

# БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ОЦІНКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ СТІН З ПРИРОДНИХ МАТЕРІАЛІВ

Вінницький національний технічний університет

## *Анотація*

*Запропоновано метод визначення потенціалу енергоефективності багатошарових огороджувальних конструкцій малоповерхових будинків з натуральних матеріалів органічного походження, яка дозволяє кількісно оцінити різні за своєю природою характеристики – теплофізичні, економічні, кліматичні на одній шкалі значень за результатами чисельного моделювання.*

**Ключові слова:** потенціал енергоефективності, натуральні матеріали, багатокритеріальність.

## *Abstract*

*The method of determining the energy efficiency potential of multilayered enclosure constructions of low-rise buildings of natural materials of organic origin is proposed. The method allows to quantify different in nature characteristics - thermophysical, economic, climatic on the same scale by the results of numerical modeling.*

**Keywords:** energy efficiency potential, natural materials, multicriteria.

## Вступ

Чинний тренд будівництва екожитла – в першу чергу зведеного з екологічних, низькоенергетичних в контексті спожитої для їх влаштування енергії та безумовно дружніх до навколишнього середовища матеріалів є викликом часу в контексті мінімізації шкоди природі і прийдешнім поколінням. Все це спонукає до ретельного переосмислення низки фізико-механічних, теплофізичних а також економічних параметрів цих матеріалів при влаштуванні багатошарових огороджувальних конструкцій стін з них та їх ефективних комбінацій.

Головною метою вищезазначених потреб є оптимальне використання натуральних матеріалів для зведення огороджувальних конструкцій стін, які мають відповідати низці вимог, зокрема вимогам з довговічності, екологічності, несучої здатності, архітектурної виразності, при цьому гармонійно поєднуватись з природним оточенням. тощо.

Без перебільшення глобальне поширення, в тій чи іншій мірі, даної тенденції є символічним та є безумовною ознакою переосмислення людиною свого ставлення до природи та довкілля [1, 2]. Тому визначення оптимальних типів будівельних матеріалів та їх комбінації для сучасної, дружньої до навколишнього середовища забудови, з огляду на наявні виклики сьогодення постає актуальною задачею.

Для більш об'єктивної оцінки потенціалу енергоефективності огороджувальних конструкцій будинків з природних матеріалів слід комплексно враховувати не лише фізико-механічні, еколого-економічні але й інші параметри матеріалу для зваженого та обґрунтованого прийняття рішення на користь того чи іншого варіанту для зведення багатошарових стін. Дана робота присвячена визначенню багатокритеріального індексу для багатошарових огороджувальних конструкцій стін з природних матеріалів.

## Результати дослідження

Аналіз літературних джерел присвячених проектуванню та влаштуванню енергоефективних огороджувальних конструкцій стін з натуральних матеріалів [1-11, **Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден.**] дозволив сформулювати основні типи стінового огородження для чисельного моделювання – стіна з арболіту (тип «А»), стіна з саману (тип «Б»), стіна з солом'яної панелі (тип «В»), стіна з землєбиту (тип «Г»), стіна з глиночурки (тип «Д»), каркасна стіна з фанери,

що наповнена ековатою (тип «Е»), комбінована стіна з арболіту, що утеплено спресованою соломною (тип «Ж») та стіна з енергоефективного теплоблоку []. Поперечні розрізи типів стін, що прийнято для чисельного моделювання показано на рис.1. Товщину всіх стін прийнято 600 мм. Вартість матеріалів прийнято усередненими по ринку України базуючись на даних мережі Інтернет станом на жовтень 2019 року.

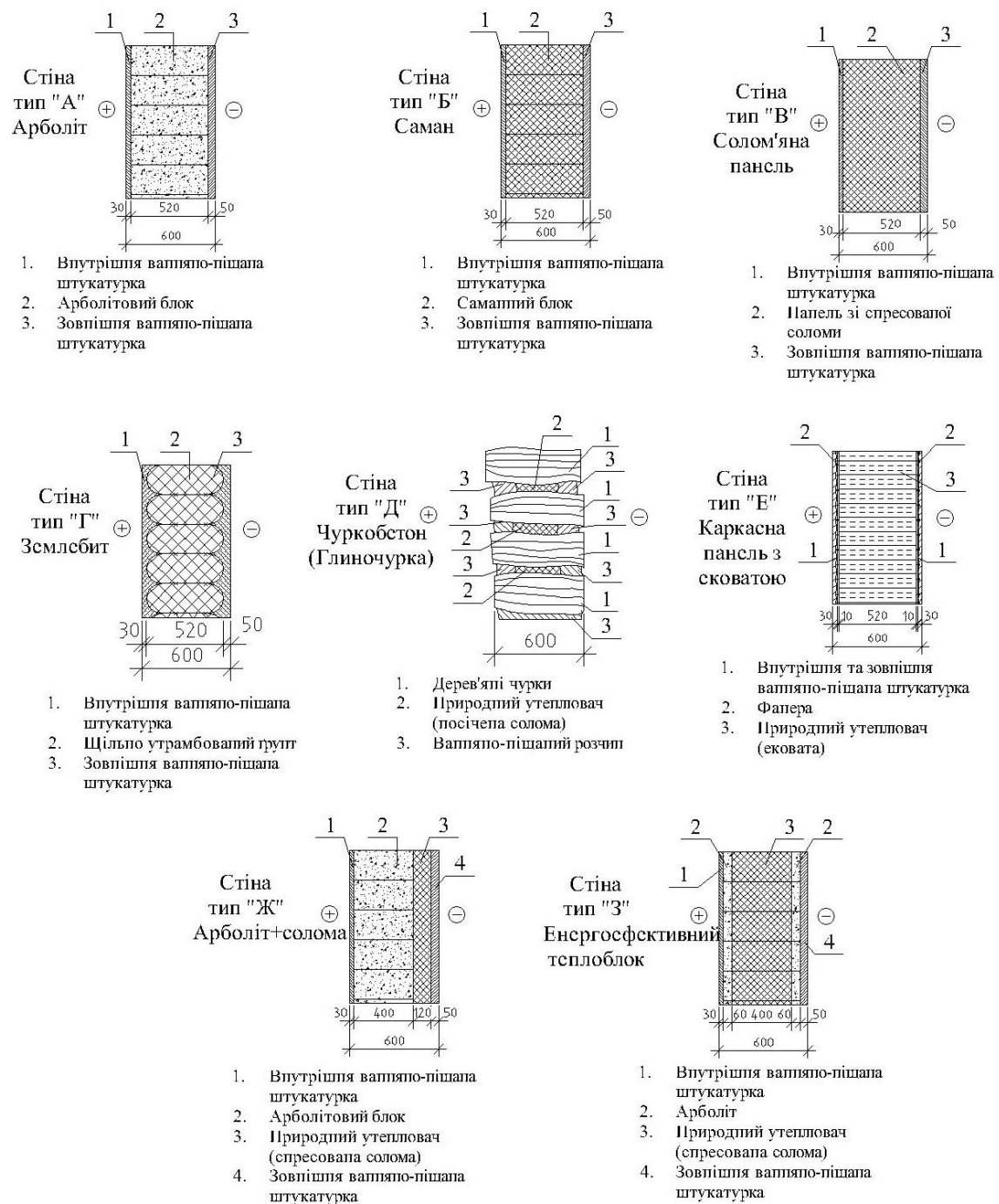


Рис. 1. Поперечні розрізи типів стін для чисельного моделювання

Концептуальна ієрархічна модель щодо визначення багатокритеріального індексу потенціалу енергоефективності багатошарових огорожувальних конструкцій стін наведена на рис. 1.

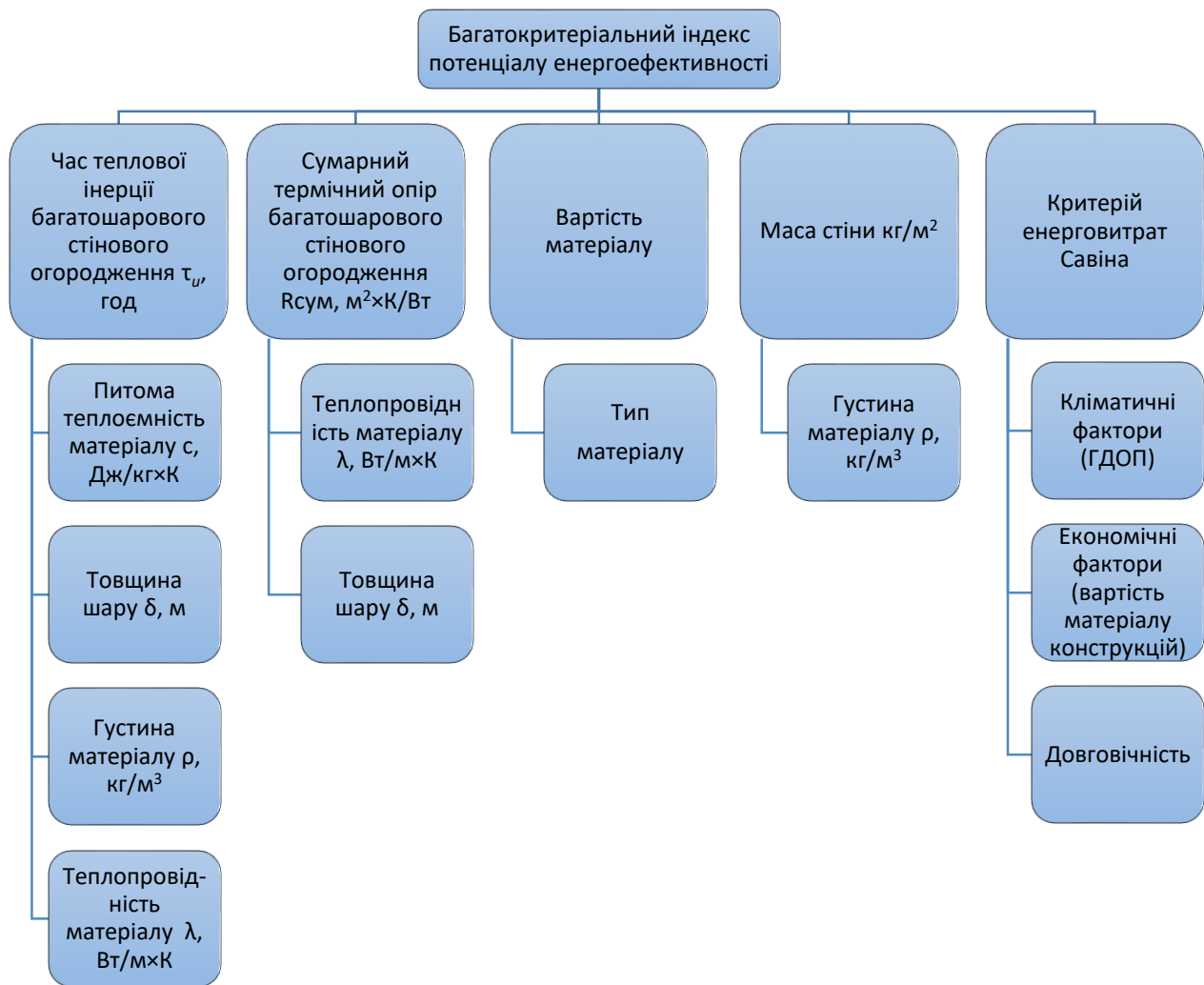


Рис. 2. Ієрархична модель факторів впливу на індекс потенціалу енергоефективності

З аналізу даних наведених на рис. 2 випливає, що для більш об'єктивної, багатокритеріальної оцінки показників кожного з досліджуваних варіантів влаштування огорожувальних конструкцій стін одним з ефективних порівняльних математичних апаратів може бути метод парних порівнянь Сааті Т. Л. [1515], який дозволяє оцінити різні за своєю природою показники та визначити вагу кожного з них у розрахунку цільової функції, в якості якої обрано багатокритеріальний індекс потенціалу енергоефективності – безрозмірна величина в долях одиниці, що дозволяє оцінити вплив різнорозмірних показників на величину цільової функції.

В даній роботі метод парних порівнянь використовується для ранжування (визначення ваги, нерівності) кожного з факторів впливу різних за своєю природою параметрів – сумарного часу теплової інерції багат шарової конструкції  $\tau_{и}$ , сумарного термічного опору стіни  $R_{сум}$ , вартості матеріалу та суворості клімату району забудови – критерію Савіна.

Це особливо важливо при прийнятті рішення щодо вибору альтернативи огорожувальної конструкції стіни з природних матеріалів органічного походження.

.....

## Висновки

Встановлено, що запропонований підхід може слугувати для більш об'єктивної оцінки при виборі варіанту влаштування огорожувальної конструкції стіни будинку з природних матеріалів органічного походження, та комплексно оцінити кожний варіант стінового огороження, як з точки зору теплофізичних, економічних, кліматичних факторів впливу.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Широков Е.И. Дерево, тростник, солома: Строительные материалы для устойчивого развития. *Архитектура и строительство России*. 2007. №2. С. 2-10.
2. Сычев С. А. Экотехнологии строительства с учетом критериев энергоэффективных зданий. *SCIENCETIME*. 2014. №10. С.343–349.
3. Галкин П. И. Огнестойкие глиняные строительные материалы. Москва - Ленинград: Академия ком. хоз-ва им. К. Д. Памфилова, 1944. 76 с.
4. Рудановский В. Н. Кирпичи, блоки: дешево и быстро. Краснодар: АО «Концерн «Курорт».1993. 64 с.
5. Эванс Я., Смит М. Дж., Смилей Л. Дом из самана. Философия и практика. Київ: Рідна Земля, 2004. 337 с.
6. Наназашвили И. Х. Строительные материалы из древесно-цементной композиции. Ленинград: Стройиздат, 1990. 415 с.
7. Лобанова А. В., Казимагомедов И.Э. Стеновые изделия из арболита на основе костры льна. *Коммунальное хозяйство м.ст.* 2015, выпуск 124. С. 18-20.
8. Building with Hemp and Lime URL: [https://www.researchgate.net/publication/265450145\\_Building\\_with\\_Hemp\\_and\\_Lime](https://www.researchgate.net/publication/265450145_Building_with_Hemp_and_Lime) (Last accessed:17.12.2018).
9. Pacheco-Torgal F., Jalali S. Earth construction: Lessons from the past for future eco-efficient construction. *Construction and Building Materials*. 2012. Vol. 29. P. 512–519.
10. Rajesh Kumar Jain. A study on eco friendly cost effective earthbag house construction. *Kathmandu University Journal of Science, Engineering and Technology*. 2013. Vol. 9, No. 1, P. 200 – 211.
11. Куліченко І. І. та ін. Економічна ефективність використання місцевих екологічних матеріалів в малоповерховому будівництві доступного житла. *Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Серия: Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения*. 2013. №.69. С.257-264.
12. Бікс Ю. С. Перспективи використання виробів з соломи у малоповерховому будівництві. *Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві*. 2017. Том 22, №1. С. 75-83.
13. Medgyasszay P. *Comparative analysis of an existing public building made from natural building materials and reference buildings designed from common building materials*.
14. Композиційний будівельний теплоблок: пат. 130276 Україна: МПК (2006): E04B 1/00, E04C 2/16 (2006.01). № u201808845; заявл. 20.08.2018; опубл. 26.11.2018, Бюл. № 22. 8 с
15. Саати Т. Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети: пер. с англ. Москва: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. 360 с.

**Бікс Юрій Семенович** – кандидат техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: biksyuriy@gmail.com.

**Ратушняк Ольга Георгіївна** - кандидат техн. наук, доцент кафедри економіка підприємства і виробничого менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця. e-mail: ogratushnyak@gmail.com.

**Biks Yuriy S.** – PhD, Associate Professor, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: biksyuriy@gmail.com.

**Ratushnyak Olga G.** – PhD, Associate Professor of the Department of Economics of Enterprise and Industrial Management, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa. e-mail: ogratushnyak@gmail.com.