

ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ З ПОЗИТИВНИМ ЕНЕРГОБАЛАНСОМ ЗА КРИТЕРІЯМИ ВАРТОСТІ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ

© І.І. Перегінець, 2025

Організація будівництва будівель із позитивним енергобалансом вимагає структурованого підходу до всіх етапів життєвого циклу та залучення відновлюваних джерел енергії, з відповідністю до законодавчої та нормативної документації [1]. Автор визначає об'єкти нерухомості з позитивним енергобалансом як: *«Будівлі і споруди, які здатні генерувати більший об'єм енергії ніж споживають при дотриманні нормативних параметрів експлуатації, мають високі показники енергетичної ефективності, оснащені відновлюваними джерелами енергії та інтелектуальними системами накопичення і розподілу енергетичних ресурсів»*. Стандарт будівель з позитивним енергобалансом доцільно назвати - «Energy+».

Позитивний енергетичний баланс визначенням як : *«Стан будівлі чи іншої енергетичної системи, при якому обсяг енергії, яка згенерована відновлюваними джерелами енергії, перевищує обсяг спожитої енергії для функціонування будівлі чи іншої енергетичної системи за певний період часу»*.

Організація будівництва житлового об'єкта з позитивним енергобалансом (ПЕБ) має включати всі ключові технологічні етапи. Кожен етап оцінюється за критеріями вартості будівництва та витрат при експлуатації , впливу на довкілля, довговічності та енергоефективності [2-3].

Формула повної вартості життєвого циклу будівель з ПЕБ :

$$LCC = C_{inv} + \sum_{t=1}^T (C_{maint} \oplus (1 + q)^t + \sum_{t=25,50,75}^1 (C_{update} \oplus (1 + q)^t - \sum_{t=1}^T (C_{revenue} \oplus (1 + q)^t - C_{residual}(1 + q)^T$$

de : C_{inv} - витрати на будівництво; C_{maint} - витрати на утримання (поточні та капремонт), з розрахунку п% в рік від C_{inv} ; $C_{utilities}$ - страхування та додаткові комунальні послуги; C_{update} - витрати на оновлення сонячних електростанцій через 25;50;75 p.; $C_{revenue}$ - дохід від продажу надлишкової електроенергії; $C_{residual}$ – залишкова вартість будинку з урахуванням C_{maint} ;

q - річна інфляційна ставка . IC – коефіцієнт інфляції: $IC_{100}=(1 + q)^{100}$.

Для масштабування об'єктів з ПЕБ застосовується принцип «будівля як товарна одиниця». Приклад: моделі будинків ТМ «Business House» (Start, S, M, L), що дозволяє уніфікувати проектування , скоротити строки будівництва та підвищити інвестиційну привабливість.

У таблиці 1 автором представлено еволюцію житлових будинків, де визначено п'ять поколінь таких будівель. V покоління — це будинки з системами штучного інтелекту, превентивної терапії та енергетичного профіциту. Концепція V покоління застосовується Business House.

Класифікація поколінь житлових будинків Таблиця 1 .

Покоління	Період	Коротка характеристика	Типові матеріали	Типові приклади
I	до 500 р. н.е.	Природні укриття, печери, землянки, юрти, саман, дерев'яні конструкції, античні поселення без інженерії	Камінь, глина, шкури, солома, дерево	Печери Франції, мазанки, юрти, трипільські хати, Помпеї
II	500–1900 рр.	Середньовічне і докапіталістичне будівництво: замки, міста, перші каналізаційні системи, житло з каменю, глини і дерева	Камінь, дерево, саман, вапняк, перші цеглини	Середньовічні міста Європи, саманні житла Месопотамії, замки
III	1900–2000 рр.	Індустріальне житло: цегляні, панельні та бетонні будинки, централізовані системи, урбанізація	Цегла, бетон, залізобетон, панелі	Хрущовки, панельні мікрорайони СРСР, Levittown у США
IV	2000–2020 рр.	Енергоефективне житло: пасивні будинки, smart-home, локальні джерела енергії, сенсорні системи	Газоблок, утеплювачі, сонячні панелі, склопакети	PassivHaus, OptimaHouse, Zero Energy Buildings
V	2020+ рр.	Інтелектуальне житло: III, BMS, превентивна терапія, генерація енергії, цифровий паспорт, Business House	Композити, скло, сенсори, PV, інтерактивні фасади	Business House, The Line (NEOM), 3D-надруковані будинки

Таким чином, будівництво об'єктів нового покоління передбачає не лише сучасні матеріали, а й застосування аналітичних інструментів для управління життєвим циклом будівлі від концепції до утилізації.

Література:

1. Фаренюк Є., Фаренюк Г. Методичні основи нового покоління будівельних норм з енергоефективності будівель // Наука та будівництво. – 2023. – №33–34. <https://doi.org/10.33644/2313-6679-34-2022-2>
2. Ürge-Vorsatz D. et al. Heating and cooling energy trends and drivers in buildings. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2015. Vol. 41, pp. 85–98. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.08.039>
3. Güneralp B. et al. Global scenarios of urban density and its impacts on building energy use. PNAS. 2017. 114(34), 8945–8950. <https://doi.org/10.1073/pnas.1606035114>