

# ЗАХОДИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ГРОМАДСЬКОЇ БУДІВЛІ

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

Наведено актуальність робіт з термомодернізації громадських та житлових будівель. Виконано енергоаудит громадської будівлі, визначені її енергопотреба, енергоспоживання, витрати первинної енергії та викиди парникових газів. Запропоновано заходи, що дозволять досягти енергоефективності, що задовільняє мінімальні вимоги для будівель такого класу.

**Ключові слова:** енергоефективність, енергопотреба, енергоспоживання, витрати первинної енергії, викиди парникових газів

## Abstract

The relevance of works on thermal modernization of public and residential buildings is given. An energy audit of a public building was performed, its energy demand, energy consumption, primary energy consumption and greenhouse gas emissions were determined. Measures are proposed to achieve energy efficiency that meets the minimum requirements for buildings of this class

**Keywords:** energy efficiency, energy demand, energy consumption, primary energy consumption, greenhouse gas emissions

## Вступ. Постановка задачі

Значна частина загального споживання енергоресурсів в Україні відбувається при теплопостачанні будівель. Найбільшою складовою будівель є житлові будинки. Застарілі будівлі мають низькі теплотехнічні характеристики огорожувальних конструкцій, застарілі системи опалення, гарячого водопостачання, вентиляції, електропостачання, тощо.

Проектні будівлі та будівлі, в яких проведена термомодернізація повинні мати енергетичний сертифікат, в якому вказані основні показники енергоефективності будівлі, а саме енергоспоживання будівлі, витрати первинної енергії та викиди парникових газів [1, 2]. Методика розрахунку цих показників деталізована в ДСТУ 9190:2022 [3].

Для існуючих будівель, в яких проведено капітальний ремонт чи реконструкцію показник енергоефективності, а саме питоме енергоспоживання, повинен відповідати мінімальним вимогам до енергоефективності будівель, наведеним в [2].

Метою даної роботи є дослідження впливу енергоефективних заходів термомодернізації громадської будівлі на її енергоспоживання і забезпечення відповідного класу енергоефективності.

## Результати досліджень

Для проведення моделювання ефективності обрана двоповерхова громадська будівля загальною площею 1400 м<sup>2</sup> у Вінницькій області. Термічні опори зовнішніх огорожень будівлі (зовнішні стіни, перекриття неопалюваного горища, перекриття неопалюваного підпілля, вікна, двері) не відповідають вимогам ДБН В.2.6-31:2021 [4]. Розрахункова питома енергопотреба будівлі складає 73,1 кВт·год/м<sup>3</sup>. Питоме енергоспоживання будівлі на потреби опалення та охолодження складає 133,5 кВт·год/м<sup>3</sup>, що відповідає класу енергоефективності G.

Енергоаудит показав характерний розподіл енергоспоживання: система опалення 74%; система вентиляції 2%; система гарячого водопостачання 9%; охолодження 7%; система освітлення та ін. 8%.

Для виявлення доцільності запровадження енергоефективних заходів термомодернізації будівлі використана математична модель, побудована на основі «Методики визначення енергетичної ефективності будівель» [1].

Результати досліджень показані в таблиці.

Для проведення досліджень обрані такі варіанти енергоефективних заходів [4, 5]:

- теплоізоляція зовнішніх стін до рівня термічного опору неоднорідної непрозорої огорожувальної конструкції не менше 4,0 згідно [6];
- заміна світлопрозорих огорожувальних конструкцій з дотриманням термічного опору не менше 0,9 ( $\text{м}^2\text{К/Вт}$ );
- теплоізоляція перекриття неопалюваного горища мінераловатними плитами із забезпеченнями термічного опору не менше 6,0 ( $\text{м}^2\text{К/Вт}$ );
- теплоізоляція перекриття неопалюваного підпілля екструдованим пінополістиролом з досягненням термічного опору не менше 5,0 ( $\text{м}^2\text{К/Вт}$ );
- заміна вхідних дверей на виробі з термічним опором не менше 0,7 ( $\text{м}^2\text{К/Вт}$ );
- балансування системи опалення;
- встановлення індивідуального теплового пункту в будівлі з погодним регулюванням, виконання теплоізоляції магістральних трубопроводів системи опалення, що прокладені і неопалюваного підпілля згідно вимог ДБН [7];
- встановлення локальних систем вентиляції приміщення з рекуператорами.

Таблиця – Результати розрахунку доцільності впровадження енергоефективних заходів

Енергоефективний захід	Інвестиції, тис. грн	Чиста економія, тис.кВт·год/рік	Чиста економія, тис. грн/рік	Термін окупності, років
Теплоізоляція зовнішніх стін	680,3	60,6	217,0	3,14
Заміна світлопрозорих огорожувальних конструкцій	1 195	60,4	216,1	5,53
Теплоізоляція перекриття неопалюваного горища	234,0	91,1	326,1	2,57
Теплоізоляція перекриття неопалюваного підпілля	289,6	76,4	273,6	1,06
Заміна вхідних дверей	50	20,0	71,7	0,7
Балансування системи опалення	103,4	28,9	103,4	1,22
Встановлення індивідуального теплового пункту	260,0	79,0	282,8	0,92
встановлення локальних систем вентиляції	720,	88,4	316,3	2,28
Комплексна термомодернізація будівлі	3 555, 0	330,	1 184,6	3,00

В результаті комплексного впровадження запропонованих заходів розрахований показник питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні, становить  $32,1 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3$ . Відповідно до «Мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель» при реконструкції, капітальному ремонті будівель в цілому або їх відокремлених частин, мінімальною вимогою до енергетичної ефективності будівель є виконання умови, коли загальний показник питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні для вказаної будівлі не повинен перевищувати  $43,3 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3$ . Отже, умова виконується, а запропоновані заходи з підвищення енергоефективності будівлі можуть бути рекомендовані до впровадження під час капітального ремонту чи реконструкції будівлі.

## Висновки

Енергоаудит наявного фонду житлових та громадських будівель дозволить виявити шляхи для зменшення енергоспоживання будівель, скорочення витрат паливно-енергетичних ресурсів та техногенного навантаження на навколишнє середовище. Термомодернізація будівель вимагає значних інвестицій і тому вимагає зваженого підходу до підбору енергоефективних заходів. Енергоаудит будівлі, що розглядається в даній роботі показав, що термічні опори огорожувальних конструкцій в 3...7 разів нижче, ніж дозволені сьогоdnішніми нормами. Тому питоме енергоспоживання будівлі перевищує показник мінімальних вимоги до енергоефективності в 3,7 рази.

В роботі запропоновано ряд енергоефективних заходів, що стосуються підвищення термічних опорів огорожувальних конструкцій, балансування системи опалення, встановлення теплового пункту з погодним регулюванням, використання локальних систем вентиляції з рекуператорами.

Рівня енергоефективності, що забезпечує виконання Мінімальних вимог до енергоефективності будівель можливо досягти тільки в результаті комплексного впровадження запропонованих заходів. Тоді показник питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні для даної будівлі становитиме 32,1 кВт·год/м<sup>3</sup>, що менше «Мінімальних вимог ...» при реконструкції, капітальному ремонті будівель в цілому або їх відокремлених частин, (43,3 кВт·год/м<sup>3</sup>). Отже, комплекс запропонованих заходів з підвищення енергоефективності будівлі можна рекомендувати до впровадження.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель: Наказ №169 від 11.07.2018. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/ru/z0822-18#Text>. (дата звернення: 25.10.2023)
2. Мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівель, затверджені Наказом Міністерства розвитку громад та територій України 27 жовтня 2020 року № 260. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1257-20#Text> (дата звернення: 25.10.2023)
3. ДСТУ 9190:2022 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання. ДП УкрНДНЦ, 2022.
4. Степанов Д.В. Вплив показників джерела тепlopостачання будівлі на рівень її енергоспоживання та клас енергоефективності./ Д. В. Степанов, О.В. Бабенко, Л.В.Скорозієвська, Р. В. Ящук. Доповідь на МНТК «Енергоефективність в галузях економіки України - 2021», Вінниця, 2021. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2021/paper/viewFile/14027/11881> (дата звернення: 25.10.2023)
5. Бабенко О. В. Моделювання комплексної дії заходів з термомодернізації будівлі з урахуванням інвестиційних обмежень [Текст] / О. В. Бабенко, Д. В. Степанов, Н. Д. Степанова. *Вісник Хмельницького національного університету. серія «Економічні науки»*. 2023. № 1 (314). С. 85-88.
6. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція будівель. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012 р. URL: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2022/06/dbn-v.2.6-31.pdf> (дата звернення: 25.10.2023).
7. ДБН В 2.5-67:2013 – Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря. – К.: Мінрегіон України, 2014. 83 с

**Степанов Дмитро Вікторович**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, [Stepanovdv@ukr.net](mailto:Stepanovdv@ukr.net)

**Бабенко Олексій Вікторович**, доцент кафедри кафедри електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту, Вінницький національний технічний університет

**Stepanov Dmitro**, candidate of technical Sciences, associate Professor, Department of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [Stepanovdv@ukr.net](mailto:Stepanovdv@ukr.net)

**Babenko Oleksiy**, Associate Professor of the Department of Electrotechnical Systems of Power Consumption and Energy Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: [oleksij\\_babenko@ukr.net](mailto:oleksij_babenko@ukr.net)