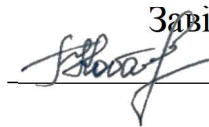


Міністерство освіти і науки України
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Херсонський навчально-науковий інститут

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 будівлі готелю у м. Львів та розробка енергоефективних заходів»**

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

144 «Теплоенергетика»

(шифр і назва спеціальності)

«Енергетичний менеджмент»

(назва освітньо-професійної програми)

Катерина БОГАЧУК

(прізвище та ініціали)

Керівник **Дмитро КОНОВАЛОВ**

(прізвище та ініціали)

Рецензент **Іван КАЛІНІЧЕНКО**

(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)

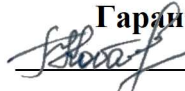
Спеціальність 144 «Теплоенергетика»

(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 **Богачук Катерини Олександрівни, група 4248**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи **«Аналіз енергоефективності будівлі готелю у м. Львів та розробка енергоефективних заходів»**

керівник роботи **Коновалов Дмитро Вікторович, д.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)

Катерина БОГАЧУК
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Дмитро КОНОВАЛОВ
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Богачук Катерина Олександрівна, група 4248.

«Аналіз енергоефективності будівлі готелю у м. Львів та розробка енергоефективних заходів».

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

У роботі виконано комплексне дослідження енергетичної ефективності будівлі готелю з метою визначення шляхів скорочення споживання енергетичних ресурсів та підвищення рівня енергозбереження.

У ході дослідження проведено оцінку технічного стану будівлі, проаналізовано обсяги споживання енергоносіїв за попередні роки експлуатації, здійснено обстеження огорожувальних конструкцій та визначено їх теплотехнічні характеристики. На основі отриманих результатів виконано аналіз потенціалу енергозбереження, обґрунтовано доцільні заходи з термомодернізації та сформовано практичні рекомендації, спрямовані на підвищення енергетичної ефективності будівлі та зменшення експлуатаційних витрат.

Ключові слова: енергоефективність, теплоізоляція, енергозбереження, тепловтрати, енергоспоживання.

					КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.00	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Bohachuk Kateryna Oleksandrivna, group 4248.

«Energy efficiency analysis of a hotel building in Lviv and development of energy efficiency measures».

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

The work presents a comprehensive study of the energy efficiency of a hotel building aimed at identifying ways to reduce energy consumption and improve the overall level of energy conservation.

The study included an assessment of the building's technical condition, an analysis of energy resource consumption over previous years of operation, and an examination of the building envelope structures to determine their thermal performance characteristics. Based on the obtained results, the energy-saving potential of the building was evaluated, appropriate thermal modernization measures were substantiated, and practical recommendations were developed to improve the building's energy efficiency and reduce operating costs.

Keywords: energy efficiency, thermal insulation, energy saving, heat losses, energy consumption.

					<i>КРБ.144.4248.01.05.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... ..	15
1.4. Висновки за розділом 1.....	19
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ТА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ.....	21
2.1. Визначення теплових втрат через огороження приміщень та на підігрів інфільтраційного повітря і матеріалу.....	21
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.	31
2.5. Аналіз витрат тепла через огорожувальні конструкції.	33
2.6. Висновки за розділом 2.....	35
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ДЛЯ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ	37
3.1. Аналіз фактичних витрат енергоносіїв при експлуатації будівлі.	37
3.2. Розробка заходів з енергозбереження.	39
3.3. Оцінка витрат для запропонованих заходів.....	49
3.4. Висновки за розділом 3.....	51

					КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.00	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ	53
4.1. Оцінка економії коштів за рахунок впровадження енергозберігаючих заходів.....	53
4.2. Оцінка фінансової ефективності.....	54
4.3 Висновки по розділу 4.....	55
РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ.....	57
5.1. Аналіз небезпек.....	57
5.2. Витяг з правил техніки безпеки	57
5.3. Висновки за розділом 5.....	61
ВИСНОВКИ	62
ЛІТЕРАТУРА	63

					КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.00	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

БНіП – будівельні норми і правила

ГВП – гаряче водопостачання

ДБН – Державні будівельні норми

ІТП – індивідуальний тепловий пункт

ККД – коефіцієнт корисної дії

МКП – муніципальне комунальне підприємство

НВДЕ – нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії

ПЕР – паливно-енергетичні ресурси

СЕМ – система енергетичного менеджменту

СЦТ – система централізованого теплопостачання

					<i>КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.00</i>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

ВСТУП

Витрати на опалення, гаряче водопостачання та електроенергію є одними з основних експлуатаційних витрат готелів. Багато будівель були зведені без урахування сучасних вимог енергоефективності, що призводить до значних втрат тепла та підвищеного споживання енергоресурсів. З огляду на постійне зростання цін на енергоносії питання термомодернізації готельних будівель набуває особливої актуальності.

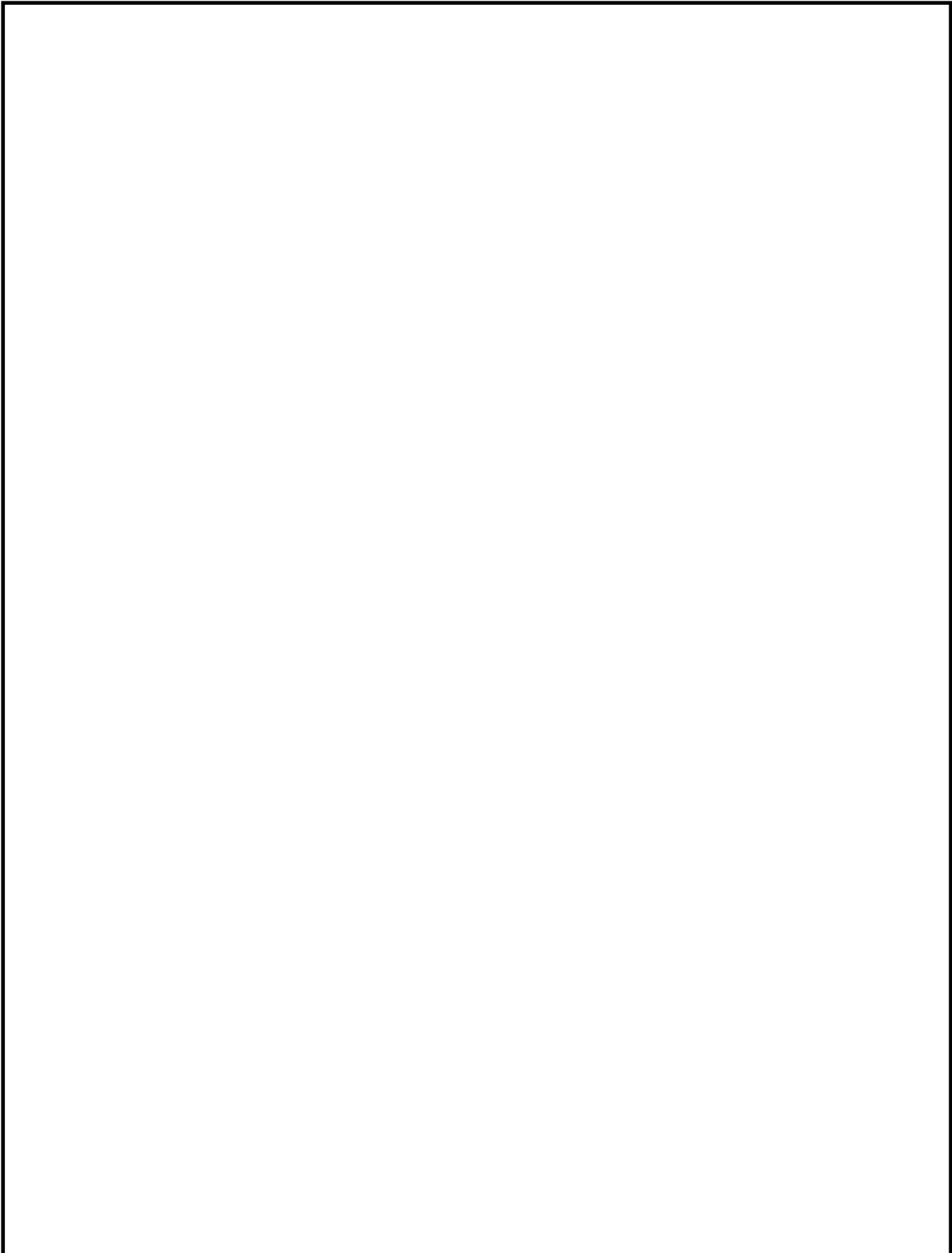
Термомодернізація передбачає комплекс заходів із покращення теплозахисних характеристик будівлі: утеплення огорожувальних конструкцій, модернізацію вікон і дверей, підвищення ефективності систем опалення та вентиляції. Її впровадження дозволяє зменшити тепловтрати, скоротити витрати на експлуатацію та створити більш комфортні умови для гостей і персоналу.

Крім економічного ефекту, енергоефективні заходи сприяють зниженню викидів парникових газів, підвищують довговічність будівельних конструкцій та покращують ринкову привабливість готелю. Таким чином, термомодернізація є важливим напрямом підвищення енергетичної ефективності готельних будівель та забезпечення їх сталого функціонування в сучасних умовах.

Метою роботи є проведення енергетичного аудиту будівлі готелю, оцінка рівня її енергоспоживання та розроблення комплексу заходів, спрямованих на підвищення енергетичної ефективності шляхом впровадження сучасних енергозберігаючих рішень.

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

					<i>КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.00</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		



					КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.01			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розділ 1	Літ.	Арк.	Аркушів
Студент		Богачук К.О.						
Керівник		Коновалов Д.В.						
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 даній роботі є будівля готелю, яка відноситься до окремо розташованих закладів розміщення типового проєктного рішення. Будівля має три поверхи та була зведена у 1982 році. Конструктивно вона виконана з керамзитобетонних панелей, що визначає її теплотехнічні характеристики та особливості експлуатації в умовах тривалої роботи інженерних систем.

Габаритні параметри будівлі у плані становлять $48,57 \times 10,4$ м, що формує витягнуту прямокутну конфігурацію об'єкта. Загальна висота споруди дорівнює 8,4 м, а площа забудови становить 546 м^2 . Периметр зовнішніх огорожувальних конструкцій сягає 117,9 м, що є важливим показником при оцінюванні тепловтрат через зовнішні стіни та розрахунку енергетичного балансу будівлі. Будівля має одну секцію, що спрощує організацію внутрішніх комунікацій, однак водночас концентрує всі інженерні навантаження в межах єдиної структурної системи.

Функціональне призначення об'єкта – готель, що передбачає постійне або сезонне розміщення гостей та відповідний рівень сервісного обслуговування. Розташування будівлі в забудові визначено як окремо стояче, що забезпечує вільний доступ до всіх фасадів і спрощує виконання енергоаудиту огорожувальних конструкцій.

Опис стану будівлі базується на інформації з заповненої опитувальної відомості, опитуванні обслуговуючого персоналу будівлі, огляду технічних систем. Загальний вигляд будівлі представлено на рис. 1.1. Загальна інформація про об'єкт представлена в табл. 1.1-1.3.

					<i>КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.01</i>	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		



Рисунок 1.1 Загальний вигляд будівлі

Таблиця 1.1 Загальна інформація про об'єкт

Адреса будівлі		—	
Рік будівництва		1982	
Розміри в плані, м	48,57x10,4	Кількість поверхів	3
Периметр, м	117,9	Висота будівлі, м	8,4
Площа забудови, м ²	546	Кількість секцій	1
Функціональне призначення, тип і конструктивне рішення будинку			
Призначення		Готелі	
Розміщення в забудові		Окремо розташований	
Типовий проєкт, індивідуальний		Типовий	
Конструктивне рішення		Керамзитобетонні панелі	

Таблиця 1.2 Розрахункові параметри

Розрахунковий параметр	Позначення	Одиниця виміру	Величина
Розрахункова температура внутрішнього повітря	$\theta_{\text{вн}}$	°C	20
Розрахункова температура зовнішнього повітря	$\theta_{\text{з}}$	°C	-19
Середнє значення температури зовні під час опалювального сезону	$\theta_{\text{е}}$	°C	0,4
Розрахункова температура теплого горища	$\theta_{\text{тг}}$	°C	—

Розрахункова температура техпідпілля	$\theta_{\text{тп}}$	°C	–
Тривалість опалювального періоду	$t_{\text{оп}}$	доба	179
Розрахункова кількість градусо-днів опалювального періоду	τ_d	°C доба	3509

Таблиця 1.3 Геометричні показники

Показники	Позначення та розмірність	Фактичне значення
Загальна площа огорожувальних конструкцій будинку	$A_{\Sigma}, \text{м}^2$	2001
В тому числі:		
- стін	$A_{\text{с}}, \text{м}^2$	779,6
- вікон і балконних дверей	$A_{\text{в}}, \text{м}^2$	191,4
- зовнішніх дверей	$A_{\text{д}}, \text{м}^2$	19,8
- горищних перекриттів (холодного горища)	$A_{\text{хг}}, \text{м}^2$	505,1
- горищних перекриттів (теплого горища)	$A_{\text{тг}}, \text{м}^2$	–
- перекриттів над техпідпіллями	$A_{\text{тп}}, \text{м}^2$	–
- перекриттів над неопалюваними підвалами та підпіллями	$A_{\text{нп}}, \text{м}^2$	505,1
Опалювальна площа	$A, \text{м}^2$	1515,3
Опалювальний об'єм	$V, \text{м}^3$	3552,2

Таким чином, розглянутий об'єкт є типовою триповерховою готельною будівлею радянського періоду, конструктивні та планувальні особливості якої значною мірою впливають на рівень енергоспоживання та формують потенціал для подальших заходів з підвищення енергоефективності.

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

Енергоспоживання житлового фонду України формується під впливом значної частки будівель, що були споруджені за нормативними вимогами попередніх десятиліть. Для таких об'єктів характерним є низький рівень

					КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.01	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		13

теплотехнічної ефективності, недостатня герметичність огорожувальних конструкцій та поступове погіршення стану інженерних систем у процесі тривалої експлуатації. У результаті цього загальні втрати енергії в житловому секторі залишаються високими, особливо в періоди максимальних кліматичних навантажень.

Нормативна база України у сфері енергетичної ефективності будівель сьогодні формується як поєднання законодавчих актів і технічних стандартів. Ключову роль відіграє Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» № 2118-VIII, який закладає принципи впровадження системи енергетичної сертифікації та моніторингу споживання енергоресурсів. Його положення спрямовані на запровадження єдиних підходів до оцінювання енергетичних характеристик будівель на всіх етапах їх життєвого циклу — від проєктування до експлуатації.

Технічна реалізація вимог законодавства забезпечується через систему державних будівельних норм. Зокрема, ДБН В.2.6-31:2021 регламентує вимоги до теплової ізоляції та встановлює граничні показники енергоспоживання будівель залежно від їх типу та призначення. Паралельно застосовуються положення ДБН В.1.2-11:2021, які визначають загальні принципи забезпечення енергоефективності під час проєктування та експлуатації будівельних об'єктів.

У наукових дослідженнях останніх років спостерігається зміщення акцентів від розгляду окремих технічних рішень до системного аналізу будівлі як єдиного енергетичного об'єкта. У такій моделі енергоспоживання розглядається як результат взаємодії трьох основних складових: теплотехнічних властивостей конструкцій, ефективності інженерних систем та режиму експлуатації будівлі. Це дозволяє більш точно визначати причини перевитрат енергії та формувати комплексні заходи з їх зменшення.

Окремий блок досліджень присвячений модернізації інженерної інфраструктури будівель. Найбільший вплив на рівень енергоспоживання мають системи опалення, вентиляції та гарячого водопостачання, оскільки саме вони забезпечують базові умови комфорту. У цьому контексті активно розглядається

					<i>КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.01</i>	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

впровадження автоматизованих систем регулювання, які дозволяють адаптувати роботу обладнання до фактичного навантаження та зменшувати непродуктивні витрати енергії.

Важливою тенденцією є розвиток концепції енергоефективних та майже нульових енергетичних будівель (NZEB). Вона передбачає зменшення залежності від зовнішніх енергоресурсів за рахунок підвищення якості теплоізоляції, оптимізації інженерних систем та використання альтернативних джерел енергії. У рамках цього підходу активно досліджуються питання енергетичного моделювання та цифрового моніторингу будівель.

Практичний досвід проведення енергоаудитів житлових об'єктів свідчить, що втрати енергії, як правило, мають комплексний характер. Вони виникають не через один недолік, а внаслідок сукупності факторів: недостатнього утеплення зовнішніх огорожень, зношеності віконних і дверних конструкцій, розбалансованості систем опалення, теплових втрат у мережах та відсутності ефективного управління споживанням ресурсів.

Узагальнюючи сучасні підходи, можна зазначити, що підвищення енергоефективності житлових будівель в Україні розглядається як багаторівнева задача, яка поєднує нормативне регулювання, інженерну модернізацію та оптимізацію експлуатаційних режимів. Саме інтеграція цих напрямів дозволяє досягти стійкого зниження енергоспоживання та підвищення загальної ефективності житлового фонду.

1.3. Експлуатаційні режими готелю

Функціонування готельних комплексів супроводжується постійним використанням значних обсягів енергетичних ресурсів, що обумовлено специфікою їх експлуатації та необхідністю безперервного забезпечення комфортних умов для проживання гостей. На відміну від звичайних житлових будинків, готелі працюють у режимі цілодобового обслуговування, тому інженерні системи будівлі перебувають у постійному робочому стані незалежно від часу доби чи сезону. Такий характер використання приміщень формує

					<i>КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.01</i>	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

підвищене навантаження на системи теплопостачання, електропостачання, вентиляції, кондиціонування та водозабезпечення.

Обсяг споживання енергії у готельних будівлях визначається низкою взаємопов'язаних факторів. Вагоме значення мають архітектурно-конструктивні характеристики об'єкта, зокрема рівень теплоізоляції фасадів, стан зовнішніх стін, покрівлі, перекриттів, а також технічні параметри світлопрозорих конструкцій. Якщо огорожувальні елементи мають недостатній опір теплопередачі або втратили свої експлуатаційні властивості внаслідок фізичного зношення, це спричиняє значне збільшення теплових втрат і, відповідно, підвищує потребу у додаткових витратах енергії для підтримання нормативної температури всередині будівлі.

Суттєвий вплив на ефективність енергоспоживання має технічний стан інженерного обладнання. У більшості готелів найбільшу частку витрат формують системи опалення та гарячого водопостачання, оскільки забезпечення комфортного мікроклімату є однією з основних вимог до якості готельного сервісу. За відсутності сучасних систем автоматичного регулювання, балансування теплових мереж і контролю споживання ресурсів значна кількість енергії витрачається нераціонально. Додатковими чинниками перевитрат можуть бути застарілі котельні установки, зношені трубопроводи, недостатня ізоляція інженерних комунікацій та неефективне освітлювальне обладнання.

Особливістю готелів є змінний рівень експлуатаційного навантаження залежно від сезонності та ступеня заповнення номерного фонду. У періоди активного туристичного потоку суттєво зростає інтенсивність використання гарячої води, електроприладів, вентиляційних систем та обладнання громадських зон. Значне навантаження створюють кухонні приміщення, пральні комплекси, ліфтове господарство, системи кондиціонування та інші елементи сервісної інфраструктури. При цьому навіть за часткової заповненості будівлі окремі інженерні системи продовжують функціонувати практично в повному обсязі, що негативно впливає на загальний рівень енергоефективності об'єкта.

					<i>КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.01</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		16

Окремою проблемою для готельних споруд є забезпечення якісного повітрообміну. Через постійне перебування значної кількості людей у житлових та громадських приміщеннях виникає необхідність підтримання стабільних параметрів мікроклімату та нормативного рівня вологості. Недостатня ефективність вентиляційних систем може призводити до накопичення вологи, появи конденсату та погіршення санітарно-гігієнічного стану приміщень. У довгостроковій перспективі це спричиняє передчасне старіння оздоблювальних матеріалів, розвиток біологічних ушкоджень конструкцій і зниження експлуатаційної надійності будівлі.

Сучасні готелі також характеризуються значним рівнем електричного навантаження, що пов'язано з активним використанням електронної та побутової техніки. У номерному фонді та громадських просторах одночасно експлуатуються системи освітлення, кондиціонування, телевізійне обладнання, холодильники, комп'ютерна техніка, електрочайники та інші електроспоживачі. За умови високої інтенсивності використання це суттєво збільшує витрати електроенергії та створює додаткове навантаження на внутрішні мережі електропостачання.

Отже, експлуатація готельних будівель супроводжується складним і багатокомпонентним процесом споживання енергетичних ресурсів. Рівень енергоефективності таких об'єктів визначається не лише технічними характеристиками будівлі, але й особливостями організації її функціонування, станом інженерних систем та інтенсивністю використання приміщень. Саме тому підвищення енергоефективності готелів потребує комплексного підходу, який передбачає модернізацію конструктивних елементів, удосконалення інженерного обладнання та впровадження сучасних систем управління енергоспоживанням.

Практика енергоаудиту готельних підприємств показує, що їхнє енергоспоживання має складну багаторівневу структуру, яка не зводиться лише до витрат на опалення. У реальних умовах експлуатації значну частку енергоресурсів формують системи вентиляції та кондиціонування повітря,

					КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.01	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		17

гаряче водопостачання, електричне освітлення, а також робота численного допоміжного та сервісного обладнання. Саме тому оцінювання енергетичної ефективності готелю потребує комплексного підходу, який одночасно охоплює стан огорожувальних конструкцій, технічні параметри інженерних систем і фактичний режим експлуатації будівлі. Лише такий підхід дає змогу об'єктивно визначити реальний рівень енергоспоживання та виявити ключові джерела втрат ресурсів.

Характерною особливістю готельних будівель є те, що підвищені витрати енергії зазвичай не пояснюються одним окремим недоліком. У більшості випадків надмірне споживання формується внаслідок одночасної дії кількох факторів. До них належать недостатній рівень теплозахисту зовнішніх конструкцій, зношені або негерметичні віконні та дверні блоки, неефективна або розбалансована робота системи опалення, втрати тепла в інженерних мережах, відсутність автоматизованого регулювання споживання ресурсів, застарілі підходи до організації освітлення, а також недостатній контроль за експлуатацією енергосистем з боку персоналу та користувачів.

У готельному господарстві така багатофакторність означає, що ізольоване вирішення однієї проблеми не дає відчутного ефекту з точки зору енергозбереження. Навіть за умови модернізації окремих елементів системи загальний рівень споживання може залишатися високим, якщо інші складові залишаються без змін. Саме тому аналіз енергетичного стану готелю повинен базуватися на одночасному вивченні будівельних конструкцій, інженерної інфраструктури та реальної моделі експлуатації номерного фонду і громадських зон.

Отже, енергоспоживання готельних будівель формується під впливом сукупності взаємопов'язаних конструктивних, технічних та експлуатаційних чинників. Це зумовлює потребу у глибокому техніко-економічному аналізі стану об'єкта, фактичних обсягів використання енергоресурсів і режимів роботи основних інженерних систем. Тільки комплексна діагностика дозволяє коректно визначити потенціал енергозбереження та сформулювати обґрунтований перелік

					КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.01	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		18

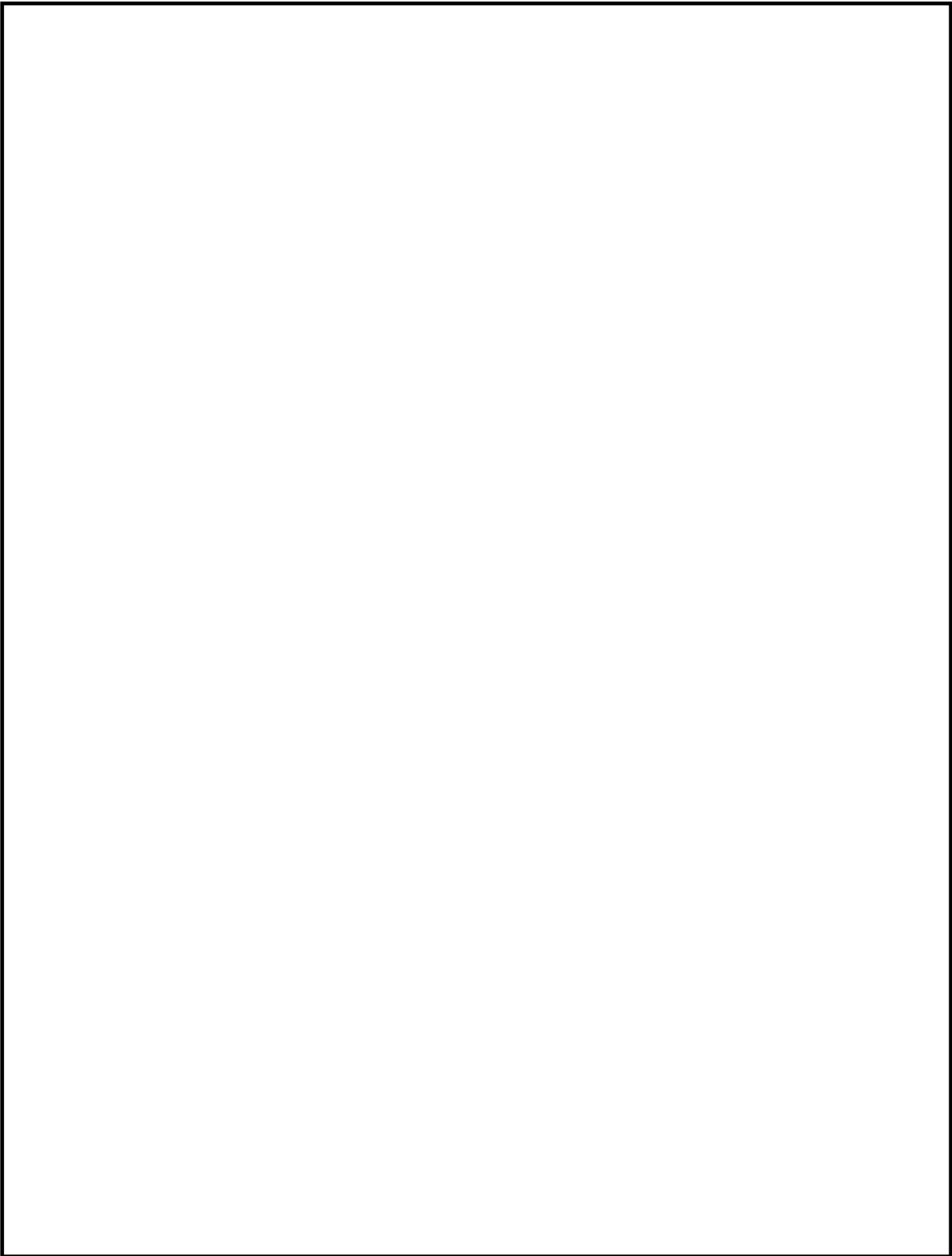
заходів, які є реально ефективними та придатними до впровадження в конкретному готельному підприємстві.

1.4. Висновки за розділом 1

У розділі розглянуто загальну характеристику будівлі готелю та фактори, що впливають на рівень її енергоспоживання. Встановлено, що через специфіку експлуатації готелі характеризуються значними витратами теплової та електричної енергії.

Проведений аналіз сучасного стану енергозбереження показав актуальність впровадження заходів з підвищення енергоефективності існуючих будівель. Розглянуті особливості експлуатаційних режимів готелів підтверджують необхідність комплексного підходу до оцінки їх енергетичних показників.

					<i>КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.01</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		19



					КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.02		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розділ 2		
Студент		Богачук К.О.					
Керівник		Коновалов Д.В.					
Консульт.					ХННІ НУК 20		
Зав.каф.		Кобалава Г.О.					

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

2.1.1 Стіни

Загальний стан стін будівлі представлено в табл. 2.1 і рис. 2.1.

Таблиця 2.1 Обстеження стін

Загальна оцінка існуючого стану				Задовільний				
Загальна площа, м ²				779,6				
Товщина стіни, м				0,43				
Конструкція стіни				Керамзитобетон 380 мм (густиною 1600 кг/м ³); Розчин цементно-піщаний 50 мм				
Наявність теплоізоляції				Відсутня				
Усереднений коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м ² ·К)				1,49				
Орієнтація	Пн	Пн-Сх	Сх	Пд-Сх	Пд	Пд-Зх	Зх	Пн-Зх
Площа стіни, м ²	327,0	—	87,4	—	277,8	—	87,4	—
Конструкція цоколю				з/б блоки				



Рисунок 2.1 Загальний вигляд стін будівлі

Стан стін будівлі – задовільний. Очевидних пошкоджень зовнішнього фасаду немає. Однак їхні теплофізичні властивості не відповідають діючим будівельним стандартам та нормам. Коефіцієнт теплопередачі значно перевищує нормативний. Усереднений коефіцієнт теплопередачі стін становить 1,49 Вт/(м²·К). Через низькі показники теплопровідності стін відбуваються значні тепловтрати, що призводить до перевитрат енергії на опалення будівлі. Будівля готелю потребує утеплення стін. Загалом зовнішні стіни будівлі знаходяться в задовільному стані та придатні до термомодернізації.

Фундамент будівлі знаходиться в задовільному стані. Під час проведення обстеження не виявлено пошкоджень чи тріщин у фундаменті будівлі. Було помічено замокання цоколю через відсутність системи відведення водостічних труб. В цілому покриття в задовільному стані, є незначні пошкодження та має ознаки просідання покриття, що примикає до цоколю.

2.1.2 Вікна

Загальний стан вікон будівлі представлено в табл. 2.2-2.3 і на рис. 2.2.

Таблиця 2.2 Обстеження вікон

Загальна оцінка існуючого стану	Задовільний
Загальна площа, м²	191,4
Тип матеріалу	Дерево та ПВХ
Тип рами/коробки	Профіль ПВХ або дерев'яні рами
Тип засклення	Ззас – потрійне засклення, 2зас – подвійне засклення
Усереднений коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²·К)	1,86

Таблиця 2.3 Обстеження вікон

Орієнтація	Розмір (a x b)	Площа вікна	Кількість	Загальна площа	Тип матеріалу	Формула склопакету	Тип засклення	$U_{пр}$ Вт/(м²·К)
-	м	м²	шт.	м²	(Д, П,..)		1,2,3 зас	
Північ	1,0x1,5	1,5	28	42	Дерево	-	2	2,71
Північ	1,0x1,5	1,5	8	12	ПВХ	4i-10Arg-4- 10Arg-4i	3	1,1
Північ	0,8x1,5	1,2	6	7,2	ПВХ	4i-16Arg-4i	2	1,42
Південь	1,1x1,5+ 0,8x2,1	3,33	18	59,96	ПВХ	4i-16Arg-4i	2	1,56
Південь	2,0x1,5	3,0	9	27	ПВХ	4i-16Arg-4i	2	1,87
Південь	1,6x1,5	2,4	18	43,2	ПВХ	4i-16Arg-4i	2	1,72

78% світлопрозорих конструкцій у будівлі - металопластикові. Дерев'яні і металопластикові вікна та балконні блоки номерів з подвійним склопакетом з енергозберігаючим покриттям не відповідають діючим нормативам. Лише 8 вікон з потрійним склопакетом 4i-12Arg-4-12Arg-4i, які відповідають діючим нормативам. Вікна сходових клітин МЗК мають двокамерні склопакети типу 4i-16-4i з низькоемісійним покриттям, заповнені аргоном та 5 камерною пластиковою рамою, товщиною 60 мм, також не відповідають діючим нормам. Будівля має не засклені балкони. Усереднений коефіцієнт теплопередачі вікон становить 1,86 Вт/(м²·К).



Рисунок 2.2 Загальний вигляд вікон будівлі

2.1.3 Двері

Загальний стан дверей будівлі представлено в табл. 2.4-2.5 і на рис. 2.3.

					КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.02	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		23

Таблиця 2.4 Обстеження дверей

Загальна оцінка існуючого стану	Незадовільний
Загальна площа, м ²	19,8
Тип матеріалу	Метал
Варіант скління	–
Усереднений коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м ² ·К)	3,5

Таблиця 2.5 Обстеження дверей

Орієнтація	Розмір (а x b)	Площа двері	Кількість	Тип матеріалу	Тип рами	Тип заскління	U, Вт/(м ² ·К)
	м	м ²	шт.	(Д, П, М)	(О, Пд)	1,2зас	
Північ	3,0x2,2	6,6	3	Метал	–	–	3,5



Рисунок 2.3 Загальний вигляд дверей будівлі

Під'їзні двері металеві неутеплені. Стан дверей – задовільний. Металеві двері мають високий рівень теплопередачі, за рахунок відсутності будь-якого утеплення, нещільності прилягання, що призводить до інфільтрації повітря та витрат теплоти. Усереднений коефіцієнт теплопередачі дверей становить 3,5 Вт/(м²·К). Теплофізичні властивості дверей не відповідають діючим будівельним стандартам та нормам.

					КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.02	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

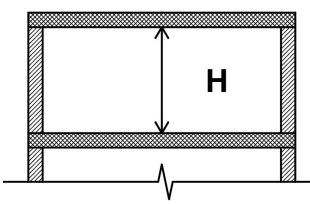
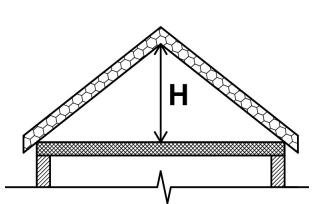
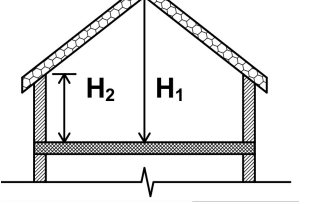
2.1.4 Горище та покриття будівлі

Загальний стан горища та покриття будівлі представлено в табл. 2.6-2.7 і на рис. 2.4.

Таблиця 2.6 Обстеження горища та покриття будівлі

Загальна оцінка існуючого стану	Задовільний
Загальна площа, м ²	505,1
Тип горища	Неопалюване
Висота горища, м	–
Конструкція перекриття між останнім поверхом і горищем	Залізо-бетонні панелі 220 мм; мінеральна вата зі шпательного волокна 100 мм; цементна стяжка 50 мм
Конструкція покриття	–
Тип даху	Двоскатний
Наявність теплоізоляції	Присутня (мінеральна вата)
Усереднений коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м ² ·К)	0,48

Таблиця 2.7 Обстеження горища та покриття будівлі

Тип даху K1	Тип даху K2	Тип даху K3	Тип даху K4
Дах безпосередньо над опалюваним приміщенням			

Дах двоскатний з неопалювальним горищем (K3). Горище холодне, плита перекриття залізобетонна має утеплення з мінеральної вати зі шпательного волокна. Покриття даху в задовільному стані. Усереднений коефіцієнт теплопередачі даху становить 0,48 Вт/(м²·К). Теплофізичні

властивості покриття горища не відповідають діючим будівельним стандартам та нормам.



Рисунок 2.4 Зовнішній вигляд горища будівлі

2.1.5 Підвал будинку та цокольне перекриття

Загальний стан підвалу та цокольного перекриття будівлі представлено в табл. 2.8-2.9 і на рис. 2.5.

Таблиця 2.8 Обстеження підвалу будинку та цокольного перекриття

Загальна оцінка існуючого стану	Задовільний
Загальна площа, м ²	505,1
Тип підвалу	Неопалюваний
Висота підвалу, м	2,70
Конструкція перекриття	залізобетон 220 мм; цементно-піщана стяжка 50 мм; гравій керамзитовий, густиною 300 кг/м ³ 50 мм
Наявність теплоізоляції	Присутня (гравій керамзитовий)
Усереднений коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м ² ·К)	0,4

Таблиця 2.9 Обстеження підвалу будинку та цокольного перекриття

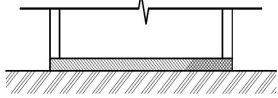
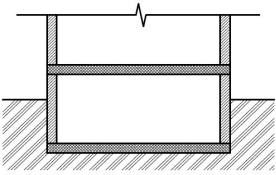
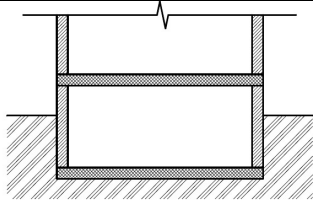
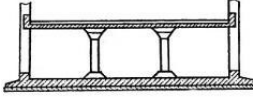
Тип підлоги Пл1 Плита на землі	Тип підлоги Пл2 Неопалюваний підвал	Тип підлоги Пл3 Опалюваний підвал	Тип підлоги Пл4 Перекриття над проїздами
			



Рисунок 2.5 Зовнішній вигляд підвалу будинку

Підвал знаходиться під всією будівлею готелю, де проходять комунікації опалення, побутова холодна вода, каналізація, електрика. Підвал неопалювальний (Пл2), плита перекриття залізобетонна має утеплення з гравію керамзитового. Покриття підлоги в задовільному стані. Усереднений коефіцієнт теплопередачі підлоги становить $0,4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Теплофізичні властивості цокольного перекриття не відповідають діючим будівельним стандартам та нормам.

2.1.6 Система опалення

Будівля готелю опалюється від власної газової котельні. Газова котельня по залежній схемі подає теплоносій до будівлі. Облік споживання газу ведеться газовим лічильником. Номінальна потужність котла 200 кВт. Котел

					КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.02	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		27

не конденсаційний. Стан котельні – задовільний. Регуляція подачі теплоносія здійснюється виключно в ручному режимі. Погодозалежна автоматика на котельні відсутня. Відповідно забезпечити якісну регуляцію теплоносія в будівлі неможливо. Система розподілу однотрубна. Відсутні автоматичні балансувальні клапани на стояках системи опалення і терморегулятори на приладах опалення. Загальний стан системи опалення будівлі представлено в табл. 2.10.

Таблиця 2.10 Система опалення

В дії, починаючи з	1982
Стан системи опалення	Задовільний
Джерело теплопостачання	Власна котельня на природному газі, котел не конденсаційний, потужність 200 кВт
Тип постачання	Централізоване
Енергоносії у джерелі теплоносія	Природний газ
Регулювання температури теплоносія у системі	Ручне, відбувається в котельні
Тип системи розподілу	Однотрубна
Матеріал труб	Пластик
Гідравлічне балансування системи	Система розбалансована
Теплоносій	Вода
Автоматичні балансувальні клапани на стояках системи опалення	Відсутні
Прилади опалення	Радіатори металеві
Стан теплової ізоляції	Відсутня
Термостатичні регулятори	Відсутні
Відповідність опалюваної площі будівлі проекту	Відповідає

2.1.7 Система гарячого водопостачання

У будівлі центральне гаряче водопостачання, що генерується в котельні. Гаряче водопостачання для готелю забезпечується газовим котлом. Котел не конденсаційний. Стан котла – задовільний. Облік споживання газу ведеться газовим лічильником. Регуляція подачі теплоносія здійснюється виключно в ручному режимі. Трубопроводи утеплені. Стан утеплювача задовільний. Загальний стан системи опалення будівлі представлено в табл. 2.11.

Таблиця 2.11 Система гарячого водопостачання

В дії, починаючи з	1982
Стан системи гарячого водопостачання	Задовільний
Джерело теплопостачання	Забезпечується газовим котлом
Тип постачання	Централізоване
Енергоносії у джерелі теплоносія	Природний газ
Розташування трубопроводів та їх теплоізоляція	Теплоізовані стандартно
Розташування циркуляційного трубопроводу	В опалюваній частині будівлі
Індивідуальні прилади/водопідігрівачі	Відсутні

2.1.8 Система вентиляції

У будівлі готелю наявна лише природня система вентиляції, принцип роботи якої базується на інфільтрації та відкриванні вікон для провітрювання приміщення, що є досить не економічним та призводить до значних тепловтрат. Загальна система вентиляції у будинку – природня із каналами. Канали системи вентиляції у задовільному стані. Крім цього в санвузлах, пральнях та душових відсутні витяжні вентилятори.

2.1.9 Система освітлення

У готелі встановлено частково LED освітлення і лампи розжарювання (прийнято). Облік споживання електричної енергії на освітлення ведеться лічильником. Аварійне освітлення та системи акумуляції не передбачені.

					КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.02	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

2.2. Визначення приведенного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій

Теплотехнічні показники оболонки будівлі представлено в табл. 2.12.

Таблиця 2.12 Теплотехнічні показники оболонки будівлі

Показники	Позначення і розмірність показника	Нормативне значення показника	Розрахункове (значення після модернізації)	Фактичне значення показника
Приведений опір теплопередачі огорожувальних конструкцій	$R_{\Sigma \text{ пр}}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$			
стіни	$R_{\Sigma \text{ пр} \cdot \text{с}}$	4,0	4,0	0,67
вікон і балконних дверей	$R_{\Sigma \text{ пр} \cdot \text{в}}$	0,9	0,9	0,54
вхідних дверей і воріт	$R_{\Sigma \text{ пр} \cdot \text{д}}$	0,7	0,7	0,29
горищних перекриттів (холодних горищ)	$R_{\Sigma \text{ пр} \cdot \text{хг}}$	6,0	5,42	2,08
перекриттів над неопалюваними підвалами та підпіллями	$R_{\Sigma \text{ пр} \cdot \text{нп}}$	5,0	4,72	2,5

2.3. Визначення річних витрат енергії

Розрахункове енергоспоживання будівлі – енергоспоживання будівлі з урахуванням реальних умов експлуатації будівлі. Виміряне енергоспоживання – фактично спожита енергія згідно з показами лічильників. При розрахунку базового енергоспоживання для наведених нижче параметрів введені значення не повинні бути нижчими за проєктні/нормативні значення:

- температура повітря в будівлі;
- кратність повітрообміну;
- час роботи (інженерних систем);
- освітлення (відновлення/підвищення рівня освітлення).

Якщо реальне значення цих параметрів нижче, використовуємо проєктне/нормативне значення для розрахунку «Базової лінії», а якщо реальне значення вище, то використовуємо останнє. Для всіх інших параметрів вводимо фактичні значення. Тобто в базовій лінії враховується дотримання нормативного температурного режиму в приміщенні, робота системи вентиляції, яка повинна забезпечувати нормативний повітрообмін, та система ГВП з урахуванням споживання гарячої води протягом всього року. Значення споживання енергоносіїв після виконання термомодернізації будівлі є розрахунковим.

Таблиця 2.13 Фактичні тепловитрати

Опалювальний сезон	Витрати газу, м³/рік	Тепловитрати, кВт·год/рік	Питомі тепловитрати, кВт·год/рік·м²
2022-2023	16850,00	176925,00	116,78
2023-2024	18021,00	189220,50	124,90
2024-2025	18092,00	189966,00	125,39

2.4. Визначення теплових витрат через огорожувальні конструкції будівель

Теплові втрати визначалися диференційовано для кожного виду огорожувальних конструкцій із розподілом за орієнтацією фасадів відносно сторін світу. Такий підхід дозволив врахувати просторову неоднорідність теплового балансу будівлі та більш точно ідентифікувати зони з підвищеними енергетичними втратами.

З метою кількісної оцінки ефективності окремих ділянок огорожувальної оболонки було введено питомий показник f , який визначається як відношення втрат теплової енергії на конкретній ділянці до її площі. Фактично цей коефіцієнт характеризує інтенсивність тепловтрат через 1 м² конструкції, що дає змогу порівнювати різні елементи будівлі незалежно від їх розмірів. Результати розрахунків узагальнені в таблиці 2.14.

Таблиця 2.14 Тепловитрати через огорожувальні конструкції

Огороджувальна конструкція	Теплові витрати, кВт/м ²
Зовнішні стіни	235,03
Вікна	293,39
Двері	552,09
Дах	75,73
Підлога	63,09

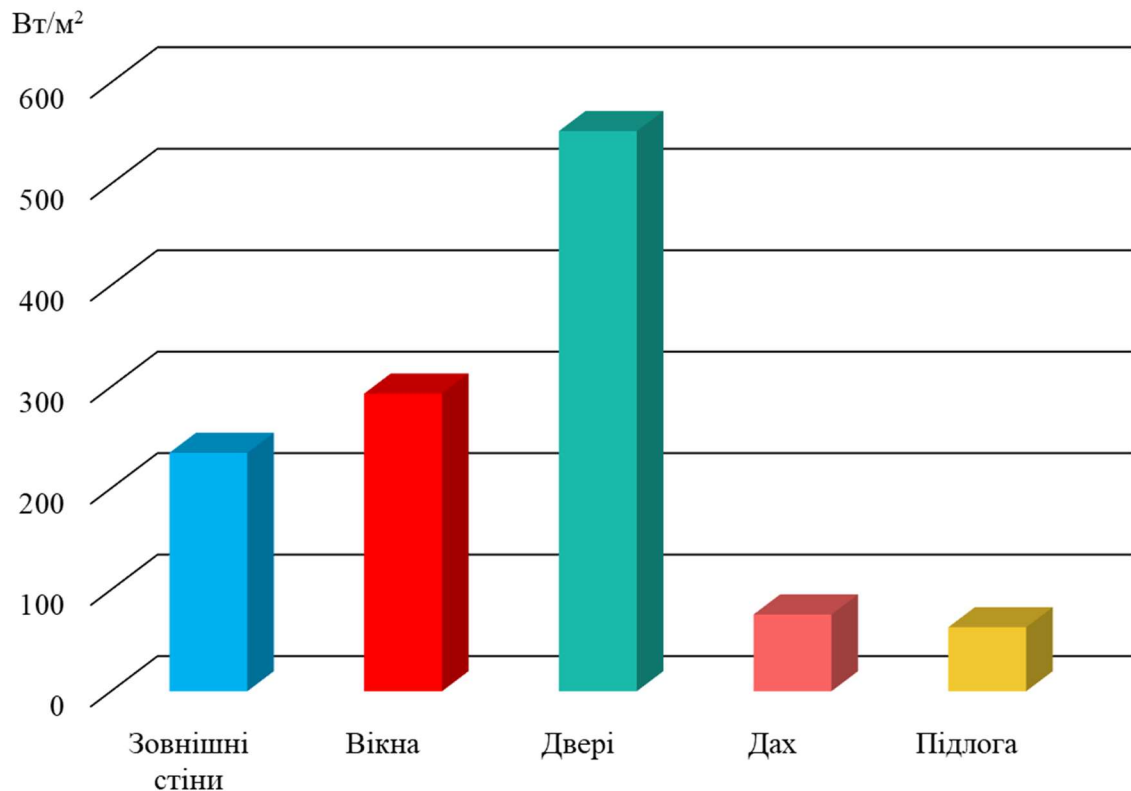


Рис. 2.6. Коефіцієнт теплопередачі трансмісією для окремих огорожувальних конструкцій

Отримані значення питомих тепловтрат свідчать про нерівномірний розподіл енергетичних втрат по огорожувальних конструкціях. Найбільш проблемними з точки зору енергоефективності є зовнішні стіни, віконні блоки, покрівля та входні двері, що вказує на необхідність першочергового підвищення їх теплозахисних характеристик.

2.5. Аналіз витрат тепла через огорожувальні конструкції

За результатами виконаних попередніх розрахунків слід побудувати кругову діаграму, наведену на рис. 2.7, а також сформулювати та доповнити зведену таблицю теплових втрат (табл. 2.15).

Таблиця 2.15 Теплові втрати будівлі

1) Витрати тепла шляхом теплопередачі, кВт	
- зовнішні стіни	183230,59
- вікна	56155,38
- двері	10931,37
- дах	38251,91
- підлога	31869,76
Σ	320439,00
2) Витрати тепла шляхом інфільтрації, кВт	
Σ	27486,00
Сумарні витрати тепла	347925 кВт

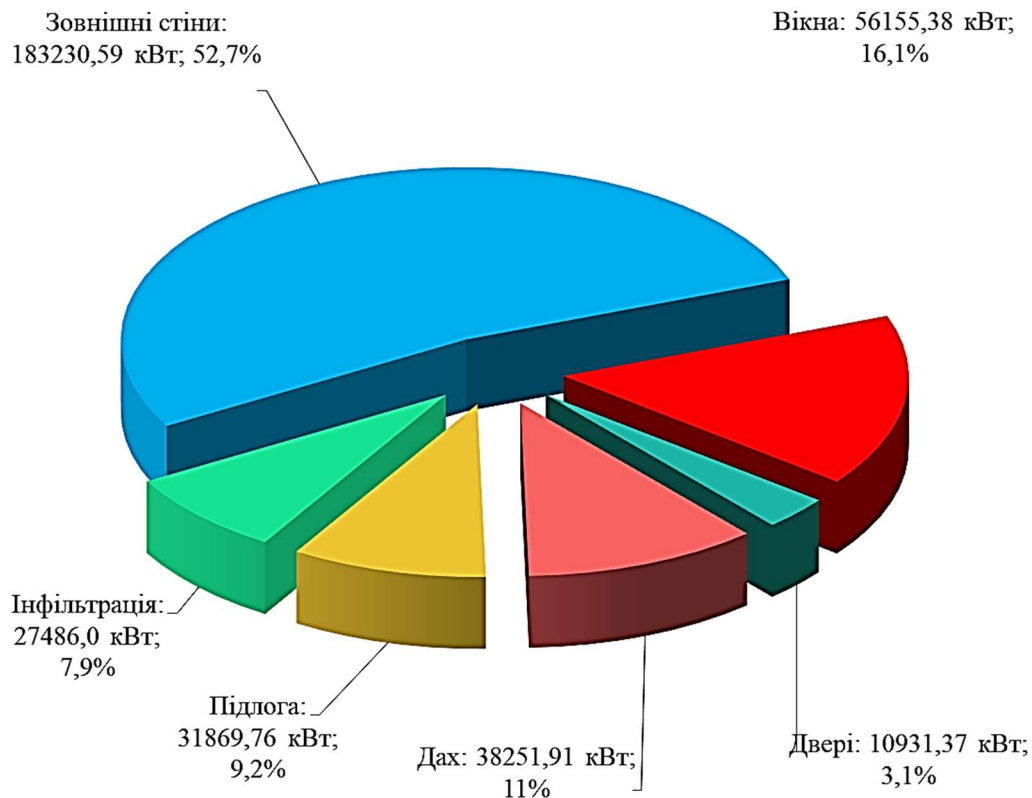


Рис. 2.7 Розподіл існуючих теплових втрат в корпусі будівлі

Аналіз структури загальних тепловтрат будівлі показує, що найбільша частка припадає на зовнішні стіни - 52,7 %. Далі за обсягом втрат йдуть вікна, через які втрачається 16,1 % теплової енергії. Покрівля забезпечує близько 11 % загальних втрат, підлога – 9,2 %, тоді як частка входних дверей є мінімальною і становить приблизно 3,1 %.

Розрахунок економії виконується на основі базової лінії споживання енергоресурсів, після чого визначається клас енергоефективності будівлі згідно з даними, наведеними в таблицях 2.16–2.17.

Таблиця 2.16 Енергетичні показники (кВт·год на рік)

Енергетичний бюджет – енергетичний аудит			
Стаття бюджету	До енергоефективних заходів (ЕЕ)		Після ЕЕ і реновації
	Виміряне	Базова лінія	
	кВт·год/рік		
Опалення	185371	347925	75129
Охолодження	–	25956	10296
ГВП	–	75529	75529
Освітлення та інше	33911	25912	10130
Всього	219282	475322	171084

Таблиця 2.17 Питомі енергетичні показники (кВт·год/м² на рік)

Енергетичний бюджет – енергетичний аудит			
Стаття бюджету	До енергоефективних заходів (ЕЕ)		Після ЕЕ і реновації
	Виміряне	Базова лінія	
	кВт·год/м² рік		
Опалення	122,36	229,59	49,58
Охолодження	–	17,13	6,79
ГВП	–	49,84	49,84
Освітлення та інше	22,38	17,1	6,68
Всього	144,74	313,66	112,9
Клас енергоефективності	–	G	B

Комплексне зіставлення отриманих результатів дозволяє зробити висновок, що заходи з підвищення енергоефективності повинні насамперед бути спрямовані на утеплення та модернізацію конструкцій, які формують найбільшу частку теплових втрат, оскільки саме вони визначають загальний рівень енергоспоживання будівлі.

2.6. Висновки за розділом 2

У розділі виконано аналіз ефективності використання теплової енергії в будівлі готелю. Проведено розрахунок теплових втрат через огорожувальні конструкції та втрат, пов'язаних з інфільтрацією зовнішнього повітря. Визначено приведений опір теплопередачі основних огорожувальних елементів та здійснено оцінку їх відповідності чинним нормативним вимогам.

На основі отриманих результатів розраховано річне споживання теплової енергії та встановлено структуру теплових втрат будівлі. Аналіз показав, що найбільші втрати тепла припадають на зовнішні огорожувальні конструкції, які потребують підвищення теплозахисних характеристик.

Отримані результати дозволили визначити основні джерела нераціонального використання енергії та сформулювати підґрунтя для розроблення ефективних заходів з термомодернізації будівлі і зниження експлуатаційних витрат.

					КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.02	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		35

					КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.03			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розділ 3	Літ.	Арк.	Аркушів
Студент		Богачук К.О.						
Керівник		Коновалов Д.В.						
Консульт.								
Зав.каф.		Кобалава Г.О.				ХННІ НУК		
								36

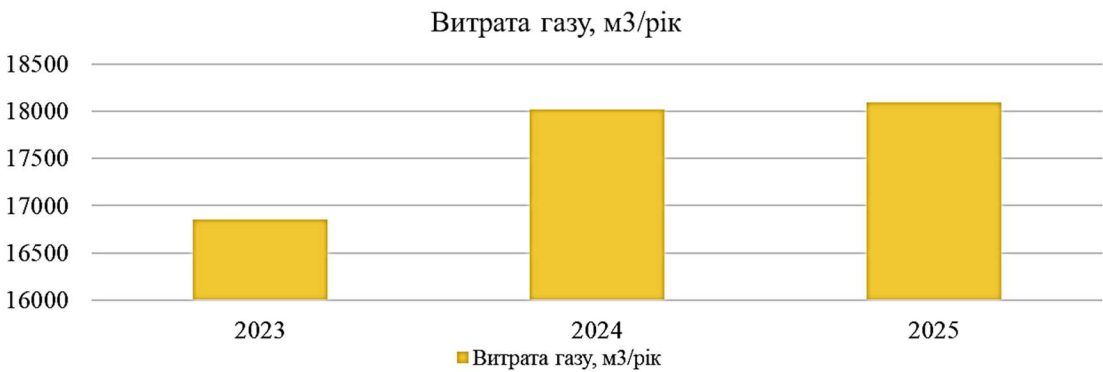
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ДЛЯ
ОБ’ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Аналіз фактичних витрат енергоносіїв при експлуатації будівлі

Аналіз використання паливо-енергетичних ресурсів та холодної води за останні 3 роки та визначення рівня споживання паливно-енергетичних ресурсів наведені в табл. 3.1-3.2 та рис. 3.1-3.2.

Таблиця 3.1 Витрати енергоресурсів

Рік	Електроенергія, кВт·год/рік	Теплова енергія (газ) м³/рік	Холодна вода, м³/рік
2023	31972	16850	1639
2024	35167	18021	1733
2025	34595	18092	1745
Всього	101734	52963	5117
Середнє значення	33911	17654	1706



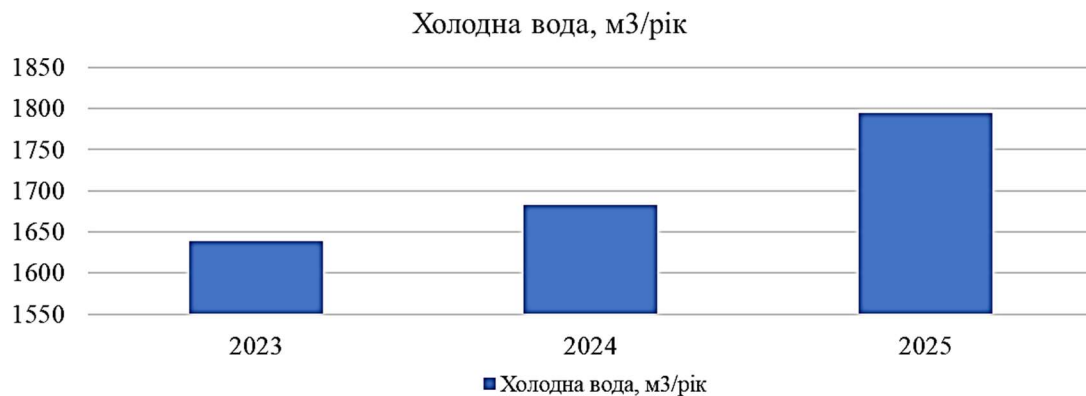


Рис. 3.1 Витрати енергоресурсів

Таблиця 3.2 Видатки на енергоресурси

Рік	Електроенергія	Тепло (газ)	Холодна вода
	грн	грн	грн
2023	143874	278868	79295
2024	193419	298248	96961
2025	224868	325656	109115
Середнє значення	187387	300924	95124

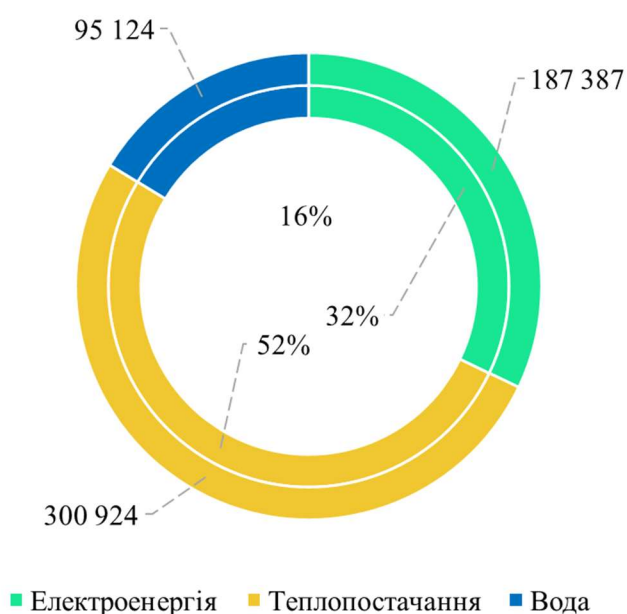


Рис. 3.2 Видатки на енергоносії за останні три роки (середнє значення)

Оцінювання витрат на енергетичні ресурси показало суттєву нерівномірність їх розподілу. Найбільше фінансове навантаження пов'язане із забезпеченням потреб будівлі в тепловій енергії, виробництво якої здійснюється за рахунок споживання природного газу (52%).

Порівняльний аналіз показників за попередні періоди засвідчив стійку тенденцію до збільшення експлуатаційних витрат на енергозабезпечення об'єкта. Основним чинником такого зростання є систематичне підвищення тарифів на енергетичні ресурси. Додатковий вплив на формування цінової політики в енергетичній галузі мають наслідки воєнних дій, зокрема пошкодження об'єктів генерації та передачі енергії. За таких умов існують обґрунтовані підстави очікувати подальшого зростання вартості енергоносіїв, що може призвести до збільшення фінансових витрат на утримання будівлі в наступні роки.

3.2. Розробка заходів з енергозбереження

Для підвищення енергоефективності будівлі рекомендовано такі заходи:

1. Комплекс робіт із теплоізоляції та улаштування огорожувальних конструкцій:

- утеплення стінових конструкції мінераловатним утеплювачем товщиною 150 мм (система скріпленої теплоізоляції);
- утеплення перекриття над останнім поверхом мінераловатним утеплювачем товщиною 150 мм;
- утеплення перекриття над підвалом мінераловатним утеплювачем товщиною 100 мм;

- утеплення цоколю мінераловатним утеплювачем товщиною 100 мм.

2. Комплекс робіт із заміни старих дерев'яних вікон та дверей:

- заміна існуючих вікон на сучасні, з двокамерними склопакетами, які задовольняють вимогам нормативних документів;

- заміна всіх металевих дверей на нові металопластикові.

3. Заходи з підвищення енергоефективності інженерних систем будівлі:

- встановлення або модернізація індивідуального теплового пункту;
- промивка існуючої системи опалення та теплоізоляція трубопроводів;

					КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.03	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		39

- встановлення автоматичних терморегуляторів на опалювальних приладах;
- встановлення модернізованих автоматичних балансувальних клапанів на стояках з функціями обмеження максимальної витрати теплоносія і обмеження температури теплоносія на виході зі стояків.

4. Модернізація системи вентиляції:

- встановлення у віконні конструкції щілинних провітрювачів (віконні провітрювачі) у відкриваючу стулку вікна та решітки в нижню частину дверей;
- встановлення настінних вентиляторів підвищеної продуктивності з датчиками вологості та таймерами затримки в туалетних кімнатах (санвузлах).

5. Модернізація системи освітлення:

- повна заміна всіх освітлювальних приладів, в яких в якості джерела світла використовуються лампи розжарювання на нові сучасні світильники з енергоефективними LED лампи.

1. Комплекс робіт із теплоізоляції та улаштування зовнішніх стін

Одним з найбільш поширених і економічних методів утеплення фасаду вважається так званий “мокрий фасад”. В якості утеплювача застосовуються мінераловатні і полімерні плити. На поверхню теплоізоляції наноситься тонкий шар штукатурки. Штукатурний склад для таких систем має бути з високою паропроникністю. Функцію кріплення виконує клей та спеціальні дюбелі. Товщина сітки та розміри її осередків підбираються проектувальниками в залежності від товщини штукатурки та поверховості будівлі. Кріплення дюбелями забезпечує необхідну рухливість плит щодо стіни, що запобігає деформації утеплювача і штукатурного шару при температурних коливаннях.

Характеристики матеріалів для утеплення фасаду методом «мокрого фасаду»:

- теплопровідність мінеральної вати для утеплення фасаду будівлі повинна бути не більше $\lambda=0,045$ Вт/м·К (наприклад, ТЕХНОІКОЛЬ).
- Щільність мінеральної вати повинна бути не менше 115 кг/м³

					КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.03	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		40

- армуюча сітка – щільністю не менше 160 г/м²
- дюбель з термоголовкою довжиною – не менше 280 мм.

В результаті утеплення плитами товщиною 150 мм очікуваний коефіцієнт теплопередачі U, Вт/м²К становитиме 0,25 Вт/м²К.

Перед роботами з утеплення фасаду та цоколю необхідно демонтувати з фасаду заземлення та деякі мережі (інтернет, кабелі антени телебачення тощо).

У рамках робіт з утеплення фасадів необхідно передбачити нові віконні відливи, оскільки ширина виступаючої частини існуючих відливів менша за товщину майбутнього утеплювача для фасаду будівлі. Перед встановленням нових відливів необхідно обробити підвіконня двома шарами обмазувальної гідроізоляції та здійснити додаткову герметизацію монтажного шву між віконною конструкцією та стіною монтажною піною або здійснити утеплення мінераловатним утеплювачем.

У рамках робіт з утеплення фасадів, необхідно здійснити утеплення зовнішніх віконних відкосів. Зовнішні відкоси мають бути утеплені мінеральною ватою та закривати 50% ширини віконної коробки (але не менше 3 см). У місцях, де немає можливості утеплити зовнішні відкоси мінеральною ватою (через неправильно здійснений монтаж вікон, використати теплі штукатурки, на основі перліту. Інвестиції та економія пораховані за варіантом утеплення стін методом Мокрого фасаду та включають утеплення віконних відкосів.

2. Комплекс робіт із теплоізоляції та улаштування плит перекриття підвалу

Для зменшення тепловтрат через перекриття плит підвалу пропонується виконати утеплення стелі техпідпілля. Як матеріал для утеплення пропонується використовувати мінеральну вату товщиною 100 мм. Перед утепленням стелі техпідпілля слід попередньо підготувати поверхню, очистити її від сміття, пилу. При необхідності видалити виступаючі частини, а також виконати ремонт плит перекриття, якщо є пошкодження або руйнування плит.

					КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.03	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		41

Методика робіт з утеплення перекриття техпідпілля схожа з методикою утеплення фасаду будівлі за технологією «мокрого фасаду» з армуванням, тільки без фінішної обробки у вигляді декоративної штукатурки або декоративного фарбування.

Основний утеплювач - мінеральна вата з теплопровідністю не більше 0,045 Вт/м·К (наприклад, Rockwool) і з щільністю не менше 75 кг/м³. В результаті утеплення очікуваний коефіцієнт теплопередачі U Вт/м²·К становитиме 0,2 Вт/м²·К.

Нижню частину листів мінеральної вати слід армувати клеєм та фасадною сіткою з метою недопущення її замокання у підвалі.

3. Комплекс робіт із теплоізоляції та улаштування опалювальних та неопалювальних горищ (технічних поверхів) та дахів

Запропонована товщина ізоляції становить 150 мм за умови укладання утеплювача поверх існуючих шарів, що знизить коефіцієнт теплопередачі горищного перекриття до 0,16 Вт/м²К.

Система теплоізоляції має складатися з наступних шарів:

- 1) залізобетонна плита перекриття технічного поверху товщиною 220 мм (існуюча);
- 2) мінеральної вати зі шпательного волокна 150 мм (існуюча);
- 3) цементною стяжкою 50 мм (існуюча);
- 4) вирівнююча стяжка (за потреби) або геотекстиль щільністю не менше 100 кг/м² (у разі відсутності коштів на вирівнюючу стяжку);
- 5) пароізоляційна плівка з обов'язковим проклеюванням стиків двосторонньою клейкою стрічкою або бутил-каучуковою стрічкою;
- 6) мінеральна вата;
- 7) супердифузійна мембрана із проклеюванням швів бутил-каучуковим скотчем.

Вимоги до пароізоляційної плівки: щільність – мінімум 110 г/м², паропроникність - не менше 1,11 г/м²/24 год. Пароізоляційна плівка

					КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.03	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		42

з'єднується між собою бутил-каучуковою стрічкою, або двостороннім скотчем, згідно технічних карт багатьох виробників.

Далі накладають мінераловатний утеплювач, після якого виконують монтаж супердифузійної мембрани. Вимоги до мембрани: щільність – мінімум 115 г/м², паропроникність: не менше 1300 г/м²/24 год (наприклад Strotex). Супердифузійну мембрану необхідно проклеїти між собою лише бутил-каучуковою стрічкою, шириною не менше 20-25 мм, згідно технічних карт багатьох виробників. Всі стрічки та плівки мають укладатися з напусками на попередній шар не менше 100-150 мм або у відповідності до рекомендацій виробника. Відновлення вентиляційних каналів. Нарощування існуючих вентиляційних каналів.

4. Заміна або ремонт блоків віконних або/та блоків балконних дверних, утеплення і скління наявних балконів і лоджій

Прийнято виконати повну заміну всіх вікон. Встановлені металопластикові вікна мають низьку якість, такі віконні конструкції не відповідають державним будівельним вимогам. Окрім цього металопластикові вікна встановлено неякісно, безліч щілин та відкритих монтажних швів. Враховуючи постійно зростаючу вартість енергоносіїв, вбачаю за доцільне виконати заміну всіх вікон. Також під час утеплення фасаду необхідно виконати заробляння відкосів.

Під час заміни вікон необхідно слідкувати, щоб нові вікна відповідали наступним вимогам, а їх монтаж відбувався за наступною технологією.

Згідно вимог діючих нормативних, мінімально допустиме значення опору теплопередачі віконних конструкцій для житлових і громадських будівель $R_{q \min} = 0,9 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, $U=1,11 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$.

- Профіль вікна – багатокамерний, товщиною не менше 70 мм (наприклад REHAU Euro- Design 70)
- Склопакет – двокамерний, товщиною не менше 40 мм (4i-14Ar-4-14Ar-4i)

					КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.03	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Енергозберігаючі склопакети, в порівнянні з простими, дозволяють заощадити теплову енергію, яку випромінюють теплі поверхні усередині приміщення.

Установка вікна повинна включати в себе наступні види діяльності:

- Нанести шпателем закінчений шар (гладку поверхню) на уже існуючі стіни за допомогою, наприклад, армуючого шару будівельного розчину. Поверхня віконного отвору повинна бути згладжена (настільки точно, наскільки це можливо) і виконана таким чином, щоб забезпечити повну герметизацію;
- Установка нового вікна;
- Установка ущільнюючих стрічок (або водонепроникної мембрани) на внутрішньому та зовнішньому боці вікна;
- Установка зовнішнього підвіконня з торцевими кришками;
- Установка внутрішнього підвіконня.

Після монтажу вікон, слід особливу увагу приділити всім віконним відкосам та змонтувати якісні внутрішні та зовнішні віконні відкоси. Внутрішні відкоси мають бути зроблені зі штукатурної суміші та закривати 50% ширини віконної коробки (але не менше 3 см).

У зв'язку з заміною вікон буде досягнутий як позитивний результат – підвищення комфортної температури перебування у будівлі, так і негативний- знизиться рівень інфільтрації, а відповідно і повітрообмін в приміщенні, що може мати певні негативні наслідки. А саме конденсат на вікнах, недостатній повітрообмін в приміщенні, виникнення плісняви та грибка на відкосах. Тому необхідно дотримуватись мінімальних вимог з правильної експлуатації металопластикових вікон, а саме слідкувати за чистотою вентиляційних каналів природньої системи вентиляції та її функціонуванням, а в разі відсутності механічної системи вентиляції дотримуватись певних режимів провітрювання.

5. *Заміна або ремонт зовнішніх дверей або/та облаштування тамбурів зовнішнього входу*

					КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.03	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		44

У рамках даного заходу пропонується замінити всі металеві двері на нові металопластикові або металеві утеплені, які будуть відповідати вимогам по теплопровідності. Коефіцієнт теплопровідності нових дверей має бути не більше 1,42 Вт/м²К відповідно ДБН В.2.6-31:2021, загальною площею 39,6 м² у кількості 3 шт. На усі дверні конструкції необхідно встановити доводчики для зниження теплових втрат в будівлі. Крім цього рекомендується також встановити нові другі металопластикові двері на входах в будівлю в якості тамбурних.

При заміні всіх вхідних дверей необхідно приділити увагу дверним відкосам. Слід також приділити увагу вибору якісного доводчика (наприклад доводчики GEZE TS2000 V BC, або аналог) з ресурсом відкривань/закривань 500 000 циклів та гарантією на 3-5 років. У зв'язку з тим, що за один день двері відкриваються більше 1400 разів.

6. Встановлення або модернізація індивідуального теплового пункту (ІТП)

Необхідно встановити індивідуальний тепловий пункт з погодозалежним регулюванням для забезпечення ефективного та якісного регулювання подачі теплоносія та покращення мікроклімату в приміщеннях. Це допоможе уникнути додаткових втрат енергії і збільшить раціональність використання теплової енергії. Рекомендується впровадження автоматичного регулювання теплового навантаження шляхом облаштування індивідуального теплового пункту (ІТП). Основою ІТП є система автоматичного регулювання залежно від погоди, завдяки чому відбувається подача теплової енергії в систему, обсяг якої є необхідним на даний момент часу при конкретних погодних умовах.

До складу ІТП має входити: автоматична погодозалежна електронна система регулювання контурів опалення; циркуляційні насоси контурів опалення; контрольно-вимірювальні прилади; запірно-регулююча арматура; регулятор перепаду тиску; фільтри та інше.

					КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.03	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		45

Облаштувати ІТП слід на тепловому вводі, у технічному підпіллі з організацією бетонної підлоги. А також встановити балансувальні клапани та провести балансування нової системи опалення. Перед встановленням теплового пункту рекомендовано облаштувати місце під його встановлення - як мінімум влаштувати основу (бетонну платформу), на яку буде встановлено ІТП, а також провести туди комунікації, такі як інтернет та електроенергія. Встановити освітлення в зоні встановлення ІТП, а також на шляху до самого ІТП. Забезпечити можливість спуску води з системи опалення одразу в каналізацію, а також у разі аварійної ситуації має бути передбачена можливість відкачки води в каналізацію. При влаштуванні нової системи опалення передбачити балансувальні клапани на стояках та радіаторах системи опалення (наприклад Danfoss RA-DV або аналог).

7. Модернізація системи опалення

Пропонується замінити частково схему розподілу трубопроводів та виконати нову ізоляцію розподільчих трубопроводів системи опалення теплоізоляційними циліндрами з базальтового волокна. Вироби складаються із шару базальту та покрівельного слою алюмінієвої фольги, армованою скло сіткою. Теплопровідність матеріалу складає 0,035 Вт/м·°С. Теплову ізоляцію запірної арматури пропонується виконувати з того ж матеріалу. Необхідно продовжувати виконання гідропневматичної промивки системи опалення, що дозволить підтримувати ефективність роботи системи опалення впродовж всього строку служби.

Пропонується виконати встановлення автоматичних балансувальних клапанів на всіх стояках будівлі та виконати налагоджувальні роботи з балансування.

Пропонується встановити на опалювальних приладах термостатичні вентилі, що підтримували б температуру на рівні, що не перевищує норматив. В поєднанні з заходом, що направлений на зменшення тепловтрат через світлопрозорі конструкції це дозволить зменшити споживання теплової енергії на потреби опалення. При влаштуванні нової нової системи опалення

					КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.03	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		46

передбачити балансувальні клапани на радіаторах системи опалення (наприклад Danfoss RA-DV або аналог).

8. Модернізація системи вентиляції

Для покращення мікроклімату рекомендується облаштувати приміщення децентралізованими (локальними) або централізованими системами припливно-витяжної вентиляції з рекуперацією тепла, що дозволяє зменшити тепловтрати при провітрюванні приміщення на 70%.

Рекомендується здійснити першочергові заходи з відновлення існуючої природньої системи вентиляції шляхом її прочистки, відновлення каналів, та відкриття всіх вентиляційних отворів в житлових кімнатах. Крім цього рекомендується встановити у віконні конструкції щілинні провітрювачі у відкриваючу стулку вікна та решітки в нижню частину дверей, для припливу додаткового повітря та нормальної циркуляції повітря в приміщенні після утеплення. Всі вентиляційні канали мають бути виведені вище рівня покриття даху.

В туалетних кімнатах (санвузлах) встановити настінні вентилятори підвищеної продуктивності з датчиками вологості та таймерами затримки. Нижню частину дверей зробити з отворами для припливного повітря.



Рис. 3.3 Модернізація системи вентиляції

					КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.03	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		47

Захід з простої модернізації системи вентиляції вкрай обов'язковий у випадку термомодернізації будівлі та повного утеплення фасаду. В іншому випадку – процеси грибку та плісняви посиляться всередині будівлі через відсутність інфільтрації.

У разі наявності достатніх коштів на не енергоефективні заходи, рекомендуємо розробити техніко-економічного обґрунтування для вибору оптимальної схеми вентиляції з можливою рекуперацією тепла або без неї.

9. Модернізація системи освітлення

1 Варіант. Пропонується виконати лише заміну ламп розжарювання на нові LED лампи, шляхом вкручування в існуючі світильники нові LED лампи.



Рис. 3.4 Нові LED лампи

2 Варіант. Повна заміна всіх освітлювальних приладів (світильників) в яких в якості джерела світла використовуються лампи розжарювання на нові сучасні світильники з енергоефективними LED лампи.



Рис. 3.5 Нові сучасні світильники з енергоефективними LED лампи

Для більш ефективної експлуатації та продовження терміну роботи системи освітлення необхідно дотримуватися правил та рекомендацій щодо експлуатації системи освітлення та обладнання. У кімнатах з вологими процесами (туалети, душові, кухні) передбачити світлодіодні світильники з відповідним захистом не менше IP 65, стійкі до впливу пилу та вологи.

					КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.03	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		48

3.3. Оцінка витрат для запропонованих заходів

Проведена оцінка витрат для запропонованих заходів (табл. 3.3-3.8).

Таблиця 3.3. Розрахунок витрат на утеплення зовнішніх стін

Найменування робіт	Од. виміру	Кількість	Вартість, грн
Підготовка основи, ремонт локальних дефектів	комплекс	1	266982,83
Фасадна теплоізоляційна система з мінеральною ватою	м ²	779,6	2186987,04
Утеплення та опорядження відкосів	комплекс	1	295385,26
Армувальний шар, сітка, декоративне покриття	комплекс	1	414675,47
Проектні та супровідні роботи	комплекс	1	107421,40
Разом	-	-	3271452,00

Таблиця 3.4. Розрахунок витрат на утеплення покрівлі

Найменування робіт	Од. виміру	Кількість	Вартість, грн
Пароізоляція та підготовка основи	м ²	505,1	187933,20
Утеплювач покрівлі, 150 мм	м ²	505,1	847190,94
Геотекстиль, кріплення, допоміжні матеріали	комплекс	1	322171,20
Гідроізоляційна мембрана / покриття	м ²	505,1	465358,40
Технічний нагляд і резерв	комплекс	1	94733,25
Разом	-	-	1917387,00

Таблиця 3.5. Розрахунок витрат на утеплення перекриття над підвалом

Найменування робіт	Од. виміру	Кількість	Вартість, грн
Підготовка поверхні перекриття	м ²	505,1	183762,87
Теплоізоляційні плити / мінеральна вата	м ²	505,1	980068,64
Кріплення, захисний шар, опорядження	комплекс	1	603792,29

Найменування робіт	Од. виміру	Кількість	Вартість, грн
Додаткові та проєктні роботи	комплекс	1	99302,21
Разом	-	-	1866926,00

Таблиця 3.6. Розрахунок витрат на заміну дверей

Найменування робіт	Од. виміру	Кількість	Вартість, грн
Демонтаж існуючих дверей	комплект	1	34985,91
Нові утеплені зовнішні двері	м ²	39,6	233239,41
Монтаж, герметизація примикань та відкосів	комплекс	1	74136,81
Додаткові матеріали	комплекс	1	21024,87
Разом	-	-	363387,00

Таблиця 3.7. Розрахунок витрат на встановлення вікон

Найменування робіт	Од. виміру	Кількість	Вартість, грн
Демонтаж існуючих вікон	комплекс	1	162992,62
Нові вікна, підвіконня	м ²	191,4	1086617,46
Монтаж, герметизація примикань та відкосів	комплекс	1	345389,12
Додаткові матеріали	комплекс	1	97950,80
Разом	-	-	1692950,00

Таблиця 3.8. Укрупнений розрахунок вартості інженерних заходів

Захід	Основні складові	Вартість, грн
Встановлення ІТП	Автоматична погодозалежна система регулювання, циркуляційні насоси, контрольно-вимірювальні прилади, запірно-регулююча арматура, регулятор перепаду тиску, фільтри	1085536,00
Модернізація системи опалення	балансування, регулювання, обладнання, монтаж	769329,00
Модернізація системи вентиляції	Щілинні провітрювачі, настінні вентилятори, датчики вологості, таймери затримки, монтаж	475000,00
Модернізація системи освітлення	LED лампи, світильники	197400,00

Після впровадження рекомендованих заходів будівля буде мати клас енергоефективності - В (згідно ДБН В.2.6-31:2021). Комфортні умови в помешканні будуть відповідати нормативним (ДБН В.2.6-31:2021).

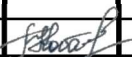
3.4. Висновки за розділом 3

У розділі проаналізовано фактичні обсяги споживання енергоресурсів під час експлуатації будівлі готелю та визначено основні напрямки підвищення її енергетичної ефективності. На підставі результатів енергетичного обстеження розроблено комплекс заходів, спрямованих на скорочення теплових втрат і зменшення споживання енергії.

Запропоновані заходи передбачають термомодернізацію огорожувальних конструкцій, підвищення ефективності інженерних систем та покращення теплозахисних характеристик будівлі. Для кожного заходу виконано оцінку необхідних інвестицій, що дозволило визначити їх економічну доцільність та перспективність впровадження.

Результати проведеного аналізу підтверджують, що реалізація запропонованих рішень сприятиме зниженню енергоспоживання, скороченню експлуатаційних витрат та підвищенню класу енергетичної ефективності будівлі.

					КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.03	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		51

					КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.04				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розділ 4				
Студент		Богачук К.О.							
Керівник		Коновалов Д.В.							
Консульт.									
Зав.каф.		Кобалава Г.О.			Літ.		Арк.	Аркушів	
							ХННІ НУК 52		

РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ

4.1. Оцінка економії коштів за рахунок впровадження енергозберігаючих заходів

Результати розрахунку варіантів термомодернізації представлено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 Варіанти термомодернізації

Заходи	Інвестиції грн.	Річні збереження		Строк окупності (років)
		кВт · год	грн.	
1. Комплекс робіт із теплоізоляції та улаштування зовнішніх стін	3271452	127651	362529	9,02
2. Комплекс робіт із теплоізоляції та улаштування плит перекриття підвалу	1866926	18078	51342	36,36
3. Комплекс робіт із теплоізоляції та улаштування неопалювальних горищ та дахів	1917387	24080	68387	28,04
4. Заміна блоків віконних та блоків балконних дверних	1692950	33378	94794	17,86
5. Заміна зовнішніх дверей	363387	4791	13606	26,71
6. Встановлення індивідуального теплового пункту	1085536	38314	108812	9,98
7. Модернізація системи опалення	769329	31750	90170	8,53
8. Модернізація системи вентиляції	475000	15660	44474	10,68
9. Модернізація системи освітлення	197400	10536	68484	2,88
Разом:	11739367	304238	902598	16,67

Термін простої окупності складає 17 років при зростанні тарифів модернізація даного будинку окупиться швидше запланованого строку.

4.2. Оцінка фінансової ефективності

Потенціал енергозбереження для визначених енергоефективних заходів зведений в наступній таблиці :

Таблиця 4.2 Аналіз економічних факторів при впровадженні заходів від Базового рівня

Заходи	Первинні інвестиції [UAH]	Чиста економія [UAH]	Строк служби [рік]	PB [рік]	PO [рік]	IRR [%]	NPV [UAH]	NPVQ
1. Комплекс робіт із теплоізоляції та улаштування зовнішніх стін	3271452	362529	30	9,02	16,64	10,53	809821	0,248
2. Комплекс робіт із теплоізоляції та улаштування плит перекриття підвалу	1866926	51342	30	36,36	>30	-1,20	-1288929	-0,691
3. Комплекс робіт із теплоізоляції та улаштування неопалювальних горищ та дахів	1917387	68387	30	28,04	>30	0,44	-1147501	-0,598
4. Заміна або ремонт блоків віконних або/та блоків балконних дверних	1692950	94794	20	17,86	>20	1,10	-762249	-0,450
5. Заміна або ремонт зовнішніх дверей або/та облаштування тамбурів зовнішнього входу	363387	13606	20	26,71	>20	0,24	-229801	-0,632
6. Встановлення індивідуального теплового пункту (ІТП)	1085536	108812	25	9,98	20,8	8,81	76008	0,070
7. Модернізація системи опалення	769329	90170	40	8,53	14,91	11,57	305913	0,398
8. Модернізація системи вентиляції	475000	44474	25	10,68	>25	7,99	-250	-0,001
9. Модернізація системи освітлення	197400	68484	15	2,88	3,42	34,28	388787	1,970
Разом:	11739367	902598	-	16,67	24,8	6,1	-1948200	-0,166

**Таблиця 4.3 Аналіз економічних факторів при впровадженні
Пріоритетних заходів**

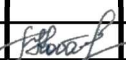
Заходи	Первинні інвестиції [UAH]	Чиста економія [UAH]	Строк служби [рік]	PВ [рік]	РО [рік]	IRR [%]	NPV [UAH]	NPVQ
1. Комплекс робіт із теплоізоляції та улаштування зовнішніх стін	3271452	362529	30	9,02	16,64	10,53	809821	0,248
2. Встановлення індивідуального теплового пункту (ІТП)	1085536	108812	25	9,98	20,8	8,81	76008	0,070
3. Модернізація системи опалення	769329	90170	40	8,53	14,91	11,57	305913	0,398
4. Модернізація системи освітлення	197400	68484	15	2,88	3,42	34,28	388787	1,970
Разом:	5126317	561511	-	9,13	13,69	10,37	1191742	0,232

4.3 Висновки по розділу 4

У розділі виконано аналіз економічної ефективності запропонованих енергозберігаючих заходів для будівлі готелю. Проведено оцінку очікуваної економії коштів за рахунок зменшення споживання енергоносіїв після впровадження комплексу заходів з термомодернізації.

На основі розрахунків встановлено, що реалізація енергозберігаючих рішень забезпечує зниження експлуатаційних витрат та дозволяє отримати відчутний економічний ефект у процесі подальшої експлуатації будівлі.

Також виконано оцінку фінансової ефективності запропонованих заходів, що підтверджує доцільність їх впровадження з точки зору інвестиційної привабливості та строків окупності. Отримані результати свідчать, що реалізація комплексу енергозберігаючих рішень є економічно обґрунтованою та сприяє підвищенню загальної енергоефективності будівлі.

					КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.05					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Студент		Богачук К.О.			Розділ 5			Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Коновалов Д.В.								
Консульт.								ХННІ НУК 56		
Зав.каф.		Кобалава Г.О.								

РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

5.1. Аналіз небезпек

Поняття метеорологічних умов виробничого середовища охоплює температуру повітря, рівень вологості, швидкість руху повітряних потоків, атмосферний тиск, а також вплив теплового випромінювання та електромагнітних полів високої частоти. Сукупність цих чинників безпосередньо впливає на самопочуття працівників, рівень їхньої працездатності та безпеку виконання робіт.

Підтримання сприятливого мікроклімату в робочій зоні позитивно позначається на фізичному стані людини, допомагає уникати перевтоми та сприяє ефективнішому виконанню виробничих завдань. Водночас значні відхилення температури, вологості чи швидкості руху повітря від установлених норм порушують процеси теплообміну організму з навколишнім середовищем. Наслідком цього можуть бути перегрівання, переохолодження, швидка втомлюваність та погіршення загального самопочуття.

За умов низької температури кровоносні судини звужуються, унаслідок чого зменшується приплив крові до поверхні тіла. Організм намагається компенсувати втрати тепла шляхом активізації обміну речовин і підвищення рухової активності. Тривале перебування в холодному середовищі може спричинити розвиток простудних захворювань та інших негативних наслідків для здоров'я.

У разі підвищення температури повітря організм реагує посиленням потовиділенням, завдяки чому відбувається охолодження тіла через випаровування вологи. При надмірному перегріванні розширюються периферійні судини, збільшується кровообіг і тепловіддача. Однак тривалий вплив високих температур негативно позначається на працездатності людини та її фізичному стані.

					КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.05	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		57

Вологість повітря є важливим показником мікроклімату. Надто сухе повітря викликає дискомфорт, пересихання слизових оболонок і зниження працездатності. Підвищена вологість, особливо у поєднанні з високою температурою, ускладнює процес терморегуляції, оскільки піт недостатньо випаровується з поверхні шкіри. Це створює додаткове навантаження на організм людини.

Важливу роль у формуванні комфортних умов праці відіграє швидкість руху повітря. Недостатня циркуляція повітря спричиняє відчуття задухи та швидке стомлення. Помірний рух повітря за високих температур покращує самопочуття працівників, однак у холодний період надмірні повітряні потоки можуть викликати переохолодження. Саме тому нормативні документи передбачають різні допустимі показники рухливості повітря залежно від сезону року.

Забезпечення безпечних і комфортних умов праці потребує комплексного підходу. Гігієнічні вимоги до параметрів мікроклімату виробничих приміщень визначаються чинними санітарними нормами та правилами, які встановлюють допустимі показники температури, вологості й швидкості руху повітря з урахуванням характеру виконуваних робіт та пори року. Оптимальні умови в приміщеннях підтримуються за допомогою систем вентиляції та кондиціонування.

Під час виконання багатьох виробничих і будівельних процесів у повітрі утворюється пил. Він являє собою дрібнодисперсні тверді частинки, здатні тривалий час перебувати у завислому стані. Джерелами пилу можуть бути монтажні роботи, обробка будівельних матеріалів, шліфування поверхонь, фарбування та інші технологічні операції.

Пилові частинки відрізняються за розмірами, хімічним складом і фізичними властивостями. Найбільшу небезпеку для здоров'я становить дрібнодисперсний пил, який проникає у дихальні шляхи та накопичується в легенях. Вплив пилу може спричиняти професійні захворювання органів дихання, подразнення шкіри та інші патології. Крім того, запиленість погіршує

					<i>КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.05</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		58

видимість у приміщеннях і знижує ефективність освітлення, що негативно впливає на безпеку та продуктивність праці.

Для зменшення концентрації пилу застосовують системи очищення та вентиляції повітря, регулярно проводять прибирання приміщень, а також використовують індивідуальні засоби захисту - респіратори, захисні окуляри та спеціальний одяг.

Важливим чинником створення комфортних умов праці є якісне освітлення робочих приміщень. Раціонально організоване освітлення сприяє підвищенню продуктивності праці, покращує умови виконання робіт і знижує ризик виробничого травматизму. Невідповідність освітлення нормативним вимогам або неправильне розташування джерел світла можуть призвести до швидкої втоми очей та погіршення концентрації уваги.

Освітлення має забезпечувати рівномірний розподіл світлового потоку, не створювати сліпучого ефекту чи різких тіней, а також бути економічно доцільним. У виробничих приміщеннях зазвичай використовують комбіновану систему освітлення, що поєднує природні та штучні джерела світла.

Природне освітлення має значну гігієнічну та біологічну цінність, оскільки найбільш комфортне для людського зору та позитивно впливає на психоемоційний стан людини. Серед штучних джерел освітлення найчастіше використовуються люмінесцентні лампи.

У виробничих і громадських приміщеннях також функціонує обладнання, що створює електромагнітне випромінювання. До таких джерел належать касові апарати, холодильне обладнання, мікрохвильові печі, електрочайники та інші електроприлади. За умови дотримання встановлених норм рівень такого випромінювання не перевищує допустимих показників.

Одними з основних джерел шуму та вібрації у приміщеннях є вентиляційні системи. Аеродинамічний шум виникає через коливання тиску та зміну швидкості руху повітря у вентиляторах і повітроводах.

					КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.05	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		59

Відповідно до санітарних вимог рівень шуму у виробничих приміщеннях не повинен перевищувати встановлених нормативів. Для його зниження використовують вентилятори з покращеними акустичними характеристиками, оптимізують режими роботи обладнання, зменшують швидкість руху повітря та застосовують звукоізоляційні матеріали.

Додаткове зменшення шуму забезпечується шляхом звукоізоляції вентиляційних камер і повітроводів, встановлення шумоглушників, а також використання віброізолюючих елементів - амортизаторів, пружних прокладок і гнучких вставок між вентиляційним обладнанням та повітроводами.

5.2. Витяг з правил техніки безпеки

Безпека будь-якого технічного об'єкту забезпечується дотриманням правил експлуатації, своєчасним технічним обслуговуванням та виконанням вимог охорони праці.

Під час виконання виробничих робіт працівники зобов'язані суворо дотримуватись вимог техніки безпеки, виробничої санітарії та правил охорони праці. До роботи допускаються лише особи, які пройшли відповідний інструктаж, ознайомлені з правилами експлуатації обладнання та володіють безпечними методами виконання робіт.

Перед початком роботи необхідно перевірити справність інструментів, електрообладнання, вентиляційних систем та засобів індивідуального захисту. Використання несправного обладнання або пошкоджених електроприладів категорично забороняється. Робоче місце повинно утримуватись у чистоті та не захламлюватись сторонніми предметами, що можуть створювати небезпеку травмування.

Під час роботи працівники повинні користуватися спеціальним одягом, захисними окулярами, рукавицями, респіраторами та іншими засобами захисту відповідно до характеру виконуваних робіт. Особливу увагу необхідно приділяти роботі з електричними приладами та механізмами, дотримуючись вимог електробезпеки та уникаючи контакту з відкритими

					КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.05	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		60

струмопровідними частинами. У приміщеннях необхідно забезпечувати належний рівень освітлення, вентиляції та допустимі параметри мікроклімату. У разі виявлення підвищеного рівня шуму, задимлення, запаху горілого або несправності обладнання працівник повинен негайно припинити роботу та повідомити відповідальну особу. Забороняється залишати ввімкнене обладнання без нагляду, самостійно виконувати ремонт електроприладів або працювати в стані втоми чи поганого самопочуття. Усі проходи та евакуаційні виходи повинні залишатися вільними для безпечного пересування працівників і швидкої евакуації у разі аварійної ситуації.

Після завершення роботи необхідно вимкнути обладнання від електромережі, привести робоче місце до належного стану, прибрати інструменти та повідомити керівника про виявлені несправності чи порушення вимог безпеки.

Дотримання правил техніки безпеки є обов'язковою умовою збереження здоров'я працівників, попередження виробничого травматизму та забезпечення безпечних умов праці.

5.3. Висновки за розділом 5

У розділі було розглянуто основні небезпечні та шкідливі фактори, які можуть виникати під час робіт з термомодернізації. Проведений аналіз показав необхідність дотримання вимог охорони праці та техніки безпеки для забезпечення безпечних умов праці.

Було визначено основні заходи щодо зменшення ризиків: правильна організація робочого місця, дотримання правил експлуатації обладнання, забезпечення належного освітлення, вентиляції та електробезпеки. Також важливим є дотримання режиму праці та відпочинку для запобігання перевтомі та професійним захворюванням. Виконання зазначених вимог дозволяє забезпечити безпечні умови праці, підвищити ефективність роботи та зберегти здоров'я працівників.

					КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.05	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		61

ВИСНОВКИ

У роботі виконано комплексний аналіз енергоефективності будівлі готелю та визначено основні шляхи зниження споживання енергоресурсів. Дослідження охоплювало оцінку технічного стану будівлі, аналіз теплових втрат, визначення фактичного енергоспоживання та розробку заходів з термомодернізації.

Встановлено, що будівля характеризується значними втратами теплової енергії через огорожувальні конструкції та інфільтрацію повітря, що призводить до підвищених експлуатаційних витрат. Аналіз експлуатаційних режимів показав нерівномірність навантаження на інженерні системи, притаманну готельним об'єктам.

На основі проведених розрахунків розроблено комплекс енергозберігаючих заходів, спрямованих на підвищення теплозахисних характеристик будівлі, модернізацію окремих конструктивних елементів та зменшення втрат енергії. Оцінка економічної ефективності підтвердила доцільність їх впровадження та наявність очікуваного економічного ефекту.

Отримані результати свідчать, що впровадження запропонованих заходів дозволяє суттєво знизити енергоспоживання, підвищити рівень енергоефективності будівлі та покращити умови її експлуатації.

Розглянуто основні небезпечні та шкідливі фактори, які можуть виникати під час робіт з термомодернізації.

					КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		62

ЛІТЕРАТУРА

1. Тренінговий посібник для підготовки енергоаудиторів багатоквартирних житлових будівель у контексті Фонду енергоефективності України / А. Чернявський, В. Литвин, Д. Марусич, К. Шишка, С. Наскальний. Київ : Проект «Підтримка національного Фонду енергоефективності та програми екологічних реформ S2I в Україні», 2021. 400 с.

2. Практичний посібник з енергетичного аудиту промислових підприємств / А. Чернявський, А. Сафьянц, Н. Усенко, О. Соловей, О. Бориченко, П. Пертко, Ю. Шишко, А. Гоєнко. Київ : Проект «Консультування підприємств щодо енергоефективності», 2020. 278 с.

3. Посібник з муніципального енергетичного менеджменту / Є.М. Іншеков, Є.Є. Нікітін, М.В. Тарновский, А.В. Чернявський. Київ : Поліграф плюс, 2014. 238 с.

4. Енергетичний аудит з прикладами та ілюстраціями / В.В. Прокопенко, О.М. Закладний, П.В. Кульбачний: Навчальний посібник. Київ: Освіта України, 2009. 437 с.

5. Інструментальний енергоаудит : навч.-практ. посіб. / Юрченко Є.Л., Коваль О.О., Ляховецька-Токарєва М.М., Нікіфорова Т.Д., Косенко Л.В., Бондаренко А.В., Демідов О.Л., Соколова К.В. Електрон. вид. Дніпро : Укр. держ. ун-т науки і технологій, 2025. 277с.

6. Димо Б.В., Пилипчак В.І. Оцінка енергетичної ефективності теплових систем: Навчальний посібник. Київ: Технології і Ремонт, 2008. 144 с.

7. Метрологічне забезпечення енергетичного контролю і аудиту. Посібник для слухачів навчальних курсів з енергетичного менеджменту / Укл. А.А. Маліновський. Львів, 2000. 64с

8. Енергоаудит: Посібник для слухачів навчальних курсів з енергетичного менеджменту / Укл. А.А. Маліновський. Львів, 2000. 92 с.

					КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.00	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

9. Енергоаудит у житлово-комунальному господарстві / М.М. Лебедєв, В.П. Розен, О.І. Соловей, І.М. Третьяков та ін.; Під заг. ред. І.М. Третьякова. Київ: Автограф, 2006. 60 с

10. Демов О.Д. Економія електроенергії на промислових підприємствах : Навчальний посібник / О.Д. Демов. Вінниця: ВНТУ, 2006. 95 с.

11. Закон України «Про енергозбереження».

12. ДБН В.2.2-15:2019 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення.

13. ДБН В.2.6-31:2021 Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель.

14. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення.

15. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування.

16. ДБН В.2.5-64:2012 Внутрішній водопровід та каналізація.

17. ДБН В.2.6-33:2018 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. вимоги до проектування, улаштування та експлуатації.

18. ДСТУ 9190:2022 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання.

19. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель.

20. СТУ ISO 50001:2014 Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанови щодо використання (ISO 50001_2011, IDT).

21. ДСТУ ISO 50002:2016 Енергетичні аудити «Вимоги та настанови щодо їх проведення».

22. ДСТУ 4472-2005 Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Загальні вимоги.

23. ДСТУ Б EN 15217:2013 Енергетична ефективність будівель. Методи представлення енергетичних характеристик та енергетичної сертифікації (EN 15242:2007, IDT).

					КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.00	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

24. ДСТУ EN 15232-1:2017 Енергоефективність будівель. Вплив автоматизації, моніторингу та управління будівлями.

25. ДСТУ Б В.2.2-21:2008 Будинки та споруди. Метод визначення питомих тепловитрат на опалення будинків.

26. ДСТУ EN 14351-1:2020 Вікна та двері. Вимоги. Частина 1. Вікна та зовнішні двері (EN 14351-1:2006 + A2:2016, IDT).

27. ДСТУ Б В.2.6-36:2008. Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. Загальні технічні умови.

28. ДСТУ Б EN 15242:2015 Вентиляція будівель. Розрахункові методи визначення витрат повітря на вентиляцію будівель з урахуванням інфільтрації (EN 15242:2007, IDT).

29. ДСТУ Б EN 15603:2013 Енергетична ефективність будівель. Загальне енергоспоживання та проведення енергетичної оцінки.

30. ДСТУ Б EN 15251:2011 Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики (EN 15251:2007, IDT).ф

					<i>КРБ.144.4248.01.05.ПЗ.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		65