тепла. Просторове розміщення комунікацій та інженерних мереж базується на принципах оптимізації природних енергопотоків, врахуванні орієнтації будівлі відносно сторін світу, а також архітектурної логіки планування приміщень. Загальною метою є мінімізація залежності від зовнішніх джерел енергії, зниження експлуатаційних витрат і демонстрація практичної реалізації сучасних енергозберігаючих та екологічно відповідальних технологій у житловому середовищі. **Мета статті** – полягає в розробці та обґрунтуванні моделі екологічного індивідуального житлового будинку з високим рівнем автономності та глибокою інтеграцією енергоефективних і водозберігаючих систем, що забезпечують довгострокову сталість і суттєве зниження навантаження на централізовану інфраструктуру. **Висновки.** У ході виконання дослідження було підтверджено ефективність інтеграції сучасних екотехнологій як у проектування, так і в практичну експлуатацію житлового будинку. Розроблена модель екобудинку демонструє значне зниження загального енергоспоживання, нижчий рівень шкідливих викидів та раціональніше використання наявних природних ресурсів порівняно з традиційним житловим будівництвом. Запропонований проєкт підтверджує реальну життєздатність та актуальність екожитла в Україні й доводить доцільність його впровадження як одного зі стратегічних напрямів сталого розвитку. У подальшому доцільно розширити сферу дослідження, включивши розробку подібних концепцій для багатоповерхових житлових будинків, а також провести детальний аналіз соціально-економічних наслідків і потенційних вигід від масштабного переходу до екологічно стійких житлових рішень.

Ключові слова: екологічне будівництво; енергоефективність; автономні системи; біогаз; рекуперація; дощова вода; сонячна енергія

INNOVATIVE BUILDING PROJECT WITH THE IMPLEMENTATION OF ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES

SAVYTSKYI I.D.¹, Stud.,
ROTH N.O.^{2*}, Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.,
MATSIUK I.M.³, Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.

¹ Department of Engineering and Generative Design, Dnipro University of Technology, 19, Dmitro Yavornitsky Ave., Dnipro, 49600, Ukraine, e-mail: savytskyi.i.d@nmu.one

^{2*} Department of Engineering and Generative Design, Dnipro University of Technology, 19, Dmitro Yavornitsky Ave., Dnipro, 49600, Ukraine, e-mail: roth.n.o@nmu.one, ORCID ID: 0000-0002-3839-6405

³ Department of Engineering and Generative Design, Dnipro University of Technology, 19, Dmitro Yavornitsky Ave., Dnipro, 49600, Ukraine, e-mail: matsiuk.i.m@nmu.one, ORCID ID: 0000-0002-0861-0933

Abstract. The article presents the concept of an innovative residential facility designed in accordance with the principles of environmental friendliness, energy efficiency, and sustainable development. An architectural and engineering model is proposed that involves the comprehensive integration of autonomous water, energy, and heat supply systems, including technologies such as heat exchange water supply systems, rainwater collection and multi-stage filtration, a bioreactor for organic waste processing with methane release, a ventilation system with efficient heat recovery, and solar energy collectors for both electricity and thermal energy generation. The spatial arrangement of utilities and engineering networks is based on principles of optimizing natural energy flows, taking into account the orientation of the building relative to the cardinal directions, and aligning with the architectural logic and functionality of the internal layout. The overarching goal is to minimize dependence on external energy sources, reduce operational costs, and demonstrate the practical feasibility of implementing advanced energy-saving and environmentally responsible technologies in a residential setting. **The purpose of the article** is to develop and validate a model of an ecological individual residential building with a high degree of autonomy and a comprehensive integration of energy-efficient and water-saving systems that ensure long-term sustainability and a significant reduction in the load on centralized infrastructure. **Conclusions.** During the research, the effectiveness of integrating modern eco-technologies into both the design and practical operation of a residential building was confirmed. The developed eco-house model demonstrates a significant reduction in overall energy consumption, lower levels of harmful emissions, and a more rational use of available natural resources compared to conventional residential construction. The proposed project proves the real-world viability and relevance of eco-housing in Ukraine and confirms the feasibility of its implementation as one of the strategic directions of sustainable development. In the future, it is advisable to expand the scope of research to include the development of similar concepts for multi-storey residential buildings and to conduct a detailed analysis of the socio-economic impacts and potential benefits of a large-scale transition to environmentally sustainable housing solutions.

Keywords: *ecological construction; energy efficiency; autonomous systems; biogas; recuperation; rain water; solar energy*

Постановка проблеми. Сучасні тенденції індивідуального житлового будівництва все більше орієнтовані на енергоощадність, екологічність та автономність [1]. На тлі зростання вартості ресурсів, глобальних кліматичних змін та підвищення екологічної свідомості, зростає попит на технологічно адаптовані будівельні рішення [2]. Однією з інноваційних відповідей на ці виклики є екобудинки – житлові споруди, що мінімізують використання природних ресурсів, інтегрують повторне використання матеріалів і енергії та мають незначний вплив на довкілля протягом усього життєвого циклу.

Представлена робота ґрунтується на системному підході до формування концепції екологічного житла, що передбачає взаємопов’язане функціонування низки автономних інженерних систем. У процесі проєктування враховано як функціонально-планувальні особливості, так і кліматичні умови з урахуванням інсоляції та циркуляції повітря.

Аналіз публікацій. У науковій та технічній літературі представлено широкий спектр рішень для екологічного домобудівництва: від впровадження

сонячних панелей і систем вентиляції з рекуперацією до збору дощової води та біологічної переробки органічних відходів [3; 4]. Проте більшість з них акцентують увагу лише на окремих технологіях, тоді як інтегративні комплексні рішення залишаються недостатньо опрацьованими, особливо в контексті індивідуального будівництва.

У світовій практиці зростає роль добровільної екологічної сертифікації, зокрема за стандартами Green Building Initiative (GBI). Цей підхід базується на принципах енергоефективності, водозбереження, оптимізації внутрішнього середовища, вибору екологічних матеріалів і зменшення впливу на довкілля протягом усього життєвого циклу будівлі. GBI надає оцінку проєкту за цілою низкою критеріїв, що дозволяє інтегрувати сталий підхід на ранньому етапі проєктування. І хоча в Україні ця сертифікація ще не поширена, її принципи були орієнтиром у розробці цього проєкту.

Ще одним впливовим стандартом сталого будівництва є система сертифікації LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), що активно використовується в Європі, США та

поступово впроваджується в Україні [5]. LEED охоплює кілька напрямів оцінки: ефективність використання води й енергії, вибір матеріалів, якість повітря, транспортну доступність тощо. У контексті цього проєкту було враховано ряд принципів LEED: зменшення теплових втрат, рекуперація, повторне використання ресурсів, а також інтеграція місцевих екологічних матеріалів – як-от пінобетон та деревина.

Більшість проєктів, що згадуються в публікаціях, зосереджені на окремих аспектах екобудівництва: або на збереженні енергії, або на водоощадних технологіях [6; 7]. Водночас цілісні рішення, які поєднують кілька автономних систем в одному житловому просторі, залишаються рідкісними. Це відкриває простір для розробки комплексних рішень, адаптованих до конкретного планування та локальних умов [8].

Запропонована у статті модель спрямована саме на поєднання вже відомих технологій у єдину дієву систему в межах індивідуального житла [8; 9].

Окрім технологічних аспектів, проєкт також враховує вимоги екологічної сертифікації відповідно до міжнародних стандартів Green Building Initiative (GBI) та LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), що надає змогу впроваджувати системний сталий підхід до проєктування на ранніх етапах [10; 11].

Мета статті – полягає в розробці моделі екологічного індивідуального житлового будинку з комплексною інтеграцією енергоефективних та водоощадних технологій, що дозволяють суттєво зменшити залежність від централізованих інфраструктур.

Основні завдання роботи:

- інженерне моделювання систем тепло- та водозабезпечення з урахуванням потоків;

- розрахунок споживання водних і енергетичних ресурсів для домогосподарства;

- оцінка потенціалу автономного біогазового забезпечення;

- вибір конструкційних та теплоізоляційних матеріалів відповідно до екологічних критеріїв;

- визначення оптимального розміщення технологій з урахуванням орієнтації будинку та мікрокліматичних умов.

Виклад матеріалу. Проєктна концепція реалізована шляхом створення віртуальної моделі житлового будинку із застосуванням сучасного програмного забезпечення для архітектурного проєктування (SketchUp, AutoCAD, Revit). Було виконано інтегроване моделювання інженерних систем: тепло- та водозабезпечення, вентиляції з рекуперацією, сонячного електропостачання та переробки органічних відходів у біореакторі (рис. 1).

Для розрахунку тепловтрат та енергоспоживання використовувалися стандартні методики, зокрема згідно з ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель», а також рекомендації за методиками європейських енергоаудитів [12].

Основні матеріали, обрані для конструкції будинку наступні:

- CLT-панелі (cross-laminated timber) – як екологічно чиста альтернатива залізобетону;

- базальтова вата – для теплоізоляції зовнішніх стін;

- трисклінні енергоефективні вікна з інертним газом – для зменшення втрат тепла;

- фотовольтаїчні панелі на даху – для автономного живлення;

- система збору дощової води із багатоступеневою фільтрацією – для технічних потреб.

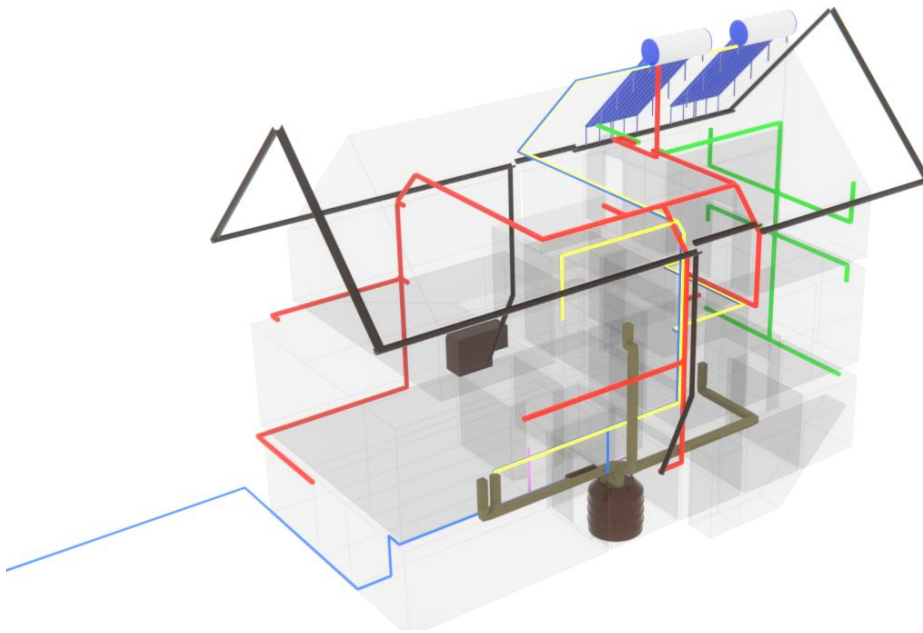


Рис. 1. Схема розташування інженерних систем екобудинку. Позначення: синій – холодна вода, помаранчевий – гаряча вода, мутно-зелений – біовідходи, зелений – свіже повітря, червоний – використане повітря, коричневий – водостік

Окрема увага приділялася орієнтації будинку відносно сторін світу з метою оптимального використання природної інсоляції. Південний фасад передбачає максимально відкрите скління, тоді як північний – мінімальні прорізи.

Система вентиляції побудована за принципом механічного повітрообміну з рекуперацією тепла, що дозволяє зменшити втрати до 70 % в опалювальний період.

Біореактор типу UASB (upflow anaerobic sludge blanket) дозволяє переробляти органічні побутові відходи у біогаз, який спрямовується для приготування їжі або обігріву.

Також було здійснено аналіз ефективності системи за сценарієм середньостатистичного домогосподарства з чотирьох осіб.

На основі архітектурного плану двоповерхового житлового будинку з підвалом було розроблено систему взаємопов'язаних інженерних рішень, орієнтованих на екологічність, енергоефективність та автономність. Кожен елемент системи інтегровано з урахуванням просторової логіки будинку, природного освітлення, напрямків повітряних потоків та руху води (рис. 2).



a



б

Рис. 2. Візуалізація будинку: а – у денний; у б – нічний час доби

Вхідна труба холодної води розташована ближче до підвального рівня, де одразу проходить через рекуператор, з'єднаний із каналізаційним стоком. У цьому теплообміннику частина тепла з використаної води передається холодній воді, що надходить ззовні. Далі ця вода підіймається трубопроводом на дах, де встановлені сонячні теплові колектори.

Колектори розташовані під оптимальним кутом (приблизно 35–40° для України), орієнтовані на південь, для максимальної інсоляції. Нагріта вода надходить у бак-накопичувач, звідки подається на кухню та до двох санвузлів. Передбачена система циркуляції, що забезпечує постійний потік гарячої води та швидкий доступ до неї без втрат енергії на повторний нагрів.

Покрівельна система сконструйована таким чином, щоб ефективно направляти опади у водостічну систему, з'єднану з підземним резервуаром. Вода проходить через фільтраційний блок (грубе очищення від листя, пилу, піску), після чого зберігається в ємності.

Зібрана вода використовується для поливу рослин, господарських потреб і технічного прибирання. У разі надлишку – надлишок зливається в дренажну систему. При необхідності можливе додаткове очищення для використання в туалеті.

У межах розробки систем водопостачання проаналізовано середнє водоспоживання родини з 3–4 осіб. Це дозволяє масштабувати об'єм ємностей та оцінити ефективність рекуперації та повторного використання (табл. 1).

Таблиця 1

Добове споживання рідини

Джерело споживання	Середній об'єм, л/добу
Душ/ванна	150–200
Змив туалету	100–150
Кухня (миття, приготування)	30–50
Прання	40–60
Полив/господарські потреби	20–40
Разом	340–500

Каналізаційні стоки з кухні та санвузлів спрямовуються до підвальної ємності з

анаеробними бактеріями. Система працює за принципом біореактора, де органіка

розкладається природними мікроорганізмами без доступу кисню. Цей процес не тільки зменшує об'єм відходів, а й утворює біогаз (переважно метан).

Для метану передбачено трубопровід, що підводить газ на кухню – для використання в газовій плиті або як резервне паливо. Об'єм метану невеликий, але він дозволяє частково зменшити споживання електроенергії.

За базового сценарію (лише побутові відходи) біогазова система покриває близько 38 % щоденних енергетичних потреб на

приготування їжі (табл. 2). Проте за умови додавання рослинних відходів із території (наприклад, трава після покосу, листя, обрізки рослин), обсяг органіки зростає до 6–7 кг/день. У такому випадку добова генерація метану може досягати $\approx 0,31 \text{ м}^3$ ($\approx 3,1 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$), що дозволяє покривати до 90 % потреб на приготування їжі. У зимовий період надлишки біогазу можуть бути використані для опалення приміщень або як резервне джерело енергії в умовах зниження сонячної генерації.

Таблиця 2

Оцінка потенціалу генерації біогазу

Параметр	Значення
Добовий обсяг органічних відходів	$\sim 3 \text{ кг}$
Добова генерація метану	$\approx 0,135 \text{ м}^3/\text{день}$
Енергетичний еквівалент метану	$\approx 1,35 \text{ кВт} \cdot \text{год.}/\text{день}$
Споживання електроенергії на готування	$\approx 3,5 \text{ кВт} \cdot \text{год.}/\text{день}$
Покриття потреб	$\sim 38 \%$ потреб на приготування їжі

У кожному приміщенні передбачена вентиляція з централізованим рекуператором повітря. Вентиляційна система розділена на припливну і витяжну, що дозволяє ефективно оновлювати повітря, одночасно зберігаючи тепло всередині приміщення.

Повітря, що виходить з приміщень, передає своє тепло повітрю, яке надходить ззовні. Це зменшує теплові втрати в осінньо-зимовий період і підтримує комфортну температуру в усьому об'ємі будинку. Крім того, ця система регулює вологість.

На південному схилі даху встановлено сонячні фотоелектричні панелі, які

генерують електроенергію для освітлення, побутової техніки та частково для обігріву. Передбачено встановлення акумуляторного блоку, що дозволяє накопичувати надлишок енергії для використання вночі або в хмарну погоду.

З урахуванням площі покрівлі $28,4 \text{ м}^2$, на якій встановлені панелі, та їхнього ККД (18 %), система здатна повністю покривати середньодобові енергопотреби в літній період, а взимку забезпечує базовий рівень електроенергії (табл. 3).

Таблиця 3

Розрахунок сонячної генерації електроенергії

Параметр	Значення
Коефіцієнт ефективності	18 %
Добова генерація влітку	$\approx 28,1 \text{ кВт} \cdot \text{год.}/\text{день}$
Добова генерація взимку	$\approx 10,2 \text{ кВт} \cdot \text{год.}/\text{день}$
Середнє добове споживання родини	8–10 кВт·год.

Будинок орієнтований так, що основні вікна виходять на південь. Це забезпечує

максимальне сонячне освітлення взимку. Північна сторона має мінімум вікон і

служить для технічних зон, що знижує теплові втрати.

Така організація простору дозволяє скоротити витрати на опалення та освітлення й водночас уникати перегріву влітку (через навіси або зелені насадження).

У результаті реалізації концепції екологічного будинку було розроблено

цифрову модель з інтегрованими системами енергоефективності.

Проведено порівняльний аналіз основних енергетичних і ресурсних параметрів між традиційним житловим будинком та запропонованим екологічним варіантом (табл. 4).

Таблиця 4

Порівняльна характеристика енергоспоживання та ресурсної ефективності

Показник	Традиційний будинок (еталон)	Екологічний будинок (проект)
Річне споживання електроенергії, кВт·год.	5 600	1 800
Річне споживання газу, м³	1 200	200
Кількість утилізованих органічних відходів, кг/рік	0	350
Виробництво біогазу, м³/рік	0	100
Збір дощової води, м³/рік	0	60
Витрати на енергоресурси, грн/рік	≈ 42 000	≈ 12 000
Викиди CO ₂ , т/рік	3,4	0,9

Згідно з розрахунками, екологічний будинок демонструє зниження енергоспоживання більш ніж у три рази, що обумовлено використанням фотовольтаїчних панелей, систем рекуперації та теплоізоляційних матеріалів нового покоління.

Застосування біореактора дало змогу утилізувати значну кількість органічних відходів, зменшуючи навантаження на місцеву систему поводження з ТПВ та додатково генеруючи біогаз.

Окрім того, система збору дощової води дозволяє щорічно замінювати до 60 м³ технічної води, що сприяє збереженню водних ресурсів. Загальні річні викиди CO₂ знижуються у понад 3,5 рази, що є суттєвим внеском у боротьбу з кліматичними змінами.

У процесі візуалізації проєкту було використано програмне забезпечення Blender 4.3.2. Для створення фотореалістичних зображень застосовувався рушій Cycles, який забезпечує точне відтворення матеріалів, освітлення та тіней. Для створення анімації використовувався Eevee – реальний рендерер, який дозволяє швидко отримувати якісні візуальні

результати з меншими витратами ресурсів. Завдяки цьому програмному забезпеченню вдалося представити об'ємну модель будинку з усіма інженерними елементами та наочно продемонструвати роботу систем у динаміці.

Висновки

У ході виконання дослідження було підтверджено ефективність інтеграції сучасних екотехнологій у проєктування та функціонування житлового будинку. Розроблений екологічний будинок демонструє значне скорочення енергоспоживання, зменшення шкідливих викидів та ефективніше використання ресурсів у порівнянні з традиційною забудовою.

Ключові результати:

- річне споживання електроенергії зменшено більш ніж утричі.
- викиди CO₂ скорочено майже у чотири рази.
- забезпечено автономне виробництво біогазу за рахунок утилізації органічних відходів.

- реалізовано систему збору дощової води, що сприяє збереженню прісної води.
- знижено витрати на енергоресурси на понад 70 %.

Таким чином, проєкт засвідчує реальну життєздатність концепції екологічного

житла в умовах України та доцільність її впровадження як одного з векторів сталого розвитку. У майбутньому доцільно розширити дослідження на багатоповерхові будівлі, а також проаналізувати соціально-економічний ефект від масового переходу до екодомобудівництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Міненерго України. Енергетична стратегія України до 2035 року. URL: <https://mev.gov.ua/>
2. Швець О. Л. Енергонезалежні будинки в Україні : проблеми та перспективи. *Будівництво України*. 2022. № 5. С. 22–27.
3. Гринько А. С. Енергоефективні будинки: технології та перспективи. Київ : Либідь, 2020. 216 с.
4. Білоус І. М. Зелені технології в архітектурі: навч. посіб. Львів : Львівська політехніка, 2019. 148 с.
5. Центр екологічної сертифікації. Особливості сертифікації по стандарту LEED. URL: <https://mcl.kiev.ua/osobennosti-sertifikatsii-po-standartu-leed/> (дата звернення : 05.05.2025).
6. ArchDaily – архітектурний онлайн-ресурс. URL: <https://www.archdaily.com/> (дата звернення : 05.05.2025).
7. Budport. Будівельний портал України. URL: <https://budport.com.ua/> (дата звернення : 05.05.2025).
8. Ecotechnica – енергоефективні технології та альтернативна енергетика. URL: <https://ecotechnica.com.ua/>
9. Green Building Initiative – офіційний сайт організації. URL: <https://thegbi.org/>
10. International Energy Agency. Energy efficiency 2023. URL: <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2023>
11. Міжнародна організація з відновлюваної енергетики (IRENA). Global Renewables Outlook-2022. URL: <https://www.irena.org/>
12. ДСТУ Б В.2.6-31:2021. Конструкції будинків. Теплова ізоляція будівель. [Чинний від 01.01.2022].

REFERENCES

1. *Minenerho Ukrainy. Enerhetychna stratehiia Ukrainy do 2035 roku* [Ministry of Energy of Ukraine. Energy Strategy of Ukraine until 2035]. URL: <https://mev.gov.ua/> (in Ukrainian).
2. Shvets O.L. *Enerhonzalezni budynky v Ukraini : problemy ta perspektyvy* [Energy-independent buildings in Ukraine : problems and prospects]. *Budivnytstvo Ukrainy* [Civil Engineering of Ukraine]. 2022, no. 5, pp. 22–27. (in Ukrainian).
3. Hrynko A.S. *Enerhoefektyvni budynky : tekhnologii ta perspektyvy* [Energy-efficient buildings : technologies and prospects]. Kyiv : Lybid Publ., 2020, 216 p. (in Ukrainian).
4. Bilous I.M. *Zeleni tekhnologii v arkhitekturi : navch. posib.* [Green technologies in architecture : a teaching aid]. Lviv : Lvivska Politehnika Publ., 2019, 148 p. (in Ukrainian).
5. *Tsentr ekolohichnoi seryfikatsii. Osoblyvosti seryfikatsii po standartu LEED* [Center for Environmental Certification. Features of LEED certification]. URL: <https://mcl.kiev.ua/osobennosti-sertifikatsii-po-standartu-leed/> (date of application : 05.05.2025). (in Ukrainian).
6. *ArchDaily – arkhitekturnyi onlain-resurs* [ArchDaily – architectural online resource]. URL: <https://www.archdaily.com/> (date of application : 05.05.2025). (in Ukrainian).
7. *Budport. Budivelnyi portal Ukrainy* [Budport. Construction portal of Ukraine]. URL: <https://budport.com.ua/> (date of application : 05.05.2025). (in Ukrainian).
8. *Ecotechnica – enerhoefektyvni tekhnologii ta alternatyvna enerhetyka* [Ecotechnica – energy-efficient technologies and alternative energy]. URL: <https://ecotechnica.com.ua/> (in Ukrainian).
9. *Green Building Initiative – ofitsiyni sait orhanizatsii* [Green Building Initiative – official website of the organization]. URL: <https://thegbi.org/> (in Ukrainian).
10. International Energy Agency. Energy efficiency 2023. URL: <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2023>
11. *Mizhnarodna orhanizatsiia z vidnovliuvanoi enerhetyky (IRENA)* [International Renewable Energy Agency (IRENA)]. Global Renewables Outlook-2022. URL: <https://www.irena.org/> (in Ukrainian).
12. *DSTU B V.2.6-31:2021. Konstruktsii budynkiv. Teplova izoliatsiia budivel. Chynnyi vid 01.01.2022.* [DSTU B V.2.6-31:2021. Building structures. Thermal insulation of buildings]. Effective from 01.01.2022. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 13.08.2025.