

УДК 69.003.13

**ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МІСЦЕВИХ
ЕКОЛОГІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ В МАЛОПОВЕРХОВОМУ
БУДІВНИЦТВІ ДОСТУПНОГО ЖИТЛА**

*Куліченко І.І. *, Савицький М.В., Бабенко М.М., Коваль А.С.
Бендерський Ю.Б., Новіченко Н.М. **

*Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія
будівництва та архітектури»
Дніпропетровський міськвиконком

Вступ. Постановка проблеми. Забезпечення населення доступним та якісним житлом, що відповідає принципам сучасної світової політики стійкого розвитку – є важливою стратегічною соціальною задачею, яка актуальна для України. Для успішної вирішення цієї задачі необхідно впровадження в масове будівництво енергоефективних економічно виправданих технік застосування екологічних матеріалів при проектуванні малоповерхових житлових будинків.

Аналіз публікацій. Питання вивчення ресурсозберегаючих конструкцій малоповерхових будинків та проектування раціонального житла присвячені роботи вітчизняних вчених [1], [2] та багатьох інших. Вивченню конструкцій з екологічних матеріалів присвячені роботи зарубіжних вчених [4], [5] та ін.

Однак відсутні роботи, що направлені на аналіз та вивчення економічної доцільності використання місцевих екологічних матеріалів у малоповерховому будівництві в умовах України.

Мета статті: дослідження та аналіз економічної ефективності використання місцевих екологічних матеріалів при зведенні доступного малоповерхового житла.

Викладення матеріалу. Екологічне будівництво пропонує широкий вибір матеріалів, технік та архітектурних рішень. Вартість такого будівництва залежить саме від обраного варіанта екобудинку.

Основними питання, які постають перед забудовником екологічного житла з місцевих матеріалів на шляху до досягнення економічної ефективності проекту наступні:

- Початкові грошові та часові витрати пов'язані з **розробкою концепції проекту**, добре спланована у майбутньому вона стане запорукою непотрібних втрат під час зведення та експлуатації житла;
- Важливою складовою – є **вибір матеріалу**, який має забезпечувати необхідну міцність конструкції, високі теплотехнічні та економічні показники проекту;
- Бажано використовувати **прості конструктивні рішення**, що зекономить час та вартість проведення монтажних робіт. Також досить ефективним є використання **енергозберігаючих інженерних систем** та обладнання, такого, наприклад, рекуператор повітря. При виборі таких систем необхідно урахувати їх енергоспоживання, та вираховувати ефективність в кожному окремому випадку [3];

- **Гнучкість будинку до змін** – легкість при необхідній реконструкції чи зносі будинку, з наступною утилізацією матеріалів;
- Розробка **поетапного виконання проекту** дозволить поступово інтегрувати та впроваджувати ще дорогі енергозберігаючі системи, вже після виконання основних будівельних робіт.

Однією з важливих складових економічної ефективності системи є ефективність капітальних вкладень. Вона виражається відношенням отриманого ефекту до капітальних вкладень, що викликало цей ефект. Іншими словами, це економічний ефект, який припадає на одиницю інвестицій, що забезпечили цей ефект.

Ефективність капітальних вкладень вимірюється набором показників, в який входить загальний ефект капітальних вкладень, норма їх прибутковості, термін окупності, порівняльна ефективність і ін. Показники економічної ефективності капітальних вкладень використовуються для зіставлення альтернативних інвестиційних проектів і вибору оптимального проекту, що є важливим елементом проектування доступного малоповерхового житла.

Для досягнення оптимального результату в пошуку найбільш сприятливого рішення при проектуванні малоповерхового житла необхідно брати до уваги всі основні критерії доступності - екологічність, соціальна обґрунтованість, і економічність - як при зведенні, так і в стадії експлуатації.

Поєднання всіх цих елементів дозволяє вибрати найбільш ефективний варіант малоповерхового будівництва. Дана модель може бути представлена у вигляді такої схеми (рис. 1).

Одержуваний економічний ефект при застосування технології дерев'яного каркасного домобудівництва з використанням місцевих матеріалів при зведенні екологічного доступного житла обумовлений такими факторами: короткими термінами монтажу, легкості конструктивних елементів, високими теплотехнічними характеристиками (рис. 2).



Рис. 1 Модель поєднання критеріїв ефективності доступного малоповерхового житла



Рис. 2. Основні елементи економічної ефективності екологічного малоповерхового будівництва з місцевих матеріалів

Економічна ефективність житла в процесі експлуатації може бути досягнута шляхом зниження витрат на опалення, тобто зменшенням або приведенням до нуля питомих теплових втрат будівлі в опалювальний період.

При аналізі економічної ефективності необхідно враховувати всі витрати, що виникають на життєвому циклі малоповерхового будівлі - інженерні вишукування, проектування, будівництво (у тому числі консервація), експлуатація (у тому числі поточні ремонти), реконструкція, капітальний ремонт, знесення.

Особливу увагу при проектуванні доступного енергоефективного житла приділяється питанням утилізації конструкцій після закінчення терміну експлуатації, що обумовлено економічними та екологічними проблемами знесення фізично і морально застарілого житла вже існуючого на сьогоднішній день.

Витрати на ліквідацію (знесення) будівлі залежать від типу конструкції, виду матеріалів та їх стану, ступеня щільності забудови в розглянутому районі. За всіма даними параметрами малоповерхові будівлі з застосуванням дерев'яного каркаса та утеплення стін з місцевих екологічних матеріалів є найбільш економічним типом конструкції. Крім того сам процес утилізації будівель даного типу може бути економічно позитивним, завдяки переробці та брикетуванню дерев'яних відходів з подальшим їх застосуванням у якості твердого палива, використовуюваного для опалення та виготовлення органічного добрива.

Дерев'яний каркас є найпоширенішою конструктивною несучою системою, що використовують для зведення житла даного типу. Основне питання, що виникає - який матеріал необхідно використовувати в якості утеплювача для заповнення об'єму між стійок каркасу зовнішніх стін будинку. Концепція екологічного будівництва базується на використанні саме місцевих матеріалів, що дозволяє значно заощадити на вартості «зеленого» житла.

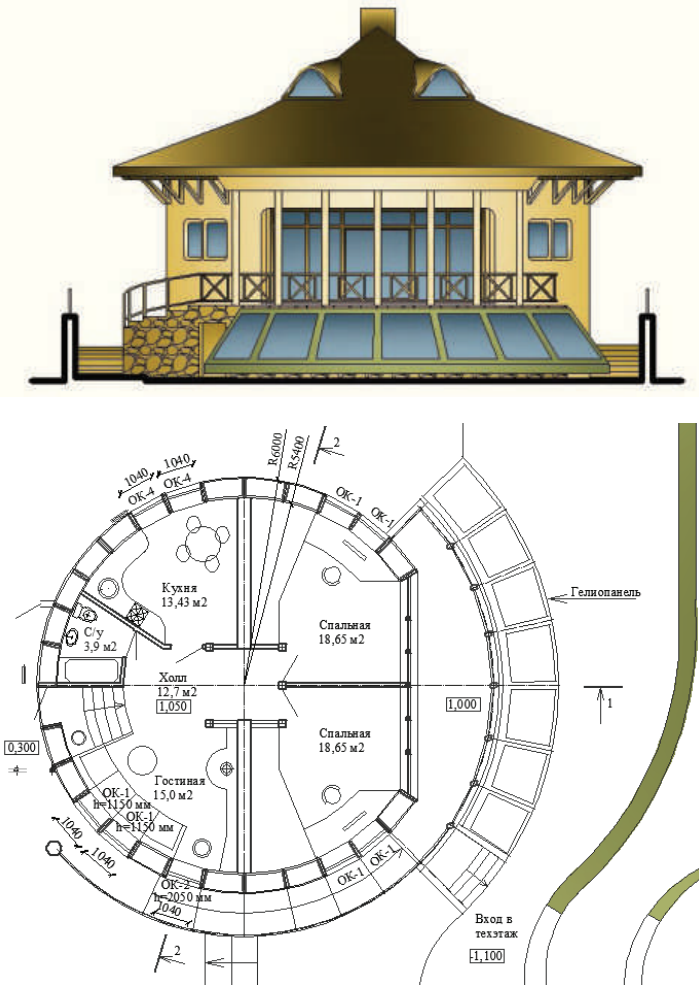


Рис. 3. Архітектурно-планувальні характеристики екобудинку

Для оцінки економічної доцільності використання місцевих екологічних матеріалів при малоповерховому будівництві доступного житла було виконано розрахунок капітальних витрат на зведення та ліквідацію, а також експлуатаційних витрат на поточний ремонт та опалення екологічної малоповерхової круглої в плані окремо розташованої будівлі загальною площею 91,8 м², з об'ємом зовнішніх стін 60 м³. Архітектурно-планувальні особливості будинку наведені на рис. 3, а конструктивне рішення зовнішньої огорожувальної конструкції - на рис. 4.

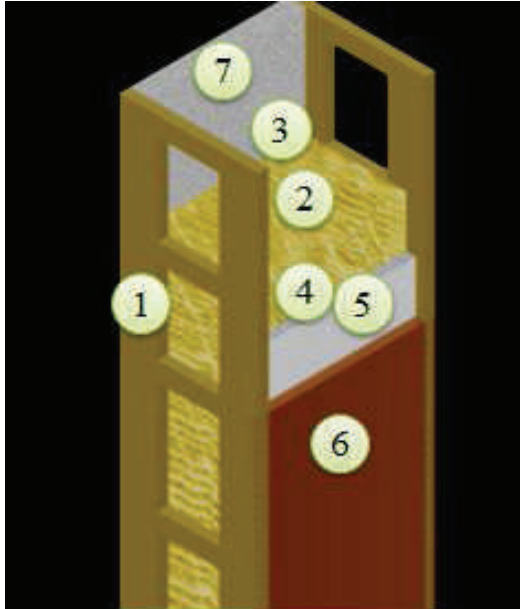


Рис. 4. Конструктивне рішення стінової зовнішньої огорожувальної конструкції: 1 - елемент стійки дерев'яного каркаса типу "сходи"; 2 - утеплювач з екологічних місцевих матеріалів (солома злакових культур, легкий або традиційний саман, трамбована різка коноплі або очерету, легкий костробетон), 500 мм; 3 - пароізоляція; 4 - вітрозахист; 5 - сітка; 6 - зовнішнє оздоблення; 7 - внутрішнє оздоблення

Витрати на будівництво, експлуатацію та знесення будівлі визначилися за наявними розцінками на поточний період (станом на серпень 2013 р.).

Капітальні вкладення (інвестиції) на будівництво будівлі і виконання по і-му варіанту залежать від типу місцевого матеріалу, що використовується в якості заповнювача зовнішніх огорожувальних конструкцій. При існуючій на літо 2013 р. середній ринковій розцінці на солому тюковану – 12 грн. за тюк – з урахуванням розміру блока вартість по матеріалам будівництва 1 м³

стіни з солом'яних блоків складає 47 грн.; на сушені стеблі соломи злакових культур 480 грн. за 1т з урахуванням складу легкого саману – вартість по матеріалам будівництва 1 м³ стіни з легкого саману складає 43грн.; на костру коноплі 1200 грн. за 1 т. – вартість по матеріалам будівництва 1 м³ стіни з заповненням стін з костри коноплі 75 грн. Вартість експлуатації машин, витрати на заробітну плату робітників були розраховані на програмному комплексі АВК згідно норм та розцінок визначення витрат на зведення дерев'яної каркасної будівлі зі стінами з заповненням з деревоволоконним матеріалом, к яким можна умовно віднести солому пресовану та костру коноплі та із легких бетонів, до яких можна умовно віднести легкий саман. Сума витрат по матеріалам та розрахованих витрат на заробітну плату та експлуатацію машин на м² площі будівлі приведена у таблиці 2.

Капітальні витрати на ліквідацію (знесення) на будівництво будівлі по і-му варіанту було виконано в програмному комплексі АВК згідно норм та розцінок визначення витрат на ліквідацію окремо розташованої будівлі з дерев'яним каркасом зі збереженням придатних матеріалів.

Річні експлуатаційні витрати на утримання будинку згідно [1] складаються з витрат на опалення будівлі та проведення ремонтів:

$$E_i = E_o + E_p, \quad (1)$$

де: E_o - витрати на опалення будинку; E_p - витрати на проведення ремонтів будівлі.

При централізованому теплопостачанні витрати на опалення будинку визначаються за формулою:

$$\mathcal{E}_o = C_m Q_{год} k, \quad (2)$$

де C_m - ціна теплової енергії; $Q_{год}$ - річне теплоспоживання будівлею за опалювальний період; k - коефіцієнт переходу від кВт до Гкал.

Необхідність введення коефіцієнта переходу обумовлена тим, що зазвичай тариф на теплову енергію встановлюється в Гкал, а теплоспоживання будівлею визначається в кВт.

Вартість 1 Гкал тепла для побутових споживачів по Дніпропетровській області на серпень 2013 року дорівнює 256 грн.

Прогнозовані щорічні витрати на поточні та капітальні ремонти нормуються згідно [2] наступним чином:

$$E_p = E_{тек} + E_{кап}, \quad (3)$$

де $E_{тек}$ - витрати на поточні ремонти;

$E_{кап}$ - витрати на капітальні ремонти.

$$E_{тек} = 0,0075 K_i, \quad (4)$$

В залежностях (4), (5): Кі – капітальні витрати на зведення будинку.

З урахуванням того, що ремонтні роботи будуть виконуватися тільки для зовнішнього оздоблення стін, яке є однаковим для усіх варіантів, капітальні витрати на поточний та капітальний ремонт були прийняті для всіх варіантів – 69 грн.

Результати розрахунків зведені до таблиці 1 та таблиці 2.

Таблиця 1

Архітектурно-конструктивні та теплотехнічні характеристики екологічного малоповерхового будинку з місцевих матеріалів

Варіант будинку	Матеріал утеплення стін	Коефіцієнт теплопровідності утеплювача, Вт/(м•К)	Розрахункове значення питомих тепловитрат на опалення будинку за опалювальний період, кВт год / м ²
A1	пресована солома злакових культур	0,05	107,8
A2	костра коноплі	0.06	109
A3	легкий саман	0,084	111

Таблиця 2

Характеристики економічної ефективності доступного екологічного житла з застосуванням місцевих матеріалів

Варіант будинку	Капітальні витрати на 1 м ² площі		Річні експлуатаційні витрати на 1 м ² площі	
	зведення, грн.	ліквідація, грн.	ремонт, грн.	опалення, грн.
A1	2835	368	69	21
A2	4050			22
A3	3645			23

Висновки.

1. Проведений аналіз факторів, що впливають на позитивну економічну ефективність екологічного малоповерхового будівництва показав, що проекти будівництва доступного житла даного типу мають відповідати таким критеріям, як простота конструктивних рішень, короткі терміни монтажу, гарні теплотехнічні характеристики.

2. На базі виділених принципових критеріїв була розроблена базове конструктивне рішення зовнішньої стінової огорожувальної конструкції малоповерхового будинку з місцевих екологічних будівельних матеріалів.

3. Найбільш економічно доцільним на сьогодні при будівництві екобудинків в якості утеплювача використання соломи як самого дешевого матеріалу.

3. Розрахунок основних витрат на будівництво, експлуатацію та утилізацію малоповерхового будинку з екологічних місцевих матеріалів показав економічну доцільність використання даної технології при будівництві доступного житла.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Савицкий Н.В., Никифорова Т.Д. Методы оценки экономической эффективности энергосберегающих технологий. //Зб.н.п.: Будівельні конструкції. Всеукр. Науч.-практ. конф. «Реконструкція будівель та споруд. Досвід та проблеми». – К., 2001.-с. 591-596.
2. Шляхов К.В. Ресурсосберегающие конструкции малоэтажных жилых зданий Ж дисс....к.т.н.: 05.23.01 – Д.: ПГАСА, 2003. – 142с.
3. Maison écologique/ Ranck, 2005. – с.4-23.
4. Maison en paille/ Minke, 2009
5. Règles professionnelles de construction en paille: Règles CP 2012