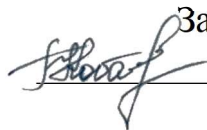


Міністерство освіти і науки України
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Херсонський навчально-науковий інститут

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. Сокаль та розробка енергоефективних заходів»**

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

144 «Теплоенергетика»

(шифр і назва спеціальності)

«Енергетичний менеджмент»

(назва освітньо-професійної програми)

Оксана ПАСІЧНЮК

(прізвище та ініціали)

Керівник **Олександр ВОІНОВ**

(прізвище та ініціали)

Рецензент **Дмитро КОНОВАЛОВ**

(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)

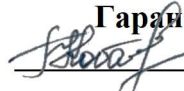
Спеціальність 144 «Теплоенергетика»

(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 Пасічнюк Оксани Миколаївни, група 4248

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Аналіз енергоефективності гуртожитку в м. Сокаль та розробка енергоефективних заходів»

»

керівник роботи Воїнов Олександр Петрович, д.т.н., професор

(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)

Оксана ПАСІЧНЮК
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Олександр ВОІНОВ
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Пасічнюк Оксана Миколаївна, група 4248.

«Аналіз енергоефективності гуртожитку в м. Сокаль 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 кваліфікаційній роботі досліджено питання підвищення енергетичної ефективності будівлі гуртожитку шляхом впровадження сучасних енергозберігаючих рішень. Основну увагу приділено оцінці рівня використання енергетичних ресурсів та визначенню можливостей зменшення теплових втрат і експлуатаційних витрат.

У ході виконання роботи проведено аналіз технічного стану будівлі та особливостей її експлуатації, досліджено структуру споживання енергоресурсів, здійснено теплотехнічну оцінку огорожувальних конструкцій і визначено їх відповідність чинним нормативним вимогам. На основі отриманих результатів виявлено основні джерела енергетичних втрат та оцінено потенціал скорочення енергоспоживання. Запропоновано комплекс заходів із термомодернізації будівлі, спрямованих на покращення теплоізоляційних властивостей конструкцій, підвищення рівня енергоефективності та забезпечення економії енергетичних ресурсів. Виконано оцінку очікуваного ефекту від реалізації запропонованих рішень і визначено їх практичну доцільність.

Ключові слова: енергоефективність, будівля гуртожитку, термомодернізація, енергозбереження, тепловтрати, теплоізоляція, енергоспоживання, енергетичні ресурси.

					КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.00	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Pasichnyuk Oksana Mykolayivna, group 4248.

«Energy efficiency analysis of a dormitory in Sokal 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 qualification thesis investigates the issues of improving the energy efficiency of a dormitory building through the implementation of modern energy-saving solutions. The main focus is placed on assessing the level of energy resource consumption and identifying opportunities for reducing heat losses and operating costs.

During the study, an analysis of the technical condition of the building and the specific features of its operation was carried out. The structure of energy consumption was examined, and a thermal performance assessment of the building envelope was conducted to determine its compliance with current regulatory requirements. Based on the obtained results, the main sources of energy losses were identified, and the potential for reducing energy consumption was evaluated.

A set of thermal modernization measures aimed at improving the thermal insulation properties of the building structures, increasing energy efficiency, and ensuring energy savings was proposed. The expected impact of implementing the recommended measures was assessed, and their practical feasibility and effectiveness were determined.

Keywords: energy efficiency, dormitory building, thermal modernization, energy conservation, heat losses, thermal insulation, energy consumption, energy resources.

					<i>КРБ.144.4248.06.05.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... ..	16
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.....	31
2.4. Визначення теплових витрат через огорожувальні конструкції будівель.	32
2.5. Аналіз витрат тепла через огорожувальні конструкції.	33
2.6. Висновки за розділом 2.....	36
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ДЛЯ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ	38
3.1. Аналіз фактичних витрат енергоносіїв при експлуатації будівлі.	38
3.2. Розробка заходів з енергозбереження.	40
3.3. Оцінка витрат для запропонованих заходів.....	50
3.4. Висновки за розділом 3.....	52

					КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.00	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ	54
4.1. Оцінка економії коштів за рахунок впровадження енергозберігаючих заходів.....	54
4.2. Оцінка фінансової ефективності.....	55
4.3 Висновки по розділу 4.....	56
РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ.....	58
5.1. Аналіз небезпек.....	58
5.2. Витяг з правил техніки безпеки	58
5.3. Висновки за розділом 5.....	59
ВИСНОВКИ	62
ЛІТЕРАТУРА	63

					КРБ.144.4248.06.05.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;

НВДЕ – нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії;

ПЕР – паливно-енергетичні ресурси;

СЕМ – система енергетичного менеджменту;

СЦТ – система централізованого теплопостачання.

					<i>КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.00</i>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

ВСТУП

Суттєву частку експлуатаційних витрат гуртожитків становлять витрати на опалення, гаряче водопостачання та електропостачання. Значна кількість таких будівель зведена за застарілими нормативами, які не відповідають сучасним вимогам енергоефективності. Це призводить до значних теплових втрат, надмірного споживання енергоресурсів і збільшення витрат на експлуатацію. В умовах зростання вартості енергоносіїв питання підвищення енергетичної ефективності гуртожитків набуває особливої актуальності.

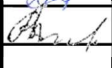
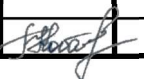
Одним із найефективніших способів скорочення енергоспоживання є термомодернізація будівлі, яка включає утеплення огорожувальних конструкцій, удосконалення віконних і дверних систем, а також модернізацію систем опалення, вентиляції та гарячого водопостачання. Реалізація цих заходів дає змогу зменшити тепловтрати, підвищити ефективність використання енергетичних ресурсів і забезпечити комфортні умови для гостей та персоналу.

Впровадження енергоощадних технологій забезпечує не лише економічний, а й екологічний ефект, сприяючи скороченню викидів парникових газів, підвищенню довговічності будівельних конструкцій і конкурентоспроможності гуртожитку. Тому термомодернізація є важливим напрямом забезпечення сталого функціонування сучасних будівель гуртожитків.

Метою роботи є аналіз енергоефективності будівлі гуртожитку, дослідження особливостей її енергоспоживання та розроблення технічно й економічно обґрунтованих заходів, спрямованих на підвищення енергетичної ефективності об'єкта шляхом застосування сучасних енергозберігаючих технологій і 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 рисунок та 30 таблиці.

					<i>КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.00</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

					КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.01			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розділ 1	Літ.	Арк.	Аркушів
Студент		Пасічнюк О.М.						
Керівник		Воїнов О.П.						
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 в даній роботі є будівля гуртожитку ДПТНЗ «Сокальський професійний ліцей», розташована в м. Сокаль. За своїм функціональним призначенням будівля належить до житлових об'єктів колективного проживання та використовується для забезпечення проживання здобувачів освіти.

Загальний вигляд будівлі представлено на рис. 1.1. Загальна інформація про об'єкт представлена в табл. 1.1-1.2.



Рисунок 1.1 Загальний вигляд будівлі

Таблиця 1.1 Загальна інформація про об'єкт

Найменування	Значення
Призначення	Гуртожиток
Розміщення в забудові	Окремо розташований
Кондиційований об'єм будівлі, м ³	10782
Кондиційована площа, м ²	3783
Кількість поверхів, од.	5-ти поверхова
Кількість годин роботи установи	х
- на добу, год.	24
- на рік, год.	8760
Нормована кількість градусо-діб	3507
Проектна кількість людей у закладі	276
Фактична кількість людей у закладі	148

Таблиця 1.2 Геометричні показники

Показники	Позначення та розмірність	Фактичне значення
Загальна площа огорожувальних конструкцій будинку	A_{Σ} , м ²	3864
В тому числі:		
- стін	A_c , м ²	1954
- вікон і дверей	A_v , м ²	396
- горищних перекриттів (холодного горища)	$A_{хг}$, м ²	757
- перекриттів над неопалюваними підвалами та підпіллями	$A_{нп}$, м ²	757
Опалювальна площа	A , м ²	3783
Опалювальний об'єм	V , м ³	10782

Будівля є п'ятиповерховою та експлуатується в цілодобовому режимі протягом усього року, що обумовлює значні потреби в тепловій та електричній

					КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.01	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

енергії. Загальна кількість годин функціонування об'єкта становить 8760 годин на рік. Такий режим експлуатації вимагає забезпечення стабільних параметрів мікроклімату та безперебійної роботи інженерних систем.

Конструктивною особливістю будівлі є використання силікатної цегли як основного матеріалу зовнішніх стін. Товщина зовнішніх огорожувальних конструкцій становить 460 мм. Теплотехнічні характеристики таких конструкцій значною мірою впливають на рівень тепловтрат та загальне енергоспоживання будівлі, особливо в опалювальний період.

Кондиційована площа гуртожитку складає 3783 м², а опалювальний об'єм будівлі становить 10782 м³. Вказані параметри є основою для визначення питомих показників енергоспоживання та проведення оцінки енергетичної ефективності об'єкта. Відповідно до кліматичних умов району розташування будівлі, нормована кількість градусо-днів опалювального періоду дорівнює 3507 °С·днів, що характеризує потребу будівлі в тепловій енергії для підтримання нормативних температурних умов.

Проектна місткість гуртожитку розрахована на проживання 276 осіб, проте фактична кількість мешканців на момент обстеження становить 148 осіб. Відхилення фактичної наповнюваності від проектної впливає на рівень споживання енергоресурсів, зокрема на потреби в опаленні, гарячому водопостачанні та електропостачанні.

З огляду на конструктивні характеристики, режим експлуатації та функціональне призначення будівлі, гуртожиток є доцільним об'єктом для проведення аналізу енергоефективності, визначення потенціалу енергозбереження та розроблення заходів щодо підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів.

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

Житловий фонд України належить до найбільших споживачів паливно-енергетичних ресурсів серед усіх секторів економіки. Значна частина

					КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.01	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

багатоквартирних житлових будинків була споруджена в період масової забудови 1960–1990-х років, коли питання скорочення енергоспоживання не розглядалися як пріоритетні. Проектні рішення того часу орієнтувалися переважно на забезпечення необхідної міцності та функціональності будівель, тоді як теплозахисні характеристики огорожувальних конструкцій відповідали значно нижчим вимогам, ніж діючі нормативи.

Тривала експлуатація будівель без проведення комплексних заходів з модернізації призвела до погіршення технічного стану конструкцій та інженерних систем. У багатьох житлових будинках спостерігаються значні втрати теплової енергії через зовнішні стіни, покриття, перекриття над підвалами, застарілі віконні та дверні блоки. Додатковим чинником неефективного використання енергоресурсів є зношені системи опалення, які часто працюють без належного автоматичного регулювання та контролю.

Зростання вартості енергоносіїв, необхідність зменшення залежності від імпортованих енергетичних ресурсів та курс держави на інтеграцію до європейського енергетичного простору зумовили активізацію процесів підвищення енергоефективності будівель. В останні роки на законодавчому рівні було сформовано нормативну базу, яка регламентує вимоги до енергетичних характеристик об'єктів будівництва та встановлює механізми оцінювання їх енергоефективності. Важливе значення при цьому відводиться енергетичній сертифікації та проведенню енергетичних аудитів.

Проведення енергетичного аудиту дозволяє отримати об'єктивну інформацію про фактичний стан будівлі, визначити основні напрями втрат енергії та оцінити ефективність функціонування інженерних систем. На основі отриманих результатів формується перелік технічних рішень, реалізація яких забезпечує скорочення споживання енергоресурсів та підвищення комфортності експлуатації будівлі.

Досвід реалізації проектів з модернізації житлових будинків в Україні та країнах Європи свідчить, що найбільший ефект досягається за умови комплексного підходу до термомодернізації. Окреме виконання лише одного

					<i>КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.01</i>	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

заходу, наприклад заміни вікон або утеплення фасаду, не забезпечує максимального результату. Найкращі показники досягаються при одночасному підвищенні теплозахисних характеристик огорожувальних конструкцій, модернізації систем опалення та впровадженні сучасних засобів автоматичного керування.

Одним із найефективніших способів скорочення тепловтрат є утеплення фасадів будівель. Завдяки створенню додаткового теплоізоляційного шару зменшується інтенсивність передачі тепла через зовнішні стіни, що безпосередньо впливає на зниження потреби в тепловій енергії. Водночас важливим напрямом є утеплення покрівель та перекриттів над неопалюваними приміщеннями, через які також відбуваються значні втрати тепла.

Суттєвий потенціал енергозбереження пов'язаний із модернізацією систем вентиляції. Для більшості існуючих житлових будівель характерне використання природного повітрообміну, ефективність якого залежить від погодних умов та не забезпечує стабільних параметрів внутрішнього середовища. Використання механічної вентиляції з рекуперацією теплоти дозволяє повертати частину теплової енергії витяжного повітря та значно скорочувати витрати на опалення при одночасному покращенні якості повітря в приміщеннях.

Вагоме значення для підвищення енергоефективності мають заходи, спрямовані на вдосконалення систем тепlopостачання. Встановлення індивідуальних теплових пунктів, автоматичних регуляторів температури, балансувальних клапанів та термостатичних вентилів створює можливість адаптації режимів роботи системи до фактичних потреб споживачів. Такий підхід забезпечує більш раціональне використання теплової енергії та підвищує рівень комфорту в будівлі.

Останні наукові дослідження також приділяють значну увагу використанню альтернативних джерел енергії. Сучасні технології дозволяють інтегрувати в житлові будівлі сонячні електростанції, сонячні колектори та теплові насоси, що сприяє скороченню споживання традиційних енергоносіїв. Незважаючи на необхідність значних початкових капіталовкладень, такі

					КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.01	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

рішення забезпечують довгостроковий економічний ефект та сприяють зменшенню викидів парникових газів.

Таким чином, сучасний стан більшості житлових будівель України свідчить про наявність значного резерву для скорочення енергоспоживання. Реалізація комплексних заходів з термомодернізації, оновлення інженерних систем та впровадження сучасних технологій керування енергоспоживанням є необхідною умовою підвищення енергетичної ефективності будівельного фонду. Результати сучасних досліджень підтверджують, що саме комплексний підхід забезпечує найбільший економічний та енергетичний ефект і відповідає стратегічним напрямкам розвитку енергетичної галузі України.

1.3. Експлуатаційні режими гуртожитку

Гуртожитки належать до категорії житлових будівель колективного користування, експлуатація яких характеризується постійним перебуванням значної кількості мешканців та безперервним функціонуванням основних інженерних систем. На відміну від багатоквартирних житлових будинків, де кожне помешкання експлуатується автономно, у гуртожитках значна частина приміщень є спільною для користувачів. До таких приміщень належать кухні, санітарні вузли, душові, пральні, коридори, сходові клітини та інші зони загального користування. Саме ця особливість суттєво впливає на структуру споживання енергетичних ресурсів та формує специфічні режими експлуатації будівлі.

Рівень використання енергоресурсів у гуртожитках визначається як технічними характеристиками будівлі, так і кількістю мешканців. Зі збільшенням рівня заселеності зростає інтенсивність використання систем опалення, водопостачання, вентиляції та електропостачання. При цьому інженерні мережі працюють практично безперервно протягом усього року, забезпечуючи належні умови проживання та санітарно-гігієнічні показники внутрішнього середовища.

					<i>КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.01</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		16

Одним із ключових факторів, що впливає на енергоспоживання гуртожитку, є технічний стан огорожувальних конструкцій. За наявності недостатнього теплозахисту зовнішніх стін, покрівлі, перекриттів та світлопрозорих конструкцій значна частина теплової енергії втрачається через оболонку будівлі. Такі втрати особливо відчутні в опалювальний період, коли для підтримання нормативної температури в житлових приміщеннях необхідно збільшувати обсяги споживання теплової енергії.

Важливу роль у формуванні енергетичного балансу гуртожитку відіграють системи теплопостачання та гарячого водопостачання. Оскільки мешканці користуються санітарно-побутовими приміщеннями протягом усього дня, навантаження на відповідні системи є значним та нерівномірним. Пікові значення споживання зазвичай спостерігаються у ранкові та вечірні години, коли одночасно використовується велика кількість душових, умивальників та побутового обладнання.

Особливістю експлуатації гуртожитків є також висока інтенсивність використання приміщень загального користування. Коридори, кухні, санвузли та сходові клітини потребують постійного освітлення, регулярного провітрювання та підтримання належного температурного режиму. У зв'язку з цим витрати електричної енергії та тепла на забезпечення функціонування спільних зон можуть становити суттєву частину загального енергетичного балансу будівлі.

Окремої уваги заслуговує робота вентиляційної системи. Через значну концентрацію людей у житлових приміщеннях і високу інтенсивність використання кухонь та санітарно-побутових кімнат виникає необхідність забезпечення стабільного повітрообміну. Недостатня ефективність вентиляції призводить до накопичення надлишкової вологи, появи конденсату на віконних конструкціях та зовнішніх стінах, погіршення якості повітря та формування несприятливого мікроклімату. Тривала експлуатація будівлі в таких умовах може стати причиною розвитку плісняви, грибкових уражень та прискореного зношення оздоблювальних матеріалів.

					<i>КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.01</i>	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Електроспоживання гуртожитку значною мірою залежить від побутової активності мешканців. Протягом доби одночасно можуть використовуватися освітлювальні прилади, холодильники, електрочайники, пральні машини, комп'ютерна техніка, телевізори та інші електроприлади. Особливо високі навантаження на електричні мережі виникають у вечірній час, коли більшість мешканців перебуває в будівлі.

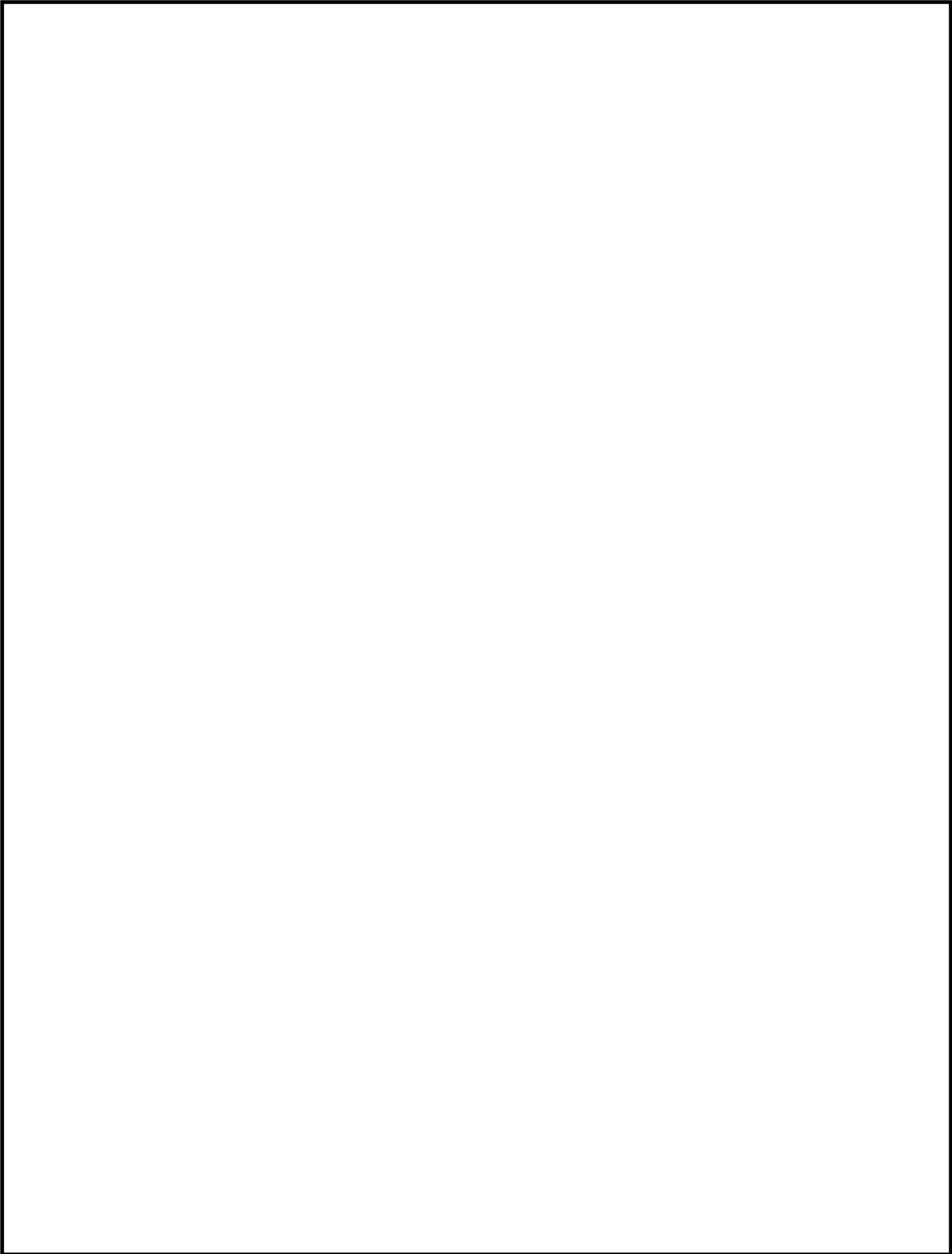
Важливою особливістю гуртожитків є залежність обсягів споживання ресурсів від фактичної кількості мешканців. Таким чином, експлуатація гуртожитку супроводжується складним процесом використання теплової та електричної енергії, а також водних ресурсів. Ефективність функціонування будівлі залежить від технічного стану конструкцій, рівня модернізації інженерних систем та організації режимів їх роботи. Саме тому підвищення енергоефективності гуртожитків повинно базуватися на комплексному підході, який передбачає одночасне вдосконалення огорожувальних конструкцій, модернізацію інженерного обладнання та впровадження сучасних систем контролю й управління енергоспоживанням.

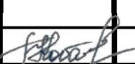
1.4. Висновки за розділом 1

У розділі наведено характеристику будівлі гуртожитку та проаналізовано основні чинники, що визначають рівень її енергоспоживання. Встановлено, що особливості функціонування гуртожитків зумовлюють значні потреби в тепловій та електричній енергії.

Дослідження сучасних підходів до енергозбереження засвідчило важливість реалізації заходів, спрямованих на підвищення енергетичної ефективності наявного фонду будівель. Аналіз режимів експлуатації гуртожитків показав, що досягнення раціонального використання енергетичних ресурсів потребує комплексної оцінки технічного стану об'єкта та його енергетичних характеристик.

					<i>КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.01</i>	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		



					КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.02				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Студент		Пасічнюк О.М.			Розділ 2		Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Воїнов О.П.							
Консульт.									
Зав.каф.		Кобалава Г.О.			ХННІ НУК 19				

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

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

Орієнтація	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх
Стіни (м ²)	218,6	–	794,4	–	228,8	–	712,2	–
Тип матеріалу	Силікатна цегла та внутрішнє оздоблення 490 мм							
Загальна площа	1954 м ²							
Коефіцієнт теплопередачі U (середнє) Вт/м ² К	1,38 Вт/м ² К							



Рисунок 2.1. Загальний вигляд стін будівлі

За результатами технічного обстеження встановлено, що фундамент будівлі перебуває у задовільному стані. Під час візуального огляду тріщин, деформацій та інших пошкоджень, які могли б впливати на несучу здатність конструкції, не виявлено. Водночас зафіксовано локальне руйнування оздоблення цоколя та ознаки його зволоження, що пов'язано з відсутністю

належного відведення дощових вод від водостічних труб. Заходи з підвищення енергоефективності фундаменту та цокольної частини раніше не проводилися.

Вимощення навколо будівлі загалом перебуває у задовільному стані, однак на окремих ділянках виявлено локальні пошкодження та незначне просідання покриття біля цоколя. Такі дефекти можуть сприяти накопиченню вологи поблизу зовнішніх конструкцій.

Під час обстеження зовнішніх стін виявлено незначні осадкові тріщини на південному фасаді та локальні ознаки руйнування силікатної цегли внаслідок атмосферного впливу. Центральна частина фасаду в зоні цоколя облицьована декоративною плиткою. На технічному поверсі по периметру будівлі розташовані вентиляційні отвори, більшість яких закриті склом або листами фанери.

Загалом технічний стан зовнішніх стін оцінюється як задовільний і дозволяє виконувати заходи з термомодернізації. Водночас теплофізичні характеристики огорожувальних конструкцій не відповідають сучасним вимогам енергоефективності, оскільки фактичний рівень теплопередачі стін суттєво перевищує нормативно допустимі значення.

2.1.2 Вікна

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

Таблиця 2.2 Обстеження вікон

Орієнтація	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх
Вікна тип 1, (м ²)	33,0	—	118,1	—	26,7	—	203,8	—
Вікна тип 2, (м ²)	—	—	—	—	3,7	—	—	—
Тип матеріалу	Тип 1 – Металопластикові, Тип 2 – Дерев'яні							
Формула склопакету	4М-16-4М/ -							
Тип рами/коробки	Багатокамерна / Подвійна							
Тип застосування	Однокамерний склопакет / дві шибки							
Загальна площа вікон	Тип 1 – 381,7 м ² Тип 2 – 3,7 м ²							

Коефіцієнт теплопередачі U (середнє) Вт/м²К	Тип 1 - 2,5 Вт/м²К Тип 2 – 3,5 Вт/м²К
Площа, що підлягає заміні	385,4 м²



Рисунок 2.2 Загальний вигляд вікон будівлі

Аналіз світлопрозорих огорожувальних конструкцій показав, що близько 97 % вікон будівлі гуртожитку були замінені на металопластикові понад десять років тому. Встановлені конструкції оснащені однокамерними склопакетами та профілями з недостатніми теплоізоляційними характеристиками, які не відповідають сучасним вимогам енергоефективності.

За результатами обстеження технічний стан вікон оцінюється як незадовільний. Основними причинами є фізичне зношення конструкцій, низький опір теплопередачі та недостатні теплозахисні властивості профільних систем. Унаслідок цього через віконні прорізи відбуваються значні втрати теплової енергії, що збільшує витрати на опалення будівлі.

Під час огляду виявлено дефекти у вузлах примикання вікон до зовнішніх стін. Через неналежне виконання та захист зовнішніх відкосів відбулося руйнування монтажно́ї піни під впливом атмосферних чинників. Це призвело до втрати герметичності монтажних швів, підвищеної інфільтрації зовнішнього повітря та додаткових тепловтрат.

Наявні нещільності погіршують мікроклімат приміщень, сприяють утворенню протягів і збільшують навантаження на систему опалення в

					КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.02	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		22

холодний період року. З метою підвищення енергоефективності доцільно передбачити заміну існуючих вікон на сучасні енергоощадні конструкції з якісною герметизацією монтажних вузлів.

2.1.3 Двері

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

Таблиця 2.3 Обстеження дверей

Орієнтація	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх
Площа Тип 1 дверей (м ²)	—	—	7,1	—	—	—	—	—
Кількість Тип 1	—	—	1	—	—	—	-	—
Площа Тип 2 дверей (м ²)	—	—	—	—	—	—	3,8	—
Кількість Тип 2	—	—	—	—	—	—	2	—
Тип матеріалу	Металопластикові, Дерев'яні							
Виявлені дефекти	Тип 1 – Металопластикові двері – відсутні Тип 2 – Дерев'яні двері – розтріскування дверного полотна, нещільності, низький опір теплопередачі							
Коефіцієнт теплопередачі U (середнє) Вт/м ² К	Металопластикові двері – 1,67 Вт/м ² К Дерев'яні двері – 3,0 Вт/м ² К							
Площа, що підлягає заміні	Загальна площа – 3,8 м ²							



Рисунок 2.3 Загальний вигляд дверей будівлі

Під час обстеження зовнішніх дверних конструкцій встановлено, що їхні теплофізичні характеристики не відповідають чинним вимогам щодо

енергоефективності будівель. Існуючі дверні блоки мають недостатній опір теплопередачі, що сприяє збільшенню тепловтрат та негативно впливає на енергетичні показники будівлі.

Найменшу енергоефективність мають дерев'яні двері, конструкція яких не містить теплоізоляційного шару. Крім того, нещільне прилягання дверного полотна до коробки призводить до інфільтрації зовнішнього повітря та додаткових втрат теплової енергії.

У будівлі також експлуатуються металопластикові двері. Хоча їх характеристики не повністю відповідають сучасним нормативним вимогам, вони мають кращі експлуатаційні показники порівняно з дерев'яними конструкціями. Завдяки вищій герметичності та нижчому коефіцієнту теплопередачі такі двері забезпечують менші тепловтрати через дверні прорізи.

За результатами обстеження встановлено необхідність модернізації або заміни існуючих дверних блоків на енергоефективні конструкції, що відповідатимуть сучасним вимогам до теплозахисту будівель.

2.1.4 Горище та покриття будівлі

Загальний стан горища будівлі представлено в табл. 2.4 і на рис. 2.4.

Таблиця 2.4 Обстеження горища та покриття будівлі

Тип даху	Пласка покрівля над технічним поверхом
Матеріал покрівлі	Плаский дах - Залізобетонні ребристі плити перекриття, шар стяжки для створення ухилу, бітумне (руберойд) покриття. Перекриття підлоги технічного поверху – внутрішній декоративний шар (до 30 мм), плита залізобетонна пустотіла (220 мм), щебінь шлаковий (120 мм)
Виявлені дефекти	Не виявлено
Коефіцієнт теплопередачі U (середнє) Вт/м²К	0,99 Вт/м²К
Площа, що підлягає утепленню, м²	757 м²

					КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.02	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		



Рисунок 2.4 Зовнішній вигляд горища будівлі

За результатами візуального обстеження суттєвих пошкоджень, деформацій чи руйнувань конструктивних елементів не виявлено, тому технічний стан перекриття технічного поверху оцінюється як задовільний.

Будівля має плоский дах із внутрішнім водовідведенням через водостічні воронки, розташовані в центральній частині покрівлі. Обстеження показало, що покрівельне покриття загалом перебуває у працездатному стані, а видимих пошкоджень гідроізоляційного шару не зафіксовано.

Водночас виявлено окремі негерметичні ділянки у місцях примикання покрівельного матеріалу до парпетів. Такі дефекти можуть спричиняти проникнення води та подальше зволоження теплоізоляційних матеріалів.

Перед виконанням робіт з утеплення перекриття необхідно перевірити герметичність покрівлі. У разі виявлення протікань слід виконати ремонтні роботи з відновлення гідроізоляції, що дозволить запобігти зволоженню утеплювача та забезпечити збереження його теплоізоляційних властивостей протягом експлуатації.

2.1.5 Підвал будинку та цокольне перекриття

Загальний стан підвалу та цокольного перекриття будівлі представлено в табл. 2.5.

					КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.02	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		25

Таблиця 2.5 Обстеження підвалу будинку та цокольного перекриття

Тип підвалу	Неопалювальний підвал (не експлуатується)
Тип матеріалу	Ґрунт, фундаментні блоки
Коефіцієнт теплопередачі U (середнє) Вт/м²К	Усереднений показник 0,54 Вт/м²К

Під будівлею гуртожитку розташоване технічне підвальне приміщення, яке займає всю площу забудови та використовується для прокладання інженерних комунікацій. Через підвал проходять мережі опалення, холодного водопостачання, каналізації та електропостачання. Доступ до приміщення здійснюється лише зсередини будівлі.

Обстеження показало, що підвал не має теплоізоляції. Підлога виконана по ґрунту без утеплювального шару, а перекриття між підвалом та опалюваними приміщеннями також не утеплене. Це спричиняє додаткові втрати теплової енергії через конструкції будівлі.

Існуючий дерев'яний люк доступу до підвалу перебуває в незадовільному стані, має низькі теплоізоляційні властивості та недостатню герметичність, що додатково збільшує тепловтрати.

Отже, підвальне приміщення є одним із джерел непродуктивних втрат тепла. Для підвищення енергоефективності доцільно передбачити утеплення перекриття над підвалом і заміну або модернізацію люка із забезпеченням належної теплоізоляції та герметичності.

2.1.6 Система опалення

Теплопостачання гуртожитку здійснюється від централізованої модульної газової котельні, розташованої на території навчального закладу. Котельня працює за залежною схемою та забезпечує тепловою енергією три навчальні корпуси і гуртожиток, які мають різні режими експлуатації.

Теплогенерувальне обладнання представлене модульними котлами «Бернард» виробництва «УкрТерм» потужністю 120 кВт кожен. Загальна потужність 18 модулів становить 2,16 МВт, при цьому чотири модулі перебувають у неробочому стані. Котельня характеризується незадовільним

					КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.02	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		26

технічним станом. Регулювання подачі теплоносія здійснюється виключно вручну, а погодозалежна автоматика відсутня. Загальний стан системи опалення будівлі представлено в табл. 2.6 і рис. 2.5.

Таблиця 2.6 Система опалення

Найменування	Значення
Тип	Центральне опалення від власної газової котельні
Автоматичне регулювання	Відсутнє
Збалансована система розподілу	Незбалансована
Термостатичні крани на радіаторах	Відсутні
Прилади опалення	Радіатори чавунні та металеві
Матеріал труб	Пластик в основному
Балансувальні крани	Відсутні
Теплоносій	Вода
Стан теплової ізоляції	Відсутня
Остання дата та спосіб промивки системи опалення	Не проводилась
Наявність пристроїв скидання повітря з системи опалення	Наявні



Рисунок 2.5 Зовнішній вигляд опалювальних приладів

Під час обстеження теплових мереж виявлено близько 200 м надлишкових трубопроводів, більшість яких не мають належної теплоізоляції, що спричиняє додаткові втрати теплової енергії. Вузол вводу тепла розташований у технічному підпіллі, однак індивідуальний тепловий пункт на вводі відсутній. Унаслідок цього неможливо здійснювати окреме регулювання теплопостачання гуртожитку відповідно до його фактичних потреб.

Основною проблемою системи є спільний режим роботи для всіх будівель комплексу. Відсутність автономного регулювання призводить до нераціонального використання теплової енергії та зниження ефективності теплопостачання.

Система опалення гуртожитку однотрубна, горизонтальна, з верхнім розведенням теплоносія. Часткова модернізація охопила близько 40 % елементів системи. У будівлі використовуються чавунні та сталеві радіатори. Протікання та значні корозійні пошкодження не виявлені, однак термостатичні клапани на опалювальних приладах відсутні. Трубопроводи проходять через технічне підпілля та технічний поверх, при цьому їх теплоізоляція переважно відсутня або перебуває в незадовільному стані. Середня температура повітря у приміщеннях становить близько 16 °С, що нижче нормативних показників через занижену температуру теплоносія.

За результатами комплексної оцінки встановлено, що система опалення має значний фізичний і моральний знос та потребує масштабної реконструкції із заміною понад 80 % основних елементів.

2.1.7 Система гарячого водопостачання

Загальний стан системи гарячого водопостачання будівлі представлено в табл. 2.7.

Таблиця 2.7 Система гарячого водопостачання

Найменування		Значення		
Тип системи		відсутні		
Матеріал труб		відсутні		

					КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.02	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.02

У будівлі гуртожитку відсутнє центральне гаряче водопостачання. Водопостачання здійснюється за допомогою електричних бойлерів у кількості 25 шт. одиничною потужністю 2500 Вт.

2.1.8 Система вентиляції

Система вентиляції гуртожитку переважно є природною. Свіже повітря надходить через нещільності огорожувальних конструкцій і відкривання вікон. Такий підхід є енергетично неефективним, оскільки спричиняє тепловтрати та не забезпечує стабільний мікроклімат. У санітарних приміщеннях використовуються механічні витяжні вентилятори (санвузли, душові, пральні), де утворюється підвищена вологість (рис. 2.6).



Рисунок 2.6 Зовнішній вигляд системи вентиляції

Обстеження показало, що вентиляційні канали працюють у більшості кухонь і санвузлів. Водночас у частині житлових кімнат решітки демонтовані або перекриті, що порушує повітрообмін і знижує ефективність системи. Виявлено підвищену вологість і конденсат на вікнах, місцями — на зовнішніх стінах, що свідчить про недостатню вентиляцію.

Поганий повітрообмін погіршує санітарні умови та підвищує ризик появи плісняви і пошкодження оздоблення. Побутові витяжні вентилятори не забезпечують необхідної продуктивності для гуртожитку через високе навантаження.

Доцільна модернізація системи шляхом встановлення більш потужних витяжних установок у вологих приміщеннях, що покращить повітрообмін і мікроклімат та зменшить утворення конденсату.

					КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.02	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		29

2.1.9 Система освітлення

В будівлі наявні світлодіодні лампи (300 шт.) та лампи розжарювання (280 шт.). Близько 50% всіх джерел світла було замінено на енергоефективні світлодіодні світильники або ж виконано заміну ламп розжарювання на світлодіодні лампи (рис. 2.7). Система освітлення в будівлі гуртожитку знаходиться в задовільному стані.



Рисунок 2.7 Зовнішній вигляд приладів освітлення

2.2. Визначення приведенного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій

Проведено розрахунок теплотехнічних показників оболонки будівлі, які представлено в табл. 2.8.

Таблиця 2.8 Теплотехнічні показники оболонки будівлі

Показники	Позначення і розмірність показника	Нормативне значення показника	Розрахункове (після модернізації)	Фактичне значення показника
Приведений опір теплопередачі	$R_{\Sigma \text{ пр, м}^2 \cdot \text{К/Вт}}$			
- стін	$R_{\Sigma \text{ пр·с}}$	4,0	4,0	0,72
- вікон і балконних дверей	$R_{\Sigma \text{ пр·в}}$	0,9	0,9	0,4

- вхідних дверей і воріт	$R_{\Sigma \text{ пр.д}}$	0,7	0,7	0,33
- горищних перекриттів	$R_{\Sigma \text{ пр.хг}}$	7,0	7,0	0,99
- перекриттів над неопалюваними підвалами	$R_{\Sigma \text{ пр.нп}}$	5,0	5,0	0,54

2.3. Визначення річних витрат енергії

Розрахункове енергоспоживання будівлі визначається на основі оцінки потреби об'єкта в енергетичних ресурсах з урахуванням фактичних умов його функціонування та експлуатаційних характеристик. Фактичне енергоспоживання встановлюється за даними комерційного обліку та відображає реальну кількість енергії, спожитої будівлею протягом визначеного періоду.

Під час формування базового рівня енергоспоживання окремі експлуатаційні параметри повинні прийматися не нижче значень, передбачених проєктною документацією або чинними нормативними вимогами. До таких параметрів належать:

- температура внутрішнього повітря в приміщеннях;
- інтенсивність повітрообміну;
- тривалість функціонування інженерних систем;
- рівень штучного освітлення.

Таблиця 2.9 Фактичні тепловитрати

Опалювальний сезон	Теплова енергія, кВт·год/рік	Питомі тепловитрати, кВт·год/м ²
2022-2023	243928	64,48
2023-2024	295193	78,03
2024-2025	286026	75,61

У випадках, коли фактичні значення зазначених показників є нижчими за нормативні, для побудови базової лінії використовуються саме нормативні або проєктні величини. Якщо ж реальні показники перевищують встановлені

					КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.02	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		31

вимоги, у розрахунках приймаються фактичні значення. Для решти параметрів застосовуються дані, отримані під час обстеження та аналізу експлуатації об'єкта.

Таким чином, базова лінія енергоспоживання формується за умови забезпечення нормативного мікроклімату в будівлі, належної роботи вентиляційних систем із дотриманням розрахункових обсягів повітрообміну відповідно до потреб користувачів протягом усього календарного року.

2.4. Визначення теплових витрат через огороджувальні конструкції будівель

Тепловтрати розраховувалися окремо для кожного типу огороджувальних конструкцій з урахуванням їх розташування відносно сторін горизонту. Такий підхід забезпечив більш точне визначення розподілу теплових потоків та виявлення конструктивних елементів, через які відбуваються найбільші втрати енергії.

Для оцінки енергетичної ефективності окремих огороджувальних конструкцій використовувався питомий показник f , що визначається як відношення величини тепловтрат через певну конструкцію до її площі. Даний показник відображає обсяг втрат теплової енергії на 1 м² поверхні та дозволяє здійснювати коректне порівняння різних елементів оболонки будівлі незалежно від їх геометричних розмірів. Отримані результати наведені в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 Тепловитрати через огороджувальні конструкції

Огороджувальна конструкція	Теплові витрати, кВт/м ²
Зовнішні стіни	164,77
Вікна	298,92
Двері	273,81
Дах	118,12
Підлога	77,59

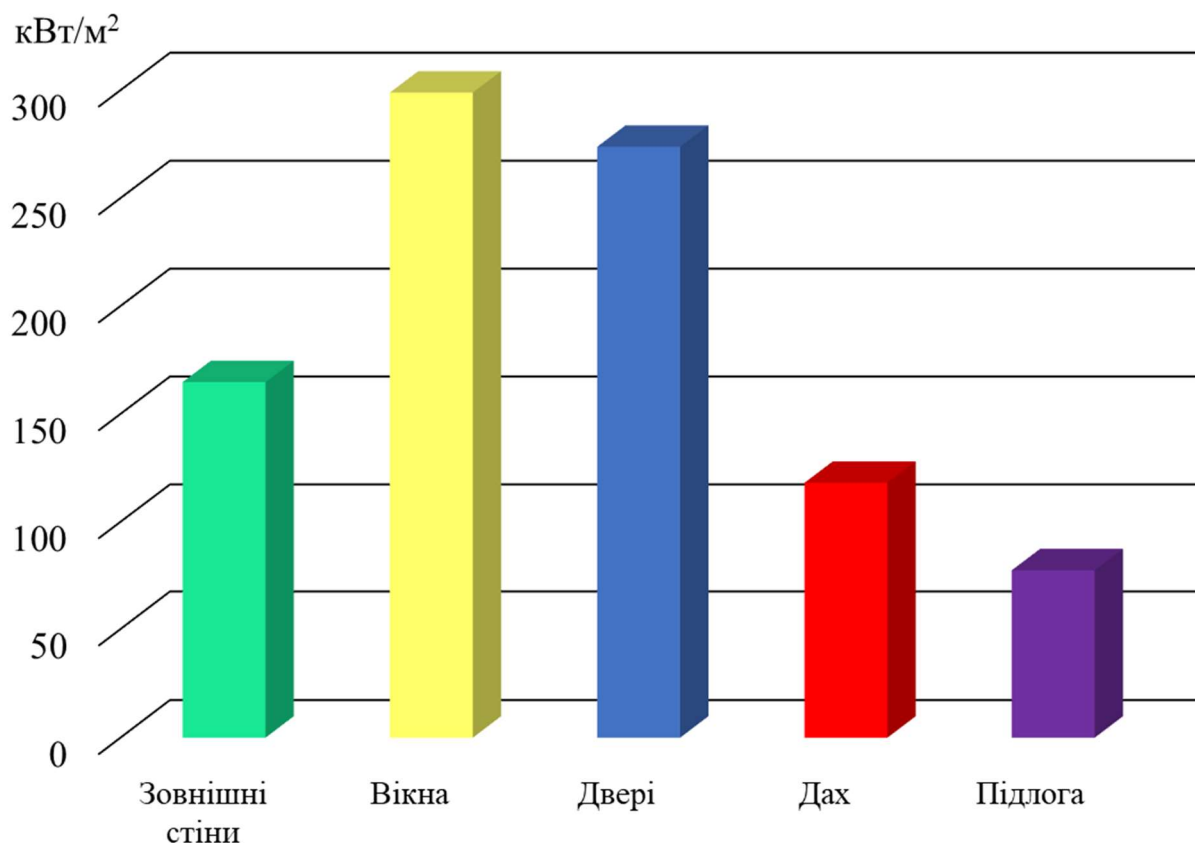


Рис. 2.8 Коефіцієнт теплопередачі трансмісією для окремих огорожувальних конструкцій

Розраховані значення питомих тепловтрат вказують на нерівномірність розподілу втрат теплової енергії через огорожувальні конструкції будівлі. Найбільші втрати спостерігаються через зовнішні стіни, віконні блоки, покрівлю та входні двері, що свідчить про доцільність першочергового покращення їх теплоізоляційних властивостей.

2.5. Аналіз витрат тепла через огорожувальні конструкції

На основі отриманих результатів попередніх розрахунків необхідно побудувати кругову діаграму, наведену на рис. 2.9, а також сформулювати зведену таблицю теплових втрат (табл. 2.11).

Таблиця 2.11 Теплові втрати будівлі

1) Витрати тепла шляхом теплопередачі, кВт	
- зовнішні стіни	321969,49
- вікна	115202,28
- двері	2984,52
- дах	89416,07
- підлога	58735,26
Σ	588307,62
2) Витрати тепла шляхом інфільтрації, кВт	
Σ	48110,38
Сумарні витрати тепла	636418,00

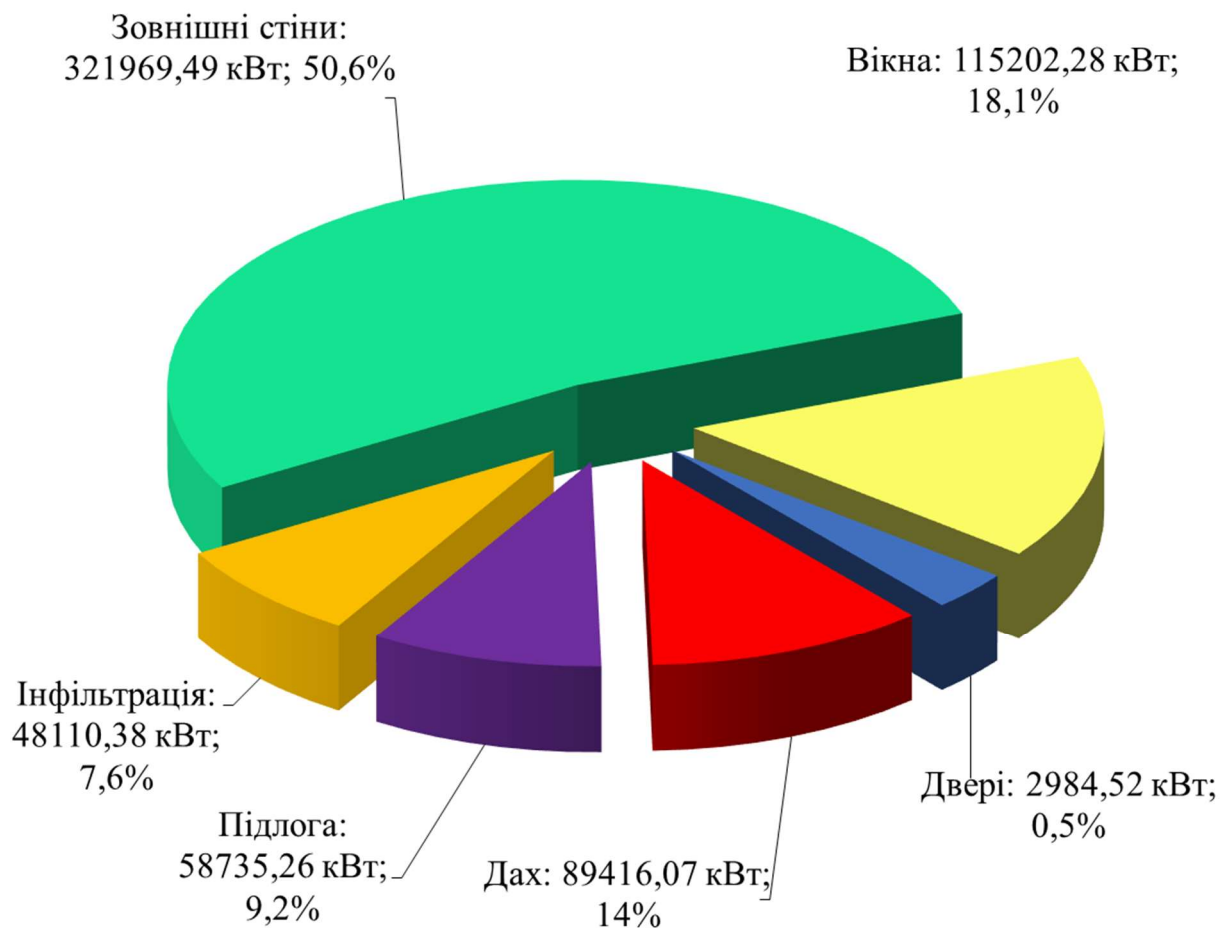


Рис. 2.9 Розподіл існуючих теплових втрат в корпусі будівлі

Аналіз розподілу загальних тепловтрат будівлі свідчить, що основна їх частка припадає на зовнішні стіни — 50,6 %. Значний внесок також мають віконні конструкції, через які втрачається близько 18,1 % теплової енергії. На покрівлю припадає орієнтовно 14 % втрат, на підлогу — 9,2 %, тоді як найменша частка характерна для входних дверей і становить приблизно 0,5 %.

Розрахунок економії виконується на основі базової лінії споживання енергоресурсів, наведеної в табл. 2.12–2.13, з подальшим аналізом отриманих результатів та оцінкою ефективності впроваджених заходів.

Таблиця 2.12 Енергетичні показники (кВт·год на рік)

Стаття бюджету	До енергоефективних заходів (ЕЕ)		Після ЕЕ і реновації
	Виміряне	Базова лінія	
	кВт·год/рік		
Опалення	275049	636418	88440
Вентиляція	0	178075	88278
ГВП	0	92771	92771
Насоси та вентилятори	0	167	26994
Освітлення ті інше	59981	6411	1184
Всього	335030	944417	328242

Таблиця 2.13 Питомі енергетичні показники (кВт·год/м² на рік)

Стаття бюджету	До енергоефективних заходів (ЕЕ)		Після ЕЕ і реновації
	Виміряне	Базова лінія	
	кВт·год/м ² рік		
Опалення	72,71	168,23	23,38
Вентиляція	0	47,07	23,34
ГВП	0	24,52	24,52
Насоси та вентилятори	0	0,04	7,14
Освітлення та інше	15,85	1,69	0,31
Всього	88,56	249,65	86,77

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.

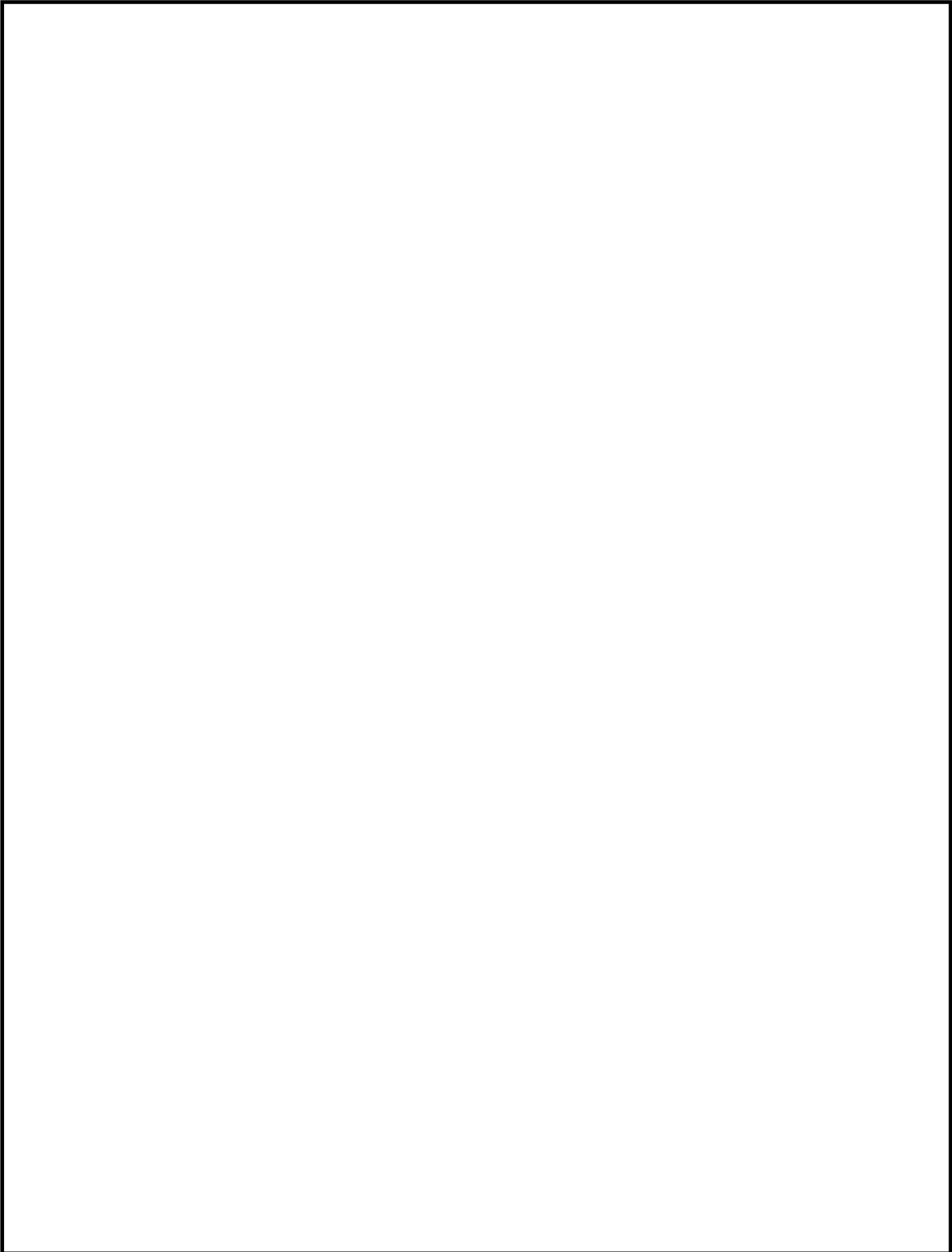
2.6. Висновки за розділом 2

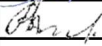
У розділі досліджено особливості використання теплової енергії в будівлі гуртожитку та виконано оцінку її теплотехнічних показників. Проведено розрахунки тепловтрат через огорожувальні конструкції й визначено втрати теплоти, спричинені інфільтрацією зовнішнього повітря. Також встановлено значення приведенного опору теплопередачі основних елементів огороження та перевірено їх відповідність чинним нормативним вимогам.

За результатами проведених розрахунків визначено річну потребу будівлі в тепловій енергії та проаналізовано розподіл теплових втрат між окремими конструктивними елементами. Встановлено, що найбільша частка втрат теплоти пов'язана із зовнішніми огорожувальними конструкціями, теплозахисні властивості яких потребують покращення.

Проведений аналіз дав змогу виявити основні причини неефективного використання енергетичних ресурсів та сформувавши основу для розроблення комплексу заходів із термомодернізації, спрямованих на скорочення теплових втрат і підвищення енергоефективності будівлі.

					КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.02	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		36



					КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.03			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розділ 3	Літ.	Арк.	Аркушів
Студент		Пасічнюк О.М.						
Керівник		Воїнов О.П.						
Консульт.								
Зав.каф.		Кобалава Г.О.				ХННІ НУК		
						37		

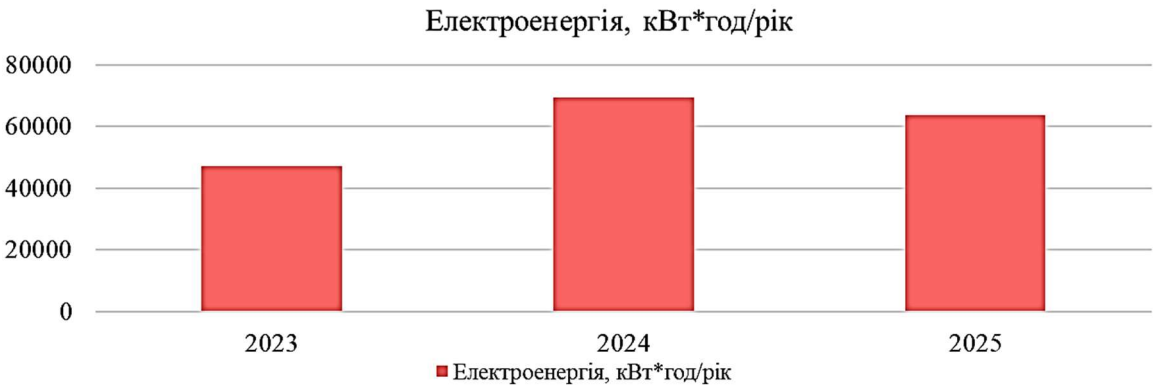
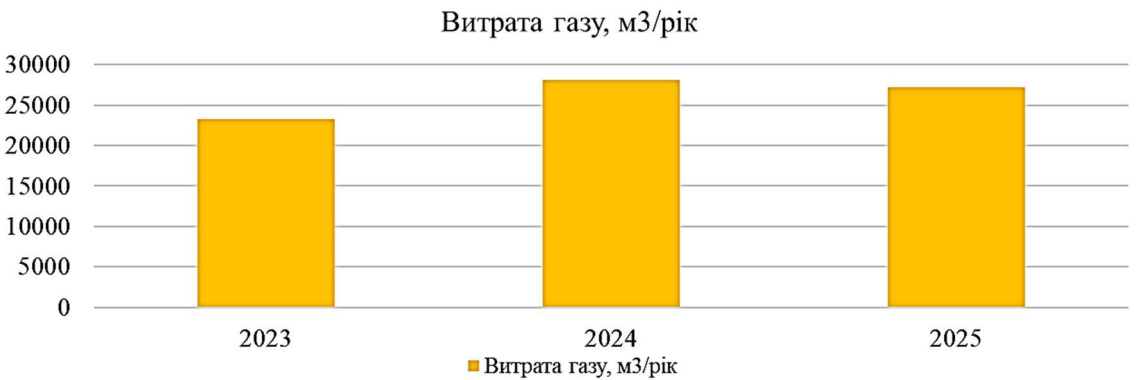
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ДЛЯ
ОБ’ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

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	46960	23231	536
2024	69445	28114	1597
2025	63537	27241	1895
Всього	179942	78585	4028
Середнє значення	59981	26195	1343



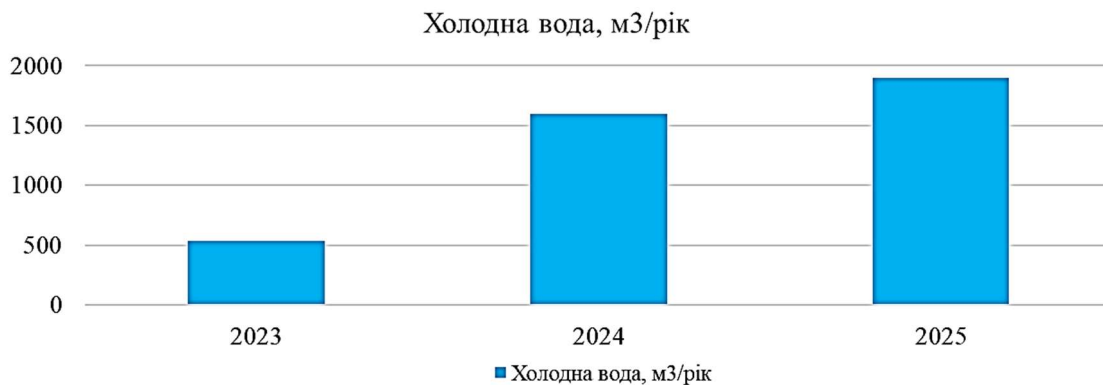


Рис. 3.1 Витрати енергоресурсів

Таблиця 3.2 Видатки на енергоресурси

Рік	Електроенергія	Тепло (газ)	Холодна вода
	грн	грн	грн
2023	139002	384477	25932
2024	300002	465280	89352
2025	274480	490330	118494
Середнє значення	237828	446696	77926

Розподіл видатків на енергоносії за останні три роки (середнє значення)

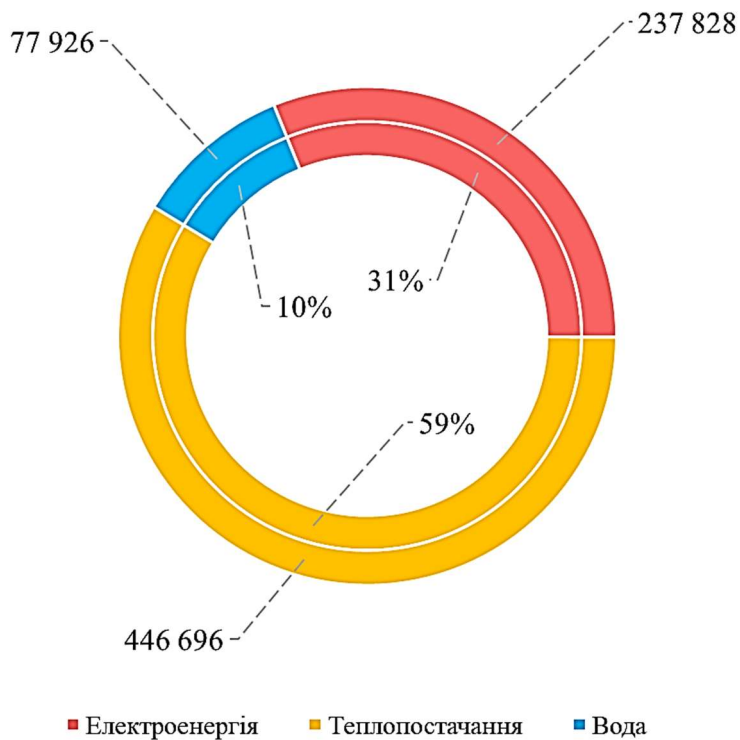


Рис. 3.2 Видатки на енергоносії

Проведений аналіз структури витрат на енергетичні ресурси виявив їх нерівномірний розподіл. Найбільшу частку фінансових витрат становить забезпечення будівлі тепловою енергією, виробництво якої базується на використанні природного газу та складає близько 59 % загальних енергетичних витрат.

Дослідження динаміки показників за попередні роки експлуатації засвідчило тенденцію до зростання витрат на енергозабезпечення об'єкта. Основною причиною цього є поступове підвищення тарифів на енергетичні ресурси. Водночас на цінову ситуацію в енергетичному секторі істотно впливають наслідки воєнних дій, зокрема пошкодження енергетичної інфраструктури та об'єктів передачі енергії. За таких обставин прогнозується подальше збільшення вартості енергоносіїв, що може спричинити зростання експлуатаційних витрат на утримання будівлі в майбутньому.

3.2. Розробка заходів з енергозбереження

Для підвищення енергоефективності будівлі рекомендовано такі заходи:

1. Комплекс робіт із теплоізоляції та улаштування зовнішніх стін (включаючи відкоси);
2. Комплекс робіт із теплоізоляції та улаштування цоколю (вище та нижче рівня ґрунту);
3. Комплекс робіт із теплоізоляції та улаштування перекриття технічного поверху;
4. Комплекс робіт із теплоізоляції та улаштування перекриття над технічним підпіллям;
5. Комплекс робіт із заміни вікон;
6. Комплекс робіт із заміни зовнішніх входних дверей;
7. Комплекс робіт з модернізації системи опалення в будівлі;
8. Встановлення ІТП;
9. Комплекс робіт з влаштування децентралізованої системи вентиляції з рекуперацією теплоти;

					КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.03	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

10. Модернізація системи освітлення;
11. Влаштування сонячної електростанції на даху.

1. Комплекс робіт із теплоізоляції та улаштування зовнішніх стін

Для підвищення теплозахисних характеристик огорожувальних конструкцій пропонується застосувати фасадну систему зовнішнього утеплення штукатурного типу. Даний спосіб є одним із найбільш поширених завдяки поєднанню економічної доцільності, технологічної простоти та високої ефективності.

Конструкція системи передбачає монтаж теплоізоляційних плит на поверхню стін із використанням клейових сумішей та механічних кріплень. Після встановлення утеплювача виконується армувальний шар із сіткою та наноситься захисно-декоративне штукатурне покриття, яке повинно характеризуватися достатньою паропроникністю для забезпечення нормального вологісного режиму конструкцій.

За результатами теплотехнічних розрахунків рекомендовано використання мінераловатних плит товщиною 200 мм. Таке рішення забезпечує досягнення нормативного значення коефіцієнта теплопередачі зовнішніх стін на рівні $0,25 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, що відповідає чинним вимогам будівельних норм та сучасним підходам до енергоефективного будівництва.

Характеристики матеріалів для утеплення фасаду методом «мокрого фасаду»:

- теплопровідність мінеральної вати для утеплення фасаду будівлі повинна бути не більше $\lambda=0,045 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$ (наприклад, ТЕХНОНІКОЛЬ).
- Щільність мінеральної вати повинна бути не менше $115 \text{ кг}/\text{м}^3$;
- армуюча сітка – щільністю не менше $160 \text{ г}/\text{м}^2$;
- дюбель з термоголовкою довжиною – не менше 280 мм.

Перед початком монтажних робіт необхідно виконати підготовку фасадних поверхонь, зокрема демонтувати декоративні елементи облицювання, а також інженерні комунікації, що перешкоджають улаштуванню теплоізоляційного шару.

					КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.03	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		41

У процесі термомодернізації слід передбачити заміну існуючих віконних відливів на нові, розміри яких відповідають збільшеній товщині фасадної конструкції після утеплення. Для запобігання проникненню вологи рекомендується виконати гідроізоляційний захист підвіконної частини та забезпечити надійну герметизацію стиків між віконними блоками і стінами.

Особливу увагу необхідно приділити теплоізоляції зовнішніх відкосів. Їх утеплення доцільно виконувати мінераловатними плитами з частковим перекриттям віконної коробки. У випадках, коли застосування плитного утеплювача неможливе через конструктивні особливості встановлення вікон, рекомендується використовувати теплоізоляційні штукатурні суміші на основі перліту.

2. Комплекс робіт із теплоізоляції та улаштування цоколю

За результатами обстеження огорожувальних конструкцій будівлі встановлено недостатні теплозахисні властивості цоколя та незадовільний стан вимощення, що негативно впливає на експлуатаційні характеристики будівлі.

Для зменшення тепловтрат рекомендовано виконати утеплення цоколя із застосуванням екструдованого пінополістиролу товщиною не менше 100 мм і щільністю 26–32 кг/м³ (наприклад, «Техноніколь Carbon ECO» або аналог). Один і той самий матеріал доцільно використовувати для утеплення як підземної, так і надземної частин цоколя, що є технологічно простим та економічно вигідним рішенням. Загальна площа утеплення становить 207 м². Роботи рекомендується виконувати за технологією скріпленої теплоізоляції.

Перед монтажем теплоізоляції підземної частини необхідно виконати двошарову гідроізоляцію фундаменту бітумною мастикою та забезпечити захист конструкції від ґрунтових вод профільованою дренажною мембраною.

Також рекомендовано облаштувати вимощення по всьому периметру будівлі. Захід не є енергоефективним, однак забезпечує захист фундаменту від зволоження. Рекомендована ширина вимощення – 1 м, із встановленням

					КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.03	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		42

бетонного бордюру, армуванням металевою сіткою та організацією відведення дощових вод від водостічних труб.

Улаштування вимощення не забезпечує прямої економії енергоресурсів, тому економічний ефект від його реалізації відсутній.

3. Комплекс робіт із теплоізоляції та улаштування перекриття над технічним підпіллям

З метою скорочення втрат теплової енергії через перекриття над технічним підпіллям рекомендується виконати його теплоізоляцію. Для утеплення доцільно застосувати мінераловатні плити товщиною 120 мм із коефіцієнтом теплопровідності не більше 0,045 Вт/(м·К) та щільністю не менше 75 кг/м³.

Перед початком робіт необхідно провести підготовку поверхні перекриття: очистити її від забруднень, пилу та залишків будівельних матеріалів, усунути нерівності, а за потреби виконати ремонт пошкоджених ділянок конструкції.

Технологія утеплення передбачає кріплення теплоізоляційного шару з подальшим армуванням нижньої поверхні за допомогою клейового розчину та фасадної сітки. Таке рішення забезпечує додатковий захист утеплювача від механічних пошкоджень і впливу вологи. На відміну від фасадних систем, декоративне оздоблення поверхні не передбачається.

У результаті реалізації заходу очікується зниження коефіцієнта теплопередачі перекриття до рівня близько 0,20 Вт/(м²·К), що сприятиме підвищенню енергоефективності будівлі та зменшенню витрат на опалення. Вартість виконання робіт з утеплення перекриття технічного підпілля наведена в таблиці нижче.

4. Комплекс робіт із теплоізоляції та улаштування перекриття технічного поверху

Проведений аналіз показав, що теплозахисні характеристики перекриття технічного поверху не відповідають чинним нормативним вимогам. Існуючий

					КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.03	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		43

коефіцієнт теплопередачі становить $0,99 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, тоді як нормативне значення для горищних перекриттів не повинно перевищувати $0,16 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Для підвищення енергоефективності будівлі рекомендується виконати утеплення перекриття мінераловатними плитами. За умови збереження наявного шару засипки достатньою є товщина утеплювача 250 мм. Якщо існуючий шар буде демонтовано, товщину теплоізоляції доцільно збільшити до 300 мм. Орієнтовна щільність мінеральної вати повинна становити близько $45 \text{ кг}/\text{м}^3$, а остаточні параметри мають бути уточнені після оцінки несучої здатності конструкцій.

Конструкція утеплення передбачає підготовку та очищення поверхні перекриття, улаштування вирівнювального шару або геотекстилю, монтаж пароізоляційної мембрани, укладання теплоізоляційного матеріалу та влаштування захисної супердифузійної мембрани. Усі стики ізоляційних шарів необхідно герметизувати спеціальними клейкими стрічками відповідно до рекомендацій виробника.

Для забезпечення доступу до інженерних мереж і можливості обслуговування покрівлі необхідно облаштувати дерев'яні ходові містки шириною не менше 0,75 м. Їх конструкція повинна передавати навантаження на несучі елементи перекриття та не створювати пошкоджень теплоізоляційному шару.

Реалізація заходу дозволить знизити тепловтрати через перекриття технічного поверху та привести його теплотехнічні показники до нормативного рівня.

5. Комплекс робіт із заміни вікон

Для підвищення енергоефективності будівлі доцільно виконати повну заміну існуючих віконних конструкцій. Наявні металопластикові вікна характеризуються низькими теплозахисними показниками через використання однокамерних склопакетів, тонкого профілю та неякісного монтажу, внаслідок чого спостерігаються численні нещільності та відкриті монтажні шви.

					КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.03	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		44

Нові вікна повинні відповідати чинним нормативним вимогам та бути оснащені енергоефективними склопакетами, які забезпечують зменшення втрат теплової енергії. Під час монтажу необхідно виконати підготовку віконних прорізів, встановлення віконних блоків, герметизацію монтажних швів із застосуванням ущільнювальних стрічок або мембран, а також монтаж внутрішніх і зовнішніх підвіконь.

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 RENAУ Euro- Design 70), склопакет – двокамерний, товщиною не менше 40 мм, формула склопакету - 4i-14Ar-4-14Ar-4i.

Після встановлення вікон особливу увагу слід приділити облаштуванню відкосів. Внутрішні відкоси рекомендується виконувати зі штукатурних сумішей із перекриттям частини віконної коробки для зменшення теплових містків. Одночасно з утепленням фасаду необхідно виконати оздоблення та утеплення зовнішніх відкосів.

Реалізація заходу забезпечить скорочення тепловтрат і покращення температурного комфорту в приміщеннях. Разом з тим зменшення природної інфільтрації повітря підвищує вимоги до роботи вентиляційної системи. Для запобігання утворенню конденсату, плісняви та грибка необхідно підтримувати справний стан вентиляційних каналів і забезпечувати регулярне провітрювання приміщень.

6. Комплекс робіт із заміни зовнішніх вхідних дверей

У межах заходу передбачається демонтаж існуючих дерев'яних дверей та встановлення нових утеплених дверних блоків із металопластику або металу. Нові конструкції повинні відповідати вимогам ДБН В.2.6-31:2021, при цьому значення коефіцієнта теплопередачі не повинно перевищувати $1,42 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$. Загальна площа дверей, що підлягають заміні, становить $3,8 \text{ м}^2$ (2 шт.).

					КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.03	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		45

Для підвищення енергоефективності будівлі всі вхідні двері рекомендується обладнати автоматичними доводчиками. Додатково доцільно влаштувати тамбурні двері на допоміжних входах, що дозволить зменшити втрати тепла в холодний період року.

Під час монтажу необхідно забезпечити якісну підготовку дверних прорізів, вирівнювання поверхонь і надійну герметизацію місць примикання. Для захисту монтажних швів від проникнення вологи та повітря слід використовувати ущільнювальні стрічки або спеціальні ізоляційні мембрани.

Зважаючи на високу інтенсивність користування вхідними групами, рекомендується встановлювати доводчики промислового класу з підвищеним ресурсом експлуатації та тривалим гарантійним терміном (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.

7. Встановлення або модернізація індивідуального теплового пункту (ІТП)

Для будівлі гуртожитку рекомендовано встановлення індивідуального теплового пункту (ІТП) з погодозалежним автоматичним регулюванням. Така система дає змогу адаптувати подачу теплоносія до фактичних погодних умов, забезпечити комфортний мікроклімат у приміщеннях та знизити непродуктивні втрати теплової енергії. Основними функціями ІТП є облік теплової енергії, захист системи від аварійних режимів роботи, регулювання параметрів теплоносія та можливість відключення системи тепlopостачання.

До складу теплового пункту рекомендується включити автоматичну систему погодозалежного регулювання, циркуляційні насоси, контрольно-вимірювальні прилади, запірно-регулюючу арматуру, регулятор перепаду тиску та систему фільтрації. ІТП необхідно встановити на тепловому вводі за незалежною схемою підключення з теплоізоляцією трубопроводів. Також доцільно облаштувати вузол комерційного обліку теплової енергії та передбачити його інтеграцію із системою енергетичного моніторингу. Після

					КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.03	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		46

утеплення будівлі розрахункове теплове навантаження становитиме близько 120 кВт. Крім того, рекомендується встановлення балансувальних клапанів і проведення гідравлічного балансування системи опалення.

Також рекомендовано модернізацію існуючої газової котельні, технічний стан якої не відповідає сучасним вимогам енергоефективності. Передбачається заміна застарілого котельного обладнання на сучасні високоефективні газові котли сумарною потужністю близько 2 МВт, встановлення автоматизованої системи погодозалежного керування, оновлення димовідвідної системи та модернізація допоміжного обладнання. Реалізація запропонованих заходів забезпечить скорочення втрат енергії, підвищення ефективності роботи системи теплопостачання та зменшення експлуатаційних витрат.

8. Модернізація системи опалення

Для підвищення ефективності роботи системи опалення рекомендовано замінити існуючу однотрубну схему на двотрубну з розведенням трубопроводів у технічному підпіллі та по поверхах будівлі без прокладання магістралей технічним поверхом. Після завершення монтажних робіт необхідно виконати гідравлічне балансування системи для забезпечення рівномірного розподілу теплоносія між усіма опалювальними приладами.

Комплекс заходів із модернізації системи опалення передбачає:

1. Заміна опалювальних приладів. Існуючі чавунні та сталеві радіатори рекомендується замінити на сучасні біметалеві, тепловіддачею не менше 170 Вт на секцію, розраховані на робочий тиск до 30 атм та тривалий термін експлуатації (наприклад «MIRADO», або аналог).

2. Влаштування нової трубопровідної мережі (наприклад система KAN-therm PP-R (тип 3). Пропонується застосування поліпропіленових труб типу PP-R, призначених для високотемпературних систем радіаторного опалення. Матеріал характеризується низькою теплопровідністю, стійкістю до температурних деформацій та терміном служби понад 50 років.

					КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.03	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		47

3. Встановлення автоматичних балансувальних і термостатичних клапанів (наприклад Danfoss RA-DV або аналог). На кожному радіаторі доцільно передбачити регулюючу арматуру, що забезпечує автоматичне підтримання необхідної витрати теплоносія, стабілізацію перепаду тиску та можливість індивідуального регулювання температури в приміщеннях. Термостатичні елементи повинні забезпечувати швидку реакцію на зміну температурних умов, мати можливість обмеження налаштувань та захист від несанкціонованого втручання.

4. Встановлення тепловідбивних екранів. Для зменшення втрат теплоти через зовнішні стіни рекомендується монтаж відбивних екранів за радіаторами. Водночас у разі комплексного утеплення фасадів будівлі реалізація цього заходу є недоцільною через незначний додатковий енергозберігаючий ефект.

9. Модернізація системи вентиляції

У разі обмеженого фінансування доцільно першочергово виконати заходи з відновлення існуючої системи природної вентиляції. Вони передбачають очищення та ремонт вентиляційних каналів, відновлення їх пропускної здатності й відкриття вентиляційних отворів у житлових приміщеннях.

Для забезпечення нормативного повітрообміну після утеплення будівлі необхідно встановити припливні віконні клапани та вентиляційні решітки в нижній частині дверей. Вентиляційні канали мають бути виведені вище рівня покрівлі, а в санвузлах доцільно встановити витяжні вентилятори з датчиками вологості та таймерами.

Усі роботи з модернізації вентиляції повинні виконуватися за проектною документацією спеціалізованої організації. За відсутності коштів на встановлення механічної системи вентиляції рекомендовано реалізувати мінімальний комплекс заходів з відновлення існуючої системи. Як припливні пристрої можуть використовуватися віконні клапани типу Aereco EMM 707 або аналогічні, що забезпечують регульовану подачу повітря, продуктивність

					КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.03	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		48

5–35 м³/год при тиску 10 Па, належну звукоізоляцію та можливість механічного перекриття повітряного потоку.

10. Модернізація системи освітлення

Варіант полягає у повній модернізації системи освітлення шляхом заміни застарілих світильників із лампами розжарювання на сучасні світлодіодні освітлювальні прилади. Це рішення забезпечує вищу енергоефективність, покращує якість освітлення та сприяє зменшенню витрат на технічне обслуговування.

Для забезпечення надійної та довготривалої роботи системи освітлення необхідно дотримуватися вимог щодо правильної експлуатації обладнання. У приміщеннях з підвищеною вологістю, таких як санвузли, душові та кухні, рекомендовано використовувати світлодіодні свільники зі ступенем захисту не нижче IP65, які характеризуються стійкістю до впливу вологи та пилу.

11. Влаштування сонячної електростанції на даху

У ході енергетичного обстеження проведено оцінку можливості використання відновлюваних джерел енергії для забезпечення потреб будівлі. За результатами аналізу найбільш доцільним рішенням визначено встановлення дахової сонячної електростанції (СЕС). Наявна площа покрівлі дозволяє розмістити фотоелектричну систему орієнтовною потужністю 36 кВт, яка здатна виробляти до 40370 кВт·год електроенергії на рік. Реалізація цього заходу забезпечить часткове покриття потреб будівлі в електроенергії та скорочення її споживання з централізованої мережі.

Водночас впровадження такого рішення супроводжується певними технічними й організаційними обмеженнями. Зокрема, в умовах воєнного стану можливість підключення об'єкта до механізму «зеленого тарифу» є обмеженою через чинні нормативні вимоги та особливості функціонування державних установ. З огляду на це доцільним є застосування гібридної дахової СЕС із можливістю подальшого підключення до мережі після зміни регуляторних умов.

					КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.03	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		49

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	653461,48
Фасадна теплоізоляційна система з мінеральною ватою	м ²	1954	5352822,75
Утеплення та опорядження відкосів	комплекс	1	722978,66
Армувальний шар, сітка, декоративне покриття	комплекс	1	1014950,81
Проектні та супровідні роботи	комплекс	1	262922,31
Разом	-	-	8007136,00

Таблиця 3.4 Розрахунок витрат на утеплення покрівлі

Найменування робіт	Од. виміру	Кількість	Вартість, грн
Пароізоляція та підготовка основи	м ²	757	325777,95
Утеплювач покрівлі, 150 мм	м ²	757	1468586,34
Геотекстиль, кріплення, допоміжні матеріали	комплекс	1	558476,49
Гідроізоляційна мембрана / покриття	м ²	757	806688,27
Технічний нагляд і резерв	комплекс	1	164217,94
Разом	-	-	3323747,00

Таблиця 3.5 Розрахунок витрат на утеплення перекриття над підвалом

Найменування робіт	Од. виміру	Кількість	Вартість, грн
Підготовка поверхні перекриття	м ²	757	289833,54
Теплоізоляційні плити / мінеральна вата	м ²	757	1545778,86

Найменування робіт	Од. виміру	Кількість	Вартість, грн
Кріплення, захисний шар, опорядження	комплекс	1	952310,19
Додаткові та проєктні роботи	комплекс	1	314342,41
Разом	-	-	3102265,00

Таблиця 3.6 Розрахунок витрат на заміну дверей

Найменування робіт	Од. виміру	Кількість	Вартість, грн
Демонтаж існуючих дверей	комплект	1	6714,47
Нові утеплені зовнішні двері	м ²	3,8	44763,16
Монтаж, герметизація примикань та відкосів	комплекс	1	14228,29
Додаткові матеріали	комплекс	1	4035,08
Разом	-	-	69741,00

Таблиця 3.7 Розрахунок витрат на встановлення вікон

Найменування робіт	Од. виміру	Кількість	Вартість, грн
Демонтаж існуючих вікон	комплекс	1	349867,11
Нові вікна, підвіконня	м ²	386,4	2332447,37
Монтаж, герметизація примикань та відкосів	комплекс	1	741385,06
Додаткові матеріали	комплекс	1	210253,47
Разом	-	-	3633953,00

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	2365536,00
Модернізація системи опалення	балансування, регулювання, обладнання, монтаж	1675650,00
Модернізація системи вентиляції	цилиндрні провітрювачі, настінні вентилятори, датчики вологості, таймери затримки, монтаж	975000,00

Захід	Основні складові	Вартість, грн
Модернізація системи освітлення	LED лампи, світильники	101379,00
Влаштування сонячної електростанції на даху	проектування, підбір обладнання, монтаж, пусконаладжувальні роботи та введення системи в експлуатацію	1845082,00

Після впровадження рекомендованих заходів комфортні умови в помешканні будуть відповідати нормативним (ДБН В.2.6-31:2021).

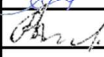
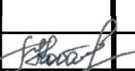
3.4. Висновки за розділом 3

У розділі досліджено фактичні показники споживання енергетичних ресурсів під час експлуатації будівлі гуртожитку та визначено можливості підвищення рівня її енергоефективності. За результатами проведеного енергетичного обстеження сформовано комплекс технічних рішень, спрямованих на зменшення теплових втрат і раціоналізацію використання енергії.

Запропоновані заходи охоплюють удосконалення огорожувальних конструкцій шляхом термомодернізації, модернізацію інженерних систем та покращення теплозахисних властивостей будівлі. Для кожного із запропонованих рішень виконано оцінку обсягів необхідних капіталовкладень, що дало змогу визначити їх економічну ефективність та доцільність практичного впровадження.

Проведений аналіз свідчить, що реалізація розроблених заходів забезпечить скорочення енергоспоживання, зменшення витрат на експлуатацію будівлі та підвищення рівня її енергетичної ефективності.

					КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.03	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		52

					КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.04				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розділ 4				
Студент		Пасічнюк О.М.							
Керівник		Воїнов О.П.							
Консульт.									
Зав.каф.		Кобалава Г.О.			Літ.		Арк.	Аркушів	
					ХННІ НУК 53				

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	8007136	201210	571436	14,01
2. Комплекс робіт із теплоізоляції та улаштування цоколю	1104581	21355	60648	18,21
3. Комплекс робіт із теплоізоляції та улаштування плит перекриття підвалу	3102265	34375	97625	31,78
4. Комплекс робіт із теплоізоляції та улаштування неопалювальних горищ та дахів	3323747	64923	184381	18,03
5. Заміна блоків віконних та блоків балконних дверних	3633953	54605	155078	23,43
6. Заміна зовнішніх дверей	69741	536	1522	45,81
7. Встановлення індивідуального теплового пункту	2365536	22454	63769	37,10
8. Модернізація системи опалення	1675650	38596	109613	15,29
9. Модернізація системи вентиляції	975000	30660	87074	11,20
10. Модернізація системи освітлення	101379	5227	22581	4,49
11. Влаштування сонячної електро-станції на даху	1845082	40370	114651	16,09
Разом:	28374070	514311	1468379	19,32

Термін простої окупності складає 19 років при зростанні тарифів модернізація даної будівлі окупиться швидше запланованого строку.

4.2. Оцінка фінансової ефективності

Проведено оцінку фінансової ефективності запропонованих енергозберігаючих заходів та визначено їх економічну доцільність і строки окупності (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 Аналіз економічних факторів при впровадженні заходів від Базового рівня

Заходи	Первинні інвестиції [UAH]	Чиста економія [UAH]	Строк служби [рік]	PB [рік]	IRR [%]	NPV [UAH]	NPVQ
1. Комплекс робіт із теплоізоляції зовнішніх стін	8007136	571436	30	14,01	5,83	777236	0,097
2. Комплекс робіт із теплоізоляції цоколю	1104581	60648	30	18,21	3,58	-172273	0,844
3. Комплекс робіт із теплоізоляції плит перекриття підвалу	3102265	97625	30	31,78	-0,37	-1601529	0,484
4. Комплекс робіт із теплоізоляції неопалювальних горищ та дахів	3323747	184381	30	18,03	3,66	-489359	0,853
5. Заміна блоків віконних та блоків балконних дверних	3633953	155078	20	23,43	-1,46	-1701338	0,532
6. Заміна зовнішніх дверей	69741	1522	20	45,81	-6,86	-50774	0,272
7. Встановлення індивідуального теплового пункту	2365536	63769	25	37,10	-2,83	-1466779	0,380
8. Модернізація системи опалення	1675650	109613	40	15,29	5,9	205310	1,122
9. Модернізація системи вентиляції	975000	87074	25	11,20	7,45	252216	0,259
10. Модернізація системи освітлення	101379	22581	15	4,49	21	133004	1,31
11. Влаштування сонячної електростанції на даху	1845082	114651	25	16,09	3,72	-229197	-0,124
Разом:	28374070		-	19,32	3,5	-4343584	-0,153

Таблиця 4.3 Аналіз економічних факторів при впровадженні заходів від
Пріоритетних заходів

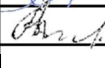
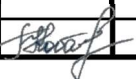
Заходи	Первинні інвестиції [UAH]	Чиста економія [UAH]	Строк служби [рік]	PB [рік]	IRR [%]	NPV [UAH]	NPVQ
1. Комплекс робіт із теплоізоляції зовнішніх стін	8007136	571436	30	14,01	5,83	777236	0,097
2. Модернізація системи опалення	1675650	109613	40	15,29	5,9	205310	1,122
3. Модернізація системи вентиляції	975000	87074	25	11,20	7,45	252216	0,259
4. Модернізація системи освітлення	101379	22581	15	4,49	21	133004	1,31
Разом:	10759165	790704	-	13,61	6,08	1367665	0,127

4.3 Висновки по розділу 4

У розділі досліджено економічні аспекти впровадження запропонованих заходів з підвищення енергетичної ефективності будівлі гуртожитку. Проведено розрахунок прогнозованого економічного ефекту, що досягається завдяки скороченню споживання енергетичних ресурсів після реалізації комплексу заходів із термомодернізації.

За результатами виконаних розрахунків встановлено, що впровадження запропонованих технічних рішень сприяє суттєвому зменшенню експлуатаційних витрат і забезпечує економію коштів упродовж подальшого використання будівлі.

Крім того, здійснено оцінку фінансових показників ефективності інвестицій, зокрема визначено економічну доцільність та перспективність реалізації запропонованих заходів. Отримані результати підтверджують, що впровадження комплексу енергозберігаючих рішень є економічно виправданим, характеризується прийнятними строками окупності та сприяє підвищенню загального рівня енергоефективності будівлі.

					КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.05		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Студент		Пасічнюк О.М.					
Керівник		Воїнов О.П.					
Консульт.							
Зав.каф.		Кобалава Г.О.					
Розділ 5					Літ.	Арк.	Аркушів
					ХННІ НУК 57		

РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

5.1. Аналіз небезпек

Виконання термомодернізаційних робіт у гуртожитку супроводжується впливом комплексу шкідливих і небезпечних виробничих факторів, що створюють підвищені ризики для працівників та потребують суворого дотримання вимог охорони праці. Роботи здійснюються в умовах діючої будівлі, яка перебуває в експлуатації, що ускладнює організацію безпечного виробничого процесу через одночасне виконання різних будівельно-монтажних операцій.

Основні небезпеки пов'язані з технологією виконання робіт та використанням будівельних матеріалів, інструментів і механізмів. Найбільш критичним ризиком залишається падіння з висоти під час монтажу фасадних систем утеплення, виконання робіт на покрівлі та встановлення інженерних конструкцій. Такі операції належать до робіт підвищеної небезпеки та вимагають застосування повного комплексу засобів індивідуального захисту, страхувальних систем і жорсткого контролю технологічної дисципліни.

Суттєву загрозу становить електротравматизм, що виникає під час експлуатації ручного електроінструменту, тимчасових електромереж і підключення інженерного обладнання систем опалення та вентиляції. Ризики значно зростають у разі роботи у вологому середовищі або в умовах обмеженого простору, де знижується контроль за безпечністю виконання операцій.

Не менш небезпечним фактором є вплив будівельного пилу та аерозольних частинок, які утворюються під час різання утеплювачів, демонтажу конструкцій та обробки поверхонь. Тривала дія таких забруднювачів повітря призводить до ураження органів дихання та погіршення загального стану здоров'я працівників.

					КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.05	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		58

Додаткові ризики пов'язані з використанням хімічно активних будівельних матеріалів, зокрема клеїв, герметиків, бітумних і антикорозійних складів. Їх вплив може викликати гострі та хронічні подразнення шкіри, слизових оболонок, а також алергічні реакції різного ступеня тяжкості.

Окрему небезпеку становить пожежний ризик, зумовлений застосуванням горючих теплоізоляційних матеріалів, електрообладнання та тимчасових систем електропостачання. Порушення технології або правил безпеки різко підвищує ймовірність виникнення аварійних ситуацій, включно з займаннями.

Зниження рівня ризиків можливе лише за умови впровадження жорсткої системи управління охороною праці, яка включає детальне планування робіт, обов'язкову ідентифікацію небезпек, застосування засобів індивідуального та колективного захисту, а також постійний технічний і організаційний контроль на всіх етапах виконання робіт.

5.2. Витяг з правил техніки безпеки

Організація будівельно-монтажних робіт у межах термомодернізації будівлі допускається лише за умови безумовного дотримання чинних нормативно-правових актів з охорони праці, будівельних норм і правил безпеки. Будь-які відхилення від встановлених вимог розглядаються як пряме порушення, що підвищує ризик травматизму, аварій та професійних захворювань.

До виконання робіт допускається виключно персонал, який пройшов повне навчання, інструктажі та перевірку знань з охорони праці у встановленому порядку. Особи без відповідної підготовки або з простроченими допусками до робіт не мають права бути залученими до виробничого процесу. Перед початком кожного етапу робіт обов'язково проводиться інструктаж з урахуванням конкретних небезпек об'єкта та технології виконання.

					КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.05	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		59

Використання засобів індивідуального захисту є обов'язковою та безальтернативною вимогою. Працівники зобов'язані застосовувати каски, рукавиці, спецодяг, захисне взуття з протиковзною підошвою, а також страхувальні системи під час робіт на висоті. Використання пошкоджених, невідповідних або несертифікованих засобів захисту суворо забороняється і розглядається як грубе порушення вимог безпеки.

Роботи на висоті належать до категорії підвищеної небезпеки та виконуються лише із застосуванням справних, перевірених риштувань, підмостків або автовишок. Експлуатація конструкцій без технічного огляду заборонена. Перебування працівників під зонами виконання висотних робіт без спеціального захисту є неприпустимим.

Електробезпека забезпечується виключно справним обладнанням, що має захисне заземлення та пристрої аварійного вимкнення. Використання пошкодженого електроінструменту, саморобних підключень або тимчасових мереж із порушенням вимог експлуатації категорично забороняється. Особливу небезпеку становить робота в умовах підвищеної вологості або обмеженого простору.

Пожежна безпека є обов'язковою умовою виконання робіт. Використання горючих матеріалів вимагає суворого контролю, наявності первинних засобів пожежогасіння та повної заборони відкритого вогню. Порушення правил зберігання або застосування матеріалів розглядається як критичне порушення вимог безпеки.

Організація робочих місць повинна виключати будь-які фактори ризику: захаращення, порушення прохідності, недостатнє освітлення або хаотичне розміщення матеріалів та інструментів. Будівельний майданчик з порушенням порядку вважається небезпечним і підлягає зупиненню робіт до усунення недоліків.

У разі виникнення аварійної або небезпечної ситуації роботи негайно припиняються без виключень. Працівники зобов'язані діяти згідно з планом ліквідації аварій, повідомляти відповідальних осіб та забезпечувати власну

					<i>КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.05</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		60

безпеку. Відсутність засобів першої допомоги або невизначені шляхи евакуації є неприпустимими умовами роботи.

Дотримання вимог охорони праці є жорсткою, обов'язковою умовою виконання термомодернізаційних робіт. Їх ігнорування прямо призводить до підвищення рівня виробничих ризиків і є недопустимим у межах безпечної організації будівельного процесу.

5.3. Висновки за розділом 5

У розділі проаналізовано умови праці під час виконання робіт з термомодернізації будівлі гуртожитку та визначено основні небезпечні й шкідливі виробничі фактори. Встановлено, що найбільші ризики пов'язані з роботами на висоті, електробезпекою, впливом будівельного пилу та хімічних речовин, а також пожежною небезпекою.

Виявлено, що рівень виробничих ризиків значною мірою залежить від організації будівельного процесу та дотримання технології виконання робіт. Особливу увагу приділено безпеці при монтажі теплоізоляційних систем та виконанні інженерних робіт у діючій будівлі.

Сформовано комплекс заходів з охорони праці, що включає організаційні та технічні рішення, використання засобів індивідуального захисту, проведення інструктажів та контроль умов праці.

Реалізація запропонованих заходів дозволяє знизити рівень виробничих ризиків, забезпечити безпечні умови праці та підвищити ефективність виконання робіт з термомодернізації будівлі.

					КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.05	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		61

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.144.4248.06.05.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.

					<i>КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.00</i>	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.144.4248.06.05.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).

					<i>КРБ.144.4248.06.05.ПЗ.00</i>	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		