

УДК 515.2

Мартинів Вячеслав Леонідович<sup>1</sup>, доцент, д.т.н.  
Кременчуцький національний університет  
імені Михайла Остроградського, Україна  
E-mail: [ddd151@vandex.ua](mailto:ddd151@vandex.ua)

## ГАРМОНІЗАЦІЯ ПРОПОРЦІЙ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ

*Анотація.* Для гармонізації пропорцій будівель запропоновано спосіб, який дозволяє під час проектування будівель моделювати їх тепловтрати через огорожувальні конструкції, урахувуючи пропорції будівель, і визначати межі допустимого варіювання їх пропорціями з метою досягнення естетичної виразності за умови дотримання визначеного рівня тепловтрат, що наближений до мінімального.

*Ключові слова:* гармонізація пропорцій будівлі, енергоефективні будівлі, архітектурне проектування.

**Постановка проблеми.** Проектування енергоефективних будівель, окрім скорочення тепловтрат через огорожувальні конструкції за рахунок оптимізації пропорцій, вимагає дотримання естетичної виразності їх фасадів, а також гармонізації пропорцій будівель. Оскільки в процесі мінімізації тепловтрат архітектурного об'єкта досить часто потерпає саме естетичний аспект такого впровадження. Натомість геометрична форма будівлі при оптимальних пропорціях з точки зору тепловтрат через огорожувальні конструкції може мати не достатньо архітектурну та естетичну виразність.

На сьогодні відсутній на теренах архітектурного проектування спосіб моделювання пропорцій будівлі з урахуванням тепловтрат через огорожувальні конструкції, за допомогою якого архітектор-проектувальник, дизайнер має можливість в інтерактивному режимі гармонізувати пропорції

---

<sup>1</sup> © Мартинів В.Л.

будівлі за умови дотримання визначеного рівня тепловтрат, наближеного до мінімального.

**Аналіз останніх досліджень.** Наразі існуючі способи [1–3] дозволяють визначати, залежно від опору теплопередачі стін, стелі та підлоги, оптимальні пропорції будівлі з планом у формі квадрата. Але при цьому не враховується низка показників, а саме: кількість поверхів будівлі; опір теплопередачі вікон; відношення площі застління вікон до площі підлоги поверху; кут нахилу стелі до площини горизонту. З використанням існуючих дотепер способів оптимізації дизайнеру неможливо гармонізувати пропорції будівель і визначати їх раціональні пропорції, за яких рівень тепловтрат через огорожувальні конструкції буде наближений до мінімального.

**Формулювання мети статті.** Нагальним постає питання розроблення способу моделювання пропорцій будівель з прямокутною формою плану, який урахував би тепловтрати через огорожувальні конструкції та надавав можливість архітекторові-проектувальнику, дизайнерові гармонізувати пропорції будівлі, дотримуючись при цьому визначеного рівня тепловтрат через огорожувальні конструкції, приведеного до мінімального.

**Основна частина.** При проектуванні енергоефективних будівель для визначення їх оптимальних та раціональних пропорцій з точки зору тепловтрат та естетичної виразності запропоновано аналітичний і графічний способи визначення пропорцій архітектурних об'єктів.

Для знаходження оптимальних пропорцій енергоефективних архітектурних об'єктів у вигляді прямокутного паралелепіпеда та мансардних будівель (при прямокутній формі плану) з точки зору тепловтрат через огорожувальні конструкції виведено формули, які виражають залежність оптимальних пропорцій (сторони  $a$ ) від об'єму будівлі  $V_B$ , приведеного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій (стін  $R_{стєр}$ , вікон  $R_{вєр}$ , даху  $R_{дахєр}$ , середнього коефіцієнта підлоги  $R_{п}$ ), кількості поверхів будівлі  $N_{пов}$ , відношення площі застління вікон до площі підлоги поверху

(коефіцієнт  $F$ ), кута нахилу даху будівлі до площини горизонту (кут  $\alpha$ ), а також коефіцієнт застління стін будівлі  $P$  (від 0 до 1).

На рис. 1 зображено одну з найбільш поширених форм будівель – прямокутний паралелепіпед і мансардний будинок з прямокутною формою плану, – у якому одна сторона дорівнює  $a$ , а друга –  $a \cdot m$ .

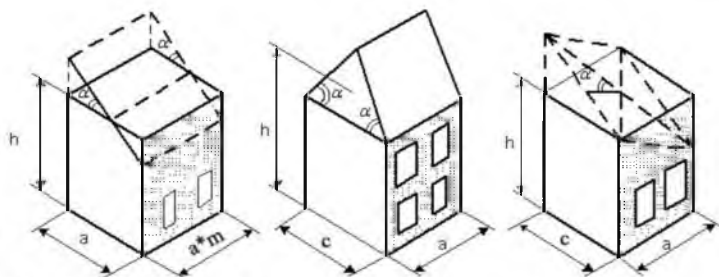


Рис. 1 – Будівлі у вигляді прямокутного паралелепіпеда та мансардні

*Аналітичний спосіб.* Для визначення оптимальних пропорцій будівлі з точки зору тепловтрат при одному змінному параметрі формула розрахунку матиме вигляд:

$$a = \sqrt[3]{R_{ст} m^2 \cdot \left[ \frac{1}{R_{ст}} + \frac{1}{R_{дах} \cdot \cos \alpha} + F \cdot N_{пов} \cdot \left( \frac{1}{R_{в}} - \frac{1}{R_{ст}} \right) \right] \cdot \frac{V(1+m)}{}} \quad (1)$$

де  $m$  – співвідношення сторін у плані.

Висота будівлі  $h$  дорівнює:

$$h = \frac{V}{a^2 \cdot m} \quad (2)$$

*Графічний спосіб.* Для визначення меж варіювання пропорціями будівлі при одному змінному параметрі форми за критерієм мінімізації тепловтрат розроблено пакет прикладних програм (ППП) *Optim* і комплекс графічних геометричних

моделей, які дозволяють архітектору-проектувальникові, дизайнеру в інтерактивному режимі проектувальник-комп'ютер знаходити:

- раціональні пропорції будівлі (тепловтрати на заданий рівень відсотків перевищують мінімальні);
- оптимальні пропорції будівлі;
- визначати межі можливого варіювання пропорціями будівлі для створення архітектурного виразного образу будівлі та ін.

На терміналі дисплея після задання вихідних даних одночасно будуються площинні моделі  $Q_T = f(a)$  при  $V = \text{const}$ ,  $Q_T = \text{const}$ ,  $h = f(a)$ , які моделюють:

- $Q_T = f(a)$  – тепловтрати будівлі заданого об'єму  $V$  при визначених вихідних даних  $R_{ст}$ ,  $R_{п}$ ,  $R_{в}$ ,  $N_{пов}$ ,  $F$ ,  $R_{дах}$ ;
- $Q_T = \text{const}$  – графік, що надає наочне уявлення визначеного заданого рівня тепловтрат будівлі (на декілька відсотків більшого за оптимальний);
- $h = f(a)$  – площинну модель, яка показує залежність висоти будівлі від її сторони  $a$  при визначеному об'ємі  $V$ .

Перетин моделей  $Q_T = f(a)$  та  $Q_T = \text{const}$  (рис. 2, а і рис. 2, б) визначає зону варіювання величиною сторони будівлі від  $a_{\min}$  до  $a_{\max}$ .

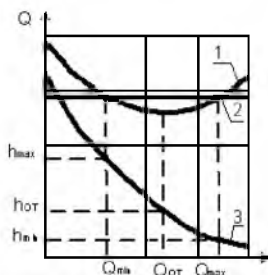


Рис. 2, а – Схема визначення раціональних пропорцій будівлі з використанням трьох моделей: 1 –  $Q_T = f(a)$ , 2 –  $Q_T = \text{const}$ , 3 –  $h = f(a)$

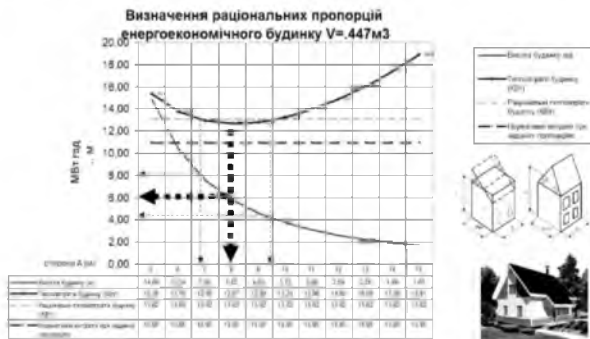


Рис. 2, б – Приклад визначення раціональних пропорцій будівлі з використанням трьох моделей

Знаючи  $a_{\min}$  та  $a_{\max}$ , із використанням моделі  $h = f(a)$  визначається зона варіювання величиною висоти будівлі  $h_{\min} \dots h_{\max}$ , а в подальшому за їх допомогою створюємо естетично виразні пропорції енергоефективної будівлі. Знаючи  $a_{\min}$  та  $a_{\max}$ , із використанням моделі  $h = f(a)$  визначається зона варіювання величиною висоти будівлі  $h_{\min} \dots h_{\max}$ , а в подальшому за їх допомогою створюємо естетично виразні пропорції енергоефективної будівлі. У свою чергу, дані моделі будують на терміналі дисплея, оцінюються проектувальником і автоматично виводяться на друк.

*Графічний спосіб.* Для визначення оптимальних і раціональних пропорцій будівлі при двох змінних параметрах стає можливим застосування просторових графічних моделей при визначеному об'ємі  $V$ , а саме:

–  $Q_T = f(a, c)$  – залежність тепловтрат будівлі заданого об'єму  $V$  при визначених вихідних даних  $R_{ст}, R_p, R_v, N_{пов}, F, R_{дах}$  від сторін  $a$  та  $c$  (рис. 3);

–  $Q_m = f(a, c)$  – залежність тепловтрат будівлі заданого об'єму  $V$  при визначених вихідних даних  $R_{ст}, R_p, R_v, n, F, R_{дах}$  від сторін  $a$  та  $c$ , отримана як проекція просторової моделі на площину (рис. 3);

–  $h = f(a, c)$  – просторова модель та її проєкція на площину, що показує залежність висоти будівлі  $h$  від сторін будівлі  $a$  та  $c$  при визначеному об'ємі  $V$  (рис. 3).

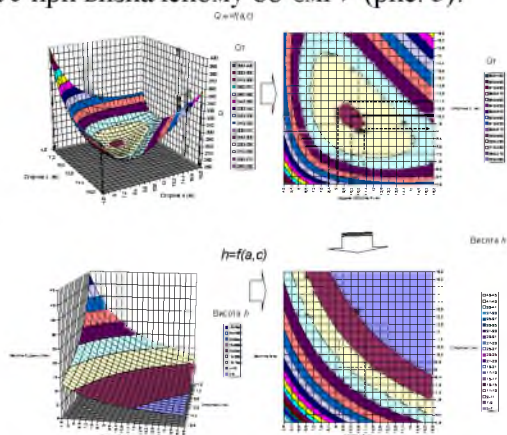


Рис. 3 – Визначення раціональних параметрів форми будівлі з використанням моделей  $Q_T = f(a, c)$  та  $h = f(a, c)$

Із застосуванням просторових моделей  $Q_T = f(a, c)$  визначається можливість варіювання сторонами будівлі з метою створення естетичної виразності архітектурних форм за умови отримання заданого рівня тепловтрат  $Q_T$  (на декілька відсотків відмінного від мінімального). Використовуючи моделі  $h = f(a, c)$ , визначається зона допустимого варіювання висотою будівлі  $h_{\min} \dots h_{\max}$ .

**Висновки.** Для гармонізації пропорцій енергоефективних будівель пропонуються аналітичний спосіб визначення оптимальних пропорцій при змінному параметрі форми за тепловтратами трансмісією для окремо розташованих будівель з прямокутною формою плану (у вигляді прямокутного паралелепіпеда і мансардних будівель) та ППП *Optim* і графічний спосіб (за одного змінного параметра) з метою знаходження раціональних пропорцій будівель на основі площинних і просторових моделей (за двох змінних параметрів)

залежності тепловтрат через огорожувальні конструкції від параметрів форми будівель під час проектування в інтерактивному режимі проектувальник–комп'ютер.

**Перспективи подальшого дослідження.** У подальшому передбачається втілення в проектування енергоефективних будівель запропонованого способу з метою визначення гармонічних пропорцій архітектурних об'єктів з різною геометричною формою.

### **Література**

1. Маркус Т. А. Здания, климат и энергия / Т. А. Маркус, Э. Н. Морис. – Л. : Гидрометеоздат, 1985. – 540 с.
2. Беляев В. С. Проектирование энергоэкономичных и энергоактивных гражданских зданий / В. С. Беляев, П. П. Хохлова. – М. : Высш. шк., 1991. – 255 с.
3. Табунщиков Ю. А. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий / Ю. А. Табунщиков, М. М. Бродач. – М. : АВОК-ПРЕСС, 2002. – 194 с.

### Аннотация

**Мартынов В. Л. Гармонизация пропорций энергоэффективных зданий.** Для гармонизации пропорций зданий предлагается способ, позволяющий в ходе проектирования зданий определять зону допустимого варьирования пропорциями здания с целью достижения эстетической выразительности при условии соблюдения определенного уровня теплопотерь, близкого к минимальному.

Ключевые слова: гармонизация пропорций здания, энергоэффективные здания, архитектурное проектирование.

### Abstract

**Martynov V. L. Harmonization proportions of energy efficient buildings.** In order to harmonize the proportions of the buildings offered a way to during their design to model heat loss through the building envelope by changing the proportions of the building with a rectangular plan shape and define the allowable zone of varying proportions of the building to achieve aesthetic expression, subject to a certain level of heat close to the minimum.

Keywords: harmonization proportions of buildings, energy efficient buildings, architectural design.

*Стаття надійшла в редакцію 22.03.2016 р.*