

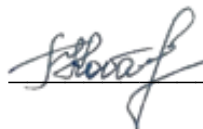
Міністерство освіти і науки України
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Херсонський навчально-науковий інститут

Кафедра теплотехніки

«Допущений до захисту»

В.о. завідувача кафедри

теплотехніки



к.т.н., доцент Г.О. Кобалава

« 13 » 12 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

на тему: «Термомодернізація будівлі закладу дошкільної освіти
застосуванням сучасних енергозберігаючих технологій»

Виконав: студент **VI** курсу, групи **6248м**
спеціальності

144 «Теплоенергетика»

(шифр і назва спеціальності)

«Енергетичний менеджмент»

(назва освітньо-професійної програми)



Глоба Д.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Коновалов Д.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Корнієнко В.С.

(прізвище та ініціали)

Херсон – 2024

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет ХННІ НУК, енерготехнічний факультет
Кафедра Кафедра теплотехніки
Рівень вищої освіти другий (магістерський)
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. Самохвалов В.С.

« 17 » 10 2024 року

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

здобувача **Глоби Данила Володимировича, група 6248м**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи **«Термомодернізація будівлі закладу дошкільної освіти застосуванням сучасних енергозберігаючих технологій»**

керівник роботи **Коновалов Д.В, д.т.н., професор без вч. зв.**

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

затверджені розпорядженням директора ХННІ НУК від "17" жовтня 2024 року № 10

2. Термін подання студентом роботи " 10 " грудня 2024 року.

3. Вихідні дані до роботи будівлі закладу освіти

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки

Вступ (Обґрунтування актуальності теми роботи).

1. Загальний розділ (Сучасний стан та аналіз систем енергоменеджменту та енергозбереження. Мета роботи).

2. Теоретичний розділ (Методологія наукового дослідження).

3. Розрахунковий розділ (Результати розробки системи енергетичного менеджменту для об'єкту дослідження).

4. Дослідницький розділ (Результати застосування системи енергетичного менеджменту з схемним рішенням та оцінка економічної ефективності заходів із енергозбереження).

5. Охорона навколишнього середовища та охорони праці.

Висновки.

Список використаних літературних джерел.

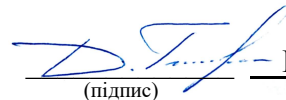
5. Перелік графічного матеріалу (Мета та задачі наукового дослідження (1-2 слайди), план розташування об'єкту дослідження (1-2 слайди), результати розробки системи енергетичного менеджменту (2-3 слайди), таблиця патентного пошуку (1 слайд), оцінка економічної ефективності заходів із енергозбереження (2-3 слайди), висновки (1 слайд).

6. Дата видачі завдання " 17 " 10 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Отримання завдань у керівника та консультантів	17 жовтня	виконано
2.	Загальний розділ	до 27 жовтня	виконано
3.	Теоретичний розділ	до 07 листопада	виконано
4.	Розрахунковий розділ	до 15 листопада	виконано
5.	Дослідницький розділ	до 28 листопада	виконано
6.	Охорона навколишнього середовища та охорони праці	до 03 грудня	виконано
7.	Остаточне оформлення розрахунково-пояснювальної записки та графічного матеріалу; подання магістерської роботи на кафедру	до 10 грудня	виконано

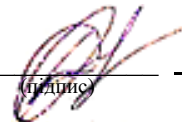
Здобувач


(підпис)

Глоба Д.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Коновалов Д.В.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Глоба Д.В. Термомодернізація будівлі закладу дошкільної освіти застосуванням сучасних енергозберігаючих технологій.

Магістерська робота на здобуття кваліфікації магістр за спеціальністю 144 – «Теплоенергетика» (освітня програма: «Енергетичний менеджмент»). Херсонський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Міністерства освіти і науки України, Херсон, 2024 р.

В роботі проведено дослідження з метою підвищення ефективності енергоспоживання в будівлі закладу дошкільної освіти шляхом проведення енергетичного обстеження будівлі та впровадження енергозберігаючих технологій.

Проаналізовано інформацію щодо поточного стану будівлі та фактичних витрат енергоносіїв при експлуатації будівлі за останні 3 роки, досліджено основні характеристики елементів огорожувальних конструкцій будівлі, проаналізовані дані щодо основних енергозберігаючих заходів (заміна старих вікон та дверей, підлоги, теплоізоляція будівлі, проведено експериментальні дослідження щодо виявлення фактичних тепловитрат, розроблено рекомендації щодо підвищення енергетичної ефективності експлуатації будівлі.

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

ABSTRACT

Hloba D.V. Thermal Modernization of an Preschool Building by Using Implementation of Modern Energy-Saving Technologies.

Master's thesis for obtaining a master's degree in specialty 144 – "Heat Power Engineering" (educational program: "Energy Management"). – Kherson Educational

and Scientific Institute, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kherson, 2024.

A study with the aim of increasing the efficiency of energy consumption in a residential building by conducting an energy survey of the building and introducing energy-saving technologies.

The information on the current state of the building and the actual consumption of energy during the operation of the building for the last 3 years has been analyzed, the main characteristics of the elements of the building envelope have been investigated, data on the main energy-saving measures have been analyzed (replacement of old windows and doors, floor, thermal insulation of the building), experimental studies have been carried out to identify actual heat losses, and recommendations have been developed to improve the energy efficiency of the building operation.

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

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ	7
ВСТУП.....	8
1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....	11
1.1 Процес енергетичного обстеження будівель	11
1.2 Вимірювання повітропроникності та контроль кратності повітрообміну	17
1.3 Обстеження опалення.....	25
1.4 Обстеження теплової мережі.....	30
1.5 Основні способи енергозбереження та скорочення витрат у системах опалення	32
1.6 Класифікація систем опалення та гарячого водопостачання	33
1.7 Вимірювання мікроклімату.....	34
1.8 Постановка мети та завдань дослідження	40
1.9 Висновки по розділу 1	40
2. ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ	42
2.1 Тепловізійний контроль опалення	42
2.2 Прилади та засоби контролю.....	47
2.3 Методи теоретичних досліджень	49
2.4 Висновки по розділу 2.....	50
3. РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ.....	51
3.1 Загальна характеристика та стан об'єкта дослідження	51
3.2 Обстеження огорожувальних конструкцій	54
3.3 Енергетичний баланс будівлі.....	58
3.4 Тепловізійний контроль опалення	61
3.5 Аналіз фактичних витрат енергоносіїв при експлуатації будівлі	70
3.6 Висновки по розділу 3	72
4 ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	73
4.1 Оцінка витрат	74
4.2 Економічне обґрунтування варіантів термомодернізації	79
4.3 Оцінка фінансової ефективності	82
4.4 Екологічні вигоди	83
4.5 Висновки по розділу 4.....	84
5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ	85
5.1 Організація технічного обслуговування інженерного обладнання мереж та систем будівлі.....	85
5.2 Висновки по розділу 5	97
ВИСНОВКИ	98
ЛІТЕРАТУРА.....	99

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

БНіП – будівельні норми і правила

ГВП – гаряче водопостачання

ДБН – Державні будівельні норми

ІТП – індивідуальний тепловий пункт

ККД – коефіцієнт корисної дії

МКП – муніципальне комунальне підприємство

ПЕР – паливно-енергетичні ресурси

СЕМ – система енергетичного менеджменту

СЦТ – система централізованого теплопостачання

ТЕЦ – теплоелектроцентрально

ТЕС – теплова електрична станція

ЦТП – центральний тепловий пункт

ВСТУП

Актуальність. Вартість опалення та гарячої води стала важким фінансовим навантаженням для багатьох сімей. Високі рахунки за ці послуги спричинені надмірним споживанням енергії (тепла та електрики). Це стало наслідком того, що будівля була спроектована без урахування енергоефективності, адже раніше енергія була значно дешевшою. Сьогодні ж її ціна значно зросла, і в майбутньому вона, ймовірно, продовжуватиме зростати.

Термомодернізація будівель – це комплекс заходів, спрямованих на підвищення енергоефективності та покращення теплоізоляційних характеристик. Ці заходи стають особливо важливими в умовах зміни клімату та зростання цін на енергоносії. Розглянемо основні причини, через які термомодернізація є необхідною. Сучасні технології утеплення дозволяють значно скоротити втрати тепла у будинках. Це особливо актуально для житлових та комерційних об'єктів, де опалення займає значну частину витрат. Зниження потреби в енергії допомагає знизити витрати на опалення та кондиціювання, що робить будівлі економічнішими в експлуатації.

Правильна термомодернізація допомагає створити стабільний внутрішній клімат у приміщенні, запобігаючи появі холодних зон та протягів. Це також сприяє покращенню вологості та температурного режиму, що у свою чергу позитивно позначається на здоров'ї мешканців. Зменшення потреби в опаленні та кондиціонуванні веде до зниження викидів вуглекислого газу та інших забруднюючих речовин, що виділяються під час виробництва енергії. Термомодернізація сприяє скороченню вуглецевого сліду, що допомагає у боротьбі з глобальним потеплінням та покращує екологічну ситуацію.

Термомодернізація не лише покращує теплоізоляційні характеристики, а й захищає будову від впливу зовнішніх факторів – дощу, снігу, перепадів температури. Це сприяє збільшенню терміну служби матеріалів, зниженню вологості у стінах та покращенню захисту від грибка та плісняви. Енергозберігаючі технології роблять будівлі більш привабливими для покупців

та орендарів. Квартири та офіси з хорошими теплоізоляційними характеристиками часто мають вищу ринкову вартість. Це може стати важливим фактором під час продажу або здавання нерухомості в оренду.

У багатьох країнах є суворі норми та стандарти енергоефективності, і термомодернізація допомагає їм відповідати. У Росії, наприклад, з 2020 року діють нові вимоги щодо енергоефективності будівель, і проведення термомодернізації стало обов'язковим для багатьох об'єктів. У деяких країнах термомодернізація може бути підтримана державними субсидіями чи пільговими кредитами. Це дозволяє власникам будівель знизити фінансове навантаження під час реалізації таких проектів.

Термомодернізація — це не просто данина моді, а нагальна потреба для підвищення енергоефективності, покращення умов проживання та роботи, а також для скорочення впливу на довкілля. В умовах зростання цін на енергоресурси та зміни клімату вона стає важливим кроком на шляху до стійкого майбутнього.

Мета і завдання дослідження. Метою наукового дослідження є проведення енергоаудиту будівлі закладу освіти та розробка відповідних рекомендацій підвищення енергетичної ефективності будівлі шляхом впровадження проєктів з енергозбереження.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні завдання:

- 1) проаналізувати існуючі способи підвищення енергоефективності будівель та сучасні вимоги та норми щодо реалізації проєктів з енергозбереження;
- 2) провести аналіз принципів енергоаудиту будівель;
- 3) провести збір даних та аналіз інформації щодо поточного стану будівлі закладу освіти;
- 4) провести аналіз фактичних витрат енергоносіїв при експлуатації будівлі закладу освіти;
- 5) визначити основні показники тепловитрат для елементів огорожувальних конструкцій будівлі;

6) провести експериментальні дослідження щодо виявлення фактичних тепловитрат;

7) розробити рекомендації щодо підвищення енергетичної ефективності експлуатації будівлі.

Об'єкт дослідження – будівля закладу дошкільної освіти.

Предмет дослідження – енергоаудит будівлі закладу дошкільної освіти.

Методи дослідження. Проведено аналіз літературних джерел та отриманих експериментальних даних, застосовано статистичний метод для обробки експериментальних даних та порівняльно-розрахунковий для отримання даних щодо енергетичної ефективності запропонованих проєктів.

Наукова новизна одержаних результатів. На основі визначених даних щодо техніко-економічні показників по енергоефективності будівлі закладу освіти запропоновані варіанти проєктів енергозбереження з розробкою фінансової структури.

Практичне значення одержаних результатів. Запропоновано 4 проєкти по енергозбереженню будівлі закладу освіти, кожен з яких надає можливість знизити енерговитрати на опалення будівлі.

Структура та обсяг магістерської роботи. Робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел з 15 найменувань. Загальний обсяг роботи складає 100 сторінок. Основна частина магістерської роботи викладена на 94 сторінках тексту, містить 24 рисунків та 27 таблиць.

1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Процес енергетичного обстеження будівель

Енергетичне обстеження будівлі необхідне для того, щоб:

- скоротити витрати на комунальні платежі - тепло, електроенергію, воду, обслуговування будівлі;
- підвищити рівень комфорту в будівлі, вирішити питання з холодом, спекою, пліснявою, протягами;
- ввести будинок в експлуатацію.

Енергоаудит будівель включає всі або частину таких робіт:

- обстеження стін, вікон, дверей, даху, горища, підвалів;
- опалення та вентиляція;
- обстеження електропостачання, освітлення, ліфтів та обладнання;
- обстеження мікроклімату будівлі;
- обстеження холодного та гарячого водопостачання.

Основні етапи енергетичного обстеження будівлі:

- збирання вихідних даних, копії договорів, споживання тепла, води, електроенергії за останні пару років;
- інструментальні виміри та тепловізійне обстеження;
- визначення технічної здійсненності енергозберігаючих заходів;
- розробка звіту з енергоаудиту;
- розробка енергетичного паспорта;
- розробка програми з енергозбереження, що включає план реалізації енергозберігаючих заходів.

Енергоаудит варто провести, якщо ви стикаєтесь з такими проблемами:

- 1) рахунки за тепло, воду, електроенергію зростають швидше за тарифи;
- 2) перед та після капітального ремонту;
- 3) для введення будівлі в експлуатацію;

- 4) постійно проривають труби, каже проводка, тріщини у стінах та стелі;
- 5) холодно, мерзлякувато, волого, набухають меблі, чорніють стіни, не сохне одяг;
- 6) поверхні стін, стель, підлог значно хідніші, ніж повітря всередині приміщень;
- 7) накопичення вологи та конденсату;
- 8) утворення грибка та плісняви;
- 9) у будівлі старі та зношені технічні системи, які необхідно ремонтувати чи змінювати;
- 10) поганий внутрішній клімат (температура та якість повітря), перебувати в приміщенні стало менш комфортно, ніж було раніше;
- 11) протяги.

1.1.1 Вихідні дані для енергетичного обстеження будівель та споруд

На цьому етапі відбувається збирання загальних відомостей про об'єкт:

- проектна документація;
- плани БТІ, поверхові плани;
- дані про споживання тепла, води та електроенергії за останні два роки;
- дані щодо фактичної оплати за тепло, електроенергію, воду, газ;
- відомості про кількість мешканців та працівників;
- копії договорів на тепло, електроенергію, воду, газ.

1.1.2 Енергетичне обстеження системи тепло- та водоспоживання будівлі

Порядок робіт з обстеження систем тепlopостачання, ГВП та ХВП:

- 1) збір інформації про параметри теплової мережі (тиск, витрата, температурний графік), схема підключення споживачів, ліміти;
- 2) збір відомостей про прилади обліку та оцінка їхньої працездатності;

- 3) оцінка стану регулюючої арматури, внутрішніх комунікацій, обладнання, теплового пункту та вводів ХВС, ГВП та теплоти;
- 4) оцінка працездатності встановлених засобів регулювання опалювального навантаження (насоси, теплові вузли);
- 5) тепловізійне обстеження трубопроводів та опалювальних приладів;
- 6) перевірка стану комунікацій у підвалах та на горищах;
- 7) визначення фактичних витрат теплової енергії, холодної та гарячої води;
- 8) розробка заходів щодо енергозбереження.

1.1.3 Обстеження стін, вікон, даху, підвалів будівлі

Процес обстеження конструкцій будівлі, що захищають:

- 1) оцінка загального стану будівлі;
- 2) огляд стін, вікон, підвалів та горищ;
- 3) зовнішнє тепловізійне обстеження стін, вікон, даху;
- 4) внутрішнє тепловізійне обстеження проблемних ділянок будівлі – вікон, дверних отворів, тріщин, холодних стін та кутів, горища та підвалів.

На даний момент тепловізійне обстеження будівель є найефективнішим способом виявити всі приховані проблеми у стінах, вікнах, даху, дверях будинку.

За результатами тепловізійного обстеження замовник отримує звіт із зображеннями всіх проблемних ділянок будівлі, місць витоків тепла та води.

1.1.4 Енергоаудит електропостачання будівлі

Енергоаудит системи електропостачання будівлі базується на зборі та аналізі наступної інформації:

- 1) дозвіл компанії на приєднання потужності до мережі;
- 2) проектні рішення електричних навантажень;
- 3) відомості про ліфтове та інше обладнання;
- 4) встановлена потужність та час роботи обладнання;

5) збір відомостей про освітлювальне обладнання та принцип керування освітлювальними приладами;

Далі проводиться повна інвентаризація та оцінка технічного стану електроспоживаючого обладнання:

1) типи освітлювальних приладів, їх кількість, потужність та час експлуатації на добу;

2) наявність датчиків руху та місце їх встановлення;

3) вимірювання рівня освітленості приміщень;

4) ліфти та допоміжне обладнання (вентилятори, насоси, система вентиляції);

5) за підсумками енергоаудиту розробляються заходи щодо енергозбереження, розраховуємо їх ефективність та термін окупності, робимо пропозиції щодо заміни, ремонту та модернізації системи електропостачання та обладнання.

1.1.5 Розрахунки, висновки та звіт з енергоаудиту будівлі

Після енергоаудиту будівлі проводиться:

1) аналіз даних;

2) розрахунки та потенціал енергозбереження;

3) розробляються заходи щодо енергозбереження, план ремонту та модернізації;

4) складається звіт з енергоаудиту із висновками щодо вищевказаних пунктів та оцінкою потенційного обсягу економії;

5) складається програма з енергозбереження;

6) при необхідності розробляється енергетичний паспорт будівлі.

Ізоляція. Правильна ізоляція опалювальної частини будівлі, це один із найважливіших моментів енергозбереження в будівлі. Але також важливо, щоб ця ізоляція була цілісною. Коли холодне повітря потрапляє в приміщення через

щілини або не ізольовані частини конструкцій, що захищають, він змушує тепле повітря підніматися вгору.

Взимку опалювальна будівля починає бути схожою на велику витяжну трубу: тепле повітря піднімається вгору і залишає будівлю через стелю або дах і в той же час затягує ще більше холодного повітря через щілини у вікнах, дверях або через щілини в підлозі.

Разом з теплим повітрям будівля залишає вологу, що робить приміщення більш сухим та менш приємним для перебування.

Звідки до будівлі просочується холодне повітря? (рис.1.1)



Рис. 1.1 Теплові витрати будинку

Зрозуміло, що в першу чергу треба дивитися на двері та вікна, крім цього:

- введення труб води та опалення до будівлі;
- виходи каналізаційних труб із будівлі;
- введення кабелів та проводки;
- горищні люки;
- витяжні труби.

Дуже часто можна виявити щілини і не щільність між цими вводами/виводами та конструкцією будівлі. А взагалі, у погано ізольованих

будинках на компенсацію витоків теплого повітря йде приблизно 30% усіх витрат на опалення. Тому щільна ізоляція може дуже швидко окупитися.

Як знайти щілини: перший метод візуально, другий відстежити рух повітря за допомогою димових паличок, третій за допомогою аеродвері (рис. 1.2).

Необхідно обстежити внутрішній бік будівлі - стіни, стеля, підлога. Також необхідно обстежити неопалювану частину приміщень - підвал, вітальні, горище. Діаграма меж опалювальної території будівлі допоможе нам визначити місця, де витікання найімовірніше. Якщо немає спеціального інструменту, можна використовувати прості димові палички для визначення щілин та витоків повітря. У вітряний день протяги з щілин можна відчути і без спеціальних пристроїв, особливо якщо, наприклад, змочити руку і піднести її до щілини.

Так:



Або ось так:



Рис. 1.2 Визначення щілин та витоків повітря

Також, перед початком роботи, рекомендується створити легкий негативний тиск у будівлі – зачиніть усі двері, вікна, витяжні труби тощо. Вимкніть усі обігрівальні прилади – печі, котли, обігрівачі. Ці заходи створять легкий негативний тиск усередині будівлі, повітря через усі щілини і нещільності надходитиме інтенсивніше ніж зазвичай, що дасть можливість виявити їх легше і швидше. Відзначаєте всі щілини та витоку повітря на діаграмі, а також ізоляцією на місці витоку, щоб її можна було, потім легко і швидко знайти.

Енергетичне обстеження вікон, дверей, труб, горища. Вікна – зверніть увагу на всі зламані засувки, тріщини в рамі та склі, щілини між рамою та стіною, щілини між склом та рамою, відсутню ізоляцію. Двері – перевірте всі двері, які відчиняються назовні – тобто на будь-яку територію, яка не опалюється. Електричні розетки та вимикачі – перевірте ті, які межують з опалювальною територією. Введення труб та кабелів – перевірте всі зовнішні введення труб та кабелів. Часто між трубами, кабелем та стіною можна виявити великі щілини. Вбудовані лампи – часто між лампою та стелею залишаються щілини. З'єднання всіх типів – між стіною будівлі та дахом, між дахом та витяжною трубою, між стіною та порогом тощо. Горище - на горищі вам необхідно виявити всі дірки і щілини.

Зверніть увагу на затемнення в різних частинах горища - це може бути збирання пилу або вологи, що теж перша ознака дірок або щілин. Перегляньте всі місця, де є проникнення через підлогу горища чи дах – димохід, введення чи виведення труб чи проводки. У таких місцях дуже часто можна виявити щілини. Неопалюваний підвал - перевірте так само, як і горище. Підвал, що опалюється - часто щілини або не щільності можна виявити між з'єднанням основної структури будинку (особливо якщо він дерев'яний) і цоколем. Також обстежте балки, плити, з'єднання плит, особливо у місцях проникнення назовні та з'єднання з основною конструкцією будівлі.

1.2 Вимірювання повітропроникності та контроль кратності повітрообміну

Вимірювання повітропроникності характеризує якість «оболонки» будь-якої будівлі чи споруди (рис. 1.3).

Виміри повітропроникності допоможуть вирішити такі проблеми:

- необхідно визначити причини високих витрат на опалення та вентиляцію;
- повітря в приміщенні сильно вологе або сухе;

- у приміщенні ростуть грибки та пліснява;
- протяги;
- у приміщення легко проникають зовнішні запахи та звуки;
- у приміщенні з'являються морози;
- порушено роботу системи примусової вентиляції. Вентиляція та кондиціонування не працює належним чином або працюють з перебоями;
- купуєте будинок або квартиру і хочете переконатись, що вони належним чином утеплені, відсутні грубі дефекти;
- перед ремонтом або реконструкцією будівлі вам необхідно розібратися, що утеплювати, змінювати, а що можна не чіпати.

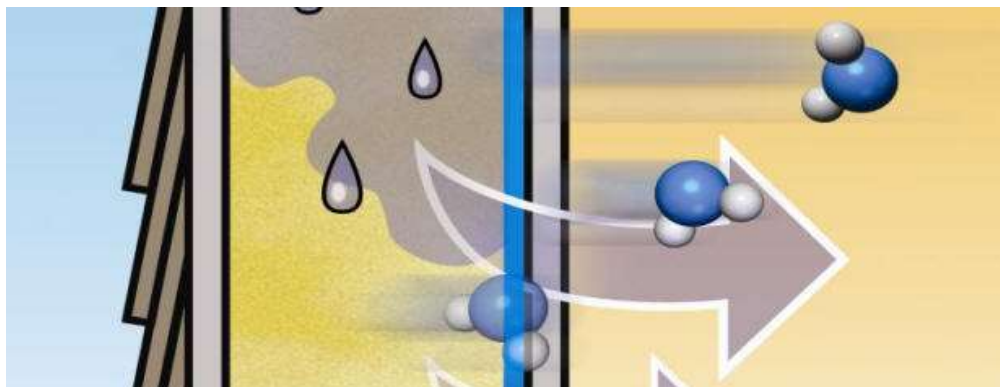


Рис. 1.3 Повітропроникність

Вимірювання повітропроникності допоможе вам виявити причини всіх цих проблем. Як правило, проблеми з повітропроникністю виникають у разі порушення та дефектів дверей, вікон, перекриттів та стін, наприклад:

- щілин та нещільностей конструкцій;
- неякісної цегляної кладки;
- розривів пароізоляції;
- дефектів монтажних швів вікон та дверей.

Як показує практика, підвищена повітропроникність є причиною 50% втрат теплової енергії у сучасних будівлях. А явище сухого повітря, що часто спостерігається, в приміщенні взимку викликане тим, що холодне зовнішнє повітря, що містить невелику кількість водяної пари, проникає в приміщення

через дефекти і щілини. Після нагрівання вологість повітря у постанні стає нижчою від мінімально допустимого рівня 40%, а мікроклімат у приміщенні стає дуже не комфортним.

1.2.1 Повітропроникність це герметичність будівлі чи приміщення

Будь-яка житлова будівля має повітряний бар'єр, який перешкоджає вільному проходженню зовнішнього повітря у приміщеннях. Порушення та дефекти повітряного бар'єру називаються дефектами повітропроникності.

Повітропроникність (герметичність) впливає на

- температурно - вологий режим приміщень;
- санітарно-гігієнічні норми;
- довговічність будівельних конструкцій;
- тепловий баланс будівлі;
- система вентиляції.

Для того, щоб провести вимірювання повітропроникності (перевірити герметичність), з приміщення «висмоктується» повітря за допомогою аеродвері (Blower door) (рис. 1.4).



Рис. 1.4 Аеродвері (Blower door)

У приміщенні створюється знижений тиск. Повітряні маси починають пересуватися з області підвищеного тиску (зовні будівлі) до зниженого тиску (всередину будівлі). Таким чином, вдається імітувати ситуацію, за якої вітер одночасно дме на будівлю з усіх боків (рис. 1.5).

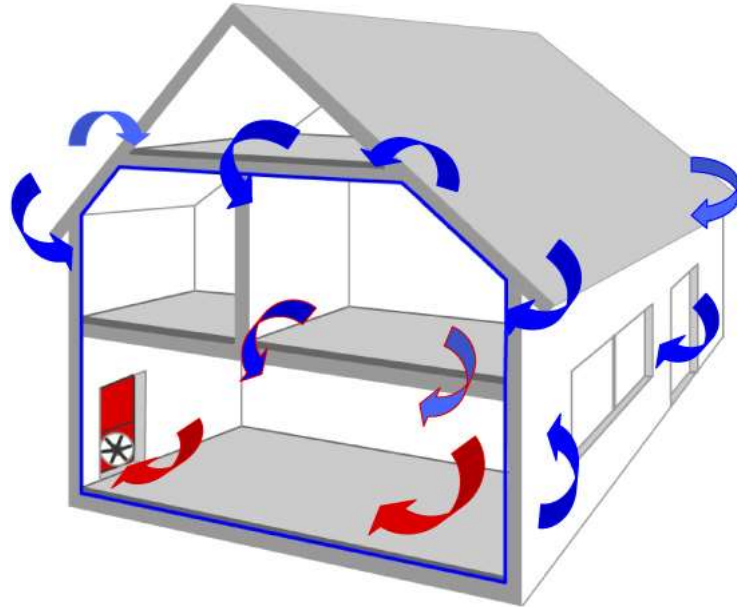


Рис. 1.5 Імітація ситуації зі зниженим тиском

Якщо будівля не герметична, повітря зовні почне інтенсивно надходити всередину приміщення через щілини, дефекти у вікнах, стінах, підлогах і стелях.

Усі дефекти герметичності будівлі можна легко зафіксувати за допомогою тепловізора (рис. 1.6).



Рис. 1.6 Тепловізор

Для наочності можна використовувати театральні димові шашки, підфарбовані різними кольорами. Шашку необхідно запалити зовні приміщення. Якщо приміщення не герметично, то дим надходитиме всередину приміщення через тріщини, щілини та дефекти конструкції. Дим від шашки зовні «іде» у приміщення. Димова шашка допоможе швидко та наочно зафіксувати всі дефекти конструкцій приміщення навіть без тепловізора.

Вимірювання повітропроникності не вимагає спеціальних погодних або температурних умов і може проводитись у будь-яку пору року та за будь-якої погоди.

1.2.2 Як проводиться вимірювання повітропроникності?

Якщо не вдаватися до подробиць, то вимір повітропроникності виглядає так:

- 1) Готуємо приміщення.
- 2) Перед початком вимірювань у дверний отвір встановлюємо аеродвері – це герметична перегородка, всередині якої знаходиться потужний вентилятор з набором датчиків, вимірювальних та аналізуючих приладів. Таким чином, будуть фіксуватися різні фізичні параметри в ході вимірювання.
- 3) Налаштовуємо обладнання.
- 4) Створюємо підвищений або знижений тиск повітря в приміщенні за допомогою аеродвері (двері з потужним вентилятором).
- 5) Чекаємо перепаду тиску між випробуваним приміщенням та зовнішнім середовищем у 50 Па (Паскаль – одиниця вимірювання тиску).
- 6) Вимірюємо витрату повітря через вентилятор за допомогою диференціального мікроманометра (цей потік буде дорівнювати потоку проходить через огорожувальні конструкції об'єкта).
- 7) Після вимірювання на повітропроникність та кратність повітрообміну всі дані зберігаємо у вигляді зручних у роботі діаграм та графіків, з позначками для складання звіту.

8) Встановлюємо клас повітропроникності.

9) Оформляємо акт перевірки повітропроникності конструкцій будівлі, що захищають. У випадку з новобудовами цей акт входить до пакету обов'язкової документації для введення будівлі в експлуатацію.

Під час вимірів повітропроникності у приміщенні:

- відключається система вентиляції та кондиціювання;
- закриваються всі вікна та двері;
- заклеюються вентиляційні отвори та щілини, канали витяжки та притоку, витяжки опалювального обладнання та печей.

Далі, у ході вимірювань поступово відкриваються різні раніше закриті проходи повітря та вимірюють ступінь їх впливу на повітропроникність об'єкта в цілому. Таким чином, є можливість заміряти вплив кожного приміщення окремо на загальну кратність повітрообміну та рівень протікання повітря.

Крім аеродвері, у процесі дослідження приміщення можна використовувати тепловізор. Тепловізор застосовується для пошуку джерел витоку теплого повітря та прихованих дефектів конструкцій, що захищають. При достатньому перепаді температури за допомогою тепловізора можна швидко виявити містки холоду та визначити недостатній ступінь теплоізоляції будівлі.

Застосування лише аеродвері має обмеження. Зокрема, за її допомогою можна визначити ступінь герметичності будівлі, а також місцезнаходження ділянки витоку, проте точне джерело встановити важко. Спільне використання аеродвері та тепловізора дозволяє значно підвищити якість енергетичного обстеження, що проводиться.

1.2.3 Спільне застосування аеродвері та тепловізійної зйомки

Сутність методу полягає в тому, що спочатку проводиться зйомка тепловізором без використання аеродвері та фіксуються всі виявлені дефекти. Потім встановлюється аеродвер і створюється гарантований перепад тисків між

внутрішнім і зовнішнім повітрям. Після цього знову проводиться тепловізійна зйомка.

Після таких вимірів можна точніше інтерпретувати характер теплотехнічних дефектів, і з упевненістю встановити, чи викликаний дефект:

- погана теплоізоляція;
- наявністю містка холоду;
- підвищеною повітропроникністю.

Дефекти, спричинені підвищеною повітропроникністю, можна виявити при перепадах температури всередині та зовні всього в 2-3 градуси.

Це дозволяє проводити дані вимірювання будь-якої пори року. Особливо це важливо для власників будівель, які хочуть оцінити якість будівництва об'єкта, що вводиться в експлуатацію влітку.

Тепловізійне обстеження будівлі спільно з тестом на повітропроникність дозволяє виявити всі приховані дефекти:

- дефекти вітрозахисту та пароізоляції покрівлі;
- дефекти утеплення горищного перекриття;
- протікання покрівлі;
- потоки холодного повітря всередині перегородок та міжповерхових перекриттів;
- брак укладання матеріалу зовнішнього утеплення;
- брак монтажу віконних блоків;
- відсутність пароізоляції;
- руйнування монтажною піни;
- чи герметичні огорожувальні конструкції та наскільки;
- чи існують втрати теплоти, спричинені витоком повітря, і наскільки більшими вони є;
- зайвою або недостатньою є кратність повітрообміну;
- чи потрібно використовувати примусову вентиляцію;

- який вплив мають окремі дефекти на повітрообмін та енергетичні втрати.

Після того, як «проблемні» ділянки виявлені, можна з упевненістю планувати утеплення стін, підлоги, стелі та герметизацію вікон.

Кратність повітрообміну - ключовий критерій оцінки якості проектування та монтажу конструкцій будівлі, що захищають. Кратність обміну повітря є одним із ключових критеріїв оцінки якості проектування та монтажу конструкцій будівлі, що захищають.

Кратність повітрообміну демонструє:

- якість монтажу;
- рівень герметичності будівлі;
- справність наявної вентиляційної системи;
- стан мікроклімату та температурно-вологісного режиму у приміщенні.

1.2.4 Вимірювання кратності повітрообміну

У разі підвищеної кратності повітрообміну:

- система опалення, вентиляції та кондиціонування не справляється з температурним та вологим режимом будівлі;
- збільшуються втрати тепла;
- порушується мікроклімат приміщення і людина, що знаходиться в ньому, починає відчувати дискомфорт через надмірну швидкість руху повітря.

У разі зниженої кратності повітрообміну

- збільшується вміст шкідливих речовин у повітрі;
- скорочується кількість кисню;
- порушується мікроклімат приміщення;
- у приміщенні з'являється пліснява та грибки, затхле та стояче повітря.

Нормальна кратність повітрообміну дорівнює трьом. Тобто, за годину повітря повинне тричі оновитися в приміщенні для підтримки оптимального мікроклімату. Чим менше значення повітрообміну, тим якісніший

пароізоляційний та вітрозахисний шар. Повітропроникність безпосередньо впливає на енерговитрати та рівень комфорту у приміщенні. При надмірній кратності повітрообміну можна сказати, що гроші вилітають на вітер.

Навіть добре облаштоване приміщення втрачає свою привабливість, якщо в ньому сиро, холодно та некомфортно. Неякісний монтаж вікон та дверей, щілини у стінах, негерметичні віконні рами, все це заважає комфортному життю. Виявити причину цих проблем самостійно дуже складно. Часто буває і так, що навіть після утеплення температура в приміщенні, як і раніше, залишається не комфортною. Все це тягне за собою додаткові фінансові витрати і зайву нервування. Вимірювання повітропроникності разом з тепловізійним обстеженням - це швидкий і недорогий спосіб розібратися в чому справа, точно визначити джерело проблем і точково усунути всі недоліки.

1.3 Обстеження опалення

Обстеження опалення дає величезний економічний ефект, адже опалення це одна з найбільш енерговитратних систем будь-якої цивільної будівлі та більшості промислових підприємств (рис. 1.7).

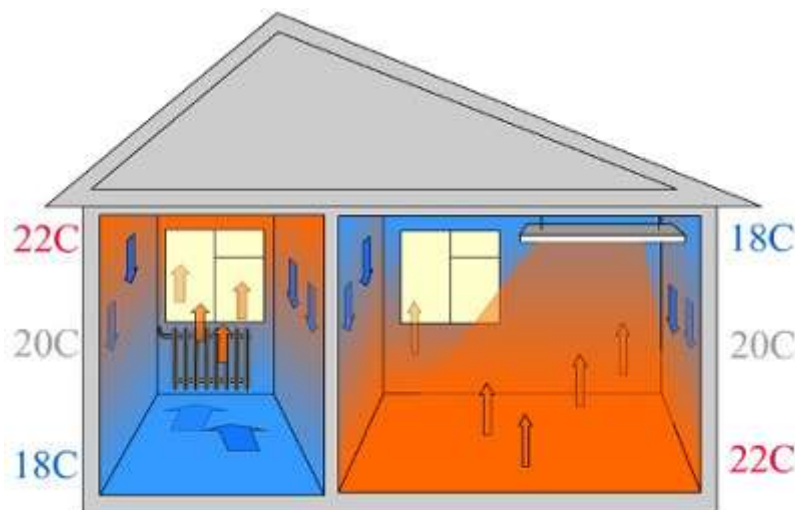


Рис. 1.7 Обстеження системи опалення

Обстеження системи опалення допоможе вам вирішити такі завдання:

- недостатнє нагрівання опалювальних приладів;
- занижений температурний графік;
- нерівномірне прогрівання опалювального приміщення;
- перегрівання приміщень;
- гідравлічне розбалансування системи опалення.

Обстеження опалення: приклад робіт, які ми виконаємо на вашому об'єкті

- вимірювання в системі опалення;
- вимірювання в системі гарячого водопостачання;
- визначення розрахункових теплових навантажень;
- обстеження системи тепlopостачання;
- заходи щодо скорочення втрат у системах опалення та

тепlopостачання.

Основні проблеми, що зустрічаються у системах опалення:

1. Недостатнє прогрівання опалювальних приладів.

Для того, щоб виявити недостатній прогрів опалювальних приладів, необхідно провести тепловізію зйомку.

Як правило, проблема виникає через забруднення та відкладення.

Ось основні шляхи вирішення:

- промивання системи опалення розчинами кислот;
- заміна опалювальних приладів;
- устаткування теплового пункту системою хімічної водопідготовки.

2. Занижений температурний графік системи опалення.

Для того, щоб вирішити цю проблему, ми проводимо контрольні виміри температури теплоносія в різних точках і порівнюємо їх із проектними (нормативними) вимогами.

Низька температура води в системі опалення виникає з наступних причин:

- неефективна робота теплообмінного обладнання через забруднення теплообмінних поверхонь або неправильно підібраних теплообмінників;
- неправильна робота автоматики при погодному регулюванні;

– занижена температура безпосередньо в тепломережі обслуговуючою організацією.

Рішення:

- промивання теплообмінників розчинами кислот чи ПАВ.
- заміна теплообмінного обладнання.
- коригування роботи автоматики.
- вирішення питання безпосередньо з обслуговуючою організацією.



Рис. 1.8 Види опалювальних приладів

3. Нерівномірне прогрівання опалювального приміщення

Для того, щоб вирішити цю проблему, ми проводимо вимірювання температури по периметру приміщення або будівлі.

Основна причина нерівномірного прогрівання приміщення:

- неправильно розміщені опалювальні прилади;
- забруднення трубопроводів та батарей опалення;
- поява повітряних пробок у системі опалення.

Рішення:

- промивання системи опалення розчинами кислот⁴
- заміна опалювальних приладів⁴
- реконструкція системи опалення.

Якщо у вас є питання чи потрібна допомога, проконсультуємо, допоможемо, підкажемо.

4. Перегрів приміщень

Для того, щоб зрозуміти, чи є перегрів чи ні, ми проводимо виміри температури по периметру приміщення.

Основні причини перегріву:

- відсутність погодного регулювання у тепловому пункті;
- неправильна робота автоматики при погодному регулюванні;
- температура завищена безпосередньо в тепломережі обслуговуючою організацією.

Рішення:

- влаштування погодного регулювання у тепловому пункті будівлі;
- коригування роботи автоматики;
- встановлення термостатичних клапанів на опалювальні прилади;
- вирішення питання безпосередньо з обслуговуючою організацією.

5. Гідравлічне розбалансування системи опалення

Обстеження опалення допомагає виявити такі проблеми:

- нерівномірне прогрівання системи опалення;
- неправильна початкова гідравлічна ув'язка системи;
- забруднення трубопроводів накипними відкладеннями;
- неправильно підібране або погано працююче насосне обладнання;
- поява повітряних пробок у системі опалення.

Рішення:

- реконструкція системи опалення із встановленням балансувальної арматури;
- промивання системи опалення розчинами кислот;
- гідравлічний розрахунок існуючої системи та оцінка відповідності насосного обладнання;

– пошук місць утворення повітряних пробок та встановлення в них автоматичних повітрозпускних приладів.

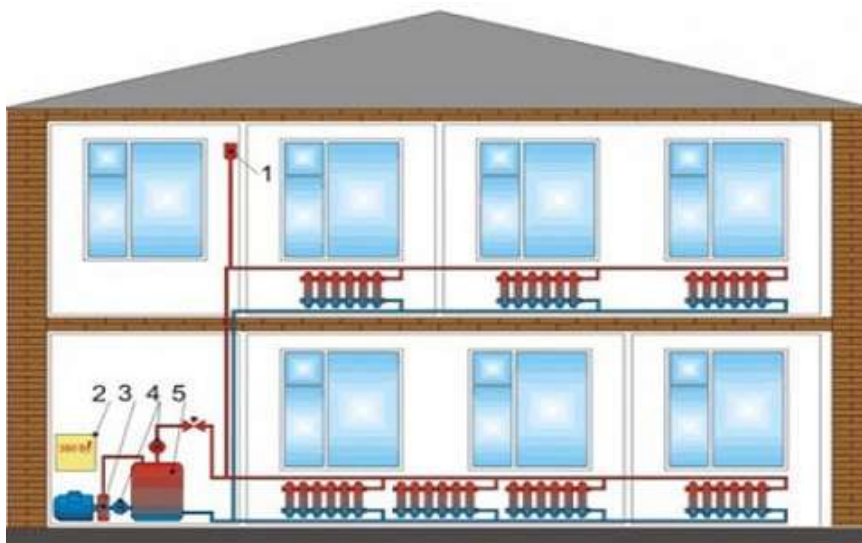


Рис. 1.9 Система опалення

Однією з основних завдань енергообстеження системи опалення є визначення фактичних значень основних параметрів за допомогою вимірювальних приладів та зіставлення їх із розрахунковими значеннями.

Типова система теплопостачання складається з:

- теплогенеруючі установки - котельня або теплоелектроцентрально;
- системи магістральних теплотрас, що розводять тепло мікрорайонами до центральних теплових пунктів;
- розвідних теплотрас;
- індивідуальних теплових пунктів;
- системи опалення будівель.

Під час проведення обстеження систем теплопостачання проводяться такі роботи:

- структура побудови системи;
- тип системи (відкрита, замкнута);
- джерела тепла;
- марки та кількість котлів, їх стан, балансова приналежність;

- температурний графік та графік витрати теплоносія;
- режими експлуатації;
- спосіб регулювання системи опалення в залежності від температури навколишнього середовища;
- спосіб та характеристики водопідготовки.

1.4 Обстеження теплової мережі

Фіксується загальне теплове навантаження на опалення, гаряче водопостачання та вентиляцію, кліматичні характеристики та розрахункова температура.

Проводиться обстеження теплової мережі, а саме:

- схеми теплотрас;
- забезпеченість необхідних напорів у споживача;
- стан трубопроводів та їх теплоізоляційних та антикорозійних покриттів;
- наявність гідроізоляції;
- втрати теплоносія;
- аварійність на 1 км теплових мереж;
- порівняння нормативних та фактичних тепловтрат.

Складається схема теплопостачання із зазначенням розподілу потоків енергоресурсів (рис. 1.10).

Фіксується розміщення, стан та характеристики теплових пунктів:

- типи водопідігрівачів;
- наявність та характеристики відкладень у них;
- оснащеність теплових пунктів засобами боротьби з відкладеннями;
- оснащеність контрольно-вимірювальними приладами;
- засобами обліку витрати енергоресурсів;
- наявність автоматичних систем регулювання.

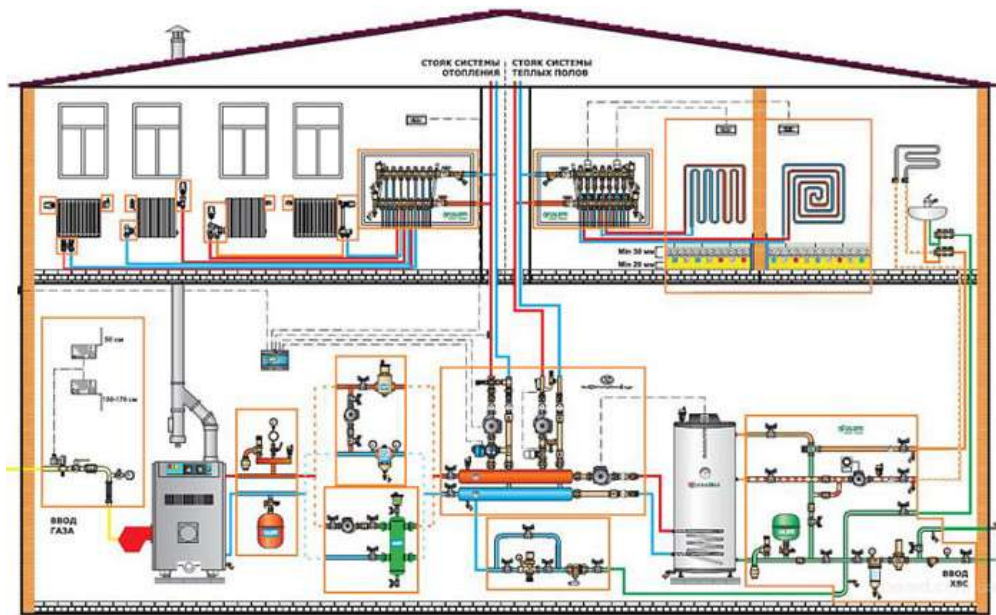


Рис. 1.10 Схема теплоснабжения

Визначається розподіл тепла за групами споживачів

- населення;
- бюджетна сфера;
- промисловість;
- сфера обслуговування.

Визначається:

- стан диспетчеризації та автоматизації систем збирання інформації;
- розрахункові та фактичні навантаження;
- забезпеченість енергоресурсами основних споживачів.

Фіксуються:

- характеристики та стан внутрішньобудинкових інженерних мереж;
- оснащення їх засобами автоматичного регулювання та обліку споживання енергоресурсів;
- тип та стан опалювальних приладів;
- наявність відкладень;
- якість обслуговування споживачів;
- якість роботи систем;

- стан диспетчеризації;
- організаційна структура управління;
- співвідношення нормативного та фактичного споживання енергоресурсів.

1.5 Основні способи енергозбереження та скорочення витрат у системах опалення

1. Усунення тепловтрат:

- теплоізоляція трубопроводів при водяній системі опалення;
- усунення розшарування повітря при повітряних системах опалення.

2. Усунення перетоків у приміщеннях:

- влаштування погодного регулювання в теплових пунктах;
- обладнання опалювальних приладів термостатичними клапанами;
- розумне керування внутрішньою температурою повітря за часом доби.

3. Система опалення:

- перехід системи опалення на режим чергового опалення за зниженої температури в неробочі зміни та вихідні дні;
- застосування систем променистого опалення з підлогами, що обігріваються, і стіновими панелями, які створюють комфортні умови при температурах 15-16 °C;
- обладнання квартир індивідуальними засобами регулювання температури та лічильниками;
- складання посібників з експлуатації, керування та обслуговування систем опалення;
- оснащення систем опалення лічильниками;
- зниження теплоспоживання за рахунок автоматизації опалювальних систем шляхом встановлення індивідуальних теплових пунктів;

- зниження втрат тепла з повітрям, що інфільтрує, шляхом ущільнення дверей і віконних стиків;
- зниження трансмісійних втрат через віконні отвори шляхом встановлення третього скла або плівки ПВХ у міжрамному просторі вікон;
- покращення теплової ізоляції даху, стін, підлог та горищ;
- знімання декоративних огорож з радіаторів опалення та встановлення тепловідбивачів за радіаторами.

4. Системи гарячого водопостачання (ГВП):

- складання посібників з експлуатації, керування та обслуговування систем ГВП;
- зниження споживання за рахунок оптимізації витрат та регулювання температури гарячої води;
- своєчасне усунення витоків гарячої води.

1.6 Класифікація систем опалення та гарячого водопостачання

За видом джерел теплової енергії об'єкти, що обстежуються, бувають:

- з власною котельнею;
- із живленням тепловою енергією з боку.

Підведення теплової енергії для організацій та будівель другого типу проводиться на теплові пункти (абонентські введення), на яких зазвичай встановлюється наступна апаратура:

- теплообмінники;
- насоси (підкачують, підмішують, рециркуляційні);
- системи управління та регулювання;
- системи обліку та вимірювання параметрів.

Теплові пункти можуть бути:

- індивідуальними (ІТП), що обслуговують одну будівлю
- центральними (ЦТП), які обслуговують групу будівель.

За наявності ЦТП у будинках повинні передбачатися вузли змішування, в яких встановлюються змішувачі пристрою – елеватори або змішувальні насоси. Ефективність водяних систем теплопостачання багато в чому визначається схемою приєднання абонентів до теплової мережі.

Схеми приєднання бувають залежні та незалежні. У залежних схемах – теплоносій безпосередньо надходить у прилади місцевих систем із теплової мережі. У незалежних схемах – теплоносій із теплової мережі надходить у підігрівач, у якому його теплота використовується для нагрівання вторинного теплоносія, який надходить у прилади опалення. Незалежні схеми використовуються для підключення абонентів до теплової мережі з високим тиском теплоносія, а також для висотних будівель.

Основні теплові навантаження (опалення, гаряче водопостачання) мають різні добові та сезонні графіки та вимагають тепло різного потенціалу.

Тому основним призначенням теплового пункту є забезпечення зазначених теплоспоживаючих систем теплоносієм з необхідними параметрами (витратою та температурою) без перевитрати тепла порівняно з розрахунковими значеннями.

Основними розрахунковими параметрами системи опалення є:

- витрати тепла мережної води;
- температура зворотної мережі.

1.7 Вимірювання мікроклімату

Мікроклімат це - температура, вологість та швидкість руху повітря у приміщенні.

Вимірювання мікроклімату необхідно проводити у таких випадках:

1. Для введення в експлуатацію нових чи реконструйованих об'єктів.
2. Якщо працівники чи мешканці відчуваю дискомфорт у приміщеннях через несприятливі умови у приміщенні (жарко, холодно, сухе чи вологе повітря, протяг).

3. Для перевірки відповідності санітарним нормам приміщень громадського призначення.

Тепер давайте докладно розглянемо кожен випадок, коли необхідно проводити вимірювання мікроклімату.

1.7.1 Вимірювання мікроклімату для введення будівель в експлуатацію

Вимоги безпечних для здоров'я людини умов проживання та перебування у будинках та спорудах.

1. Будівля або споруда має бути спроектована і збудована таким чином, щоб при проживанні та перебування людини в будівлі або споруді не виникало шкідливого впливу на людину в результаті фізичних, біологічних, хімічних, радіаційних та інших впливів.

2. Будівля або споруда має бути спроектована і збудована таким чином, щоб у процесі експлуатації будівлі або споруди забезпечувалися безпечні умови для проживання та перебування людини в будинках та спорудах за наступними 10 показниками: якість повітря, якість води, освітлення приміщень, шум, мікроклімат приміщень, вологості на поверхні та всередині будівельних конструкцій, рівень вібрації, рівень напруженості електромагнітного поля, рівень іонізуючого випромінювання.

У проектній документації будівлі повинні бути визначені значення характеристик конструкцій, що захищають, для створення сприятливих санітарно-гігієнічних умов у приміщеннях:

1) опір теплопередачі огорожувальних будівельних конструкцій будівлі чи споруди;

2) різницю температури на внутрішній поверхні будівельних конструкцій, що огорожують, і температури повітря всередині будівлі або споруди під час опалювального періоду;

- 3) теплостійкість огорожувальних будівельних конструкцій у теплий період року та приміщень будівлі чи споруди у холодний період року;
- 4) опір повітропроникненню огорожувальних будівельних конструкцій;
- 5) опір паропроникненню огорожувальних будівельних конструкцій;
- 6) теплосвоєння поверхні підлог.

Поряд із вимогами, передбаченими частиною 1 цієї статті, у проектній документації будівлі або споруди мають бути передбачені заходи щодо запобігання перезволоженню будівельних конструкцій, що захищають, накопичення вологи на їх поверхні та щодо забезпечення довговічності цих конструкцій.

3. Системи опалення, вентиляції та кондиціювання повітря повинні забезпечувати відповідність розрахункових значень наступних параметрів мікроклімату приміщень необхідним значенням для теплого, холодного та перехідного періоду року, встановленим виходячи із необхідності створення сприятливих санітарно-гігієнічних умов:

- 1) температура повітря всередині будівлі чи споруди;
- 2) результуюча температура;
- 3) швидкість руху повітря;
- 4) відносна вологість повітря.

4. Розрахункові значення мають бути визначені з урахуванням призначення будівель чи споруд, умов проживання чи діяльності людей приміщеннях.

5. У технічних рішеннях систем опалення, вентиляції та кондиціювання повітря має бути передбачена можливість автономного регулювання параметрів мікроклімату приміщень.

6. У проектній документації будівлі мають бути передбачені також технічні рішення щодо забезпечення теплової та гідравлічної стійкості систем опалення при змінах зовнішніх та внутрішніх умов експлуатації будівлі або споруди протягом усіх періодів року.

Вимір мікроклімату в момент введення будівлі в експлуатацію необхідно проводити щоб переконатися:

- будівля збудована відповідно до сучасних будівельних норм;
- у приміщеннях будівлі забезпечений належний рівень комфорту;
- система вентиляції та кондиціонування працює належним чином;
- забезпечений необхідний рівень шумоізоляції;
- перебування у приміщенні тривалий час є безпечним для людей.

Власник об'єкта може провести вимірювання мікроклімату перед введенням в експлуатацію, якщо є підозра, що забудовник не якісно виконав будівельні роботи, наприклад:

- порушено роботу вентиляції;
- з'явилася пліснява;
- підвищена температура або вологість у приміщеннях;
- підвищена швидкість потоків повітря у приміщеннях;
- недостатня шумоізоляція перекриттів, вікон, дверей.

За результатами діагностики розробляється протокол вимірів мікроклімату. Протокол вимірювань мікроклімату є офіційним документом, який потрібно передати забудовнику усунення виявлених недоліків. У разі розбіжностей протокол вимірювання мікроклімату можна використовувати в суді.

Параметри мікроклімату у приміщеннях необхідно підтримувати на потрібному рівні. Якщо співробітникам жарко, душно, холодно, показники вологості не в нормі (занадто сухе або вологе повітря), то ні про яку продуктивну роботу мови йти не може.

Персонал постійно відволікається, падає продуктивність праці, знижується концентрація уваги і, як наслідок, страждає на якість. Ваші співробітники будуть стурбовані тим, щоб зігрітися або навпаки знизити температуру тіла, постійно виходити з задущливого приміщення, споживати величезну кількість рідини. Персонал займатиметься задоволенням потреб першого рівня – намагатиметься створити собі комфортніші умови праці, а робочі питання вирішуватиме у другу чергу. Параметри мікроклімату в приміщенні мають прямий вплив на продуктивність та якість праці персоналу.

Ось деякі причини невідповідності параметрів мікроклімату нормі:

- несправна система кондиціювання та вентиляції;
- не відрегульована система опалення;
- відсутність тамбурів та повітряних завіс;
- неправильна організована схема пересування персоналу підприємству.

При виборі часу вимірювання необхідно враховувати всі фактори, що впливають на мікроклімат фази технологічного процесу, функціонування систем вентиляції та опалення.

Вимірювання показників мікроклімату слід проводити не менше 3 разів на зміну (на початку, середині та наприкінці). При коливаннях показників мікроклімату, пов'язаних з технологічними та іншими причинами), необхідно проводити додаткові вимірювання при найбільших та найменших величинах термічних навантажень на працюючих з урахуванням тривалості їхнього впливу.

1.7.2 Вимоги до засобів вимірювання мікроклімату

Інструментальний контроль мікроклімату повинен здійснюватися приладами, що пройшли державну атестацію та мають свідоцтво про перевірку. В холодну пору року вимірювання показників мікроклімату слід виконувати при температурі зовнішнього повітря не вище мінус 5 °С. Не допускається проведення вимірювань при безхмарному небі у світлу пору доби.

У теплий період року вимірювання показників мікроклімату слід виконувати за температури зовнішнього повітря не нижче 15 °С. Не допускається проведення вимірювань при безхмарному небі у світлу пору доби.

Вимірювання температури, вологості та швидкості руху повітря слід проводити в зоні, що обслуговується, на висоті:

- 0,1; 0,4 та 1,7 м від поверхні підлоги – для дитячих дошкільних закладів;
- 0,1; 0,6 і 1,7 м від поверхні підлоги - при перебування людей у приміщенні переважно у сидячому положенні;

– 0,1; 1,1 і 1,7 м від поверхні підлоги – у приміщеннях, де люди переважно стоять чи ходять;

Вимірювання проводять у центрі зони, що обслуговується, і на відстані 0,5 м від внутрішньої поверхні зовнішніх стін і стаціонарних опалювальних приладів. На підготовчому етапі для вимірювання параметрів мікроклімату проводиться аналіз технічної та проектної документації об'єкта. Також, визначаються робочі зони та точки фіксації показників.

Вимірювання проводять за допомогою зареєстрованих у реєстрі засобів вимірювань: термометрів, анемометрів та гігрометрів, чи комплексних вимірювальних приладів.

Після того, як вимірювання мікроклімату проведено, ми оформляємо протокол вимірювань мікроклімату. На підставі протоколу, ви зможете вжити заходів для покращення показників мікроклімату. Протокол вимірювання мікроклімату це документ встановленого зразка, який має бути оформлений після вимірювання показників мікроклімату. Протокол вимірювань мікроклімату оформляється у двох екземплярах.

Один передається замовнику, другий зберігається в архіві організації, яка проводила вимірювання мікроклімату у приміщеннях.

Після проведення вимірювань ми оформляємо протокол вимірювань мікроклімату та даємо практичні рекомендації щодо покращення показників мікроклімату.

Мікроклімат у приміщенні може бути приведений у відповідність до норми за допомогою наступних заходів:

- налаштування роботи системи вентиляції,
- встановлення системи підігріву/охолодження припливного повітря,
- встановлення або настройка зволожувачів або осушувачів повітря.

Якщо не можна покращити показники мікроклімату у всьому приміщенні через особливості виробництва, то застосовують зональне покращення умов. Наприклад, подача свіжого повітря до окремих приміщень або встановлення особливого режиму праці.

1.8 Постановка мети та завдань дослідження

Основною метою наукового дослідження є проведення енергоаудиту будівлі закладу дошкільної освіти та розробка відповідних рекомендацій підвищення енергетичної ефективності будівлі шляхом впровадження проєктів з енергозбереження.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні завдання:

- 1) проаналізувати існуючі способи підвищення енергоефективності будівель та сучасні вимоги та норми щодо реалізації проєктів з енергозбереження;
- 2) провести аналіз принципів енергоаудиту будівель ;
- 3) провести збір даних та аналіз інформації щодо поточного стану будівлі;
- 4) провести аналіз фактичних витрат енергоносіїв при експлуатації будівлі;
- 5) визначити основні показники тепловитрат для елементів огорожувальних конструкцій будівлі;
- 6) провести експериментальні дослідження щодо виявлення фактичних тепловитрат;
- 7) розробити рекомендації щодо підвищення енергетичної ефективності експлуатації будівлі.

Об'єкт дослідження – будівля закладу дошкільної освіти.

Предмет дослідження – енергоаудит закладу дошкільної освіти.

1.9 Висновки по розділу 1

1. Було проаналізовано існуючий стан та останні дослідження з енергозбереження.

2. Проведено аналіз заходів щодо модернізації будівлі (утеплення стін, даху, підлоги, заміна вікон та зовнішніх дверей, модернізація теплового пункту,

модернізація чи заміна системи опалення, модернізація або заміна системи гарячого водопостачання, модернізація системи вентиляції, заміна індивідуального джерела теплозабезпечення на сучасний,.

3. Поставлені завдання дослідження.

2. ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Тепловізійний контроль опалення

Метод тепловізійного контролю якості теплоізоляції огорожувальних конструкцій – дистанційний вимір тепловізором полів температур поверхонь огорожувальних конструкцій, між внутрішніми та зовнішніми поверхнями яких існує перепад температур, та візуалізація температурних аномалій (рис. 1) для визначення дефектів у вигляді областей підвищених тепловтрат, пов'язаних з порушенням а також ділянок внутрішніх поверхонь конструкцій, що захищають, температура яких у процесі експлуатації може опускатися нижче за точку роси.

Тепловізійне обстеження – це найшвидший спосіб знайти витік тепла у будівлі. За допомогою тепловізора, в результаті зйомки, аналізуються та виявляються ділянки тепловтрат в огорожувальних конструкціях, після чого на таких ділянках при необхідності виконують розтин. Закінчується процедура обробкою отриманих термограм та складанням технічного звіту за результатами тепловізійної діагностики.

2.1.1 Основні положення щодо теплотехнічного обстеження будівель

Проведення теплотехнічного обстеження з метою перевірки будівель на відповідність нормативним вимогам включає: за закінченим зведенням, реконструкцією будівель - визначення повітропроникності будівлі в сукупності з тепловізійним обстеженням; для будівель після теплової модернізації проведення тепловізійного обстеження.

До інструментального контролю при теплотехнічному обстеженні будівель належить: визначення повітропроникності зовнішніх конструкцій, що захищають будівель, із застосуванням методу перепаду тисків; визначення теплотехнічних неоднорідностей зовнішніх конструкцій, що захищають будівель із застосуванням тепловізійного обстеження.

Теплотехнічне обстеження здійснюють організації, оснащені необхідними засобами вимірювань та випробувальним обладнанням та акредитовані на проведення випробувань. При проведенні теплотехнічного обстеження слід використовувати засоби вимірювань та випробувальне обладнання з числа допущених до застосування на території України. При виконанні робіт з теплотехнічного обстеження будівель слід дотримуватись вимог з безпеки праці відповідно до технічних та нормативних правових актів.

Під час проведення теплотехнічного обстеження замовник забезпечує доступ до обстежуваних елементів та можливість безпечного ведення робіт. Для виконання теплотехнічного обстеження (перед його початком) замовник або уповноважена ним особа представляє організації, що проводить обстеження, необхідну проектну та виконавчу документацію по об'єкту. За результатами теплотехнічного обстеження замовнику видають висновок. Звіт про теплотехнічне обстеження та протокол вимірювань є невід'ємною частиною висновку.

Основні положення щодо визначення повітропроникності будівлі в сукупності з тепловізійним обстеженням. При прийманні закінчених зведенням об'єктів визначення повітропроникності в сукупності з тепловізійним обстеженням проводять з метою перевірки виявлення дефектів та перевірки якості виконаних будівельно-монтажних робіт, а також підвищення якості проектних рішень. У процесі випробування на повітропроникність у сукупності з тепловізійним обстеженням встановлюють відповідність фактичного значення повітропроникності будівлі до нормального значення та пошук дефектів шляхом тепловізійного обстеження. Визначення повітропроникності будівлі здійснюють відповідно до EN 13829 організації, акредитовані на право проведення випробувань. Пошук дефектів здійснюють відповідно до EN 13187. Для візуалізації повітряних потоків у місцях дефектів допускається застосовувати димогенератор. Після усунення причин виникнення дефектів проводять повторний вимір в аналогічному порядку.

Основні положення щодо проведення тепловізійного обстеження будівель.

При прийманні в експлуатацію будівель після теплової модернізації тепловізійне обстеження виконують з метою виявлення критичних дефектів у теплоізоляції конструкцій, що огороджують. Під час проведення тепловізійного обстеження виконують: тепловізійні вимірювання; опрацювання результатів тепловізійних вимірювань. Видання висновку про наявність критичних дефектів теплоізоляції зовнішніх огороджувальних конструкцій будівель здійснює спеціалізована організація з обстеження будівель на підставі обробки даних протоколів тепловізійних вимірювань. У разі наявності критичних дефектів теплоізоляції огороджувальних конструкцій будівлі організація, яка проводила обстеження будівлі, аналізує причини виникнення дефектів та розробляє заходи щодо їх усунення в рамках додаткового договору або в рамках додаткової угоди до чинного договору. Після усунення причин виникнення критичних дефектів проводять повторне тепловізійне обстеження в установленому порядку. Тепловізійні виміри виконує спеціалізована організація, акредитована на право проведення обстежень. Керівник робіт повинен мати кваліфікацію не нижче 2-го рівня за EN 473.

2.1.2 Порядок визначення повітропроникності будівлі в сукупності з тепловізійним обстеженням

Умови проведення випробувань. Визначення повітропроникності в сукупності з тепловізійним обстеженням проводять після завершення конструкцій будівлі або його частин, що випробовують. Метеорологічна швидкість вітру має перевищувати 6 м/с чи досягати 3 балів за шкалою Бофорта. Пошук дефектів із застосуванням тепловізора здійснюють при різниці температур зовнішнього повітря і повітря всередині приміщення не менше 5 °C і забезпечуючи перепад тиску не менше 10 Па. Обладнання, що застосовується для випробувань, повинно забезпечувати необхідний потік повітря, що відповідає встановленому нормативному значенню для конкретної будівлі при перепаді

тиску не менше 50 Па. Якщо середнє значення позитивної чи негативної різниць тисків при нульовому потоці після випробування становить більше 5 Па, тест необхідно виконати у двох напрямках і в діапазоні від 30 до 75 Па. Будівля, підготовлена до випробування, має бути представлена як одна зона. Якщо цю умову для проведення випробувань забезпечити неможливо, визначають частину будівлі таким чином, щоб при подачі тиску ця частина функціонувала як одна зона. Вибір частин будівлі для проведення випробувань та методика визначення повітропроникності повинні відповідати EN 13829. При проведенні випробувань по зонах сумарна площа поверхні огорожувальних конструкцій або обсяг зон, що випробовуються, повинні становити не менше 50 % від відповідних значень будівлі в цілому. Вибір частин будівлі здійснює організація, яка виконує випробування.

Підготовка будівлі. Усі приміщення частини будівлі, підготовлені для проведення випробувань, повинні відповідати проектній документації. Підготовку будівель до випробувань здійснюють за методом згідно EN 13829. Усі отвори, призначені для надходження повітря до будівлі або з неї, повинні бути закриті або загерметизовані, що встановлюється організацією, яка здійснює випробування в залежності від конструктивних рішень будівлі.

Оформлення результатів випробувань. Результати випробувань щодо визначення повітропроникності будівель, що вводяться в експлуатацію, необхідно оформлювати у вигляді звіту. Звіт повинен містити таку інформацію:

- а) відомості, необхідні для ідентифікації об'єкта випробування, мету випробування, адресу та дату введення його в експлуатацію;
- б) дату проведення випробування;
- в) дані об'єкта, що тестується (опис частин будівлі, які були піддані випробуванню, номер квартири, приміщення, площа огорожувальної конструкції та обсяг, необхідні для розрахунку контрольованого параметра);
- г) короткий опис підготовки будівлі до вимірювання та перелік тимчасово загерметизованих отворів;

д) опис апаратних засобів та процедур, т.ч. обладнання та технічні засоби, що використовуються, із зазначенням серійних номерів; е) прізвище та ініціали особи, яка проводила випробування;

ж) дані випробувань (погодні умови, значення потоків повітря на відповідних перепадах тиску, коефіцієнт фільтрації, кореляцію, вимірний параметр);

к) висновки щодо відповідності вимірних параметрів будівлі необхідним нормативам.

2.1.3 Порядок проведення тепловізійного обстеження будівлі після теплової модернізації

Умови проведення тепловізійних вимірювань. При виконанні вимірювань дотримуються наступних основних умов. Тепловізійні вимірювання проводять при перепаді температур між зовнішнім та внутрішнім повітрям (температурним натиском) не менше 15 °С протягом попередніх 24 год. Не слід проводити тепловізійні вимірювання при температурі навколишнього середовища нижче мінімального значення температури, контрольованої тепловізором відповідно до його технічних характеристик. Тепловізійні вимірювання проводять при режимі теплопередачі, близькому до стаціонарного. Об'єкти, що вимірюються, не повинні піддаватися впливу сонячної радіації протягом попередніх 12 год. Тепловізійні виміри проводять при стійкій роботі системи опалення. Зовнішні тепловізійні вимірювання не проводять у дощ, туман, сильний снігопад, в умовах задимленості, а також за наявності снігу, мряки та вологи на контрольованих поверхнях. Похибка вимірювань, що вноситься вищезгаданими факторами, зростає зі збільшенням відстані до об'єкта.

Обробка результатів. Обробку результатів тепловізійних вимірювань з метою визначення критичних дефектів теплоізоляції огорожувальних конструкцій будівлі виконує спеціалізована організація після обстеження будівлі на підставі даних протоколу та проектної документації та оформлення.

тепловізійне обстеження. За результатами обробки даних видається відповідний висновок. У протоколі не допускається наявність термограм без пояснень. Звіт про тепловізійний контроль та протокол тепловізійних вимірювань є невід'ємною частиною висновку.

2.2 Прилади та засоби контролю

Під час теплотехнічного обстеження будівлі додатково використовували наступну апаратуру:

- термограф Testo 871;
- термогігрометр Testo 622;
- вимірювач густини теплового потоку та температури ІТП-МГ4.03 «ПОТІК»;
- термоанемометр Testo 405.

Таблиця 2.1 Технічні характеристики «Testo 871»

	Найменування СІ		Тепловізор
	Виробник		Testo 871
	Марка СІ		871
	Технічні характеристики		
	Розмір детектора, пікселі		240×180
	Якість знімка NETD, мК		90
	Похибка		±2 °C або ±2%
	Температурний діапазон, °C		-30...+650
	Робоча температура, °C		-15...+50
	Тип зонду		інфрачервоний
	Тип зберігання зображення		знімна картка пам'яті SD

Таблиця 2.2 Технічні характеристики "Testo 622"

	Найменування СІ	Термогігрометр
	Виробник	Testo
	Марка СІ	622
	Технічні характеристики	
	Діапазон виміру	300...1200,0 гПа
	Похибка вимірювання вологості ($25 \pm 5^\circ\text{C}$), %	не більше ± 3
	Діапазон вимірювання температури, $^\circ\text{C}$	$-10 \dots +60$
	Похибка вимірювання температури, $^\circ\text{C}$	не більше $\pm 0,4$
	Розміри	185×105×36 мм

Таблиця 2.3 Технічні характеристики "Testo 405"

	Найменування СІ	Термоанемометр
	Виробник	Testo
	Марка СІ	405
	Діапазон вимірів	0...+99990 м ³ /год
	Термоанемометр	
	Діапазон вимірів	0...5 м/с ($-20 \dots 0^\circ\text{C}$) 0...10 м/с ($0 \dots +50^\circ\text{C}$)
	Похибка	$\pm(0.1 \text{ м/с} + 5\% \text{ від вим. знач.})$ $\pm(0.3 \text{ м/с} + 5\% \text{ від вим. знач.})$
	Дозвіл	0.01 м/с
	Вимірювання температур	
	Діапазон вимірів	$-20 \dots +50^\circ\text{C}$
	Похибка	$\pm 0.5^\circ\text{C}$
	Дозвіл	0.1 $^\circ\text{C}$
	Робоча температура	0...+50 $^\circ\text{C}$
	Розміри	490×37×36 мм

2.3 Методи теоретичних досліджень

Оцінка економічної доцільності застосування різних теплоізоляційних матеріалів. Економічну доцільність теплозахисту оцінюється по виконанню двох умов.

Перша умова: чистий дисконтований дохід від застосування обраного теплоізоляційного матеріалу в даній конструкції повинен бути позитивним:

$$P_m = \Delta L \sum_{t=1}^T (1+E)^{-t} - \Delta K \geq 0, \quad (2.1)$$

де P_m - чистий дисконтований дохід, грн./м²;

ΔL - щорічне скорочення експлуатаційних витрат за рахунок зниження тепловтрат через 1 м² поверхні огорожувальної конструкції, грн./(м²·рік);

ΔK - капітальні вкладення в теплоізоляційний шар (на 1 м² поверхні огорожувальної конструкції), грн./м²;

E - норма дисконту, що обрав замовник (при відсутності даних приймається рівної 0,08 рік⁻¹);

T - нормативний термін служби огорожувальної конструкції будинку, років;

t - номер поточного року.

Друга умова: строк окупності капітальних вкладень у теплоізоляційний шар огорожувальної конструкції повинен бути не більше строку окупності банківського вкладу.

Простий строк окупності $T_{\text{п}}$, років, визначається:

$$T_{\text{п}} = \frac{I}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \quad (2.2)$$

де I - інвестиції у реалізацію даного заходу (із всіх джерел фінансування), грн.;

$\mathcal{E}_{\text{рік}}$ - річна економія паливно-енергетичних ресурсів за рахунок впровадження енергозберігаючого заходу, грн./рік.

Чистий дисконтований прибуток розраховується по формулі:

$$ДД = \sum_{t=0}^T (D_t - Z_t - I_t)(1 + E)^{-t}, \quad (2.3)$$

де D_t - грошові надходження від реалізації заходу в t -м році, грн.;

Z_t - експлуатаційні витрати, викликані реалізацією заходу й інші платежі в t -м році, грн.;

I_t - інвестиції в t -м році, грн.;

T - період, протягом якого здійснюються інвестиції й експлуатація встаткування, років;

E - ставка дисконтування або норма дисконту.

2.4 Висновки по розділу 2

1. Визначена структура наукового дослідження для вирішення поставлених завдань.

2. Наведені методи теоретичного дослідження для розробки переліку типових, загальнодоступних заходів з енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності, проведення вартісної оцінки заходів.

3. Наведені методи експериментального дослідження для отримання об'єктивних даних про обсяг використовуваних енергетичних ресурсів; визначення показників енергетичної ефективності; визначення потенціалу енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності.

3. РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

3.1 Загальна характеристика та стан об'єкта дослідження

Об'єкт дослідження – заклад дошкільної освіти, розташований за адресою: м. Ужгород, вул. Михайла Грушевського, 61а (рис. 3.1). Загальна інформація про об'єкт представлено в табл. 3.1, 3.2.

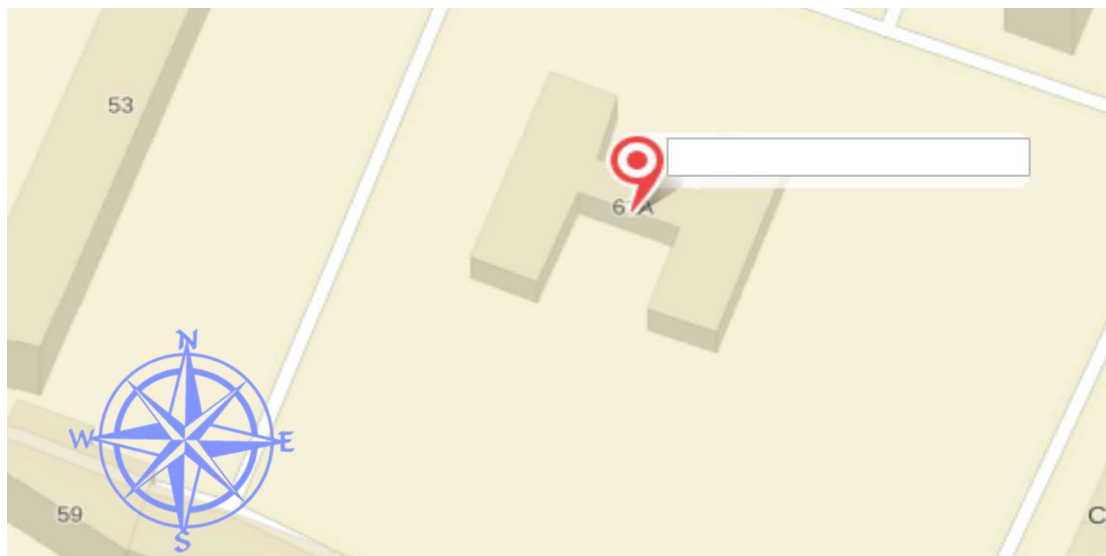


Рис. 3.1. Розташування будівлі на Google карті

Таблиця 3.1 Основні параметри будівлі

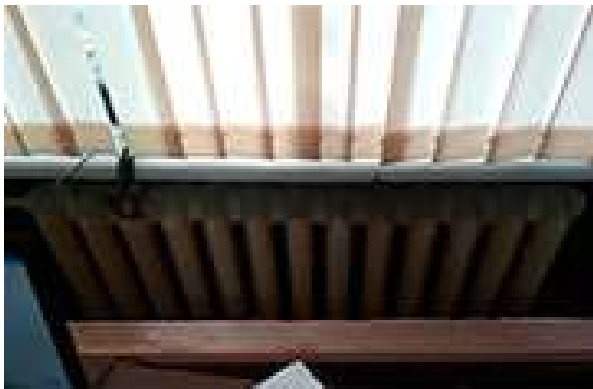
Розрахунковий параметр	Величина
Висота будівлі, м	7,7
Кількість під'їздів/блоків, шт.	1
Кількість поверхів, шт.	2
Висота приміщень, м	3
Площа забудови, м ²	1070
Опалювальна площа, м ²	1726
Опалюваний об'єм, м ³	5178

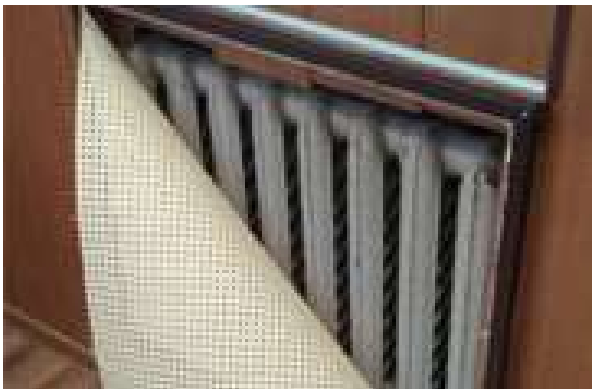
Таблиця 3.2 Розрахункові параметри [12]

Розрахунковий параметр	Величина
Розрахункова температура внутрішнього повітря, °С	21,00
Розрахункова температура зовнішнього повітря, °С	-18,00
Тривалість опалювального періоду, доба	154
Розрахункова кількість градусо-днів опалювального періоду	3172,4

Система опалення. У будівлі діє система індивідуального теплопостачання, номінальна температура в подаючому трубопроводі - 80°C, температура у зворотньому трубопроводі - 60°C, температурний графік 80/60. Система теплопостачання не автоматизована, регулювання здійснюється на котельній або ЦТП. Система розподілу однотрубна, частково збалансована. Повна потужність системи - 140 кВт. Матеріал труб - сталь. Теплоносій - гаряча вода. Теплова ізоляція трубопроводів у незадовільному стані, матеріал теплової ізоляції - мінеральна вата. Нагрівальними елементами служать - чавунні радіатори, загальною кількістю - 112 шт., загальною потужністю – 140 кВт. Також встановлені індивідуальні нагрівальні елементи - тепла підлога, кількістю - 2 шт., загальною потужністю - 9 кВт. Загальний вид приладів опалення представлено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 Перелік радіаторів опалення

№	Фото опалювального приладу	Технічні характеристики опалювального приладу
1.		Чавунний радіатор MC-140 13 секцій

2.		Чавунний радіатор МС-140 11 секцій
3.		Чавунний радіатор МС-14 8 секцій
4.		Чавунний радіатор МС-140 14 секцій
5.		Чавунний радіатор МС-140 12 секцій
6.		Чавунний радіатор МС-140 10 секцій

7.		Чавунний радіатор MC-140 9 секцій
----	---	--------------------------------------

Електропостачання. Електричне навантаження, зумовлене роботою електроприладів (за винятком систем кондиціювання та опалення, а також електрообладнання, яке працює за межами об'єкта), становить 37,6 кВт, середня питома потужність складає 15,02 Вт/м². Загальна потужність системи освітлення складає 16,85 кВт. До системи під'єднано 254 освітлювальних прилади. З них: лампи розжарювання - 214 шт., загальною потужністю - 16,05 кВт; енергозберігаючі - 40 шт., загальною потужністю - 0,8 кВт. Середня питома потужність освітлювальних приладів складає 7,8 Вт/м², максимальна - 9,8 Вт/м². Період роботи 25 год/тиждень, 50 тижні/рік. Потужність електроприладів внутрішнього користування складає 20,8 кВт, середня питома потужність - 7,2 Вт/м².

Система гарячого водопостачання. Система гарячого водопостачання відсутня, встановлено 17 електробойлерів для підігріву води.

Система вентиляції. Система механічної вентиляції відсутня. Вентиляція припливно-витяжна з природним спонуканням. Приплив повітря здійснюється через вікна, відведення через вентиляційні канали.

Система охолодження. Система охолодження повітря відсутня.

3.2 Обстеження огорожувальних конструкцій

Загальний стан огорожуючих конструкцій представлено в табл. 3.4-3.8 і на рис. 3.2.-3.5.

3.2.1 Стіни

Таблиця 3.4 Обстеження стін

Орієнтація	Пн	Пн-Сх	Сх	Пд-Сх	Пд	Пд-Зх	Зх	Пн-Зх
Площа, м ²	–	252,0	–	384,0	–	219,0	–	384,0
Загальна оцінка існуючого стану				Незадовільний				
Загальна площа зовнішніх стін, м ²				1239,0				
Конструкція				розчин цементно-піщаний 20 мм, кладка цегляна з повнотілої цегли глиняна звичайна 510 мм, розчин цементно-піщаний 20 мм				
Приведений термічний опір зовнішніх стін				0,838				
Нормативний термічний опір згідно з ДБН В.2.6.31-2006				3,3				



Рис. 3.2. Загальний вигляд стін

3.2.2 Горище та покриття будівлі

Таблиця 3.5 Обстеження крівлі/даху

Загальна оцінка існуючого стану	Незадовільний
Загальна площа, м ²	1070,0

Конструкція	руберойд 10 мм, розчин цементно-піщаний 20 мм, гравій керамзитовий 140 мм, залізобетон 220 мм, розчин цементно-піщаний 10 мм
Приведений термічний опір	1,1
Нормативний термічний опір згідно з ДБН В.2.6.31-2006	4,95



Рис. 3.3. Загальний вигляд горища

3.2.3 Вікна

Таблиця 3.6 Обстеження вікон

Орієнтація	Пн	Пн-Сх	Сх	Пд-Сх	Пд	Пд-З	З	Пн-З
Площа, м ²	–	74,4	–	138,0	–	111,2	–	138,0
Загальна оцінка існуючого стану				Незадовільний				
Загальна площа ПВХ вікон, м ²				461,6/116				
Приведений термічний опір				0,659				
Нормативний термічний опір згідно з ДБН В.2.6.31-2006				0,75				



Рис. 3.4. Загальний вигляд вікон

3.3.3 Двері

Таблиця 3.7 Обстеження дверей

Орієнтація	Пн	Пн-Сх	Сх	Пд-Сх	Пд	Пд-З	З	Пн-З
Площа, м ²	–	9,7	–	8,2	–	5,4	–	8,2
Загальна оцінка існуючого стану				Незадовільний				
Загальна площа, м ²				37,41/10				
- металеві				5,67/2				
- металопластикові (ПВХ)				25,8/8				
Приведений термічний опір				0,282				
Нормативний термічний опір згідно з ДБН В.2.6.31-2006				0,6				



Рис. 3.5. Загальний вигляд дверей

3.3.4 Підлога, підвал

Таблиця 3.8 Обстеження цокольної частини будівлі

Загальна оцінка існуючого стану	Задовільний
Загальна площа, м ²	1070,0
Конструкція	сосна та ялина 30 мм
Приведений термічний опір	5,0
Нормативний термічний опір згідно з ДБН В.2.6.31-2006	3,75

3.3 Енергетичний баланс будівлі

Теплотехнічні показники оболонки будівлі представлено в табл. 3.10.

Таблиця 3.10 Теплотехнічні показники оболонки будівлі

Показники	Нормативне значення показника	Розрахункове (значення після модернізації)	Фактичне значення показника
Приведений опір тепло-передачі огорожувальних конструкцій, $R_{\Sigma пр}$, м ² · К/Вт			
стін	3,3	3,39	0,84
вікон і балконних дверей	0,75	0,92	0,65
вхідних дверей	0,6	0,306	0,28
горищних перекриттів	4,95	5,587	1,1
перекриттів над неопалюваними підвалами та цоколю	3,75	5,05	5,0

Теплові витрати розраховувалися для кожного типу огорожувальних конструкцій окремо з деталізацією по сторонам світу. Отримані результати зведені до табл. 3.11 та на рис. 3.6.

Таблиця 3.11 Тепловитрати через огорожувальні конструкції

Огороджувальна конструкція	Теплові витрати, Вт	Питомі витрати, Вт/м ²
Вікна	27696	60,00
Зовнішні стіни	57525	46,43
Дах	37936	35,45
Підлога	8346	7,80
Двері	5211	139.29
Разом	136714	288,97

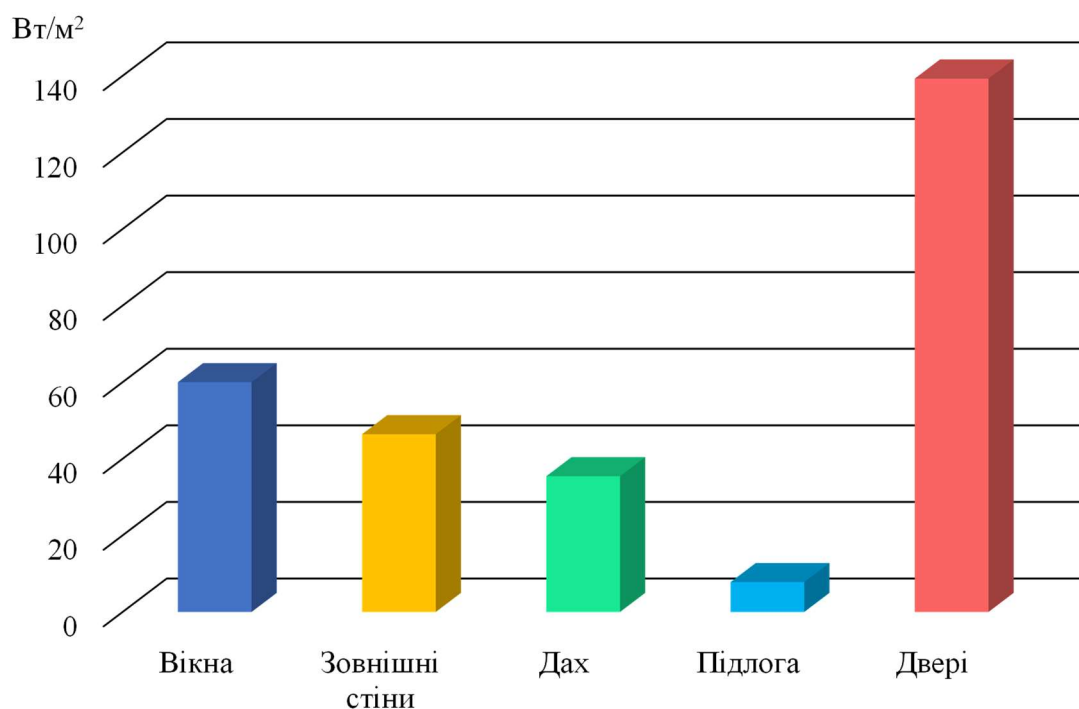


Рис. 3.6. Показник питомих тепловитрат через окремі огорожувальні конструкції

Виправлення проблем, пов'язаних з тепловтратами через двері, вікна, зовнішні стіни, та дах, може бути першочерговим кроком у покращенні енергоефективності будівлі. Оскільки ці ділянки відповідають за найбільшу частину тепловтрат, їхнє вдосконалення може суттєво знизити загальні витрати енергії на опалення та охолодження приміщення.

З отриманням результатів попередніх розрахунків необхідно звести кругову діаграму, приведену на рис. 3.7 та доповнюється зведена таблиця теплових втрат, табл. 3.12.

Таблиця 3.12 Теплові втрати будівлі

1) Витрати тепла шляхом теплопередачі, кВт	
- вікна	27,696
- зовнішні стіни	57,525
- дах	37,936
- підлога	8,346
- двері	5,210
Σ	136,714
2) Витрати тепла шляхом інфільтрації, кВт	
Σ	37,66
Сумарні витрати тепла	174,374 кВт

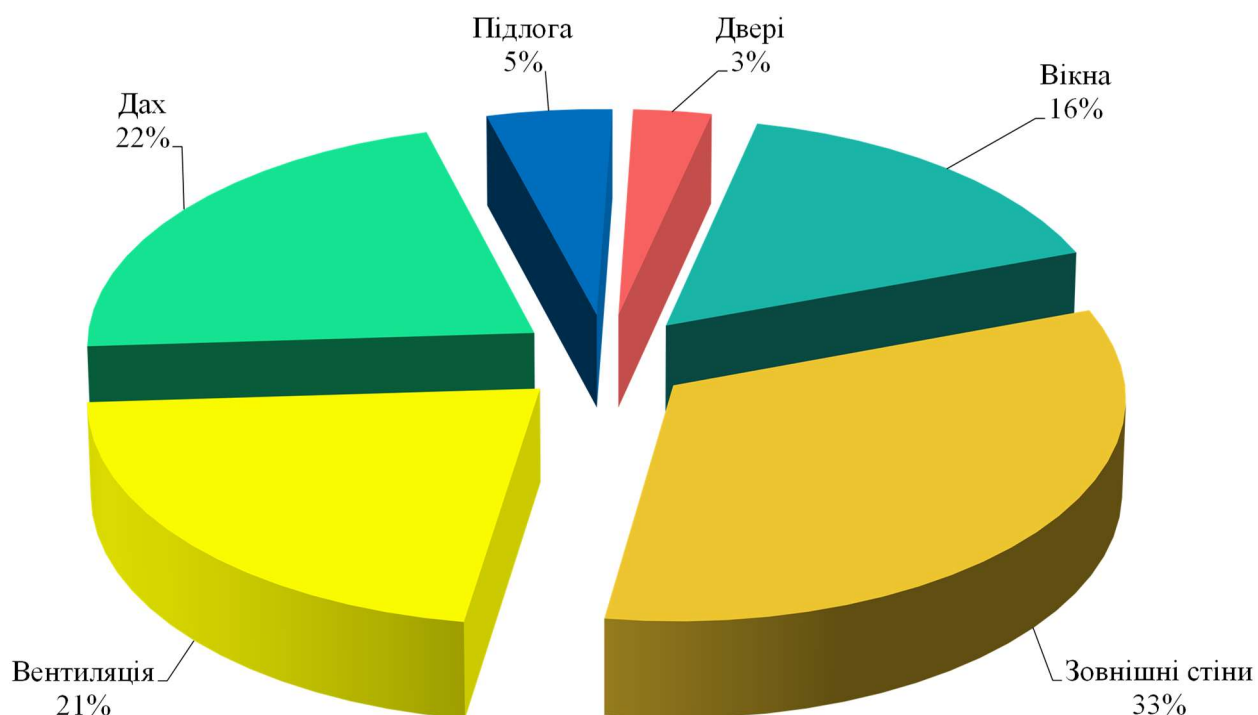
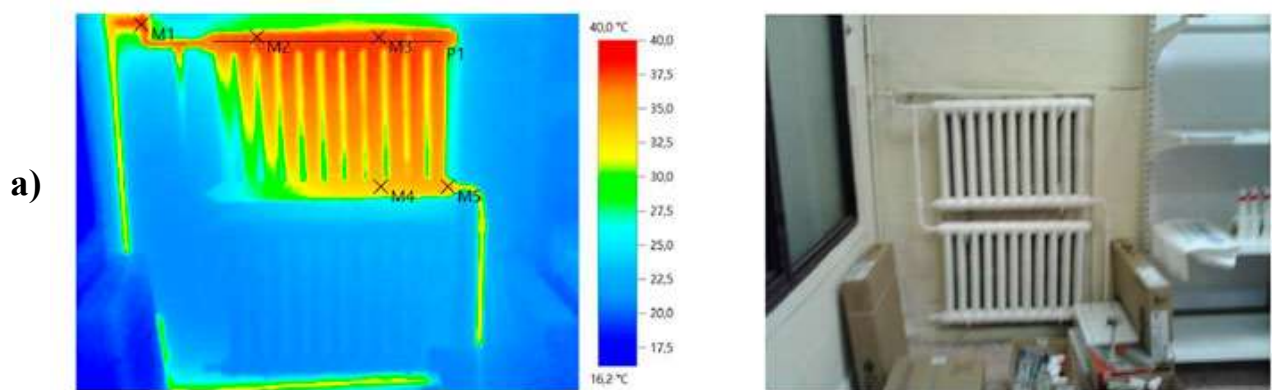


Рис. 3.7. Розподіл існуючих теплових втрат в корпусі будівлі

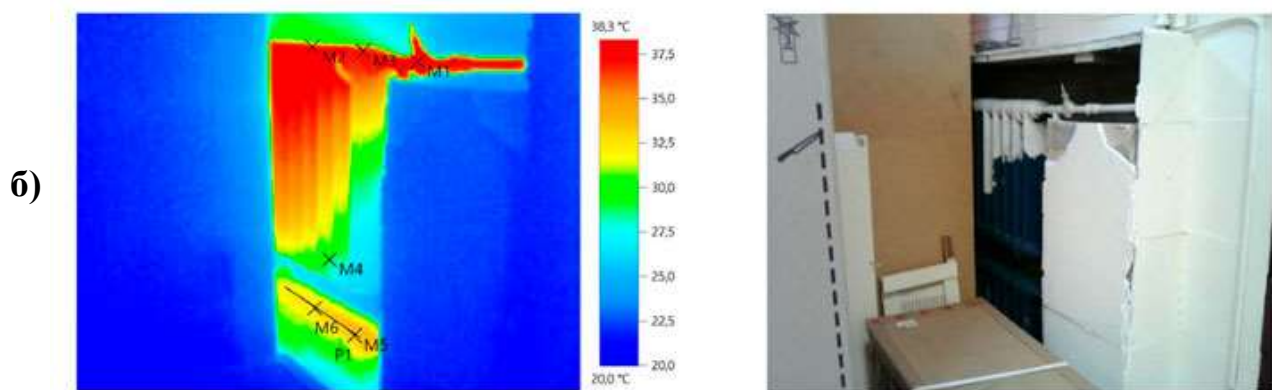
Найбільшу кількість теплоти корпус втрачає через зовнішні стіни втрачається 33 % загальних тепловтрат, через вікна – 16 %, через дах – 22 %, через підлогу – 5 %, через входні двері – 3 %, через вентиляцію – 21 %.

3.4 Тепловізійний контроль опалення

Для оцінки якості теплового захисту будівлі були проведені натурні випробування зовнішніх конструкцій об'єкта (рис. 3.8, а-я).

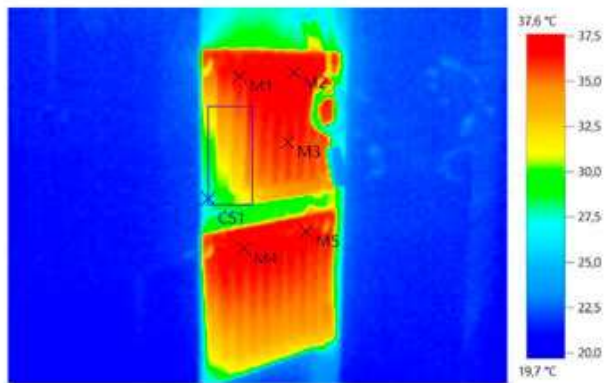


На верхньому опалювальному приладі спостерігається засмічення у першому, другому та третьому коліні, що призводить до зниження ефективності батареї.



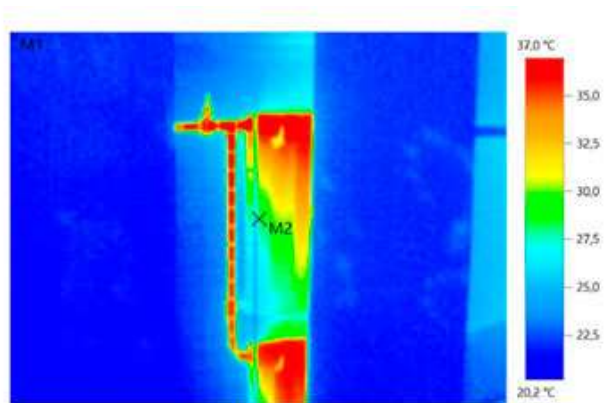
На верхньому опалювальному приладі спостерігається засмічення у першому, другому та третьому коліні, що призводить до зниження ефективності батареї. Неправильне підключення нижнього опалювального приладу призводить до зниження температури на поверхні на 5-7 °C порівняно з верхнім.

в)



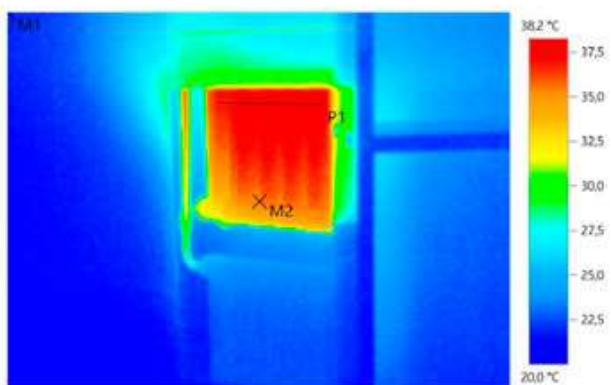
На верхньому опалювальному приладі спостерігається засмічення у першому, другому та третьому коліні, що призводить до зниження ефективності батареї. Нижній опалювальний прилад працює нормально.

г)



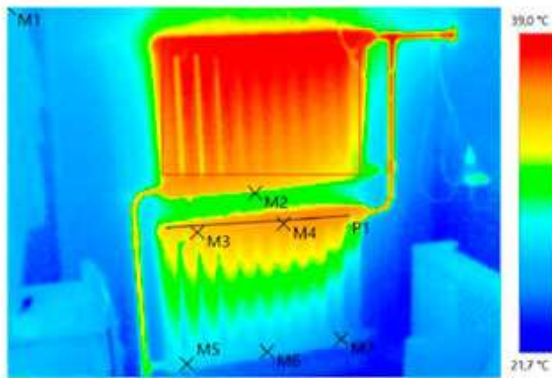
На верхньому опалювальному приладі спостерігається засмічення у першому та другому коліні, що призводить до зниження ефективності батареї.

д)



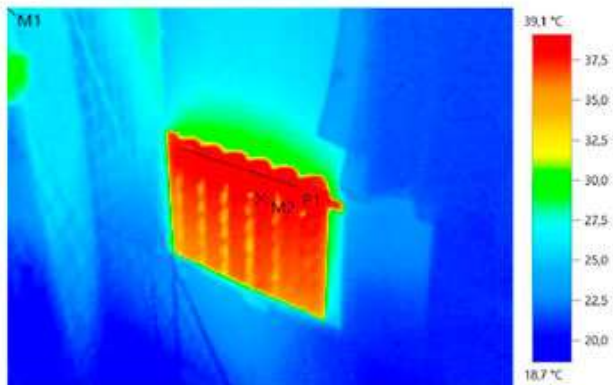
Верхній опалювальний прилад працює нормально. Нижній опалювальний прилад вимкнено від системи теплопостачання.

е)



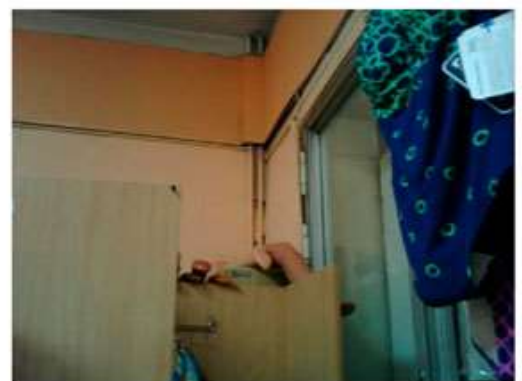
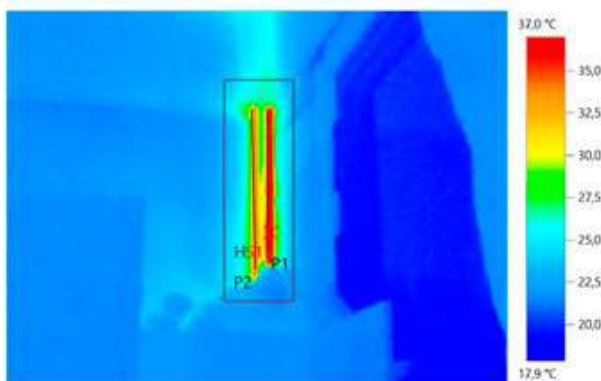
На верхньому опалювальному приладі спостерігається засмічення у першому коліні, що призводить до зниження ефективності батареї. Нижній опалювальний прилад не працює, оскільки частково засмічений або не вистачає температурного тиску від теплоносія.

є)



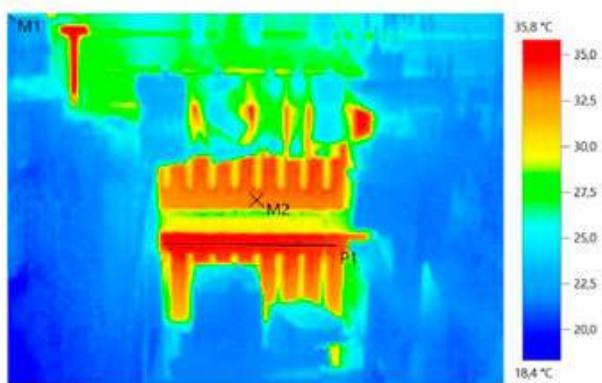
Опалювальний прилад працює нормально.

ж)



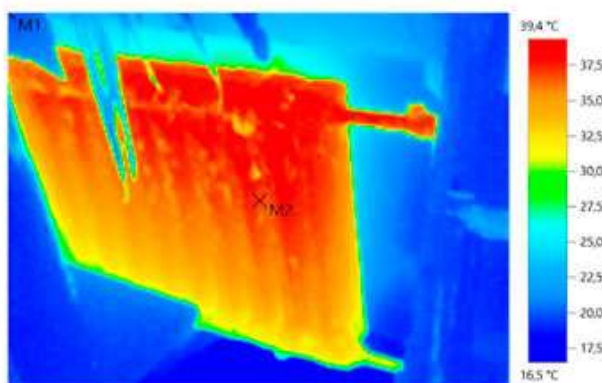
Температура в трубах на подачі та у зворотному трубопроводі.

з)



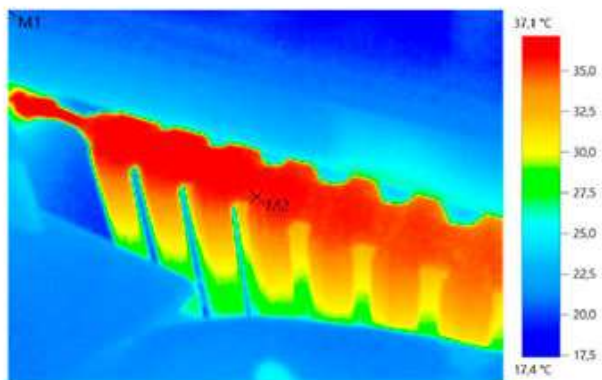
Верхній та нижній опалювальні прилади працюють нормально.

и)



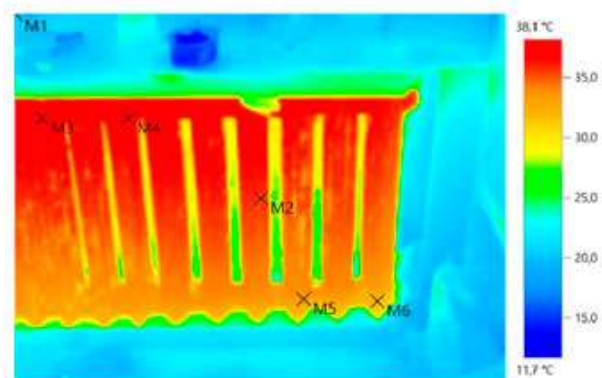
Опалювальний прилад працює нормально.

і)



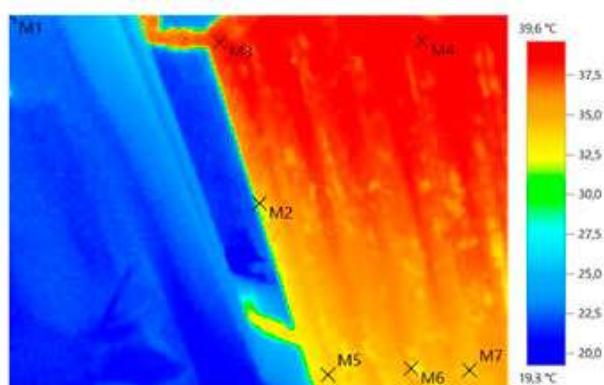
Опалювальний прилад працює нормально.

ї)



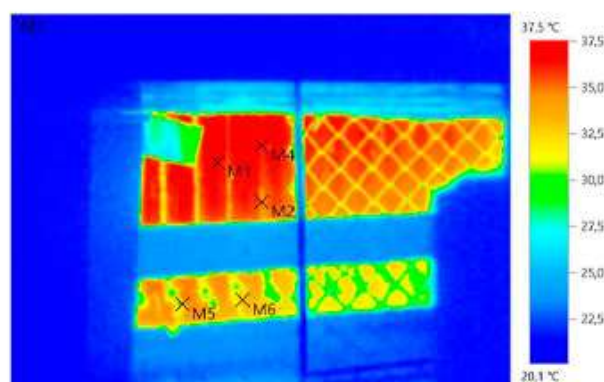
Опалювальний прилад працює нормально.

й)



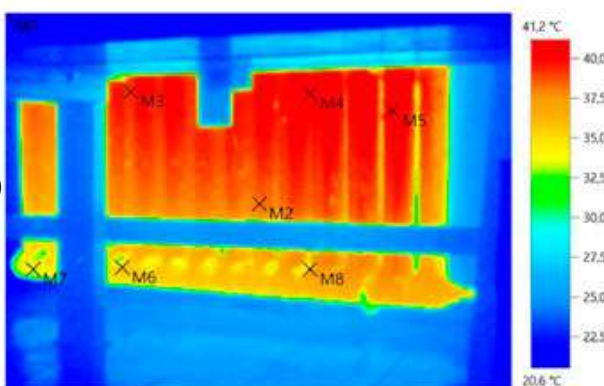
Опалювальний прилад працює нормально.

к)



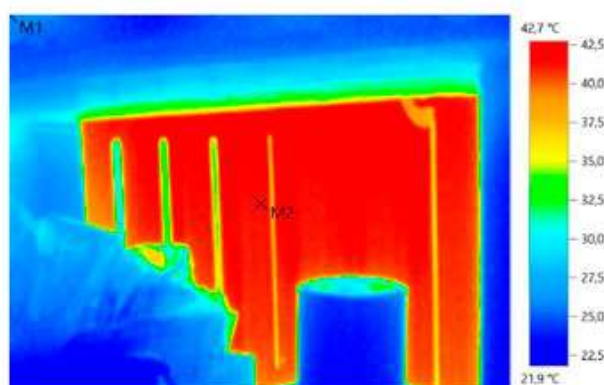
Опалювальний прилад працює нормально.

л)



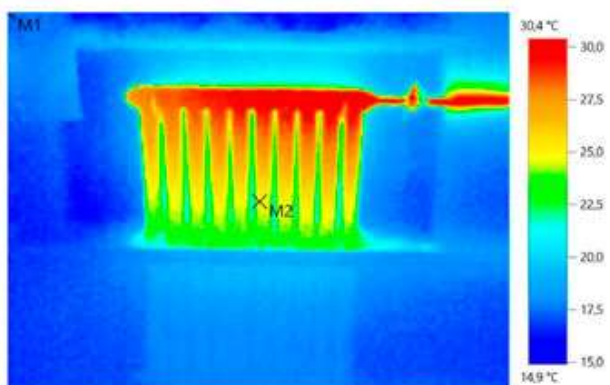
Опалювальний прилад працює нормально.

м)



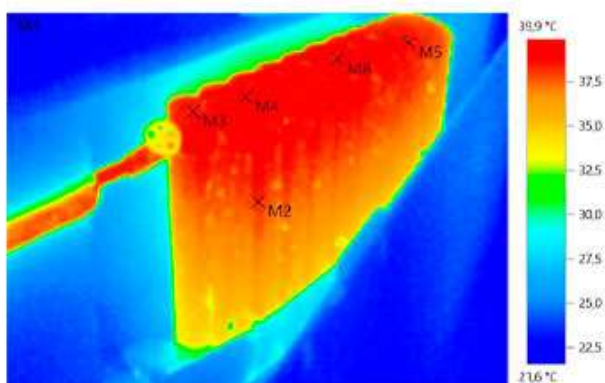
Опалювальний прилад працює нормально.

н)



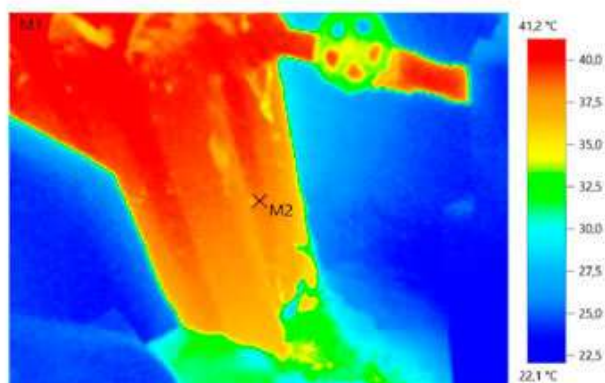
Опалювальний прилад працює нормально.

о)



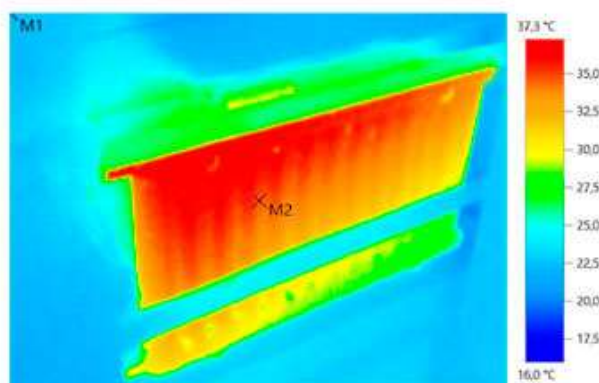
Опалювальний прилад працює нормально.

п)



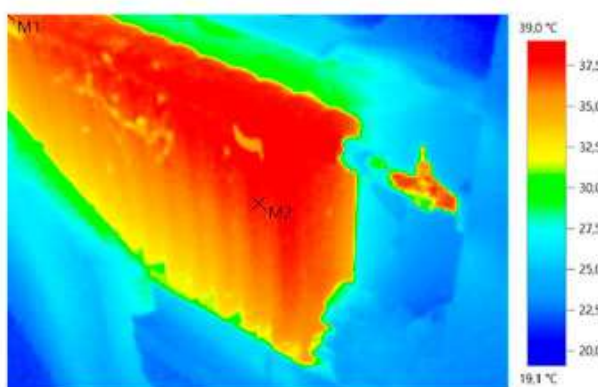
Опалювальний прилад працює нормально.

р)



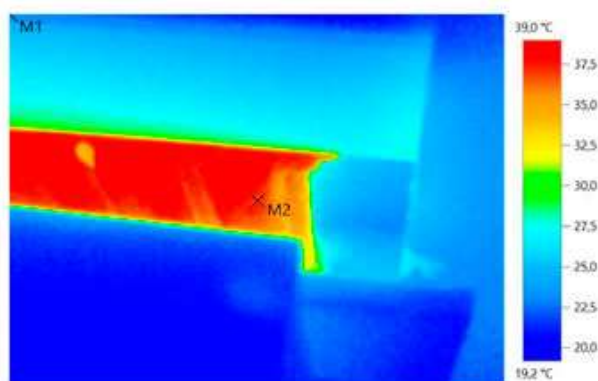
Опалювальний прилад працює нормально.

с)



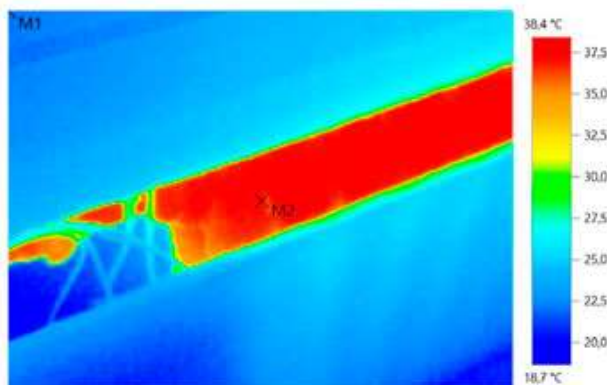
Опалювальний прилад працює нормально.

т)



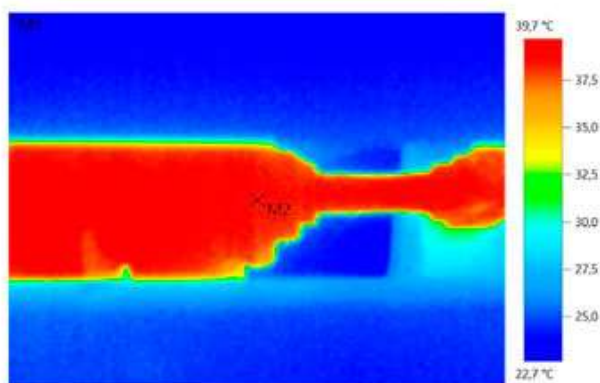
Опалювальний прилад працює нормально.

у)



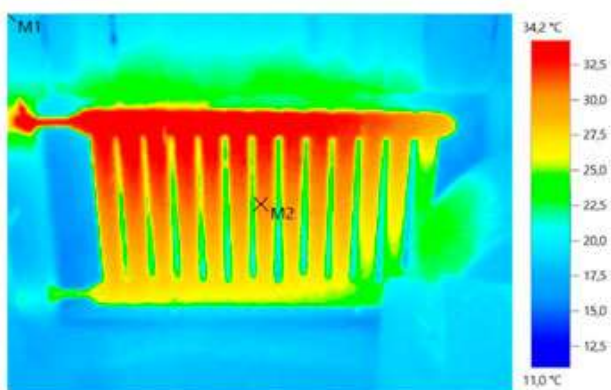
Опалювальний прилад працює нормально.

ф)



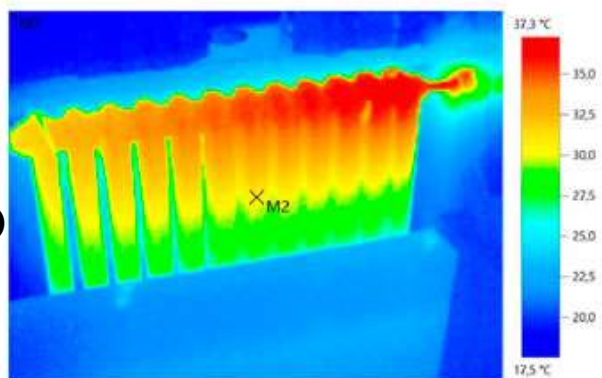
Опалювальний прилад працює нормально.

х)



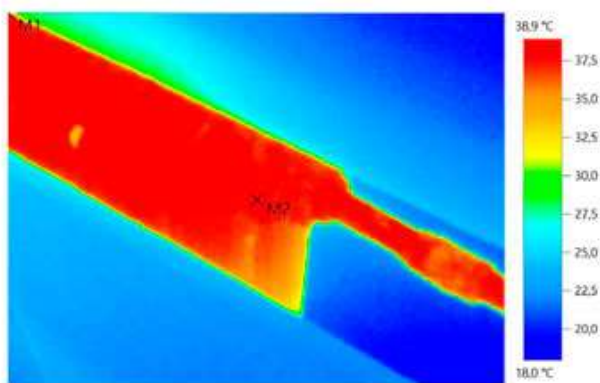
Опалювальний прилад працює нормально.

ц)



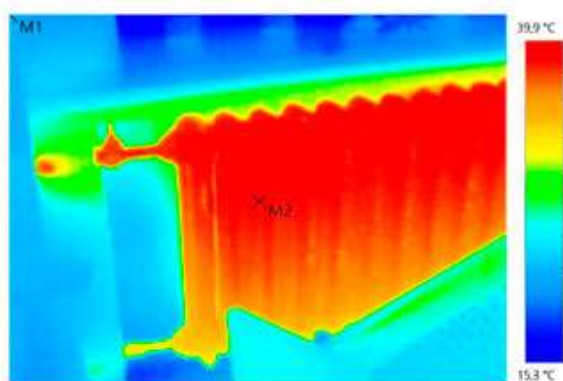
Опалювальний прилад працює нормально.

ч)



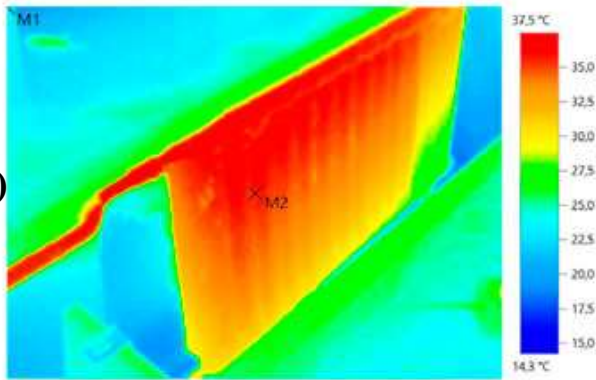
Опалювальний прилад працює нормально.

ш)



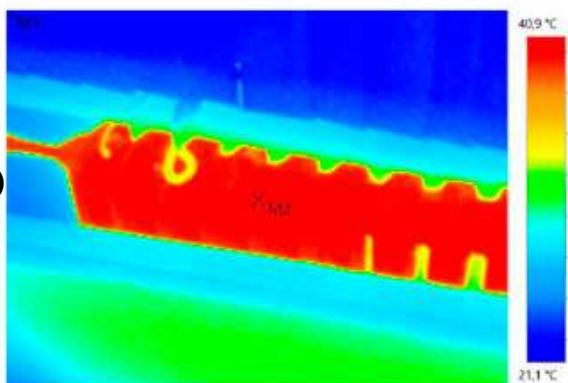
Опалювальний прилад працює нормально.

щ)



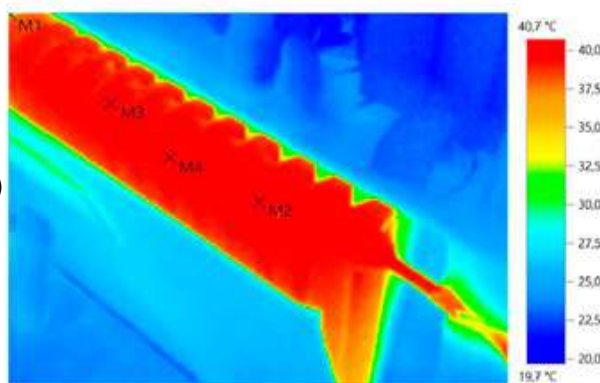
Опалювальний прилад працює нормально.

ю)



Опалювальний прилад працює нормально.

я)



Опалювальний прилад працює нормально.

Рис. 3.8. Термограми будівлі

Висновки. За результатами проведеного комплексного обстеження систем опалення нежитлових приміщень та виконаних розрахунків встановлено:

1. Обстежені опалювальні прилади мають засмічення або не працюють повністю.

2. Радіатори типу М-140-АТ фізично та морально застаріли, без періодичного обслуговування їх характеристики погіршуються.

3.5 Аналіз фактичних витрат енергоносіїв при експлуатації будівлі

Основними енергоресурсами, що споживаються при експлуатації житлового будинку є електроенергія, теплопостачання та вода. Їх фактичне споживання наведено в табл. 3.13 та рис. 3.9.

Таблиця 3.13 Сумарні витрати коштів на енергопостачання будинку

Енергоресурси	2022	2023	2024
Теплопостачання, кВт · год	242703,04	243981,06	244343,74
Теплопостачання, грн.	345316,09	347134,45	347650,47
Електроенергія, кВт · год	85248,00	80700,00	76807,00
Електроенергія, грн.	368271,36	348624,00	331806,24
Водопостачання, м ³	2890,00	2798,00	2724,00
Водопостачання, грн.	74284,56	71919,79	70017,70
Всього нараховано, грн.	787872,01	767678,24	749474,40

В результаті проведеної роботи була зібрана та проаналізована інформація щодо споживання електроенергії та теплопостачання і водопостачання за останні три роки (рис. 3.10).

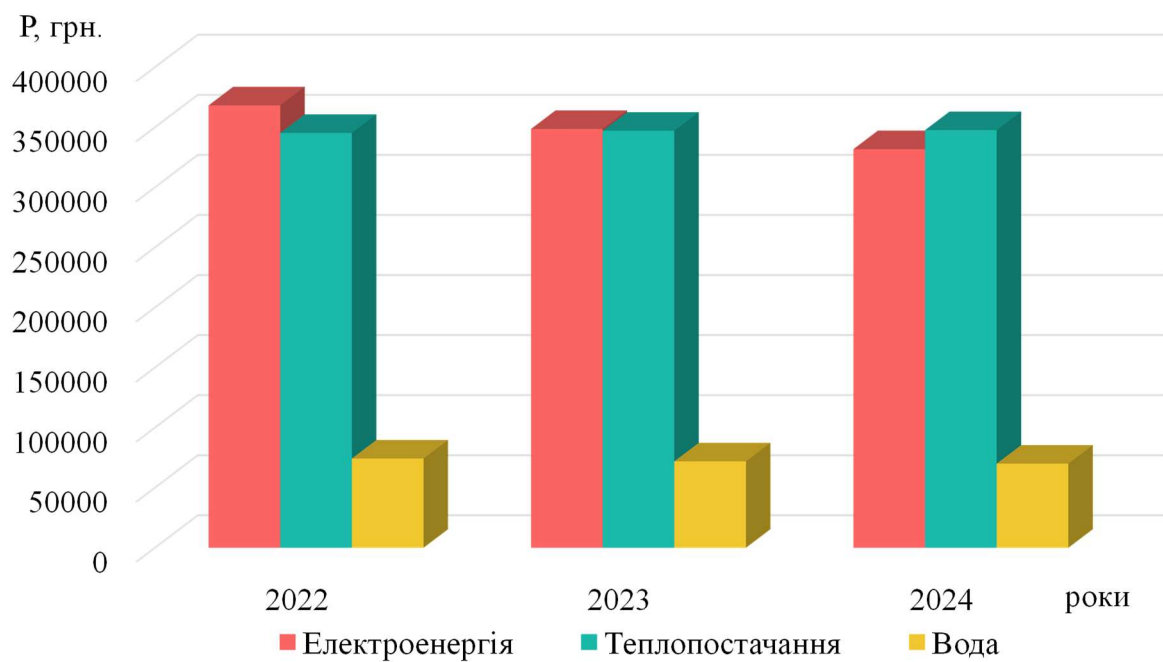


Рис. 3.10. Витрати коштів на енергопостачання будівлі

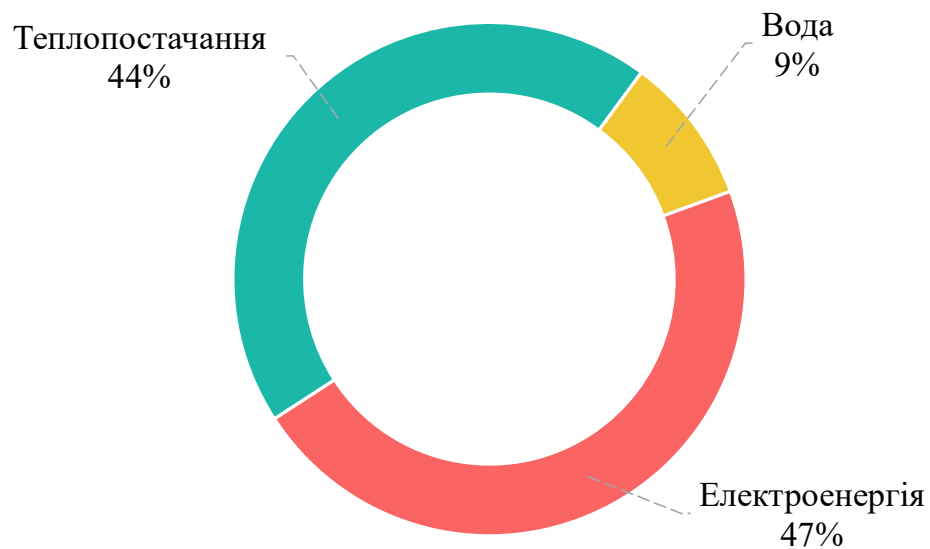


Рис. 3.11. Сумарні витрати коштів на енергопостачання будівлі

Виявлено помірне зростання споживання електроенергії будинком взимку, що може бути зумовлено підігрівом приміщення за рахунок користування електричними опалювальними пристроями (рис. 3.10). Майже 90% витрат коштів становлять витрати на теплопостачання і електропостачання (рис. 3.11).

3.6 Висновки по розділу 3

1. За результатами обстеження будівлі закладу освіти встановлено стан її основних елементів на даний час.

2. Виконано аналіз інформації щодо споживання електроенергії, палива та води за останні 3 роки, який може виявити тенденції та фактори, які впливають на ці показники.

3. Виявлено місця підвищених тепловтрат і відповідно визначено основні причини ненормованих теплових витрат.

4. Визначені значення приведенного опору всіх огорожувальних конструкцій. Показано, що майже для всіх існуючих типів огорожувальних конструкцій необхідно вжити енергозберігаючі заходи.

5. Виконано аналіз втрат тепла через огорожувальні конструкції. Встановлено баланс тепловитрат по будівлі, з них найбільша частина втрачається через зовнішні стіни (33 %), вікна (16 %) і дах (22 %).

6. Для зменшення споживання теплової енергії необхідно замінити існуючі радіатори типу MC-140 на сучасні панельні радіатори типу Prado-Classic або Prado-Universal.

7. Для існуючих опалювальних приладів необхідно провести технічне обслуговування:

- розбирання опалювальних приладів із промиванням внутрішніх поверхонь;
- видалення засмічення, що знижує ефективність роботи опалювальних приладів;
- видалення з внутрішніх поверхонь вапняних відкладень та накипу.

4. ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

Житлові та громадські будинки, збудовані в Україні в минулому, не відповідають сучасним вимогам ефективного використання енергетичних ресурсів. Зокрема споживання теплової енергії для опалення в країні значно перевищує показники, встановлені в розвинених країнах. Основними причинами цього є застарілі матеріали та технології, використані під час будівництва. Це веде до перевитрати палива для виробництва теплової енергії, а також до підвищених викидів парникових газів. Будинки, зведені до 2000 року, мають клас енергоефективності F, у період з 2000 по 2006 рік – клас D, а після 2006 року – клас C. Однак в окремих випадках завдяки індивідуальним конструктивним рішенням клас енергоефективності може бути іншим.

Після аналізу стану будівлі та її споживання енергоресурсів стає очевидним, що поточні показники суттєво відрізняються від еталонних, передбачених ДБН. Тому важливим кроком є пропозиція енергоефективних заходів, які не лише зменшать споживання теплової енергії, а й покращать умови комфортного проживання.

Кожна будівля є унікальною, тому кожен проект має розглядатися індивідуально для виявлення специфічних можливостей підвищення енергоефективності. Для визначення економії та терміну окупності необхідно впровадити запропоновані заходи у комплексі.

Енергоефективна будівля — це об'єкт, у якому ефективне використання енергії досягається шляхом застосування різних інноваційних рішень, які обґрунтовані економічно, технічно здійсненні та соціально та екологічно прийнятні.

Корпус відноситься до класу «F» енергетичної ефективності. Для даної будівлі найбільш актуальними заходами, які допоможуть знизити споживання теплової енергії та покращити комфортні умови проживання, є:

- теплоізоляція стін;
- теплоізоляція крівлі (даху);

- теплоізоляція цоколю;
- заміна вікон та балконних дверей;
- заміна входних дверей;
- модернізація системи опалення;
- модернізація системи освітлення.

4.1 Оцінка витрат

Аналіз капітальних витрат вимагає докладного огляду і оцінки всіх витрат, пов'язаних з реалізацією проекту, та їхнього впливу на фінансові показники, щоб прийняти рішення про вартість і вигоди реалізації проекту.

1) Заміна старих вікон на нові (трикамерний енергозберігаючий склопакет) (табл. 4.1).

Пропонується встановити сучасні ПВХ вікна, конструкції яких виготовляються з металопластикового профілю та оснащені трикамерними склопакетами з енергозберігаючим склом. Значення опору теплопередачі таких вікон становить $0,92 \text{ (м}^2 \cdot \text{К) / Вт}$, що відповідає нормативним вимогам. Вікна ПВХ володіють високою герметичністю і в закритому положенні практично не пропускають повітря, що в свою чергу порушує повітрообмін і згодом сприяє накопиченню вуглекислого газу, пари, утворенню грибка і цвілі. Щоб уникнути всіх вище вказаних проблем, пропонується виконати реконструкцію приточно-втяжної вентиляції з використанням рекуперації повітря. Також можливо придбати вікна з вентиляційною решіткою (вбудованим вентиляційним клапаном), в такому випадку слід звернути увагу на їхню сертифікацію, яка підтверджує, що вікна виготовлено відповідно до вимог.

Таблиця 4.1 Витрати на заміну вікон

Найменування	Вартість, грн/м ²	Загальна площа, м ²
1. Матеріали:		
– трикамерний склопакет з енергозберігаючим склом	2990,00	461,6
2. Монтажні роботи	200,00	Сумарна вартість
Сумарна вартість одиниці, Σ =	3190,00	1472504,00

2) Заміна дверей (табл. 4.2).

Беручи до уваги те, що найбільші втрати тепла відбуваються саме через постійне відкривання дверей, було прийнято рішення встановити доводчики дверей. У середньому ресурс роботи автоматичних доводчиків складає 500 тис. циклів. Необхідна кількість доводчиків - 2 шт. Часте відкривання дверей також призводить до швидкого зношування, наслідком чого може стати передчасне виведення з ладу дверей з ПВХ профілю. Через це було прийнято рішення щодо встановлення утеплених металевих дверей.

Таблиця 4.2 Витрати на заміну дверей

Найменування	Вартість, грн/м ²	Загальна площа, м ²
1. Матеріали:		
- утеплені металеві двері	6000,00	5,67
2. Монтажні роботи	250,00	
3. Доводчики – 2 шт.	2800,00	Сумарна вартість
Сумарна вартість одиниці, Σ =	11300,00	38237,50

3) Теплоізоляція зовнішніх стін будівлі (табл. 4.3).

Ізоляцію стін пропонується виконати за системою зовнішнього утеплення «мокрый фасад». Дана система досить проста в реалізації та надійна в

експлуатації, також слід зауважити що даний метод являється найбільш розповсюдженим в Європі. В якості основного використовується мінеральна вата товщиною 120 мм, густиною 150 кг/м³ та коефіцієнтом теплопровідності 0,039 Вт/(м·К).

Таблиця 4.3 Витрати на теплоізоляцію зовнішніх стін

Найменування	Вартість, грн/м ²	Площа, м ²
1. Матеріали:		
– мінеральна вата 120 мм, інші матеріали	666,73	1239
2. Монтажні роботи	150,00	Сумарна вартість
Сумарна вартість одиниці, Σ =	816,7	1011931,00

4) Теплоізоляція крівлі (табл. 4.4).

Пропонуємо застосувати двошарову систему утеплення (м'яка покрівля). У якості утеплювача - використовується мінеральна вата густиною 150/80 кг/м³ та коефіцієнтом теплопровідності 0,045 Вт/(м·К), товщина шару утеплювача 200 мм, в якості гідроізолюючого матеріалу використовується руберойд густиною 600 кг/м³ та коефіцієнтом теплопровідності 0,17 Вт/(м·К).

Таблиця 4.4 Витрати на теплоізоляцію крівлі

Найменування	Вартість, грн/м ²	Площа, м ²
1. Матеріали:		
– мінеральна вата 200 мм, 150/80 кг/м ³ ; інші матеріали;	805,00	1070
– руберойд густиною 600 кг/м ³	93,00	
2. Монтажні роботи	25,00	Сумарна вартість
Сумарна вартість одиниці, Σ =	923,00	987260,00

5) Теплоізоляція цоколю (табл. 4.5).

В якості утеплювача цоколю пропонується використовувати мінеральна вата густиною 78 кг/м^3 та коефіцієнтом теплопровідності $0,039 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$.

Таблиця 4.5 Витрати на теплоізоляцію цоколю

Найменування	Вартість, грн/м ²	Площа, м ²
1. Матеріали: – мінеральна вата 80 мм, інші матеріали	529,00	224
2. Монтажні роботи	150,00	
Сумарна вартість одиниці, $\Sigma =$	679,00	152096,00

6) Модернізація системи опалення (табл. 4.6).

Модернізація системи опалення:

1) *Промивка опалювальної системи.* Холодні батареї та низька температура в приміщеннях в зимовий період – одна з найактуальніших проблем споживачів теплової енергії. Це є наслідком того, що практично всі трубопроводи будинків заповнені відкладеннями, накипом та ін. Тому для покращення тепловіддачі від опалювальних приладів рекомендується промивка системи опалення.

2) *Балансування опалювальної системи.* Балансування систем опалення здійснюється для забезпечення рівномірного розподілу теплоносія у всіх точках споживання. Балансування здійснюється за допомогою установки в системі балансуєвих клапанів.

3) *Встановлення балансуєвих кранів.* Їх встановлення забезпечує енергозбереження за рахунок необхідної витрати теплоносія для забезпечення потрібної температури і комфортної роботи системи. В цілому балансувальний

клапан збільшує термін служби системи і істотно скорочує кількість несправностей.

4) *Дооснащення зарядіаторними рефлекторами.* Встановлення тепловідбиваючих екранів за радіатором є не тільки маловитратним заходом, але й значно сприяє поліпшенню комфорту в приміщенні, оскільки стіна за батареєю не буде прогріватись, а енергія, яка раніше витрачалась на прогрів стіни, буде використана корисно для підняття температури в кімнаті.

5) *Утеплення внутрішніх магістральних трубопроводів, які проходять в неопалювальних приміщеннях.* При недостатньо утеплених трубопроводах температура теплоносія у споживачів значно нижча від нормованої, що призводить до її більшої втрати, тому теплоізоляція дозволяє підтримувати необхідні мінімальні перепади температури на великих відстанях, тим самим економлячи кількість спожитої теплової енергії.

Таблиця 4.6. Витрати на модернізацію системи опалення

Найменування	Вартість, грн/м²	Загальна площа, м²
1. Матеріали:		1726,00
– пінофол ППЕ, одностороннє фольгування (5 мм);		
– балансувальні терморегулятори		Сумарна вартість
2. Монтажні роботи		
Сумарна вартість одиниці, Σ =	83,72	144500,00

7) *Модернізація системи освітлення* (рис. 4.7).

Пропонується провести заміну 214 освітлювальних приладів (ламп) тим самим зменшивши їхню загальну потужність на 84 % (від 16,05 кВт до 2,568 кВт). Завдяки цьому можливе зниження використання електроенергії на 20 % для потреб освітлення.

Світловіддача ламп розжарювання має невелике значення, крім того, строк служби таких ламп складає біля 1000 годин (приблизно 4 місяці, за умову роботи в середньому 8 год/добу). Пропонується встановити світлодіодні світильники. Переваги світлодіодних світильників:

- значний строк служби (до 60 000 год, тоді як лампа розжарювання світить близько 1000 год, а звичайна люмінесцентна лампа – 8 000 год);
- значно вища світловіддача (сучасні світлодіоди більше 75% енергії перетворюють на світло, тоді як майже 90% енергії ламп розжарювання – це тепло);
- не потрібно утилізувати відпрацьовані лампи;
- моментальне ввімкнення та можливість частого вмикання;
- непотрібні стартери;
- працює стабільно при коливаннях напруги (світловий потік незмінний).

Таблиця 4.7. Витрати на модернізацію освітлення

Найменування	Вартість, грн/шт	Загальна кіл., шт
1. Матеріали:		
– освітлювальні прилади	248,70	214
2. Монтажні роботи	20,00	Сумарна вартість
Сумарна вартість одиниці, Σ =	368,70	78902,00

4.2 Економічне обґрунтування варіантів термомодернізації

У результаті впровадження енергозберігаючого проекту оцінюється економічний ефект по кожному заходу при умові їх стовідсоткового виконання. (табл. 4.8 і рис. 4.1).

Таблиця 4.8 Економічний ефект від впровадження запропонованих ЕЗЗ

Енергозберігаючі заходи	Розрахункове	Базове	Після ТМБ	Економія	
	Гкал	Гкал	Гкал	Гкал	%
Стіни	76,5	99,5	27,8	71,7	72,1
Вікна	35,3	45,9	38,5	7,3	16,0
Двері	9,9	12,8	11,0	1,9	14,5
Горище (дах)	49,0	63,7	13,7	50,0	78,4
Підлога (цоколь)	11,9	15,4	13,8	1,6	10,1
Вентиляція	50,3	78,5	40,1	38,5	49,0

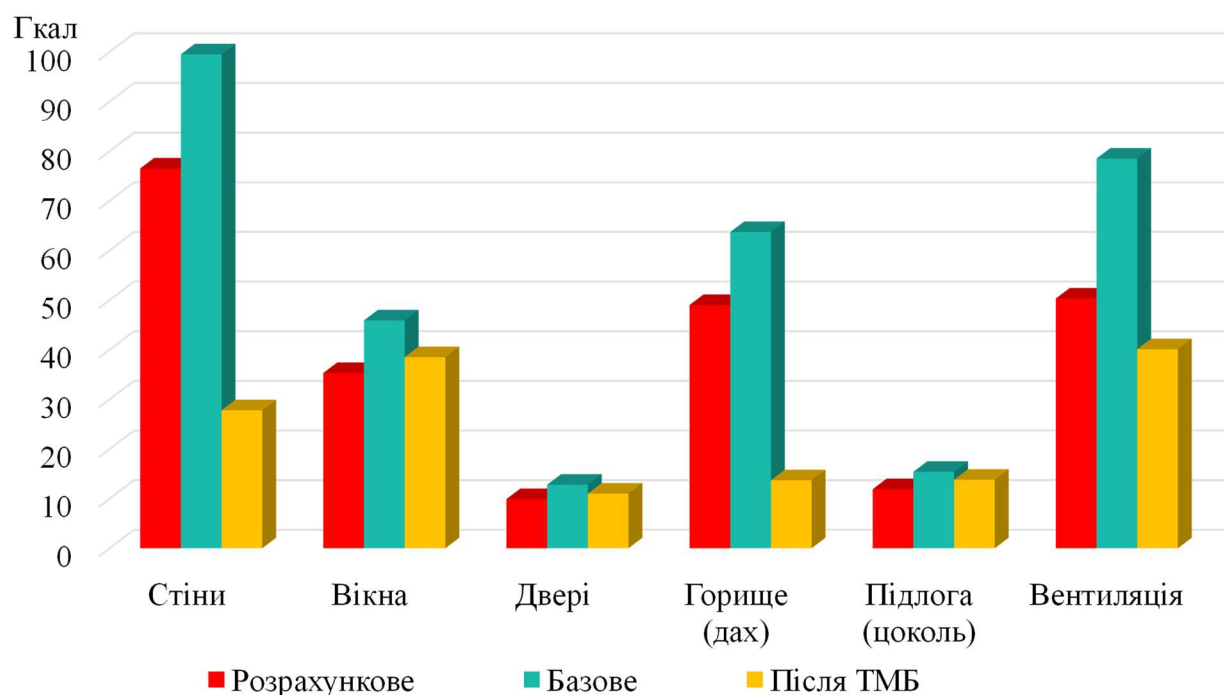


Рис. 4.1. Зведені дані по енергоощадним заходам

Обираючи остаточні енергозберігаючі заходи потрібно порівняти необхідні інвестиції для їх впровадження з економією коштів в наслідок їх проведення. Відношення цих показників визначає простий строк окупності заходів (табл. 4.9).

Таблиця 4.9 Основні показники заходів

Заходи	Річні збереження		Інвестиції грн.	Строк окупності (років)
	Гкал (кВт · год))	грн.		
Теплоізоляція стін	71,7	118621,19	1011931,00	8,53
Заміна старих вікон	7,3	12077,19	1472504,00	121,92
Заміна дверей	1,9	3143,38	38237,50	12,6
Теплоізоляція даху	50,0	82720,50	987260,00	11,93
Теплоізоляція цоколю	1,6	2647,06	152096,00	57,46
Модернізація системи опалення	27,12	44867,60	144500,00	3,22
Модернізація системи освітлення	- (13482)	58242,24	78902,00	1,35
Всього	171,0	322319,16	3885430,20	12,05

Таблиця 4.10 Варіанти термомодернізації

Вид робіт	Варіант					Вартість робіт, грн.
	1	2	3	4	5	
Заміна вікон	+	+	-	-	-	1472504,00
Теплоізоляція зовнішніх стін	+	-	+	-	+	1011930,70
Теплоізоляція даху	+	+	-	+	-	987260,00
Теплоізоляція цоколю	+	+	-	-	-	152096,00
Заміна дверей	+	-	+	-	-	38237,50
Модернізація системи опалення	+	+	+	+	+	144500,00
Модернізація системи освітлення	+	+	+	+	+	78902,00
Всього, грн.	3885430,2	2835262,0	1273570,2	1210662,0	1235332,7	3885430,20
Строк окупності, рік	12,05	14,14	5,66	6,51	5,57	

4.3 Оцінка фінансової ефективності

Оцінка й порівняння різних проєктів енергозбереження і прийняття рішення щодо фінансування енергозберігаючих заходів приймається на підставі розрахунку чистого дисконтованого доходу і індексу прибутковості. Показники рентабельності запропонованих проєктів наведені у табл. 4.11.

Таблиця 4.11 Рентабельність запропонованих проєктів

№ проєкту	Інвестиції, грн.	Економія, $E_{\text{рік}}$, грн./рік	Строк окупності, Т, років	Диск. строк окупності, Т _д , років	Індекс прибутковості П
1.	3885430,20	322319,17	12,05	24,3	1,01
2.	2835262,00	200554,59	14,14	26,27	1,01
3.	1273570,20	224874,42	5,66	7,16	1,01
4.	1210662,00	185830,34	6,51	9,36	1,02
5.	1235332,70	221731,04	5,57	7,32	1,03

Проєкти №3 і №5 відповідають умові простого строку окупності капітальних вкладень, що застосовується для попередньої оцінки енергозберігаючого заходу на стадії його розробки і повинен не перевищувати 5 років.

Дисконтований строк окупності не повинен перевищувати 10 років. Цій умові відповідають тільки Проєкти №3, №4 і №5.

Індекс прибутковості тісно пов'язаний із чистим дисконтованим прибутком. Захід вважається економічно ефективним, якщо $P_i > 1$.

При необхідності вибору енергозберігаючого заходу з декількох більше ефективним є захід з більше високим індексом прибутковості. Найвищий індекс прибутковості у Проєкта №5 (табл. 4.12), тому для впровадження пропонується Проєкт енергозбереження № 5.

Таблиця 4.12 Проєкт енергозбереження будівлі закладу освіти №5

№ п/п	Енергозберігаючі заходи	Потрібні інвестиції, грн.	Економія коштів, грн./рік
1.	Теплоізоляція зовнішніх стін	1011930,70	118621,19
2.	Модернізація системи опалення	144500,00	44867,60
3.	Модернізація системи освітлення	78902,00	58242,24
	Σ=	1235332,70	221731,03

4.4 Екологічні вигоди

Велика кількість будівель, збудованих за старими стандартами, і значне перевищення споживання теплової енергії для їх опалення обумовлює наявність в Україні значного потенціалу енергозбереження та скорочення викидів парникових газів, який можна реалізувати шляхом санації будівель за рахунок скорочення використання теплової енергії і відповідно зменшення об'єму необхідного палива. Енергоефективні заходи на стороні споживача здійснюють прямий вплив на викиди через всю енергосистему. Викиди від системи виробництва енергії викликані спалюванням викопних видів палива. CO₂ вуглекислий газ - не отруйний газ. Нешкідливий для життя і навколишнього середовища при нормальній концентрації в атмосфері, але рахується одним із основних газів, що впливають на зміну клімату. NO_x - оксиди азоту утворюються в процесі горіння при високій температурі шляхом окислювання частини азоту, що знаходиться в атмосферному повітрі. Під загальною формулою NO_x звичай мають на увазі суму NO і NO₂. Оксид азоту N₂O – «звеселяючий газ, закис азоту». На N₂O припадає 1% усіх парникових газів, проте він спричиняє парниковий ефект в 300 разів сильніший за CO₂. Розрахована економія отриманої енергії, первинної енергії та пов'язане з цим зменшення CO₂ емісії наведені нижче:

Таблиця 4.13 Економія отриманої енергії

Паливо	НТ ₃	CO ₂	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	SO ₂	Частки
	кВтг/кг	г/кВтг	г/кг	г/кг	г/кг	г/кг	г/кг	г/кг	г/кг
Природний газ (на нм ³)	9,31	202	1880	0,17	0,003	1,68	1,68	незн.	0,12

Враховане зниження рівня викидів CO₂ тільки від централізованого опалення (тепломережа живиться від газової котельні). Викиди CO₂ від зміни споживання електроенергії не враховуємо через невизначеність первинного джерела живлення на електростанції. Тому скорочення викидів CO₂ становить 49,36 т/рік.

4.5 Висновки по розділу 4

1. Визначено основні економічні показники енергозберігаючих заходів по заміні старих вікон, дверей, теплоізоляції стін, крівлі і цоколю будівлі, модернізації системи опалення і освітлення.

2. Запропоновано 5 варіантів проєктів енергозбереження з розробкою структури фінансування. Визначена оцінка фінансової ефективності розроблених проєктів. Надалі обрано найбільш економічно ефективний Проєкт №4 щодо підвищення ефективності енергоспоживання будівлею закладу освіти.

5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ

5.1 Організація технічного обслуговування інженерного обладнання мереж та систем будівлі

Система (організація) технічного обслуговування та ремонту житлового фонду (планування; утримання, регламентована послідовність та періодичність) повинна попереджати передчасне зношення житлового фонду та забезпечувати задані експлуатаційні показники протягом усього нормативного терміну їхньої служби.

Технічний стан будівель та споруд контролюють за допомогою сучасних засобів технічної діагностики під час систематичних оглядів та обстежень, які проводять відповідно до Положення з технічного обстеження будівель.

Встановлено загальні, часткові та позачергові види оглядів, а також планувальні обстеження перед постановкою будівлі на капітальний ремонт або реконструкцію та суцільне технічне обстеження стану житлового фонду.

Теплопостачання. Системи теплопостачання (котельні, теплові мережі, системи опалення та гарячого водопостачання) житлових будинків повинні знаходитися у справному стані, а їх експлуатація повинна відповідати затвердженим нормативним документам з теплопостачання та вентиляції.

Персонал, який обслуговує систему теплопостачання, обов'язково проходить атестацію. Знання інженерно-технічних та керівних працівників з техніки безпеки перевіряють один раз на три роки; в інших працівників - не рідше одного разу на рік.

Інженерно-технічні працівники та робітники, які обслуговують житлові будівлі, повинні знати правила експлуатації систем теплопостачання, вентиляції та обладнання як за кресленнями, так і в натурі.

Надійність систем теплопостачання забезпечується справним утриманням та своєчасним проведенням планово-попереджувального ремонту.

На генератори тепла (котельні) розробляють режимні карти роботи котлів, які мають бути забезпечені високоякісним паливом.

У тепломережі повинна подаватися необхідна кількість теплоносія для опалення, вентиляції та гарячого водопостачання житлових будівель відповідно до графіка регулювання температури та витрати води.

У систему теплопостачання, крім котелень, входять:

- зовнішні теплопроводи (внутрішньоквартальні теплові мережі) з розрахунковим витратою теплоносія та необхідними параметрами (температурою та тиском води в трубопроводах) при мінімальних тепловтратах;

- групові (центральні та місцеві (індивідуальні) теплові пункти із системами регулювання подачі теплоносія;

- системи опалення з подачею теплоносія необхідних параметрів у всі нагрівальні прилади будівлі за графіком регулювання температури води в системі опалення;

- системи гарячого водопостачання, що подають у всі водорозбірні точки гарячу воду необхідної якості та кількості;

- системи вентиляції, що забезпечують у приміщеннях нагрівання повітря, що інфільтрується через вікна та двері, та припливного повітря в системах з механічною вентиляцією та повітряним опаленням за мінімальних витрат тепла;

- теплова ізоляція трубопроводів гарячої води, розташованих у підземних каналах, підвалах, горищах, а також у санітарно-технічних кабінах.

Експлуатація теплоелектроцентралей, квартальних котелень, теплових мереж та теплових пунктів повинна проводитися, як правило, спеціалізованими теплопостачальними організаціями.

Виявлені аварії у внутрішньоквартальних теплових мережах (до колодязя або до теплової камери) повинні негайно усунутись (з вжиттям заходів безпеки), щоб не допускати подальшого розвитку.

Плановий ремонт і профілактика повинні проводитися в літню пору, про що мешканці повинні бути повідомлені заздалегідь, за два дні до початку

ремонту. Ремонт теплових мереж та систем опалення гарячого водопостачання слід поєднувати. Терміни ремонту не повинні перевищувати двох тижнів (14 днів).

В окремих випадках (за погодженням з виконкомом місцевих Рад) допускається відключення систем гарячого водопостачання терміном до 25 календарних днів.

У разі непередбаченого порушення теплопостачання житлових будівель житлово-експлуатаційна організація зобов'язана повідомити про це за підпорядкованістю до вищої організації, скласти відповідний акт за участю представників громадськості.

Центральне опалення. Система центрального опалення житлових будинків має:

- підтримувати нормальну (не нижче за розрахункову) температуру повітря в опалювальних приміщеннях;
- підтримувати необхідну температуру води, що надходить і повертається із системи опалення відповідно до графіка регулювання температури води;
- підтримувати необхідний тиск (не вище допустимого для опалювальних приладів) у трубопроводі системи, що подає і зворотному;
- зберігати герметичність системи;
- негайно усувати всі видимі витіки води;
- ремонтувати або замінювати несправні крани на нагрівальних приладах;
- знімати зайво встановлені прилади або встановлювати відсутні в приміщеннях, що відстають за температурним режимом.

Граничний робочий тиск у системах опалення з чавунними опалювальними приладами слід підтримувати 0,6 МПа, з рештою - 1 МПа.

За справним станом системи опалення повинні стежити слюсарі-сантехніки та усувати несправності та причини, що викликають перевитрату теплової енергії.

Мешканці або наймачі житлових приміщень повинні дотримуватись правил збереження тепла (ущільнювати притвори вікон, балконних та входних дверей, регулювати температуру повітря в приміщеннях кранами, встановленими на підводках до опалювальних приладів та ін.). Контроль за дотриманням цих правил повинні забезпечувати інженерно-технічні працівники,

Не можна збільшувати поверхню чи кількість опалювальних приладів без спеціального дозволу житлово-експлуатаційної організації. Самовільне переобладнання елементів систем опалення усувається за рахунок наймачів житлових приміщень.

У приміщенні для експлуатаційного персоналу мають бути:

а) журнал реєстрації роботи систем опалення та гарячого водопостачання будівель;

б) графік чергувань обслуговуючого персоналу,

в) зашкленений стенд зі схемами основних вузлів та стояків, із зазначенням номерів квартир, в яких проходять ці стояки, запірно-регулювальної арматури, повітрозбірників систем опалення та гарячого водопостачання;

г) інструкція з пуску, регулювання та спорожнення системи опалення та гарячого водопостачання, затверджена головним інженером житлово-експлуатаційної організації. В інструкції має бути зазначена періодичність огляду та ревізії всього обладнання та трубопроводів;

д) графік температури подавальної та зворотної води в тепломережі та системі опалення, залежно від температури зовнішнього повітря, із зазначенням робочого тиску, статичного та найбільшого допустимого тиску в системі;

е) номери телефонів адміністрації житлово-експлуатаційної організації, теплопостачальної організації (ТЕЦ, районної котельні тощо), аварійних служб, швидкої медичної допомоги, пожежної охорони;

ж) інструмент, переносні світильники з автономним живленням, матеріал для дрібного профілактичного ремонту, спеціальний рушник, мило та аптечка;

з) стенд для ключів від підвалів та горищ будівель;

- негайно усувати всі видимі витіки води;

- ремонтувати або замінювати несправні крани на нагрівальних приладах;

- знімати зайво встановлені прилади або встановлювати відсутні в приміщеннях, що відстають за температурним режимом.

і) журнал реєстрації видачі ключів обслуговуючому персоналу, у якому вказується прізвище, ім'я, по батькові, що отримує ключі, час видачі та повернення ключів.

Експлуатаційний персонал протягом перших днів опалювального сезону повинен перевірити правильність розподілу теплоносія по системах опалення, у тому числі по окремих стояках. Розподіл теплоносія повинен проводитися за температурами води, що повертається (зворотної) у відповідності з даними проектної або налагоджувальної організації.

План-графік поточного та капітального ремонтів повинен включати гідравлічні випробування, промивання, пробний пуск та налагоджувальні роботи із зазначенням термінів їх виконання.

Нагрівальні прилади, трубопроводи, запірно-регулююча арматура, повітровипускні пристрої та інше обладнання під час ремонту повинні бути замінені відповідно до проекту або рекомендацій налагоджувальної організації.

Усі виявлені несправності систем опалення слід реєструвати в журналі реєстрації. Там же вказують проведені роботи з усунення несправностей, дату та прізвища персоналу, який проводив ремонт. Виявлені дефекти повинні враховуватися під час підготовки системи опалення до наступного сезону.

Пробний пуск системи опалення слід проводити після її опресовування та промивання при температурі теплоносія до 80-85 ° С, із системи видаляється повітря і перевіряється прогрів усіх опалювальних приладів.

Теплові випробування водопідігрівачів слід проводити не рідше одного разу на п'ять років. Персонал житлово-експлуатаційної організації повинен систематично контролювати роботу систем опалення.

Для цього щомісяця оглядати трубопроводи, що розводять, щотижня - насоси, магістральну запірну і контрольно-вимірювальну апаратуру, пристрої автоматики; систематично видаляти повітря із системи опалення; промивати грязьовики; повсякденно контролювати температуру та тиск теплоносія.

Трубопроводи та опалювальні прилади мають бути закріплені, а їх ухили встановлені за рівнем. Опалювальні прилади та трубопроводи в квартирах та сходових клітинах фарбують масляною фарбою за два рази. Трубопроводи та арматура систем опалення в неопалюваних приміщеннях повинні мати теплову ізоляцію, справність якої необхідно перевіряти не рідше двох разів на рік.

Подачу теплоти в систему опалення слід проводити автоматичними регуляторами, встановленими згідно з проектом або за рекомендаціями налагоджувальної організації. Автоматичні регулятори необхідно періодично налаштовувати, чистити тощо. згідно з інструкцією заводу-виробника або вимогами проекту. При реконструкції системи опалення, як правило, слід передбачати її автоматичне фасадне регулювання.

Графік огляду технічного стану теплового пункту, обладнаного засобами автоматичного регулювання, затверджує головний інженер житлово-експлуатаційної організації. За відсутності диспетчерського контролю огляд ведуть не рідше одного разу на добу. При кожному огляді слід перевіряти роботу автоматичних регуляторів заданих параметрів теплоносія.

Гаряче водопостачання. Витрати води на гаряче водопостачання житлових будівель повинні забезпечуватися відповідно до встановлених норм.

Якість води, що подається ст. системи гарячого водопостачання житлового будинку має відповідати вимогам ДБН В.2.5-64:2012.

Температура води, що подається до водорозбірних точок (кранів, змішувачів), повинна бути не менше 60 °С у відкритих системах гарячого водопостачання і не менше 50 °С - у закритих. Температура гарячої води повинна

підтримуватись за допомогою автоматичного регулятора, установка якого в системі гарячого водопостачання є обов'язковою. Температура води на виході з водопідігрівача системи гарячого водопостачання повинна вибиратися з умови забезпечення нормальної температури у водорозбірних точках, але не більше 75 °С.

Інженерно-технічні працівники та робітники, які обслуговують систему гарячого водопостачання, зобов'язані:

- вивчити систему в натурі та за кресленнями;
- забезпечити справну роботу системи, усуваючи виявлені несправності.

Інженерно-технічні працівники повинні інструктувати мешканців будинків, що обслуговуються, про необхідність своєчасно повідомляти про витіки і шуми у водопровідній арматурі, економні витрати гарячої води та контролювати виконання цих інструкцій.

Водопідігрівачі системи гарячого водопостачання слід перевіряти на щільність під тиском водопроводу або тепломережі, а також піддавати гідравлічним випробуванням не рідше одного разу на рік.

Після закінчення ремонту системи гарячого водопостачання слід випробовувати на тиск, що дорівнює 1,25 робочого, але не вище 1 МПа і не нижче 0,75 МПа.

Ремонт систем гарячого водопостачання повинен виконуватися у відповідності з проектом та вимогами інструкцій та правил: труби повинні бути, як правило, оцинкованими, магістралі та підводки прокладені з ухилом не менше 0,002 з підвищенням у бік точок водорозбору, без утворення прогинів. Конструкція підвісок, кріплень та рухомих опор для трубопроводів повинна допускати вільне переміщення труб під впливом зміни температури. Компенсатори на трубопроводах мають бути встановлені в горизонтальному положенні.

Після ремонту систему випробовують за участю особи, відповідальної за безпечну експлуатацію, та складають відповідний акт. Тиск у системі слід

підтримувати на 0,05 – 0,07 МПа вище статичного. Водонагрівачі та трубопроводи повинні бути постійно наповненими водою. Основні засувки та вентилі, призначені для відключення та регулювання системи гарячого водопостачання, необхідно відкривати та закривати двічі на місяць.

Системи гарячого водопостачання оглядають згідно з графіком, затвердженим головним інженером житлово-експлуатаційної організації, результати огляду заносять до журналу.

Автоматичні регулятори температури та тиску систем гарячого водопостачання слід перевіряти не рідше одного разу на місяць. При частому попаданні в регулятори сторонніх предметів на трубопроводах необхідно встановити фільтри.

Для усунення перебоїв у гарячому водопостачанні верхніх поверхів багатоповерхового житлового будинку необхідно залучати фахівців проектної, налагоджувальної чи інших організацій.

Для посилення теплоізоляції стояків систем гарячого водопостачання слід використовувати ефективний теплоізоляційний матеріал.

Пристрої водопідготовки для систем гарячого водопостачання повинні бути справними та експлуатуватися за розробленими проектною організацією рекомендаціями або інструкціями заводу-виробника.

Вентиляція. Розрахункові температури, кратності та норми повітрообміну у різних приміщеннях житлових будинків повинні відповідати нормам.

Природна витяжна вентиляція повинна видаляти необхідний об'єм повітря з усіх передбачених проектом приміщень при температурах повітряного повітря 5 °С і нижче.

При експлуатації механічної вентиляції та повітряного опалення не допускаються розбіжності обсягу припливу та витяжки з проектним більш ніж на 10%, зниження або збільшення температури припливного повітря більш ніж на 2°С.

Персонал, який обслуговує системи вентиляції житлових будинків, зобов'язаний своєчасно проводити; планові огляди та усувати всі виявлені

несправності системи; замінювати зламані витяжні ґрати та зміцнювати їх; усувати нещільності у вентиляційних каналах та шахтах; засмічення у каналах; несправності шаберів та дроселів клапанів у витяжних шахтах, парасольок над шахтами та дефлекторів. Перелік несправностей системи вентиляції, що підлягають усуненню під час ремонту житлового будинку, складають за даними весняного огляду будівлі.

Необхідно стежити за справним станом на горищах дощатих мостиків або настилів для переходу через вентиляційні короби та повітропроводи.

Теплі горища, що використовуються як камера статичного розрядження вентиляційних систем, повинні бути герметичні. Вентиляційним отвором такого горищного приміщення є збірна витяжна шахта.

Теплі горища повинні мати:

- герметичні огорожувальні конструкції (стіни, перекриття, покриття) без тріщин у конструкціях та несправностей стикових з'єднань; входні двері з пристроями контролю або автоматичного відкривання та закривання з диспетчерського пункту;
- міжсекційні двері із запорами або з фальцевими засувками;
- запобіжні ґрати з осередками 30х30 мм на оголовках вентиляційних шахт, розташованих у горищному приміщенні та знизу загальної збірної витяжної шахти, а під збірною витяжною шахтою - піддон.

Температура повітря в горищному приміщенні повинна бути не нижче 10°C. Пилоприбирання та дезінфекцію горищних приміщень проводять не рідше одного разу на три роки. Не допускається розміщувати всередині горищного приміщення консолі та механізми для підвіски ремонтних кошиків.

Вентиляційні системи в житлових будинках повинні регулюватися в залежності від різких понижень або підвищення поточної температури зовнішнього повітря і сильних вітрів. Інженерно-технічні працівники житлово-експлуатаційних організацій зобов'язані інструктувати мешканців правил регулювання вентиляційних систем.

Не допускається заклеювати витяжні вентиляційні решітки або закривати їх предметами домашнього вжитку, а також використовувати їх як кріплення мотузок для просушування білизни.

У кухнях і санітарних вузлах верхніх поверхів житлового будинку допускається замість витяжної решітки установка побутових електровентиляторів типу ВО-45 та ін.

Не рекомендується під час сильних морозів, щоб уникнути перекидання тяги в приміщеннях верхніх поверхів, особливо в житлових будинках підвищеної поверховості, прикривати загальний шибер або дросель-клапан у витяжній шахті вентиляційної системи.

Повітропроводи, канали і шахти в приміщеннях, що не опалюються, на стінах яких під час сильних морозів з'являється волога, повинні бути додатково утеплені ефективним біостійким вогнетривким утеплювачем.

Оголовки центральних витяжних шахт природної вентиляції можна експлуатувати без парасольок та дефлекторів.

Автоматичні дроселі-клапани витяжних вентиляційних систем багатоповерхових житлових будівель слід експлуатувати відповідно до інструкції заводу-виробника.

Слід раз на три роки фарбувати антикорозійною фарбою витяжні шахти, труби, піддони та дефлектори.

Несправності вентиляційної системи, які можуть призвести до отруєння людей, пожеж та інших тяжких наслідків, повинні усуватися негайно, інші несправності – у міру їхнього виявлення.

Внутрішній водопровід та каналізація. Для нормальної роботи системи водопроводу та каналізації житлово-експлуатаційні організації повинні:

а) проводити профілактичні роботи (огляди, налагодження систем), планово запобіжні ремонти, усувати великі дефекти будівельно-монтажних робіт з монтажу систем водопроводу та каналізації (установка ущільнювальних гільз при перетині трубопроводами перекриттів та ін.) у строки, встановлені планами робіт житлово-експлуатаційних організацій;

б) усувати наднормативні шуми та вібрації у приміщеннях від роботи систем водопроводу (гідравлічні удари, велика швидкість течії води в трубах та при витіканні з водорозбірної арматури тощо), регулювати тиск у водопроводі до нормативного;

в) усувати витоки, протікання, закупорки, засмічення, дефекти при осадових деформаціях частин будівлі або при неякісному монтажі санітарно-технічних систем та їх запірно-регулюючої арматури, зривах гідравлічних затворів, гідравлічних ударах (при проникненні повітря в трубопроводи) труб, дефектах у гідравлічних затворах санітарних приладів та негерметичності стиків з'єднань у системах каналізації, обмерзання оголовків каналізаційних витяжок тощо;

г) запобігати утворенню конденсату на поверхні трубопроводів водопроводу та каналізації;

д) обслуговувати насосні установки систем водопостачання та місцевих очисних установок систем каналізації.

е) слюсарі-сантехніки систем водопроводу та каналізації повинні знати та вивчати в натурі та з технічної (проектної) документації:

- поверхові плани із зазначенням типів марок встановленого обладнання, приладів та арматури;

- аксонометричні схеми водопровідної мережі із зазначенням діаметрів труб та відомості - специфікації на встановлене обладнання, водозапірну та водорозбірну арматуру за відсутності проектної документації схеми складаються знову;

ж) контролювати дотримання наймачами та орендарями правил користування системами водопроводу та каналізації;

з) вести щоденний контроль за своєчасним виконанням заявок наймачів на усунення несправностей водопроводу та каналізації.

Експлуатація систем каналізації та водостоків, виконаних з поліетиленових (ПВП), полівінілхлоридних (ПХВ) та поліетиленових низької щільності (ПНП)

труб, повинна здійснюватися відповідно до вимог Інструкції з проектування та монтажу мереж водопостачання та каналізації із пластмасових труб.

Необхідний напір у системі водопроводу слід забезпечувати:

- при недостатній величині напору на введенні водопроводу для даної будівлі - за допомогою включення підвищуючих насосів або автоматичних насосних установок з гідравлічними баками та регулятором тиску на напірній лінії

- при рівній або перевищує величину напору на введенні водопроводу, при різких його коливаннях - установкою регулятора тиску, який підтримує постійний розрахунковий напір па введенні і відключає регульовану систему від зовнішньої мережі за відсутності витрати води;

- рівномірний розподіл води по будівлі - шляхом встановлення поквартирних регуляторів витрати або тиску води на розгалуженнях від стояків після вентилів, а також установкою різних дросельних пристроїв водорозбірної арматури (діафрагм, шайб, що дроселюють та ін.).

Не допускається за наявності газових водонагрівачів встановлення діафрагм у квартирах.

У будинках підвищеної поверховості зниження наявного напору в години найбільшого водоспоживання має бути усунене шляхом установки баків або пристрою в окремому ЦТП насосної установки для однієї або декількох будівель.

Контроль витрати води в мережах водопостачання слід здійснювати за допомогою водолічильників, встановлених на водопровідному введенні житлового будинку.

Працівники житлово-експлуатаційних організацій повинні роз'яснити та вимагати від наймачів дотримання правил користування водопроводом та каналізацією:

- а) утримувати в чистоті унітази, раковини та умивальники;
- б) не допускати у квартирі поломок санітарних приладів та арматури;
- в) не виливати в унітази, в раковини та умивальники легкозаймисті рідини та кислоти;

г) не кидати в унітази пісок, будівельне сміття, ганчірки, кістки, скло, металеві та дерев'яні предмети;

д) не допускати невиробничої витрати водопровідної води, постійної протоки при водокористуванні, витоків через водорозбірну арматуру та перегріву води в системах гарячого водопостачання.

5.2 Висновки по розділу 5

Представлений аналіз потенційно небезпечних та шкідливих факторів у , розроблені заходи щодо їх усунення і зменшення дії небезпечних та шкідливих факторів на обслуговуючий персонал.

ВИСНОВКИ

Витрати на енергію в будівлях можна найчастіше істотно знизити за рахунок реалізації різних заходів з підвищення енергоефективності.

В роботі проведено дослідження з метою підвищення ефективності енергоспоживання в будівлі закладу освіти шляхом проведення енергоаудиту будівлі та впровадження енергозберігаючих технологій.

Проаналізовано інформацію щодо поточного стану будівлі та фактичних витрат енергоносіїв при експлуатації будівлі за останні 3 роки.

Визначені значення приведенного опору основних елементів огорожувальних конструкцій. Показано, що майже для всіх існуючих типів огорожувальних конструкцій необхідно вжити енергозберігаючі заходи.

Запропоновано варіанти проєктів енергозбереження з розробкою структури фінансування. Надалі обрано найбільш економічно ефективний Проєкт №5 щодо підвищення ефективності енергоспоживання будівлею.

ЛІТЕРАТУРА

1. Савйовський В.В. Термомодернізація будівель: навч. посіб. Київ: Видавництво Ліра-К, 2021. – 278 с.
2. Теплова ізоляція будівель. ДБН В.2.6-31:2016.
3. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. ДБН В.2.6-31:2021.
4. Опалення, вентиляція та кондиціонування. ДБН В.2.5-67:2013.
5. Основні вимоги до будівель і споруд економія енергії. ДБН В.1.2-11:2008.
6. Настанова з розрахункової оцінки тепловологісного стану огорожувальних конструкцій. ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013.
7. Настанова з розрахункової оцінки повітропроникності огорожувальних конструкцій. ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2013.
8. Методи визначення теплостійкості огорожувальних конструкцій. ДСТУ Б В.2.6-100:2010.
9. Методи визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій. ДСТУ Б В.2.6-101:2010.
10. Енергоефективність будівель. Вплив автоматизації, моніторингу та управління будівлями/ ДСТУ Б EN 15232:2011 (EN 15232:2007, IDT).
11. Вентиляція будівель. Розрахункові методи визначення витрат повітря на вентиляцію будівель з урахуванням інфільтрації. ДСТУ Б EN 15242:2015 (EN 15242:2007, IDT).
12. Що таке термомодернізація та який економічний ефект вона має? – Термомодернізація житлового будинку. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://aea.org.ua/wp-content/uploads/sample-rep/ESCO-UA-sample-report\(school\).pdf](https://aea.org.ua/wp-content/uploads/sample-rep/ESCO-UA-sample-report(school).pdf).
13. Цибулько, А. Новий освітній простір. Енергоефективність. Інформаційний посібник. 2019, 42 с.
14. Енергетична стратегія України до 2030 року. URL : <http://zakon.nau.ua/doc>. (дата звернення 14.11.2021)

15. Щедролосєв О.В., Додонова Г.В., Мозговий А.М. Методичні вказівки для самостійної та індивідуальної роботи з дисципліни "Охорона праці в галузі" - Миколаїв : НУК, 2013.