УДК 338.242: 658.26(477.54)

І.С. БАЛАНДІНА, аспірант, ХНАМГ, Харків

ВИЗНАЧЕННЯ КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗНИКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ДЛЯ БАГАТОПОВЕРХОВИХ БУДІВЕЛЬ

Розглянуто необхідність проведення заходів щодо ресурсозбереження та енергозбереження у будівлях і проведення експрес-енергоаудиту. Запропоновано новий комплексний показник енергоефективності, який визначає функцію зміни енерговитрат по висоті поверхів.

The necessity at the application of the methods for resource and energy economy in the building and realization of express-energy audit is examined. The new complex energy efficiency index, which expresses the function of the energy expenditure changes according to storey height is proposed.

Ключові слова: енергетичне обстеження, енергоаудит, будівля, тепловитрати, ефективність, енергетичний паспорт, інтегральний показник.

Вступ. В Україні до сьогоднішнього часу немає чіткого підходу до системи ресурсозбереження і енергозбереження. Енергетичне обстеження споруд і будівель проводиться для визначення класу енергетичної ефективності будівлі і оцінки відповідності споруди вимогам енергоефективності. За результатами проведення енергетичного обстеження оформлюється енергетичний паспорт будівлі. В енергетичний паспорт будинку заносяться результати проведення енергоаудиту будівлі, показники енергетичної ефективності, дані тепловізійного обстеження конструкцій, які огороджують, клас енергоефективності будинку, обсяг використаних енергетичних конструкцій та ін. Закон про енергозбереження і енергоефективність передбачає енергетичне обстеження різних видів споруд [1].

Постановка завдання. Дослідити залежності тепловитрат у багатоповерхових будинках для удосконалення проведення енергоаудиту на основі побудови регресійних залежностей по висоті поверхів.

Методологія. У дослідженні [3] описано проведення експрес-енергоаудиту, що проводиться за скороченою програмою, як правило, з мінімальним використанням або без використання приладового обладнання і носить обмежений за обсягом і часом проведення характер. При цьому може проводитись оцінка ефективності застосування всіх або одного з видів ПЕР, або окремих показників енергоефективності. У роботі не описано, як використовувати вже наявні регресійні залежності для скорочення термінів енергоаудиту.

В роботі [4] проведено аналіз теплоспоживання житлових будинків типових серій масового індустріального житлового будівництва в Москві, який показує, що питома

витрата теплової енергії системою опалення будівель за опалювальний період в 2-2,5 рази вище значень, необхідних відповідно нормам. Це пояснюється тим, що житлові будинки мають низькі значення теплозахисту зовнішніх огороджувальних конструкцій, надмірний повітрообмін в квартирах за рахунок високої інфільтрації зовнішнього повітря через заповнення світлових отворів і малоефективні системи управління тепловіддачею опалювальних приладів, підключених до теплової мережі через елеваторний вузол. У даній роботі проте не проаналізовано вплив поверховості будинку на тепловтрати.

Результати дослідження. При проведенні досліджень були перевірені тепловитрати взимку в багатоповерхових будинках м. Харкова.

Дослідження тепловитрат по висоті дев'ятиповерхового будинку дає залежність, яка наведена на рис.1.

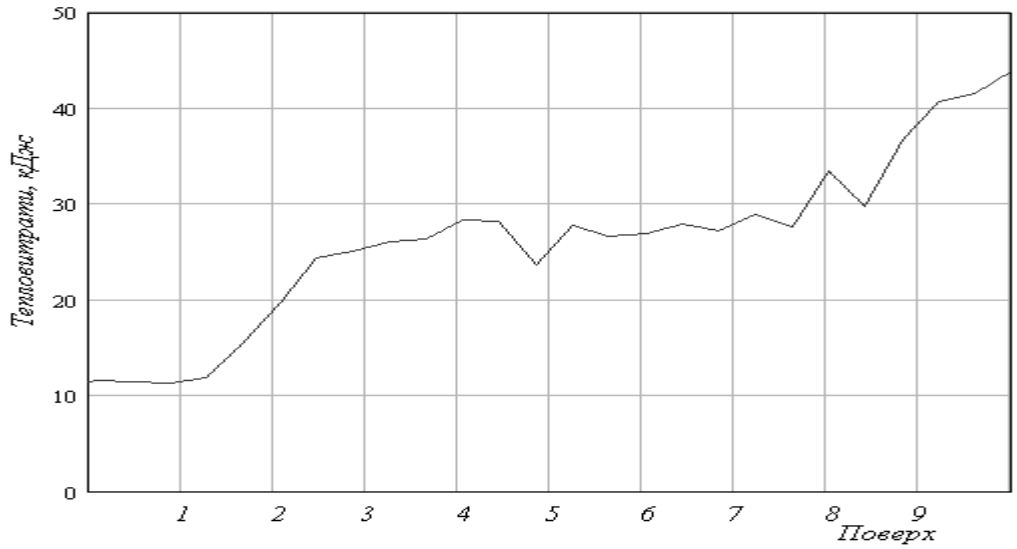

Рис.1 – Залежність енерговитрат по висоті будинку

Ця залежність підтверджує тезис про те, що мінімальні витрати реалізуються на першому поверсі, максимальні – на останньому поверсі і даху, в середньому по інших поверхах витрати близькі до стаціонарних.

Спробуємо знайти коефіцієнт кореляції тепловитрат від поверху.

Його значення виражається залежністю:

$$R = \frac{\sum (X_{i1} - \mu_1)(X_{i2} - \mu_2)}{N \cdot \sigma_1 \cdot \sigma_2}, \qquad (1)$$

де μ_1, μ_2 – математичні очікування, визначені для тепловитрати і висоти (поверху);

σ_1, σ_2 – середньоквадратичні відхилення цих ознак;

N – кількість вимірювань.

Одержаний коефіцієнт кореляції демонструє значення К2=0,55 – кореляція

слабка.

Співставлення прямої для всієї ділянки з експериментом дає коефіцієнти регресії для всієї висоти будинку:

$$Q = 8 + 6 \cdot h \,. \qquad (2)$$

Ця залежність графіку явно не задовольняє експериментальним даним. Спробуємо знайти коефіцієнти кореляції по ділянках, чотири з яких досить яскраво видні на графіку. Перша ділянка – перший поверх, підвальне приміщення, тепловитрати знижені, друга ділянка – перехід від першого поверху до більш високих – тепловитрати швидко збільшуються. Третя ділянка – приблизно рівномірні витрати для середніх поверхів будинку, четверта ділянка – підвищені тепловитрати на верхніх поверхах і даху.

Перша ділянка : К11=0,96 – кореляція сильна.

Зіставляємо і знаходимо лінійну залежність тепловитрат від висоти поверху з експериментом.

Знаходимо коефіцієнти регресії для першої ділянки:

$$Q_1 = 9{,}5 + 3 \cdot h \,. \qquad (3)$$

Залежність енерговитрат по першій ділянці будинку наведено на рис.2

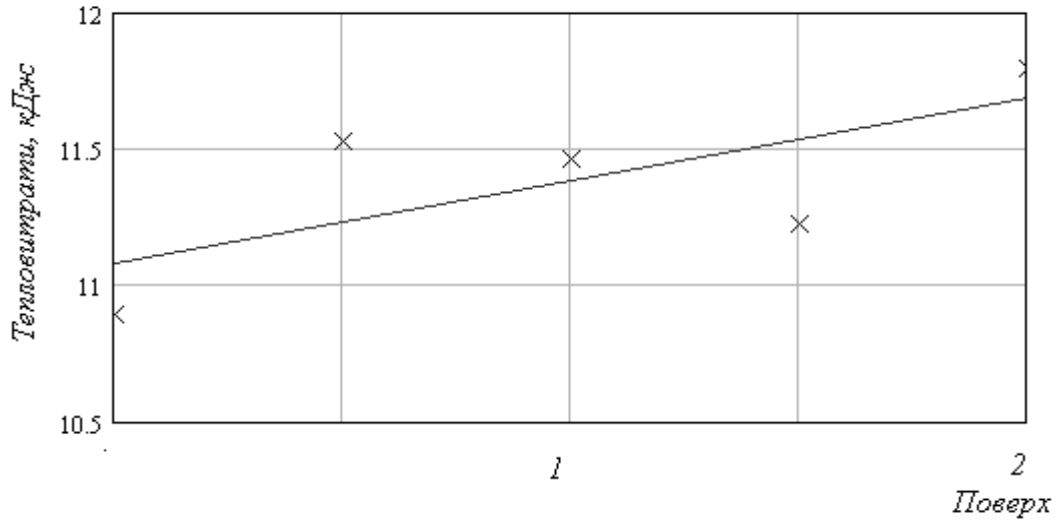

Рис.2 – Залежність енерговитрат по першій ділянці будинку

Друга ділянка : К12=0,94 – кореляція сильна.

Співставлення прямої для цієї ділянки з експериментом наведено на рис.3. Знаходимо коефіцієнти регресії для другої ділянки:

$$Q_2 = -37 + 53 \cdot h \,. \qquad (4)$$

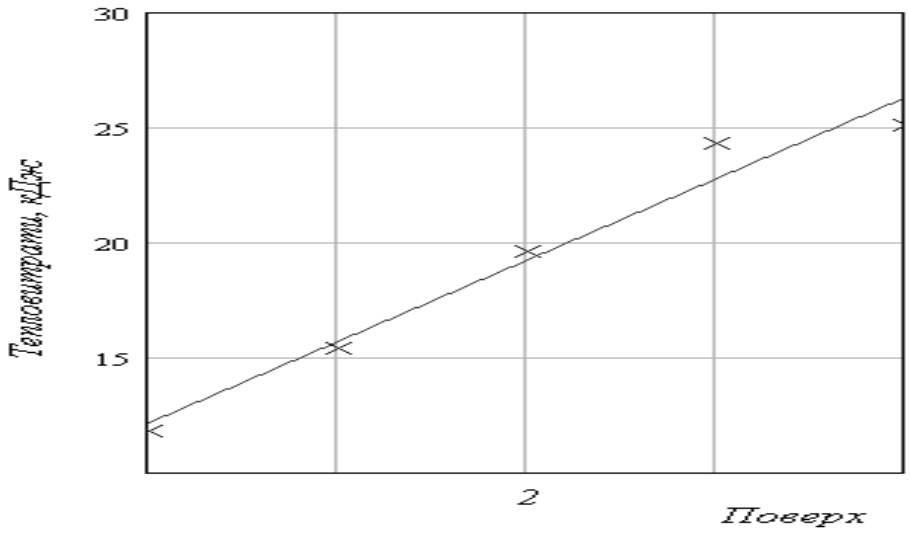

Рис.3 – Залежність енерговитрат по другій ділянці будинку

Визначення коефіцієнта кореляції для третьої ділянки: К12=0,89 показує, що кореляція сильна. Співставлення прямої для цієї ділянки з експериментом дозволяє знаходити коефіцієнти регресії для третьої ділянки:

$$Q_3 = 23 + 3{,}5 \cdot h. \qquad (5)$$

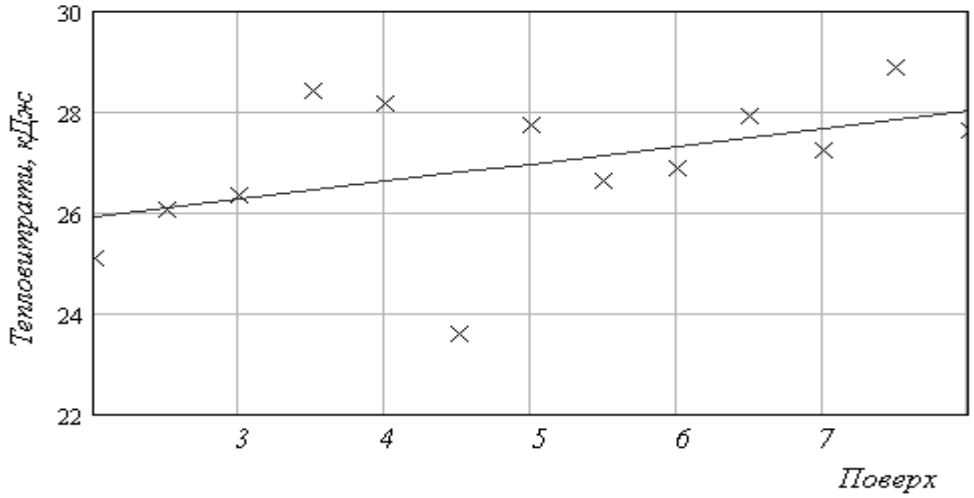

Рис.4 – Залежність енерговитрат по третій ділянці будинку

На рис. 4 маємо залежність енерговитрат по першій ділянці будинку. Четверта ділянка дає коефіцієнт кореляції: К12=0,91 – кореляція сильна. Співставлення прямої для цієї ділянки з експериментом (рис.5) дає змогу знайти коефіцієнти регресії для четвертої ділянки:

$$Q_1 = -54 + 50 \cdot h. \qquad (6)$$

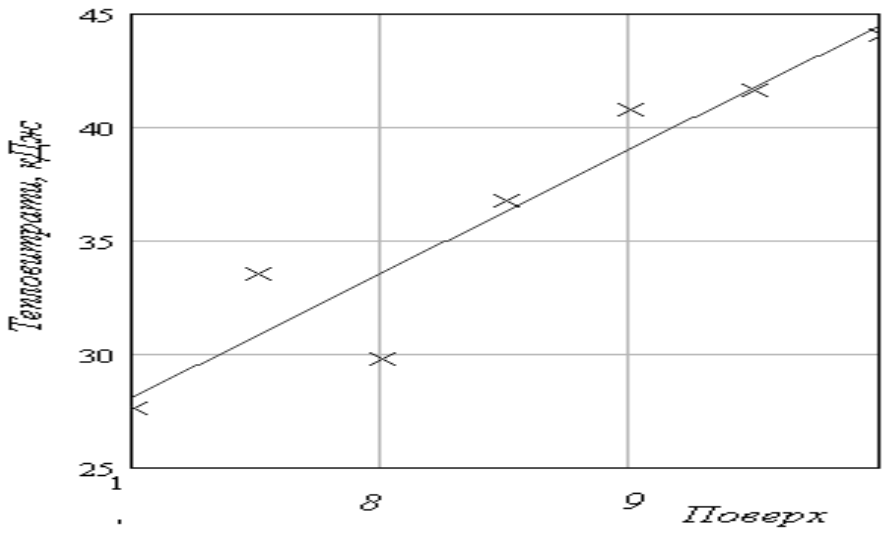

Рис.5 – Залежність енерговитрат по четвертій ділянці будинку

Для всієї будівлі закон зміни тепловитрат по висоті може бути записаний у вигляді:

$$Q = \begin{cases} 9{,}5 + 3 \cdot h, h < 1{,}5 \\ -37 + 53 \cdot h, 1{,}5 < h < 2 \\ 23 + 3{,}5 \cdot h, 2 < h < 8 \\ -54 + 50 \cdot h, h > 8 \end{cases}. \qquad (7)$$

Даний вираз дає залежність, що показана на рис. 6 і може бути показником енергоефективності будинку, на основі якого можна визначити як інтегральні показники енерговитрат, так і слабкі місця будинку, що вимагають додаткових витрат.

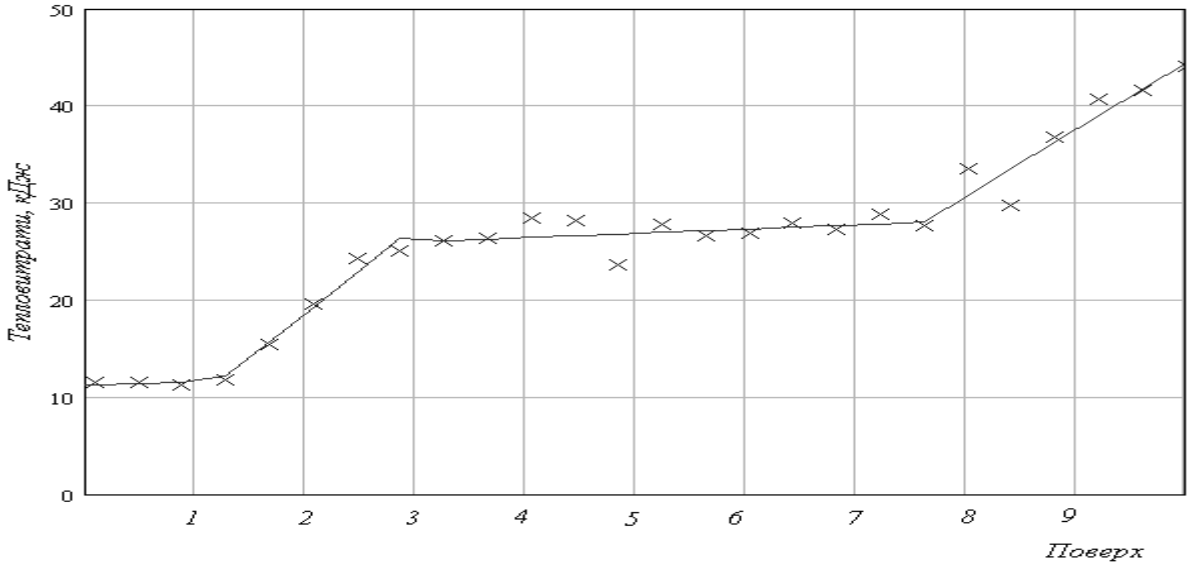

Рис.6 – Залежність енерговитрат по всій висоті будинку

Висновки. На основі експериментальних даних побудовані регресійні залежності тепловитрат у залежності від висоти будинку. Показна наявність чотирьох ділянок,

що мають різний характер тепловитрат. Запропонований новий комплексний показник енергоефективності, що визначає функцію зміни тепловитрат по висоті поверхів.

Список літератури: 1. Закон України про енергозбереження. Відомості Верховної Ради (ВВР), 1994, № 30, ст.283. **2.** Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодоэлектроснабжению: МГСН 2.01–99. – Введ. 1999–02–23. – М.: ГУП «НИАЦ», 1999. **3.** Ю. А. Табунщиков, П. Ю. Туркин, В. И. Ливчак, Технико-экономическая оценка эффективности энергосберегающих мероприятий при проведении капитального ремонта многоквартирных домов: Энергосбережение .-2009. №2. с.12-22. **4.** В. И. Ливчак, Ю. А. Табунщиков Экспресс-энергоаудит теплопотребления жилых зданий: особенности проведения: Энергосбережение .-2009. №4. с.24-36.

Подано до редакції 06.03.2010