

Міністерство освіти і науки України
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Херсонський навчально-науковий інститут

Кафедра теплотехніки

«Допущений до захисту»
Завідувач кафедри теплотехніки
 к.т.н., доцент Г.О. Кобалава
« 10 » червня 2026 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття ступеня вищої освіти **«бакалавр»**

на тему: **«Аналіз енергоефективності гуртожитку в м. Луцьк та розробка енергоефективних заходів»**

Виконав: студент IV курсу, групи **4248**
спеціальності

144 «Теплоенергетика»

(шифр і назва спеціальності)

«Енергетичний менеджмент»

(назва освітньо-професійної програми)

Олександра СЕМЕНОВА

(прізвище та ініціали)

Керівник **Вікторія КОРНІЄНКО**

(прізвище та ініціали)

Рецензент **Галина КОБАЛАВА**

(прізвище та ініціали)

Херсон – 2026

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет ХННІ НУК, енерготехнічний факультет

Кафедра теплотехніки

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Галузь знань 14 «Електрична інженерія»

(шифр і назва)

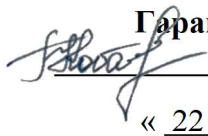
Спеціальність 144 «Теплоенергетика»

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма «Енергетичний менеджмент»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми

 к.т.н., доц. Г.О. Кобалава

« 22 » квітня 2026 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

здобувача **Семенової Олександри Русланівни, група 4248**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи **«Аналіз енергоефективності гуртожитку у м. Луцьк та розробка енергоефективних заходів»**

керівник роботи **Корнієнко Вікторія Сергіївна, к.т.н., доцент**

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ректора НУК від « 22 » квітня 2026 року № 293уч

2. Термін подання студентом роботи « 10 » червня 2026 року.

3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки

Вступ.

Розділ 1. Загальний опис об'єкту дослідження. Мета кваліфікаційної роботи.

Розділ 2. Аналіз ефективності використання електричної та теплової енергії на об'єкті.

2.1. Визначення теплових втрат через огороження приміщень та на підігрів інфільтраційного повітря і матеріалу.

2.2. Визначення приведенного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій.

2.3. Визначення річних витрат енергії.

2.4. Визначення теплових витрат через огорожувальні конструкції будівель.

2.5. Аналіз витрат тепла через огорожувальні конструкції.

2.6. Висновки по розділу 2.

Розділ 3. Розробка заходів з енергозбереження для об'єкту дослідження.

3.1. Аналіз фактичних витрат енергоносіїв при експлуатації будівлі.

3.2. Розробка заходів з енергозбереження.

3.3. Оцінка витрат для запропонованих заходів.

3.4. Висновки по розділу 3.

Розділ 4. Аналіз економічної ефективності запропонованих енергозберігаючих заходів.

4.1. Оцінка економії коштів за рахунок впровадження енергозберігаючих заходів.

4.2. Оцінка фінансової ефективності.

Розділ 5. Розробка заходів з охорони праці та безпеки життєдіяльності.

Висновки.

Список використаної літератури.

4. Перелік графічного матеріалу – презентація результатів розрахунків та дослідження.

Примітка: обсяг розрахунків та креслень узгоджується з керівником.

Оформлення кваліфікаційної роботи здійснюється у відповідності з вимогами ЄСКД та ДСТУ. Розрахунково-пояснювальна записка (60...80 сторінок тексту) повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

5. Дата видачі завдання « 22 » квітня 2026 року.

Дата представлення на кафедру « 10 » червня 2026 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Загальний опис об'єкту дослідження. Мета кваліфікаційної роботи.	28 квітня	виконано
2.	Аналіз ефективності використання електричної та теплової енергії на об'єкті.	до 07 травня	виконано
3.	Розробка заходів з енергозбереження для об'єкту дослідження.	до 15 травня	виконано
4.	Аналіз економічної ефективності запропонованих енергозберігаючих заходів.	до 23 травня	виконано
5.	Розробка заходів з охорони праці та безпеки життєдіяльності.	до 02 червня	виконано
6.	Графічна частина.	до 06 червня	виконано
7.	Остаточне оформлення розрахунково-пояснювальної записки та графічного матеріалу; подання кваліфікаційної бакалаврської роботи на кафедру	до 10 червня	виконано

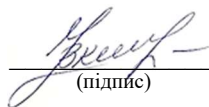
Здобувач



(підпис)

Олександра СЕМЕНОВА
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи



(підпис)

Вікторія КОРНІЄНКО
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Семенова О.Р. Аналіз енергоефективності гуртожитку у м. Луцьк та розробка енергоефективних заходів.

Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня вищої освіти бакалавр за спеціальністю 144 «Теплоенергетика» (освітньо-професійна програма «Енергетичний менеджмент»). Херсонський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон, 2026 р.

У кваліфікаційній роботі розглянуто питання підвищення енергоефективності будівлі гуртожитку у місті Луцьк. Основну увагу приділено оцінці технічного стану об'єкта, аналізу огорожувальних конструкцій, інженерних систем та фактичного рівня енергоспоживання будівлі.

У процесі виконання роботи визначено основні причини тепловтрат і чинники, що впливають на ефективність використання енергоресурсів під час експлуатації гуртожитку. На підставі проведеного аналізу запропоновано енергоефективні заходи, спрямовані на зменшення втрат теплової енергії, покращення експлуатаційних показників будівлі та підвищення комфорту проживання.

Ключові слова: енергоефективність, гуртожиток, тепловтрати, огорожувальні конструкції, інженерні системи, термомодернізація, енергозбереження.

					КРБ.144.4248.07.05.ПЗ.00	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Semenova O.R. Analysis of the energy efficiency of a dormitory building in Lutsk and development of energy-efficient measures.

Bachelor's qualification thesis for obtaining a bachelor's degree in specialty 144 "Heat Power Engineering" (educational-professional program "Energy Management"). Kherson Educational and Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, 2026.

The qualification thesis examines the energy efficiency of a dormitory building in the city of Lutsk and considers possible ways to improve it. Special attention is paid to the technical condition of the building, the state of the building envelope, engineering systems, and the actual level of energy consumption.

The study identifies the main causes of heat losses and the factors that influence the efficiency of energy use during the operation of the dormitory. Based on the results of the analysis, energy-efficient measures are proposed to reduce heat losses, improve the operational performance of the building, and increase the comfort of living conditions.

Keywords: energy efficiency, dormitory building, heat losses, building envelope, engineering systems, thermal modernization, energy saving.

					<i>КРБ.144.4248.07.05.ПЗ.00</i>	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ	8
ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ. МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	11
1.1. Загальна характеристика об'єкта, для якого проводиться аналіз енергоефективності	11
1.2. Аналіз існуючого стану та останніх досліджень по енергозбереженню житлових будівель на території України	13
1.3. Експлуатаційні режими гуртожитку	14
1.4. Висновки за розділом 1	18
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ТА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ.....	20
2.1. Визначення теплових втрат через огороження приміщень та на підігрів інфільтраційного повітря і матеріалу	20
2.2. Визначення приведенного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій	30
2.3. Визначення річних витрат енергії.....	30
2.4. Визначення теплових витрат через огорожувальні конструкції будівель	32
2.6. Висновки за розділом 2	34
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ДЛЯ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ	36
3.1. Аналіз фактичних витрат енергоносіїв при експлуатації будівлі	36
3.2. Розробка заходів з енергозбереження	38
3.3. Оцінка витрат для запропонованих заходів.....	40
3.4. Висновки за розділом 3	45
РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ	47

					КРБ.144.4248.07.05.ПЗ.00	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

4.1. Оцінка економії коштів за рахунок впровадження енергозберігаючих заходів.....	47
4.2. Оцінка фінансової ефективності.....	49
4.3 Висновки по розділу 4.....	54
РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ.....	56
5.1. Вимоги охорони праці під час проведення обстеження будівлі	56
5.2. Витяг з правил техніки безпеки	57
5.3. Екологічні аспекти реалізації енергоефективних рішень	58
5.4. Черговість і доцільність упровадження запропонованих заходів	60
5.4. Висновки за розділом 5.....	61
ВИСНОВКИ	63
ЛІТЕРАТУРА	64

					КРБ.144.4248.07.05.ПЗ.00	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

ВПО – внутрішньо переміщені особи;

ГВП – гаряче водопостачання;

ДБН – державні будівельні норми;

ДСТУ – державний стандарт України;

ІТП – індивідуальний тепловий пункт;

ККД – коефіцієнт корисної дії;

ОК – огорожувальні конструкції;

ПЕР – паливно-енергетичні ресурси;

СЕМ – система енергетичного менеджменту;

СЦТ – система централізованого теплопостачання;

ТЕЦ – теплоелектроцентраль;

ЦТП – центральний тепловий пункт;

R – опір теплопередачі, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

					<i>КРБ.144.4248.07.05.ПЗ.00</i>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

ВСТУП

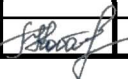
У сучасних умовах питання енергоефективності будівель набуває особливого значення, оскільки воно пов'язане не лише зі зменшенням споживання енергетичних ресурсів, а й із забезпеченням належних умов проживання, раціональною експлуатацією будівель та скороченням витрат на їх утримання. Для житлових будівель ця проблема є особливо актуальною, адже технічний стан огорожувальних конструкцій та інженерних систем безпосередньо впливає на тепловий комфорт мешканців і рівень експлуатаційних витрат.

Окремої уваги потребують гуртожитки, що використовуються для проживання внутрішньо переміщених осіб. Такі об'єкти мають підвищене соціальне значення та інтенсивний режим експлуатації. Значна кількість мешканців, постійне використання систем опалення, вентиляції, водопостачання, освітлення й побутового електрообладнання формують стабільне навантаження на будівлю та її інженерні мережі.

Метою кваліфікаційної роботи є аналіз енергоефективності гуртожитку у місті Луцьк та розробка заходів щодо її підвищення. Для досягнення поставленої мети необхідно надати загальну характеристику об'єкта дослідження, проаналізувати стан огорожувальних конструкцій та інженерних систем, оцінити фактичне споживання енергоресурсів, визначити основні джерела енергетичних втрат, запропонувати енергоефективні заходи та оцінити їх економічну доцільність.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел з 17 найменувань. Загальний обсяг роботи складає 65 сторінок, містить 13 рисунків та 30 таблиць.

					КРБ.144.4248.07.05.ПЗ.00	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

					КРБ.144.4248.07.05.ПЗ.01			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розділ 1	Літ.	Арк.	Аркушів
Студент		Семенова О.Р.						
Керівник		Корнієнко В.С.						
Консульт.								
Зав.каф.		Кобалава Г.О.				ХННІ НУК		10

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ. МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1.1. Загальна характеристика об'єкта, для якого проводиться аналіз енергоефективності

Об'єктом дослідження у цій роботі є будівля гуртожитку, яка на момент проведення енергетичного аудиту використовувалася для проживання внутрішньо переміщених осіб. За матеріалами аудиту це п'ятиповерхова будівля 1967 року побудови з цегляними зовнішніми стінами, плоскою покрівлею, неопалюваним підвалом і коридорною схемою планування. Такий об'єкт доцільно розглядати не лише як житлову будівлю, а як систему, у якій одночасно важливими є стан конструкцій, інженерних мереж і фактичний режим експлуатації.

Під час обстеження встановлено, що загалом будівля перебуває у задовільному технічному стані та може надалі експлуатуватися. Водночас окремі конструкції та інженерні системи не відповідають сучасним вимогам до енергоефективності. Саме тому для цього гуртожитку першочерговим є не просто опис загального стану, а детальний розгляд тих елементів, через які виникають найбільші теплові втрати та додаткові витрати енергії. Загальний вигляд будівлі гуртожитку представлено на рис. 1.1.

Будівля має коридорний тип планування, характерний для гуртожитків. Основними функціональними зонами є житлові кімнати, коридори, сходові клітки, душові, санвузли, пральні та інші допоміжні приміщення. Така структура безпосередньо впливає на експлуатацію будівлі: збільшується потреба в освітленні місць загального користування, посилюється навантаження на систему вентиляції, водопостачання і каналізацію, а також зростає роль стабільної роботи системи опалення.

					КРБ.144.4248.07.05.ПЗ.01	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		



Рис. 1.1. Загальний вигляд будівлі гуртожитку [17]

Із конструктивної точки зору будівля сформована цегляними зовнішніми стінами товщиною 490 мм, міжповерховими перекриттями, плоскою покрівлею та неопалюваним підвалом. Такі характеристики є важливими для подальшого аналізу, оскільки саме зовнішня оболонка будівлі, покрівля, підвальні перекриття, віконні та дверні вузли визначають рівень тепловтрат. Крім того, планувальні та конструктивні рішення впливають на можливість виконання термомодернізації та модернізації інженерних систем. Вхідну групу та один із зовнішніх входів будівлі наведено на рис. 1.2.

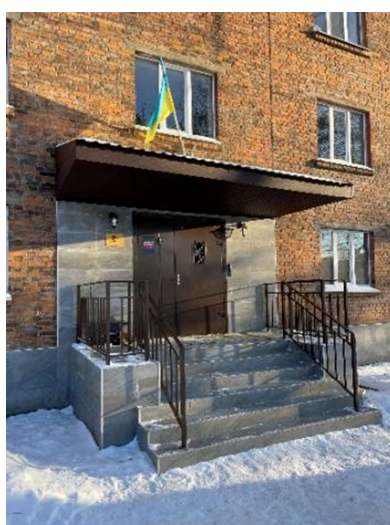


Рис. 1.2. Вхідна група та один із зовнішніх входів будівлі [17]

					КРБ.144.4248.07.05.ПЗ.01	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

1.2. Аналіз існуючого стану та останніх досліджень по енергозбереженню житлових будівель на території України

Проведення енергетичного обстеження будівель і розробка заходів з термомодернізації в Україні спираються на основи чинної нормативно-правової бази. До неї належать закони України, державні будівельні норми, національні стандарти та методичні документи, які встановлюють вимоги до енергоефективності будівель, порядку проведення енергоаудиту, оцінки стану огорожувальних конструкцій і роботи інженерних систем. Наявність такої бази забезпечує єдиний підхід до аналізу енергетичного стану об'єкта та дає можливість визначити заходи для підвищення його енергоефективності.

Одним із ключових документів у цій сфері є Закон України «Про енергетичну ефективність будівель». Він визначає правові та організаційні правила діяльності у сфері енергоефективності, встановлює мінімальні вимоги до енергетичних характеристик будівель і закріплює необхідність проведення енергетичної оцінки об'єктів. Саме цей закон формує загальну правову основу для подальшого застосування будівельних норм, стандартів і методик, які використовуються під час енергообстеження та підготовки рішень щодо термомодернізації.

Узагальнена структура нормативно-правового забезпечення енергетичного обстеження будівель представлено на рис. 1.3.

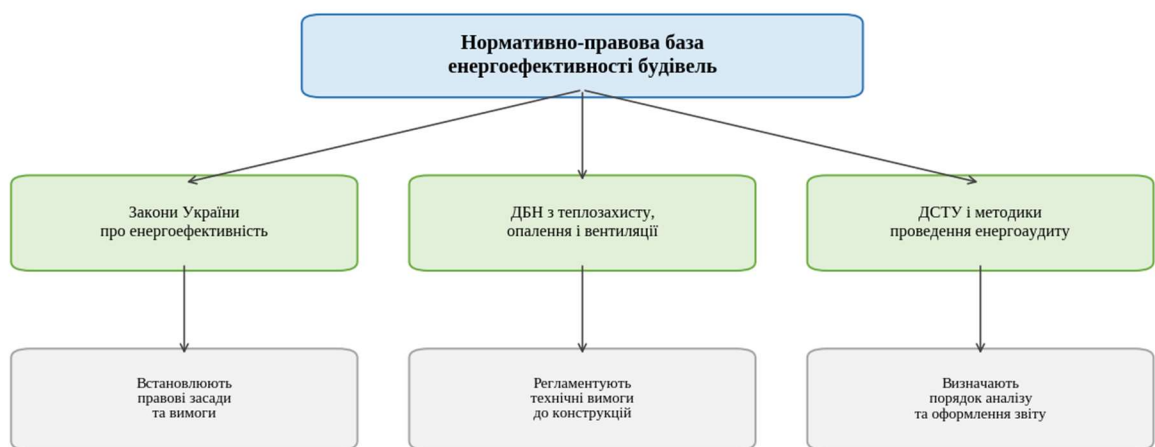


Рис. 1.3. Узагальнена структура нормативно-правового забезпечення енергетичного обстеження будівель [1-5]

Важливе місце у нормативному забезпеченні мають державні будівельні норми, що регламентують вимоги до теплозахисту будівель, систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря. Такі документи використовуються для оцінки відповідності будівлі встановленим технічним вимогам і для вибору заходів, спрямованих на зменшення тепловтрат. Для будівель гуртожиткового типу це має особливе значення, оскільки рівень теплозахисту або робота інженерних систем, безпосередньо впливають на умови проживання та обсяги споживання енергоресурсів.

Порядок проведення енергетичного аудиту будівель визначається також національними стандартами і методичними підходами, що описують послідовність виконання робіт: від планування обстеження й збору вихідних даних до аналізу результатів, формування енергетичного балансу та складання звіту. Застосування стандартів дає можливість системно оцінити технічний та енергетичний стан будівлі, визначити джерела втрат енергії та підготувати обґрунтовані рекомендації щодо підвищення рівня енергоефективності.

Отже, нормативно-правове забезпечення енергетичного обстеження та термомодернізації будівель в Україні створює необхідну основу для проведення досліджень у цій сфері. Поєднання законодавчих вимог, будівельних норм і стандартів дає змогу проводити аналіз будівель відповідно до встановлених правил, що підвищує достовірність результатів та практичну цінність запропонованих заходів.

1.3. Експлуатаційні режими гуртожитку

Будівлі гуртожиткового типу мають специфічний режим експлуатації, який безпосередньо впливає на характер споживання енергетичних ресурсів. На відміну від частини інших житлових об'єктів, гуртожитки призначені для постійного або тривалого проживання значної кількості людей, тому навантаження на системи опалення, вентиляції, освітлення, водопостачання та електропостачання в них є стабільним і, як правило, підвищеним. Для таких будівель важливо враховувати не лише технічний стан конструкцій та

					<i>КРБ.144.4248.07.05.ПЗ.01</i>	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

обладнання, а й реальний режим користування приміщеннями, щільність проживання мешканців, сезонні зміни навантаження та особливості організації побуту.

Енергоспоживання гуртожитків формується під впливом кількох груп чинників. До першої належать конструктивні особливості будівлі: матеріал і товщина зовнішніх стін, стан покрівлі, перекриттів, підвалу, віконних і дверних блоків, наявність або відсутність утеплення, а також герметичність огорожувальних конструкцій. До другої групи входять інженерні системи, зокрема спосіб теплопостачання, технічний стан системи опалення, вентиляції, гарячого та холодного водопостачання, освітлення і внутрішнього електропостачання. Третю групу становлять експлуатаційні фактори: режим проживання, інтенсивність використання побутових приладів, провітрювання приміщень, користування гарячою водою та рівень контролю за витратами ресурсів.

Для гуртожитків характерним є те, що значна частина енергії витрачається на забезпечення базових умов проживання. Насамперед це стосується опалення в холодний період року, оскільки саме воно формує основну частку теплового навантаження будівлі. Якщо зовнішні стіни, дах, вікна або перекриття над підвалом мають недостатні теплозахисні властивості, втрати тепла суттєво зростають. Додаткові втрати виникають через зношені або нещільні вікна й двері, містки холоду в місцях примикання конструкцій, а також через неефективне регулювання системи опалення. У результаті будівля може споживати більше енергії, ніж це фактично необхідно для підтримання нормативного мікроклімату.

Важливою особливістю гуртожитків є також підвищене навантаження на системи вентиляції та водопостачання. За умов постійного проживання великої кількості людей потреба у повітрообміні є більшою, ніж у будівлях з нерегулярним режимом використання. Якщо система вентиляції працює неефективно або в будівлі відсутнє належно організоване повітрообмінне обладнання, це може призводити до погіршення якості повітря, підвищення

					<i>КРБ.144.4248.07.05.ПЗ.01</i>	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

вологості та утворення конденсату. Такі явища негативно позначаються як на комфорті мешканців, так і на технічному стані конструкцій, оскільки підвищена вологість сприяє розвитку грибка, плісняви та передчасному зношенню оздоблювальних матеріалів.

Будівлі, що використовуються для проживання внутрішньо переміщених осіб, мають додаткові експлуатаційні особливості. Такі об'єкти нерідко використовуються інтенсивніше, ніж це передбачалося початковими проектними рішеннями. Збільшення кількості мешканців, зміна функціонального використання окремих приміщень, додаткове електричне навантаження від побутових нагрівальних приладів, бойлерів, електрочайників та іншого обладнання можуть істотно впливати на загальний рівень споживання енергетичних ресурсів. У таких умовах особливого значення набуває надійність інженерних систем і здатність будівлі підтримувати безпечні санітарно-побутові умови без надмірних витрат енергії. Приклад структури енергоспоживання гуртожиткового об'єкта наведено на рис. 1.4.

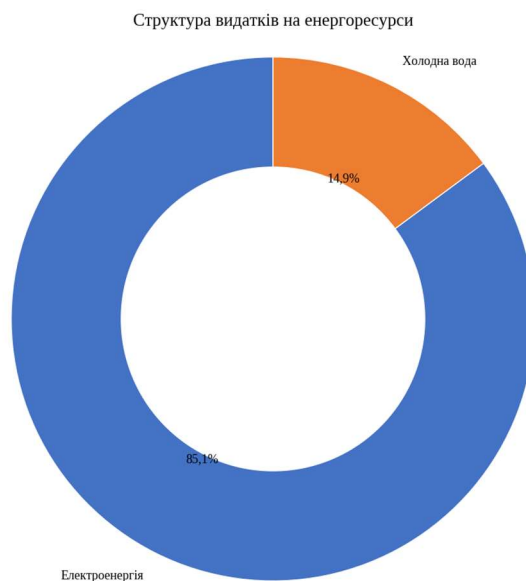


Рис. 1.4. Приклад структури енергоспоживання гуртожитку за результатами енергетичного аудиту [17]

Практичні матеріали з енергоаудиту гуртожитків підтверджують, що структура енергоспоживання в подібних будівлях є багатокomпонентною. Окрім опалення, помітну частку становлять вентиляція, гаряче водопостачання,

освітлення та інше допоміжне обладнання. Саме тому аналіз енергетичного стану гуртожитку доцільно проводити комплексно, розглядаючи одночасно огорожувальні конструкції, інженерні системи та фактичний режим експлуатації. Такий підхід дозволяє оцінити не лише загальний обсяг споживання ресурсів, а й визначити, у яких саме елементах будівлі або системах зосереджуються основні резерви енергозбереження.

Для будівель, у яких проживають внутрішньо переміщені особи, підвищення енергоефективності має не лише економічне, а й виразне соціальне значення. Зменшення втрат тепла, підвищення стабільності роботи систем життєзабезпечення, покращення мікроклімату приміщень і зниження вологості безпосередньо впливають на якість умов проживання. Крім того, для таких об'єктів особливо важливо забезпечити збалансоване використання електроенергії, оскільки нестача тепла або перебої в роботі окремих систем часто компенсуються додатковими електричними приладами, що призводить до нерівномірного навантаження на внутрішні мережі.

Ще однією характерною рисою гуртожитків є те, що проблеми енерговитрат рідко обмежуються одним окремим недоліком. На практиці підвищене споживання енергії зазвичай зумовлене сукупністю причин: недостатнім теплозахистом огорожувальних конструкцій, незадовільним станом вікон і дверей, неефективною роботою системи опалення, втратами в трубопроводах, відсутністю регулювання, нераціональним освітленням, а також слабким контролем за використанням ресурсів. Саме тому для гуртожитків найбільш доцільним є комплексний підхід до оцінки енергетичного стану будівлі, коли аналіз проводиться одночасно щодо конструкцій, інженерних систем і фактичного режиму експлуатації.

Отже, особливості енергоспоживання гуртожитків і будівель, що використовуються для проживання внутрішньо переміщених осіб, визначаються поєднанням конструктивних, інженерних та експлуатаційних чинників. Це обумовлює необхідність детального аналізу технічного стану таких об'єктів, фактичного споживання енергоресурсів і умов функціонування основних

					<i>КРБ.144.4248.07.05.ПЗ.01</i>	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

інженерних систем. Лише з урахуванням цих особливостей можна обґрунтовано визначити потенціал енергозбереження та запропонувати заходи, які будуть не лише технічно можливими, а й практично доцільними для конкретної будівлі.

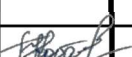
1.4. Висновки за розділом 1

У першому розділі розглянуто основні теоретичні положення, які стосуються дослідження енергоефективності будівель гуртожиткового типу. Встановлено, що енергоефективність будівлі визначається станом огорожувальних конструкцій, технічним рівнем інженерних систем і умовами експлуатації об'єкта.

Показано, що для гуртожитків і будівель, у яких проживають внутрішньо переміщені особи, характерним є підвищене навантаження на системи життєзабезпечення, а отже, і підвищені вимоги до їхньої надійності та енергоощадності. Такі об'єкти доцільно аналізувати комплексно, поєднуючи оцінку технічного стану будівлі з аналізом фактичного споживання ресурсів.

Розглянуті нормативно-правові та методичні засади підтверджують, що енергетичне обстеження є необхідною основою для виявлення джерел втрат енергії та подальшої розробки обґрунтованих заходів з термомодернізації. Отже, теоретичний розгляд питання створює підґрунтя для переходу до аналізу конкретного об'єкта дослідження — гуртожитку у місті Луцьк.

					КРБ.144.4248.07.05.ПЗ.01	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		18

					КРБ.144.4248.07.05.ПЗ.02							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Студент		Семенова О.Р.			Розділ 2				Літ.	Арк.	Аркушів	
Керівник		Корнієнко В.С.										
									ХННІ НУК			
Консульт.												
Зав.каф.		Кобалава Г.О.							19			

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ТА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ

2.1. Визначення теплових втрат через огороження приміщень та на підігрів інфільтраційного повітря і матеріалу

Оцінку енергетичного стану гуртожитку виконано поетапно. На першому етапі визначено вихідні характеристики будівлі: кондиційовану площу, опалювальний об'єм, кількість поверхів, основний матеріал стін, режим роботи та кількість користувачів. На другому етапі розраховано теплопередачу через основні елементи оболонки. На третьому етапі сформовано баланс споживання енергії та порівняно базову лінію з прогнозованим рівнем після впровадження заходів.

Значення HDD прийнято на рівні 3507 градусо-діб. Показник використано для порівняльної оцінки теплового навантаження та визначення елементів оболонки, які мають найбільший потенціал енергозбереження.

Зовнішні стіни будівлі виконані з глиняної цегли, їх загальна площа становить 1276,4 м², а усереднений коефіцієнт теплопередачі дорівнює 1,31 Вт/м²К. Під час візуального огляду осадкових тріщин, небезпечних деформацій або вивітрювання цегли не виявлено, тобто в конструктивному відношенні стіни перебувають у задовільному стані. Водночас їхні теплофізичні показники не відповідають сучасним вимогам, а отже через них відбуваються суттєві втрати тепла. У деяких місцях у зоні цоколю спостерігаються локальні відшарування старої штукатурки, що також свідчить про потребу в комплексному впорядкуванні фасадної частини будівлі (рис. 2.1).

Основні характеристики зовнішніх стін наведено в табл. 2.1.

					КРБ.144.4248.07.05.ПЗ.02	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		20

Таблиця 2.1 Характеристика зовнішніх стін будівлі [17]

Найменування	Значення
Тип матеріалу	Глиняна цегла з внутрішнім оздобленням, товщина 490 мм
Загальна площа зовнішніх стін	1276,4 м ²
Коефіцієнт теплопередачі U (середнє)	1,31 Вт/(м ² ·К)
Розподіл площі за орієнтацією	Пн - 148,4 м ² ; Сх - 494,9 м ² ; Пд - 147,8 м ² ; Зх - 485,3 м ²



Рис. 2.1. Стан зовнішніх стін та цокольної частини будівлі [17]

Усі вікна в будівлі замінені на металопластикові з однокамерним склопакетом формули 4М-12-4К. Загальна площа вікон становить 290,1 м², а середній коефіцієнт теплопередачі – 1,82 Вт/м²К. Самі віконні блоки перебувають у задовільному стані, однак встановлено іншу важливу проблему: зовнішні відкоси після монтажу виконані неякісно, унаслідок чого частково зруйнувалася монтажна піна, з'явилися нещільності в монтажних швах і посилилася інфільтрація холодного повітря. Тобто проблема полягає не стільки у самих вікнах, скільки у способі їх встановлення та опорядження

вузлів примикання (рис. 2.2). Характеристики віконних конструкцій наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 Характеристика віконних конструкцій будівлі [17]

Найменування	Значення
Тип конструкції	Металопластикові вікна з багатокамерною рамою/коробкою
Формула склопакету	4М-12-4К
Тип засклення	Однокамерний склопакет
Загальна площа вікон	290,1 м ²
Коефіцієнт теплопередачі U (середнє)	1,82 Вт/(м ² ·К)
Площа, що підлягає заміні	0 м ²
Розподіл площі за орієнтацією	Пн - 31,4 м ² ; Сх - 114,1 м ² ; Пд - 29,9 м ² ; Зх - 114,7 м ²



Рис. 2.2. Стан віконних блоків і вузлів примикання [17]

Зовнішні двері будівлі представлені трьома типами: металевими утепленими, металопластиковими та металевими без утеплення. Найбільш проблемними є саме неутеплені металеві двері, оскільки через відсутність

теплоізоляції вони мають найвищий коефіцієнт теплопередачі і, відповідно, найбільше впливають на тепловтрати. Утеплені металеві та металопластикові двері перебувають у кращому стані і не є настільки критичними, хоча теж не можна сказати, що їх теплозахисні показники повністю відповідають сучасним вимогам. Окремо слід враховувати інтенсивність користування вхідними дверима, адже для гуртожитку це також впливає на втрати тепла (рис. 2.3). Дані щодо зовнішніх дверей подано в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 Характеристика зовнішніх дверей будівлі [17]

Найменування	Значення
Тип конструкцій	Металеві утеплені, металопластикові та металеві без утеплення
Виявлені дефекти	Критичних дефектів дверних блоків не виявлено; найбільш проблемними є неутеплені металеві двері.
Коефіцієнт теплопередачі U (середнє)	1,81 Вт/(м ² ·К)
Розподіл дверей типу 1	Пн - 1,9 м ² (1 шт.); Сх - 3,8 м ² (2 шт.); Пд - 4,0 м ² (2 шт.); Зх - 6,4 м ² (2 шт.)
Розподіл дверей типу 2	Зх - 4,0 м ² (1 шт.)
Розподіл дверей типу 3	Зх - 2,4 м ² (1 шт.)



Рис. 2.3. Віконні та дверні конструкції будівлі [17]

Покрівля будівлі є плоскою, із суміщеним перекриттям. За даними аудиту її площа становить 494 м², а середній коефіцієнт теплопередачі – 1,34 Вт/м²К. Під час огляду встановлено, що після ремонту 2022 року покрівля перебуває в експлуатаційному стані: руберойдне покриття, водостічна система, огороження та блискавкозахист не мають явних пошкоджень. Проте навіть за задовільного зовнішнього стану покрівля не забезпечує необхідного рівня теплозахисту, тому через неї також відбуваються помітні теплові втрати (рис. 2.4). Основні характеристики покрівлі наведено в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 Характеристика плоскої покрівлі будівлі [17]

Найменування	Значення
Тип даху	Пласка покрівля (суміщене перекриття)
Площа	494 м ²
Матеріал покрівлі	Залізобетонні плити – 220 мм, утеплюючий матеріал (керамзитошлакобетон) – 150 мм, руберойд. Точну товщину шарів і тип матеріалів за наявною документацією встановити не вдалося.
Виявлені дефекти	Покрівля перебуває у задовільному стані, однак її теплофізичні показники не відповідають сучасним вимогам.
Коефіцієнт теплопередачі U (середнє), Вт/м ² К	1,34 Вт/м ² К



Рис. 2.4. Існуючий стан плоскої покрівлі [17]

Підвал розташований під усією будівлею та використовується для прокладання основних інженерних комунікацій: мереж холодного водопостачання, каналізації та електропостачання. У 2023 році в підвальному приміщенні виконано ремонтні роботи з пристосування його під укриття. Вхід до підвалу передбачено лише з зовнішнього боку будівлі. Площа неопалюваного підвалу становить 494 м². Підлога підвалу бетонна, без теплоізоляції, перекриття над підвалом також не утеплене. Двері до підвалу металеві, утеплені, їх технічний стан можна оцінити як задовільний. Характеристику неопалюваного підвалу наведено в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 Характеристика неопалюваного підвалу будівлі [17]

Найменування	Значення
Тип підвалу	Неопалюваний підвал (укриття)
Площа	494 м²
Тип матеріалу	Бетонна підлога в підвалі; перекриття над підвалом не утеплене
Коефіцієнт теплопередачі U (середнє), Вт/м²К	0,75 Вт/м²К
Опис поточної ситуації	Підвал розміщений під усією будівлею; у ньому проходять комунікації холодного водопостачання, каналізації та електричні мережі.

Аналіз інженерних систем будівлі. Інженерні системи будівлі потребують окремого детального розгляду, оскільки саме їхній стан і спосіб роботи значною мірою формують фактичне споживання енергоресурсів. Для цього гуртожитку особливо важливими є системи опалення, вентиляції, водопостачання, каналізації, освітлення та електропостачання, оскільки будівля використовується постійно і більшість приміщень мають цілодобовий режим експлуатації.

Система опалення. Система теплозабезпечення будівлі є змішаною та побудована на використанні електричних джерел тепла. На 3–5 поверхах

влаштовано водяну двотрубну систему опалення, яка працює від електричних водогрійних котлів: по два котли на кожному поверсі. На 1–2 поверхах опалення здійснюється переважно електричними конвекторами, встановленими під вікнами. Така схема є технічно неоднорідною, а за оцінкою аудиту – і не зовсім вдалою, оскільки конвектори на нижніх поверхах не розраховані на тривалу безперервну роботу як основне джерело тепла.

Опалювальні прилади в будівлі представлені сталевими радіаторами, електричними конвекторами, масляними радіаторами та кондиціонерами. На 3–5 поверхах стан системи опалення оцінено як задовільний, оскільки там уже виконано розводку трубопроводів, встановлено котли та радіатори. На 1–2 поверхах ситуація гірша: існуючі прилади не забезпечують належної і безпечної організації постійного опалення. Крім того, в системі відсутні автоматичне регулювання, термостатичні клапани та балансувальні елементи, що негативно впливає на ефективність її роботи. Приклади електричного котла, радіатора та інших опалювальних приладів наведено на рис. 2.5 і рис. 2.6.



Рис. 2.5. Електричний котел та радіатор системи опалення [17]



Рис. 2.6. Опалювальні прилади у приміщеннях гуртожитку [17]

					КРБ.144.4248.07.05.ПЗ.02	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Система вентиляції. У будівлі діє природна система вентиляції. У житлових приміщеннях, кухнях та санвузлах повітрообмін забезпечується переважно за рахунок інфільтрації та провітрювання через вікна, а в душових, санвузлах і пральні встановлені витяжні вентилятори. За даними аудиту, сама система природної вентиляції у будівлі наявна, однак її робота частково порушена: під час ремонту даху частину вентиляційних виводів було закрито профнастилом, через що значно погіршилася циркуляція повітря.

Для гуртожитку це є суттєвою проблемою, оскільки недостатній повітрообмін погіршує мікроклімат у житлових і санітарно-побутових приміщеннях, а спроби компенсувати це постійним відкриванням вікон призводять до додаткових тепловтрат. Тобто система вентиляції існує, але її фактичний стан не можна вважати повністю задовільним без відновлення прохідності каналів і налагодження нормального повітрообміну. Стан вентиляційних елементів і виводів системи показано на рис. 2.7.



Рис. 2.7. Вентиляційна решітка в приміщенні та стан вентиляційних виводів на покрівлі [17]

Система холодного та гарячого водопостачання. Система побутового холодного водопостачання централізована. За матеріалами аудиту внутрішні мережі виконані з пластикових труб, а їх технічний стан оцінено як задовільний. Під час обстеження протікань у санвузлах, душових та в місцях підключення сантехнічного обладнання не виявлено. Основне споживання холодної води припадає на умивальники, душові, туалетні бачки та пральні машини, що є типовим для будівлі такого призначення.

Централізоване гаряче водопостачання в будівлі відсутнє. Підігрів води здійснюється за допомогою 17 електричних бойлерів потужністю 2000–2400

					КРБ.144.4248.07.05.ПЗ.02	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		27

Вт. Такий спосіб є зрозумілим з погляду експлуатації, однак він збільшує навантаження на систему електропостачання і формує додаткове електроспоживання. Водночас за даними аудиту бойлери перебувають у робочому стані та окремих зауважень щодо їх технічної справності не наведено. Санітарно-побутові приміщення та електричні бойлери показано на рис. 2.8 і рис. 2.9.

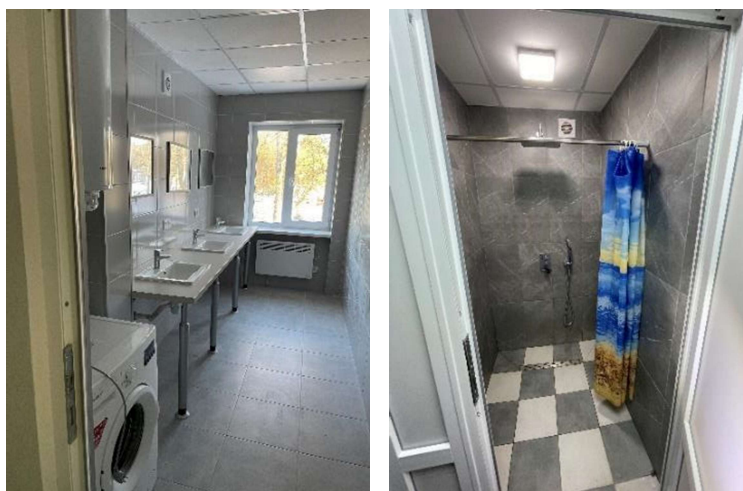


Рис. 2.8. Санітарно-побутові та душові приміщення гуртожитку [17]



Рис. 2.9. Електричні бойлери системи гарячого водопостачання [17]

Система освітлення. Система освітлення в будівлі перебуває у задовільному стані. За даними аудиту в гуртожитку встановлено 208 світлодіодних ламп, а керування освітленням здійснюється вручну. У 2022–2023 роках під час капітального ремонту джерела світла було повністю оновлено, тому сьогодні будівля вже використовує енергоефективне LED-

					КРБ.144.4248.07.05.ПЗ.02	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

освітлення. Це означає, що в цій частині суттєвих технічних проблем не виявлено, а подальше вдосконалення може стосуватися хіба що режимів керування освітленням. Приклад світлодіодного освітлення у місцях загального користування наведено на рис. 2.10.



Рис. 2.10. Світлодіодне освітлення в коридорах та приміщеннях загального користування [17]

Система електропостачання. Для своїх потреб гуртожиток використовує трифазну мережу 220/380 В із частотою 50 Гц, клас напруги – 0,4 кВ. За даними аудиту система електропостачання в будівлі вже замінена. Це важливо, оскільки основними споживачами електроенергії тут є не лише освітлення та побутове обладнання, а й електродіодні котли, бойлери, конвектори та інші прилади, пов'язані з опаленням і гарячим водопостачанням.

Таким чином, електричне навантаження на будівлю є підвищеним порівняно зі звичайним гуртожитком із централізованим теплопостачанням. Саме тому система електропостачання в цьому об'єкті має особливе значення для стабільної та безпечної експлуатації всіх інженерних систем. Приклади електроспоживачів і освітлювального обладнання наведено на рис. 2.11.



Рис. 2.11. Приклади електроспоживачів та освітлювального обладнання [17]

					КРБ.144.4248.07.05.ПЗ.02	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

2.2. Визначення приведенного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій

У табл. 2.6 наведено порівняння фактичних і нормативних теплотехнічних показників.

Таблиця 2.6 Порівняння фактичних і нормативних теплотехнічних показників [17]

Конструкція	Площа, м ²	U факт, Вт/(м ² ·К)	R факт, м ² ·К/Вт	R норматив, м ² ·К/Вт	Оцінка
Зовнішні стіни	1276,4	1,31	0,76	3,30	не відповідає
Вікна	290,1	1,82	0,55	0,75	не відповідає
Плоска покрівля	494,0	1,34	0,75	6,00	не відповідає
Перекриття над неопалюваним підвалом	494,0	0,75	1,33	3,30	не відповідає
Зовнішні двері	22,5	1,81	0,55	0,60	не відповідає
Цокольна частина	310,0	1,20	0,83	3,30	не відповідає

З таблиці видно, що найгірша ситуація спостерігається у зовнішніх стінах, покрівлі та цокольній частині. Вікна в будівлі вже замінені, тому для них не передбачається повна заміна, однак проблема залишається у вузлах примикання та відкосах. Для дверей найбільш критичними є окремі неутеплені металеві двері, тому захід має локальний характер і дає невелику, але технічно правильну економію.

2.3. Визначення річних витрат енергії

Проаналізовано фактичні видатки на енергетичні ресурси будівлі гуртожитку. За результатами аналізу встановлено, що основну частину витрат формує електроенергія. Її частка у загальній структурі видатків становить близько 85 %, що пояснюється переходом будівлі від централізованого

теплопостачання до використання електричних джерел тепла. У такій ситуації електрокотли, конвектори, бойлери та допоміжне обладнання безпосередньо впливають на розмір експлуатаційних витрат. Динаміку тарифів на електроенергію та холодну воду представлено на рис. 2.12.

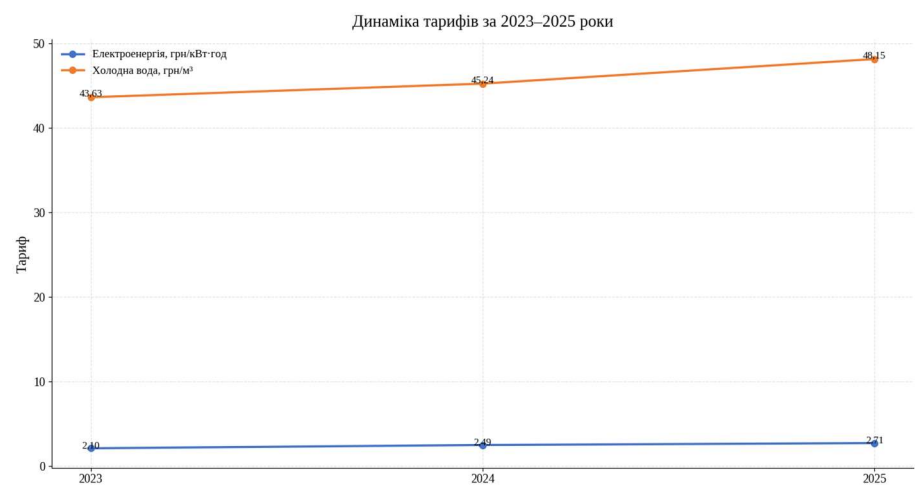


Рис. 2.12. Динаміка тарифів на електроенергію та холодну воду [17]

Для кращого розуміння структури видатків побудовано діаграму їх розподілу за видами енергоресурсів. Як представлено на рис. 2.13, найбільшу частку займає електроенергія, що підтверджує необхідність зменшення теплового навантаження будівлі та впорядкування роботи електричних систем.

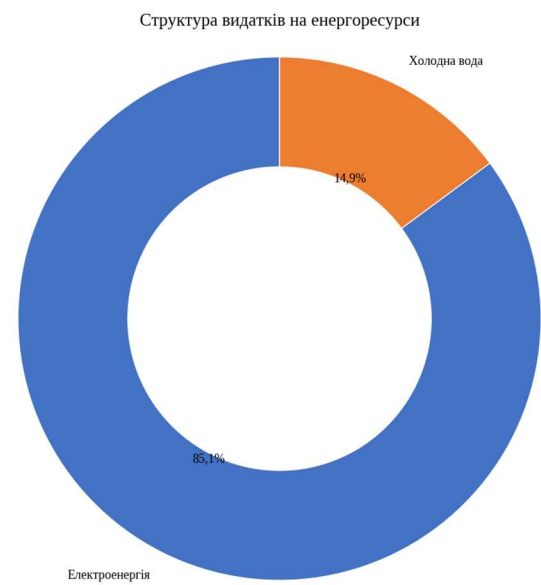


Рис. 2.13. Розподіл видатків на енергетичні ресурси [17]

2.4. Визначення теплових витрат через огорожувальні конструкції будівель

Теплові втрати визначалися окремо для кожного виду огорожувальних конструкцій із урахуванням їх площі та інтенсивності втрат теплоти. Для порівняння елементів між собою використано питомий показник f , який характеризує кількість втраченої теплоти в розрахунку на 1 м^2 відповідної конструкції. Такий підхід дає змогу точніше виявити ділянки з найбільшими питомими тепловтратами. Результати розрахунків наведено в табл. 2.7.

Таблиця 2.7 Питомі теплові втрати через огорожувальні конструкції

Огорожувальна конструкція	Теплові втрати, кВт/м ²
Зовнішні стіни	132,56
Вікна	184,19
Двері	184,74
Дах	135,57
Підлога	75,77

Графічне порівняння питомих тепловтрат за даними табл. 2.9 представлено на рис. 2.14.

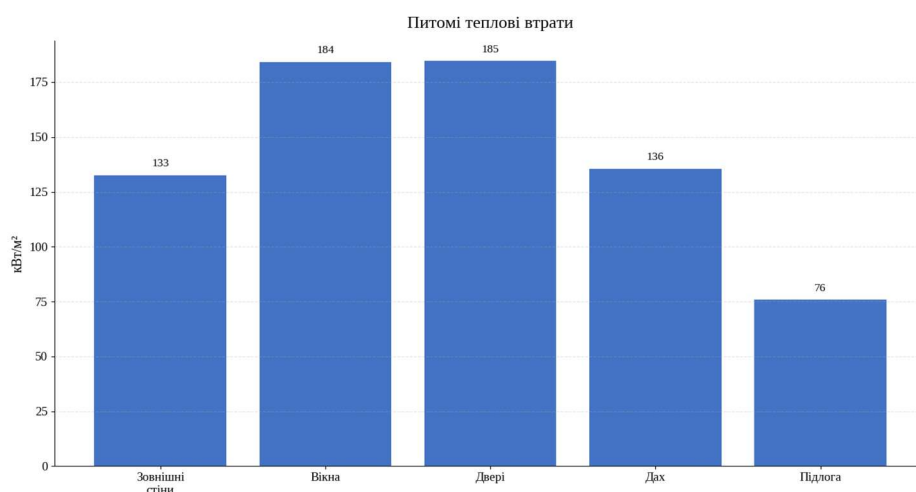


Рис. 2.14. Питомі теплові втрати через огорожувальні конструкції [17]

Аналіз питомих тепловтрат показує, що найбільш енерговитратними елементами оболонки є вікна, двері, дах і зовнішні стіни. Саме ці конструкції формують найбільше теплове навантаження в розрахунку на одиницю площі, тому під час розроблення заходів з енергозбереження їм слід приділити першочергову увагу.

На основі узагальнених результатів попередніх розрахунків сформовано зведену таблицю теплових втрат будівлі (табл. 2.8). Структуру тепловтрат за основними елементами будівлі представлено на рис. 2.15.

Таблиця 2.8 Зведені теплові втрати будівлі, кВт [17]

1) Витрати тепла шляхом теплопередачі, кВт	
- зовнішні стіни	169150,35
- вікна	53415,90
- двері	4248,99
- дах	66972,21
- підлога	37431,60
Разом через огорожувальні конструкції	331219,05
2) Витрати тепла шляхом інфільтрації, кВт	
Разом через інфільтрацію	28528,95
Сумарні теплові втрати	359748,00

Структура теплових втрат будівлі

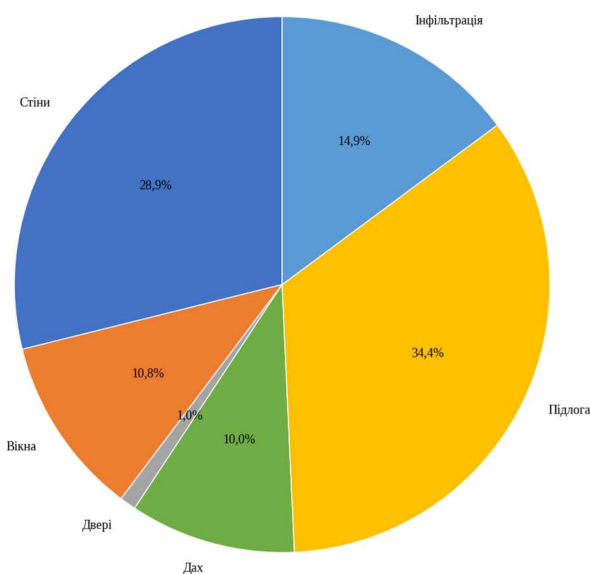


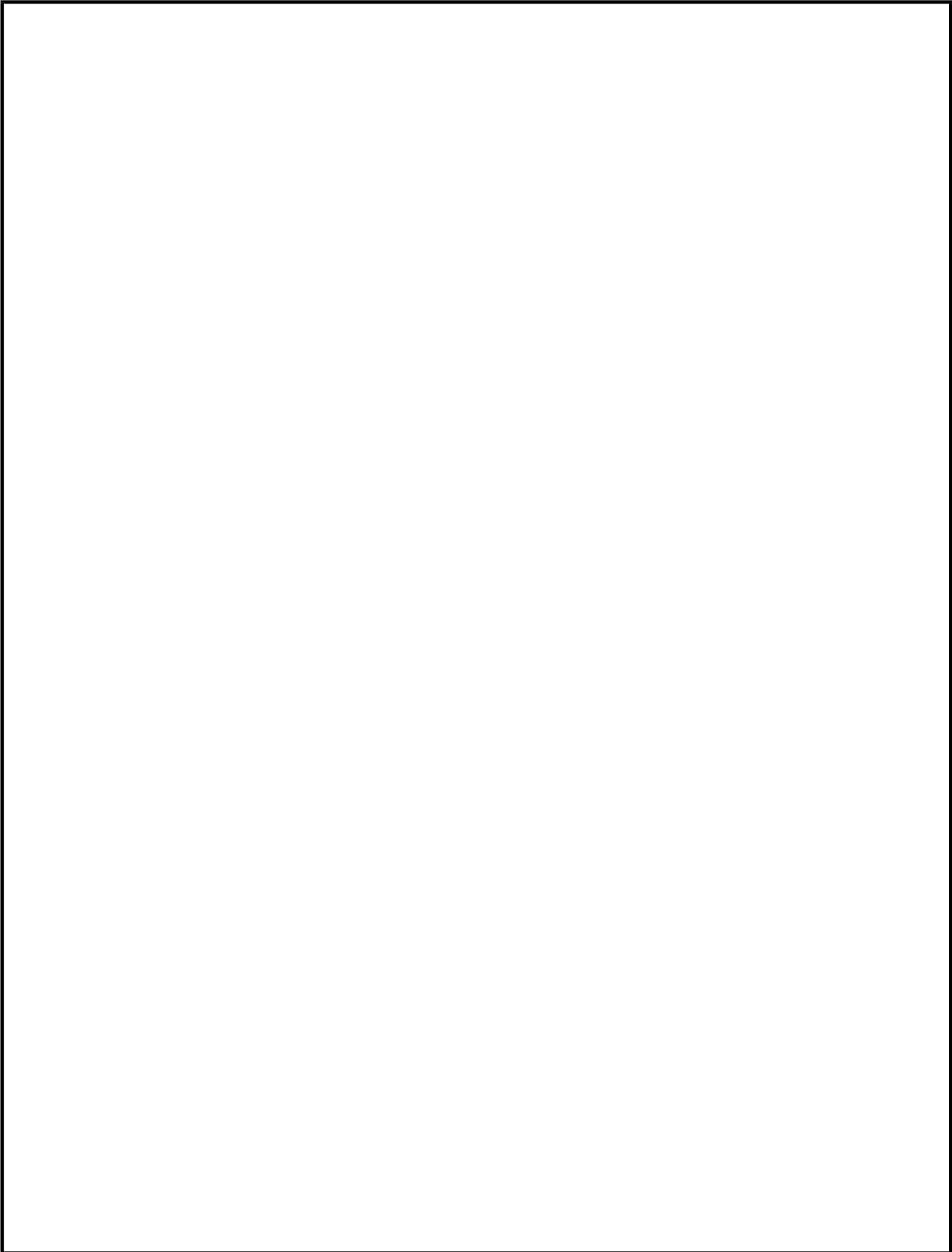
Рис. 2.15. Структура теплових втрат будівлі [17]

Аналіз структури теплових втрат показує, що найбільша частка припадає на підлогу над неопалюваним підвалом — 34,4 % загального обсягу. Через зовнішні стіни втрачається 28,9 %, через інфільтрацію повітря — 14,9 %, через вікна — 10,8 %, через дах — 10,0 %, а через зовнішні двері — 1,0 %. Загальна розрахункова тепла потужність втрат становить 363,62 кВт, тому першочергову увагу доцільно приділити утепленню підлоги над підвалом, зовнішніх стін, покрівлі та зменшенню неконтрольованої інфільтрації повітря.

2.6. Висновки за розділом 2

У розділі проведено аналіз ефективності використання електричної та теплової енергії на об'єкті. Визначено, що основні тепловтрати формуються через зовнішні стіни, покрівлю, віконні та дверні конструкції, підлогу над неопалюваним підвалом та інфільтрацію повітря. Аналіз фактичних витрат показав суттєве зростання ролі електроенергії після переходу будівлі на електричне опалення. Отримані результати підтверджують необхідність комплексної термомодернізації гуртожитку та подальшої розробки енергоефективних заходів.

					КРБ.144.4248.07.05.ПЗ.02	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		34



					КРБ.144.4248.07.05.ПЗ.03			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розділ 3	Літ.	Арк.	Аркушів
Студент		Семенова О.Р.						
Керівник		Корнієнко В.С.						
Консульт.								
Зав.каф.		Кобалава Г.О.				ХННІ НУК		
						35		

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ДЛЯ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Аналіз фактичних витрат енергоносіїв при експлуатації будівлі

Під час аналізу експлуатації гуртожитку було узагальнено видатки та обсяги споживання енергоресурсів за останній трирічний період — 2023–2025 роки. Для 2023 року використано наявні дані обліку, а для 2024–2025 років показники уточнено розрахунково з урахуванням фактичного режиму роботи будівлі після переходу на електричне опалення. Такий підхід дає змогу оцінити сучасний стан об'єкта, а не застарілий період експлуатації.

У табл. 3.1 наведено споживання енергоресурсів за 2023–2025 роки.

Таблиця 3.1 Споживання енергоресурсів за 2023–2025 роки [17]

Рік	Електроенергія, кВт·год/рік	Теплова енергія, кВт·год/рік	Холодна вода, м³/рік
2023	201029	0	1942
2024	220600	0	2060
2025	231800	0	2110
Всього	653429	0	6112
Середнє значення	217810	0	2037

Динаміку споживання електроенергії та холодної води представлено на рис. 3.1 і рис. 3.2.

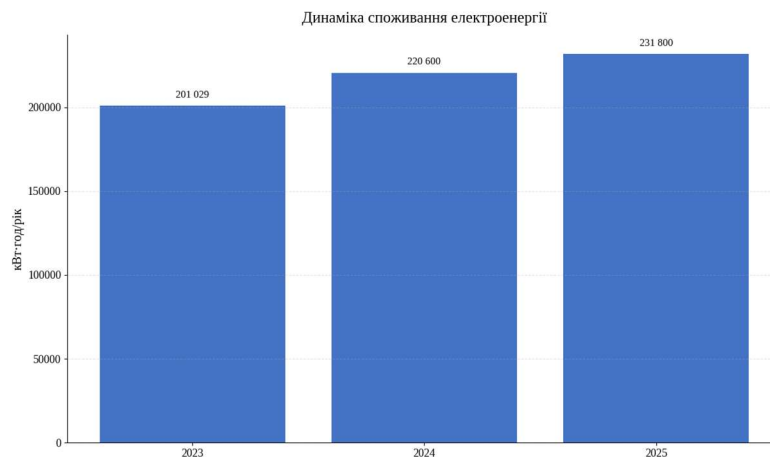


Рис. 3.1. Динаміка споживання електроенергії за 2023–2025 роки [17]

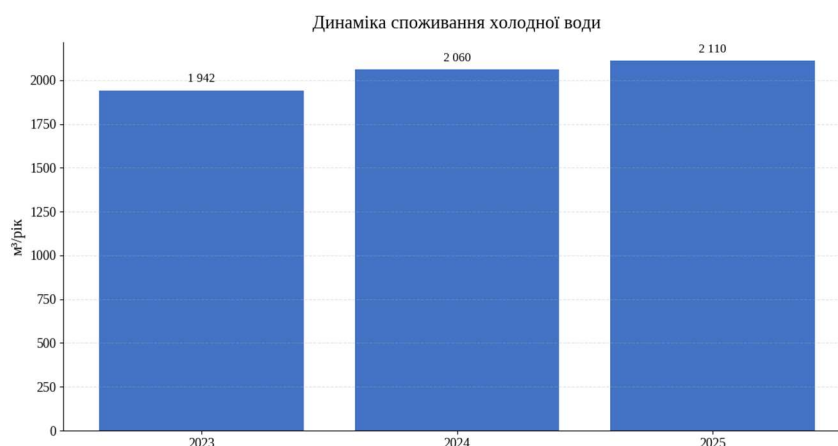


Рис. 3.2. Динаміка споживання холодної води за 2023–2025 роки [17]

Узагальнені видатки за 2023–2025 роки наведено в табл. 3.2. Найбільшу частку витрат формує електроенергія, оскільки вона використовується не лише для освітлення та побутових потреб, а й для опалення, гарячого водопостачання та роботи допоміжного обладнання.

Таблиця 3.2 Видатки на енергоресурси за 2023–2025 роки, грн [17]

Рік	Електроенергія, грн	Тепло, грн	Холодна вода, грн	Разом, грн
2023	422161	0	84729	506890
2024	548800	0	93200	642000
2025	629100	0	101600	730700
Середнє	533354	0	93176	626530

Динаміка видатків на енергоресурси за 2023–2025 роки представлено на рис. 3.3.

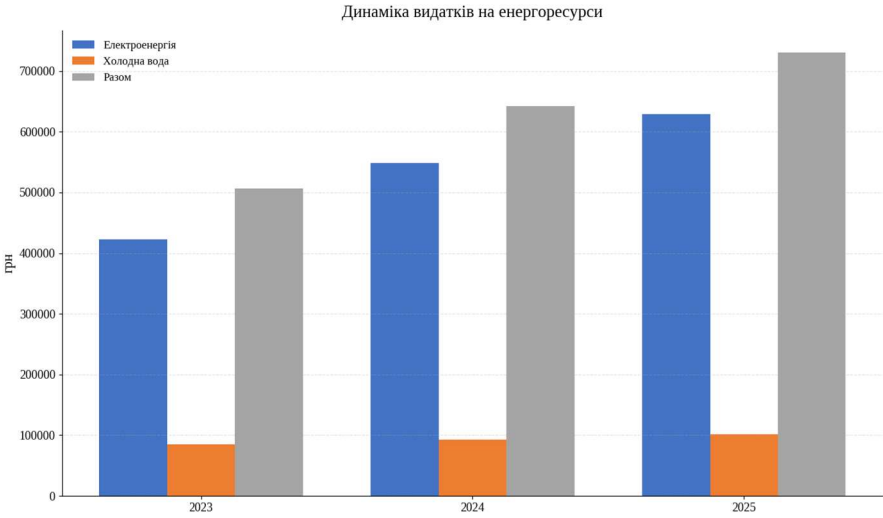


Рис. 3.3. Динаміка видатків на енергоресурси за 2023–2025 роки [17]

Якщо порівняти 2023 і 2025 роки, видатки на електроенергію зросли з 422161 грн до 629100 грн. Розрахунок коефіцієнта зростання має вигляд:

$$k_{el} = 629100 / 422161 = 1,49.$$

Отже, за аналізований період видатки на електроенергію збільшилися приблизно на 49 %. Це свідчить про те, що фінансове навантаження будівлі залишається високим, тому заходи з термомодернізації та оптимізації інженерних систем мають практичне значення.

3.2. Розробка заходів з енергозбереження

Методи вибору енергоефективних заходів у роботі застосовано поетапно. Спочатку проаналізовано технічний стан огорожувальних конструкцій та інженерних систем. Далі визначено структуру теплових втрат і енергетичний баланс будівлі, наведений у табл. 3.3. Після цього запропоновані заходи порівняно за енергетичним ефектом, вартістю, строком окупності та технічною доцільністю.

У табл. 3.3 наведено узгоджений енергетичний баланс прогнозованого скорочення споживання енергії. Саме ці значення надалі використано для

економічної оцінки заходів у розділі 4, тому енергетичний та фінансовий розділи мають єдину розрахункову базу.

Таблиця 3.3 Узгоджений енергетичний баланс економії за пакетом заходів, кВт·год/рік [17]

№	Напрямок енергозбереження	Економія, кВт·год/рік	Частка, %	Примітка
1	Теплоізоляція зовнішніх стін з утепленням відкосів	109664	31,8	Зменшення втрат через стіни та відкоси
2	Теплоізоляція цокольної частини	30177	8,7	Зменшення втрат у зоні цоколю
3	Теплоізоляція суміщеного перекриття плоскої покрівлі	59273	17,2	Зменшення втрат через покрівлю
4	Теплоізоляція перекриття над неопалюваним підвалом	27171	7,9	Зменшення втрат через підвал
5	Заміна проблемних зовнішніх дверей	313	0,1	Локальний технічний ефект
6	Модернізація системи опалення	5235	1,5	Ефект від регулювання та налаштування
7	Вентиляція з рекуперацією теплоти	72835	21,1	Зменшення вентиляційних втрат
8	Сонячна електростанція на даху	40340	11,7	Заміщення частини електроспоживання
	Разом	345008	100,0	Значення використано в розділі 4

Першочерговими заходами запропоновано утеплення зовнішніх стін, цокольної частини, плоскої покрівлі та перекриття над неопалюваним підвалом. Ці елементи мають найбільший вплив на тепловий баланс будівлі, тому їх модернізація дає основний енергетичний ефект. Окремо передбачено заміну проблемних неутеплених дверей та герметизацію вузлів примикання,

що дає змогу зменшити локальні містки холоду, протяги й неконтрольовану інфільтрацію повітря.

Для інженерних систем доцільними є модернізація опалення, впровадження вентиляції з рекуперацією тепла та встановлення сонячної електростанції. Такі рішення доповнюють термомодернізацію оболонки будівлі: після зменшення тепловтрат система опалення працюватиме з меншим навантаженням, вентиляція забезпечуватиме повітрообмін без зайвих втрат тепла, а СЕС частково покриватиме електроспоживання об'єкта.

3.3. Оцінка витрат для запропонованих заходів

Оцінку вартості запропонованих заходів виконано на основі матеріалів енергетичного аудиту з подальшою актуалізацією до сучаснішого рівня цін. Для цього використано індекси зростання вартості будівельно-монтажних робіт: 15,8 % для 2023 року, 7,9 % для 2024 року та 5,8 % для 2025 року. Коефіцієнт актуалізації визначено за формулою:

$$K_{ц} = 1,158 \cdot 1,079 \cdot 1,058 = 1,322.$$

Актуалізована вартість кожного заходу визначається за залежністю:

$$I_{акт} = I_{баз} \cdot K_{ц},$$

- де $I_{акт}$ — актуалізована вартість заходу, грн;
 $I_{баз}$ — базова вартість заходу за матеріалами аудиту, грн;
 $K_{ц}$ — коефіцієнт актуалізації вартості.

У табл. 3.4 наведено актуалізацію вартості енергоефективних заходів.

Таблиця 3.4 Актуалізація вартості енергоефективних заходів [17]

Захід	Базова вартість, грн	Актуалізована вартість, грн	Зростання, грн
Стіни	5759106	7613261	1854155
Цоколь	1934872	2557808	622936
Дах	3213785	4248469	1034684
Підвал	2247758	2971428	723670

Захід	Базова вартість, грн	Актуалізована вартість, грн	Зростання, грн
Двері	43624	5769	14045
Опалення	2100020	2776126	676106
Вентиляція	4048258	5351603	1303345
СЕС	1845082	2439110	594028
Разом	21192505	28015473	6822968

Порівняння базової та актуалізованої вартості заходів представлено на рис. 3.4.

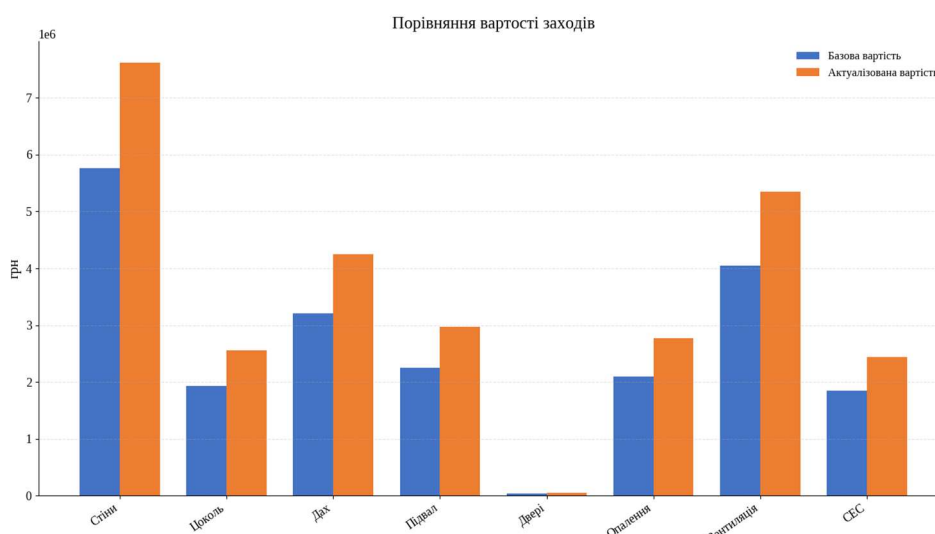


Рис. 3.4. Порівняння базової та актуалізованої вартості заходів [17]

Порівняння базової та актуалізованої вартості, наведене на рис. 3.4, показує, що найбільший обсяг інвестицій припадає на утеплення зовнішніх стін, улаштування вентиляції з рекуперацією та утеплення плоскої покрівлі. Це пов'язано з великою площею робіт, потребою у значній кількості матеріалів і складністю монтажу. Водночас саме ці заходи мають найбільший вплив на зменшення теплових втрат і покращення експлуатаційного стану будівлі.

Укрупнені кошторисні розрахунки за окремими енергоефективними заходами наведено в табл. 3.5–3.9.

Таблиця 3.5 Укрупнений розрахунок витрат на утеплення зовнішніх стін

Найменування робіт	Од. виміру	Кількість	Вартість, грн
Підготовка основи, ремонт локальних дефектів	комплекс	1	470000
Фасадна теплоізоляційна система з мінеральною ватою	м ²	1276,4	3850000
Утеплення та опорядження відкосів	комплекс	1	520000
Армувальний шар, сітка, декоративне покриття	комплекс	1	730000
Проектні та супровідні роботи	комплекс	1	189106
Разом	-	-	5759106
Орієнтовна вартість одиниці	грн/м ²	-	4512

У табл. 3.6 наведено укрупнений розрахунок витрат на утеплення цоколю.

Таблиця 3.6 Укрупнений розрахунок витрат на утеплення цоколю [17]

Найменування робіт	Од. виміру	Кількість	Вартість, грн
Розкриття та підготовка цокольної частини	комплекс	1	260000
Теплоізоляція нижче та вище рівня ґрунту	м ²	310	980000
Гідроізоляція і захисний шар	комплекс	1	420000
Опорядження та відновлення примикань	комплекс	1	274872
Разом	-	-	1934872
Орієнтовна вартість одиниці	грн/м ²	-	6242

У табл. 3.7 наведено укрупнений розрахунок витрат на утеплення плоскої покрівлі.

					КРБ.144.4248.07.05.ПЗ.03	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		42

Таблиця 3.7 Укрупнений розрахунок витрат на утеплення плоскої покрівлі [17]

Найменування робіт	Од. виміру	Кількість	Вартість, грн
Пароізоляція та підготовка основи	м ²	494	315000
Утеплювач покрівлі, 250 мм	м ²	494	1420000
Геотекстиль, кріплення, допоміжні матеріали	комплекс	1	540000
Гідроізоляційна мембрана / покриття	м ²	494	780000
Технічний нагляд і резерв	комплекс	1	158785
Разом	-	-	3213785
Орієнтовна вартість одиниці	грн/м ²	-	6506

У табл. 3.8 наведено укрупнений розрахунок витрат на утеплення перекриття над підвалом.

Таблиця 3.8 Укрупнений розрахунок витрат на утеплення перекриття над підвалом [17]

Найменування робіт	Од. виміру	Кількість	Вартість, грн
Підготовка поверхні перекриття	м ²	494	210000
Теплоізоляційні плити / мінеральна вата	м ²	494	1120000
Кріплення, захисний шар, опорядження	комплекс	1	690000
Додаткові та проєктні роботи	комплекс	1	227758
Разом	-	-	2247758
Орієнтовна вартість одиниці	грн/м ²	-	4550

У табл. 3.9 наведено укрупнений розрахунок витрат на заміну проблемних дверей.

Таблиця 3.9 Укрупнений розрахунок витрат на заміну проблемних дверей [17]

Найменування робіт	Од. виміру	Кількість	Вартість, грн
Демонтаж існуючих неутеплених дверей	комплект	1	4 200
Нові утеплені зовнішні двері	м ²	2,4	28 000
Монтаж, герметизація примикань	комплекс	1	8 900
Додаткові матеріали	комплекс	1	2 524
Разом	-	-	43 624
Орієнтовна вартість одиниці	грн/м ²	-	18 177

Наведені в табл. 3.5–3.9 укрупнені розрахунки не замінюють повноцінний робочий кошторис, однак дають можливість зрозуміти логіку формування витрат для кожного заходу. Перед практичним упровадженням необхідно уточнити фактичний стан конструкцій, підібрати матеріали, розробити проєктні рішення та скласти деталізований кошторис.

У табл. 3.10 наведено укрупнений розрахунок вартості інженерних заходів.

Таблиця 3.10 Укрупнений розрахунок вартості інженерних заходів [17]

Захід	Основні складові	Базова вартість, грн	Актуалізована вартість, грн
Модернізація опалення	балансування, регулювання, обладнання, монтаж	2100020	2776126
Вентиляція з рекуперацією	обладнання, повітропроводи, електроживлення, монтаж	4048258	5351603
Сонячна електростанція	модулі, інвертор, кабельні лінії, захист, монтаж	1845082	2439110

3.4. Висновки за розділом 3

У третьому розділі запропоновано комплекс енергоефективних заходів для будівлі гуртожитку. Основний акцент зроблено на утепленні огорожувальних конструкцій, модернізації системи опалення, поліпшенні вентиляції та частковому використанні відновлюваної енергії. Проведена актуалізація вартості показала, що після урахування зростання цін загальний обсяг інвестицій помітно збільшується, тому впровадження заходів доцільно виконувати поетапно. Найбільш обґрунтованими першочерговими рішеннями є утеплення зовнішніх стін, покрівлі, цокольної частини та перекриття над підвалом, оскільки саме ці роботи безпосередньо впливають на зменшення теплових втрат будівлі.

					<i>КРБ.144.4248.07.05.ПЗ.03</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		45

					КРБ.144.4248.07.05.ПЗ.04		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розділ 4		
Студент		Семенова О.Р.					
Керівник		Корнієнко В.С.					
Консульт.							
Зав.каф.		Кобалава Г.О.			ХННІ НУК 46		

РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ

4.1. Оцінка економії коштів за рахунок впровадження енергозберігаючих заходів

Економію енергії від упровадження запропонованих заходів оцінено відносно базового рівня споживання будівлі. Для економічних розрахунків використано той самий узгоджений енергетичний баланс, що наведений у табл. 3.3. Розрахунок виконано для повного пакета заходів, оскільки окремі рішення взаємопов'язані: після утеплення огорожувальних конструкцій змінюється теплове навантаження, а модернізація опалення та вентиляції дає коректний ефект саме в комплексі. Узагальнений потенціал економії наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 Потенціал від упровадження енергоефективних заходів відносно базового рівня [17]

Показник	Значення	Одиниця виміру
Прогнозована економія електроенергії	345008	кВт·год/рік
Прогнозована економія коштів	890821	грн/рік
Базова вартість пакета заходів	21192505	грн
Актуалізована вартість пакета заходів	28015473	грн
Коефіцієнт актуалізації	1,322	-
Простий строк окупності за базовою вартістю	23,8	років
Простий строк окупності за актуалізованою вартістю	31,4	років
Питомий розрахунковий тариф 2025 року	2,58	грн/кВт·год
Базовий рік для фінансової оцінки	2025	рік

У табл. 4.2 наведено потенціал енергозбереження за окремими енергоефективними заходами.

Таблиця 4.2 Потенціал енергозбереження за окремими енергоефективними заходами [17]

№	Енергоефективний захід	Економія, кВт·год/рік	Економія, грн/рік	Частка економії, %
1	Теплоізоляція зовнішніх стін з утепленням відкосів	109664	283156	31,8
2	Теплоізоляція цокольної частини	30177	77918	8,7
3	Теплоізоляція суміщеного перекриття плоскої покрівлі	59273	153045	17,2
4	Теплоізоляція перекриття над неопалюваним підвалом	27171	70156	7,9
5	Заміна проблемних зовнішніх дверей	313	808	0,1
6	Модернізація системи опалення	5235	13517	1,5
7	Вентиляція з рекуперацією теплоти	72835	188062	21,1
8	Сонячна електростанція на даху	40340	104159	11,7
	Разом по пакету заходів	345008	890821	100,0

Деталізацію економії за окремими заходами наведено в табл. 4.2. Сумарна прогнозована економія електроенергії становить 345008 кВт·год/рік, що у грошовому еквіваленті відповідає близько 890821 грн/рік. Розрахунки мають орієнтовний характер, тому для практичного впровадження потрібне уточнення кошторису, фактичного режиму роботи обладнання та тарифів на момент реалізації проекту.

4.2. Оцінка фінансової ефективності

Фінансову ефективність запропонованих заходів оцінено за простим строком окупності, річною економією коштів та чистим дисконтованим доходом. Для розрахунку грошової економії використано питомий розрахунковий тариф 2025 року, визначений за співвідношенням видатків на електроенергію та її споживання.

$$T_p = \frac{I}{E}, \text{ рік}$$

де I — інвестиції у захід, грн;

E рік — річна економія коштів, грн/рік.

Для повного пакета заходів за базовою вартістю:

$$T_p = 21\,192\,505 / 890\,821 = 23,8 \text{ року.}$$

Отже, з урахуванням актуалізації вартості простий строк окупності становить:

$$T_{п.акт} = 28\,015\,473 / 890\,821 = 31,4 \text{ року.}$$

У табл. 4.3 наведено основні економічні показники заходів.

Таблиця 4.3 Основні економічні показники заходів [17]

Захід	Інвестиції актуалізовані, грн	Економія, грн/рік	Окупність, років
Стіни	7613261	283156	26,9
Цоколь	2557808	77918	32,8
Дах	4248469	153045	27,8
Підвал	2971428	70156	42,4
Двері	57669	808	71,4
Опалення	2776126	13517	205,4
Вентиляція	5351603	188062	28,5
СЕС	2439110	104159	23,4

Окремо слід зазначити, що модернізація системи опалення має дуже тривалий простий строк окупності — 205,4 року. Тому цей захід не доцільно розглядати як самостійний інвестиційний проєкт лише за фінансовим критерієм. Його впровадження обґрунтовується передусім технічною та соціальною необхідністю: забезпеченням керованості системи після утеплення будівлі, стабілізацією температурного режиму, зменшенням ризику аварійності та підвищенням комфорту мешканців.

Порівняння актуалізованих інвестицій та прогнозованої річної економії за окремими заходами представлено на рис. 4.1.

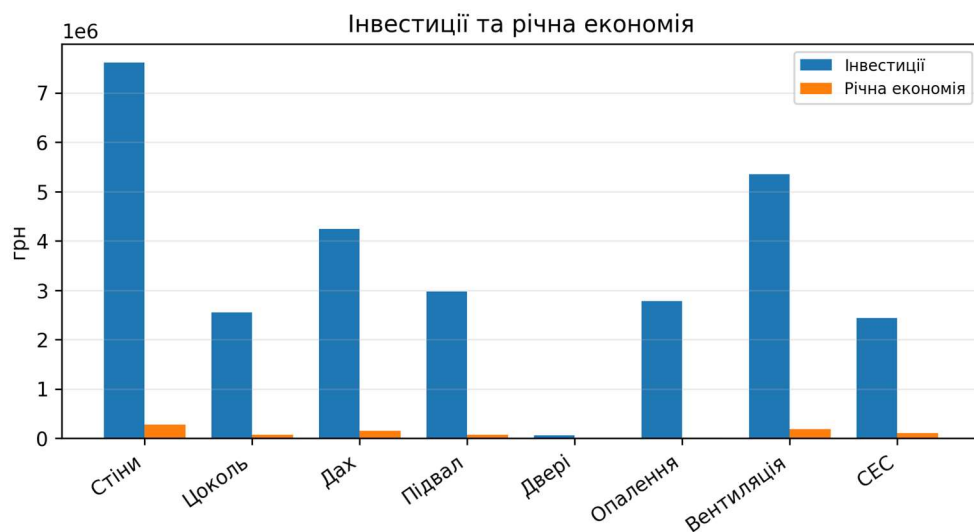


Рис. 4.1. Порівняння інвестицій та річної економії за заходами [17]

Простий строк окупності заходів представлено на рис. 4.2.

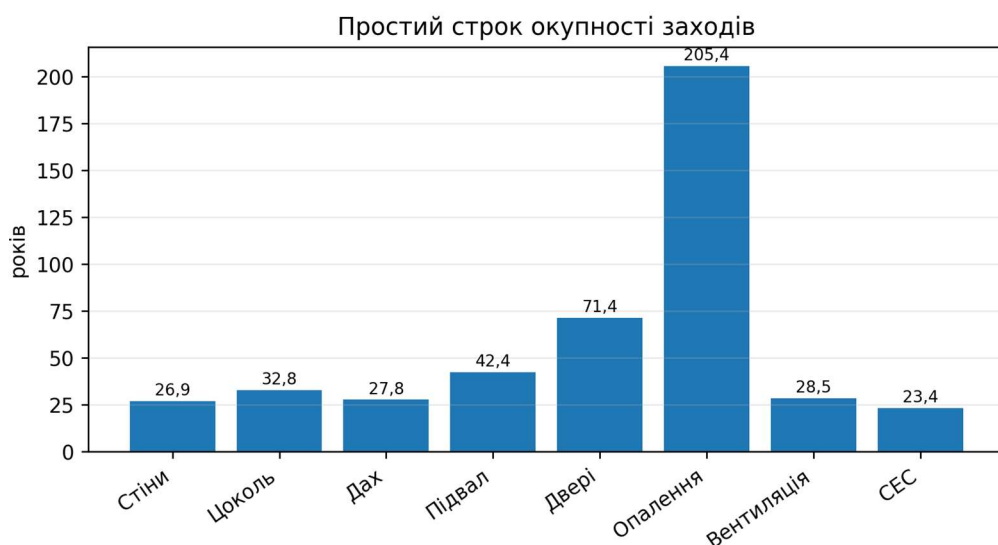


Рис. 4.2. Простий строк окупності заходів [17]

Якщо NPV має додатне значення, проєкт є фінансово привабливим. Водночас для соціальних будівель від'ємне значення NPV не завжди означає недоцільність заходу, оскільки частина ефекту проявляється у підвищенні комфорту, безпеки, зменшенні аварійності та продовженні строку експлуатації конструкцій.

Спрощений накопичений грошовий потік для актуалізованого пакета представлено на рис. 4.3.

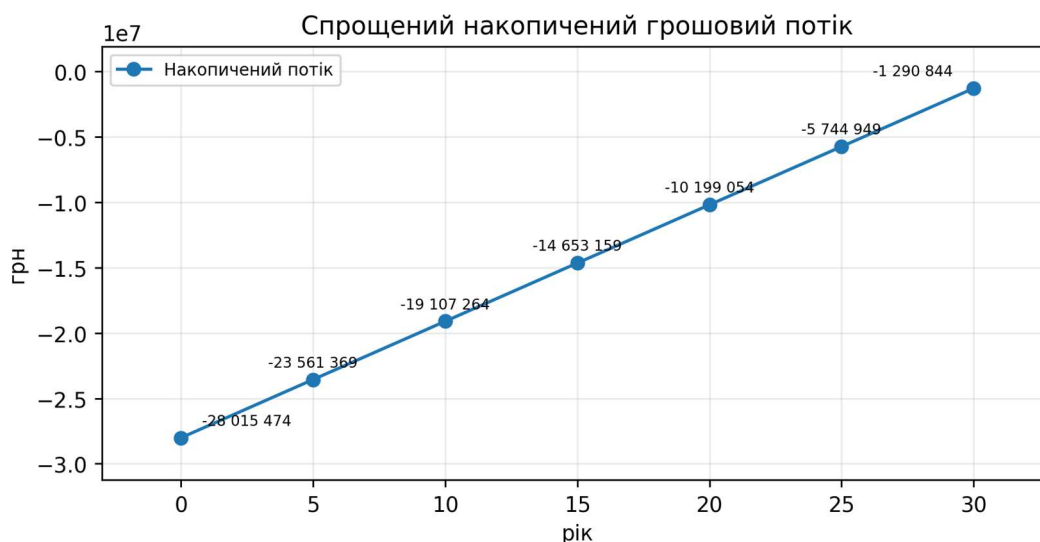


Рис. 4.3. Спрощений накопичений грошовий потік для актуалізованого пакета [17]

Для порівняння заходів також розглянуто кілька варіантів пакетного впровадження. Такий підхід є більш коректним для будівлі гуртожитку, оскільки окремі рішення не працюють ізольовано: утеплення зменшує теплове навантаження, модернізація опалення підлаштовує систему під нові умови, а вентиляція з рекуперацією дозволяє зберегти повітрообмін без надмірних втрат тепла. Варіанти пакетного впровадження наведено в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 - Варіанти пакетного впровадження заходів [17]

Захід	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3	Варіант 4	Варіант 5
Стіни	+	+	+	-	+
Цоколь	+	-	+	-	+
Дах	+	+	+	-	+
Підвал	+	-	+	-	-
Двері	+	-	+	-	-
Опалення	+	+	-	+	-
Вентиляція	+	+	-	+	+
СЕС	+	-	-	+	-
Вартість, грн	28015473	19989459	17448635	10566839	19771141
Економія, грн/рік	890821	652097	598218	292602	717945
Окупність, років	31,4	30,7	29,2	36,1	27,5

Найбільш повний результат забезпечує Варіант 1, однак він потребує найбільшого обсягу інвестицій. Для поетапного впровадження доцільно розглядати Варіант 5 або Варіант 2, оскільки вони поєднують найбільш енергетично значущі заходи: утеплення зовнішніх стін і покрівлі, модернізацію вентиляції та, за потреби, опалення. Такий підхід не усуває всі проблеми одразу, але дає відчутний ефект і краще відповідає логіці пріоритетності робіт. Щоб не дублювати дані табл. 4.3, у табл. 4.5 залишено лише зведені підсумки розділу з урахуванням допоміжних робіт, а додаткові економічні показники й аналіз чутливості наведено в табл. 4.6 і табл. 4.7.

Таблиця 4.5 Зведений кошторис розділу з урахуванням допоміжних робіт [17]

Показник	Інвестиції актуалізовані, грн	Економія, грн/рік	Окупність, років
Разом по енергоефективних заходах	28015473	890821	31,4
Улаштування відмостки	251576	-	-
Разом по розділу	28267049	890821	31,7

Таблиця 4.6 Додаткові економічні показники енергоефективних заходів

Захід	Частка економії, %	Окупність, років	NPV, грн	Строк служби, років
Утеплення зовнішніх стін	31,8	26,9	-5043043	25
Утеплення цоколю	8,7	32,8	-1850543	25
Утеплення плоскої покрівлі	17,2	27,8	-2859273	25
Утеплення перекриття над підвалом	7,9	42,4	-2334619	25
Заміна зовнішніх дверей	0,1	71,4	-50335	25
Модернізація системи опалення	1,5	205,4	-2648702	30
Вентиляція з рекуперацією	21,1	28,5	-3644557	25
Сонячна електростанція	11,7	23,4	-1646868	15
Разом по розділу ЕЕ	100,0	31,4	-20077940	-
Улаштування відмостки	-	-	-	25
Разом по розділу	-	31,7	-	-

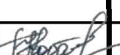
Таблиця 4.7 Чутливість окупності до зростання вартості енергоресурсів

Сценарій	Річна економія, грн/рік	Інвестиції актуалізовані, грн	Окупність, років
зростання тарифу 0 %	890821	28015473	31,4
зростання тарифу 10 %	979903	28015473	28,6
зростання тарифу 15 %	1024444	28015473	27,4
зростання тарифу 20 %	1068985	28015473	26,2
зростання тарифу 30 %	1158067	28015473	24,2

Результати аналізу чутливості, наведені в табл. 4.7, показують, що зі зростанням тарифів строк окупності скорочується. Це важливо враховувати, оскільки енергоефективні заходи реалізуються на тривалий період, а вартість енергоресурсів може змінюватися. Тому рішення щодо модернізації будівлі доцільно оцінювати не лише за поточними тарифами, а й з урахуванням ризику подальшого зростання експлуатаційних витрат.

4.3 Висновки по розділу 4

У четвертому розділі виконано оцінку економічної ефективності запропонованих енергоефективних заходів. Встановлено, що найбільший результат забезпечує комплексне впровадження робіт із термомодернізації огорожувальних конструкцій, модернізації системи опалення, вентиляції та часткового використання сонячної електростанції. Простий строк окупності повного пакета за актуалізованою вартістю становить близько 31,4 року, однак доцільність заходів не можна оцінювати лише за цим показником. Для гуртожитку важливими також є зменшення тепловтрат, підвищення комфорту проживання, стабільність роботи інженерних систем та продовження строку експлуатації будівлі.

					КРБ.144.4248.07.05.ПЗ.05					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Студент		Семенова О.Р.			Розділ 5			Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Корнієнко В.С.								
Консульт.								ХННІ НУК 55		
Зав.каф.		Кобалава Г.О.								

РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

5.1. Вимоги охорони праці під час проведення обстеження будівлі

Проведення обстеження будівлі перед розробкою енергоефективних заходів потребує дотримання загальних вимог охорони праці. Навіть якщо на цьому етапі ще не виконуються будівельні роботи, спеціаліст працює в реальних умовах діючого об'єкта, де можуть бути технічні приміщення, сходові клітини, підвали, горища та інженерні вузли з підвищеним рівнем небезпеки.

Під час огляду гуртожитку особливу увагу потрібно приділяти місцям з обмеженим доступом, недостатнім освітленням, вологими поверхнями або відкритими комунікаціями. Найчастіше це стосується підвальних приміщень, технічних поверхів і зон розміщення інженерного обладнання. У таких умовах існує ризик травмування, падіння, ураження електричним струмом або контакту з пошкодженими елементами систем.

Перед початком обстеження доцільно перевірити стан проходів, сходів, оглядових зон, справність освітлення та відсутність сторонніх предметів, що можуть заважати роботі. У разі потреби слід використовувати індивідуальні засоби захисту: робоче взуття, рукавички, каску та сигнальний жилет. Якщо огляд виконується поблизу електрообладнання чи теплових вузлів, необхідно суворо дотримуватися правил електробезпеки та не втручатися в роботу обладнання без відповідного дозволу.

Окремо слід враховувати безпеку мешканців будівлі. Проведення обстеження не повинно створювати для них перешкод або ризиків, тому доступ до окремих зон, де працює спеціаліст, за потреби має бути тимчасово обмежений.

					КРБ.144.4248.07.05.ПЗ.05	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		56

5.2. Витяг з правил техніки безпеки

Під час реалізації енергоефективних заходів рівень небезпеки зростає, оскільки роботи виконуються безпосередньо на конструкціях будівлі та інженерних системах. Найбільшу увагу слід приділяти утепленню фасаду, заміні вікон і дверей, роботам на покрівлі, модернізації системи опалення та вентиляції.

Під час утеплення зовнішніх стін і заміни вікон значна частина робіт виконується на висоті. Саме тому необхідно використовувати справні риштування, підйомники або інші засоби доступу, що відповідають вимогам безпеки. Працівники повинні бути забезпечені касками, страхувальними системами та спеціальним одягом. Роботи не можна проводити за сильного вітру, дощу чи ожеледиці.

Під час модернізації системи опалення важливо попередньо відключити обладнання від джерела живлення, скинути тиск у відповідних ділянках системи та переконатися у відсутності загрози витоку теплоносія. Якщо роботи виконуються в тепловому пункті або біля насосного обладнання, доступ до цих зон має бути обмежений для сторонніх осіб. Приклад робіт із підвищеними вимогами безпеки наведено на рис. 5.1.



Рис. 5.1. Утеплення фасаду та заміна вікон як приклад робіт з підвищеними вимогами безпеки [17]

Електромонтажні роботи, пов'язані з оновленням освітлення чи встановленням засобів керування, дозволяється виконувати лише після

					КРБ.144.4248.07.05.ПЗ.05	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

відключення напруги та перевірки відсутності струму на відповідній ділянці мережі. Приклад модернізації теплового вузла та системи опалення наведено на рис. 5.2.



Рис. 5.2. Модернізація теплового вузла і системи опалення [17]

5.3. Екологічні аспекти реалізації енергоефективних рішень

Реалізація енергоефективних заходів у гуртожитку має не лише економічний, а й екологічний ефект. Зменшення тепловтрат через стіни, покрівлю, вікна та двері дає змогу скоротити потребу в тепловій енергії, а отже — зменшити навантаження на систему теплопостачання та обсяг непрямих викидів, пов'язаних із виробництвом енергії.

Екологічний ефект полягає у зменшенні споживання енергії та відповідному скороченні викидів CO₂. За результатами розрахунку для всього пакета заходів скорочення становить 144,9 т CO₂/рік. Розподіл цього ефекту між окремими заходами наведено в табл. 5.1 та представлено на рис. 5.3.

$$k_{CO_2} = 144,9 / 345\,008 = 0,00042 \text{ т CO}_2/\text{кВт}\cdot\text{год.}$$

Таблиця 5.1 Розрахунок скорочення викидів CO₂ за заходами [17]

Захід	Економія, кВт·год/рік	Питомий коефіцієнт, т/кВт·год	Скорочення CO ₂ , т/рік
Стіни	109 664	0,000420	46,1
Цоколь	30 177	0,000420	12,7
Дах	59 273	0,000420	24,9
Підвал	27 171	0,000420	11,4

Захід	Економія, кВт·год/рік	Питомий коефіцієнт, т/кВт·год	Скорочення CO ₂ , т/рік
Двері	313	0,000420	0,1
Опалення	5235	0,000420	2,2
Вентиляція	72835	0,000420	30,6
СЕС	40340	0,000420	16,9
Разом	345008	-	144,9

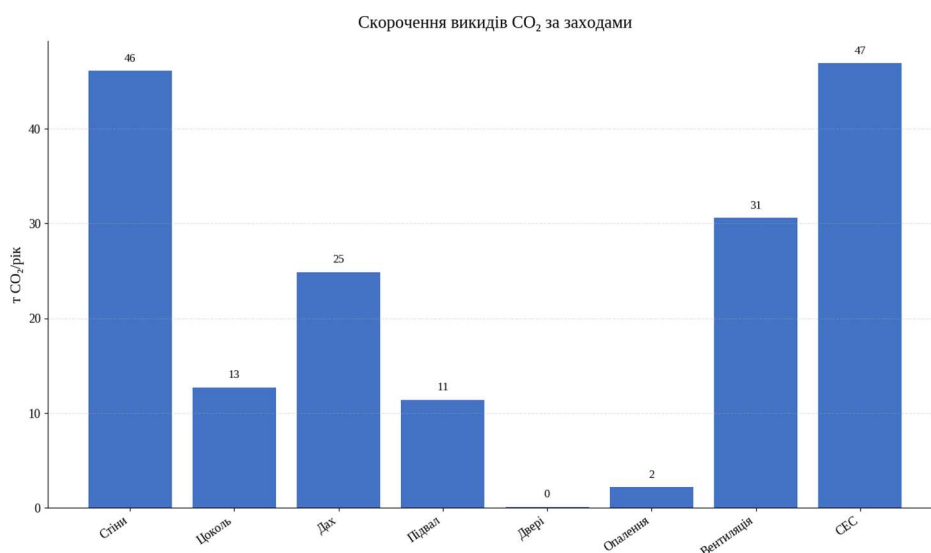


Рис. 5.3. Скорочення викидів CO₂ за окремими заходами [17]

Найбільший екологічний ефект мають заходи, що дають найбільшу економію енергії: утеплення стін, вентиляція з рекуперацією, утеплення даху та сонячна електростанція. Для соціальної будівлі це важливо не тільки з погляду звітності, але й з погляду сталого використання ресурсів.

Позитивний екологічний ефект досягається також завдяки модернізації освітлення, встановленню енергоощадного обладнання та впровадженню вентиляції з рекуперацією. У таких випадках зменшується споживання електроенергії, поліпшується якість повітря в приміщеннях і створюються кращі умови для проживання мешканців.

Разом із тим під час виконання термомодернізації потрібно враховувати й тимчасовий вплив будівельних робіт на довкілля. Йдеться про утворення будівельних відходів, пилу, шуму, залишків пакувальних матеріалів та демонтованих елементів. Тому важливо передбачити організоване збирання

відходів, їх своєчасне вивезення та дотримання чистоти на прилеглій території.

Для гуртожитку, у якому проживають внутрішньо переміщені особи, екологічний аспект має ще й соціальний вимір, адже більш ефективна будівля споживає менше ресурсів і забезпечує кращі умови проживання без зайвого перевантаження інженерних систем.

5.4. Черговість і доцільність упровадження запропонованих заходів

Черговість впровадження заходів запропоновано з урахуванням технічної логіки та очікуваного ефекту. Спочатку доцільно виконати роботи з формування теплової оболонки будівлі, після цього — налаштовувати інженерні системи під оновлене теплове навантаження. Узагальнену черговість наведено в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 Рекомендована черговість реалізації заходів [17]

Черга	Заходи	Причина вибору	Очікуваний результат
1	утеплення стін, цоколю, покрівлі, підвалу	найбільші втрати через оболонку	зменшення теплового навантаження
2	заміна проблемних дверей і герметизація вузлів	усунення локальних містків холоду	менше протягів і тепловтрат
3	модернізація системи опалення	після утеплення потрібно нове регулювання	стабільний мікроклімат
4	вентиляція з рекуперацією	потрібно зберегти повітрообмін без втрати тепла	комфорт і економія
5	сонячна електростанція та енергомоніторинг	компенсація електроспоживання і контроль результату	зниження витрат на електроенергію

На практиці частину робіт можна об'єднувати. Наприклад, утеплення фасаду, утеплення цоколю та впорядкування відкосів краще виконувати одним будівельним етапом, бо це зменшує повторні витрати на риштування,

підготовку поверхонь і організацію робіт. Натомість сонячну електростанцію можна виконати окремим етапом після уточнення електричного навантаження та стану покрівлі.

У табл. 5.3 наведено узагальнена оцінка доцільності заходів.

Таблиця 5.3 Узагальнена оцінка доцільності заходів [17]

Захід	Енергетичний ефект	Економічний ефект	Соціальний/технічний ефект	Рекомендація
Стіни	дуже високий	середній	високий комфорт	виконувати першочергово
Цоколь	середній	середній	захист нижньої частини будівлі	виконувати разом із фасадом
Дах	високий	середній	зменшення втрат верхнього поверху	виконувати першочергово
Підвал	середній	нижчий	комфорт першого поверху	доцільно у складі пакета
Двері	низький	низький	усунення протягів	виконати локально
Опалення	низький за прямою економією	низький	керованість системи	необхідно після утеплення
Вентиляція	високий	середній	якість повітря	виконувати обов'язково
СЕС	середній	середній	менша залежність від мережі	виконувати після уточнення електроспоживання

5.4. Висновки за розділом 5

У п'ятому розділі розглянуто основні вимоги охорони праці та екологічні аспекти, які необхідно враховувати під час обстеження будівлі та реалізації енергоефективних заходів у гуртожитку.

Встановлено, що безпечне виконання робіт під час термомодернізації залежить від правильної організації доступу до робочих зон, використання справного обладнання, застосування індивідуальних засобів захисту та дотримання правил виконання висотних, електромонтажних і теплотехнічних робіт.

Разом із цим визначено, що впровадження енергоефективних рішень має позитивний екологічний ефект, оскільки сприяє зменшенню споживання теплової та електричної енергії, скороченню втрат ресурсів і покращенню умов проживання мешканців будівлі.

					<i>КРБ.144.4248.07.05.ПЗ.05</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		62

ВИСНОВКИ

У роботі проведено комплексне дослідження енергетичної ефективності будівлі гуртожитку та визначено ключові напрями зменшення споживання енергоресурсів. Дослідження включало аналіз технічного стану будівлі, оцінку теплових втрат, визначення фактичного рівня енергоспоживання та формування комплексу заходів з термомодернізації.

Встановлено, що будівля має значні втрати теплової енергії через огорожувальні конструкції та повітрообмін з довкіллям, що спричиняє підвищені витрати на її експлуатацію. Аналіз режимів роботи інженерних систем показав їх нерівномірне навантаження, характерне для таких об'єктів.

На основі виконаних розрахунків сформовано комплекс енергоощадних заходів, спрямованих на покращення теплоізоляційних властивостей огорожень, модернізацію конструктивних елементів та зниження загальних тепловтрат. Оцінка економічної ефективності підтвердила доцільність запропонованих рішень і наявність очікуваного економічного ефекту.

Отримані результати свідчать, що впровадження запропонованих заходів забезпечує зменшення енергоспоживання, підвищення енергоефективності будівлі та покращення умов її подальшої експлуатації.

Також проаналізовано основні небезпечні та шкідливі фактори, що можуть виникати під час виконання робіт з термомодернізації, та враховано необхідність дотримання вимог охорони праці.

					КРБ.144.4248.07.05.ПЗ.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		63

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» від 22.06.2017 № 2118-VIII.
2. Закон України «Про енергетичну ефективність» від 21.10.2021 № 1818-IX.
3. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. Київ: Мінрегіон України, 2022.
4. ДБН В.2.2-15:2019. Житлові будинки. Основні положення. Київ: Мінрегіон України, 2019.
5. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. Київ: Мінрегіон України, 2013.
6. ДСТУ 9190:2022. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2022.
7. ДСТУ EN 16247-1:2015. Енергетичні аудити. Частина 1. Загальні вимоги. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017.
8. ДСТУ ISO 50001:2020. Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2020.
9. ДСТУ ISO 50002:2016. Енергетичні аудити. Вимоги та настанова щодо їх проведення. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016.
10. Тренінговий посібник для підготовки енергоаудиторів багатоквартирних житлових будівель у контексті Фонду енергоефективності України. GIZ, 2021.
11. Методика визначення енергетичної ефективності будівель: наказ Міністерства розвитку громад та територій України від 11.07.2018 № 169.
12. Фонд енергоефективності України. Практичні матеріали щодо впровадження заходів з енергоефективності у житлових будівлях.
13. Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України. Нормативні документи у сфері будівництва та енергоефективності.

					<i>КРБ.144.4248.07.05.ПЗ.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		64

14. Національний план дій з енергоефективності на період до 2030 року.

15. ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015. Енергетична ефективність будівель. Настанова з проведення енергетичної оцінки будівель. Київ: Мінрегіон України, 2015.

16. Ковалко М.П., Денисюк С.П. Енергозбереження: пріоритетний напрям державної політики України. Київ: Українські енциклопедичні знання, 1998.

17. Матеріали енергетичного аудиту будівлі гуртожитку у м. Луцьк. Неопублікований звіт. 2024.

					КРБ.144.4248.07.05.ПЗ.00	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		