

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ

(інститут)

ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИЙ

(факультет)

Кафедра ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ

(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

кваліфікаційної роботи ступеню магістра

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента Жаркова Олександра Сергійовича

(ПІБ)

Академічної групи 141М-22-5

(шифр)

спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка

та електромеханіка

(офіційна назва)

на тему «Розробка заходів з енергетичної модернізації адміністративної будівлі»

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинго вою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Кошеленко Є.В.			
розділів:				
Вступна частина	Кошеленко Є.В.			
Основна частина:	Кошеленко Є.В.			
Економічний	Тимошенко Л.В.			
Рецензент				
Нормоконтролер	Олішевський Г.С.			

Дніпро
2023

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
електроенергетики

(повна назва)

(підпис) Папаїка Ю.А.
(прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 20 ____ року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеню магістра
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту Жаркову О.С. академічної групи 141М-22-5
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(офіційна назва)

на тему «Розробка заходів з енергетичної модернізації адміністративної будівлі»,
затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 13.11.2023 № 1372-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Вступна частина	Проаналізувати діючу нормативну документацію в частині підвищення енергетичної ефективності будівель, опрацювати стандартні інженерно-технічні рішення. Проаналізувати поточний стан будівлі, визначити очікуваний перелік заходів.	20.12.2023 р.
Основна частина	Змоделювати режими енергоспоживання до та після модернізації будівлі, оцінити ефективність запропонованих заходів.	05.01.2024 р.
Економічна частина	Визначити показники економічної ефективності розроблених заходів: капітальні та експлуатаційні витрати, термін окупності.	15.01.2024 р.

Завдання видано _____
(підпис керівника)

Кошеленко С.В.
(прізвище, ініціали)

Дата видачі _____

Дата подання до екзаменаційної комісії _____

Прийнято до виконання _____
(підпис студента)

Жарков О.С.
(прізвище, ініціали)

Реферат

Пояснювальна записка: ___ стор., ___рис.; ___табл.; ___додатків; ___джерел.

Ключові слова: енергоефективність, термомодернізація, енергоспоживання, термосанація, будівля

Об'єкт дослідження: адміністративна будівля закладу освіти у м.Новомосковськ Дніпропетровської області.

Предмет дослідження: показники енергетичної ефективності будівлі.

Мета роботи: на основі дослідження показників поточного енергоспоживання та оцінки відповідності огорожувальних конструкцій будівлі мінімальним вимогам розробити перелік заходів з термомодернізації будівлі та оцінити їх економічну ефективність.

Підвищення енергетичної ефективності об'єктів житлово-комунального господарства та промисловості є однією з пріоритетних задач, що ставиться Урядом України на найближчі роки. Разом із тим, підвищення ефективності виробничих процесів – це один зі шляхів підвищення конкурентоздатності вітчизняного виробництва на світових ринках. На сьогодні Україна характеризується найвищими показниками енергоємності ВВП серед усіх країн Європи, тому задача підвищення енергоефективності є актуальною.

У роботі виконано аналіз поточного стану огорожувальних конструкцій будівлі, розглянуто стандартні пакетні рішення щодо проведення термосанації. Для найбільш перспективних рішень визначено укрупнені показники економічної ефективності впровадження.

Зміст

	Вступ
1	Вступна частина
1.1	Законодавча база енергетичної ефективності в Україні
1.2	Основні заходи з підвищення енергетичної ефективності будівель
2	Основна частина
2.1	Аналіз поточного стану будівлі
2.2	Оцінка стану огорожуючих конструкцій
2.3	Визначення ефективності заходів з утеплення зовнішньої оболонки будівлі
2.4	Визначення ефективності заходів з модернізації енергетичних мереж будівель
3	Економічна частина
3.1	Вступ
3.2	Розрахунок капітальних витрат
3.2	Розрахунок експлуатаційних витрат
3.4	Розрахунок економії від впровадження заходів із енергозбереження
3.5	Визначення періоду окупності
3.6	Висновок
	Висновки
	Список використаних джерел
	Додаток А

ВСТУП

В Україні упродовж тривалого часу, починаючи з років набуття незалежності, підіймається питання енергетичної незалежності. Актуальність цього питання щоразу загострювалася в роки зростання ціни на енергоносії. Блокування імпорту енергетичних ресурсів ставало одним з важелів політичного тиску на країну.

Євроінтеграційний вектор розвитку України передбачає трансформацію енергетичної галузі. Серед різних векторів такої трансформації можна виділити зростання вимог до показників якості електричної енергії, модернізацію енергетичної транспортної інфраструктури, підвищення її надійності та безперебійності роботи, створення автономних та резервуючих систем енергозабезпечення споживачів, відповідальне ставлення до утилізації відходів промислового виробництва. Окремо слід виділити широке коло задач, пов'язаних із вдосконаленням систем утилізації енергії, зокрема, в будівлях.

Так, відповідно до взятих на себе зобов'язань, Україна має щороку модернізувати 1% будівель, які вже знаходяться в експлуатації та адаптувати норми проектування й будівництва нових будівель до європейських стандартів. Першим кроком на цьому шляху було прийняття у 2017 році Закону України «Про енергетичну ефективність будівель», який визначив загальні підходи до оцінки енергетичної ефективності, коло фахівців з енергоефективності та кваліфікаційні вимоги до них, а також запровадив систему енергетичної сертифікації будівель. Відповідно до цього Закону при зведенні нових будівель або при виконанні реконструкції, модернізації будівель із залученням бюджетних коштів обов'язковим є виконання мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель.

Поступове вдосконалення будівельних технологій та матеріалів, а також підходів до проектування будівель дозволило у 2023 році підвищити вимоги до енергетичної ефективності будівель порівняно з діючими з 2017 року. Таким чином, дотримання нових вимог сприяє руху загальним курсом до зниження енергоспоживання у побутовому секторі та житлово-комунальному

господарстві, досягнення енергетичної незалежності а кліматичної нейтральності країни.

Розв'язання комплексної задачі термомодернізації будівлі вимагає розуміння процесів перетворення, які відбуваються на життєвому циклі енергії: видобуток – транспортування – виробництво – розподіл – споживання – утилізація, вміння оцінити поточну ефективність процесів та запропонувати альтернативні технології використання енергетичних ресурсів, які характеризуються вищою ефективністю.

Так, для багатоповерхових житлових будівель основними характерними показниками енергоспоживання є використання енергії системами опалення, охолодження, гарячого водопостачання, вентиляції, освітлення та побутове використання електричної енергії для задоволення індивідуальних потреб мешканців. Комплексний аналіз всіх показників енергоспоживання дозволяє встановити взаємозв'язок між названими показниками та мінімізувати їх за рахунок використання сучасних технологій рекуперації, когенерації, утилізації низькопотенційного тепла тощо.

Перехід на сучасні технології використання енергетичних ресурсів, як правило, супроводжується зниженням показників споживання первинної енергії та викидів парникових газів, а отже сприяє досягненню загальної мети щодо енергонезалежності та кліматичної нейтральності.

1 ВСТУПНА ЧАСТИНА

1.1 Законодавча база енергетичної ефективності в Україні

Розглянемо два Закони щодо діяльності в галузі енергетичної ефективності та проаналізуємо їх на предмет безпосереднього практичного застосування :

1. Закон України «Про енергетичну ефективність».
 2. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель».
- Закон України «Про енергетичну ефективність».*

Цей Закон визначає правові, економічні та організаційні засади відносин, які виникають у сфері забезпечення енергетичної ефективності під час виробництва, транспортування, передачі, розподілу, постачання та споживання енергії.

Розглянемо деякі пункти цього закону.

Предмет та сфера дії Закону

1. Цей Закон регулює відносини, що виникають у сфері забезпечення енергетичної ефективності, та спрямований на посилення енергетичної безпеки, скорочення енергетичної бідності, сталий економічний розвиток, збереження первинних енергетичних ресурсів та скорочення викидів парникових газів.

2. Сфера забезпечення енергетичної ефективності охоплює енергоефективні заходи, які здійснюються під час виробництва, транспортування, передачі, розподілу, постачання та споживання енергії.

Державна політика у сфері забезпечення енергетичної ефективності

1. Державна політика у сфері забезпечення енергетичної ефективності є невід'ємною частиною політики у сферах енергетики, економіки, сталого розвитку та охорони навколишнього природного середовища.

2. Основними заходами державної політики у сфері забезпечення енергетичної ефективності є:

1) надання переваги енергоефективним заходам, які зменшують попит на енергію, при розробленні нормативно-правових актів, стратегічних документів державної політики та прийнятті рішень щодо фінансування заходів з розвитку об'єднаної енергетичної системи України, об'єктів газової інфраструктури чи

об'єктів у сфері теплопостачання, якщо енергоефективні заходи є більш економічно доцільними;

2) усунення регуляторних бар'єрів здійснення енергоефективних заходів;

3) зміцнення співробітництва між споживачами, виробниками, постачальниками енергії, виконавцями енергосервісу, органами державної влади та органами місцевого самоврядування з метою досягнення цілей та цільових показників у сфері забезпечення енергетичної ефективності;

4) популяризація та використання вискоелефективних технологій, систем енергетичного менеджменту, систем моніторингу споживання енергії;

5) стимулювання споживачів до підвищення енергоефективності, управління попитом та використання відновлюваних джерел енергії;

6) сприяння розвитку ринку енергосервісу;

7) сприяння розвитку ефективного централізованого теплопостачання та вискоелефективної когенерації, сприяння доступу до енергосистеми електроенергії від вискоелефективної когенерації;

8) сприяння проведенню систематичних комплексних досліджень у сфері енергоефективності для розробки наукових основ створення новітніх енергоефективних процесів і технологій.

Якщо більш детально оцінювати та розглядати ці пункти, можна зробити висновок про те, що цей Закон є дуже важливим щодо регламентування, підтримки та оцінки енергоефективних заходів, які готуються до впровадження. Тобто, держава є гарантом та стимулюючим фактором в створенні та подальшому впровадженні та розвитку всіх необхідних енергетичних засобів. Також цей закон дуже чітко акцентує увагу на важливості створення та розвитку нових технологій.

Закон України «Про енергетичну ефективність будівель»

Цей Закон визначає правові, соціально-економічні та організаційні засади діяльності у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель і спрямований на зменшення споживання енергії у будівлях.

Основні засади державної політики у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель

1. Державна політика у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель базується на таких засадах:

- 1) забезпечення належного рівня енергетичної ефективності будівель відповідно до технічних регламентів, національних стандартів, норм і правил;
- 2) стимулювання зменшення споживання енергії у будівлях;
- 3) забезпечення скорочення викидів парникових газів у атмосферу;
- 4) створення умов для залучення інвестицій з метою здійснення заходів із забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності будівель;
- 5) забезпечення термомодернізації будівель, стимулювання використання відновлюваних джерел енергії;
- б) розроблення та реалізація національного плану щодо збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії.

Ці пункти говорять про те, що держава зацікавлена в тому щоб створити всі необхідні умови, та надати всі необхідні ресурси для підвищення рівня енергетичної ефективності, що в свою чергу стимулює розвиток енергетичної сфери.

Наступним важливим пунктом цього закону є визначення енергетичної ефективності будівель. Енергетична ефективність будівель нормується та визначається деякими методиками та актами, затверджується центральним органом виконавчої влади. Також при визначенні енергетичної ефективності будівель береться до уваги деяка інформація про місцеві кліматичні умови, технічні характеристики інженерних систем, геометричні, теплотехнічні та енергетичні характеристики будівлі, а також енергетичний баланс будівлі. Тобто це говорить про комплексний підхід до процесу визначення енергетичної ефективності будівель.

Ще одним важливим пунктом цього Закону є необхідність запровадження системи енергетичної сертифікації будівель. Енергетичний сертифікат будівлі дає в повній мірі (за рахунок проведення дослідження стану будівлі) всю

інформацію про об'єкт дослідження. В енергетичному сертифікаті зазначаються такі аспекти:

1) адреса (місцезнаходження) будівлі та ідентифікатор об'єкта будівництва або закінченого будівництва;

2) клас енергетичної ефективності будівлі;

3) відомості про функціональне призначення та конструкцію будівлі, кількість поверхів, об'єм та загальну площу;

4) мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівлі;

5) фактичні або проектні характеристики огорожувальних конструкцій та інженерних систем будівлі;

6) фактичне питоме енергоспоживання будівлі (крім об'єктів нового будівництва);

7) рекомендації щодо забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності будівлі (крім об'єктів будівництва) в економічно доцільний спосіб, які враховують місцеві кліматичні умови, є технічно та економічно обґрунтованими та в яких зазначаються заходи, які необхідно здійснити для реалізації таких рекомендацій;

8) прізвище та ініціали, серія та номер кваліфікаційного атестата енергоаудитора, який склав енергетичний сертифікат;

9) інформація про рівень викидів парникових газів;

10) інформація про можливість отримання більш детальних відомостей, зазначених у сертифікаті, включаючи інформацію про економічну ефективність викладених у такому сертифікаті рекомендацій щодо забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності будівель та/або їх відокремлених частин;

11) реєстраційний номер та дата реєстрації енергетичного сертифіката в Єдиній державній електронній системі у сфері будівництва;

12) інші відомості, відповідно до форми енергетичного сертифіката, що затверджується центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері будівництва.

Якщо говорити в цілому про Закони України «Про енергетичну ефективність» та «Про енергетичну ефективність будівель», то вони регламентують та встановлюють норми та правила щодо вживання заходів для поліпшення енергетичної ефективності.

1.2 Ключові заходи для підвищення енергоефективності будівель.

Для визначення показників витрат енергії та розробки заходів з підвищення енергоефективності для конкретної будівлі, слід провести детальний аналіз. Нижче наведено загальний план дій, який може бути використаний для цього:

Аудит енергоспоживання:

- Проведення комплексного аудиту енергоспоживання будівлі.
- Визначення обсягів тепловтрат, електроенергії та інших енергетичних показників.

Аналіз інженерних систем:

- Оцінка ефективності роботи опалювальних, вентиляційних, кондиціонувальних та інших інженерних систем.
- Виявлення можливих витоків та неефективностей в роботі систем.

Визначення факторів, які впливають на експлуатаційну надійність:

- Аналіз факторів, які можуть негативно впливати на роботу інженерних систем та загальну надійність будівлі.

Оцінка понаднормового енергоспоживання:

- Визначення конкретних причин та факторів, які призводять до зайвого енергоспоживання.

Розробка переліку заходів для підвищення енергоефективності:

- Врахування результатів аналізу для розробки конкретних заходів, таких як утеплення, заміна обладнання, модернізація систем, використання відновлюваних джерел енергії тощо.

Визначення термінів впровадження і витрат на реалізацію:

- Розрахунок орієнтовних термінів впровадження кожного заходу.
- Оцінка витрат на закупівлю та встановлення обладнання, виконання будівельних робіт та інших необхідних витрат.

Визначення окупності заходів:

- Розрахунок економії енергії та фінансових вигід від кожного запропонованого заходу.
- Оцінка періоду окупності і визначення ефективності інвестицій.

Розробка плану впровадження:

- Визначення послідовності впровадження заходів.
- Розробка плану моніторингу та контролю за реалізацією проекту.

Цей підхід дозволяє систематично вивчити проблеми енергоспоживання будівлі та розробити ефективний план заходів для підвищення енергоефективності з урахуванням конкретних особливостей будівлі.

Зменшення енергоспоживання в будівлі може бути досягнуте за допомогою різноманітних заходів, спрямованих на оптимізацію використання енергії та підвищення енергоефективності. Нижче перераховано деякі основні заходи для зменшення енергоспоживання в будівлі:

Утеплення та ізоляція:

- Встановлення ефективного утеплення стін, дахів та підлоги.
- Застосування теплоізоляційних матеріалів для мінімізації тепловтрат.

Енергоефективні вікна та двері:

- Встановлення вікон і дверей з високою енергоефективністю та високим коефіцієнтом ізоляції.

Оптимізація систем опалення та кондиціонування:

- Встановлення енергоефективних систем опалення та кондиціонування повітря.
- Регулярна технічна обслуговування систем, виправлення витоків тепла та повітря.

Використання енергоефективного освітлення:

- Заміна стандартних ламп на енергоефективні LED-лампи.

- Використання систем автоматизації освітлення та сенсорів руху для оптимізації витрат електроенергії.

Використання відновлюваних джерел енергії:

- Встановлення сонячних панелей для виробництва електроенергії.
- Використання теплових насосів або геотермальних систем.

Енергозберігаючі технології:

- Впровадження енергозберігаючих систем управління будівлею.
- Використання сучасних технологій автоматизації для оптимізації енергоспоживання.

Використання енергоефективних матеріалів:

- Використання будівельних матеріалів з високою теплоізоляцією та іншими енергозберігаючими властивостями.

Системи рециркуляції та вентиляції:

- Встановлення систем рециркуляції повітря для зменшення витрат енергії на обігрів та охолодження повітря.
- Використання енергоефективних систем вентиляції.

Навчання та свідомість користувачів:

- Проведення навчань для користувачів щодо оптимального використання енергії та участі у програмах енергозбереження.

Ці заходи можуть бути взяті за основу для розробки індивідуального плану зменшення енергоспоживання в конкретній будівлі. Ефективність таких заходів буде залежати від особливостей будівлі, її призначення та регіональних умов.

Одним з найголовніших енергоефективних заходів є утеплення стін та фасадів будівлі.

Утеплення мінераловатними плитами стін будівель проводиться ярусами на висоту поверху. Мінераловатні плити клеяться до стіни за допомогою спеціального клейового розчину на цементній основі. Додатково усі плити з мінеральної вати кріпляться до стіни анкерами. Після завершення кріплення мінераловатних плит на їх поверхню наноситься шар клейового розчину, потім армуючі сітка. По армуючій сітці наноситься шар зовнішньої штукатурки та

зовнішній декоративний шар, який також виконує функцію захисту теплоізоляції від проникнення опадів у вигляді дощу та снігу. Структура та порядок нанесення шарів зображені на рис. 1.1.



Рисунок 1.1 - Технологія утеплення стіни мінераловатними матами

Під всією будівлею знаходиться неопалюваний підвал. Підлога першого поверху – лінолеум після бетонної підготовки по плиті перекриття. В підвалі розміщене розведення теплових мереж системи опалення, трубопроводів гарячого та холодного водопостачання, а також системи каналізації. Підлога першого поверху утворена залізобетонними плитами перекриттів завтовшки 220 мм, вкритих шаром керамзитового гравію завтовшки 200 мм, шаром цементно-піщаної стяжки завтовшки 50 мм та шаром лінолеуму полівінілхлоридного багат шарового та одношарового без підоснови завтовшки 6 мм.

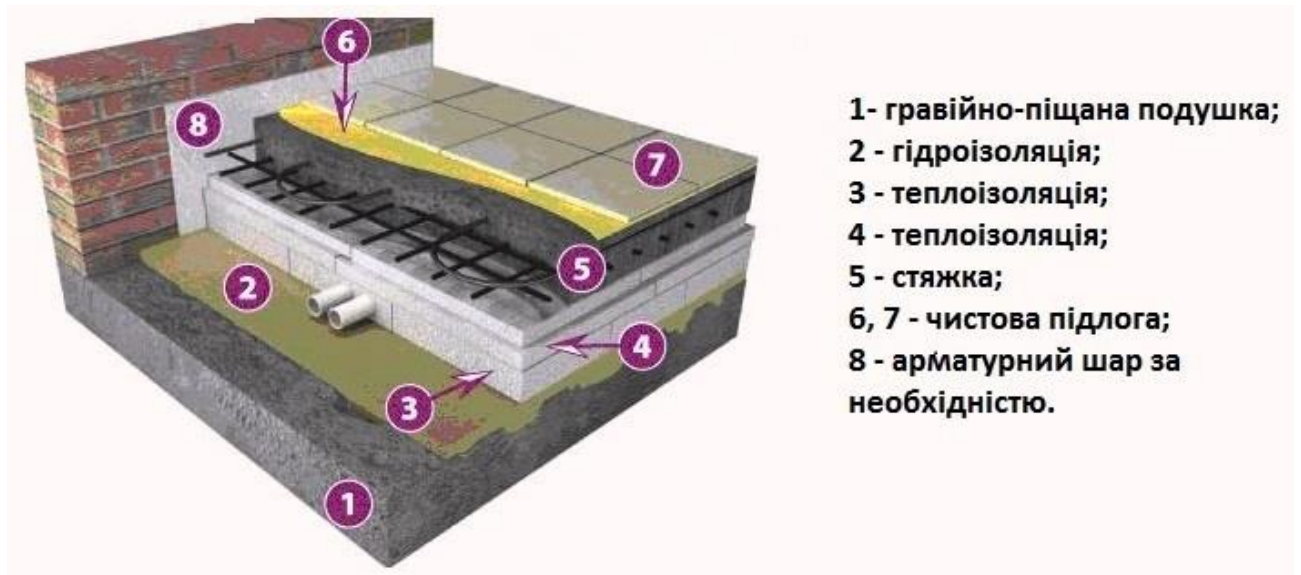


Рисунок 1.2 - Технологія облаштування підлоги по ґрунту

Перед заливкою стяжки підлоги необхідно ретельно продумати, яким способом буде виконана його гідроізоляція. Ця важлива умова потрібна для захисту підлоги і плит перекриття від постійного проникнення вологи з підвалу, та нижніх неопалювальних приміщень, або для захисту від раптового протікання води. Гідроізоляція підлоги перед стяжкою вкрай необхідна при будівництві. Якості таких робіт слід приділити ретельну увагу, так як хімічно активні ґрунтові випаровування негативно впливають на структуру бетону, поступово руйнують його і зменшують строк практичної експлуатації. Гравійно-піщана подушка, в основному застосовується в індивідуальному будівництві, при відсутності підвалу під першим поверхом будинку. Під бетонну стяжку підлоги насипають шар гравію або щебеню, ретельно трамбують і засипають піском. Така гідроізоляція, завдяки своїй структурі, захищає від капілярного проходження ґрунтових вод до бетонного покриття, але пропускає водяні пари. Саме тому захисні властивості гравійно-піщаної подушки підсилюють додатковою плівковою гідроізоляцією.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1. Аналіз поточного стану будівлі

Опис технічного стану огорожувальних конструкцій може бути структурованим для кожного елемента будівлі і включати докладні технічні деталі та стан кожного компонента. Нижче подано загальний шаблон для аналізу технічного стану огорожувальних конструкцій та інженерних систем будівлі:

Огороджувальні конструкції:

1. Стіни:

- Матеріали та товщина стін.
- Виявлення тріщин, протікань та інших дефектів.
- Стан теплоізоляції та утеплення.

2. Дах:

- Тип та стан покриття.
- Перевірка наявності та стан водостічних систем.
- Виявлення протікань та дефектів.

3. Підвал:

- Стан стін та стель підвалу.
- Виявлення ознак вологості та плісняви.
- Ізоляція та вентиляція підвальних приміщень.

4. Вікна та двері:

- Матеріали та стан рам та склопакетів.
- Герметичність та ущільнення.
- Можливість оптимізації за допомогою енергоефективних вікон/дверей.

Інженерні системи:

1. Системи опалення:

- Тип системи та використовувані матеріали.
- Ефективність та робота опалювального обладнання.
- Можливість встановлення програмованих терморегуляторів.

2. Системи кондиціонування:

- Тип та ефективність систем кондиціонування.
- Перевірка та очищення фільтрів.
- Можливість використання енергоефективних кондиціонерів.

3. Освітлення:

- Тип ламп та світильників.
- Використання сенсорів або систем автоматизації освітлення.
- Можливість заміни на LED-лампи.

4. Вентиляція:

- Робота та ефективність систем вентиляції.
- Оцінка притоку свіжого повітря та видалення витрат повітря.
- Оптимізація систем для забезпечення ефективної вентиляції.

5. Гаряче водопостачання:

- Робота та ефективність бойлерів або систем гарячого водопостачання.
- Виявлення потенційних витоків.
- Встановлення енергоефективних систем обігріву води.

Загальний висновок та рекомендації:

На основі проведеного аналізу, робляться висновки щодо технічного стану будівлі та систем, і розробляються рекомендації для енергетичної модернізації, включаючи приблизні терміни та витрати на реалізацію.

Приведемо загальні характеристики досліджуваної будівлі (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Загальний вид досліджуваної будівлі

Досліджувана будівля простої прямокутної форми в плані, має два поверхи. У будівлі є неопалюваний підвал. Конструктивна схема – стінова з поздовжніми та поперечними несучими стінами. Орієнтація будівлі за основними сторонами світу. Кондиціонована (опалювана) площа будинку $A_f = 1\,346,4 \text{ м}^2$. Кондиціонований (опалюваний) об'єм будинку $V = 5\,202,0 \text{ м}^3$. Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій – $A_{\Sigma} = 1701,5 \text{ м}^2$. Згідно ДСТУ Б А.2.2-12:2015 зонування будівлі при визначенні показників енергоспоживання не проводиться, розрахунок енергоспоживання виконується однозонний.

Зовнішні стіни - Зовнішні стіни – з білої силікатної цегли 510 мм, теплоізоляційний шар влаштовано під вікнами з пінополістиролу завтовшки 50 мм, внутрішня вапняно-піщана штукатурка завтовшки 20 мм. Ззовні стіни оздоблені фасадною штукатуркою. Внутрішні несучі стіни цегляні завтовшки 510-380 мм. Внутрішні перегородки цегляні завтовшки 120-250 мм. Площа стін, що межують з зовнішнім повітрям становить $1701,5 \text{ м}^2$.

Приведений опір теплопередачі зовнішніх по однорідному полю становить $4,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, з урахуванням теплопровідних включень – точкових кріплень мінераловатних плит та лінійних зон примикань віконних та дверних блоків становить $3,77 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, що не відповідає мінімальним вимогам до термічного

опору зовнішніх стін будівель, розміщених у I температурній зоні. Згідно п. 5.2.2 ДБН В.2.6-31:2021 допускається застосовувати конструктивні елементи із зниженим значенням опору теплопередачі до рівня 75% $R_{q \min}$ ($0,75 \times 4,0 = 3,0 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$). Таким чином, опір теплопередачі зовнішніх стін може вважатися задовільним.

Світлопрозорі конструкції виконані з металопластикових профілів із двокамерними склопакетами та подвійним заскленням у дерев'яному плетінні. В існуючої будівлі 50% балконів та лоджій – засклені. Площа світлопрозорих конструкцій 482,6 м^2 , у тому числі площа світлопрозорих конструкцій, що знаходяться за заскленими балконами 135,0 м^2 . Опір теплопередачі світлопрозорих конструкцій становить 0,52 $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, що не відповідає мінімальним вимогам до термічного опору світлопрозорих конструкцій, розміщених у I температурній зоні.

Коефіцієнт скління фасадів будівлі – 0,22.

Вхідні двері металеві утеплені та неутеплені. Приведений опір теплопередачі зовнішніх дверей становить 0,5 ($\text{м}^2 \cdot \text{К}$)/Вт, що не задовольняє мінімальні вимоги до опору теплопередачі зовнішніх дверей у I температурній зоні згідно ДБН В.2.6-31:2021. Вхідні двері потребують утеплення та улаштування теплових тамбурів.

Дах - перекриття верхнього поверху – суміщене покриття, складається з залізобетонних панелей завтовшки 220 мм, пароізоляційної плівки, шару екструдованого пінополістиролу завтовшки 200 мм, похилоутворюючого шару цементно-піщаної стяжки завтовшки 40-160 мм, гідроізоляції, бітумного праймеру та двох шарів рубероїду.

Опір теплопередачі суміщеного покриття по однорідному полю становить 5,74 $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ згідно п.5.2.2. ДБН В.2.6-31:2021 - При реконструкції, капітальному ремонті визначених проектною документацією частин будівлі, у тому числі з метою термомодернізації, для непрозорих огорожувальних конструкцій, світлопрозорих огорожувальних конструкцій та зовнішніх дверей в місцях

загального користування багатоквартирних житлових і громадських будівель допускається зниження значень приведенного опору теплопередачі до рівня 75 % від R_{qmin} . Тобто, $0,75R_{qmin} = 7,0 \times 0,75 = 5,25 \text{ (м}^2\text{К)/Вт}$, таким чином, встановлена величина товщини утеплювача (200 мм) може вважатися допустимою згідно діючих нормативних вимог.

Під всією будівлею знаходиться неопалюваний підвал. Підлога першого поверху – лінолеум після бетонної підготовки по плиті перекриття. В підвалі розміщене розведення теплових мереж системи опалення, трубопроводів гарячого та холодного водопостачання, а також системи каналізації. Підлога першого поверху утворена залізобетонними плитами перекриттів завтовшки 220 мм, вкритих шаром керамзитового гравію завтовшки 200 мм, шаром цементно-піщаної стяжки завтовшки 50 мм та шаром лінолеуму полівінілхлоридного багат шарового та одношарового без підоснови завтовшки 6 мм.

Приведений опір теплопередачі перекриття неопалюваного підвалу $1,26 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, що не відповідає мінімальним вимогам до термічного опору перекриттів неопалюваних підвалів будівель, розміщених у I температурній зоні. Перекриття підвалу потребує утеплення.

Коефіцієнт компактності будівлі - 0,34. Для адміністративних та деяких інших типів громадських будівель, коефіцієнт компактності бере участь у визначенні мінімальних вимог до енергоспоживання будівель, а отже й у визначенні рівня енергетичної ефективності будівлі. Так, чим більшим є значення коефіцієнта компактності, тим більше чисельне значення мінімальних вимог до відповідності класу С енергетичної ефективності. Розрахунковий показник компактності будівлі, $\Lambda_{к \text{ буд}}$, визначається за формулою

$$\Lambda_{к \text{ буд}} = F\Sigma / V_h,$$

де $F\Sigma$ – загальна площа внутрішніх поверхонь зовнішніх огорожувальних конструкцій, включаючи покриття (перекриття) верхнього поверху і перекриття (підлоги) нижнього опалювального приміщення, м^2 ;

V_h – опалюваний об'єм будівлі, рівний об'єму, обмеженому внутрішніми поверхнями зовнішніх огорожувальних конструкцій будинків, м^3 .

При проектуванні будівель необхідно виконувати наступні нормативні вимоги щодо показника компактності L_k буд не більше:

- 0,25-для 16-поверхових будівель і вище;
- 0,29-для будівель від 10 до 15 поверхів включно;
- 0,32-для будівель від 6 до 9 поверхів включно;
- 0,36-для 5-поверхових будівель;
- 0,43-для 4-поверхових будівель;
- 0,54-для 3-поверхових будівель;
- 0,61; 0,54; 0,46-для дво-, три- і чотириповерхових блокувальних і

секційних

будівель відповідно;

- 0,9-для дво – і одноповерхових будівель з мансардою;
- 1,1-для одноповерхових будівель.

Досліджувана будівля є двоповерховою і її коефіцієнт компактності задовольняє нормативні вимоги.

Проаналізуємо інші конструктивні дані будівлі.

Таблиця 1.1 – Загальна інформація про будівлю

№ з/п	Найменування показника	Одиниця вимірювання	Значення показника
1	Місцезнаходження	-	м. Новомосковськ, вул. Шевченка, 8
2	Функціональне призначення	-	будівля закладу освіти
3	Загальна площа	м ²	1440
4	Загальний об'єм	м ³	5400
5	Опалювана площа	м ²	1346
6	Опалюваний об'єм	м ³	5202
7	Кількість поверхів	-	2
8	Рік прийняття в експлуатацію	рік	1980
9	Тип конструкції	Безкаркасна з поздовжніми та поперечними несучими стінами	
10	Кліматична зона	-	1
11	Умови експлуатації	-	вологі
12	Вітрозахист основи	-	закритий простір (центр міста)
13	Середня висота приміщення	м	3
14	Внутрішня теплоємність	Вт х год / (м ² *К)	80
15	Наявність приміщень з різним функціональним призначенням у складі будівлі, їх характеристики:		немає
	фактичне значення кондиціонованої площі;	м ²	1346
	фактичне значення кондиціонованого об'єму;	м ³	5202
	фактичне значення об'єму для вентиляції	м ³	4681,8
16	Коефіцієнт скління фасаду будівлі	-	0,16
17	Показник компактності будівлі	м ⁻¹	0,34
18	Кількість під'їздів або входів	-	6

2.2 Оцінка стану огорожувальних конструкцій

При реконструкції, капітальному ремонті, визначених проектною документацією частин будівлі (окремих огорожувальних конструкцій в цілому), мінімальною вимогою є виконання умови (Наказ Міністерства розвитку громад та територій України №260 від 27.10.2020): $R_{e\text{ пр}} \geq R_{q\text{ min}}$ де:

$R_{e\text{ пр}}$ - приведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції, $\text{м}^2 \text{ К/Вт}$, що визначається згідно з ДБН 8.2.6-31:2021 "Теплова ізоляція будівель та енергоефективність";

$R_{q\text{ min}}$ - мінімально допустиме значення опору теплопередачі, $\text{м}^2 \text{ К/Вт}$, що визначається згідно з ДБН 8.2.6-31:2021

Існуючі зовнішні стіни будівлі з білої силікатної цегли. Стан стін задовільний. Приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій визначається згідно з ДСТУ Б В.2.6-189:2013. Внутрішні несучі стіни цегляні завтовшки 510-380 мм. Внутрішні перегородки цегляні завтовшки 120-250 мм, теплоізоляційний шар передбачається влаштовувати з мінераловатних плит густиною 145 кг/м^3 . Мінераловатні плити кріпляться до несучої стіни за допомогою пластикових дюбелів з металевим стрижнем.

Кількість дюбелів з розрахунку 5 шт. на 1 м^2 . З внутрішньої сторони зовнішніх стін влаштовується вапняно-піщана штукатурка товщиною 20 мм.

Згідно з ДБН В.2.6-31:2021 мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі для непрозорих частин зовнішніх стін в I-й температурній зоні експлуатації України (м. Новомосковськ) становить $R_{q\text{ min}} = 4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$. Склад стінового огороження наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Склад стінової конструкції будівлі

Назва і-го шару конструкції	Товщина, м (δ_i)	Теплопровідність $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ (λ_{ip})
Розчин вапняно-піщаний (густиною $\rho_0=1600\text{кг/м}^3$)	0,02	0,81
Кладка з цегли на ц/п розчині на цементно-піщаному	0,64	0,81

розчині (густиною $\rho_0=1800\text{кг/м}^3$)		
Мати з мінеральної вати (густиною $\rho_0=145\text{кг/м}^3$)	0,15	0,045
коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої огорожувальної конструкції, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ($\alpha_{в}$)		8,7
коефіцієнти тепловіддачі зовнішньої огорожувальної конструкції, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ($\alpha_{з}$)		23

Визначають опір теплопередачі зовнішніх стін згідно з формулою 2 ДСТУ Б В.2.6-189:2013. Опір теплопередачі зовнішньої стіни по основному полю:

$$R_{1\Sigma} = 1/8,7 + 0,02/0,81 + 0,64/0,81 + 0,15/0,045 + 1/23 = 4,3 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)}/\text{Вт}.$$

На фрагменті, який розглядають, присутні наступні теплопровідні включення, що відносяться до непрозорої огорожувальної конструкції:

- відкоси віконного прорізу в зоні надвіконної перемички, підвіконня, рядового примикання – лінійні елементи;
- дюбелі для кріплення мінераловатних плит – точкові елементи.

Для вищезазначених теплопровідних включень за проектними даними та даними Додатків Г та Д ДСТУ Б В.2.6-189:2013 визначають кількісні показники та характеристики лінійних та точкових коефіцієнтів теплопередачі. Зведені результати наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Теплопровідні включення та їх кількісне вираження

Найменування теплопровідного включення теплопроводного включення	Протяжність, м	Кількість, шт	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, k , $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$	Точковий коефіцієнт теплопередачі, ψ , $\text{Вт}/\text{К}$
Віконний відкіс в зоні перемички	5,2	-	0,081	-
Віконний відкіс в зоні підвіконня	5,2	-	0,064	-
Віконний відкіс в зоні рядового примикання	13,2	-	0,071	-
дюбелі для кріплення мінераловатних плит	-	156	-	0,0015

На підставі даних таблиці 2.2 визначають приведений опір теплопередачі зовнішніх стін згідно з формулою 3 ДСТУ Б В.2.6-189:2013:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^I \frac{F_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{j=1}^J k_j L_j + \sum_{k=1}^K \psi_k N_k},$$

де F_{Σ} – загальна площа конструкції, м^2 ; $R_{\Sigma i}$ – опір теплопередачі i -ої термічно однорідної частини конструкції, $(\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт})$; F_i – площа i -ої термічно однорідної конструкції, м^2 ; k_j – лінійний коефіцієнт теплопередачі j -го лінійного теплопровідного включення, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$; L_j – лінійний розмір j -го лінійного теплопровідного включення, м ; ψ_k – точковий коефіцієнт теплопередачі k -го точкового теплопровідного включення, $\text{Вт}/\text{К}$; N_k – загальна кількість k -их точкових теплопровідних включень, од.

$$R_{\Sigma \text{пр}} = 31,5 / (31,5 / 4,3 + 5,2 \cdot 0,081 + 5,2 \cdot 0,064 + 13,2 \cdot 0,071 + 156 \cdot 0,0015) = 3,4 (\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}.$$

Згідно з ДСТУБ А.2.2-12:2015, для існуючих будівель, за відсутності інформації чи її недостатній кількості щодо теплопровідних включень у конструкції, необхідно використовувати коригуючу поправку до коефіцієнта теплопередачі для врахування впливу теплопровідних включень за формулою:

$$U_{\text{оп, сог}} = U_{\text{оп, mn}} + \Delta U_{\text{tb}},$$

де $U_{\text{оп, mn}}$ – коефіцієнт теплопередачі непрозорої частини конструкції (по основному полю), $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; ΔU_{tb} – додаткова складова за замовчуванням до коефіцієнта теплопередачі непрозорих конструкцій $U_{\text{оп}}$, що враховує вплив теплопровідних включень, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, розрахункові значення наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Розрахункові значення коригуючих поправок до коефіцієнта теплопередачі

Середнє значення коефіцієнта теплопередачі непрозорої частин конструкцій, Вт/(м ² ·К)	ΔU_{tb} , Вт/(м ² ·К)
$U_{op, mn} \geq 0,8$	0,0
$0,4 \leq U_{op, mn} < 0,8$	0,075
$U_{op, mn} < 0,4$	0,15

Розраховуємо опір теплопередачі термічно однорідної непрозорої огорожувальної конструкції:

$$R = 1/8,7 + 0,02/0,81 + 0,64/0,81 + 0,15/0,045 + 1/23 = 4,3 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт.}$$

Коефіцієнт теплопередачі непрозорої частини конструкції (по основному полю) становитиме

$$U_{op, mn} = 1/R = 1/4,3 = 0,23 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К).}$$

Для існуючих будівель використовуємо коригуючу поправку до коефіцієнта теплопередачі для врахування впливу теплопровідних включень згідно таблиці 2.3:

$$U_{op, corr} = U_{op, mn} + \Delta U_{td} = 0,23 + 0,15 = 0,38 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К).}$$

При реконструкції, капітальному ремонті визначених проектною документацією частин будівлі, у тому числі з метою термомодернізації, для непрозорих огорожувальних конструкцій, світлопрозорих огорожувальних конструкцій та зовнішніх дверей в місцях загального користування багатоквартирних житлових і громадських будівель допускається зниження значень приведенного опору теплопередачі до рівня 75 % від R_{qmin} . Тобто, $R_{qmin} = 4,0 \times 0,75 = 3,0 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$, таким чином, запропонована розрахункова товщина утеплювача (150 мм) задовольняє діючим нормативним вимогам.

Аналогічно визначаємо термічні опори інших огорожувальних конструкцій. Отримані дані заносимо до таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Розрахункові значення опорів теплопередачі огорожувальних конструкцій

Вид огорожувальної конструкції	Значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції, (м ² ×К/Вт)		Площа А, (м ²)
	Визначене за результатами сертифікації	Встановлені мінімальними вимогами до енергетичної ефективності	
Зовнішні стіни	3,77	4,0	1701,5
Суміщені покриття	-	7,0	-
Покриття опалюваних горищ (технічних поверхів) та покриття мансардного типу	-	6,0	-
Горищні перекриття неопалюваних горищ	3,43	5,0	1207,4
Перекриття над проїздами та неопалюваними підвалами	1,26	5,0	22,42
Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,52	0,9	482,6
Зовнішні двері	0,5	0,7	37,9

Визначення показників споживання енергії на опалення, охолодження, вентиляцію, гаряче водопостачання та освітлення здійснюємо на основі ДСТУ Б А.2.2-12:2021 Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні.

Результати розрахунку енергопотребі на опалення будівлі наведено в таблиці 2.5.

Результати розрахунку енергоспоживання будівлі на охолодження наведено в таблиці 2.6.

Результати енергоспоживання різними системами будівлі наведено в таблиці 2.7.

Таблиця 2.5 – Показники розрахунку енергопотребы для опалення

Енергопотреба опалення		-4,7		Q H tr	Q H ve	Q H ht	Q H int	Q H sol	Q H gn			Q H,nd
Місяць	Тривалість опалення	Зовнішня температура	Внутрішня температура	Трансмiсія	Вентиляція		Внутрішні теплонадходження	Сонячні теплонадходження		γ H	η H, gn	кВт*год
Січень	31	-4,7	20	31887,4	30095,7	61983,1	5960,9	1477	7437,9	0,12	0,999	54553
Лютий	28	-3,8	20	27752,1	24710	52462,1	5384	2175	7559	0,14	0,998	44918
Березень	31	1,1	20	24399,7	21725,1	46124,8	5960,9	3629	9589,9	0,21	0,994	36592
Квітень	10	9,6	20	4331,1	3856,3	8187,4	1922,9	1517	3439,9	0,42	0,96	4885
Травень	0	16	20	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Червень	0	19,6	20	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Липень	0	21,6	20	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Серпень	0	20,7	20	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Вересень	0	15,4	20	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Жовтень	11	8,6	20	5222,3	4649,8	9872,1	2115,1	1079	3194,1	0,32	0,981	6739
Листопад	30	2,2	20	22238,3	19800,6	42038,9	5768,6	1299	7067,6	0,17	0,997	34993
Грудень	31	-2,5	20	29047,2	25863,2	54910,4	5960,9	962	6922,9	0,13	0,999	47994
	172			144878,1	130700,7	275578,8	33073,1	12138	45211,3			230674

Таблиця 2.6 – Показники розрахунку енергопотребы для охолодження

Енергопотреба охолодження				Q C tr	Q C ve	Q C ht	Q C int	Q C sol	Q C gn			Q H,nd
Місяць	Тривалість охолодження	Зовнішня температура	Внутрішня температура	Трансмісія	Вентиляція		Внутрішні теплонадходження	Сонячні теплонадходження		γ C	η C, gn	кВт*год
Січень	0	-4,7	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Лютий	0	-3,8	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Березень	0	1,1	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Квітень	0	9,6	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Травень	0	16	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Червень	168	19,6	24	1006,9	1210,6	2217,5	1346	1432,05	2778,05	1,252784667	0,851	891
Липень	744	21,6	24	2432,3	2924,3	5356,6	5960,9	6215,45	12176,35	2,273149012	0,965	7007
Серпень	244	20,7	24	1096,8	1318,7	2415,5	1954,9	1911,91	3866,81	1,600832126	0,913	1661
Вересень	0	15,4	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Жовтень	0	8,6	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Листопад	0	2,2	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Грудень	0	-2,5	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				4536	5453,6	9989,6	9261,8	9559,41	18821,21			9559

Таблиця 2.7 – Енергоспоживання різними системами будівлі

Вид	Розрахунковий обсяг споживання за рік, тис. кВт·год
Опалення	312145,6
Охолодження	4023
ГВП	18708,2
Вентиляція	868
Освітлення	19517
УСЬОГО	355261,8

За даними розрахунків енергоспоживання складемо енергетичний сертифікат будівлі за її поточним станом.

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СЕРТИФІКАТ БУДІВЛІ

Адреса (місцезнаходження) будівлі:	Дніпропетровська область, м. Новомосковськ, вул. Шевченка, 8		
Ідентифікатор об'єкта будівництва:	-		
Відомості про об'єкт сертифікації	існуюча будівля		
Функціональне призначення та назва будівлі:	Будівля закладу освіти Дітей «Самара» міста Новомосковська		
Відомості про конструкцію будівлі			
Опалювана площа, (м ²):	1 346,0	Опалюваний об'єм, (м ³):	5 202,0
Кількість поверхів:	2	Рік прийняття в експлуатацію:	1980
Шкала класів енергоефективності	Клас енергетичної ефективності та питоме енергоспоживання		
	[кВт·год/м ²]		
A	< 17,5	G	
B	< 28,0		
C	≤ 35,0		
D	≤ 42,0		
E	≤ 47,25		
F	≤ 52,5		
G	> 52,5		
Питоме споживання первинної енергії:		98,73 кВт·год/м ²	
<p>0 50 100 150 200 250 300 350 400 >450</p> <p>0 10 20 30 40 50 60 70 80 >90</p>			
Питомі викиди парникових газів:		73,75 кг/м ²	

Рисунок 2.2 – Енергетичний сертифікат будівлі до виконання робіт з термомодернізації будівлі

2.3 Визначення ефективності заходів з утеплення зовнішньої оболонки будівлі

Опір теплопередачі усіх огороджувальних конструкцій будівлі за результатами початкового обстеження не відповідає мінімальним вимогам до опору теплопередачі огороджувальних конструкцій, тому виникає потреба виконання зовнішнього утеплення фасадів будинку, утеплення перекриття неопалюваного горища, а також утеплення перекриття над неопалюваним підвалом.

Дані щодо розрахунку опору теплопередачі огороджувальних конструкцій після утеплення наведені в таблиця 2.8-2.11.

Таблиця 2.8 – Визначення опору теплопередачі зовнішніх стін після виконання утеплення

Склад стінового огороження (основні шари)	Теплотехнічні показники		
	Товщина, δ , м	Коефіцієнт теплопровідності, λ , Вт/м*К	Опір шару, м ² *К/Вт
Назва і-го шару конструкції			
Розчин вапняно-піщаний (густиною 1600 кг/м ³)	0.02	0.81	0.025
Кладка з цегли на цементно- піщаному розчині (густиною 1800 кг/м ³)	0.64	0.81	0.79
Мати з мінеральної вати (густиною 145 кг/м ³)	0.2	0.045	4.444
коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції, Вт/(м ² *К), $\alpha_{в}$	1	8.7	0.115
коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції, Вт/(м ² *К), $\alpha_{в}$	1	23	0.043
Усього	0.86		5.417

Таблиця 2.9 – Врахування впливу теплопровідних включень на опір теплопередачі стін після утеплення

Урахування теплопровідних включень				
Найменування теплопровідного включення	Протяжність, м	Кількість, од	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, k , Вт/(м*К)	Точковий коефіцієнт теплопередачі, ψ , Вт/К
Віконний відкіс в зоні перемички	5.2	0	0.081	0
Віконний відкіс в зоні підвіконня	5.2	0	0.064	0
Віконний відкіс в зоні рядового примикання	13.2	0	0.071	0
Дюбелі для кріплення мінераловатних плит	0	156	0	0.0015
Площа однорідної ділянки, м ²	31.5			
Приведений опір теплопередачі, м²*К/Вт	4.07			

Таким чином, при утепленні стін будівлі мінераловатними плитами досягається опір теплопередачі стін по однорідному полі $5,417 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$. З урахуванням впливу теплопровідних включень, опір теплопередачі зовнішніх стін задовольнятиме мінімальні вимоги: $R_{\text{пр}} = 4,07 \geq R_{\text{min}} = 4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

Аналіз показників опору теплопередачі перекриття неопалюваного горища після утеплення матами з мінеральної вати свідчить, що при товщині мінераловатного утеплювача на рівні 120 мм досягається мінімально необхідне значення опору теплопередачі перекриття неопалюваного горища $R_{\text{пр нг}} = 5,093 \geq R_{\text{min нг}} = 5,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

Таблиця 2.10 – Визначення опору теплопередачі перекриття неопалюваного підвалу після виконання утеплення

Склад перекриття над неопалюваним підвалом (основні шари)	Теплотехнічні показники		
	Товщина, δ , м	Коефіцієнт теплопровідності, λ , Вт/м*К	Опір шару, м ² *К/Вт
Лінолеум полівінілхлоридний багатошаровий та одношаровий без підоснови (1200 кг/м ³)	0.006	0.21	0.029
Розчин цементно-піщаний (1800 кг/м ³)	0.05	0.93	0.054
Гравій керамзитовий (600 кг/м ³)	0.2	0.23	0.87
Залізобетон (2500 кг/м ³)	0.22	2.04	0.108
Мати з мінеральної вати (густиною 145 кг/м ³)	0.17	0.045	3.778
коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, Вт/(м ² *К), $\alpha_{в}$	1	8.7	0.115
коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, Вт/(м ² *К), $\alpha_{в}$	1	12	0.083
Усього	0.646		5.037

Аналіз показників опору теплопередачі перекриття неопалюваного підвалу після утеплення матами з мінеральної вати свідчить, що при товщині мінераловатного утеплювача на рівні 170 мм досягається мінімально необхідне значення опору теплопередачі перекриття неопалюваного підвалу $R_{пр\ нп} = 5,037 \geq R_{\min\ нп} = 5,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

Для комплексної термомодернізації будівлі доцільно також замінити світлопрозорі огорожувальні конструкції. Відповідно до ДБН В 2.6.31-2006 Додаток Л, опір світлопрозорих огорожувальних конструкцій може бути визначений за таблицею.

Таблиця 2.11 – Визначення опору теплопередачі світлопрозорих огорожувальних конструкцій

Кількість камер у склопакеті	Варіанти скління*	Газовий склад середовища камер склопакетів, %			Опір теплопередачі, м ² К/Вт
		Повітря	Криптон	Аргон	
1	2	3	4	5	6
1	4M ₁ -8-4M ₁	100			0,28
1	4M ₁ -10-4M ₁	100			0,29
1	4M ₁ -12-4M ₁	100			0,30
1	4M ₁ -16-4M ₁ ¹	100			0,32
...					
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i		75	25	0,90
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i		50	50	0,85
2	4M ₁ -10-4M ₁ -10-4i		25	75	0,78
2	4i-10-4M ₁ -10-4i	100			0,93
2	4i-10-4M ₁ -10-4i		100		1,35
2	4i-10-4M ₁ -10-4i		75	25	1,28
2	4i-10-4M ₁ -10-4i		50	50	1,18
2	4i-10-4M ₁ -10-4i		25	75	1,14
* Примітка. Порядок скління - від зовнішньої поверхні Позначення скла: M ₁ – листове стандартне, К - енергозберігаюче з твердим покриттям, і – енергозберігаюче з м'яким покриттям					

Таким чином, за даними Державних будівельних норм, мінімальним вимогам щодо енергоефективності $R_{пр в} = 0,93 \geq R_{min в} = 0,9 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$. відповідають вікна з двокамерним склопакетом з віконною формулою 4i-10-4M₁-10-4i, з заповненням простору між шарами скла повітрям та двостороннім енергозберігаючим м'яким покриттям склопакета, або склопакети із заповненням простору між шарами скла інертними газами. Оскільки у виготовленні газонаповнені склопакети є значно дорожчими, а упродовж експлуатації витоки інертних газів є частим явищем, то доцільно зупинити вибір на повітрянаповнених двокамерних склопакетах.

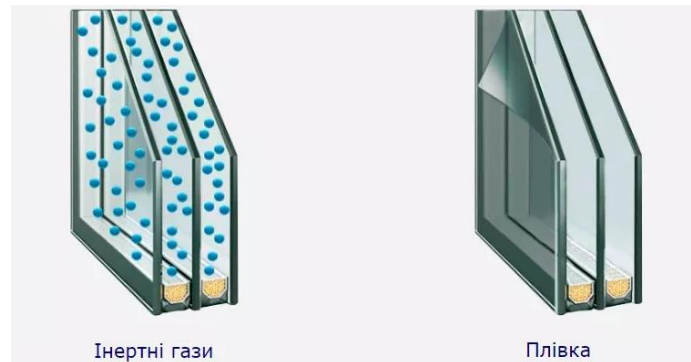


Рисунок 2.3 – Конструкції склопакетів, які задовольняють мінімальні вимоги до опору теплопередачі

Для забезпечення мінімального опору теплопередачі зовнішніх дверей для місць загального користування доцільно обрати металеві добре утеплені двері, мінімальний шар утеплювача з екструдованого полістиролу в конструкції дверей має становити 50 мм. При цьому опір теплопередачі зовнішніх дверей з урахуванням теплопровідних включень – металевого каркасу дверей – має забезпечувати мінімальні вимоги $R_{\text{пр зд}} = 0,7 \geq R_{\text{мін зд}} = 0,7 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

Також потрібно здійснити утеплення підлоги першого поверху, яка влаштована за принципом підлоги по ґрунту, оскільки не під усією підлогою в досліджуваній будівлі наявний підвал.

За результатами розрахунку опір підлоги по ґрунту по однорідному полю до утеплення становив $2,4 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$. Пропонується здійснити утеплення підлоги шаром екструдованого пінополістиролу завтовшки 100 мм. При цьому опір теплопередачі підлоги по однорідному полю становитиме $5,12 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, що відповідатиме мінімальному опору для підлоги над підвалом, тобто підлога над підвалом та по ґрунту будуть мати близькі теплофізичні властивості.

Після виконання заходів з термомодернізації виконаємо розрахунок енергоспоживання будівлі та визначення очікуваного класу енергетичної ефективності.

Таблиця 2.12 – Енергоспоживання різними системами будівлі після модернізації елементів зовнішньої оболонки будівлі

Вид	Розрахунковий обсяг споживання за рік,			
	до модернізації		після модернізації	
	кВт·год	кВт·год/м ²	кВт·год	кВт·год/м ²
Опалення	312145	60,00	241264	46,35
Охолодження	4023	0,77	4692	0,90
ГВП	18708	3,60	18708	3,60
Вентиляція	868	0,17	868	0,17
Освітлення	19517	14,50	19517	14,50
УСЬОГО	355261		285049	

В результаті виконання заходів з модернізації зовнішньої оболонки будівлі очікувані показники енергоспоживання знизилися з 60,77 кВт*год/м² за рік до 47,24 кВт*год/м² за рік, що відповідає переходу з класу G у клас E для будівлі навчального закладу. Проте, навіть комплексна модернізація зовнішньої оболонки будівлі не забезпечує досягнення мінімально необхідного, визначеного Законом України «Про енергетичну ефективність» класу C. Тому розглянемо також проєкт модернізації інженерних систем будівлі.

2.4. Визначення ефективності заходів з модернізації енергетичних мереж будівель

Заходи з енергетичної модернізації будівель загально прийнято поділяються на дві групи – базові заходи, які передбачають передусім регулювання режимів роботи енергетичного обладнання, енергетичних мереж, утеплення трубопроводів. А також комплексний пакет заходів, який передбачає модернізацію огорожувальних конструкцій будівлі, комплексну модернізацію енергетичних мереж, трансформацію однотрубної системи опалення у двотрубну з балансуванням по стояках та окремих вітках, улаштування індивідуального теплового пункту, встановлення рекуператорів теплової енергії для систем вентиляції тощо.



Рисунок 2.4 – Заходи з термосанації за базовим пакетом заходів

50-70% грант. Пакет Б ("Комплексний")

Обов'язкові заходи з енергоефективності

Незалежно від типу системи опалення



Обов'язкові заходи Пакета А
Заміна або ремонт вікон у місцях загального користування



Утеплення огорожувальних конструкцій:

- зовнішніх стін та конструкцій
- плит перекриття даху або технічного поверху
- плит перекриття підвалу та/або цоколя

Додаткові заходи з енергоефективності



Додаткові заходи Пакета А
Установлення індивідуальних теплових лічильників або приладів — розподілювачів тепла у квартирах та місцях загального користування
Установлення, заміна або ремонт вікон та балконних блоків у квартирах
Заміна радіаторів, установлення термостатичних клапанів у квартирах



Модернізація системи вентиляції та/або встановлення систем рекуперації тепла



Інші види модернізації системи опалення (наприклад, переобладнання 1-трубної системи на 2-трубну або вертикальної на горизонтальну)

Рисунок 2.5 – Заходи з термосанації за комплексним пакетом заходів

Відповідно до наведеної класифікації, перелік заходів, який розробляється у даній роботі, відповідає більшою мірою реалізацією програми комплексної модернізації, пакету Б. Утеплення зовнішньої оболонки будівлі є обов'язковою умовою пакету Б. Разом із тим визначимо показники енергоспоживання будівлі після запровадження наступних заходів:

- Спорудження індивідуального теплового пункту (ІТП) будівлі;
- Встановлення автоматичних балансувальних клапанів для системи опалення;
- Встановлення ручних термостатичних регуляторів на вводах радіаторів системи опалення.

Індивідуальний тепловий пункт (ІТП) – комплекс пристроїв, що складається з елементів, які забезпечують приєднання системи опалення та гарячого водопостачання до централізованої теплової мережі. Основними

елементами ІТП є: теплообмінники, насоси, клапани, датчики, контролери, блоки управління і запірно-регулююча арматура

Одночасно з ІТП в будівлях встановлюються вузли обліку теплової енергії, що дозволяють відслідковувати реально спожиту у будівлі кількість тепла на опалення, гаряче водопостачання або вентиляцію. Споживачеві це дає можливість проводити розрахунки з теплопостачальною організацією за показаннями лічильника, що, в свою чергу, підштовхує до раціонального використання енергоресурсів шляхом модернізації своїх систем.

Від характеристик ІТП багато в чому залежить регулювання систем опалення та ГВП, а також ефективність використання теплової енергії. Тому ІТП приділяється велика увага в ході термомодернізації будівель і на даний момент масштабні проекти по їх облаштуванню в багатоквартирних будинках втілюються в життя серед різних регіонів України.

Енергозбереження досягається, зокрема, за рахунок регулювання температури теплоносія з урахуванням поправки на зміну температури зовнішнього повітря. Для таких цілей в кожному ІТП застосовують комплекс обладнання для забезпечення необхідної циркуляції в системі опалення (циркуляційні насоси) і регулювання температури теплоносія (клапани з електричними приводами, контролери з датчиками температури).

Більшість індивідуальних теплових пунктів має в своєму складі також теплообмінник для підключення до внутрішньої системи гарячого водопостачання (ГВП) з циркуляційним насосом (або без нього, залежно від схеми системи ГВС). Набір обладнання має відповідати конкретним завданням і вихідним даним. Саме тому, через різні можливі варіанти конструкції, а також компактність і транспортабельність, сучасні ІТП отримали назву модульних теплових пунктів.

Зовнішній вигляд та принципова схема сучасного індивідуального теплового пункту наведені на рис. 2.8, 2.9.



Рисунок 2.6 – Зовнішній вигляд сучасного індивідуального теплового пункту багатоквартирного будинка

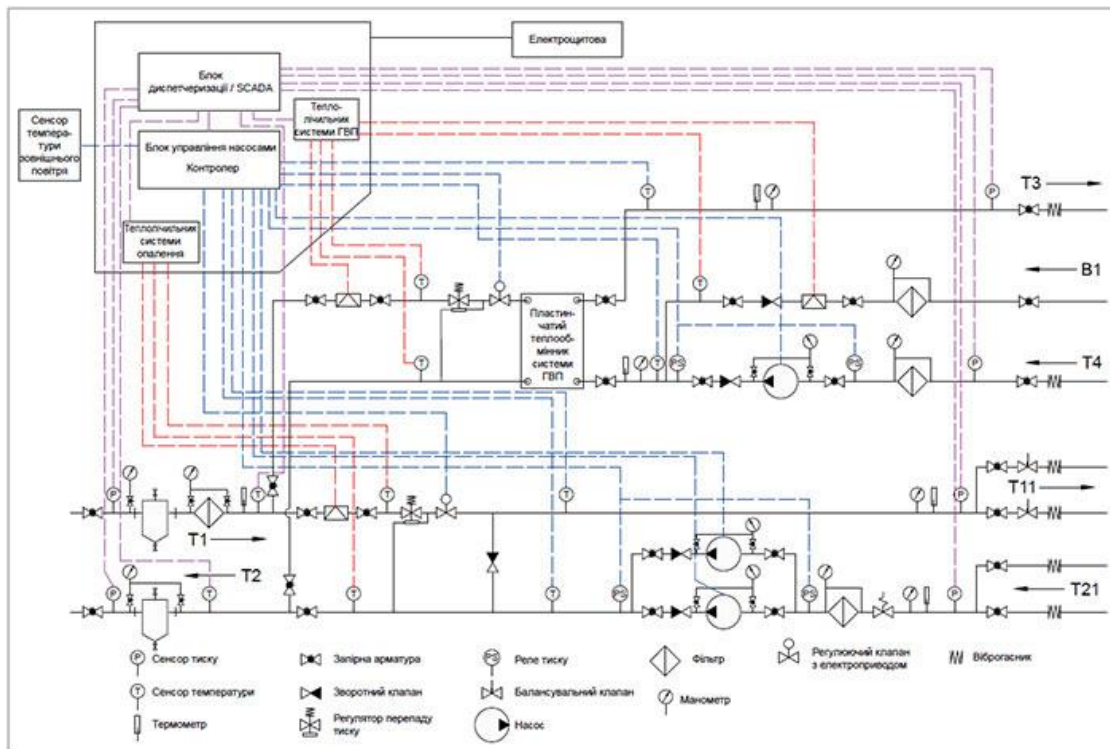


Рисунок 2.7 – Принципова схема індивідуального теплового пункту багатоквартирного будинка

За результатами моделювання режимів енергоспоживання будівлі встановлено значення основних показників енергоспоживання системами опалення, освітлення, охолодження після запровадження комплексного пакету заходів (утеплення зовнішньої оболонки та модернізація системи опалення). Результати розрахунку енергоспоживання наведено у таблиці 2.13

Таблиця 2.13 - Енергоспоживання різними системами будівлі після модернізації елементів зовнішньої оболонки будівлі

Вид	Розрахунковий обсяг споживання за рік			
	До модернізації		Після модернізації	
	тис. кВт·год	кВт·год/м ³	тис. кВт·год	кВт·год/м ³
Енергоспоживання системи опалення	312145	60,00	204555	39,32
Енергоспоживання системи вентиляції	4023	0,77	5202	1,00
Енергоспоживання системи гарячого водопостачання	18708	3,60	18708	3,60
Енергоспоживання системи охолодження	868	0,17	955	0,18
Енергоспоживання системи освітлення	19517	14,50	19517	14,5
УСЬОГО:	355261		248937,0	

Сумарний показник енергоспоживання на опалення та охолодження будівлі становить $39,32 + 1,00 = 40,32$ кВт*год/м³ за рік, при мінімальних вимогах класу С – 35 кВт*год/м³ за рік. З урахуванням того, що для будівель, які зазнають термомодернізації та термосанації, допускається застосування знижених вимог до загального рівня енергоспоживання на опалення та охолодження упродовж року, мінімальні вимога допускається визначати як $1,2 P_{\min} = 1,25 * 35 = 42$ кВт*год/м³ за рік. Тобто, реалізація проєкту комплексного утеплення зовнішньої оболонки будівлі та модернізації енергетичних мереж будівлі дозволяє задовольнити мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівель відповідно до ЗУ «Про енергетичну ефективність будівель» лише з урахуванням знижених вимог.

Складемо також витяг з енергетичного сертифікату будівлі за розрахунковими показниками енергоспоживання будівлі після виконання запропонованого комплексу заходів (рис. 2.10)

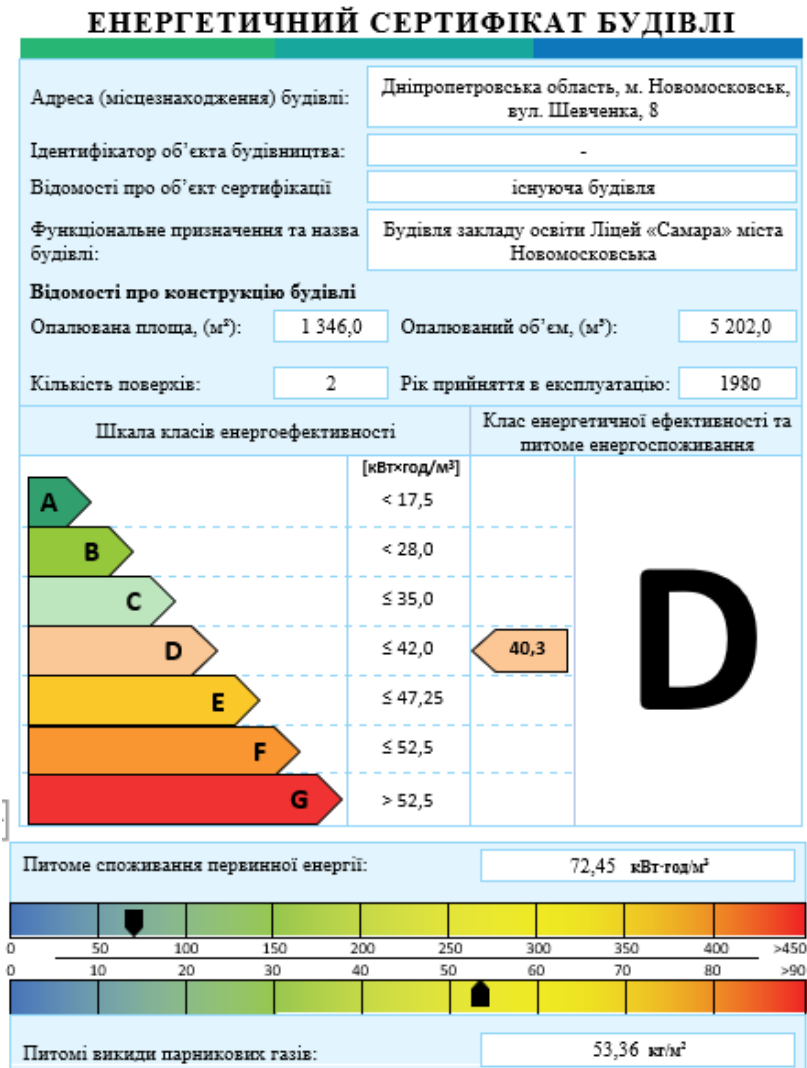


Рисунок 2.10 – Витяг з енергетичного сертифікату будівлі після виконання комплексу заходів з термомодернізації

За результатами виконання моделювання енергоспоживання, а також споживання первинної енергії та викидів парникових газів, можна зробити висновок, що попри скорочення енергоспоживання приблизно у 1,5 рази для задоволення мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівлі потрібно здійснити комплексну модернізацію зовнішніх огорожувальних систем будівлі, а також модернізувати інженерні мережі і встановити засоби автоматизованого управління режимами енергоспоживання.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Вступ

Значна частина будівель характеризується низькою енергетичною ефективністю. Загальною тенденцією є точкове утеплення, заміна вікон та встановлення індивідуальних систем опалення та гарячого водопостачання.

Метою проведення енергетичного обстеження є визначення базового рівня споживання енергетичних ресурсів, потенціалу економії енергії, визначення поточного рівня енергетичної ефективності, розробка заходів з підвищення енергетичної ефективності будівлі, складання енергетичного сертифікату будівлі.

Об'єктом дослідження є 2-поверхова адміністративна будівля закладу освіти у м.Новомосковськ. Проведення енергетичного аудиту будівлі вказало на невідповідність термічного опору огорожувальних конструкцій чинним нормам, тому основні заходи з енергозбереження спрямовані на модернізацію зовнішніх огорожувальних конструкцій будівлі та її інженерних мереж. Основна економія коштів від впровадження запропонованих заходів прогнозована за рахунок зменшення втрат теплової енергії через зовнішню оболонку будівлі, а також з вентиляційним повітрям.

3.2 Розрахунок капітальних витрат

Розраховуємо капітальні витрати на впровадження заходів з енергозбереження, $K_{пр}$, грн:

$$K_{пр} = K_{об} + Z_{тзс} + Z_{м} + Z_{н} + Z_{пр},$$

Де - $K_{об}$ - вартість устаткування за зведенням витрат (без ПДВ), грн;

$Z_{тзс}$ - транспортно-заготівельні і складські витрати, грн.;

$Z_{м}$ - витрати на монтажні роботи, грн.;

$Z_{н}$ – витрати на налагоджувальні роботи, грн.;

$Z_{пр}$ – інші одноразові вкладення грошових коштів, грн.

Вартість необхідних матеріалів визначаємо з урахуванням площі проведення фасадних робіт та утеплення перекриття горища і підлоги першого поверху. Після обстеження встановлено, що площа зовнішніх огорожувальних непрозорих конструкцій будівлі (стін) становить 835,6 м². Площа утеплення перекриття неопалюваного горища 1207,4 м². Приймаємо вартість плит з мінеральної вати, які використовуються для фасадного утеплення рівною 350 грн/м², розраховуємо капітальні витрати на придбання матеріалів. Вартість супутніх матеріалів – штукатурки, фарба, дюбелі кріпильні приймаємо рівною 30% від вартості мінеральної вати, $K_{мат}$, грн:

$$K_{мат ст} = 835,6 \text{ м}^2 \times 350 \text{ грн/м}^2 \times 1,3 = 380 198 \text{ грн.}$$

Приймаємо вартість легких плит з мінеральної вати, які використовуються для утеплення перекриття горища рівною 280 грн/м², розраховуємо капітальні витрати на придбання матеріалів. Вартість супутніх матеріалів – дошки обрешітки 10 % від вартості мінеральної вати. Вартість OSB панелей – 150 грн/м².

$$K_{мат гор} = 1207,4 \text{ м}^2 \times \frac{(280 \times 1,1 + 150) \text{ грн}}{\text{м}^2} = 718886 \text{ грн.}$$

Приймаємо середню вартість оренди вантажного автомобіля для доставки мінераловатних плит та супутніх матеріал в межах міста Новомосковськ рівною 500 грн/год. Завантаження, перевезення та розвантаження необхідного обсягу матеріалів займе щонайменше 4 робочих дні, або 32 години. Вважаємо, що

розподіл транспортних витрат між двома видами робіт є приблизно рівним. Тоді вартість доставки матеріалів становитиме

$$З_{т ст} = 16 \times 500 = 8\,000 \text{ грн};$$

$$З_{т гор} = 16 \times 500 = 8\,000 \text{ грн};$$

Заготівельні роботи будуть проводитися у власних вільних приміщеннях будівлі, тому додаткові заготівельні витрати не передбачаються.

Роботи з утеплення фасаду будуть проводитися 18 робочих днів (монтаж та оздоблення) з розрахунку, що працюють 4 особи по 8 годин з продуктивністю 50 м² в день (разом). Середня годинна тарифна ставка виконавців фасадних робіт по м. Новомосковськ складає 300 грн.

$$З_{м} = \sum (Ч_i \times a_i \times t_i),$$

Де - $Ч_i$ – чисельність працівників і-го розряду, необхідних для виконання певного обсягу монтажних робіт, чол;

a_i – годинна тарифна ставка працівника і-го розряду, грн.;

t_i – час, необхідний для виконання певного обсягу монтажних робіт, год.

$$З_{м ст} = 4 \times 300 \times 18 \times 8 = 220\,800 \text{ грн.}$$

Монтаж утеплення перекриття горища здійснюють 2 людини з розрахунковою продуктивністю 80 м²/день. Площа утеплення становить 1207 м², тоді загальна кількість робочих днів становить 16 днів. Таким чином, монтажні роботи щодо утеплення перекриття горища становлять:

$$З_{м гор} = 2 \times 300 \times 16 \times 8 = 76\,800 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на налагоджувальні роботи не є доцільним, тому що процес монтажу включає повний цикл робіт. Тому приймаємо $Z_n = 0$.

Тоді розраховуємо капітальні витрати на впровадження заходів з енергозбереження $K_{пр}$, грн, загальні показники капітальних витрат зведено у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Капітальних витрати за проектом

№ п/п	Вид робіт	Вартість матеріалів, грн.	Транспортні витрати, грн.	Монтажні роботи, грн.	Всього, грн.
1	Утеплення зовнішніх стін будівлі	380 198	8 000	172 800	560 998
2	Утеплення неопалюваного горища будівлі	718 886	8 000	76 800	803 686
	РАЗОМ	1 099 084	16 000	249 600	1 364 684

3.3 Розрахунок експлуатаційних витрат

Експлуатаційні витрати – це поточні витрати на експлуатацію і обслуговування об'єкта проектування за певний період, виражені в грошовій формі.

Розраховуємо річні експлуатаційні витрати по об'єкту проектування складають, C , грн.:

$$C = C_a + C_3 + C_c + C_T + C_e + C_{ін},$$

Де – C_a – амортизаційні відрахування, грн;

C_3 – заробітна платня обслуговуючого персоналу, грн;

C_c – єдиний соціальний внесок, грн;

C_T – відрахування на технічне обслуговування та поточний ремонт, грн;

C_e – вартість електроенергії, що споживається об'єктом проектування, грн;

$C_{ін}$ - інші витрати, грн.

Утеплені фасади будівлі та горище не потребують додаткового обслуговування упродовж терміну експлуатації. Мінімальні ремонтні роботи у разі пошкодження фасаду можуть бути виконані силами чергового та допоміжного персоналу закладу освіти.

Амортизаційні відрахування

Амортизація (depreciation) ОЗ – це поступове перенесення вартості засобів праці в міру їх фізичного та морального зносу на вартість виробленої продукції з метою накопичення грошових засобів для поступового відшкодування зношених ОЗ.

Амортизаційні відрахування розраховуємо прямолінійним методом.

Вартість основних засобів, що амортизується

$$\Phi_a = \Phi_{п} - Л$$

$$\Phi_a = 1\,364\,684 - 0 = 1\,364\,684 \text{ грн}$$

Де Φ_a - вартість основних засобів, що амортизується,

Φ_n - первісна вартість об'єкта основних засобів,

L - розрахункова ліквідаційна вартість основних засобів, приймаємо рівною нулю, оскільки після відпрацювання нормативного терміну експлуатації утеплювальні матеріали підлягають утилізації і не можуть бути реалізовані.

Норма амортизації при прямолінійному методі постійна протягом усього амортизаційного періоду і дорівнює:

$$N_a = \frac{\Phi_n - L}{\Phi_n \cdot T_n} \cdot 100\%$$

$$N_a = \frac{1\,364\,684 - 0}{1\,364\,684 \cdot 20} \cdot 100\% = 5\%$$

Тоді річні амортизаційні відрахування АО за прямолінійним методом:

$$AO = \frac{\Phi_n \cdot N_a}{100}$$

$$AO = \frac{1\,364\,684 \cdot 5\%}{100\%} = 68\,234 \text{ грн.}$$

Таким чином, експлуатаційні витрати за проектом будуть рівними амортизаційним відрахуванням і становитимуть 68 234 грн.

3.4 Розрахунок економії від впровадження заходів із енергозбереження

Розрахункове енергоспоживання будівлі до здійснення утеплення стін та горища становить 355 261 кВт*год/рік, після утеплення лише стін та перекриття горища (без урахування модернізації інших огорожувальних конструкцій) розрахункове енергоспоживання становитиме 296 715 кВт*год/рік. Таким

чином, очікувана економія енергії становить 58 546 кВт*год/рік, або 50,3 Гкал/рік (1 Гкал = 1164 кВт*год). При поточній вартості теплової енергії для закладів освіти 4400 грн/Гкал, річна розрахункова економія, яка досягається за рахунок утеплення зовнішніх стін та перекриття горища становить 221 308 грн.

3.5 Визначення періоду окупності

Період окупності - кількість часу, необхідна для покриття витрат на той чи інший проект або для повернення коштів, вкладених підприємством за рахунок коштів, одержаних в результаті основної діяльності за даним проектом.

Розраховуємо період окупності проекту, ПО, років:

$$ПО = \frac{K_{пр}}{ГП^{ср}},$$

Де - $ГП^{ср}$ - середньорічні величина грошового потоку. Приймаємо рівною річній економії $ГП^{ср} = E = 221\,308$ грн. Тоді,

$$ПО = \frac{1\,364\,684}{221\,308} \approx 6,2 \text{ років.}$$

Невеликий термін окупності капітальних витрат свідчить про економічну доцільність реалізації запропонованих рішень, а з іншого боку про гостру необхідність впровадження енергозберігаючих заходів – модернізацію огорожувальної конструкції будівлі.

3.6 Висновок

За результатами розрахунку капітальних та експлуатаційних витрат, пов'язаних з проектом утеплення зовнішніх стін та перекриття горища будівлі встановлено, що капітальні витрати за проектом становлять 1364 684 грн.,

експлуатаційні витрати за проєктом – 68 234 грн. Розрахункова економія, яка потенційно може бути досягнена в результаті запровадження енергоефективних заходів становить 221 308 грн./рік. Розрахунковий термін окупності заходів з утеплення фасаду та перекриття горища – 6,2 роки, без урахування впливу інфляції та зміни тарифів на енергоносії.

Висновок

У ході виконання кваліфікаційної роботи магістра проведено дослідження показників енергетичної ефективності житлової багатоповерхової будівлі.

Виконання класичного пакету заходів щодо модернізації лише зовнішніх огорожувальних конструкцій будівлі дає зниження енергоспоживання на рівні до 30-35% порівняно з вихідним станом. Проте, реалізація заходів з модернізації зовнішньої оболонки будівлі не задовольняє мінімальні вимоги до енергетичної ефективності.

Для задоволення мінімальних потреб щодо показників енергетичної ефективності будівлі необхідно здійснити також модернізацію інженерних мереж будівлі.

У роботі оцінено ефективність модернізації системи опалення та вентиляції будівлі. За даними моделювання очікуваних показників енергоспоживання встановлено, що комплексна модернізація оболонки будівлі та її інженерних мереж дозволяє привести енергоспоживання будівлі у відповідність до мінімальних вимог. Разом з тим можна зазначити, що попри скорочення енергоспоживання приблизно у 2 рази, споживання первинної енергії та викиди парникових газів знижуються на 35-40%. Це може бути пояснене додатковим споживанням електричної енергії засобами автоматизації.

Список використаних джерел

- 1) Закон України про енергетичну ефективність (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2022, № 2, ст.8);
- 2) Закон України про енергетичну ефективність будівель(Відомості Верховної Ради (ВВР), 2017, № 33, ст.359);
- 3) Перелік заходів з енергоефективності- <https://eefund.org.ua> › sites › default › files ›
- 4) ДБН В.2.5-23:2010. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення;
- 5) Методичні вказівки до виконання економічної частини кваліфікаційної роботи для студентів напряму підготовки 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Укладач: Л.В. Тимошенко - Дніпро: НТУ «ДП», 2020. - 18 с.
- б) Методичні вказівки до виконання випускної кваліфікаційної роботи здобувача вищої освіти другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / уклад. С.С. Худолій [та ін.]. Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Д.: НТУ «ДП», 2022. – 28 с.
- 7) Вартість будівельних робіт та матеріалів. Електронний ресурс: https://epicentrk.ua/shop/bazaltova-vata-sweetondale-tekhnofas-kotedzh-100-mm-2-16-kv-m.html?gad_source=1&gclid=Cj0KCQiAnrOtBhDIARIsAFsSe52xEAn9jD5Is9Vd_BnErXNG5r6pVIRJTkzb1BEynITGM9yGNr_GVMgaAgzXEALw_wcB

Додаток А

№	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
1	A4	Пояснювальна записка		
		Графічні матеріали		
2	A4	Презентаційні матеріали		