

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Навчально-науковий інститут енергозбереження та енергоменеджменту  
(повна назва інституту)

Кафедра електропостачання

(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»  
УДК \_\_\_\_\_

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Олена БОРИЧЕНКО

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

## Магістерська дисертація

зі спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
освітня програма Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології

на тему: «Моделювання енергоспоживання житлової багатоквартирної будівлі з урахуванням особливостей різних програмних комплексів»

Виконав: студент II курсу, групи ГН-31мп

Рабенко Євгеній Олегович

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник: к.т.н., доц. Шовкалюк Марина Михайлівна

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Нормоконтроль

провідний інженер Прокопенко І.Д.  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент д-р філософії Яценко О.І., ІАТЕ КПІ ім.Ігоря Сікорського

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті  
немає запозичень з праць інших авторів без  
відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_

Київ – 2024 рік

**Національний технічний університет України**  
**«Київський політехнічний інститут**  
**імені Ігоря Сікорського»**

Інститут/факультет Навчально-науковий інститут енергозбереження та енергоменеджменту

Кафедра електропостачання

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо – науковою програмою  
Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітня програма: «Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології»

«Системи забезпечення споживачів електричною енергією»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Олена БОРИЧЕНКО

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА МАГІСТЕРСЬКУ ДИСЕРТАЦІЮ СТУДЕНТУ**

Рабенко Євгенію Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації: «Моделювання енергоспоживання житлової багатоквартирної будівлі з урахуванням особливостей різних програмних комплексів», науковий керівник дисертації Шовкалюк Марина Михайлівна, к.т.н., доцент, затвердженні наказом по університету 08 листопада 2024 р. №5008-с
2. Термін подання студентом дисертації: 13 грудня 2024 року
3. Об'єкт дослідження: Житловий багатоквартирний будинок в Київській області з даховою котельнею
4. Вихідні дані: Робочий проєкт: архітектурно-будівельна, електротехнічна, теплотехнічна частина, дані щодо енергоспоживання за 5 років, дані щодо споживання природного газу даховою котельнею.
5. Перелік завдань, які потрібно розробити:
  - 5.1 Аналіз енергоефективності будівель – провести огляд наукової

літератури та сучасних програмних продуктів, що використовуються для моделювання енергетичних характеристик будівель, із фокусом на продукт "Е-Аудит".

5.2 Характеристика об'єкта дослідження – описати основні характеристики об'єкта, включаючи інженерні системи, динаміку енергоспоживання, а також оцінку якості послуг енергозабезпечення.

5.3 Аналіз теплового захисту та енергоспоживання – розрахувати показники енергоефективності, визначити клас енергоефективності будівлі, а також провести аналіз енергоспоживання для різних режимів роботи систем.

5.4 Моделювання енергоспоживання та оцінка заходів з енергозбереження – здійснити моделювання енергоспоживання до та після впровадження енергоефективних заходів у "Е-Аудит" та порівняти результати з іншими програмами.

5.5 Розробка стартап-проєкту для енергоефективності будівель – провести аналіз ринку, конкурентоспроможності, розробити стратегію виходу на ринок, маркетингову програму та фінансове обґрунтування для стартапу з енергоефективності.

6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: презентація – наочні матеріали за результатами дослідження

7. Орієнтовний перелік публікацій:

7.1 Шовкалюк М.М., Рабенко Є.О. Розробка концепції використання цифрових технологій для підвищення енергоефективності будівельного фонду // Збірник наук. праць II Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Progressive opportunities and solutions of advanced society»

7.2 Шовкалюк М.М., Рабенко Є.О. Енергетичне обстеження житлової багатоквартирної будівлі з розробкою енергетичного сертифікату // Збірник наук. праць VII науково-технічної конференції магістрантів імені

професора Василя Миколайовича Винославського,

7.3 Рабенко Є.О., Шовкалюк М.М., моделювання показників енергоспоживання багатоквартирної будівлі з використанням спеціалізованих програмних продуктів // Збірник наук. праць X Міжнародної конференції «Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – REIMS'24» .

8. Дата видачі завдання “30” жовтня 2024 р.

#### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Аналіз енергоефективності будівель	01.10.2024 – 14.10.2024	
2	Загальна характеристика об'єкту дослідження	15.10.2024 – 30.10.2024	
3	Моделювання та аналіз впливу рівня теплового захисту на енергоспоживання будівлі	01.11.2024 – 23.11.2024	
4	Розроблення стартап-проєкту	23.11.2024 – 30.11.2024	
5	Проходження нормоконтролю	01.12.2024 – 05.12.2024	
6	Проходження тесту на плагіат	06.12.2024 – 07.12.2024	
7	Підготовка презентації та доповіді для захисту	08.12.2024 – 13.12.2024	

Студент

\_\_\_\_\_

(підпис)

Є.О. Рабенко

(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

\_\_\_\_\_

(підпис)

М.М. Шовкалюк

(ініціали, прізвище)

## РЕФЕРАТ

Обсяг магістерської дисертації – 146 аркушів, кількість рисунків – 66, кількість таблиць – 53, кількість бібліографічних найменувань – 31, кількість додатків – 4.

**Актуальність:** підвищення енергоефективності будівельного фонду є ключовим завданням у контексті глобальних викликів щодо зниження енергоспоживання та викидів CO<sub>2</sub>. В Україні це питання є особливо важливим через застарілий стан будівель і значне енергоспоживання, а впровадження сучасних інструментів, таких як E-Audit, сприяє автоматизації енергоаудитів та підвищенню ефективності реалізації енергоефективних заходів.

**Метою** даного дослідження є проведення енергетичного аудиту багатоквартирної будівлі та розробка рекомендації для впровадження заходів з енергозбереження з використанням спеціалізованих програмних продуктів.

**Об'єкт** дослідження: 213-квартирний 9-ти поверховий житловий будинок, 2009 року побудови розташований в м. Буча, Київської обл.

**Предмет** дослідження: недостатній рівень енергоефективності житлового будинку, що потребує модернізації шляхом виконання заходів для її підвищення.

**Наукова новизна** одержаних результатів полягає у огляді можливостей різних програмних продуктів для моделювання енергоспоживання та енергетичних характеристик, а також енергосертифікації багатоквартирних будівель в Україні.

**Практична значущість:** матеріали магістерської дисертації можуть бути корисними при підготовці і викладанні дисципліни «Програмно-аналітичне забезпечення енергоаудиту та сертифікації енергетичної ефективності будівель» для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

**Апробація** результатів дослідження: Результати досліджень були апробовані на 3 науково-практичних конференціях (з публікацією тез доповідей), а також за результатами магістерської дисертації підготовлено 1 статтю.

**Ключові слова:** енергоспоживання, енергетична ефективність, термомодернізація, моделювання, енергетичне обстеження, житлова будівля.

## ABSTRACT

The volume of the master's thesis is 146 sheets, the number of figures is 66, the number of tables is 53, number of bibliographic entries is 31, the number of appendices is 4.

Topicality: improving the energy efficiency of the building stock is a key task in the context of global challenges to reduce energy consumption and CO<sub>2</sub> emissions. In Ukraine, this issue is particularly important due to the outdated state of buildings and significant energy consumption, and the introduction of modern tools, such as E-Audit, contributes to the automation of energy audits and increased efficiency in the implementation of energy efficiency measures.

The purpose of this study is conducting an energy audit of an apartment building and developing recommendations for implementing energy saving measures using specialized software products

Object of study: A 213-apartment, 9-story residential building, built in 2009, is located in the city of Bucha, Kyiv region.

Subject of study: insufficient level of energy efficiency of a residential building, which requires modernization by implementing measures to increase it.

Scientific novelty of the obtained results lies in the overview of the capabilities of various software products for modeling energy consumption and energy characteristics, as well as energy certification of multi-apartment buildings in Ukraine.

Practical significance: the materials of the master's thesis can be useful in the preparation and teaching of the discipline "Software and analytical support for energy audits and certification of energy efficiency of buildings" for students of the specialty 141 "Electric power engineering, electrical engineering and electromechanics". Approbation of research results: The results of the research were tested at 3 scientific and practical conferences, and an article was prepared based on the results of the master's thesis in 3 magazines.

**Keywords:** energy consumption, energy efficiency, thermal modernization, modeling, energy audit, residential building, specific energy consumption, thermal modernization.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	11
1 АНАЛІЗ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ .....	12
1.1 Аналіз проблеми підвищення енергоефективності у будівельному фонді та огляд публікацій .....	12
1.2 Огляд програмних продуктів для моделювання енергетичних характеристик будівель та аналізу енергоспоживання .....	17
1.2.1 Програмний продукт Асоціації енергоаудиторів України Е-Аудит.....	21
Висновки до розділу 1 .....	32
2 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	33
2.1 Загальний опис об'єкта.....	33
2.2 Опис інженерних систем .....	37
2.2.1 Система електропостачання об'єкта .....	37
2.2.2 Дахова котельня та система теплопостачання .....	40
2.2.3 Система вентиляції та охолодження будівлі.....	44
2.2.4 Оцінка мешканцями якості послуг енергозабезпечення.....	45
2.3 Прилади обліку будівлі та динаміка споживання ПЕР .....	46
Висновки до розділу 2 .....	52
3 МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ ВПЛИВУ РІВНЯ ТЕПЛООВОГО ЗАХИСТУ НА ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ БУДІВЛІ.....	53
3.1 Особливості розрахунків показників енергоефективності об'єкта відповідно до національної методики.....	53
3.1.1 Опис алгоритму проведення розрахунків.....	53
3.1.2 Сумарна теплопередача.....	54
3.1.3 Урахування теплонадходжень .....	57

3.1.4 Енергоспоживання для опалення .....	59
3.1.5 Режим охолодження.....	61
3.1.6 Клас енергоефективності будівлі .....	62
3.2 Визначення енергетичних характеристик житлової будівлі .....	63
3.3 Розробка пропозицій по підвищенню енергетичної ефективності .....	66
3.4 Моделювання енергоспоживання існуючої багатоквартирної будівлі в програмному продукті Е-Аудит .....	81
3.5 Моделювання енергоспоживання будівлі в програмному продукті Е-Audit після проведення заходів з енергозбереження.....	85
3.6 Порівняння результатів моделювання енергоспоживання за допомогою спеціалізованих програм .....	87
Висновки до розділу 3 .....	90
4. РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЄКТУ .....	92
4.1 Опис ідеї стартап-проєкту.....	92
4.2 Технологічний аудит ідеї проєкту.....	97
4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проєкту.....	98
4.3.1 Аналіз попиту ринку .....	99
4.3.2 Визначення потенційних груп клієнтів .....	100
4.3.3 Аналіз ринкового середовища .....	101
4.3.4 Аналіз загальних рис конкуренції на ринку.....	103
4.3.5 Детальний аналіз умов конкуренції .....	105
4.3.6 Перелік факторів конкурентоспроможності .....	106
4.3.7 Визначення сильних та слабких сторін стартап – проєкту.....	107
4.3.8 Проведення SWOT аналізу .....	109
4.4 Розроблення ринкової стратегії проєкту.....	110

4.5 Розроблення маркетингової програми стартап – проєкту .....	117
4.5.1 Формування маркетингової концепції товару .....	117
4.5.2 Розробка тривірневої маркетингової моделі товару .....	118
4.5.3 Визначення цінових меж для потенційного товару .....	119
4.5.4 Визначення оптимальної системи збуту .....	121
4.5.5 Розробка концепції маркетингових комунікацій .....	122
4.6 Фінансове обґрунтування стартап – проєкту .....	123
4.6.1 Оплата праці .....	123
4.6.2 Витрати на розробку та підтримку продукту .....	124
4.6.3 Оцінка рентабельності продукту .....	125
Висновки до розділу 4 .....	126
ВИСНОВКИ .....	128
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	130
ДОДАТОК А .....	133
ДОДАТОК Б .....	134
ДОДАТОК В .....	136
ДОДАТОК Г .....	145

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАК ТА ТЕРМІНІВ

## Скорочення

ДСТУ – Державний стандарт України;

ДБН – Державні будівельні норми;

ТП – трансформаторна підстанція;

ГВП – гаряче водопостачання;

ККД – коефіцієнт корисної дії;

ВДЕ – відновлювані джерела енергії;

СЕС – сонячна електростанція;

## Умовні позначки та символи

$CO_2$  – вуглекислий газ;

$Q_{нр}$  – нижча робоча теплота згорання палива;

$t_{вн}$  – внутрішня температура;

$t_{зн}$  – зовнішня температура;

$U$  – коефіцієнт теплопередачі;

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії (ККД);

$F$  – площа огорожувальної конструкції;

$\delta$  – товщина;

ТОК – термін окупності.

## Терміни

*Енергоефективність будівлі* – здатність будівлі забезпечувати комфортні умови для проживання чи роботи з мінімальними енерговитратами, що досягається шляхом оптимізації конструктивних рішень, систем опалення, вентиляції, охолодження та використання відновлюваних джерел енергії.

*Тепловий захист будівлі* – сукупність конструктивних і технічних рішень, що сприяють зменшенню тепловтрат через огорожувальні конструкції для підтримання необхідного температурного режиму в приміщенні.

*Клас енергоефективності будівлі* – показник, який характеризує рівень енергоспоживання будівлі у порівнянні зі встановленими нормативами, виражений у вигляді літерної шкали від А (найвищий рівень) до G (найнижчий рівень).

## ВСТУП

Будівельний фонд України має суттєво вищі питомі показники енергоспоживання, ніж в країнах ЄС, проте є значний потенціал енергозбереження, що складає близько 50-60%.

Із введенням в дію Закону України «Про енергоефективність будівель» [1] було впроваджено енергетичну сертифікацію за національною методикою розрахунку [2]. За діючими вимогами враховують відхилення розрахункових значень енергоспоживання від граничних показників при визначенні класу енергоефективності. Старий житловий фонду не відповідає діючим вимогам: теплотехнічні характеристики огорожень значно нижче за встановлені будівельні норми [3], а інженерні мережі мають низький класи енергоефективності [4]. Будівля є складною енергосистемою, для аналізу показників енергоспоживання якої застосовується системні підходи; тому актуальним є застосування енергетичного моделювання для вибору технічних рішень під час реалізації комплексних проєктів термомодернізації.

Аналіз літератури свідчить про наявність досліджень, які підтверджують доцільність застосування програмного моделювання для оптимізації енергоспоживання та вибору ефективних рішень під час термомодернізації. Зокрема, дослідники Пахунова К.Ю. та Шовкалюк М.М. [22 – 24], розглянули позитивний вплив модернізації огорожень на зниження енергоспоживання, однак комплексне моделювання з урахуванням розробки енергетичного сертифікату залишається неопрацьованим. Водночас, використання відповідного програмного забезпечення для автоматизації розрахунків може значно полегшити цей процес.

Незважаючи на значний прогрес, залишається низка невирішених питань: недостатнє порівняння результатів різних програмних продуктів, відсутність єдиних стандартів для оцінки класу енергоефективності за альтернативними методами та створення енергетичного сертифікату.

## **1 АНАЛІЗ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ**

### **1.1 Аналіз проблеми підвищення енергоефективності у будівельному фонді та огляд публікацій**

У сучасному контексті підвищення енергоефективності будівельного фонду стало ключовим питанням через зростаючу потребу у зниженні споживання енергії, зменшенні викидів парникових газів, та досягненні кліматичних цілей. Це завдання актуальне для України, яка розвиває національну нормативну базу у відповідності до європейських стандартів і має на меті модернізувати житловий фонд для зниження енергетичних витрат. Проте, попри існування законодавчої бази, український будівельний сектор все ще потребує значних удосконалень у сфері енергоефективності, адже значна частка будівель не відповідає сучасним вимогам з теплозахисту.

На сьогодні підвищення енергоефективності в будівельному фонді України залишається критично важливим завданням, особливо у контексті значного зносу житлового фонду та високого енергоспоживання. Більшість наявного будівельного фонду в Україні складається з багатоповерхових житлових будівель, зведених у 1960-80-х роках. Ці будівлі мають слабку теплоізоляцію, відсутність сучасних систем вентиляції та нерегульовані системи опалення. 70-80% таких будівель мають гостру потребу в термомодернізації для досягнення енергетичних стандартів.

Програми з підвищення енергоефективності вже розробляються, включаючи державну програму «Енергодім», що фінансується Фондом енергоефективності та пропонує підтримку для ОСББ у вигляді грантів на проведення енергетичних заходів. На основі даних аналітичних досліджень, в рамках програми передбачено до 50% покриття вартості заходів з модернізації. Подібні ініціативи спрямовані на поступове зменшення енергетичних втрат, проте темпи реалізації залишаються повільними через бюрократичні перешкоди та недостатню обізнаність населення.

Розглянемо нормативну базу, яка регламентує енергоефективність будівель, а також публікації та дослідження, присвячені цій тематиці.

Законодавча база

- **Закон України "Про енергетичну ефективність будівель" №2118-VIII від 03.08.2022** [1] — цей закон встановлює основні принципи та вимоги щодо підвищення енергоефективності будівель в Україні. Він визначає нормативи та стандарти, що повинні дотримуватись при проектуванні, будівництві, реконструкції та експлуатації будівель, зокрема для забезпечення їх енергетичної ефективності та зниження енергоспоживання.

- **ДСТУ 9190:2022 "Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання"** [2] — цей стандарт описує методику розрахунку енергоспоживання в будівлях для різних систем, включаючи опалення, охолодження, вентиляцію, освітлення та гаряче водопостачання. Це важливий інструмент для оцінки енергетичних витрат у будівлях.

- **ДБН В.2.6–31:2021 "Теплова ізоляція та енергоефективність будівель"** [3] — цей нормативний документ визначає вимоги до теплоізоляції будівель та інші заходи, що сприяють підвищенню енергоефективності в будівництві. Він включає вимоги щодо матеріалів та конструкцій, які забезпечують необхідний рівень енергоефективності.

- **ДБН В.2.5-67:2013 "Опалення, вентиляція, кондиціонування"** [4] — містить вимоги до систем опалення, вентиляції та кондиціонування в будівлях. Цей документ регламентує проектування, встановлення та експлуатацію цих систем з метою забезпечення комфортних умов для мешканців і зниження енергоспоживання.

- **ДСТУ ISO 50001:2019 "Системи енергетичного менеджменту"** [5] — стандарт, який визначає вимоги до систем енергетичного менеджменту в організаціях. Цей документ сприяє зниженню енергетичних витрат і підвищенню ефективності використання енергії.

- **ДСТУ EN ISO 52003-1:2022 "Енергетичні характеристики будівель. Показники, вимоги, рейтинги та сертифікати"** [6] — цей стандарт встановлює загальні принципи для оцінки енергетичних характеристик будівель, включаючи показники енергоефективності, вимоги до сертифікації та рейтингу будівель за енергетичними характеристиками.

- **Directive (EU) 2024/1275 of the european parliament and of the council** [7] — це директива, що регулює енергетичні характеристики будівель. Вона встановлює вимоги до підвищення енергоефективності в будівництві та модернізації будівель в країнах ЄС.

- **Закон України "Про Фонд енергоефективності" № 2095-VIII від 30.06.2024** [8] — цей закон регулює діяльність Фонду енергоефективності, який фінансує проекти з підвищення енергоефективності будівель в Україні. Закон визначає порядок надання фінансування та умови для реалізації таких проектів.

- **ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 "Будівельна кліматологія"**[9] — цей стандарт встановлює вимоги до врахування кліматичних умов при проектуванні та будівництві будівель. Він регламентує, як кліматичні фактори впливають на енергоспоживання будівель.

- **ДБН В.2.2-15-2019 "Житлові будинки. Основні положення"**[10] — цей нормативний документ містить основні вимоги до проектування та будівництва житлових будинків в Україні, включаючи енергетичні характеристики будівель.

- **ДСТУ 9191:2022 "Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель"**[11] — стандарт, що описує методику вибору та оцінки теплоізоляційних матеріалів, які використовуються для утеплення будівель з метою зменшення енергоспоживання.

- **ДСТУ Б EN ISO 10077-1:2022 "Теплотехнічні властивості вікон, дверей і жалюзі"**[12] — цей стандарт встановлює методи розрахунку коефіцієнта теплопередачі для вікон, дверей та жалюзі, що є важливими елементами енергоефективності будівель.

- **Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 11.07.2018 №169 "Методика визначення енергетичної ефективності будівель"**[13] — цей наказ затверджує методику визначення енергоефективності будівель в Україні, що є основою для сертифікації енергоефективності.

- **Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 11.07.2018 №172 "Порядок проведення сертифікації енергетичної ефективності"**[14] — цей наказ регламентує процес сертифікації енергетичної ефективності будівель в Україні, встановлюючи правила та вимоги для сертифікації.

- **Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 27.10.2020 №260 "Мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівель"**[15] — цей наказ визначає мінімальні вимоги до енергетичної ефективності для будівель в Україні, що повинні дотримуватись під час проектування та будівництва.

- **Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 27.10.2020 №261 "Зміни до методики визначення енергетичної ефективності будівель"**[16] — цей наказ містить зміни та доповнення до методики визначення енергетичної ефективності будівель, що дозволяє більш точно оцінювати енергоспоживання та ефективність заходів з енергозбереження.

Проблема підвищення енергоефективності у будівельному фонді є надзвичайно важливою для забезпечення сталого розвитку, зменшення енергетичних витрат та зниження негативного впливу на навколишнє середовище. З огляду на значну частку будівель, які не відповідають сучасним вимогам енергозбереження, питання модернізації існуючих об'єктів набуває особливої актуальності. Вирішення цієї проблеми передбачає комплексний підхід, що включає застосування новітніх технологій, удосконалення нормативно-правової бази та забезпечення економічних стимулів для інвестування в енергоефективність.

Основні проблеми, що виникають при підвищенні енергоефективності в будівництві, пов'язані з високими витратами на модернізацію старих будівель та відсутністю достатньої підтримки з боку держави [27]. Існуючі будівлі, особливо старі житлові та комерційні об'єкти, зазвичай мають низькі показники енергетичної ефективності, що призводить до надмірних витрат на опалення, кондиціонування та інші енергоємні процеси. Окрім того, значною перешкодою є також відсутність комплексних рішень, що б дозволяли одночасно покращити енергоефективність і забезпечити економічну доцільність таких проектів. У цьому контексті велике значення мають сучасні методи оцінки енергетичних характеристик будівель, які дозволяють точно визначити найефективніші заходи для зниження енергоспоживання.

До того ж, важливим аспектом є роль державного регулювання, яке, на жаль, на даний момент не є достатньо ефективним. Відсутність чітких нормативів та стимулів для впровадження енергозберігаючих технологій у будівлях перешкоджає реалізації багатьох проектів [28]. Більшість нормативних актів не відповідають реальним умовам будівництва, що ускладнює їхнє виконання на практиці. Потрібно також зазначити, що інтеграція відновлювальних джерел енергії, таких як сонячні панелі та теплові насоси, може стати важливим кроком у досягненні високих стандартів енергоефективності. Однак ці технології часто є дорогими та потребують значних початкових інвестицій, що ускладнює їхнє широке впровадження, особливо у зв'язку з економічними труднощами.

Також важливим є використання технологій для оцінки та моделювання енергоефективності будівель. Сучасні програмні засоби дозволяють створювати точні моделі енергоспоживання, що в свою чергу дозволяє краще прогнозувати вплив різних заходів на загальну енергетичну ефективність будівель. Завдяки таким інструментам можна реалізувати індивідуальні підходи до кожного об'єкта та знайти оптимальні рішення для зниження енергоспоживання [29].

В цілому, для досягнення значних результатів у сфері енергоефективності будівель необхідно комплексно підходити до вирішення цієї проблеми. Важливими аспектами є впровадження новітніх технологій, удосконалення нормативно-

правової бази, а також забезпечення підтримки з боку держави і фінансових установ для реалізації енергоефективних проєктів. Потрібно також стимулювати інвесторів до розробки і реалізації проєктів, які сприятимуть підвищенню енергоефективності будівель, що в свою чергу дозволить зменшити витрати на енергію та знизити негативний вплив на навколишнє середовище [30].

## **1.2 Огляд програмних продуктів для моделювання енергетичних характеристик будівель та аналізу енергоспоживання**

Будівля є складною енергетичною системою, для аналізу показників енергоспоживання якої застосовується системні підходи; тому актуальності набувають методи наукових досліджень із застосуванням енергетичного моделювання в спеціалізованих програмних продуктах.

Розглянемо можливості різного програмного забезпечення для моделювання енергетичних характеристик житлової будівлі.

### **1. Retscreen Expert**

Retscreen — це безкоштовна програма, розроблена урядом Канади. Вона використовується для оцінки енергетичної ефективності будівель, а також аналізу проєктів енергопостачання на базі традиційних і відновлюваних джерел енергії. Основою програми є Microsoft Excel з вбудованими макросами, які дозволяють після введення даних отримувати фінансову оцінку проєктів та результати порівняння варіантів модернізації.

Особливість програми — прив'язка до кліматичних даних, що забезпечує точність розрахунків, адаптованих до конкретної географічної локації.

Приклад моделювання

Основні можливості:

- Оцінка технічної та фінансової життєздатності проєктів.
- Аналіз енергоспоживання будівель, включаючи прогнози за рахунок кліматичних даних NASA.
- Розрахунок варіантів модернізації будівель із фінансовим аналізом.

- Не має можливості створення 3D моделей

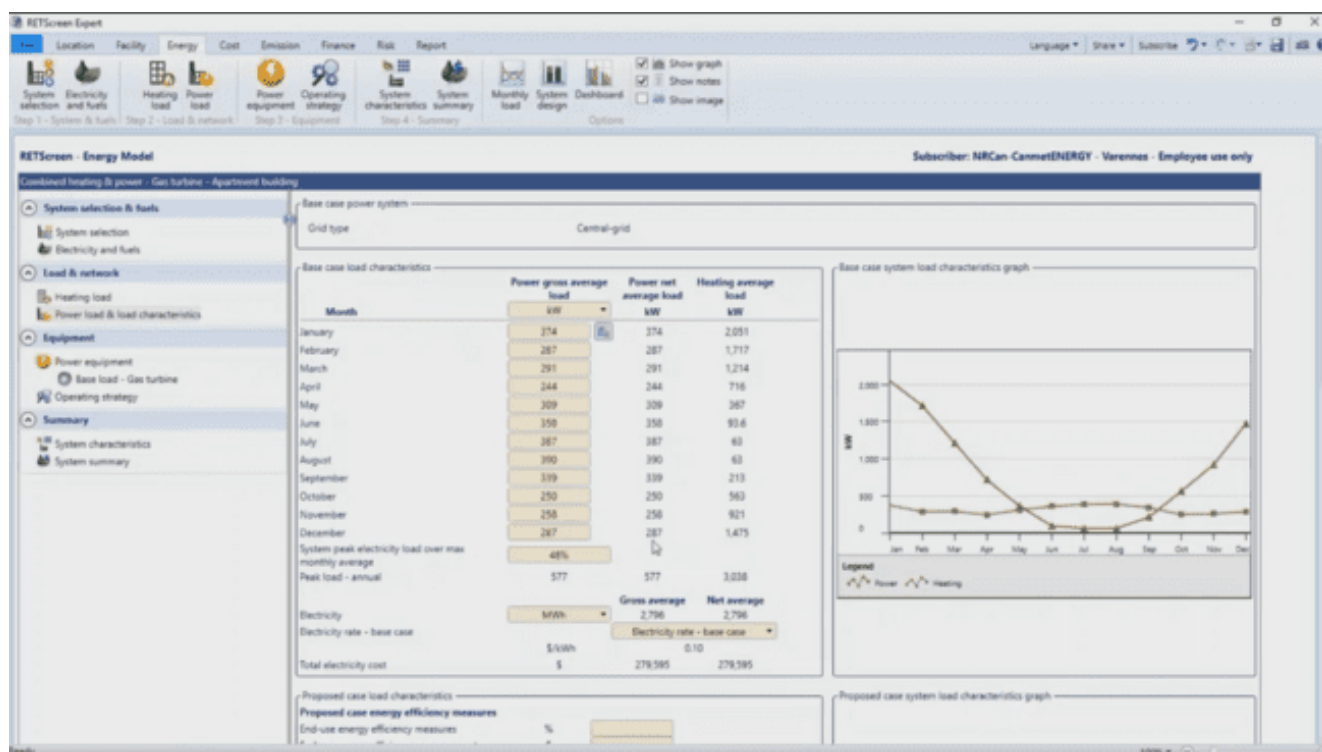


Рисунок 1.1 – Приклад моделювання технічних характеристик проєктів модернізації будівель RETScreen Expert

## 2. DesignBuilder

DesignBuilder — це потужний інструмент для енергетичного моделювання будівель, заснований на платформі EnergyPlus. Програма дозволяє моделювати сценарії енергоспоживання будівлі, враховуючи динамічні зміни в кліматі, повітрообміні, опаленні, охолодженні, а також модернізації інженерних систем (наприклад, додавання рекуперації).

Серед функцій програми:

- Створення 3D моделі будівлі з точним зонуванням приміщень (рис. 1.2).
- Аналіз шарів конструкцій будівлі, включаючи теплопровідність та опір теплопередачі.
- Моделювання інженерних систем будівлі (рис. 1.3)
- Можливість деталізованого погодинного розрахунку.
- Інтеграція відновлюваних джерел енергії та їх вплив на енергоспоживання.

DesignBuilder дозволяє створювати звіти з розподілом енергоспоживання за ресурсами, такими як газ, електроенергія та централізоване теплопостачання.

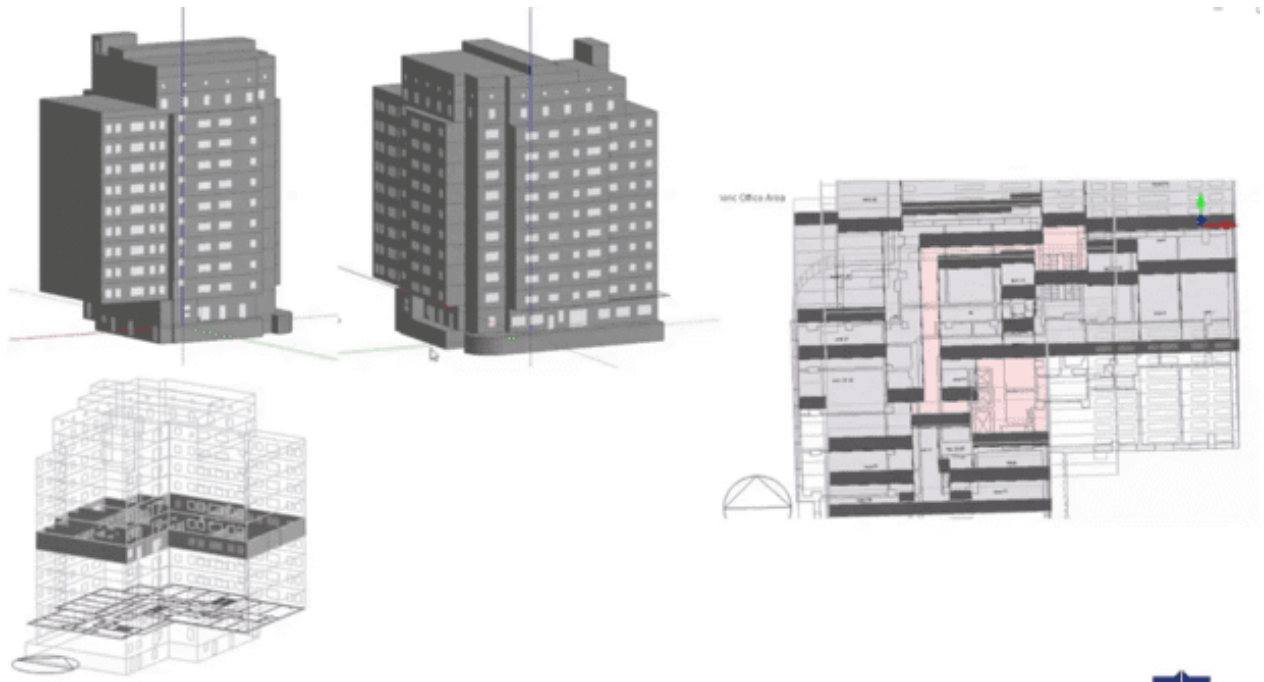


Рисунок 1.2 – Приклад побудови 3Д моделі в DesignBuilder

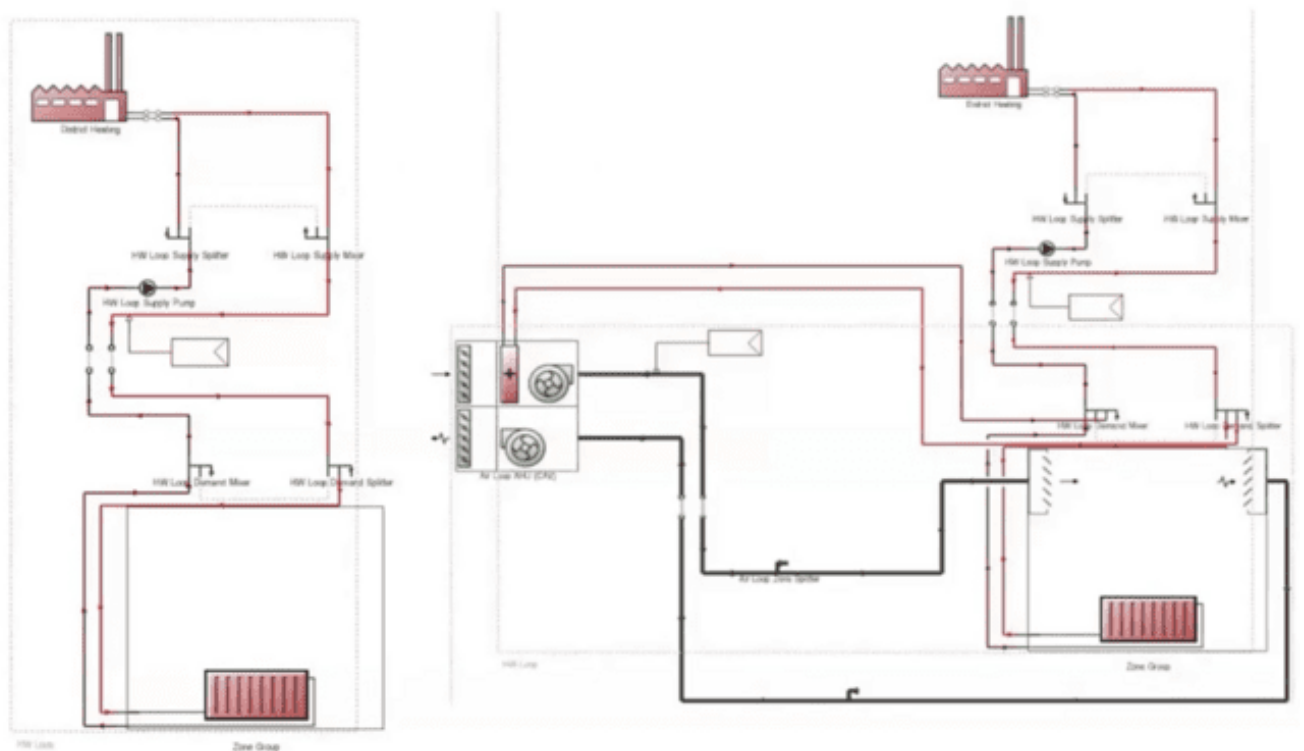


Рисунок 1.3 – Приклад моделювання інженерного забезпечення

### 3. Auditor OZC

Auditor OZC — програма, створена для розрахунків тепловтрат і теплового балансу будівель. Вона дозволяє аналізувати системи опалення та вентиляції відповідно до європейських стандартів.

Особливості:

- Можливість створення 3D моделі будівлі для більш точних розрахунків (рис. 1.4).
- Аналіз огорожувальних конструкцій з використанням базових і користувацьких матеріалів.
- Інтеграція з іншими системами через експорт даних.
- Деталізоване моделювання енергетичних характеристик за окремими зонами та приміщеннями будівлі;
- Наявні розрахункові кліматичні дані відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» [9];
- Можливість врахування теплопровідних включень огорожувальних конструкцій;
- Визначення проектного навантаження системи опалення відповідно до ДСТУ EN 12831 [26] та орієнтовний підбір опалюваних приладів з бази обладнання.

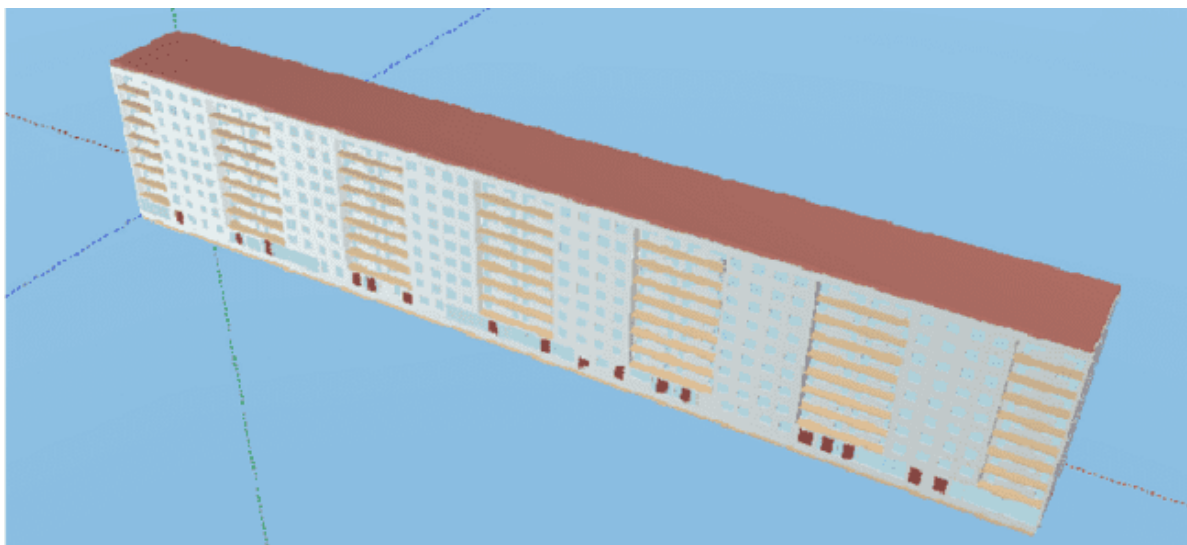


Рисунок 1.4 – Приклад моделі будівлі побудованої в Auditor OZC

### 1.2.1 Програмний продукт Асоціації енергоаудиторів України Е-Аудит

Програма E-Audit [11] є сучасним інструментом для проведення енергетичного аудиту будівель і розроблена спеціально для автоматизації процесу розрахунку показників енергетичної ефективності, враховуючи діючі нормативи та стандарти [1-16]. E-Audit дозволяє оцінити енергетичні потреби об'єкта, зокрема для опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання для базового сценарію та з урахуванням заходів з енергозбереження. Однією з ключових переваг E-Audit є можливість автоматизованого аналізу складних теплотехнічних процесів. Програма дозволяє вводити детальні характеристики будівлі, включаючи матеріали огорожувальних конструкцій, геометричні параметри, а також інформацію про кліматичні умови та режими експлуатації. На основі цих даних програма проводить розрахунки тепловтрат, визначає обсяги енергетичних потреб, енергоспоживання, первинної енергії та викидів CO<sub>2</sub> і формує звіт з детальним описом результатів. E-Audit також має можливість генерувати енергетичні сертифікати, що значно спрощує процес сертифікації будівель. Отримані результати можуть бути використані також для оцінки поточної енергоефективності будівлі, так і для планування заходів з її покращення. Використання програми дозволяє мінімізувати можливі людські помилки, які можуть виникати при ручних розрахунках, забезпечуючи високу точність і надійність отриманих даних. Головна вимога: для роботи з програмним продуктом потрібно ввести діючий сертифікат кваліфікованого енергетичного аудитора, що є обмежуючим фактором.

Розглянемо більш детально функціонал програми E-Audit. Для реєстрації в даній програмі необхідно вказати наступну інформацію:

- ПІБ користувача
- Номер ліцензії ДАЕ
- Назва навчального закладу, де був отриманий сертифікат

В даній роботі будемо використовувати сертифікат керівника МД – Шовкалюк М.М.

При переході на сайт програми [18], можемо бачити список проєктів, які були створені в нашому обліковому записі (рис.1.5).

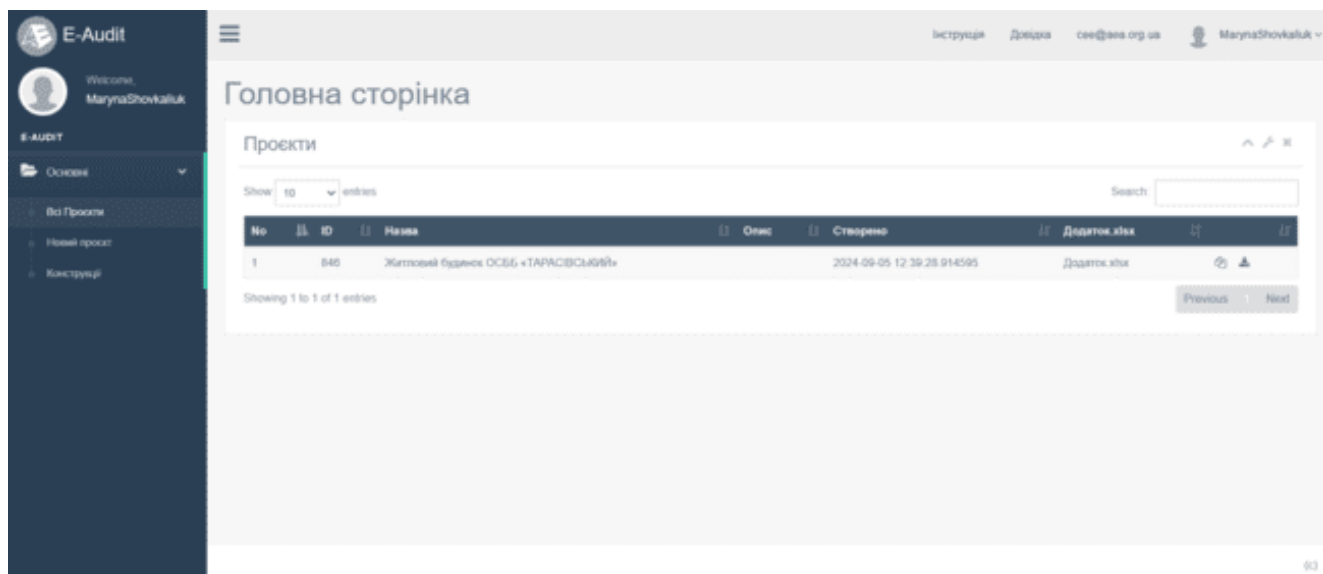


Рисунок 1.5 – Головна сторінка програми E – Audit

Одразу на головній сторінці можемо бачити в лівій частині екрану 3 вкладки:

- Всі проєкти (активна)
- Новий проєкт
- Конструкції

На вкладці Конструкції (рис. 1.6) можна додати конструкції, які будуть доступні одразу для всіх проєктів в профілі.

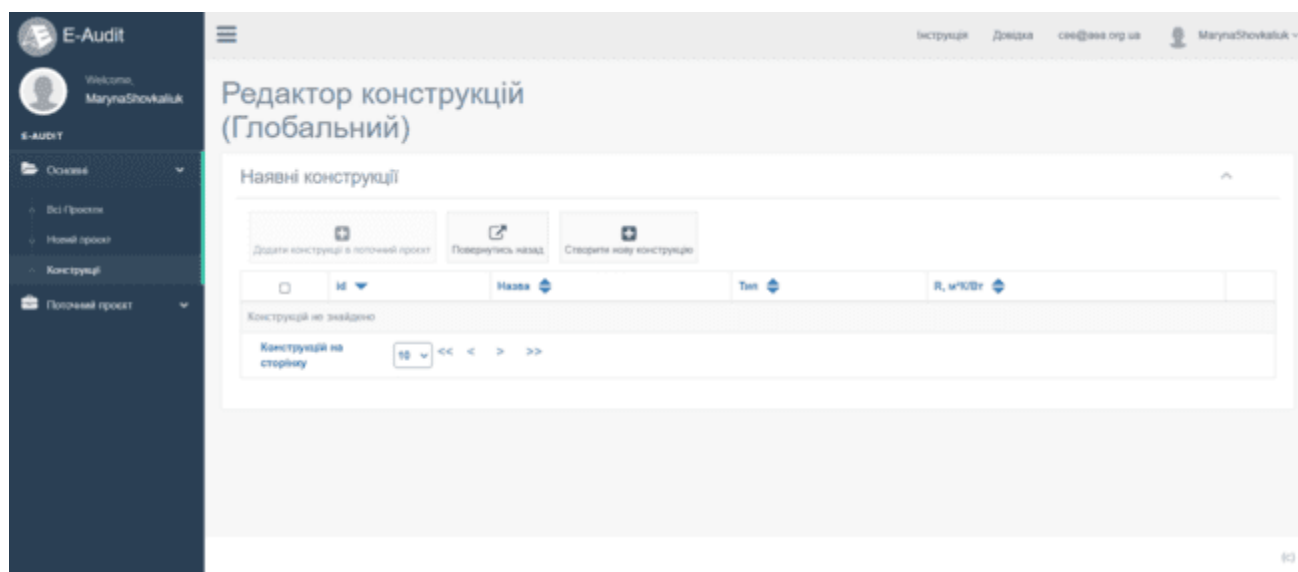


Рисунок 1.6 – Сторінка редактора конструкцій

У вікні створення конструкцій є визначений перелік типів конструкцій: Стіна, вікно, двері, зовнішня стіна з опорядженням світлопрозорими елементами,

перекриття над проїздами, суміщене покриття, зенітний ліхтар, підлога по ґрунту, опалювальний підвал, зовнішня стіна з вентиляваним повітряним прошарком, горищне перекриття, покриття опалювальних горищ (технічних поверхів) та покриття мансардного типу, технічне підпілля (неопалювальний підвал).

Залежно від обраного типу конструкції з'являються додаткові поля для заповнення, такі як: коефіцієнт теплопередачі конструкції, опір теплопередачі конструкції, матеріал, кількість частин, та ін.

Переходимо на вкладку Новий проєкт (рис. 1.7).

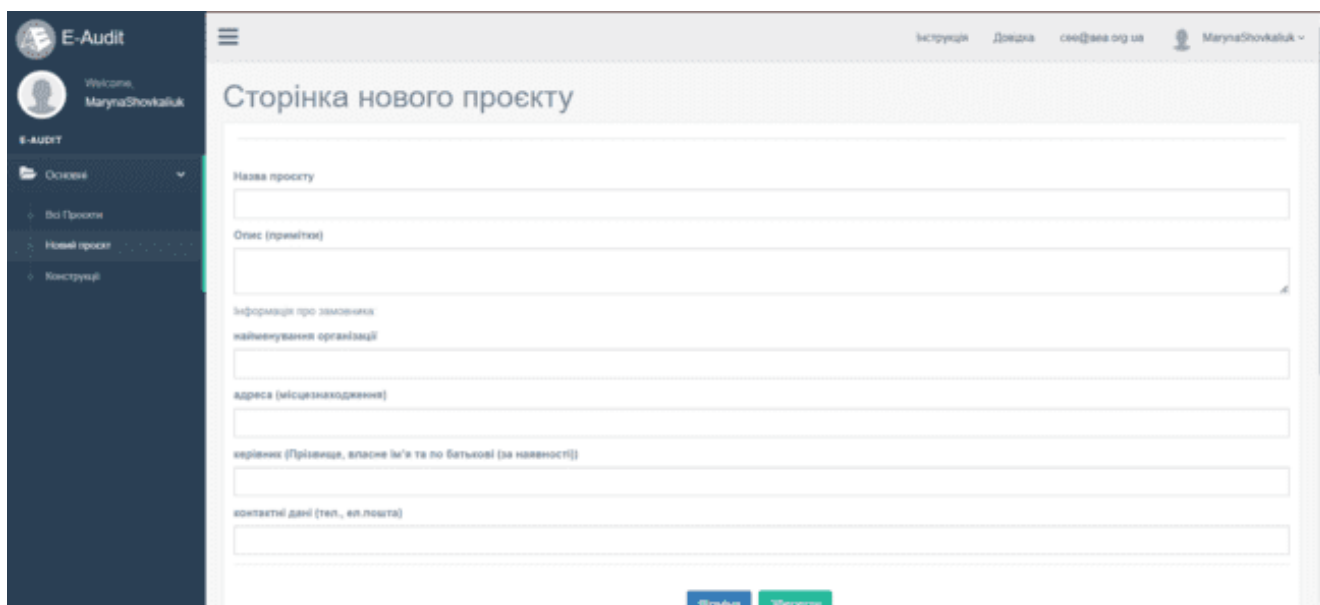
The image shows a web browser window displaying the 'E-Audit' application. The page title is 'Сторінка нового проєкту'. On the left, there is a dark blue sidebar with the user's name 'MarynaShovkaiuk' and a menu with options like 'Всі проєкти', 'Новий проєкт', and 'Конструкції'. The main content area contains a form with several input fields: 'Назва проєкту', 'Опис (примітки)', 'найменування організації', 'адреса (місцезнаходження)', 'керівник (Прізвище, власне ім'я та по батькові (за наявності))', and 'контактні дані (тел., ел. пошта)'. At the bottom of the form, there are two buttons: 'Відміна' (cancel) and 'Зберегти' (save).

Рисунок 1.7 – Сторінка створення проєкту

На даній сторінці створення проєкту маємо наступні поля для заповнення: Назва проєкту, Опис, Найменування організації, Адреса, Керівник, Контактні дані. Серед вищенаведених полів, обов'язкове до заповнення є лише Назва проєкту.

Після створення проєкту необхідно створити будівлю (рис. 1.8), яка буде закріплена за цим проєктом.

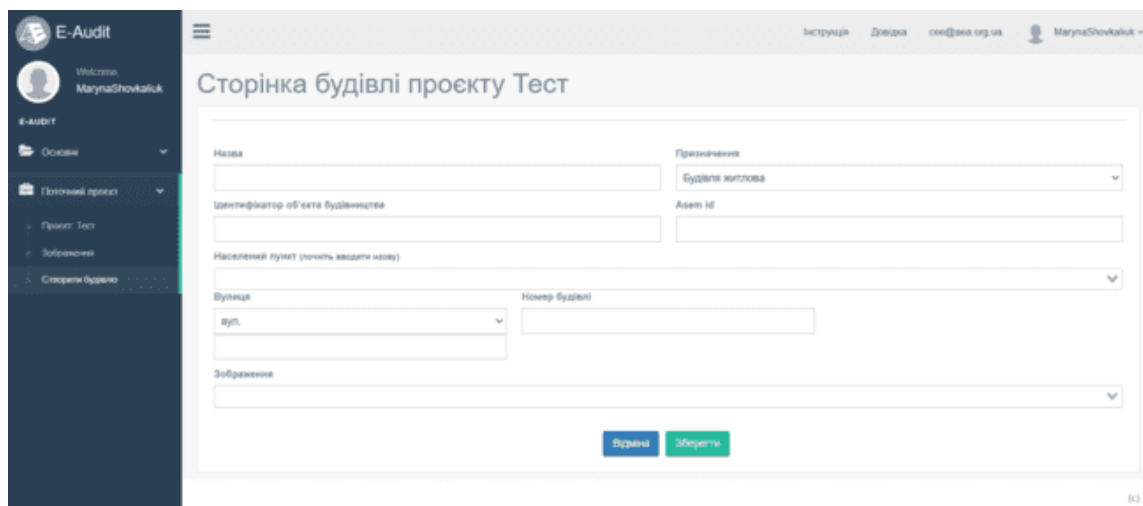


Рисунок 1.8 – Сторінка створення будівлі для проекту

Після створення будівлі з'являються додаткові вкладки, в яких уже і проводиться основне заповнення даних для обрахунку енергетичного сертифікату будівлі.

Вкладка Сценарії: для будівлі можна створювати декілька сценаріїв роботи. По замовчанню, для отримання сертифікату, необхідно створити 2 сценарії: базовий та після розрахунків.

Тут же налаштовується обраний сценарій, той для якого буде створюватись енергетичний сертифікат.

Для кожного з сертифікатів можна побачити окремі вкладки в лівій частині робочої області програми (рис. 1.9).

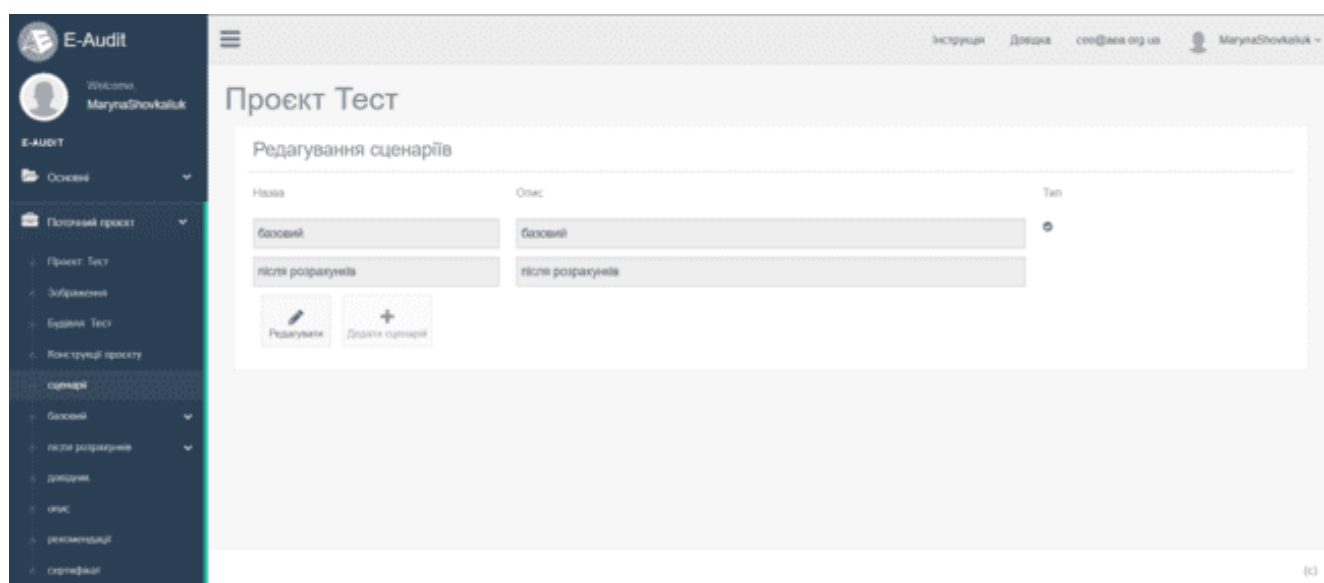


Рисунок 1.9 – Вкладка сценарії

Для кожного сценарію необхідно задати:

### **1. Налаштування сценарію**

Ця вкладка (рис. 1.10) дозволяє користувачеві гнучко налаштувати параметри моделювання енергоспоживання будівлі відповідно до специфіки проекту та вимог нормативної бази. Основні функції:

*Теплопередача через огорожувальні конструкції та вентиляцію:*

- Стандартна задана температура для опалення/охолодження: можливість задати фіксовані температури для створення моделі стандартних умов експлуатації будівлі.

- Урахування охолодження: функція дозволяє враховувати тепловтрати або теплопритоки через системи охолодження.

- Черговий режим опалення/охолодження: дає можливість оцінити енергоефективність у разі зниженої активності використання приміщення (наприклад, у вихідні дні чи неробочий час).

- Стандартні зовнішні температури: можливість враховувати середньорічні кліматичні умови регіону.

*Внутрішні теплонадходження:*

Можливість розрахунку теплонадходжень за різними джерелами:

- Від людей — теплопритоки, що створюються за рахунок присутності мешканців або працівників.

- Від освітлення — врахування тепла, яке генерується світильниками.

- Від обладнання — оцінка впливу технічних пристроїв на тепловий баланс будівлі.

*Утилізація тепла:*

Оцінка утилізації тепла від гарячого водопостачання (ГВП), що може бути використане для зниження витрат енергії на опалення чи інші системи.

*Еквівалент запірної арматури:*

Урахування тепловтрат, пов'язаних із запірною арматурою у трубопроводах (наприклад, клапани чи засувки).

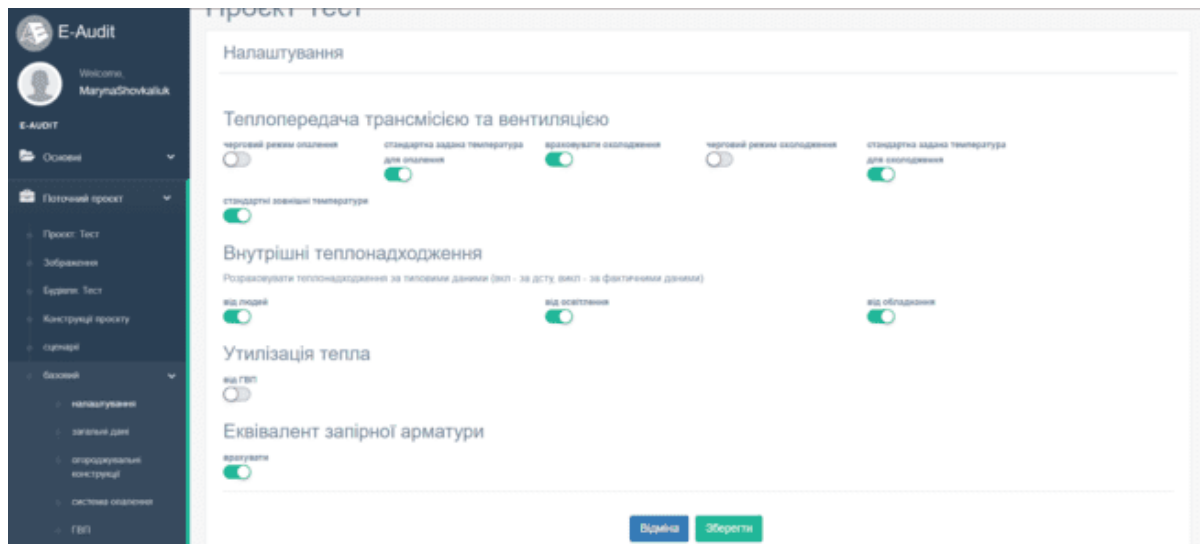


Рисунок 1.10 – Вкладка налаштування сценарію

## 2. Загальні дані

Вкладка «Загальні дані» (рис. 1.11) дозволяє користувачу вносити основну інформацію про будівлю, яка аналізується, а також задавати параметри, необхідні для розрахунків енергоефективності.

### 1. Основні параметри будівлі:

- Загальна площа ( $m^2$ )
- Загальний об'єм ( $m^3$ )
- Опалювальна площа та об'єм
- Кількість поверхів
- Кількість входів
- Число дорослих та дітей у приміщенні
- Рік побудови будівлі

### 2. Опалювальний період:

- Поле для введення фактичного опалювального періоду (рік, початок і кінець).
- Функціонал для додавання періодів невикористання, які можуть впливати на обсяг споживання енергії.

### 3. Режими роботи систем:

Для кожного дня тижня можна вказати:

- Кількість годин використання приміщення (робочі години).

- Графік роботи систем опалення, охолодження, гарячого водопостачання (ГВП) та циркуляції ГВП.

#### 4. Додаткові параметри:

- Вітрозахист основи: дозволяє вибрати тип захисту від впливу зовнішніх погодних умов (наприклад, центр міста, відкритий простір).

- Клас для внутрішньої теплоємності: вказується тип будівлі за рівнем накопичення тепла (наприклад, каркасні споруди, легкі конструкції).

- Джерело постачання електроенергії: визначення джерела електрики (з відновлюваних чи інших джерел).

- Частка відновлюваної електроенергії: вказується у відсотках.

Проект Житловий будинок ОСББ «ТАРАСІВСЬКИЙ»

Загальні дані (внесення та редагування)

Загальна площа	Загальний об'єм	Опалювальна площа	Опалювальний об'єм
22687.20	68529.40	21050.30	63673.20
Поверхи	Кількість входів	Кількість Дітей	Кількість Дорослих
9	5		
Рік	Формат виведення року		
2009	YYYY		

Фактичний опалювальний період

Рік періоду	Початок	Кінець
2023	18.10	15.04

Період невикористання

[+Додати період невикористання](#)

Державні свята враховуються, як період невикористання.

	Кількість годин використання (робочих)	Графік роботи системи опалення	Графік роботи системи охолодження	Графік роботи системи ГВП	Графік роботи циркуляції системи ГВП
Пн	24.00	24.00			
Вт	24.00	24.00			
Ср	24.00	24.00			
Чт	24.00	24.00			
Пт	24.00	24.00			
Сб	24.00	24.00			
Нд	24.00	24.00			

Вітрозахист основи

Середньозахищений простір (Передмістя)

Клас для внутрішньої теплоємності

Дуже легкий (Каркасні будівлі зі стінами полегшеної конструкції - збірно-щитові, каркас)

Джерело постачання електричної енергії

Електрична енергія з мережі

Частка електроенергії, виробленої на місці (з відновлюваних джерел), %

Рисунок 1.11 – Вкладка Загальні дані

### **3. Огороджувальні конструкції**

На даній вкладці діє точно такий функціонал як на базовій сторінці, описаний раніше (рис. 1.6). Єдина відмінність – всі конструкції, створені в межах обраного сценарію будуть доступні лише в межах даного проєкту. Показане ж вікно редактору конструкцій на рисунку 1.6 створює конструкції в межах всіх проєктів користувача.

### **4. Система опалення**

Дана вкладка дозволяє задавати параметри опалювальної системи для об'єкта дослідження. У розділі передбачено налаштування наступних характеристик:

1. % опалювальної площі: задається відсоток загальної площі будівлі, що охоплюється системою опалення.
2. Тип джерела: визначається, яке джерело тепла використовується для опалення.
3. Ефективність джерела тепла: відображає коефіцієнт ефективності джерела у відсотках.
4. Енергосистема/послуга: можна обрати тип послуги, що надається.
5. Джерело тепlopостачання: налаштовується більш деталізовано, зокрема варіанти з якісним регулюванням температури.
6. Тепловий режим приміщення: зазначається постійний або змінний режим.
7. Розташування опалювальних приладів: вибирається місце встановлення.
8. Тип системи: дається можливість вибору типу.
9. Ефективність нагрівальних поверхонь: налаштовується тип нагрівання.
10. Впливовий фактор: включає особливості системи.

### **5. ГВП**

Ця вкладка призначена для налаштування параметрів гарячого водопостачання об'єкта.

Основні параметри:

1. Тип будівлі:

- Визначається призначення будівлі. У прикладі зазначено, що будівля є *житловою багатоквартирною*. Для даного поля є лише 2 варіанти: *багатоквартирні житлові будівлі, гуртожитки; одноквартирні житлові*.

2. Нормативна питома річна енергопотреба ГВП:

- Відповідно до типу будівлі вказується нормативна величина річного енергоспоживання для гарячого водопостачання у розрахунку на одиницю площі (кВт·год/м<sup>2</sup>). Для значення одноквартирні будівлі нормативне значення визначено як *15 кВт·год/м<sup>2</sup>*, для багатоквартирної житлової будівлі - *20 кВт·год/м<sup>2</sup>*.

3. Ручний ввід питомої річної енергопотреби ГВП:

- Дозволяє користувачеві вручну ввести значення річного енергоспоживання у разі, якщо нормативне значення не відповідає реальним умовам.

## **6. Кондиціонування**

Ця вкладка дозволяє вводити та налаштовувати параметри систем кондиціонування для об'єкта дослідження. На основі заповнених даних, у програмі можна виконати енергетичний аналіз систем охолодження та ефективність їх роботи.

Основні параметри:

1. % охолоджувальної площі:

- Відображає відсоток загальної площі будівлі, що охолоджується за допомогою систем кондиціонування.

2. Тип холодильної машини:

- Тип системи, яка забезпечує охолодження будівлі.

3. Ефективність машини, %:

- Коефіцієнт корисної дії холодильної машини.

4. Електрогенератор:

- Вказується тип джерела живлення систем кондиціонування. У прикладі вказано загальне джерело електроживлення.

5. Клас системи управління/регулювання:

- Відображає рівень автоматизації та керування охолоджувальними системами. У прикладі зазначено клас *B*, що відповідає середньому рівню точності та автоматизації.

6. Система охолодження:

- Тип системи охолодження вказаний як *Пряме випаровування*. Це означає, що охолоджувальне середовище випаровується безпосередньо у пристрої.

7. Тип вентиляторів системи охолодження:

- Конкретизація обладнання, що використовується в системах охолодження.

## **7. Інше обладнання**

Ця вкладка в програмі E-Audit дозволяє враховувати енергоспоживання побутових та професійних електроприладів, які використовуються в будівлі. Дані про кожен прилад вносяться для розрахунку загального енергоспоживання об'єкта та визначення потенціалу для підвищення енергоефективності.

Основні параметри для введення:

1. Прилад
2. Потужність (Вт)
3. Кількість
4. Час роботи (год./день)

## **8. Вентиляція**

Ця вкладка в програмі E-Audit дозволяє оцінити параметри вентиляційних систем у будівлі, включаючи природну та механічну вентиляцію. Внесення даних допомагає розрахувати об'єм повітряного обміну та кратність повітрообміну відповідно до діючих нормативів та інфільтраційних втрат.

Функціональні можливості:

- Природна вентиляція:
- Включає повітрообмін через нещільності, вікна, двері тощо.
- Оптимально для приміщень без значних теплових або технологічних навантажень.
- Механічна вентиляція:

- Використання систем, які примусово забезпечують повітрообмін. Підходить для промислових будівель, офісів, або приміщень з великою кількістю людей.

Правильно заповнені дані у всіх вкладках, вказаних вище, дозволяють сформулювати енергетичний сертифікат для будівлі. Загалом повинно бути 2 сертифікати для двох різних сценаріїв – до проведення заходів (базовий), а також після проведення заходів з підвищення рівня енергоефективності (після розрахунків).

Таблиця 1.1 – Порівняння програмних продуктів

Критерій	Audytor OZC	DesignBuilder	RETScreen	E-Audit
Створення 3D моделі	Так	Так	Ні	Ні
База даних метео-спостережень	Ні	Так	Так (NASA)	Ні
Україномовний інтерфейс	Так	Ні	Ні	Так
Наявність швидких розрахунків	Так	Залежить від рівня деталізації	Так	Так
Тип розрахунків	Статичні	Динамічні	Економічні та енергетичні	Нормативні
Моделювання інженерних систем	Обмежено	Так	Ні	Ні
База матеріалів	Так	Так	Ні	Так
Оцінка фінансових аспектів	Ні	Обмежено	Так	Ні
Аналіз відновлюваних джерел енергії	Ні	Так	Так	Ні

*Продовження таблиці 1.1*

Придатність для енергетичного сертифіката	Ні	Ні	Ні	Так
Локалізація до нормативів України	Обмежено	Ні	Ні	Так

**Висновки до розділу 1**

У першому розділі проведено аналіз проблеми підвищення енергоефективності будівельного фонду України, що є актуальним завданням з огляду на високі питомі показники енергоспоживання у порівнянні з країнами ЄС.

Огляд сучасних публікацій дозволив встановити, що дослідники активно вивчають вплив модернізації огорожувальних конструкцій та інженерних систем на зниження енергоспоживання. Водночас, існує потреба у впровадженні програмного забезпечення для енергетичного моделювання, що сприятиме оптимізації процесу енергетичної сертифікації.

Детально розглянуто сучасні програмні продукти для моделювання енергетичних характеристик будівель, серед яких особливу увагу приділено національному програмному продукту "Е-Аудит". Ця система забезпечує виконання розрахунків відповідно до діючої методики ДСТУ 9190 та є перспективним інструментом для проведення енергетичних аудитів.

## 2 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 2.1 Загальний опис об'єкта

Об'єктом дослідження є житловий будинок, розташований у м. Буча, Київської області. Будівля має П-подібну форму фасаду (рис. 2.1), що забезпечує оптимальну організацію простору та створює комфортні умови для проживання мешканців. З точки зору містобудівного розташування, будинок знаходиться в зоні середньої захищеності від вітрових впливів, що характерно для передмістя. Введений в експлуатацію у 2009 році, будинок відповідав тодішнім вимогам до житлових об'єктів, однак сучасні норми енергетичної ефективності висувають додаткові вимоги, які наразі не повністю виконані.



Рисунок 2.1 – Зовнішній вигляд будівлі

Будівля складається з дев'яти поверхів, з п'ятьма під'їздами (рис.2.2). На типовому поверсі розташовано 5 квартир, на першому поверсі в парадних 2,4 – чотири квартири. Загальна кількість квартир – 213 (з них: 1-квартирних – 50 шт.; 2-квартирних – 88 шт.; 3-квартирних – 73 шт.; 4-квартирних – 2 шт). В будівлі проживає 660 людей, серед яких значна частка дітей.

Під усім першим поверхом розташовано неопалювальний підвал, над 9 поверхом – неопалювальне горище. Над третім парадним - дахова котельня на будинок. На цокольній частині розташовані приямки із одинарним вікном.

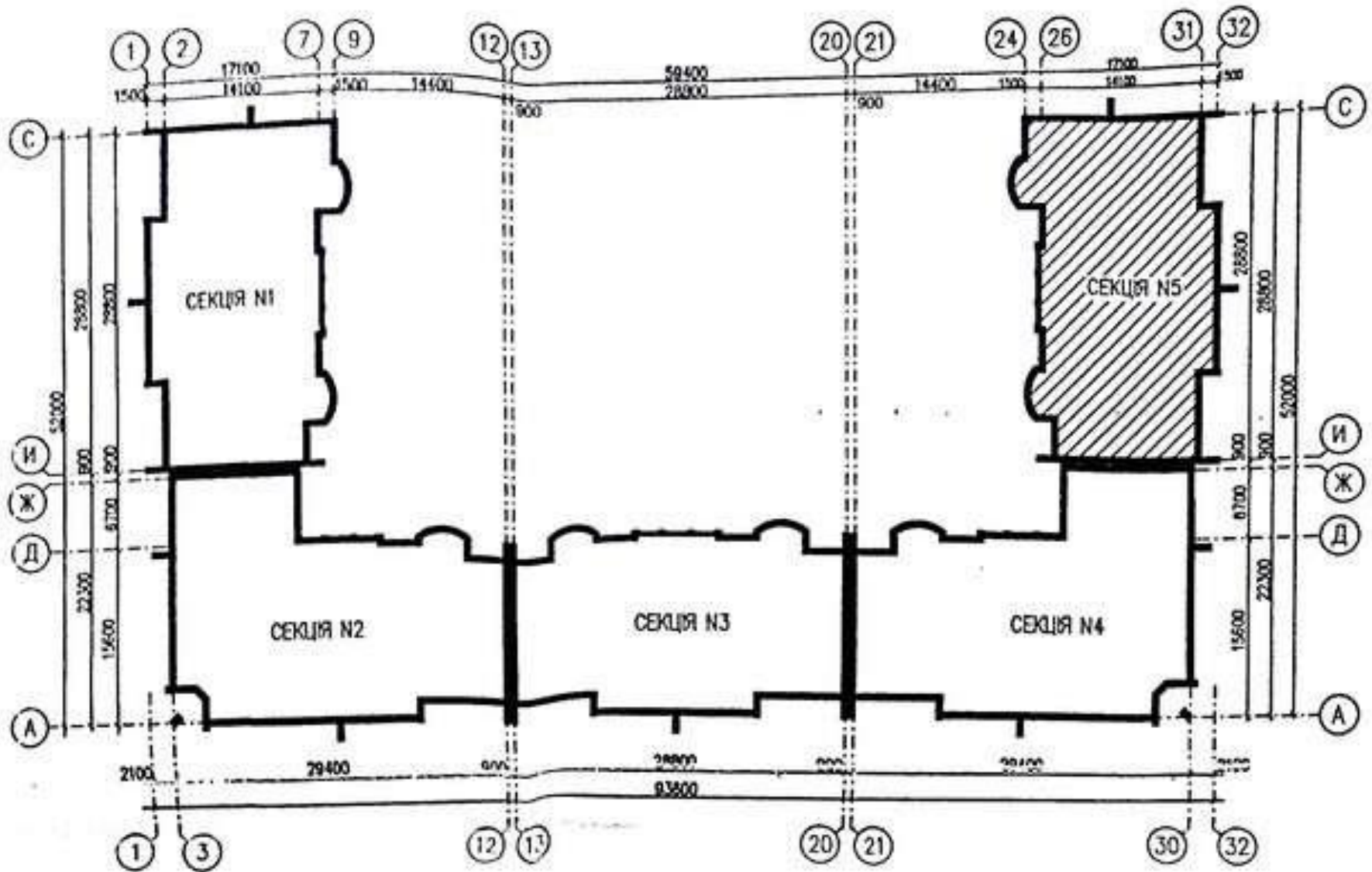


Рисунок 2.2 – Схематичний план житлового будинку

Коефіцієнт скління фасаду свідчить про достатній рівень природного освітлення в квартирах. Вікна в квартирах та місцях загального користування - двокамерні, вікна на зашкленних балконах – однокамерні.

Будинок обладнаний власною котельнею, початок та кінець опалювального сезону кожного року змінний, адже це питання вирішують мешканці на загальних зборах ОСББ. У будівлі передбачено природну вентиляцію в санвузлах і кухнях, причому технічне обслуговування і перевірка працездатності системи вентиляції відбувається в регулярному режимі щороку за окремим договором із спеціалізованою організацією. Основні характеристики будівлі наведені в табл.2.1.

Опис матеріалів огорожень наведено у табл. 2.2.

Таблиця 2.1 – Основні характеристики будівлі

Основні характеристики будівлі	Показники
Кількість поверхів	9
Загальна площа	22 687,2 м <sup>2</sup>
Опалювана площа	21 050,3 м <sup>2</sup>
Опалювальний об'єм	63 673,2 м <sup>3</sup>
Кліматична зона	1
Тип конструкції	Каркасна, полегшена
Рік введення в експлуатацію	2009
Коефіцієнт скління фасаду	0,201
Показник компактності будівлі	0,24 м <sup>-1</sup>

В неопалювальному підвалі знаходяться інженерні комунікації: трубопроводи холодної води, каналізації, зворотній трубопровід опалення, електричні кабелі та обладнання для мережі інтернет. Подавальний трубопровід системи опалення проходить по горищному поверху. Також є приміщення для водопідготовки, яке не використовується на даний момент.

До підвалу ведуть 4 вхідних дверей під 1, 2, 4, 5 парадним.

Залізобетонна плита перекриття технічного поверху містить шар керамзиту. Перекриття між першим поверхом і підвалом не утеплені. Це призводить до підвищених тепловтрат, особливо в зимовий період.

Таблиця 2.2 – Матеріали огорожень

Огородження	Опис
фундамент	стрічковий із залізобетонних блоків
стіни підвалу	зібрані бетонні блоки
перекриття	із збірних круглопустотних панелей, керамзит
зовнішні стіни	силікатна цегла, утеплена плитами Rockmur, цементно-перлітова штукатурка
внутрішні стіни	повнотіла силікатна цегла
підлога	лінолеум на теплоізоляційній основі, керамічна плитка
дах	пласка рулонна покрівля, руберойд
двері	металеві входні, утеплені
балконні двері, вікна	металопластикові

При зовнішньому огляді виявлено, що фасад будівлі знаходиться в задовільному стані, без видимих пошкоджень. Проте теплотехнічні характеристики зовнішніх стін і перекриттів не відповідають сучасним нормам енергоефективності згідно ДБН В.2.6-31:2021 [3], що свідчить про необхідність додаткового утеплення. Крім того, будівля постраждала від військової агресії, тому частина вікон була пошкоджена, після чого замінена по програмі Фонду енергоефективності у 2024 році.

Результати тепловізійного обстеження огорожень будівлі наведено в додатку А.

## 2.2 Опис інженерних систем

### 2.2.1 Система електропостачання об'єкта

Будинок отримує електропостачання від трансформаторної підстанції ТП-220 МЖК. Живлення підстанції надходить від двох секцій шин залізничної мережі (рис. 1.3). В експлуатації перебуває один трансформатор, тоді як інший знаходиться в резерві. Обидва трансформатори розташовані в межах ТП-220 МЖК. Від кожної підстанції до будівлі прокладено два кабелі типу АВВГ 4х120 (рис.2.3).

На рисунку 2.4 представлена схема електропостачання від ТП-220 МЖК.

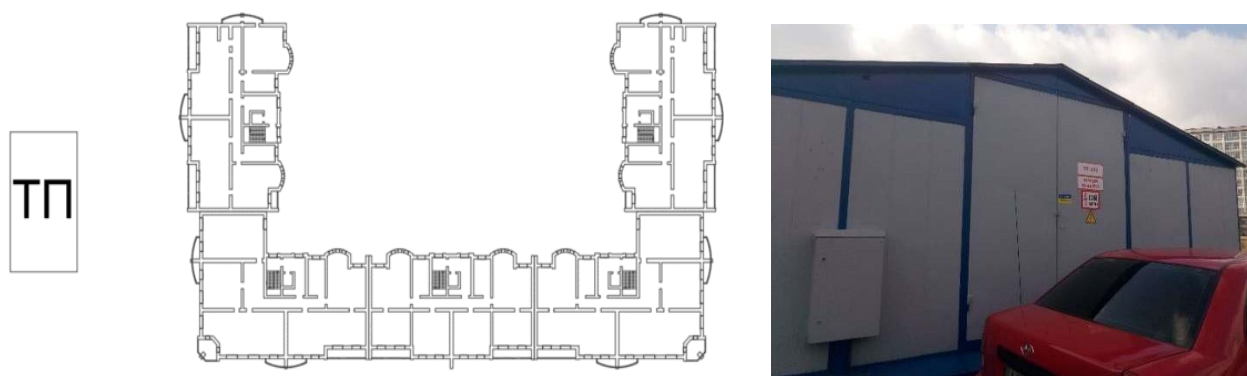


Рисунок 2.3 – Місце розташування трансформаторної підстанції та її вигляд

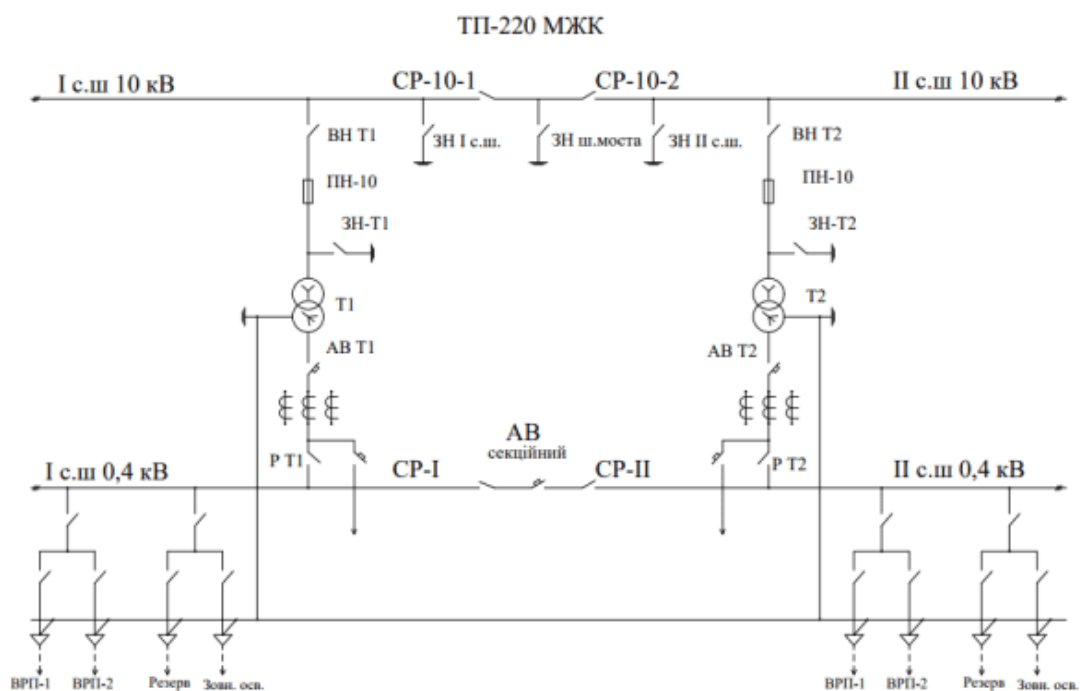


Рисунок 2.4 – Схема електропостачання ТП-220

По надійності електропостачання електроспоживачі відносяться до II категорії. Електропостачання передбачено окремо: двома фідерами - трисекційна частина будинку; двома фідерами – двосекційна частина будинку. У підвальному приміщенні розміщені електрощитові (рис. 2.5). Як ввідно-розподільчі пристрої, встановлено щити типу ШВУ-250 та ШВУ-100, «Елекон ЛТД». Підключення розподільчих щитів до шин ВРУ виконано кабелями АНРБГ (3x16+1x10).

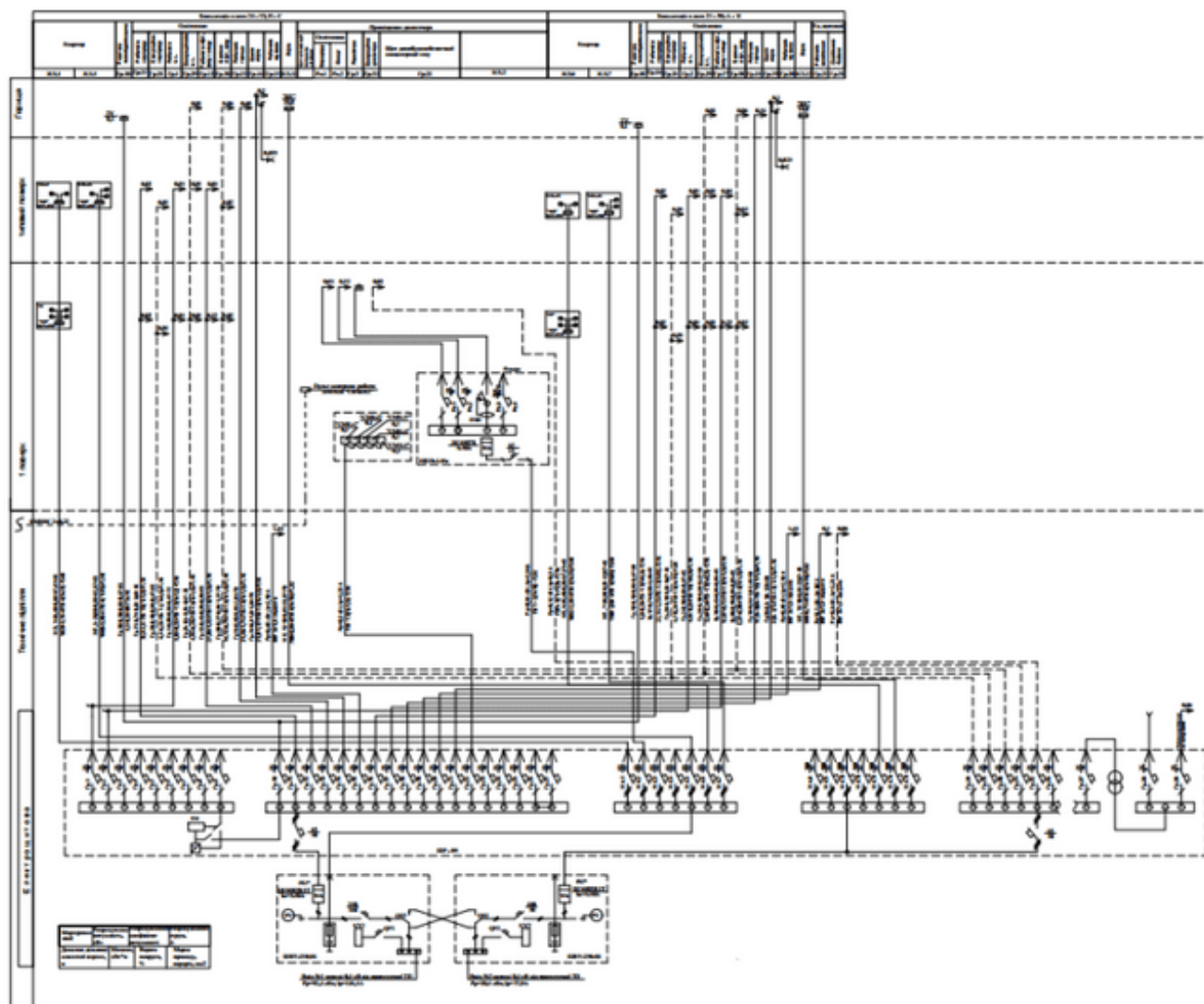


Рисунок 2.5 – Принципова схема живильних мереж

Основними споживачами електроенергії в будинку є електричні плити, освітлення, холодильники, пральні машини, комп'ютерне обладнання та інші побутові споживачі електричної енергії, в зимовий додатково можуть споживати енергію електричні обігрівачі. Перелік електроприймачів зведено в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3– Електроспоживаюче обладнання

Назва	$P_{ні}$ , кВт	n, шт	$P_{н.Σ}$ , кВт
<b>Мешканці</b>			
Лампа енергозберігаюча	0,03	2930,0	87,9
Плита електрична	6,50	25,00	162,5
Холодильник	0,60	213,00	127,8
Мікрохвильова піч	0,85	213,00	181,05
Посудомийна машина	2,20	90,00	198
Кухонний комбайн	4,00	160,00	640
Чайник	2,00	200,00	400
Телевізор	0,40	213,00	85,2
Комп'ютер/ноутбук	0,40	266,00	106,4
Пральна машина	2,20	213,00	468,6
Фен	2,00	213,00	426
Бойлер	1,5	213,00	319,5
Розетки 6А	0,1	4265,00	426,5
<b>ОСББ</b>			
Ліфт пасажирський	6,50	5,00	32,50
Телепідсилювач	0,08	5,00	0,4
Дахова котельня	16,1	1,00	16,1
Установка знезалізнення	0,01	1,00	0,01
Засувка витoku каналізації	0,18	1,00	0,18
Підвищувальний насос станція	4,00	1,00	4,00

Освітлення місць загального користування забезпечується світильниками зі світлодіодними лампами (рис.2.6). Управління освітленням в місцях загального користування здійснюється в ручному режимі. 45 світильників обладнані датчиками руху. В квартирах значний відсоток використання світлодіодних ламп.



Рисунок 2.6 – Лічильники сходових клітин багатоквартирної будівлі

### 2.2.2 Дахова котельня та система тепlopостачання

Джерелом теплової енергії слугує дахова котельня, введена в експлуатацію у 2010 році. Котельня функціонує на газовому паливі та складається з дев'яти проточних модульних водонагрівачів марки ВПМ "Колві" 192 ДН. Із них шість модулів використовуються для опалення. Паспортний ККД - 92%, реально - 85%.

Кожен модуль складається з двох блоків потужністю 96 кВт кожен, обладнаних індивідуальними пальниками, пультами керування та циркуляційними насосами. Модулі об'єднані в каскадну групу, і вони вмикаються в роботу автоматично залежно від потреби в тепловій енергії (рис. 2.7). Загальні дані щодо дахової котельні наведено в табл. 2.4.



Рисунок 2.7 – Існуючі котли Колві-192 в даховій котельні

Таблиця 2.4 – Характеристики котельні

Параметр	Значення
Рік введення в експлуатацію	2010
Тип палива	Газ
Кількість модульних нагрівачів	9
Кількість модулів для опалення	6
Потужність котла	192 кВт
Загальне навантаження котельні	1,728 МВт
Навантаження на опалення	1,152 МВт

Котельня оснащена автоматизованою системою погодного регулювання. Система опалення є двотрубною (табл.2.5). Основні трубопроводи для подачі прокладені по горищу, а зворотні — по підвалу. Енергообстеження показало, що в системі неодноразово проводилися зміни, зокрема заміна опалювальних приладів і встановлення байпасних ліній різного діаметра. Це призвело до розбалансування системи опалення. Є постійні звернення мешканців 5, 6 поверхів на незадовільну температуру в квартирі і холодні опалювальні прилади.

Таблиця 2.5 – Характеристика трубопроводів системи опалення

Параметр	Значення
Тип системи опалення	Двотрубна, з супутнім рухом теплоносія
Температурний графік	90/70°C
Подавальні трубопроводи	Сталеві, утеплені
Зворотні трубопроводи	Прокладені по підвалу
Трубопроводи в квартирах	Поліпропіленові, не утеплені
Наявність балансувальних кранів	Відсутнє

Опалювальні прилади розміщені під вікнами не мають радіаційного захисту. В квартирах встановлено ручні крани для регулювання потоку теплоносія до опалювальних пристроїв. Клас регулювання систем наведено в табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Характеристика автоматизації системи опалення

Параметр	Клас регулювання
Регулювання надходження теплової енергії до приміщення	С
Регулювання за температурою теплоносія	С
Регулювання періодичності зниження споживання енергії	С
Взаємозв'язок між регулюванням систем опалення та охолодження	Д

Проточні модульні водонагрівачі, призначенні проектом для забезпечення потреб гарячого водопостачання (ГВП), в котельні відключені. Для цього в

квартирах використовуються електричні водонагрівачі (бойлери). Розводка гарячої води до сантехнічних приладів виконана з пластикових труб.

Системи опалення житлового будинку - двотрубна поблочна (рис.2.8, 2.9), в парадних – однотрубна система. Тип приладів опалення – сталеві пласкі радіатори. Принципова схема трубопроводів системи опалення наведено на рис. 2.10.



Рисунок 2.8 – Двотрубна система опалення в квартирах

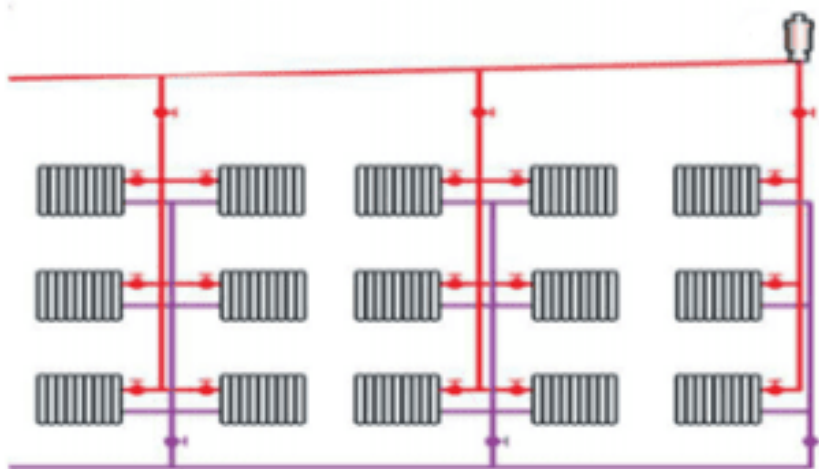


Рисунок 2.9 – Принципова схема системи опалення (двотрубна з супутнім рухом теплоносія)

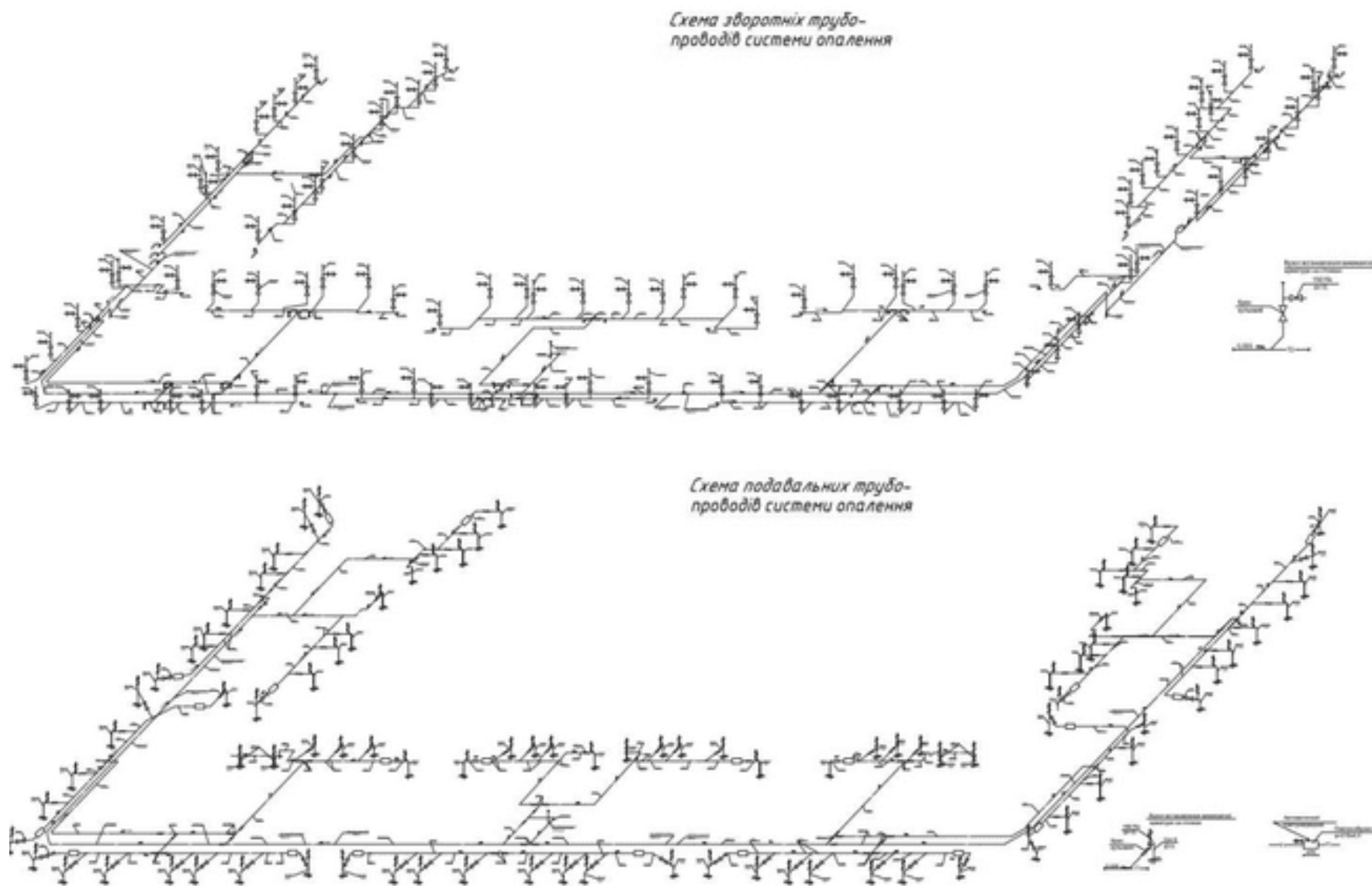


Рисунок 2.10 – Принципова схема зворотніх і подавальних трубопроводів системи опалення

### 2.2.3 Система вентиляції та охолодження будівлі

У будівлі відсутня централізована система охолодження. Охолодження приміщень відбувається за допомогою побутових кондиціонерів, які мешканці встановлюють індивідуально. В основному вони встановлені для приміщень з орієнтацією на південь. Система вентиляції складається з вертикальних повітроводів, які закінчуються вентиляційними ґратами на кухнях і в санвузлах. Вентиляція здійснюється природним шляхом завдяки перепаду тиску між внутрішнім і зовнішнім середовищем. У деяких квартирах додатково встановлені механічні витяжки та побутові вентилятори для покращення повітрообміну. Свіже повітря надходить природним шляхом через щілини у вікнах та дверях або при їх відкритті. Витяжні канали виходять на горище (рис.2.11).

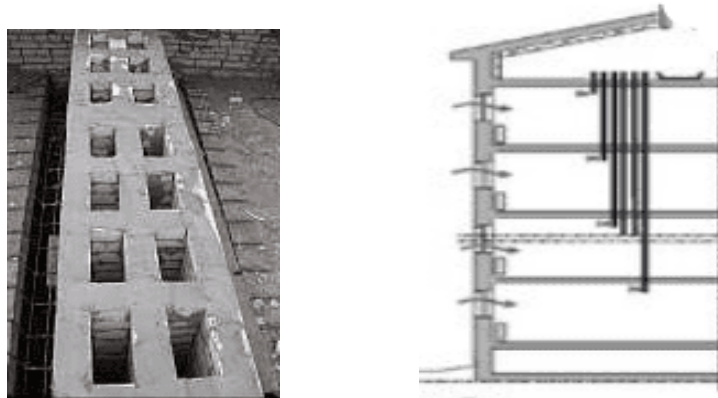


Рисунок 2.11 – Система вентиляції будівлі

а – витяжні канали, б – схема організації природної вентиляції

Характеристика системи охолодження та вентиляції наведена у табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Характеристики системи охолодження та вентиляції

Параметр	Значення
Тип охолодження	Побутові кондиціонери
Тип вентиляції	Природна вентиляція через вертикальні повітроводи
Додаткове обладнання для вентиляції	Витяжки, побутові вентилятори
Природний приплив свіжого повітря	Нещільності. Провітрювання

## 2.2.4 Оцінка мешканцями якості послуг енергозабезпечення

Опитування, проведене у 2020 [22] щодо рівня задоволеності послуг на опалення, показало наступне: 55% - цілком задоволені, 35% - задоволені, але є зауваження, здебільшого незадоволені – 10%. Проведено 5-денний цикл вимірювань температур в типових приміщеннях за допомогою датчиків DS1922 (рис.2.12), яке показало, що система опалення розбалансована.

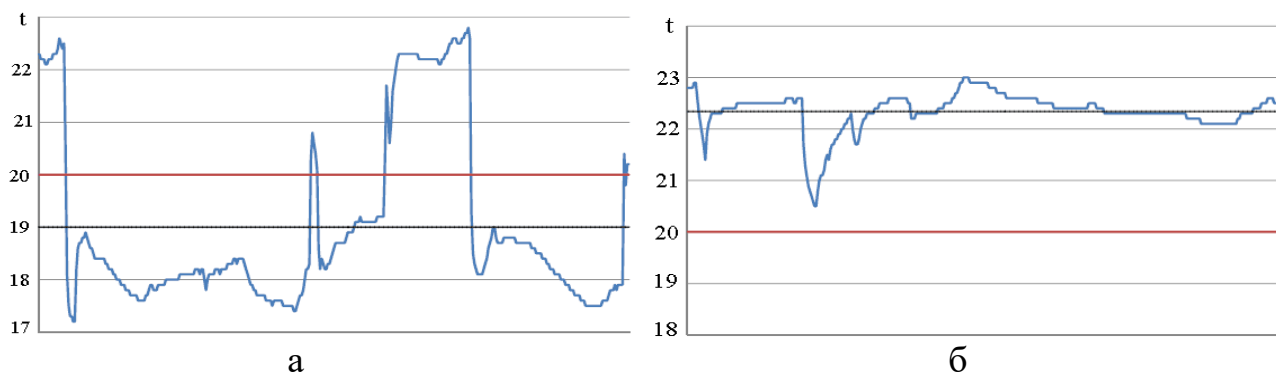


Рисунок 2.12 – Температура внутрішнього повітря у перехідний період

а – 1 поверх, орієнтація південь; б – 7 поверх, орієнтація північ

Близько 50% мешканців використовують додаткові обігрівачі у перехідні періоди та мають додаткові витрати на кондиціонування (рис. 2.13). Лише 44% мешканців використовують ручні вентиля для регулювання витрат теплоенергії, а 49% - мають економію за рахунок нічних тарифів на електроенергію. Найбільш часто використовують можливість регулювання ті квартири, де проживають діти.



Рисунок 2.13 – Використання додаткових пристроїв

## 2.3 Прилади обліку будівлі та динаміка споживання ПЕР

Нижче у табл. 2.8 наведено перелік наявних в будівлі приладів обліку.

Облік електроспоживання в місцях загального користування ведеться за окремими лічильниками. Окремий лічильник встановлений на ліфт 5 парадного з метою обґрунтування керівництвом ОСББ відповідної складової витрат в тарифах на утримання будинку.

Таблиця 2.8 – Прилади обліку енергетичних та водних ресурсів у будівлі

Енергоресурс	Найменування приладів обліку	Місце розташування
Електрична енергія	MTX 3P20.DD.3M1-DOG4	ТП-220
	MTX 1A10.DF.2LO-YD4	Квартири (день/ніч)
	Технічний облік - ліфт	5 під'їзд
Теплова енергія	Beга-1,01	Дахова котельня
	Sensus Pollu Therm IEC870-5	
	GMS-G160-80-1.0-Y2-НЧ	Квартири
Вода	Cosmos WPD	Тепловий пункт
	GROSS ETK-UA	Квартири

Тарифи на опалення в будинку встановлюються на Загальних зборах ОСББ на основі розрахунків, проведених Правлінням ОСББ. Що до початку широкомасштабного вторгнення тарифи були значно нижчими, ніж у середньому по регіону, і протягом цього часу не підвищувалися; затверджені на такому рівні:

- 18,3 грн/м<sup>2</sup> опалювальної площі - протягом опалювального періоду;
- 1,0 грн/м<sup>2</sup> протягом усього року для покриття витрат на утримання котельні.

Тарифи на електроенергію в будинку зазначені в табл. 2.9.

КМУ постановою №632 від 31.05.2024 встановив для населення фіксовану ціну на електроенергію - 4,32 грн/кВт·год незалежно від обсягу споживання.

Таблиця 2.9 – Дані щодо тарифів на електроенергію за 2021-2023 роки,

Найменування енергоносія	Одиниці виміру	Тариф з ПДВ, грн/кВт·год		
		2021	2022	2023
Електрична енергія	грн/кВт·год	1,68	2,64	4,32

Джерелом водопостачання є міський водопровід з діаметром вводу 150мм, прокладений по вул. Склязоводській. Каналізація будинку підключена до міського колектора діаметром 600мм, прокладений по вул. Яснополянській.

Тарифи на водопостачання та водовідведення залишився незмінним з 2021: централізоване водопостачання – 11, 21 грн/м<sup>3</sup>, водовідведення – 18, 89 грн/м<sup>3</sup>. Для розрахунку далі будемо враховувати сумарну вартість – 30,1 грн/м<sup>3</sup> (з ПДВ).

Споживання природного газу наведено в табл. 2.10.

Таблиця 2.10 – Використання природного газу

Місяць	2021		2022		2023	
	тис. м <sup>3</sup>	грн	тис. м <sup>3</sup>	грн	тис. м <sup>3</sup>	грн
Січень	28,09	173636	30,3	189429	29,01	181872
Лютий	24,93	134489	26,93	145880	25,67	138853
Березень	22,57	108004	11,64	115804	21,88	104364
Квітень	14,85	66509	6,34	73160	15,12	67670
Травень	0	12655	0	12655	0	12655
Червень	0	12655	0	12655	0	12655
Липень	0	13142	0	13142	0	13142
Серпень	0	13142	0	13142	0	13142
Вересень	0	13142	0	13142	0	13142
Жовтень	7,73	64143	8,42	69957	8,22	68389
Листопад	22,59	162226	24,47	175168	23,61	169000
Грудень	29,41	232844	31,1	246414	30,12	238269
Всього	150,17	1006587	139,2	1080548	153,63	1033153

Варто зазначити, що оплата за газ складається із двох складових: за обсяг згідно показників лічильника і за приєднану потужність, цим пояснюється наявність платежів в неопалювальний період, коли немає споживання газу.

Нижче на рис. 2.14 показано споживання природного газу.

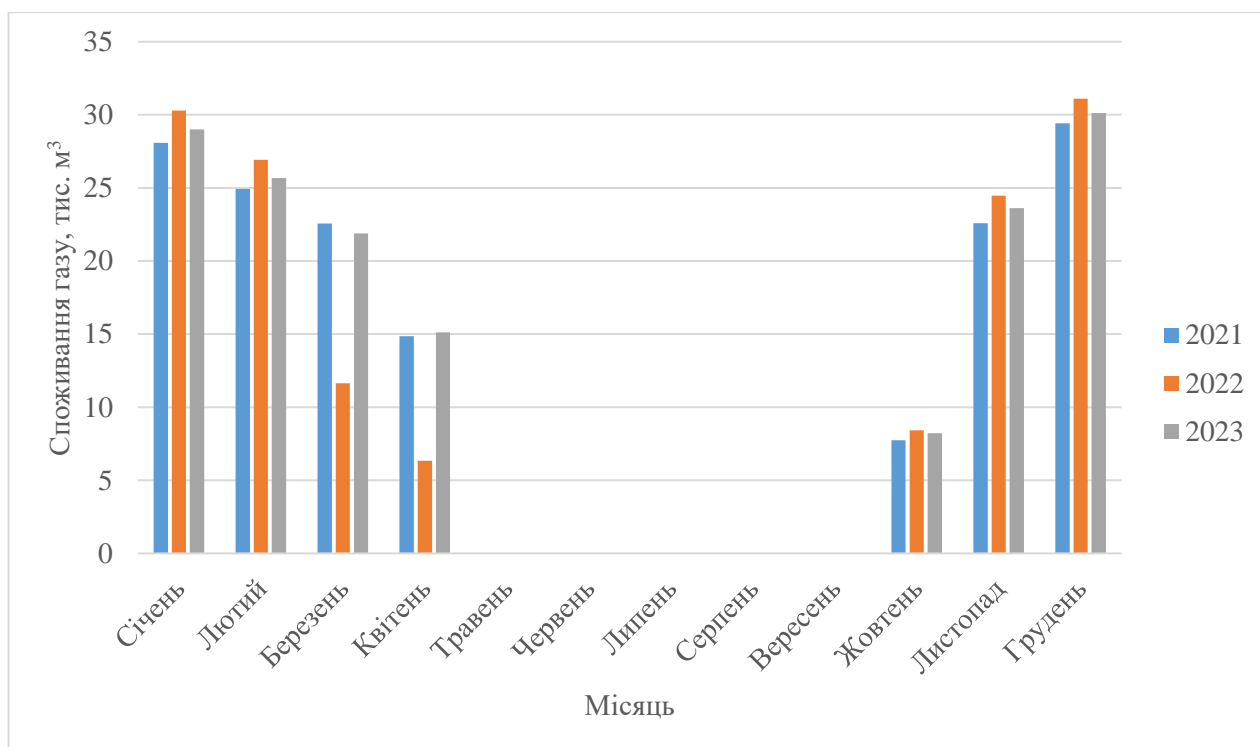


Рисунок 2.14 – Споживання природного газу за 2021 – 2023 рр.

Споживання природного газу відбувається виключно під час опалювального сезону, оскільки в інший час теплове навантаження на будівлю відсутнє. Найбільше газу використовується взимку, коли температура повітря найнижча. У перехідні місяці – весною та восени – споживання газу є нижчим, оскільки система опалення регулює температуру теплоносія відповідно до змін температури зовнішнього середовища для підтримання комфортних умов у приміщеннях.

Джерелом газопостачання є існуючий газопровід  $P=1,2$  МПа  $D_y=150$ мм до інституту «Скловолокно». В місці підключення встановлено головний шафний газорегуляторний пункт, де знижується тиск газу з високого 1,2 МПа до середнього 0,3 МПа. Продуктивність ГРП  $Q=880$  м<sup>3</sup>/год. Трубопроводи газу для приготування їжі розведено по фасаді будівлі.

Через те, що постачанням природного газу займаються дві компанії – «Нафтогаз» та «Київоблгаз», у 2021 році було досягнуто домовленості, що «Київоблгаз» отримуватиме оплату за газ частинами протягом усього року. Тому з травня по вересень були проведені часткові платежі за спожитий природний газ.

Електрична енергія в будівлі споживається в квартирах, в місцях загального користування, в котельні для роботи обладнання, для освітлення прибудинкової території, для роботи ліфтів. Споживання електроенергії наведено в табл. 2.11.

Таблиця 2.11 – Використання електроенергії об'єктом в період 2021-2023 рр.

Місяць	2021		2022		2023	
	кВт·год	грн	кВт·год	грн	кВт·год	грн
Січень	28930	48602	31645	83543	29112	76856
Лютий	28035	47099	27535	72692	30411	80285
Березень	28284	47517	3993	10542	30223	79789
Квітень	22142	40580	11749	31017	22355	59017
Травень	22707	38148	10518	27768	21489	56731
Червень	22154	37219	18299	48309	24359	105231
Липень	23036	38700	18907	49914	23162	100060
Серпень	17726	29780	16001	42243	17468	75462
Вересень	26846	45101	25173	66457	27791	120057
Жовтень	26454	44443	23323	61573	26267	113473
Листопад	30287	50882	29723	78469	27331	118070
Грудень	28854	48475	27995	73907	30734	132771
Всього	305455	516546	244861	646433	310703	1117801

Нижче на рис. 2.15 зображено графік споживання електроенергії.

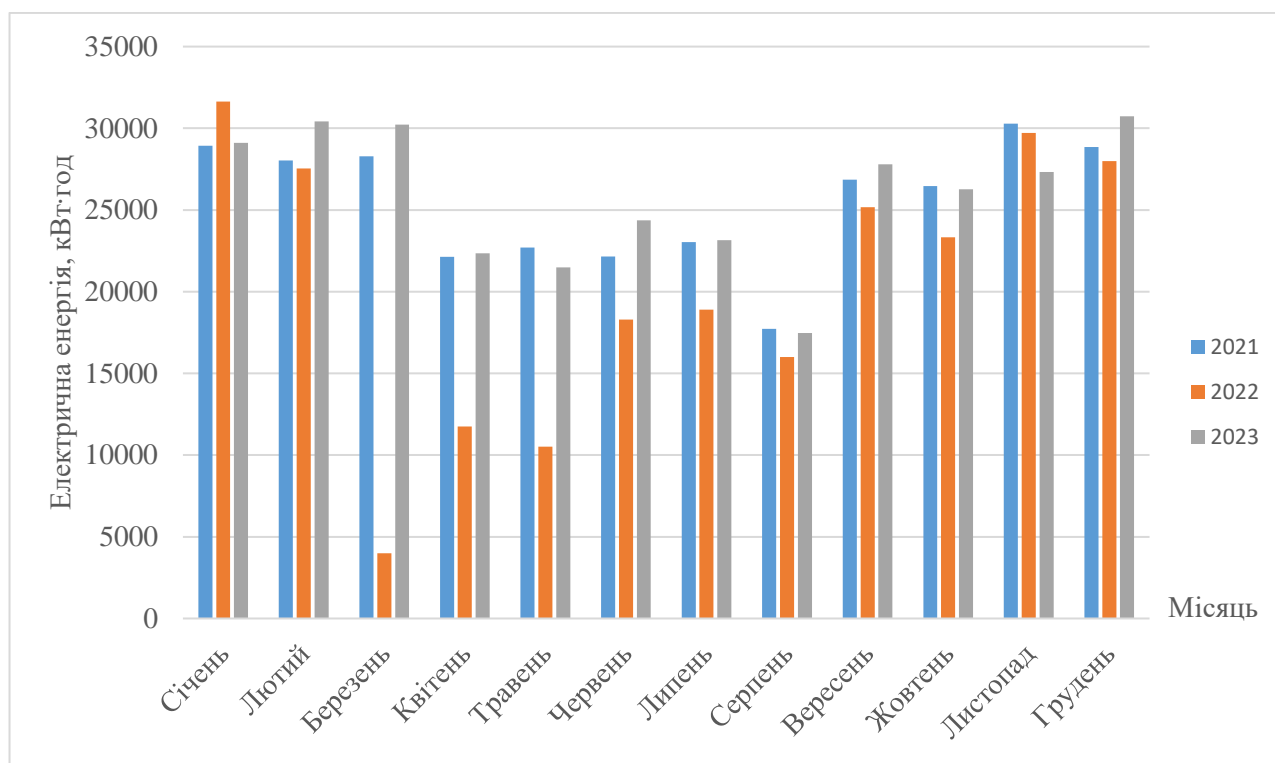


Рисунок 2.15 – Споживання електроенергії за 2021 – 2023 рр.

Аналізуючи вищенаведений графік, можна побачити тенденцію: споживання електроенергії значно підвищується у період з жовтня по березень. Пов'язано це зі зменшенням тривалості світлового дня і використанням електричної енергії в перехідні періоди для додаткового нагріву приміщень, адже з метою економії витрат мешканців тривалість опалювального сезону зазвичай менше нормативної.

Дані по споживанню холодної води наведені в табл. 2.12.

Проводячи аналіз даних по використанню води, можна зробити висновок, що споживання протягом року коливається, проте в грудні та квітні показники споживання є найвищими. Зростання споживання води у квітні пов'язано із тим, що в цей період відбувається технічні роботи по озелененню, реставрації зеленого газону на прибудинковій території. В будівлі протягом квітня-вересня працює автополив території з автоматичним включенням у вечірні і ранішні години.

На рис. 2.16 зображено гістограму споживання холодної води по рокам з 2021 по 2023 рр.

Таблиця 2.12 – Споживання води в будівлі за період 2021-2023 рр.

Місяць	2021		2022		2023	
	м <sup>3</sup>	грн	м <sup>3</sup>	грн	м <sup>3</sup>	грн
Січень	1370	41237	1425	42892,5	1350	40635
Лютий	1504	45270,4	1430	43043	1470	44247
Березень	1014	30521,4	300	9030	1250	37625
Квітень	2066	62186,6	580	17458	2010	60501
Травень	1300	39130	356	10715,6	1225	36872,5
Червень	1014	30521,4	615	18511,5	1170	35217
Липень	1300	39130	855	25735,5	1350	40635
Серпень	1111	33441,1	1150	34615	1080	32508
Вересень	1756	52855,6	1680	50568	1800	54180
Жовтень	1560	46956	1600	48160	1530	46053
Листопад	1683	50658,3	1750	52675	1630	49063
Грудень	2300	69230	2210	66521	2350	70735
Всього	17 978	541 138	13 951	419 925	18 215	548 272

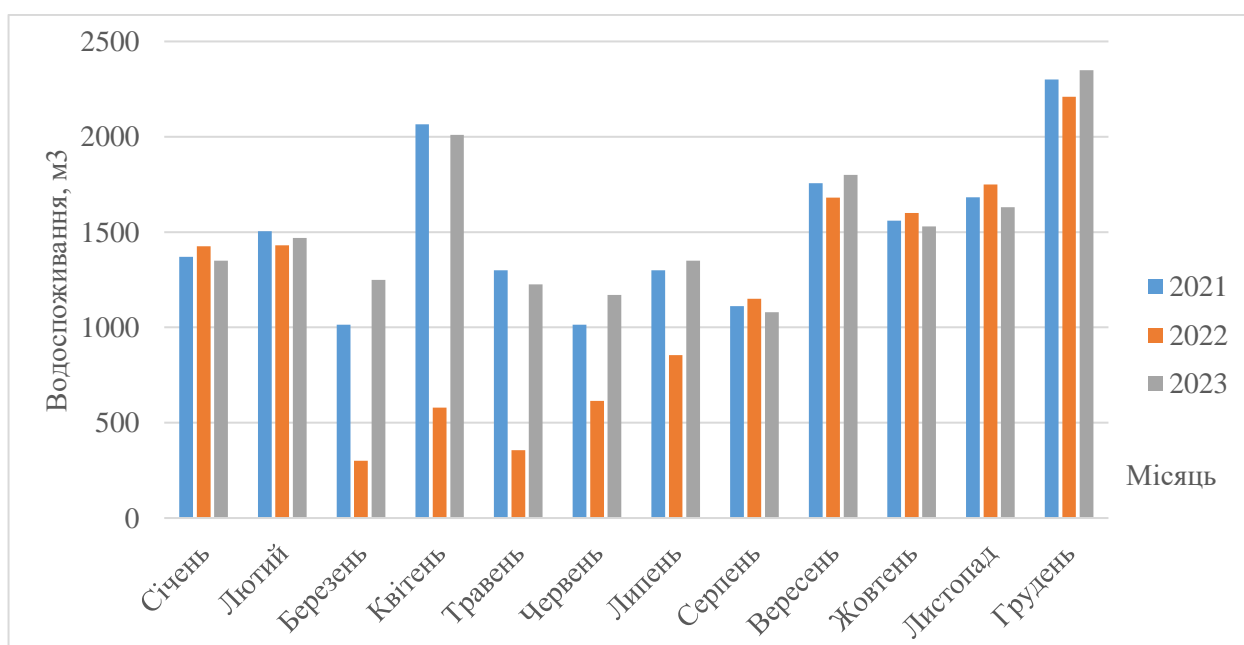


Рисунок 2.16 – Споживання холодної води за 2021 – 2023 рр.

## Висновки до розділу 2

Енергетичне обстеження будівлі показує, що вона стикається з типовими проблемами для подібних об'єктів: невідповідність теплотехнічних характеристик огорожень діючим вимогам. За останній період повстало питання живлення будівлі (зокрема обладнання дахової котельні) в години масових відключень від електромережі. Обмежений доступ до ресурсів ускладнили життєдіяльність мешканців, це негативно вплинуло на загальний рівень комфорту і безпеки.

Будівля має значний потенціал для впровадження заходів з енергозбереження. Серед заходів варто розглянути заходи щодо теплової ізоляції огорожень, заміни вікон, регулювання і автоматики, а також варто оцінити можливість встановлення дахової сонячної електростанції з можливістю акумуляції електричної енергії.

Мешканці будівлі, в якій створено ОСББ, є активними і позитивно налаштовані на те, щоб брати участь у різних програмах підтримки впровадження енергоефективних заходів. Поліпшення енергоефективності, ізоляції та впровадження автоматизованих систем контролю споживання енергії можуть суттєво знизити витрати на енергоресурси, покращити умови проживання та підвищити стійкість будівлі в умовах несприятливих зовнішніх факторів.

## 3 МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ ВПЛИВУ РІВНЯ ТЕПЛООВОГО ЗАХИСТУ НА ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ БУДІВЛІ

### 3.1 Особливості розрахунків показників енергоефективності об'єкта відповідно до національної методики

#### 3.1.1 Опис алгоритму проведення розрахунків

Для оцінки енергетичної ефективності будівель і розробки енергетичних сертифікатів згідно до [1] використовується методика з ДСТУ 9190:2022 [2]. Ця методика враховує (рис.3.1): зовнішні кліматичні умови і умови внутрішнього мікроклімату, конструктивні особливості огорожень, умови експлуатації і охоплює аналіз тепловтрат через огорожувальні конструкції, вентиляцію, інфільтрацію повітря, теплові надходження від зовнішніх і внутрішніх джерел, додаткові витрати на попередній підігрів та охолодження; враховує характеристики інженерних системах та ефективність роботи генеруючого обладнання. Основні показники енергетичних втрат будівлі визначаються на основі теплопередачі непрозорих (стіни, дах, підлога) та прозорих (вікна, балконні двері) огорожень.

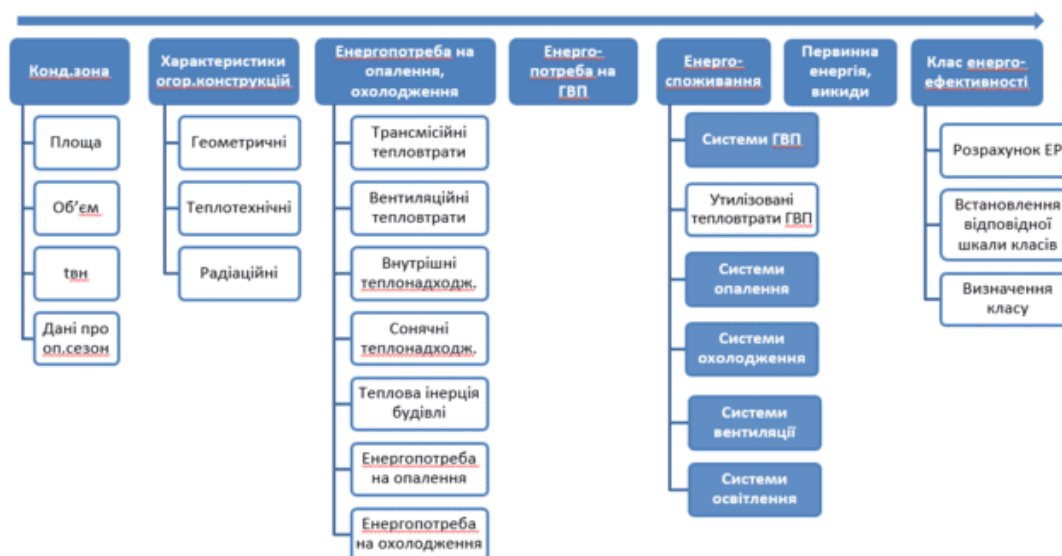


Рисунок 3.1 – Алгоритм розрахунків за ДСТУ 9190:2022

Методика, викладена в [26], є основою для енергетичної сертифікації будівель і використовується для оцінки рівня енергоефективності не тільки існуючих об'єктів, але й проектів нових або реконструйованих будівель. Нижче наведено основні розрахункові залежності відповідно до алгоритму розрахунків.

### 3.1.2 Сумарна теплопередача

Сумарна теплопередача трансмісією для режиму опалення  $Q_{tr}$ , Вт·год, визначається для кожного місяця за формулою (3.1):

$$Q_{tr} = H_{tr,adj} \cdot (\theta_{int,set,H} - \theta_e) \cdot t, \text{ де} \quad (3.1)$$

$\theta_{int,set,H}$  – внутрішня температура в будівлі в опалювальний період, °С;

$\theta_e$  – середньомісячна температура зовнішнього середовища, °С;

$t$  – тривалість місяцю, для якого проводиться розрахунок, год;

$H_{tr,adj}$  – загальний коефіцієнт теплопередачі трансмісією, Вт/К:

$$H_{tr,adj} = H_D + H_G + H_u + H_A, \text{ де} \quad (3.2)$$

$H_u$  – узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією через некондиціоновані об'єми, Вт/К;

$H_A$  – узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до суміжних будівель, Вт/К;

$H_D$  – узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до зовнішнього середовища Вт/К:

$$H_D = b_{tr,x} \sum_{i=1}^n A_i U_i, \text{ де } U_i = \frac{1}{R_{\Sigma np}},$$

під час розрахунків  $H_D$  поправочний коефіцієнт  $b_{tr,x} = 1$ , тоді:

$$H_D = A_{ст.зх} \frac{1}{R_{ст.зх}} + A_{ст.пн} \frac{1}{R_{ст.пн}} + A_{ст.пд} \frac{1}{R_{ст.пд}} + A_B \frac{1}{R_B} + A_{дах} \frac{1}{R_{дах}} + A_{дв} \frac{1}{R_{дв}}, \quad (3.3)$$

$H_G$  – стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту, Вт/К:

$$H_G = A \cdot U, \text{ де} \quad (3.4)$$

$A$  – площа підлоги;  $U$  – коефіцієнт теплопередачі підлоги по ґрунту, Вт/(м<sup>2</sup>·К), визначається за формулою:

– якщо  $d_t < B'$  (неізольована або посередньо ізольованою підлога):

$$U = \frac{2 \cdot \lambda}{\pi \cdot B' + d_t} \ln \left( \frac{\pi \cdot B'}{d_t} + 1 \right), \quad (3.5a)$$

– якщо  $d_t > B'$  (добре ізольована підлога):

$$U = \frac{\lambda}{0,457B' + d_t}, \text{ де} \quad (3.5b)$$

$B'$  – характерний розмір підлоги, що дорівнює відношенню площі підлоги на половину периметра підлоги за формулою:

$$B' = \frac{A}{0,5 \cdot P}, \text{ де} \quad (3.6)$$

$P$  – периметр підлоги за внутрішніми обмірами зовнішніх стін.

$d_t$  – еквівалентна товщина підлоги [м], яку розраховують за формулою:

$$d_t = w + \lambda \cdot (R_{si} + R_f + R_{se}), \text{ де} \quad (3.7)$$

$w$  – загальна товщина зовнішньої стіни, включаючи всі шари;

$\lambda$  – теплопровідність ґрунту;

$R_{si}$  – тепловий внутрішній поверхневий опір;

$R_f$  – термічний опір підлоги заданої будівлі, включаючи всі шари;

$R_{se}$  – тепловий зовнішній поверхневий опір.

Сумарна теплопередача вентиляцією  $Q_{ve}$ , Вт·год, визначається для кожного місяця за формулою:

$$Q_{ve} = H_{ve,adj} \cdot (\Theta_{int,set,H} - \Theta_e) \cdot t, \text{ де} \quad (3.8)$$

$t$  – тривалість місяцю, для якого проводиться розрахунок, год;

$H_{ve,adj}$  – загальний коефіцієнт теплопередачі вентиляцією, Вт/К, що розраховується наступним чином:

$$H_{ve,adj} = \rho_a \cdot c_a (q_{ve,mn,H} \cdot b_{ve,H} + q_{inf,mn,H}), \text{ де} \quad (3.9)$$

$\rho_a \cdot c_a$  – теплоємність повітря одиниці об'єму;

$b_{ve,H}$  – температурний поправочний коефіцієнт, що корегує коефіцієнт теплопередачі вентиляцією коли температура припливного повітря не дорівнює температурі зовнішнього середовища; у випадку, відсутності утилізації  $b_{ve,H} = 1$ ;

$q_{ve,mn,H}$  – усереднена за часом витрата повітря для вентиляції, м<sup>3</sup>/год, яка розраховується для кожної зони за формулою:

$$q_{ve,mn,H} = q_{ve,H} \cdot \frac{t_{ve,H}}{168}, \text{ де} \quad (3.10)$$

$q_{ve,H}$  – нормативна витрата повітря приймається згідно з проектними даними;

$t_{ve,H}$  – період використання витрати вентиляційного повітря, год/тиждень;

$q_{inf,mn,H}$  – усереднена за часом витрата повітря для інфільтрації, м<sup>3</sup>/год;

$$q_{inf,mn,H} = n_{inf} \cdot V_{ve} \cdot v_v \cdot \frac{t_{int,H}}{168}, \text{ де} \quad (3.11)$$

$n_{inf}$  – кратність повітрообміну за рахунок інфільтрації;

$V_{ve}$  – об'єм вентиляованої зони;

$v_v$  – коефіцієнт зниження об'єму повітря, яким враховується наявність внутрішніх огорожувальних конструкцій, приймається 0,85;

$t_{int,H}$  – період використання витрати повітря для інфільтрації.

Сумарна теплопередача для кожної зони будівлі, кВт·год:

$$Q_{ht} = Q_{tr} + Q_{ve}. \quad (3.12)$$

Сумарна енергопотреба на опалення:

$$Q_{H,nd} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} Q_{H,gn} - Q_{ve,pre-heat}, \text{ де} \quad (3.13)$$

$Q_{H,ht}$  – сумарна теплопередача в режимі опалення, кВт·год;

$\eta_{H,gn}$  – безрозмірний коефіцієнт використання надходжень;

$Q_{H,gn}$  – сумарні теплонадходження в режимі опалення, кВт·год;

$Q_{ve,pre-heat} = 0$  – попередній нагрів в розрахунках не враховуємо.

### 3.1.3 Урахування теплонадходжень

Теплонадходження від внутрішніх теплових джерел у будівлі, що розглядається, кВт·год, для визначеного місяця розраховують за формулою:

$$Q_{int} = \left( \sum_k \Phi_{int,mn,k} \cdot A_f \right) \cdot t \cdot 10^{-3}, \text{ де} \quad (3.14)$$

$\sum_k \Phi_{int,mn,k}$  - усереднений за часом тепловий потік від  $k$ -го внутрішнього джерела, що включає теплонадходження від людей, освітлення та обладнання, Вт/м<sup>2</sup>;

$A_f$  – опалювальна площа будівлі;

$t$  – тривалість періоду використання, год/місяць.

Теплонадходження від сонця до будівлі, що розглядається, для кожного місяця, кВт·год, розраховують за формулою:

$$Q_{sol} = \left( \sum_k \Phi_{sol,mn,k} \right) \cdot t \cdot 10^{-3}, \text{ де} \quad (3.15)$$

$t$  – тривалість місяцю, для якого проводиться розрахунок, год;

$\Phi_{sol,mn,k}$  – усереднений за часом тепловий потік від  $k$ -го джерела сонячного випромінювання, Вт.

Сонячні теплонадходження через  $k$ -ий елемент будівлі, Вт:

$$\Phi_{sol,mn,k} = F_{sh,ob,k} A_{sol,k} I_{sol,k} - F_{r,k} \Phi_{r,k}, \text{ де} \quad (3.16)$$

$F_{sh,ob,k}$  – понижувальний коефіцієнт затінення перешкодами для еквівалентної площі інсоляції  $k$ -ої поверхні;

$A_{sol,k}$  – еквівалентна площа інсоляції  $k$ -ої поверхні з даною орієнтацією та кутом нахилу у визначеній зоні чи об'ємі, м<sup>2</sup>, визначається окремо для світлопрозорих та непрозорих поверхонь;

$I_{sol,k}$  – сонячна радіація, значення енергетичної освітленості площі  $k$ -ої поверхні з даною орієнтацією та кутом нахилу за середніх умов хмарності Вт/м<sup>2</sup>;

$F_{r,k}$  – коефіцієнт форми між елементом будівлі та небосхилом: 1- для незатіненого горизонтального даху, 0,5 - для незатіненої вертикальної стіни;

$\Phi_{r,k}$  – додатковий тепловий потік внаслідок теплового випромінювання в атмосферу від  $k$ -го елемента будівлі, Вт.

Понижувальний коефіцієнт затінення  $F_{sh,ob,k}$  (враховуємо лише зовнішнє затінення, а засоби рухомого затінення не враховуємо):

$$F_{sh} = F_{hor}F_{ov}F_{fin}, \text{ де} \quad (3.17)$$

$F_{hor}$ ;  $F_{ov}$ ;  $F_{fin}$  – часткові поправочні коефіцієнти відповідно: затінення горизонту; затінення для звисів; затінення для ребер.

Сумарні теплові надходження, Вт·год, для кожної зони будівлі для кожного місяця визначимо за формулою:

$$Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol} \quad (3.18)$$

### 3.1.4 Енергоспоживання для опалення

Енергоспоживання визначається як енергопотреба плюс втрати теплоти при генеруванні, акумулюванні, транспортуванні, регулюванні, розподіленні та тепловіддачі.

Загальні тепловтрати *підсистеми тепловіддачі* визначаються помісячно, Вт·год:

$$Q_{H,em,ls,i} = \left( \frac{f_{hydr} \cdot f_{im} \cdot f_{rad}}{\eta_{em}} - 1 \right) \cdot Q_{H,em,out,i}, \text{ де} \quad (3.19)$$

$Q_{H,em,out,i} = Q_{H,nd,i}$  – енергія виходу від підсистеми тепловіддачі/виділення за конкретний місяць, Вт год;

$f_{hydr}$  – коефіцієнт, що враховує гідравлічне налагодження системи,

$f_{im}$  – коефіцієнт, що враховує застосування періодичного теплового режиму,

$\eta_{em}$  – загальний рівень ефективності тепловіддавальної складової системи, визначається за формулою:

$$\eta_{em} = \frac{1}{[4 - (\eta_{str} + \eta_{ctr} + \eta_{emb})]}, \text{ де} \quad (3.20)$$

$\eta_{ctr}$  – складова, яка враховує регулювання температури в приміщенні,

$\eta_{emb}$  – складова, яка враховує питомі втрати зовнішніх огорожень, використовується для вбудованих систем опалення, тож  $\eta_{emb} = 1$ ;

$\eta_{str}$  – складова, яка враховує вертикальний профіль температури повітря в приміщенні, визначається, як середнє значення "температурного напору" та "питомих тепловтрат зовнішніх огорожувальних конструкцій" за формулою:

$$\eta_{str} = \frac{\eta_{str1} + \eta_{str2}}{2}.$$

Енергію входу для підсистеми тепловіддачі розраховується за формулою:

$$Q_{H,em,in,i} = Q_{H,em,out,i} - k \cdot W_{H,em,aux,i} - Q_{H,em,ls,rvd,i} + Q_{H,em,ls,nrvd,i}, \text{ де } (3.21)$$

$k$  – коефіцієнт для розрахунку утилізованої частини додаткової енергії впродовж  $i$ -го місяця, показує, що частину додаткової енергії можна утилізувати безпосередньо в підсистемі тепловіддачі як теплоту;

$W_{H,em,aux,i}$  – додаткова енергія впродовж  $i$ -го місяця, Вт·год, розраховується за наявності додаткових джерел енергії;

$Q_{H,em,ls,nrvd,i}$  – неутілізовані тепловтрати для підсистеми тепловіддачі впродовж  $i$ -го місяця, Вт·год, приймають  $Q_{H,em,ls,nrvd,i} = Q_{H,em,ls,i}$ ;

$Q_{H,em,ls,rvd,i}$  – утилізовані тепловтрати підсистем тепловіддачі впродовж  $i$ -го місяця, Вт·год, приймаємо  $Q_{H,em,ls,rvd,i} = 0$ .

Загальні тепловтрати *підсистеми розподілення* визначаються помісячно за формулою, Вт·год:

$$Q_{H,dis,ls,i} = \sum \psi_{L,j} \cdot (\theta_{m,i} - \theta_i) \cdot L_j \cdot t_{op,an,i}, \text{ де } (3.22)$$

$\psi_{L,j}$  – лінійний коефіцієнт теплопередачі  $j$ -го трубопроводу, Вт/(м·К);

$\theta_{m,i}$  – середня температура теплоносія в зоні впродовж  $i$ -го місяця, °С;

$\theta_i$  – температура навколишнього середовища, °С;

$L_j$  – довжина трубопроводу, м;

$t_{op,an,i}$  – час опалення впродовж  $i$ -го місяця, год.

Енергію входу для підсистеми розподілення розраховується за формулою:

$$Q_{H,dis,in,i} = Q_{H,dis,out,i} + Q_{H,dis,ls,nrvd,i}, \text{ де } (3.23)$$

$Q_{H,dis,out,i}$  – енергія виходу з підсистеми розподілення впродовж  $i$ -го місяця, Вт·год,  $Q_{H,dis,out,i} = Q_{H,em,in,i}$ ;

$Q_{H,dis,ls,nrvd,i}$  – неутілізовані тепловтрати для підсистеми розподілення впродовж  $i$ -го місяця, Вт·год

Загальні тепловтрати *підсистеми генерування (виробництва)* теплоти визначаються помісячно за формулою, Вт·год:

$$Q_{H,gen,ls,i} = Q_{H,gen,out,i} \cdot (1 - \eta_{H,gen}) / \eta_{H,gen}, \text{ де} \quad (3.24)$$

$Q_{H,gen,out,i}$  – енергія виходу з підсистем генерування упродовж  $i$ -го місяця,

Вт·год,  $Q_{H,gen,out,i} = Q_{H,dis,in,i}$ ;

$\eta_{H,gen}$  – ефективність підсистеми генерування теплоти;

Енергоспоживання на потреби опалення визначається за формулою:

$$Q_{H,use,i} = Q_{H,gen,out,i} + Q_{H,gen,ls,i}. \quad (3.25)$$

### 3.1.5 Режим охолодження

Сумарна теплопередача трансмісією  $Q_{tr}$ , Вт·год, для охолодження:

$$Q_{tr} = H_{tr,adj} \cdot (\theta_{int,set,c} - \theta_e) \cdot t, \text{ де} \quad (3.26)$$

$\theta_{int,set,c}$  – задана внутрішня температура в будівлі в період охолодження, °С;

$t$  – тривалість періоду охолодження, год/місяць, коли температура зовнішнього повітря вище 21°С.

Сумарна теплопередача вентиляцією  $Q_{ve}$ , Вт·год:

$$Q_{ve} = H_{ve,adj} \cdot (\theta_{int,set,c} - \theta_e) \cdot t, \quad (3.27)$$

Сумарна енергопотреба для охолодження визначається формулою:

$$Q_{C,nd} = Q_{C,gn} - \eta_{C,ls}(Q_{C,ht} + Q_{ve,pre-cool}), \text{ де} \quad (3.28)$$

$Q_{C,gn}$  – сумарні теплонадходження в режимі охолодження, кВт·год;

$Q_{C,ht}$  – сумарна теплопередача в режимі охолодження, кВт·год;

$\eta_{C,ls}$  – безрозмірний коефіцієнт використання втрат для охолодження?

$Q_{ve,pre-cool} = 0$  – попереднє охолодження не враховуємо.

Втрати теплоти підсистемою розподілення охолодження, кВт·год:

$$Q_{C,dis,ls} = Q_{C,nd} \cdot \left( (1 - \eta_{C,ce}) + (1 - \eta_{C,ce,sens}) + (1 - \eta_{C,d}) \right), \text{ де} \quad (3.29)$$

$Q_{C,nd}$  – енергопотреба для охолодження;

$\eta_{C,ce}$  – ступінь утилізації теплообміну в системі охолодження;

$\eta_{C,ce,sens}$  – ступінь явної утилізації теплообміну в системі охолодження,

$\eta_{C,d}$  – ступінь утилізації підсистеми розподілення.

Енергія входу для підсистеми розподілення, кВт·год:

$$Q_{C,dis,in} = Q_{C,dis,out} + Q_{C,dis,ls}, \text{ де} \quad (3.30)$$

$Q_{C,dis,out}$  – енергія виходу підсистеми розподілення упродовж  $i$ -го місяця, Вт·год,  $Q_{C,dis,out} = Q_{C,nd}$ .

Енергія виходу для підсистеми генерування, кВт·год:

$$Q_{C,gen,out} = Q_{C,dis,in} / \eta_{C,ac}, \text{ де} \quad (3.31)$$

$Q_{C,dis,in}$  – енергія входу для підсистеми розподілення;

$\eta_{C,ac}$  – ефективність автоматичного управління/регулювання, обирається в залежності від класу ефективності системи.

Визначимо загальні *тепловтрати підсистеми генерування*, кВт·год:

$$Q_{C,gen,ls} = Q_{C,gen,out} (1 - \eta_{C,gen}) / \eta_{C,gen}, \text{ де} \quad (3.32)$$

$\eta_{C,gen}$  – ефективність підсистеми генерування (виробництва).

Енергоспоживання для охолодження визначається за формулою:

$$Q_{C,use} = Q_{C,gen,out} + Q_{C,gen,ls}. \quad (3.33)$$

### 3.1.6 Клас енергоефективності будівлі

Клас енергетичної ефективності будівлі визначається в залежності від показника  $\Delta_{EP}$ , який є відсотковою різницею між загальним показником питомого енергоспоживання,  $EP_{use}$  та граничним питомим енергоспоживанням  $EP_p$ .

Показник  $\Delta_{EP}$  визначається за формулою, %:

$$\Delta_{EP} = \left[ \frac{EP_{use} - EP_p}{EP_p} \right] \cdot 100, \quad (3.34)$$

де

$EP_{use}$  – питоме енергоспоживання при опаленні та охолодженні, кВт·год/м<sup>2</sup>:

$$EP_{use} = EP_{H use} + EP_{C use}, \quad (3.35)$$

$EP_p$  – граничне питоме енергоспоживання при опаленні та охолодженні, визначається відповідно до [1]; для 9-поверхової житлової будівлі: 85 кВт·год/м<sup>2</sup>.

За методикою [1] визначаються: енергоспоживання на гаряче водопостачання, освітлення; споживання первинної енергії; викиди парникових газів.

### 3.2 Визначення енергетичних характеристик житлової будівлі

Для визначення питомих показників енергоспоживання за методикою було сформовано розрахункову модель у програмному середовищі MS Excel.

Геометричні характеристики, розміри і параметри інженерних мереж, характеристики обладнання уточнювалися під час енергетичного обстеження, кліматичні параметри для здійснення розрахунків обиралися зі стандарту [2].

Узагальнені коефіцієнти теплопередачі трансмісією  $H_D$ ,  $H_U$  визначалися за вищенаведеною методикою, характеристики матеріалів обрано із [2],

Приведені опори теплопередачі існуючих огорожень, обчислені за методикою [2] не відповідають нормативним вимогам [3] і становлять:

- зовнішні стіни  $R_{\Sigma \text{прі}}=2,256$  ( $\text{м}^2 \cdot \text{К}$ )/Вт (склад стіни: цегла силікатна  $\lambda=0,87$  Вт/( $\text{м} \cdot \text{К}$ ), мінеральна вата  $\lambda=0,055$  Вт/( $\text{м} \cdot \text{К}$ ), гіпсокартон  $\lambda=0,21$  Вт/( $\text{м} \cdot \text{К}$ )),

- оришце перекриття  $R_{\Sigma \text{прі}}=1,071$  ( $\text{м}^2 \cdot \text{К}$ )/Вт (склад конструкції: стяжка  $\lambda=0,93$  Вт/( $\text{м} \cdot \text{К}$ ), залізобетон  $\lambda=2,04$  Вт/( $\text{м} \cdot \text{К}$ ), керамзит ( $\lambda=0,19$  Вт/( $\text{м} \cdot \text{К}$ ));

- перекриття над підвалом  $R_{\Sigma \text{прі}}=0,717$  ( $\text{м}^2 \cdot \text{К}$ )/Вт (залізобетон  $\lambda=2,04$  Вт/( $\text{м} \cdot \text{К}$ ), керамзит  $\lambda=0,19$  Вт/( $\text{м} \cdot \text{К}$ ), стяжка  $\lambda=0,93$  Вт/( $\text{м} \cdot \text{К}$ ), плитка  $\lambda=0,51$  Вт/( $\text{м} \cdot \text{К}$ ));

- перекриття над проїздами  $R_{\Sigma \text{прі}}=2,883$  ( $\text{м}^2 \cdot \text{К}$ )/Вт (пінопласт  $\lambda=0,04$  Вт/( $\text{м} \cdot \text{К}$ ), залізобетон  $\lambda=2,04$  Вт/( $\text{м} \cdot \text{К}$ ), стяжка  $\lambda=0,93$  Вт/( $\text{м} \cdot \text{К}$ ), плитка  $\lambda=0,51$  Вт/( $\text{м} \cdot \text{К}$ )).

Приведений опір теплопередачі вікон обчислено з урахуванням заклої частини та частки обрамлення за методикою стандарту [26]. Для основного типу вікон (4М-8-4М-8-4М) ця величина становить близько  $R_{\Sigma \text{прі}}=0,5$  ( $\text{м}^2 \cdot \text{К}$ )/Вт;

Опір теплопередачі вхідних дверей в парадні  $R_{\Sigma \text{прі}}=0,33$  ( $\text{м}^2 \cdot \text{К}$ )/Вт (тип дверей - метал утеплений, утеплювач тонкий); технічних дверей  $R_{\Sigma \text{прі}}=0,4$  ( $\text{м}^2 \cdot \text{К}$ )/Вт.

Режим експлуатації будівлі: графік опалення – 168 год/тиждень, графік охолодження – 112 год/тиждень; розрахункова внутрішня температура на опалення

і охолодження складає відповідно 20 °С та 26 °С. Кратність повітрообміну за рахунок інфільтрації для природної вентиляції  $n_{inf}=0,56 \text{ год}^{-1}$  (за ДБН [4] при висоті приміщень 2,7 м). Результати розрахунків наведено в табл. 3.2, 3.5.

Для кожного місяця обчислювалися значення енергопотребі для опалення (табл. 3.1) та охолодження (табл. 3.2), причому якщо результати розрахунків для певного місяця не перевищують 0,1, допустимо результат приймати рівним 0.

Таблиця 3.1 – Показники розрахунку енергопотребі для опалення

Місяць року	Параметр								
	$Q_{H,tr}$ , кВт·год'	$Q_{H,ve}$ , кВт·год	$Q_{H,ht}$ , кВт·год	$Q_{H,sol}$ , кВт·год	$Q_{H,int}$ , кВт·год	$Q_{H,gn}$ , кВт·год	$\gamma_H$	$\eta_{H,gn}$	$Q_{H,nd}$ , кВт·год
Січень	177 662	183 800	361 463	9 170	75 556	84 727	0,234	1,000	276 740
Лютий	153 323	158 620	311 943	13 485	68 244	81 729	0,262	1,000	230 221
Березень	136 663	141 385	278 049	22 147	75 556	97 703	0,351	0,999	180 402
Квітень	76 568	79 214	155 782	25 121	63 442	88 563	0,569	0,990	68 095
Травень	34 525	35 718	70 243	33 987	60 557	94 545	1,346	0,714	2 738
Червень	11 833	12 242	24 075	32 722	58 604	91 327	3,793	0,264	0,00
Липень	1 438	1 488	2 926	32 487	60 557	93 045	31,790	0,031	0,00
Серпень	7 192	7 441	14 634	27 740	60 557	88 297	6,034	0,166	0,00
Вересень	42 460	43 927	86 388	23 233	58 604	81 837	0,947	0,893	13 343
Жовтень	85 594	88 551	174 146	14 787	67 815	82 602	0,474	0,996	91 836
Листопад	125 990	130 343	256 333	7 064	73 119	80 183	0,313	1,000	176 172
Грудень	161 838	167 429	329 268	6 293	75 556	81 849	0,249	1,000	247 424
Всього	1 015 093	1050164	2 065 257	248 242	798 171	1046414			<b>1286973</b>

Таблиця 3.2 – Показники розрахунку енергопотребі на охолодження

Місяць року	Параметр								
	$Q_{C,tr}$ , кВт·год	$Q_{C,ve}$ , кВт·год	$Q_{C,ht}$ , кВт·год	$Q_{C,sol}$ , кВт·год	$Q_{C,int}$ , кВт·год	$Q_{C,gn}$ , кВт·год	$\gamma_C$	$\eta_{C,ls}$	$Q_{C,nd}$ , кВт·год
Січень	206 459	228 448	434 908	9 170	60 557	69 728	0,160	0,160	0,00
Лютий	179 797	198 947	378 745	13 485	54 697	68 182	0,180	0,180	0,00
Березень	168 126	186 033	354 159	22 147	60 557	82 704	0,234	0,234	0,00
Квітень	110 638	122 421	233 060	25 121	66 621	91 743	0,394	0,393	0,00
Травень	72 630	80 366	152 997	33 987	72 985	106 973	0,699	0,680	2 899
Червень	50 112	55 449	105 562	32 722	70 630	103 353	0,979	0,864	12 154
Липень	41 695	46 136	87 831	32 487	72 985	105 472	1,201	0,938	23 081
Серпень	47 075	52 089	99 164	27 740	72 985	100 725	1,016	0,880	13 453
Вересень	78 748	87 135	165 883	23 233	70 630	93 864	0,566	0,561	0,00

## Продовження таблиці 3.2

Жовтень	120 378	133 199	253 578	14 787	66 971	81 759	0,322	0,322	0,00
Листопад	156 845	173 551	330 396	7 064	58 604	65 668	0,199	0,199	0,00
Грудень	191 664	212 077	403 742	6 293	60 557	66 850	0,166	0,166	0,00
Всього	1424172	1575858	3 000 030	248242	788785	1037027			<b>51589</b>

Для визначення енергоспоживання на освітлення було обчислено питому потужність встановленого штучного освітлення будівлі та інші дані (табл.3.3).

Таблиця 3.3 – Характеристики системи освітлення

№ з/п	Позначення	Найменування показника	Одиниця вимірювання	Значення показника
1	$P_N$	Питома потужність встановленого штучного освітлення в будівлі	Вт/м <sup>2</sup>	3,9
2	$F_c$	Постійний коефіцієнт яскравості	-	1
3	$F_o$	Коефіцієнт використання освітлення	-	1
4	$F_D$	Коефіцієнт природного освітлення	-	1
5	$t_D$	Час використання природного освітлення протягом року	год	2250
6	$t_N$	Час використання штучного освітлення протягом року	год	250
7	$P_{em}$	Загальна встановлена питома потужність заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення	кВт·год/м <sup>2</sup>	1
8	$P_{pc}$	Загальна встановлена питома потужність усіх систем управління приладами освітлення зони в час, коли лампи не використовують	кВт·год/м <sup>2</sup>	5

В табл. 3.4 наведено значення питомого енергоспоживання, в табл.3.5 – фактори первинної енергії для енергоносіїв та викидів. Питома енергопотреба на опалення та охолодження – 63,59 кВт·год/м<sup>2</sup>. Питоме енергоспоживання на потреби опалення та охолодження становить 98,08 кВт·год/м<sup>2</sup>, встановлені мінімальні вимоги при цьому – 85 кВт·год/м<sup>2</sup> [Дбн31]. Клас енергоефективності: Д.

Таблиця 3.4 – Розрахунки питомого енергоспоживання

№	Найменування показника	Одиниця вимірювання	Значення показника
1	Питома енергопотреба на опалення, охолодження, гаряче водопостачання	кВт·год/м <sup>2</sup>	99,97
		[кВт·год/м <sup>3</sup> ]	33,05
2	Питоме енергоспоживання опалення	кВт·год/м <sup>2</sup>	96,72
		[кВт·год/м <sup>3</sup> ]	31,98
3	Питоме енергоспоживання охолодження	кВт·год/м <sup>2</sup>	1,36
		[кВт·год/м <sup>3</sup> ]	0,45
4	Питоме енергоспоживання гарячого водопостачання	кВт·год/м <sup>2</sup>	36,38
		[кВт·год/м <sup>3</sup> ]	12,03
5	Питоме енергоспоживання освітлення	кВт·год/м <sup>2</sup>	9,75
6		[кВт·год/м <sup>3</sup> ]	3,22
7	Питоме споживання первинної енергії	кВт·год/м <sup>2</sup>	225,12
8		[кВт·год/м <sup>3</sup> ]	74,42

Таблиця 3.5 – Фактори первинної енергії енергоносіїв та викиди

Назва показника	$f_{p,del,i}$	$K_{del,i}$ , г/кВт·год
Фактор первинної енергії поставленого енергоносія при опаленні, $f_{p,del,i}$	1,1	220
Фактор первинної енергії енергоносія при охолодженні, $f_{p,del,i}$	2,5	420
Фактор первинної енергії енергоносія при постачанні гарячої води, $f_{p,del,i}$	2,5	420
Фактор первинної енергії поставленого енергоносія при вентиляції, $f_{p,del,i}$	2,5	420
Фактор первинної енергії поставленого енергоносія при освітленні, $f_{p,del,i}$	2,5	420
Фактор первинної енергії експортованого і-го енергоносія, $f_{p,exp,i}$	-	
Питомі викиди парникових газів, кг/м <sup>2</sup>		41,22

### 3.3 Розробка пропозицій по підвищенню енергетичної ефективності

#### 1. Модернізація вхідних дверей та встановлення тамбурів

Одним із вагомих джерел тепловтрат будівлі є неефективні зовнішні двері під'їздів, що мають низький опір теплопередачі та погану герметичність. Для зменшення теплових втрат пропонується встановлення сучасних енергоефективних дверей, оснащених якісними ущільнювачами та доводчиками. Також для кожного входу

планується облаштування тамбурів, які діятимуть як тепловий бар'єр, зменшуючи проникнення холодного повітря зовні. Це дозволить значно скоротити втрати тепла в холодну пору року та зберігати кондиціоноване повітря влітку, завдяки зниженню утворення протягів і забезпеченню герметичності. Мінімальний опір теплопередачі нових дверей має складати  $0,7 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  відповідно до ДБН В.2.6-31:2021.

**Заходи включають:**

- Заміна старих дверей під'їздів (5 одиниць по  $2,7 \text{ м}^2$  кожна) на утеплені металеві двері з внутрішнім шаром ізоляції, наприклад, мінеральною ватою товщиною не менше 50 мм.
- Встановлення 4 тамбурів з енергоефективними дверима.
- Заміна внутрішніх дверей тамбурів (1 одиниця).

Усі двері будуть оснащені доводчиками для покращення герметичності.

**Економічний ефект:**

- Інвестиції: 359 000 грн
- Зменшення споживання енергії: 5 592 кВт·год/рік
- Чиста економія: 5 660 грн/рік

Точну вартість проєкту буде визначено після розробки проєктно-кошторисної документації та проходження експертизи кошторису.

## **2. Модернізація системи освітлення у місцях загального користування**

Пропонується оновити систему освітлення у спільних зонах будівлі шляхом встановлення сучасних світильників з датчиками руху. Завдяки цьому рішенню можна суттєво скоротити витрати на електроенергію, оскільки світильники працюватимуть лише за потреби, тобто в присутності людей.

У межах цього заходу планується заміна 288 існуючих світильників потужністю 8 Вт на кожному поверсі на енергоефективні світлодіодні світильники потужністю 12 Вт, обладнані датчиками руху з радіусом дії понад 8 метрів (рис. 3.2). Це забезпечить оптимальне освітлення і зменшить тривалість роботи

освітлювальних приладів, що позитивно позначиться на споживанні електроенергії.

Очікувані результати:

- Інвестиції: 318 200 грн
- Економія енергії: 17 660 кВт·год/рік
- Чиста економія: 76 290 грн/рік



Рисунок 3.2 – Світильник обладнаний датчиком руху

Точна вартість проєкту буде визначена під час розробки проєктно-кошторисної документації та проходження експертизи.

### **3. Утеплення фасадів і цоколя будівлі**

Здійснення зовнішньої теплоізоляції фасаду сприятиме підтриманню оптимального мікроклімату в приміщеннях, значному скороченню енерговитрат на його забезпечення та стабілізації температурного режиму незалежно від сезону. Завдяки цьому знизяться температурні деформації конструкцій, що зменшить їх зношування. Опір теплопередачі стін після утеплення має бути не меншим за 4 (м<sup>2</sup>·К)/Вт, як зазначено в ДБН В.2.6-31:2021.

Для досягнення цього стандарту пропонується утеплити фасади мінеральною ватою товщиною 120 мм з теплопровідністю до 0,041 Вт/(м·К) і густиною 120–160 кг/м<sup>3</sup>. Крім фасадів, планується також утеплити цоколь, що дозволить зменшити

тепловтрати, підвищити міцність конструкції й продовжити її експлуатаційний термін. Для цоколю рекомендується використовувати плити з піноскла товщиною 100 мм із теплопровідністю до 0,052 Вт/(м·К) та густиною 120–150 кг/м<sup>3</sup>. Технологія виконання утеплення наведена на рис. 3.3.

#### **Заплановані роботи включають:**

- Утеплення 4 944 м<sup>2</sup> фасадів мінераловатними плитами.
- Утеплення 329 м<sup>2</sup> цоколя плитами з піноскла.
- Оформлення зовнішніх відкосів і оздоблення стін.

#### **Очікувані результати:**

- Інвестиції: 17 563 000 грн
- Економія енергії: 128 671 кВт·год/рік
- Чиста економія: 130 232 грн/рік



Рисунок 3.3 – Технологія утеплення зовнішніх фасадів

Фінальна вартість буде уточнена на етапі розробки проектно-кошторисної документації та після проходження експертизи.

#### **4. Заміна вікон у місцях загального користування**

Втрата тепла через світлопрозорі конструкції, оснащені склопакетами з високим коефіцієнтом теплопередачі, є одним із суттєвих джерел енергетичних втрат. Оскільки опір теплопередачі наявних вікон балконів загального користування не

відповідає нормативним вимогам, пропонується замінити їх на сучасні енергоефективні металопластикові вікна (рис. 3.4).

#### Рекомендації до нових вікон:

- Використання профілю з 5 або 6 камерами.
- Двокамерні склопакети з м'яким енергозберігаючим покриттям для зменшення теплових втрат через променеве теплообмінювання.
- Наповнення камер газами, такими як криптон (Kr) або аргон (Ar).
- Опір теплопередачі має бути не нижче  $0,9 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ , відповідно до вимог ДБН В.2.6-31:2021.

#### Заплановані роботи:

Заміна 85 існуючих вікон (загальна площа  $179,9 \text{ м}^2$ ) на балконах загального користування енергоефективними металопластиковими вікнами.

#### Очікувані результати:

- Інвестиції: 1 663 200 грн
- Економія енергії: 30 271 кВт·год/рік
- Чиста економія: 30 638 грн/рік

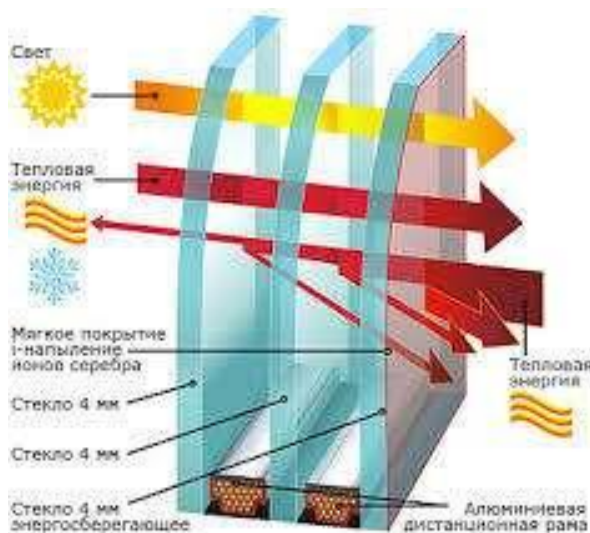


Рисунок 3.4 – Обіг теплової енергії у сучасних металопластикових вікнах  
Остаточна вартість заходу буде визначена після розробки проектно-кошторисної документації та її експертизи.

## 5. Утеплення перекриття над неопалюваним підвалом

Помітні тепловтрати виникають через підлогу першого поверху, особливо якщо вона знаходиться над неопалюваним підвалом. Втрати можуть сягати близько 4% від загальних тепловтрат через огорожувальні конструкції. Оптимальним рішенням є утеплення підлоги знизу, тобто зі сторони підвалу (рис. 3.5).

### Рекомендований теплоізоляційний матеріал:

- Мінераловатний утеплювач товщиною 160 мм.
- Густина — від 140 кг/м<sup>3</sup>.
- Коефіцієнт теплопровідності  $\leq 0,037$  Вт/(м·К) в умовах експлуатації Б.
- Опір теплопередачі має бути не менше 5 м<sup>2</sup>·К/Вт.

Для забезпечення відповідності нормам необхідно використовувати плити, які відповідають ДСТУ Б В.2.7-167:2008 і мають відповідні сертифікати та санітарні висновки.

### Обсяг робіт:

Передбачається утеплення 2 131 м<sup>2</sup> стелі підвального приміщення мінеральною ватою товщиною 160 мм.

### Очікувані результати:

- Інвестиції: 6 393 000 грн
- Економія енергії: 100 986 кВт·год/рік
- Чиста економія: 102 211 грн/рік



Рисунок 3.5 – Технологія утеплення перекриття над неопалювальним підвалом

Остаточні витрати будуть уточнені після підготовки проєктно-кошторисної документації та її експертної оцінки.

## **6. Утеплення горищного перекриття**

Покрівля є одним із ключових джерел тепловтрат у будівлі, оскільки тепле повітря природним шляхом піднімається догори. Неефективна теплоізоляція перекриття призводить до значних втрат тепла. Щоб зменшити ці втрати та забезпечити економію коштів, доцільно провести термомодернізацію шляхом утеплення горищного перекриття із застосуванням високоефективного теплоізоляційного шару.

### **Рекомендації щодо матеріалів:**

Для досягнення нормативного опору теплопередачі (не менше  $6 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  відповідно до ДБН В.2.6-31:2021) рекомендується використовувати мінеральну вату товщиною 180 мм, з густиною не менше  $45 \text{ кг}/\text{м}^3$  та теплопровідністю до  $0,037 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ . Мінераловатні плити слід укладати на очищену поверхню перекриття. Для захисту утеплювача від вологи потрібно встановити шар пароізоляції з внутрішнього боку та гідроізоляційний шар із зовнішнього боку для захисту від атмосферних опадів.

### **Технічні вимоги:**

Перед початком робіт необхідно провести технічне обстеження стану гідроізоляції покрівлі над горищем. Усі роботи мають виконуватися згідно з вимогами ДСТУ-Н Б В.2.6-214:2016 із використанням сертифікованих матеріалів.

### **Обсяг робіт:**

Передбачено утеплення  $2\,210 \text{ м}^2$  горищного перекриття мінеральною ватою товщиною 180 мм.

### **Очікувані результати:**

- Інвестиції: 6 434 000 грн
- Економія енергії: 152 318 кВт·год/рік
- Чиста економія: 154 166 грн/рік

Точна сума витрат визначатиметься після розробки проектно-кошторисної документації та проведення її експертизи.

## **7. Гідравлічне балансування системи опалення**

Для ефективної роботи системи опалення важливо, щоб кількість теплоносія була рівномірно розподілена по всіх паралельних циркуляційних контурах, забезпечуючи однаковий рівень втрат тиску в кожному з них. Це дозволяє підтримувати правильний розподіл теплоносія відповідно до теплових навантажень. Завдяки гідравлічному балансуванню можна забезпечити комфортний температурний режим у приміщеннях, уникнути перегрівів і недогрівів, а також знизити теплові втрати, що сприятиме підвищенню загальної енергоефективності будівлі.

### **Запропоновані рішення:**

Планується встановлення автоматичних балансувальних клапанів, які регулюють перепад тиску в системі. Зокрема, передбачено використання клапанів *Danfoss ASV-P* на зворотному трубопроводі разом із запірним клапаном *ASV-M* на подаючому трубопроводі. Ці клапани стабілізують перепад тиску в системах зі змінною витратою теплоносія, що допоможе досягти рівномірного розподілу тепла.

### **Обсяг робіт:**

Передбачається встановлення автоматичних регуляторів перепаду тиску на 76 стояків системи опалення.

### **Очікувані результати:**

- Інвестиції: 1 280 000 грн
- Економія енергії: 21 049 кВт·год/рік
- Чиста економія: 21 304 грн/рік

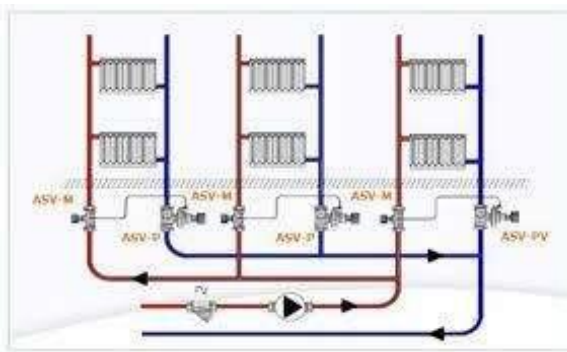


Рисунок 3.6 – Приклад балансування системи опалення

Точна сума витрат буде визначена після розробки проектно-кошторисної документації та проведення її експертизи.

### **8. Встановлення терморегуляторів на радіатори та розподільвачів теплової енергії**

Відповідно до закону України від 22.06.2017 "Про комерційний облік теплової енергії та водопостачання", споживачі з вузлами розподільного обліку тепла можуть самостійно контролювати обсяги споживання теплової енергії. Для цього пропонується встановлення розподільвачів витрат теплової енергії, що забезпечить точний поквартирний облік тепла, а також терморегуляторів на радіаторах для індивідуального регулювання температури.

#### **Технічна суть заходу:**

Розподільвачі витрат тепла – це сучасні електронні пристрої з радіомодулями для дистанційного зчитування показань. Встановлення таких пристроїв дає змогу контролювати споживання тепла в кожній квартирі окремо, що може знизити теплові втрати на 5-10%. Термостатичні клапани та регулятори на радіаторах дозволяють підтримувати оптимальний температурний режим і уникати перегріву приміщень.

#### **Необхідні умови:**

Для ефективного впровадження заходу потрібно попередньо виконати гідравлічне балансування системи опалення для рівномірного розподілу теплоносія (рис. 3.7).

**План робіт:**

Передбачено встановлення 679 розподільвачів тепла, термостатичних клапанів і радіаторних терморегуляторів у будівлі.

**Очікувані результати:**

- Інвестиції: 4 414 000 грн
- Економія енергії: 127 917 кВт·год/рік
- Чиста економія: 129 469 грн/рік



Рисунок 3.7 – Встановлені терморегулятори

Точна вартість заходу буде визначена після підготовки проектно-кошторисної документації та проходження експертизи.

**9. Встановлення сонячних панелей на дах будівлі**

Рекомендується розглянути можливість використання даху будівлі для встановлення сонячної електростанції, яка слугуватиме альтернативним джерелом електроенергії. Це дозволить частково або повністю забезпечити потреби у освітленні місць загального користування, роботі циркуляційних насосів системи опалення та холодного водопостачання. Рівень покриття залежатиме від погодних умов та пори року. Під час опалювального періоду генерацією електричної енергії від СЕС планується забезпечувати лише потреби дахової котельні в період відключень.

План розташування панелей наведено в додатку Б.

**Технічні параметри:**

Пропонується встановлення СЕС із загальною потужністю сонячного масиву 20 кВт. Основне обладнання, яке входить до конфігурації системи наведено в табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Обладнання до встановлення системи СЕС

Обладнання	Позначення	Кількість, шт	Ціна, грн	Сума, ЄВРО
Сонячні панелі	Solar JAM 72S30 565/LR565	36	6 000	4 968,00
Інвертор Гібридний 10кВ	SUN-10К- SG04LP3	2	95 000,00	4 370,00
Двосторонній лічильник	LY-G100A	1	10 000	230,00
Акумуляторна батарея	Pytes V5a LiFePo4 51.2В 100А 5.12кВт	4	51 000	4 692,00
Конектори, монтажні щити		1	100 000	2 300,00
PV-кабеля		50	50	57,50
Транспортні витрати		1	20 000	460,00
Проектно-монтажні роботи		1	50 000	1 150,00
Підключення		1	20 000	460,00
Кріплення		30	300	207,00
Сума				<b>18 894,50</b>

Скористаємось онлайн калькулятором [31] для розрахунку кількості згенерованої енергії. Також на рис. 3.8 зазначимо споживання електричної енергії дахової котельні. Режим роботи – цілодобовий під час опалювального періоду, потужність – 16,1 кВт·год.

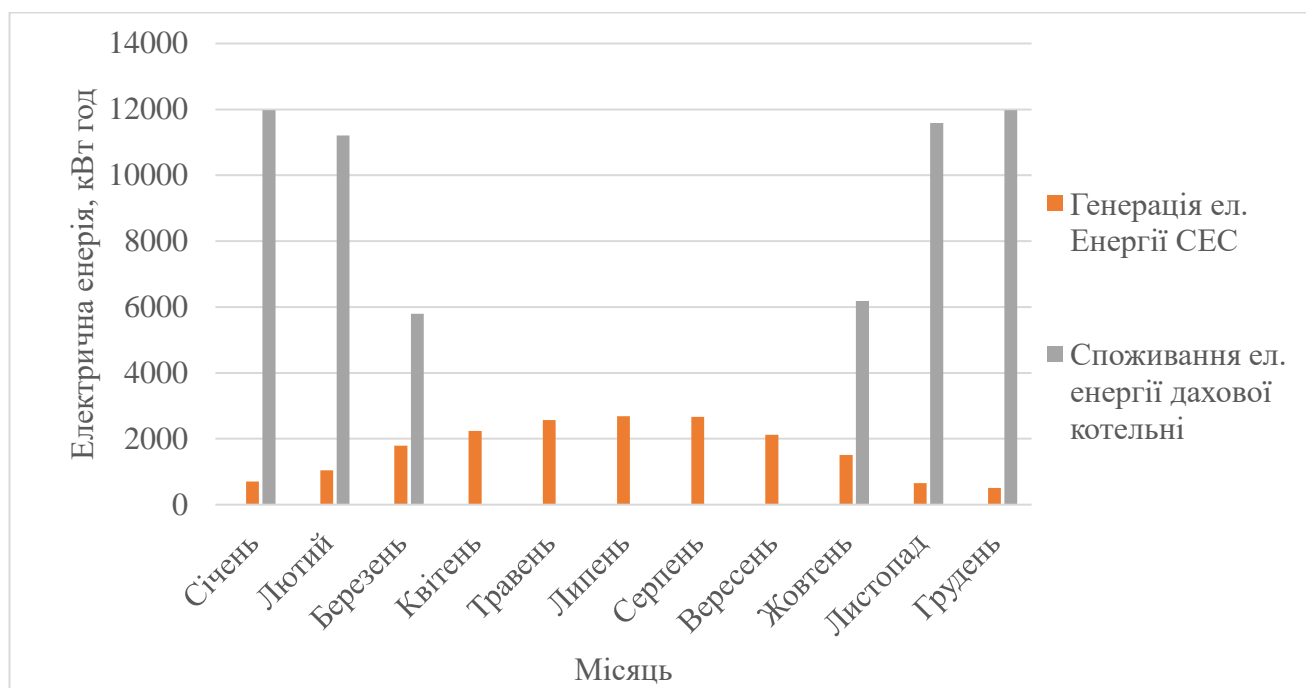


Рисунок 3.8 – Діаграма залежності генерації електричної енергії СЕС від споживання електричної енергії даховою котельнею

Таблиця 3.7 – Розрахунок приведеній собівартості LCOE за умови, що ставка дисконтування становить 13%

t (№ року/ період)	Собівартість	E(t) кВт·год	CAPEX	OPEX	Bank revenue	TOTEX	ПРИВЕДЕНІ EXPENSES
0	LCOE(t)	0	9 447,25	0	377,89	9825,14	9825,14
1	0,05	21047	0	214	2137,91	2351,42	2044,71
2	0,06	22066	0	241	2137,91	2379,17	1799,00
3	0,06	23086	0	273	2137,91	2410,54	1584,97
4	0,07	22066	0	308	2137,91	2445,98	1398,50
5	0,08	21047	0	348	2137,91	2486,03	1236,00
6	0,09	22066	0	393		393,37	170,07
7	0,10	21047	0	445		444,51	167,11
8	0,12	20028	0	502		502,30	164,20
9	0,13	19008	0	568		567,60	161,35
10	0,15	20028	0	641		641,39	158,54
11	0,17	19008	0	725		724,77	155,78
12	0,19	20028	0	819		818,99	153,07
13	0,21	19008	0	925		925,45	150,41
14	0,24	20028	0	1046		1045,76	147,80
15	0,27	21047	0	1182		1181,71	145,23
16	0,31	20028	0	1335		1335,34	142,70
17	0,35	19008	0	1509		1508,93	140,22
18	0,39	20028	0	1705		1705,09	137,78

## Продовження таблиці 3.7

19	0,44	19008	0	1927		1926,75	135,38
20	0,50	20028	0	2177		2177,23	133,03
Life cycle	0,05	408708	9447,25	17283	11067,44	37797	20151

В табл. 3.7 показано розрахунок приведеної собівартості виробництва електроенергії (LCOE — Levelized Cost of Energy)/

Вона відображає життєвий цикл проекту встановлення СЕС протягом 20 років, охоплюючи витрати, прибутки та енергетичні показники.

- Початкові інвестиції (CAPEX) становлять 9447 євро у 0-й рік.
- Загальні витрати (TOTEX) зростають упродовж проекту від 2351 євро у першому році до 2177 євро у 20-му.
- LCOE має поступове зростання з 0,05 євро у перший рік до 0,50 євро у 20-й рік.
- Життєвий цикл завершується при загальному обсязі виробництва 408 708 кВт·год з сумарними інвестиціями 37 797 євро і приведеними витратами 20 151 євро.

Таблиця 3.8 – Розрахункові результати: LCOE і грошовий потік за собівартістю

t (№ року/період)	Собівартість	E(t), кВт·год.	Приведені	+IN	По роках:	Кумулятивн	
			Expenses		Revenues	Потік	
						DCF	CDCF
0	LCOE(t)	0	9825,14	0	-9825,14	-9825,14	
1	0,05	21047	2044,71	1038	-1007,01	-10832,15	
2	0,06	22066	1799,00	1229	-569,60	-11401,75	
3	0,06	23086	1584,97	1453	-131,58	-11533,34	
4	0,07	22066	1398,50	1570	171,31	-11362,02	
5	0,08	21047	1236,00	1692	455,95	-10906,07	
6	0,09	22066	170,07	2004	1834,43	-9071,65	
7	0,10	21047	167,11	2160	1993,34	-7078,31	
8	0,12	20028	164,20	2323	2158,87	-4919,44	
9	0,13	19008	161,35	2491	2330,12	-2589,32	

Продовження таблиці 3.8

10	0,15	20028	158,54	2966	2807,79	218,48
11	0,17	19008	155,78	3181	3025,57	3244,05
12	0,19	20028	153,07	3788	3634,63	6878,68
13	0,21	19008	150,41	4062	3911,86	10790,55
14	0,24	20028	147,80	4837	4688,73	15479,28
15	0,27	21047	145,23	5743	5598,20	21077,48
16	0,31	20028	142,70	6176	6033,06	27110,54
17	0,35	19008	140,22	6623	6483,22	33593,75
18	0,39	20028	137,78	7886	7748,05	41341,80
19	0,44	19008	135,38	8457	8322,08	49663,88
20	0,50	20028	133,03	10069	9936,38	59600,26
Life cycle	0,05	408708	20151	79751		59600,26

Табл. 3.8 демонструє економічний аналіз проєкту встановлення сонячної електростанції (СЕС) на житловий будинок. Вона містить дані про собівартість енергії (LCOE), вироблену енергію, витрати, доходи, а також грошові потоки за 20-річний період. Видно, що виробництво енергії зменшується з часом (ймовірно, через деградацію панелей), тоді як собівартість одиниці енергії поступово зростає. У перші роки спостерігаються значні витрати, що відображено у від'ємному грошовому потоці (DCF) та кумулятивному потоці (CDCF). Проєкт виходить на прибутковість на 11-му році, коли кумулятивний потік стає додатним. Загалом, проєкт демонструє перспективну економічну ефективність за довгострокового горизонту, що є типовим для відновлюваних джерел енергії.

За даними графіків (рис. 3.9 – 3.10) бачимо, що найбільш вигідним рішенням з точки зору окупності буде встановлення бажаного зеленого тарифу.



Рисунок 3.9 – Нормована собівартість електроенергії



Рисунок 3.10 – Кумулятивний дисконтований грошовий потік

### 3.4 Моделювання енергоспоживання існуючої багатоквартирної будівлі в програмному продукті Е-Аудит

Програма Е-Audit дозволяє виконати розрахунки показників енергетичної ефективності будівлі з урахуванням діючої методики ДСТУ 9190:2022 [2]. Послідовність виконання розрахунків наведено на рисунку 3.2.



Рисунок 3.11 – Блок-схема роботи в програмному продукті Е-Аудит

Наведемо далі в таблицях (3.9 – 3.11) результати розрахунків, сформовані в результаті проведення розрахунків за допомогою програми E-Audit. Заповнення робочих вікон програми наведено в додатку В.

Потрібно зазначити, що розрахунки опорів теплопередачі здійснюється програмним продуктом автоматично, характеристики матеріалів шарів зовнішніх огорожень обираються із бази даних. Крім того, наведені нижче значення опорів обчислені (див. табл. 3.9) програмним продуктом із урахуванням теплопровідних включень за методикою, наведеною у ДСТУ 9191:2022. Цим пояснюються відмінності в результатах.

Таблиця 3.9 – Характеристики огорожень існуючої будівлі

Вид огороджувальної конструкції	Опір теплопередачі огороджувальної конструкції, ( $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{Вт}$ )		Площа А, $\text{m}^2$
	Визначене за результатами розрахунків	Встановлені мінімальні вимоги до енергетичної ефективності	
Зовнішні стіни	1,93	4,0	8269,81
Суміщені перекриття	-	7,0	-
Покриття опалювальних горищ (технічних поверхів)	-	6,0	-
Горищні перекриття неопалювальних горищ	0,92	6,0	2343,07
Перекриття над проїздами та неопалювальними підвалами (середньозважений)	0,85	5,0	2343,07
Світлопрозорі огороджувальні конструкції	0,53	0,9	1485,3
Зовнішні двері	0,47	0,7	637,03

Порівняння теплопередачі конструкцій із мінімальними вимогами:

- зовнішні стіни: опір теплопередачі  $1,93 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{Вт}$  є нижчим за встановлену мінімальну вимогу  $4,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{Вт}$ , тобто зовнішні стіни потребують утеплення;

- перекриття: опір теплопередачі нижче за мінімальні вимоги  $6,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  (для горища) та  $5,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  (для підвалу), тобто перекриття потрібно утеплювати;
- світлопрозорі огорожувальні конструкції: приведений опір теплопередачі  $0,53 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  також не відповідає мінімальним вимогам  $0,9 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ ;
- зовнішні двері: опір теплопередачі  $0,47 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  нижче встановленої норми  $0,7 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ , що також вказує на низьку теплоізоляцію дверей.

На основі проведеного аналізу, можна засвідчити, що для досягнення мінімальних вимог енергоефективності необхідно провести комплекс заходів з комплексної термомодернізації будівлі. Інші результати зведено в табл. 3.10.

Таблиця 3.10 – Показники енергоспоживання існуючої будівлі (розрахунок в E-Audit)

Вид енергоспоживання	Обсяг енергоспоживання за рік	
	Визначене за результатами сертифікації	
	тис. кВт · год	кВт · год/м <sup>2</sup>
Енергоспоживання при опаленні	2003,45	95,17
Енергоспоживання при охолодженні	30,05	1,43
Енергоспоживання при постачанні гарячої води	559,85	26,60
Енергоспоживання при вентиляції	-	0,00
Обсяг енергоспоживання при освітленні	368,4	17,5
Усього	2961,75	140,7

Розраховане питоме енергоспоживання на опалення та охолодження існуючої житлової будівлі становить  $97 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2$ , гранично допустиме значення –  $85 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2$ , тобто будівля потребує комплексної термомодернізації.

Діаграма річного енергоспоживання існуючої будівлі наведена на рис 3.12.

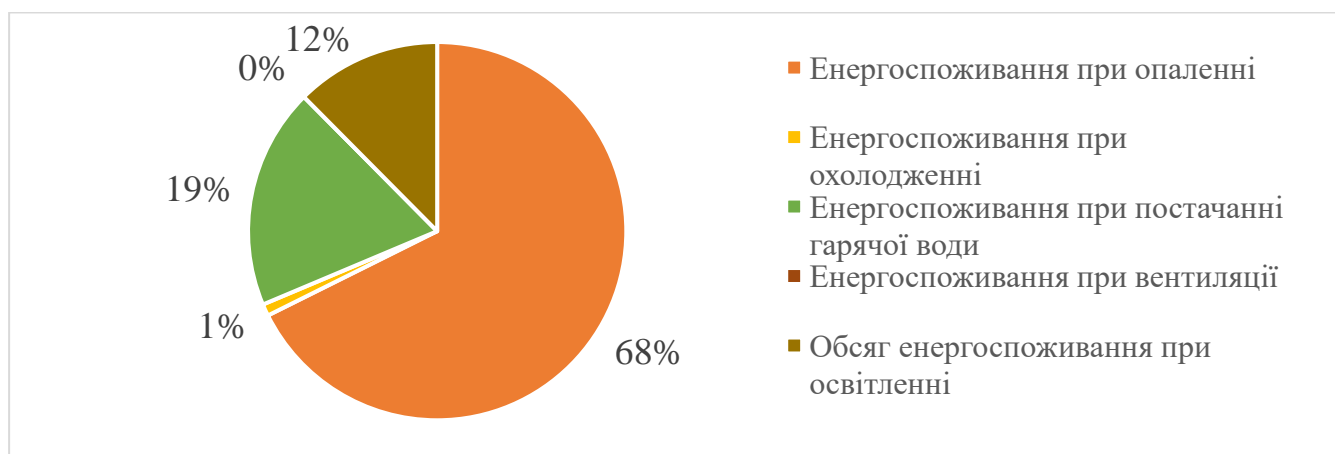


Рисунок 3.12 – Діаграма річного енергоспоживання існуючої будівлі

Відхилення показників, отриманих шляхом розрахунків в MS Excel та за допомогою спеціалізованого програмного продукту, зведено в табл. 3.11.

Таблиця 3.11 – Аналіз відхилень у результатах розрахунків (існуюча будівля)

№	Показник	Розрахунок		Відхилення, %
		Excel	E-Audit	
1	Питоме енергоспоживання опалення кВт·год/м <sup>2</sup>	96,72	97,00	2,8
2	Питоме енергоспоживання гарячого водопостачання	29,37	26,6	9,44
3	Обсяг енергоспоживання при освітленні, кВт×год/м <sup>2</sup>	18,78	17,5	6,82
4	Питомі викиди парникових газів, кг/м <sup>2</sup>	34	35	2,94

Таким чином, результати розрахунків відрізняються в межах +/-10%. Це пояснюється особливостями внесення вихідних даних до програмного продукту, урахуванням теплопровідних включень, наявністю деяких параметрів, що приймаються по замовчуванню та іншими особливостями (наприклад, в E-Audit опір теплопередачі перекриття враховується в середньому для перекриттям над підвалом і над проїздами). Наступним етапом досліджень за допомогою спеціалізованого програмного продукту промодельємо енергетичні

характеристики будівлі з урахуванням впровадження рекомендованих заходів з енергозбереження.

### 3.5 Моделювання енергоспоживання будівлі в програмному продукті E-Audit після проведення заходів з енергозбереження

Для проведення розрахунків, створюємо новий сценарій – «Після впровадження заходів» огорожувальні конструкції з новими показниками теплопередачі (приклади заповнених робочих вікон показано в додатку В) . Вносимо нові конструкції в вкладку «Огорожувальні конструкції» і отримуємо результати обчислень опорів теплопередачі (див. табл.3.12), а також показники енергетичної ефективності будівлі (див.табл.3.13).

Таблиця 3.12 – Порівняння огорожень будівлі до і після заходів

Вид огорожувальної конструкції	Опір теплопередачі огороження, (м <sup>2</sup> ·К/Вт)			Площа А, м <sup>2</sup>
	Визначене за результатами сертифікації до впровадження заходів	Визначене за результатами сертифікації після впровадження заходів	Встановлені мінімальні вимоги до енергетичної ефективності	
Зовнішні стіни	1,93	4,92	4,0	8269,81
Горищні перекриття неопалювальних горищ	0,92	6,09	6,0	2343,07
Перекриття над проїздами та неопалювальними підвалами	0,85	3,28	5,0	2343,07
Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,53	0,908	0,9	1485,3
Зовнішні двері	0,47	0,71	0,7	637,03

Таблиця 3.13 – Аналіз показників енергетичної ефективності будівлі

Назва показника енергетичної ефективності будівлі	Значення показника енергетичної ефективності будівлі		
	Визначене за результатами сертифікації до проведення заходів	Визначене за результатами сертифікації після проведення заходів	Встановлені мінімальні вимоги до енергетичної ефективності
Питома енергопотреба (кВт · год/м <sup>2</sup> )	81,38	45,63	-
Питоме енергоспоживання (кВт · год/м <sup>2</sup> )	97,00	51	85,00
Питоме споживання первинної енергії (кВт · год/м <sup>2</sup> )*	179,3	130,88	-
Питомі викиди парникових газів (кг/м <sup>2</sup> )*	34,41	24,63	-

Аналізуючи отримані результати, варто зазначити, що впроваджені заходи з енергоефективності значно поліпшили показники будівлі, знизивши як енергоспоживання, так і вплив на довкілля. Будівля стала енергоощаднішою і більш екологічно безпечною, водночас відповідаючи або навіть перевищуючи мінімальні вимоги до енергетичної ефективності.

Таблиця 3.14 – Аналіз показників енергоспоживання будівлі на інші потреби

Вид енергоспоживання	Обсяг енергоспоживання за рік			
	Визначене за результатами сертифікації до впровадження заходів		Визначене за результатами сертифікації після впровадження заходів	
	тис. кВт · год	кВт · год/м <sup>2</sup>	тис. кВт · год	кВт · год/м <sup>2</sup>
Енергоспоживання при опаленні	2002,79	95,14	1019,58	48,44
Енергоспоживання при охолодженні	30,19	1,43	52,12	2,48
Енергоспоживання при постачанні гарячої води	559,85	26,60	559,85	26,6

Продовження таблиці 3.14

Обсяг енергоспоживання при освітленні	352,01	16,72	354,99	16,86
Усього	2944,84	139,9	1986,54	94,37

Нижче на рис. 3.13 наведено структурний розподіл енергоспоживання (після впровадження заходів).

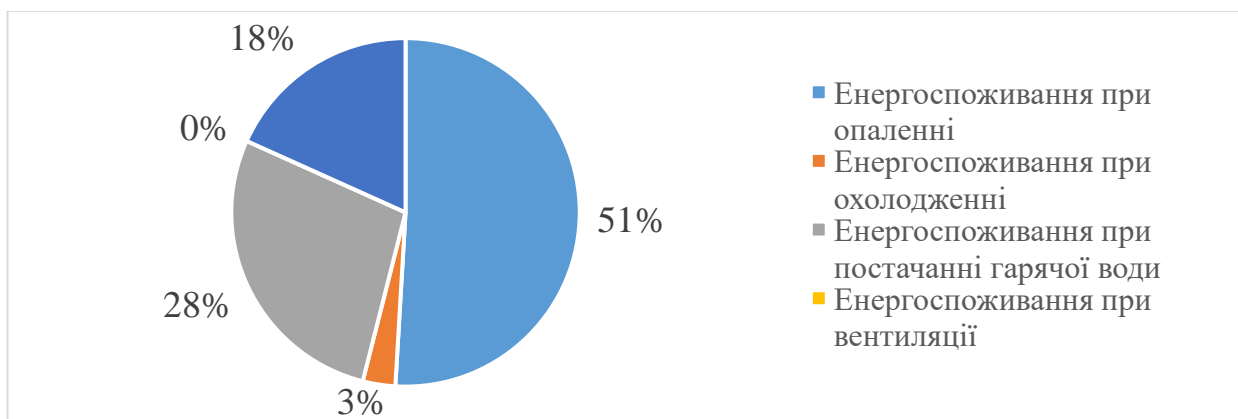


Рисунок 3.13 – Діаграма річного енергоспоживання будівлі після впровадження енергозберігаючих заходів

Після впровадження заходів з енергозбереження будівля значно зменшила своє енергоспоживання, особливо в частині опалення. Хоча споживання енергії на охолодження зросло, загальний показник енергоспоживання значно знизився, що свідчить про суттєве підвищення енергоефективності будівлі.

Таким чином, за допомогою з використанням інженерних методик розрахунку виконано аналіз показників енергоефективності будівлі до та після впровадження комплексу заходів.

### 3.6 Порівняння результатів моделювання енергоспоживання за допомогою спеціалізованих програм

Для даної будівлі було проведено не тільки енергетичне обстеження з використанням інструментальних вимірів окремих параметрів, але й виконувалося також моделювання у спеціалізованих програмних продуктах DesignBuilder,

Audytor OZC [23 – 24]. За допомогою програмного забезпечення побудовано 3D моделі і виконано прикладні дослідження енергетичних характеристик з розробкою пропозицій для термомодернізації існуючої житлової будівлі. Нижче на рис. 3.14 – 3.15 показано зовнішній вигляд побудованих моделей. Динамічне моделювання енергоспоживання проводиться із урахуванням теплофізичних властивостей внутрішніх і зовнішніх огорожень, умов експлуатації, інженерних мереж, внутрішніх теплових надходжень, надходжень теплоти від сонячної інсоляції, повітрообміну, інерційних властивостей, погодних умов, характеристик інженерних мереж та ефективності роботи джерела енергії.

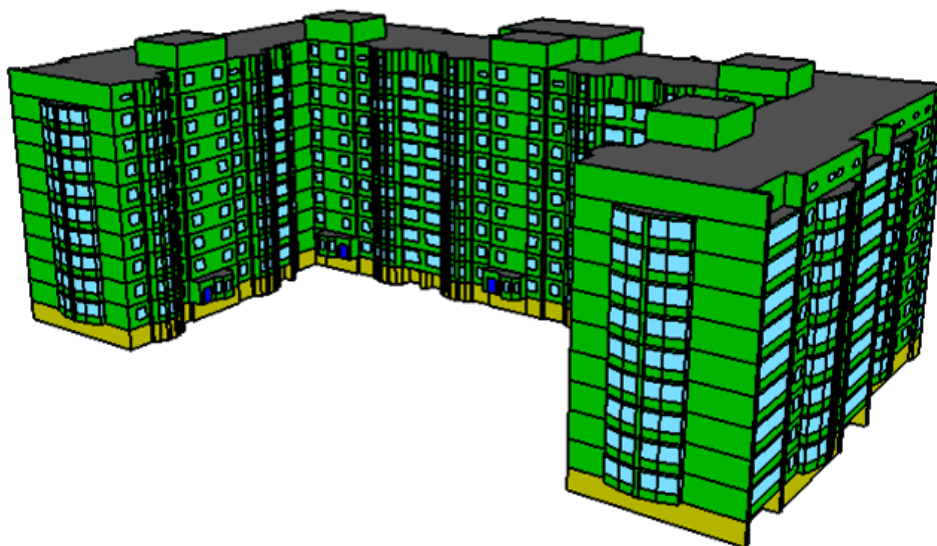


Рисунок 3.14 – Розроблена 3D модель в DesignBuilder

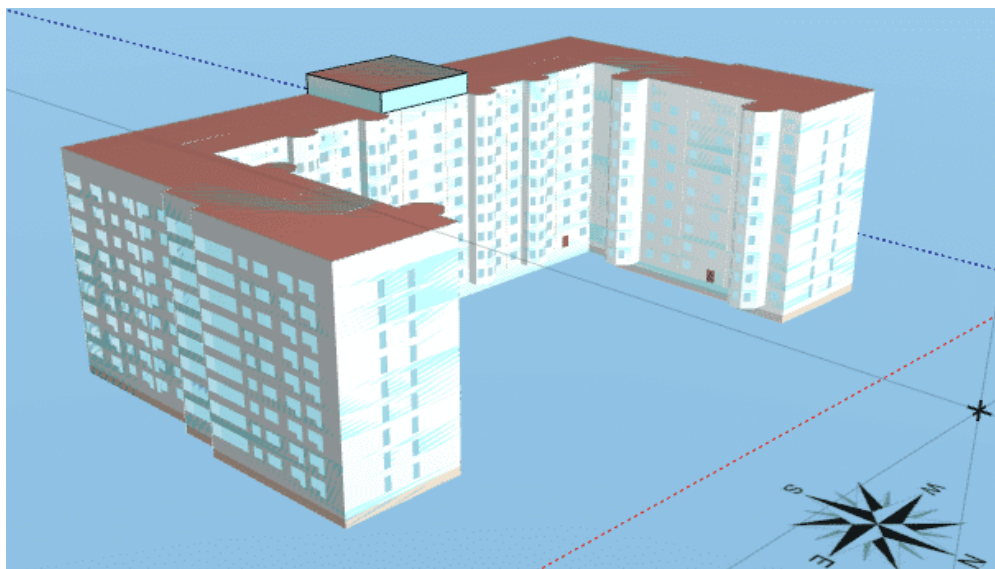


Рисунок 3.15 – Розроблена 3D модель в Audytor OZC

У графічному інтерфейсі DesignBuilder створюється геометрія будівлі із виконанням зонування приміщень, а програмний продукт EnergyPlus використовувався в дослідженнях енергетичних характеристик будівлі. Під час виконання моделювання створюється три моделі будівлі:

- actual – відображає реальні конструктивні і теплотехнічні характеристики огорожень, інженерних мереж, температурні умови та повітрообмін;
- baseline – умови комфортності, повітрообміну доведені до нормативних показників;
- proposed – теплотехнічні характеристики відповідають сучасним вимогам.

Під час моделювання у розділі «HVAC system» обирається тип системи опалення, вентиляції та гарячого водопостачання з прийнятими параметрами теплоносія. В результаті енергетичного моделювання програмний продукт дозволяє визначити: витрати палива, теплові навантаження; графіки температури, швидкості і тиску повітря, надходження від сонця; умови мікроклімату.

Порівняльний аналіз результатів моделювання в програмному продукті E-audit та за допомогою EnergyPlus для даної будівлі показав, що споживання теплової енергії відрізняється незначно (відповідно 2003 тис. кВт-год та 2084

тис.кВт-год), тобто відхилення результатів становить до 5%. Результати порівняння по електричній енергії показало, що відхилення становить до 10%.

Програмний продукт Audytor OZC рахує не тільки енергоспоживання за різними складовими із визначенням класу енергоефективності за діючою методикою розрахунку, але надає можливість також визначити також теплову потужність системи за діючим стандартом ДСТУ EN 12831-1 [26], результати розрахунку від проектних даних відрізняються в межах 10%. Отримані дані: проектне теплове навантаження будівлі - 1,152 МВт, визначене за допомогою програмного продукту теплове навантаження існуючої будівлі – 1,043 МВт. В результаті моделювання визначено, що у разі впровадження заходів із підвищення теплового захисту огорожень теплове навантаження становитиме 0,723 МВт [Ш,Ш]. Результати порівняння енергоспоживання на потреби опалення в E-audit та Audytor OZC для даної будівлі відрізняються приблизно на 7%.

Таким чином, існують різні підходи аналізу енергоспоживання, зокрема із застосуванням розрахункових інженерних методик та спеціалізованих програмних продуктів. Порівняльний аналіз на прикладі існуючої багатоквартирної будівлі показав, що відхилення в результатах може бути в межах, допустимих для інженерних розрахунків. Натомість використання безкоштовного програмного забезпечення E-audit, яке надає енергоаудиторам Асоціація енергоаудиторів України, дозволяє автоматизувати розрахунки і значно спростити фахівцям задачу пошуку технічних рішень щодо підвищення енергетичної ефективності будівель, виконання техніко-економічних розрахунків і створення енергетичних сертифікатів, наведених у Додатку Г.

### **Висновки до розділу 3**

У 3 розділі було описано кілька заходів, спрямованих на покращення енергоефективності будівлі:

1. Модернізація вхідних дверей та встановлення тамбурів

2. Модернізація освітлення у місцях загального користування
3. Утеплення фасадів та цоколя
4. Заміна вікон у місцях загального користування
5. Утеплення перекриття над неопалюваним підвалом
6. Утеплення горищного перекриття
7. Гідравлічне балансування системи опалення
8. Встановлення терморегуляторів на радіатори
9. Встановлення сонячних панелей

У програмі E-audit було проведено два сценарії обчислень для визначення енергоефективності будівлі: один до проведення енергоефективних заходів, а інший — після їх впровадження. Розрахунки у програмі E-audit показали зменшення споживання енергії після впровадження заходів з підвищення теплоізоляції будівлі, включаючи утеплення фасадів, заміну вікон та дверей, а також утеплення перекриттів. Це зниження енергоспоживання дозволяє отримати конкретні економічні вигоди для власників будівель, оскільки знижуються витрати на опалення і енергоресурси.

Порівняння з програмою Audytor OZC показало, що хоча обидві програми дають схожі результати, відхилення в результатах для теплового навантаження між програмами E-audit і Audytor OZC становить близько 7%. Audytor OZC розраховує не тільки енергоспоживання, але й теплову потужність системи, що дозволяє визначити теплове навантаження будівлі за діючими стандартами. Різниця між розрахунковими даними становить не більше 10%, що є прийнятним для інженерних розрахунків.

## **4. РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЄКТУ**

У сучасному світі підвищення енергоефективності будівель стає одним з найважливіших завдань для зниження енергоспоживання та зменшення впливу на довкілля. Будівельний сектор відповідальний за значну частину світових викидів вуглекислого газу, тому оптимізація споживання енергії через впровадження сучасних технологій та методів управління мікрокліматом набуває особливого значення.

Сьогодні цифрові технології, зокрема штучний інтелект (ШІ), створюють нові можливості для персоналізації рішень, автоматизації процесів та надання швидких рекомендацій, орієнтованих на конкретні об'єкти. ШІ аналізує великі обсяги даних і пропонує оптимальні варіанти модернізації, тим самим допомагаючи власникам будівель знижувати енергоспоживання, зменшувати витрати на експлуатацію та поліпшувати комфорт для користувачів.

У цьому контексті було розроблено концепцію мобільного додатку-платформи для управління енергоефективністю будівель, який інтегрує ШІ для аналізу стану конструкцій та надання індивідуальних рекомендацій з енергозбереження.

### **4.1 Опис ідеї стартап-проєкту**

В межах даного підпункту проведемо більш детальний аналіз змісту ідеї що пропонується (табл. 4.1), можливі напрямки застосування, також основні вигоди, які може отримати потенційний користувач програмного забезпечення і різницю між існуючих аналогів та заміників.

Таблиця 4.1 – Опис ідеї стартап-проєкту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Мобільний додаток для енергоефективних рішень із ШІ	Використання додатка для оцінки та підвищення енергоефективності будівель	Економія енергоресурсів та зменшення витрат на експлуатацію.
	Подання заявок на державне фінансування для модернізації	Можливість отримання фінансової підтримки для впровадження заходів з енергоефективності.
Інтеграція із сервісами приватних компаній для реалізації рішень	Платформа для замовлення послуг із модернізації	Спрощення пошуку виконавців і організація робіт "під ключ".
Використання ШІ для аналізу стану конструкцій на основі фото та даних	Автоматична діагностика енергоефективності конструкцій	Швидкий аналіз стану будівлі без необхідності виклику спеціалістів.
	Оцінка економічної доцільності впровадження заходів	Чітке розуміння, які інвестиції будуть найбільш вигідними.
Сканування поверхонь з використанням датчиків пристрою	Автоматичні заміри поверхонь для подальших розрахунків	Точний збір даних для аналізу без необхідності додаткових інструментів.
Інтерактивний інтерфейс з індивідуальними рекомендаціями від ШІ	Персоналізовані рішення для кожної будівлі з урахуванням її характеристик	Підвищена ефективність заходів за рахунок індивідуального підходу.
Використання актуальних даних ринку для розрахунків вартості матеріалів	Розрахунки на основі актуальних цін та матеріалів	Гарантія отримання точних даних для фінансових розрахунків і планування витрат.

Проведемо аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї порівняно з іншими конкурентами. Можна виділити наступні приклади вже існуючих програм чи додатків, які працюють у сфері енергоефективності:

1. PlanRadar – Додаток для керування будівельними проектами, який дозволяє користувачам створювати та обмінюватися звітами про стан конструкцій, виявляти недоліки, вести документацію та контролювати виконання завдань.

2. Energy Elephant – Сервіс для аналізу енерговитрат, що пропонує рекомендації з енергоефективності на основі обробки даних, які вводить користувач.

3. Cortera – Платформа, що дозволяє оцінювати вуглецевий слід і вплив на довкілля різних проектів.

Таблиця 4.2 – Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик проєкту

№ п/п	Техніко-економічні характеристики ідеї	Мій проєкт	PlanRadar	Energy Elephant	Cortera	W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
1	Інтеграція ШІ для аналізу енергоефективності	Так, для аналізу і пропозицій рішень	Ні	Ні	Ні			S
2	Можливість сканування поверхонь для оцінки стану	Так, з використанням датчиків	Ні	Ні	Ні			S
3	Оцінка економічного ефекту від впровадження заходів	Так, на основі актуальних цін на матеріали	Ні	Так	Ні			S
4	Подача заявок на державне фінансування заходів	Так, інтеграція з державними програмами	Ні	Ні	Ні			S
5	Візуальний аналіз та ідентифікація конструкцій	Так, з можливістю завантаження фото	Так	Ні	Ні		N	
6	Оцінка вуглецевого сліду	Ні	Ні	Ні	Так	W		
7	Робота з великими даними для персоналізації рішень	Так, з використанням машинного навчання	Ні	Так	Ні		N	

Запропонована ідея для стартапу має кілька ключових техніко-економічних характеристик, які виділяють її серед існуючих рішень на ринку. Нижче наведено детальний аналіз табл. 4.2, що порівнює її з основними конкурентами.

1. Інтеграція ШІ для аналізу енергоефективності: Запропонована ідея включає в себе використання штучного інтелекту для глибокого аналізу енергоефективності будівель, що дозволяє генерувати індивідуалізовані рекомендації для користувачів. На відміну від конкурентів, таких як PlanRadar, які не пропонують цю функцію, це є значною перевагою, оскільки дозволяє підвищити точність і ефективність рішень.

2. Можливість сканування поверхонь для оцінки стану: Використання датчиків для сканування конструкцій є унікальною особливістю запропонованої ідеї. Це дозволяє оперативно отримувати точні дані про стан будівлі. Конкуренти не надають аналогічних можливостей, що робить цю функцію важливим елементом у забезпеченні об'єктивності оцінки.

3. Оцінка економічного ефекту від впровадження заходів: Запропонована ідея включає механізм оцінки економічного ефекту на основі актуальних цін на матеріали, що дозволяє користувачам краще планувати свої інвестиції. Це може бути важливим аспектом для багатьох потенційних клієнтів. Конкурент Energy Elephant надає подібні послуги, але в меншому обсязі, що робить запропоновану ідею більш привабливою.

4. Подача заявок на державне фінансування заходів: Запропонована ідея має можливість інтеграції з державними програмами, що дозволяє користувачам легко подавати заявки на фінансування для реалізації запропонованих рішень. Наприклад, інтеграція з такими державними програмами, як Фонд енергоефективності, дозволить користувачам подати заявки на проекти термомодернізації – Енергодім, ВідновиДім і ГрінДім. Ця функція не представлена у жодному з конкурентів, що дає значну перевагу в залученні клієнтів.

5. Візуальний аналіз та ідентифікація конструкцій: Хоча ця функція реалізована в PlanRadar, запропонована ідея пропонує інтеграцію з додатковими

елементами, такими як автоматизоване визначення неефективних елементів на основі аналізу фото. Це дозволяє зменшити час на оцінку стану конструкцій.

6. Оцінка вуглецевого сліду: Запропонована ідея наразі не включає оцінку вуглецевого сліду, що є слабкою стороною в порівнянні з конкурентом Cortera, який має цю функцію. Включення цієї характеристики може стати важливим аспектом для привернення уваги екологічно свідомих споживачів.

7. Робота з великими даними для персоналізації рішень: Запропонована ідея також передбачає використання машинного навчання для аналізу поведінки мешканців і адаптації системи до їх потреб. Це є важливою перевагою в порівнянні з конкурентами, оскільки дозволяє забезпечити високий рівень персоналізації.

## 4.2 Технологічний аудит ідеї проєкту

В межах даного підрозділу проведемо аудит технологій (табл. 4.3), за допомогою яких стане можливо реалізувати ідею даного стартап – проєкту.

Таблиця 4.3 – Технологічна здійсненність ідеї проєкту

№ п/п	Ідея проєкту	Технологія реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Мобільний додаток-платформа для енергоефективності	Розробка програмного забезпечення (мобільний додаток)	В наявності (досвідчені розробники та ресурси)	Доступні авторам проєкту
2	Автоматизоване визначення неефективних елементів	Алгоритми машинного навчання для аналізу зображень	В наявності (використання бібліотек, таких як TensorFlow)	Доступні авторам проєкту
3	Системи сканування поверхонь	Датчики для вимірювання та сканування (лідар, сенсори)	Необхідно розробити або адаптувати	Обмежена доступність (може знадобитися додаткова інвестиція)
4	Інтеграція з державними програмами	API для взаємодії з державними платформами	В наявності (залежить від доступності API)	Доступні авторам проєкту
5	Веб-сервер для обробки даних	Хостинг, бази даних	В наявності (можливість використання хмарних сервісів)	Доступні авторам проєкту

1. Розробка програмного забезпечення (мобільний додаток): Ця технологія є базовою для реалізації проекту. Оскільки в наявності є команда досвідчених розробників, ця частина проекту може бути виконана в заплановані терміни.

2. Алгоритми машинного навчання для аналізу зображень: Для автоматизованого визначення неефективних елементів в будівлі буде використано машинне навчання. Використання популярних бібліотек, таких як TensorFlow, дозволить скоротити час на розробку. Однак необхідно адаптувати ці алгоритми до специфічних умов і завдань проекту.

3. Датчики для вимірювання та сканування: Технології сканування є важливими для точної оцінки стану будівель. Однак, такі рішення потребують додаткових інвестицій у розробку або партнерських відносин з постачальниками обладнання.

4. API для взаємодії з державними платформами: Доступність API є критично важливою для інтеграції з державними програмами. Оскільки такі технології вже існують, команда проекту зможе їх використовувати для реалізації функцій, пов'язаних з фінансуванням.

5. Хостинг, бази даних: Використання хмарних сервісів для обробки даних забезпечить необхідний рівень масштабованості і доступності, що є важливим для успішного функціонування додатку.

Таким чином, з технологічної точки зору, запропонована ідея є реалістичною та здійсненою, з деякими аспектами, які потребують додаткової розробки або адаптації. Усі основні технології в доступності для авторів проекту, що спрощує процес реалізації.

### **4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту**

В даному підпункті визначимо ринкові можливості, які можна використовувати під час впровадження проекту на ринку, проаналізувати ринкові загрози, які потенційно можуть перешкоджати впровадженню стартап – проекту.

### 4.3.1 Аналіз попиту ринку

Таблиця 4.4 – Попередня характеристика потенційного ринку стартап – проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	До 10 компаній, що працюють у сфері енергоефективності, зокрема ІТ-компанії, постачальники технологій, консалтингові компанії.
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	Приблизно 1 млрд грн на рік (за останніми даними, ринок зростає через збільшення попиту на енергоефективність).
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає (очікується зростання на 15-20% щорічно внаслідок державних ініціатив та зростання усвідомленості населення).
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Високі початкові інвестиції в технології, сертифікацію та ліцензування, а також необхідність врахування норм та стандартів.
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Необхідність отримання сертифікатів відповідності, дотримання стандартів ISO та державних норм.
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	10-15% (порівняно з банківським відсотком на вкладення, який становить близько 6-8%).

На основі аналізу табл. 4.4 можна зробити висновок, що ринок енергоефективних рішень є привабливим для входження. Основні фактори, що свідчать про його привабливість:

1. Зростаючий попит: В умовах зростання усвідомленості населення щодо енергоефективності та державної підтримки, ринок продовжує розвиватися. Очікується, що зростання попиту призведе до збільшення обсягів продажу.

2. Наявність кількох гравців: Ринок вже має основних гравців, але його динаміка свідчить про можливість для нових учасників, зокрема у сфері технологій і сервісів.

3. Порівняльна рентабельність: Середня рентабельність у галузі перевищує ставку банківських вкладів, що робить інвестиції у проект більш привабливими.

Проте, важливо також враховувати існуючі обмеження для входу, такі як високі початкові витрати та необхідність дотримання стандартів, що можуть вплинути на швидкість впровадження проекту. Таким чином, для успішного входження на ринок потрібно провести додаткові дослідження та розробити стратегії, які враховують ці ризики.

#### 4.3.2 Визначення потенційних груп клієнтів

Для визначення потенційних груп клієнтів, їх характеристик та формування орієнтовного переліку вимог до товару для запропонованої ідеї стартапу, розглянемо ключові аспекти (табл. 4.5), що впливають на ринок енергоефективних рішень.

Таблиця 4.5 – Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1	Енергоефективність будівель	Власники житлових будинків	Орієнтуються на зменшення витрат на комунальні послуги; шукають ефективні рішення; зацікавлені в довгострокових інвестиціях	Висока ефективність, надійність, простота використання
2	Підвищення комфорту та якості життя	Орендарі квартир	Більше уваги приділяють комфортності; можуть бути менш схильні до інвестицій у довгострокові рішення	Легкість у використанні, швидке впровадження, видимі результати
3	Дотримання енергетичних стандартів	Компанії-орендатори	Часто зобов'язані дотримуватись стандартів; зацікавлені в покращенні репутації	Відповідність стандартам, детальна документація
4	Державні субсидії на енергоефективність	Місцеві громади	Зацікавлені у спільних проектах; шукають рішення для зниження витрат бюджету	Вартість, можливість отримання державного фінансування
5	Інноваційні рішення для будівництва	Будівельні компанії	Шукають технологічні новинки; прагнуть до підвищення конкурентоспроможності	Інноваційність, висока технологічність, адаптивність

1. Потреба, що формує ринок: Клієнти мають різноманітні потреби, зокрема зменшення витрат на енергетичні ресурси, покращення комфорту та відповідність стандартам. Ці потреби спонукають їх шукати енергоефективні рішення.

2. Цільова аудиторія: Різні сегменти ринку можуть включати як індивідуальних споживачів (власники житлових будинків, орендарі), так і організації (компанії-орендатори, місцеві громади, будівельні компанії). Кожен з цих сегментів має свої специфічні вимоги та очікування.

3. Відмінності у поведінці: Клієнти в різних сегментах проявляють різну поведінку при прийнятті рішень. Наприклад, власники житлових будинків можуть бути більш зацікавлені в довгострокових інвестиціях, тоді як орендарі шукають швидкі та ефективні рішення.

4. Вимоги споживачів до товару: Вимоги до енергоефективних рішень варіюються від простоти використання та ефективності до відповідності стандартам і можливості отримання державного фінансування. Клієнти очікують, що товар буде не лише функціональним, але й економічно вигідним.

### 4.3.3 Аналіз ринкового середовища

Для проведення аналізу ринкового середовища запропонованої ідеї стартапу, визначимо фактори, що можуть вплинути на її впровадження, поділивши їх на загрози (табл. 4.6) та можливості (табл. 4.7). Це допоможе оцінити ризики та шанси, які можуть виникнути на етапі реалізації проекту.

Таблиця 4.6 – Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Конкуренція	Висока конкуренція з боку вже існуючих рішень на ринку	Проведення аналізу конкурентів та удосконалення власної пропозиції.
2	Економічна нестабільність	Зниження платоспроможності споживачів через економічні коливання	Розробка гнучких цінкових стратегій та пропозицій.

## Продовження таблиці 4.6

3	Зміна законодавства	Введення нових норм та регуляцій в сфері енергозбереження	Моніторинг змін у законодавстві та адаптація продукту.
4	Негативне сприйняття споживачами	Невпевненість у нових технологіях та інноваціях	Освіта споживачів через інформаційні кампанії та вебінари.
5	Технічні ризики	Можливі збої у роботі технологій або невідповідність стандартам	Постійне тестування технологій та вдосконалення процесів.

Таблиця 4.7 – Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Підтримка держави	Державні програми підтримки енергоефективності	Активна участь у державних програмах та грантах.
2	Зростання усвідомлення споживачів	Зростання інтересу до енергоефективності серед населення	Проведення маркетингових кампаній для підвищення обізнаності.
3	Інноваційні технології	Розвиток нових технологій у сфері енергозбереження	Інвестиції в R&D для впровадження нових технологій.
4	Зростання вартості енергоресурсів	Підвищення цін на енергоресурси веде до потреби у зменшенні витрат	Пропозиція вигідних рішень для зменшення витрат на енергію.
5	Зростаючий попит на екологічні рішення	Зростання попиту на екологічні та енергоефективні рішення	Розширення асортименту товарів та послуг з екологічним акцентом.

1. Фактори загроз: Визначено кілька суттєвих загроз, зокрема, висока конкуренція на ринку та економічна нестабільність, які можуть суттєво вплинути на успішність впровадження проекту. Це вимагає стратегічного підходу до адаптації продукту та цінової політики.

2. Фактори можливостей: Серед можливостей виділяються підтримка держави у вигляді програм з енергоефективності та зростання усвідомлення споживачів. Використання цих можливостей може допомогти стартапу закріпити свої позиції на ринку та залучити нових клієнтів.

Таким чином, проведений аналіз загроз та можливостей дозволяє оцінити зовнішні чинники, які можуть вплинути на реалізацію запропонованої ідеї стартапу, а також розробити відповідні стратегії для подолання ризиків і використання шансів.

#### 4.3.4 Аналіз загальних рис конкуренції на ринку

Для проведення аналізу пропозиції на ринку, розглянемо основні характеристики конкурентного середовища (табл. 4.8), що впливають на діяльність стартапу. Це дозволить визначити стратегічні напрямки для підвищення конкурентоспроможності запропонованої ідеї.

Таблиця 4.8 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
Тип конкуренції	Олігополія - кілька великих гравців на ринку визначають ціни та умови	Зосередження на диференціації продукту та створення унікальної пропозиції, щоб залучити увагу споживачів.
За рівнем конкурентної боротьби	Національний - між національними компаніями	Розробка маркетингових стратегій для виходу на нові сегменти ринку, адаптація під потреби національних споживачів.
За галузевою ознакою	Внутрішньогалузева - між компаніями в одній галузі	Зосередження на підвищенні якості продукції та послуг для виділення серед конкурентів.
Конкуренція за видами товарів	Товарно-видова - різні модифікації товарів для різних сегментів споживачів	Розширення асортименту та впровадження нових продуктів відповідно до запитів споживачів.

## Продовження таблиці 4.8

За характером конкурентних переваг	Нецінова - фокус на інноваціях, якості та обслуговуванні	Розробка програми лояльності, забезпечення високого рівня обслуговування клієнтів та підтримка зворотного зв'язку.
За інтенсивністю	Марочна - конкуренція за брендом і репутацією	Інвестування в брендинг та рекламні кампанії для підвищення впізнаваності та довіри до компанії.

1. Тип конкуренції: В умовах олігополії, де декілька основних гравців контролюють ринок, важливо враховувати їхні дії. Запропонована ідея повинна мати чіткі конкурентні переваги, щоб привабити споживачів.

2. Рівень конкурентної боротьби: Оскільки конкуренція відбувається на національному рівні, компанія повинна бути готовою до різноманітних стратегій, які використовують конкуренти, і адаптувати свої пропозиції для конкретних цільових сегментів.

3. Галузева ознака: Внутрішньогалузева конкуренція вказує на те, що компанії мають змагатися за одну і ту ж аудиторію. Це підкреслює необхідність постійного вдосконалення продукту.

4. Види товарів: Товарно-видова конкуренція означає, що компанія повинна розробити різні варіанти продуктів, щоб задовольнити різноманітні потреби споживачів.

5. Конкурентні переваги: Нецінова конкуренція може бути успішною завдяки акценту на якість і інновації. Забезпечення високого рівня обслуговування стане важливим фактором для утримання клієнтів.

6. Інтенсивність конкуренції: Марочна конкуренція підкреслює важливість бренду. Інвестиції в маркетинг та рекламні кампанії можуть допомогти у підвищенні впізнаваності бренду та довіри до продукту.

Таким чином, проведений аналіз дозволяє виявити ключові характеристики конкурентного середовища, що впливають на діяльність стартапу, і визначити відповідні стратегії для підвищення конкурентоспроможності.

#### 4.3.5 Детальний аналіз умов конкуренції

Аналіз конкуренції за моделлю 5 сил М. Портера дозволяє отримати всебічне уявлення про умови конкуренції в обраній галузі, зокрема виявити фактори, що впливають на конкурентоспроможність запропонованої ідеї. Табл. 4.9 ілюструє ключові аспекти цього аналізу.

Таблиця 4.9 – Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
1. PlanRadar 2. Energy Elepha 3. Cortera	Високі бар'єри входження на ринок через необхідність великого капіталу, технологічних знань та сертифікацій для роботи з енергоефективними рішеннями. Проте низька конкуренція сприяє залученню нових гравців	Сила постачальників незначна, оскільки більшість матеріалів для енергоефективних рішень стандартизовані і доступні від декількох постачальників. Важливі фактори: ціна, наявність ресурсів, терміни поставки	Сила клієнтів висока. Вони можуть диктувати умови через доступ до інформації про енергоефективні рішення, вимагати персоналізованих пропозицій та знижок.	Товари-замінники включають інші типи рішень для будівництва та ремонту, наприклад, звичайні будівельні матеріали, що не мають енергоефективних характеристик.

Продовження таблиці 4.9

Висока інтенсивність конкуренції серед існуючих компаній, як PlanRadar, Energy Elepha та Cortera, які вже мають впроваджені платформи для моніторингу енергоефективності та будівельних рішень.	Вхід на ринок нових конкурентів можливий, проте залежить від рівня капіталовкладень та технологічних бар'єрів. Термін виходу нових конкурентів на ринок може варіюватися від 1 до 2 років.	Постачальники не мають значного впливу на ринок, оскільки велика кількість альтернативних джерел матеріалів знижує їх силу впливу.	Клієнти диктують умови через можливість порівнювати ціни та отримувати кращі пропозиції від різних постачальників рішень. Основні вимоги – якість, доступність інформації, ціна.	Товари-замінники мають незначний вплив, оскільки все більше клієнтів обирають енергоефективні рішення через державні програми підтримки та економію енергії.
---	--	--	--	--

На основі проведеного аналізу ринку, можна зробити висновок, що наш проект має реальні можливості для успішної діяльності на ринку енергоефективних рішень. Ринок характеризується високими бар'єрами для входу нових гравців через потребу в значних капіталовкладеннях та технологічній інфраструктурі, що обмежує конкуренцію і надає існуючим учасникам ринку певну стабільність. Прямі конкуренти, такі як PlanRadar, Energy Elepha та Cortera, мають вагомні позиції на ринку, проте існує простір для нових, більш інноваційних рішень.

#### 4.3.6 Перелік факторів конкурентоспроможності

Для успішної конкурентоспроможності проекту необхідно врахувати наступні сильні сторони:

- Забезпечення інтеграції передових AI-технологій для аналізу енергоефективності будівель.
- Надання персоналізованих рішень для кожного клієнта, що враховує їхні індивідуальні потреби та будівельні умови.

- Пропонування підтримки клієнтів у подачі заявок на державні програми фінансування та гранти.
- Зменшення витрат клієнтів за рахунок точного визначення областей для модернізації будівель.

Обґрунтуємо вищенаведені фактори в табл. 4.10.

Таблиця 4.10 – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор значущим)
1	Інтеграція AI-технологій для аналізу енергоефективності	Швидкість і точність аналізу будівель дозволяє клієнтам отримати детальні пропозиції для покращення енергоефективності, що підвищує цінність продукту.
2	Персоналізовані рішення для кожного клієнта	Кожен клієнт має свої специфічні потреби, тому індивідуальний підхід до кожного проекту значно підвищує конкурентоспроможність компанії.
3	Підтримка в подачі заявок на державні програми фінансування	Доступ до державних програм підтримки енергоефективності збільшує інтерес клієнтів до проекту і робить його більш привабливим порівняно з конкурентами.
4	Зниження витрат клієнтів за рахунок точних даних	Висока точність аналізу поверхонь та будівельних елементів дозволяє уникнути зайвих витрат на модернізацію та оптимізувати процес впровадження енергоефективних рішень.

Ці фактори дозволять проекту бути успішним у конкурентному середовищі, забезпечивши клієнтам цінність і додаткові переваги.

#### **4.3.7 Визначення сильних та слабких сторін стартап – проекту**

Для визначення сильних і слабких сторін проекту у порівнянні з конкурентами, ми використовуємо фактори конкурентоспроможності, визначені у табл. 4.11.

Таблиця 4.11 – Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін проєкту «Energy AI Platform»

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з «Energy AI Platform»
1	Інтеграція AI-технологій для аналізу енергоефективності	18	PlanRadar (-1) Energy Elepha (+2) Cortera (-1)
2	Персоналізовані рішення для кожного клієнта	17	PlanRadar (0) Energy Elepha (+1) Cortera (0)
3	Підтримка в подачі заявок на державні програми фінансування	19	PlanRadar (-2) Energy Elepha (-1) Cortera (0)
4	Зниження витрат клієнтів за рахунок точних даних	20	PlanRadar (-1) Energy Elepha (0) Cortera (-2)

- Інтеграція AI-технологій: «Energy AI Platform» має сильну позицію завдяки впровадженню передових AI-інструментів, що перевершують Cortera та PlanRadar, але Energy Elepha трохи краще з точки зору технологічної глибини.
- Персоналізовані рішення: наш проєкт знаходиться на рівні з PlanRadar та Cortera, однак Energy Elepha надає трохи більш розвинені рішення для персоналізації.
- Підтримка у фінансуванні: «Energy AI Platform» перевершує всіх конкурентів у цій категорії, оскільки планує забезпечити інтеграцію із державними програмами підтримки.
- Зниження витрат: наш проєкт має найбільш точні аналітичні інструменти для зниження витрат, особливо в порівнянні з конкурентами.

### 4.3.8 Проведення SWOT аналізу

Фінальним етапом аналізу є проведення SWOT-аналізу, що дозволяє об'єктивно оцінити сильні та слабкі сторони проекту, а також визначити ринкові можливості та загрози (табл. 4.12).

Таблиця 4.12 – SWOT аналіз стартап проекту

Сильні сторони	Слабкі сторони
1. Інтеграція AI для енергоефективних рішень	1. Недостатній ринковий досвід у порівнянні з конкурентами
2. Персоналізація рішень для кожного клієнта	2. Високі початкові витрати на розробку та інтеграцію
3. Підтримка в отриманні державного фінансування	3. Відсутність широкої рекламної кампанії
4. Висока точність даних для зниження витрат клієнтів	4. Необхідність значних ресурсів для технічного обслуговування
Можливості	Загрози
1. Зростання попиту на енергоефективні рішення	1. Поява нових конкурентів з подібними рішеннями
2. Розвиток державних програм підтримки енергоефективності	2. Зміна законодавства, яке може обмежити доступ до ринку
3. Підвищення інтересу до екологічних проектів	3. Можливі економічні кризи, що знизять купівельну спроможність
4. Співпраця з великими приватними компаніями	4. Залежність від постачальників високотехнологічних рішень

На основі SWOT-аналізу, розробимо можливі стратегії поведінки на ринку для нашого стартапу (табл. 4.13). Ці стратегії передбачають комплекс заходів, які допоможуть успішно вивести проект на ринок та зайняти конкурентоспроможну позицію.

Таблиця 4.13 – Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту «Energy AI Platform»

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) поведінки ринкової	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Запуск рекламної кампанії для підвищення обізнаності про продукт	Висока	1-3 місяці

Продовження таблиці 4.13

2	Партнерство з вже існуючими компаніями для спільного просування	Середня	3-6 місяців
3	Проведення пілотних проектів з потенційними клієнтами	Висока	1-2 місяці
4	Участь у виставках та галузевих конференціях	Середня	3-4 місяці
5	Запуск онлайн-платформи для збору зворотного зв'язку	Висока	2-4 місяці

Після проведення аналізу альтернатив ринкового впровадження стартап-проекту, ми обираємо проведення пілотних проектів з потенційними клієнтами як найкращу альтернативу.

1. Отримання ресурсів:

- Більш просте та ймовірне: Цей підхід зазвичай вимагає менше ресурсів для запуску, оскільки він орієнтований на невелику групу потенційних клієнтів, з якими можна швидко організувати співпрацю. Взаємодія з кількома клієнтами дає можливість отримати зворотний зв'язок та адаптувати продукт, не витрачаючи значних фінансових ресурсів.

2. Строки реалізації:

- Більш стислими: Пілотні проекти можуть бути реалізовані в короткі терміни (1-2 місяці), що дозволяє швидше протестувати ідею та адаптувати її до ринкових потреб. Це дозволяє оперативно реагувати на зміни у вимогах споживачів.

Отже, обрана альтернатива є найефективнішою для реалізації стартап-проекту, оскільки вона дозволяє мінімізувати ризики та максимізувати шанси на успіх у виході на ринок.

#### 4.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

На даному етапі розробки ринкової стратегії важливо чітко окреслити цільові групи потенційних споживачів (табл. 4.14) . Це дозволить ефективно

адаптувати пропозицію продукту до специфічних потреб та вподобань кожної з груп.

Таблиця 4.14 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Власники малих і середніх підприємств, які прагнуть оптимізувати витрати на енергію та підвищити енергоефективність своїх об'єктів	Висока	Середній	Середня	Помірна
2	Управляючі компанії в сфері нерухомості, які зацікавлені в зменшенні витрат на обслуговування будівель	Висока	Високий	Висока	Низька
3	Державні організації та установи, які мають програми енергозбереження та фінансування енергоефективних проектів	Середня	Середній	Низька	Низька
4	Клієнти, що звертаються за послугами в сфері консалтингу з енергоефективності, шукають рішення для покращення енергетичних характеристик своїх будівель	Висока	Високий	Середня	Помірна

Ці цільові групи були обрані на основі їхнього потенційного інтересу до продукту та існуючої потреби в енергоефективних рішеннях, що відповідає стратегії виходу на ринок нашого стартапу.

На основі проведеного аналізу потенційних груп споживачів автори стартапу визначають цільові групи, для яких буде пропонуватися товар, та обирають відповідну стратегію охоплення ринку. В залежності від обраної стратегії, компанія може:

- Концентрований маркетинг: зосередження на одному сегменті ринку;
- Диференційований маркетинг: робота з кількома сегментами з окремими програмами ринкового впливу;
- Масовий маркетинг: охоплення всього ринку з однією стандартизованою програмою.

Ці стратегії дозволяють ефективно визначити, як найкраще задовольнити потреби споживачів і отримати конкурентну перевагу.

Визначимо базову стратегію розвитку в табл. 4.15.

Таблиця 4.15 – Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
1	Запуск платформи для оцінки енергоефективності	Диференційований маркетинг	Унікальність AI-аналізу, інтерактивність, адаптивність до потреб клієнта	Стратегія диференціації
2	Розширення послуг на нові регіони	Концентрований маркетинг	Спеціалізація на потребах конкретних груп споживачів	Стратегія спеціалізації
3	Пропозиція інтеграції з існуючими системами	Масовий маркетинг	Універсальність рішення, доступність для широкої аудиторії	Стратегія лідерства по витратах

Для стартапу обрана альтернатива запуск платформи для оцінки енергоефективності. Стратегія охоплення ринку буде диференційованим маркетингом, що дозволить нам адаптувати наш продукт для різних цільових груп з унікальними потребами. Ключові конкурентоспроможні позиції будуть базуватися на унікальності AI-аналізу, інтерактивності та адаптивності до потреб клієнта. Таким чином, базова стратегія розвитку буде відповідати стратегії диференціації, що дозволить зосередитися на важливих відмінних характеристиках нашого продукту для досягнення конкурентної переваги.

Наступним кроком у розробці стратегії для нашого проекту є вибір стратегії конкурентної поведінки. У табл. 4.16 представлено визначення базової стратегії конкурентної поведінки.

Таблиця 4.16 – Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект «першо-прохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки
1	Так	Шукатиме нових споживачів	Ні	Стратегія лідера
2	Ні	Забирати існуючих у конкурентів	Так, основні характеристики товару	Стратегія виклику
3	Ні	Як новий гравець займе свою нішу на ринку	Ні	Стратегія наслідування лідера
4	Так	Вибрати конкретний сегмент ринку для спеціалізації	Можливо, частково	Стратегія заняття конкурентної ніші

#### Стратегія лідера

Ця стратегія застосовується компаніями, які займають лідируючі позиції на ринку. Вона може включати:

- Розширення первинного попиту: Компанія працює над збільшенням загального попиту на ринку, а не просто змаганням з конкурентами.

- Оборонна стратегія: Використовується для захисту ринкової частки, включаючи інновації, розширення асортименту та цінову політику.

- Наступальна стратегія: Орієнтована на активне зростання частки ринку через інновації та агресивну маркетингову політику.

#### Стратегія виклику лідера

Цю стратегію можуть вибрати компанії, які прагнуть стати лідерами. Вона передбачає:

- Атаку на лідера: Це ризикована стратегія, яка вимагає аналізу сильних і слабких сторін конкурентів.

- Фронтальна та флангова атака: Залежно від можливостей компанії, вона може атакувати на сильні або слабкі сторони лідера.

#### Стратегія наслідування лідера

Ця стратегія підходить для компаній з невеликою часткою ринку, які слідують за лідерами. Основна мета:

- Економія ресурсів: Зменшити витрати на інновації та розвиток.

#### Стратегія заняття конкурентної ніші

Ця стратегія фокусується на конкретних ринкових сегментах, зокрема:

- Малий розмір сегменту: Вибір стабільних, прибуткових ніш з високими вхідними бар'єрами.

Вибір стратегії конкурентної поведінки є критично важливим для успіху нашого проекту. У залежності від нашого статусу на ринку, ресурсів та цілей, ми можемо впровадити одну з описаних стратегій або комбінувати їх для досягнення оптимальних результатів.

На основі вимог споживачів до постачальника та продукту, а також залежно від обраної базової стратегії розвитку та стратегії конкурентної поведінки, розробляється стратегія позиціонування нашого стартапу. Це передбачає формування ринкової позиції, яка допоможе споживачам ідентифікувати нашу торгову марку/проект.

Таблиця 4.17 – Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувавши комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1	Висока ефективність енергозбереження	Інноваційна стратегія	Унікальність рішення, технологічна перевага	Екологічність, інноваційність, економія ресурсів
2	Простота використання та доступність	Стратегія розширення ринку	Доступність для малих та середніх підприємств	Легкість впровадження, підтримка користувачів, доступність даних та аналітики
3	Можливість індивідуального налаштування рішення	Стратегія диверсифікації	Гнучкість продукту, адаптація до специфічних потреб клієнтів	Індивідуальний підхід, масштабованість, експертність у сфері енергозбереження

Для ефективної реалізації стратегії розвитку нашого стартапу, який пропонує рішення в галузі енергозбереження, важливо розробити узгоджену систему рішень. Ця система базується на аналізі потреб споживачів, виборі базової стратегії розвитку та конкурентної поведінки, а також на формуванні чіткої позиції на ринку.

#### 1. Базова стратегія розвитку

Відповідно до інформації з табл. 4.16, ми обрали інноваційну стратегію розвитку. Ця стратегія акцентує увагу на постійному вдосконаленні нашого продукту, впровадженні нових технологій і наданні унікальних рішень для підвищення енергоефективності будівель. Основні елементи цієї стратегії включають:

- Дослідження та розробки (НДДКР): Постійне інвестування в інноваційні технології для поліпшення функціональності продукту та зниження витрат на його впровадження.

- Партнерство з науковими установами: Співпраця з університетами та дослідницькими організаціями для впровадження новітніх наукових досягнень у практику.

- Адаптація продукту під потреби користувачів: Збирання зворотного зв'язку від користувачів для оперативного внесення змін у продукт.

## 2. Стратегія конкурентної поведінки

Згідно з інформацією з табл. 4.16, наша компанія реалізує стратегію лідера. Основні аспекти цієї стратегії включають:

- Розширення первинного попиту: Активна пропаганда переваг енергозберігаючих рішень серед потенційних споживачів, щоб підвищити обізнаність і зацікавленість у нашому продукті.

- Захист ринкової частки: Використання інновацій та технологічних бар'єрів для утримання лідерських позицій на ринку.

- Атака на слабкі сторони конкурентів: Вивчення недоліків конкурентів і активна реклама наших переваг, особливо в сегментах, де конкуренти не можуть забезпечити належний сервіс.

## 3. Стратегія позиціонування

Відповідно до табл. 4.17, стратегія позиціонування нашого стартапу включає формування комплексу асоціацій, які споживачі можуть ідентифікувати з нашим проектом. Основні аспекти позиціонування:

- Екологічність: Наша продукція сприяє збереженню навколишнього середовища, що приваблює свідомих споживачів.

- Інноваційність: Акцент на новітні технології та рішення, які виділяють наш продукт серед конкурентів.

- Економія ресурсів: Показники зниження витрат на енергію, що є критично важливими для бізнесів і приватних споживачів.

## 4.5 Розроблення маркетингової програми стартап – проекту

### 4.5.1 Формування маркетингової концепції товару

У цьому підрозділі ми підсумуємо результати аналізу конкурентоспроможності нашого товару, що дозволить визначити ключові переваги концепції потенційного товару (табл. 4.18). Це стане основою для формування маркетингової програми.

Таблиця 4.18 Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами
1	Підвищення енергоефективності	Зниження витрат на енергію та комунальні послуги	Інтеграція новітніх технологій для точного моніторингу та аналізу енергоспоживання, що дозволяє знижувати витрати в реальному часі.
2	Сучасні рішення	Легкість у впровадженні та експлуатації	Простота інтерфейсу та адаптивність програми до різних типів будівель.
3	Екологічна відповідальність	Зменшення викидів вуглецю та покращення екологічного балансу	Прозорість в обліку енергоспоживання та інформація про екологічні переваги впровадження запропонованих рішень.
4	Доступ до фінансування	Можливість отримання державних дотацій на енергозберігаючі заходи	Вбудовані функції для автоматичного оформлення заявок на державні програми фінансування.
5	Інформованість	Отримання актуальної інформації про нові технології	Постійне оновлення бази даних про нові енергозберігаючі технології та рекомендації щодо їх впровадження.
6	Персоналізований підхід	Індивідуальні рекомендації щодо підвищення енергоефективності	Використання AI для аналізу специфіки кожного будинку та надання персоналізованих рішень.

#### 4.5.2 Розробка тривірневої маркетингової моделі товару

У цьому підрозділі ми розробимо тривірневу маркетингову модель нашого товару, уточнивши його ідею, фізичні складові та особливості процесу надання послуги (табл. 4.19). Це допоможе чітко сформулювати концепцію нашого стартапу та вказати, як наш продукт буде відрізнятися від конкурентів.

Таблиця 4.19 – Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові
I. Товар за задумом	Опис базової потреби споживача, яку задовольняє товар (згідно концепції), її основна функціональна вигода: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Потреба в енергоефективності будівель.</li> <li>- Основна вигода: зниження витрат на енергію та покращення комфорту в приміщеннях.</li> </ul>
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Програмне забезпечення для моніторингу енергоспоживання.</li> <li>2. Мобільний додаток для зручного доступу до даних.</li> </ol> <p>Якість:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Стандарти: відповідність міжнародним нормам енергетичної ефективності.</li> <li>- Нормативи: сертифікація за стандартами ISO 50001.</li> <li>- Параметри тестування: точність вимірювань <math>\leq 5\%</math>.</li> </ul> <p>Пакування: електронна форма з доступом через інтернет. Марка: Назва організації-розробника + назва товару.</p>
III. Товар із підкріпленням	До продажу: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Проведення вебінарів та семінарів для ознайомлення споживачів з продуктом.</li> <li>- Розробка демонстраційних версій програми.</li> </ul> <p>Після продажу:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Технічна підтримка та навчання користувачів.</li> <li>- Регулярні оновлення програми.</li> </ul> <p>Захист від копіювання:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Захист інтелектуальної власності на програмне забезпечення.</li> <li>- Ноу-хау в алгоритмах оптимізації енергоспоживання.</li> <li>- Комплексне поєднання характеристик програмного забезпечення та мобільного додатку.</li> </ul>

1. Товар за задумом: Цей рівень визначає базову потребу, яку наш продукт задовольняє. У нашому випадку це потреба в енергоефективності, що є актуальною для багатьох споживачів.

2. Товар у реальному виконанні: На цьому рівні ми описуємо конкретні властивості та характеристики нашого продукту, включаючи його якість, упаковку та марку. Це важливо для забезпечення довіри споживачів до нашого товару.

3. Товар із підкріпленням: Цей рівень включає етапи роботи з споживачами до та після продажу, а також стратегії захисту нашого продукту від копіювання. Включення навчальних матеріалів та технічної підтримки підвищить лояльність споживачів і знизить ризик їхньої відмови від продукту.

#### Захист від копіювання

Для забезпечення конкурентоспроможності нашого товару та захисту від копіювання ми плануємо:

- Оформлення патентів на інтелектуальну власність, що охоплює алгоритми та унікальні функції програми.
- Розробка ноу-хау, яке важко відтворити, навіть маючи доступ до технології.
- Створення комплексної системи функцій, яка включає у себе не лише програму, але й послуги, що підвищують цінність нашого продукту для споживачів.

Таким чином, трирівнева маркетингова модель товару дозволяє чітко структурувати наш підхід до ринку і визначити, як ми будемо задовольняти потреби наших споживачів, забезпечуючи при цьому конкурентні переваги.

### **4.5.3 Визначення цінових меж для потенційного товару**

У цьому підрозділі ми проведемо аналіз цінових меж для нашого товару, враховуючи рівень доходів цільової групи споживачів (табл. 4.20). Це допоможе нам визначити оптимальні ціни для нашого продукту.

Таблиця 4.20 – Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1	3000 – 10000 UAH (студенти та молоді спеціалісти)	50% знижка для студентів, пробний період 7 днів для всіх нових користувачів.
2	10000 – 20000 UAH (середній клас)	Безкоштовне скачування, платні функції від 100 UAH до 500 UAH за підписку. Реклама в безкоштовній версії.
3	20000 – 40000 UAH (професіонали)	Платні функції пропонуються на основі "оплати за використання" (в межах до 200 UAH за функцію).

Визначена стратегія ціноутворення для стартапу враховує різні рівні доходів цільової аудиторії, що дозволяє максимально адаптувати продукт до потреб споживачів:

1. Студенти та молоді спеціалісти (3000 – 10000 UAH): Для цього сегмента передбачено 50% знижку на платні функції, що сприятиме залученню молоді до використання продукту. Пробний період у 7 днів для всіх нових користувачів дозволяє ознайомитися з можливостями платних функцій без фінансових ризиків.

2. Середній клас (10000 – 20000 UAH): З безкоштовним скачуванням та платними функціями в діапазоні 100 UAH до 500 UAH, цей сегмент отримує доступ до базових можливостей безкоштовно, а також можливість підписки для розширення функціоналу. Включення реклами в безкоштовну версію забезпечить додатковий дохід.

3. Професіонали (20000 – 40000 UAH): Пропозиція платних функцій на основі "оплати за використання" у межах до 200 UAH за функцію є вигідною для професіоналів, які можуть вибрати лише ті інструменти, що їм необхідні. Це підвищує цінність пропозиції, оскільки користувачі можуть адаптувати витрати відповідно до їх потреб.

#### 4.5.4 Визначення оптимальної системи збуту

Наступним кроком є розроблення оптимальної системи збуту, що передбачає рішення щодо використання власних або залучених збутових каналів, обґрунтування глибини каналу збуту та вибір посередників (табл. 4.21). Цей процес спрямований на ефективне забезпечення доставки продукту до кінцевого споживача та оптимізацію витрат на збут.

Таблиця 4.21 – Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	Студенти та молоді спеціалісти: Схильні до безкоштовного контенту, активні в соціальних мережах, схильні до тестування нових технологій.	- Виготовлення та пропозиція безкоштовного контенту - Надання платних функцій з можливістю пробного використання	Прямий канал: Додаток доступний для завантаження безпосередньо з магазинів додатків (App Store, Google Play).	Власна система збуту: Прямий продаж через платформи завантаження, що дозволяє контролювати маркетинг та комунікацію з користувачами.
2	Середній клас: Цінують якість та надійність, схильні до порівняння цін і функцій, часто шукають відгуки.	- Проведення рекламних кампаній - Підтримка клієнтів через онлайн-канали	Прямий канал: Використання власного веб-сайту для надання додаткової інформації та підтримки.	Власна система збуту з елементами цифрового маркетингу для залучення та утримання клієнтів.
3	Професіонали: Шукають інструменти, які полегшать їх роботу, зосереджені на ефективності та ROI.	- Професійна підтримка - Надавати демонстрації та навчання	Прямий і непрямий канали: Прямі продажі через сайт та сторонні платформи, що спеціалізуються на програмному забезпеченні для професіоналів.	Залучена система збуту: Співпраця з партнерами та платформами, що спеціалізуються на B2B-продажах, для підвищення охоплення ринку.

- Прямі продажі через власні канали (додатки, веб-сайт) дозволяють зберегти контроль над брендом і забезпечити безпосередній зв'язок з клієнтами, що важливо для збирання відгуків та вдосконалення продукту.

- Залучення сторонніх посередників може допомогти в розширенні охоплення, особливо для професіоналів, які можуть бути знайомі з такими платформами, де ваш продукт буде представлений.

- Вибір глибини каналу збуту залежить від специфіки цільових груп: молоді споживачі можуть шукати простоту доступу через мобільні додатки, тоді як професіонали можуть шукати більш комплексні рішення на спеціалізованих платформах.

#### 4.5.5 Розробка концепції маркетингових комунікацій

Останньою складовою маркетингової програми є розроблення концепції маркетингових комунікацій, яка базується на попередньо визначеній стратегії позиціонування продукту та враховує поведінку цільової аудиторії (табл. 4.22). Це допомагає розробити відповідні рекламні повідомлення та обрати оптимальні канали комунікацій для досягнення ринкових цілей проекту.

Таблиця 4.22 – Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1	Студенти та молоді спеціалісти: Часто шукають безкоштовні та доступні рішення, зручні та прості у використанні, активні у соціальних мережах.	Соціальні мережі (Instagram, Facebook, TikTok), мобільні додатки, студентські платформи.	Підкреслити простоту та безкоштовні можливості, закликати випробувати платні функції.	"Зроби свій будинок енергоефективним легко і безкоштовно — з додатком, що працює на тебе."
2	Середній клас: Шукають рішення, які поєднують функціональність та вартість, схильні до порівняння пропозицій, довіряють рекомендаціям.	Цифрова реклама (Google Ads, Facebook Ads), email маркетинг, блоги про енергоефективність, онлайн огляди.	Показати економічні переваги від використання додатку, підкреслити інновації та зручність.	"Ефективність для кожного: оптимізуйте витрати на енергію з нашим додатком."

## Продовження таблиці 4.22

3	Професіонали: Шукають інструменти, що полегшують роботу, готові платити за високоякісні рішення з гарантією ефективності.	Спеціалізовані B2B платформи, професійні конференції, LinkedIn, партнерські програми, галузеві сайти.	Показати, як додаток полегшує роботу професіоналам, наголосити на його вигодах та окупності.	"Ваш помічник у підвищенні енергоефективності: точність, швидкість, результати."
---	--	---	--	--

Маркетингова програма стартапу базується на глибокому аналізі потреб та поведінки різних цільових груп, адаптуючи відповідні комунікаційні канали та повідомлення. Основою позиціонування є доступність для студентів, надійність для середнього класу та професійні рішення для експертів. Такий підхід дозволяє залучати широке коло користувачів, створюючи конкурентну перевагу через інноваційні та практичні рішення для підвищення енергоефективності.

#### 4.6 Фінансове обґрунтування стартап – проєкту

##### 4.6.1 Оплата праці

У першому підрозділі фінансового розділу розглядається структура виплат на оплату праці ключовим працівникам стартапу, які забезпечуватимуть його роботу протягом першого року діяльності (табл. 4.23). Витрати на оплату праці є однією з основних статей витрат на початковому етапі розвитку проєкту, адже від ефективної роботи команди залежить якість та швидкість виконання завдань.

Таблиця 4.23 – Виплати на оплату праці

№ п/п	Посада	Зарплата (грн/місяць)	Кількість співробітників	Витрати на оплату праці (грн/місяць)	Витрати на оплату праці (грн/квартал)	Витрати на оплату праці (грн/рік)
1	Розробник	30 000	1	30 000	90 000	320 000
2	Маркетолог	25 000	1	25 000	75 000	300 000
3	Юрист	20 000	1	20 000	60 000	240 000
4	Фінансист	20 000	1	20 000	60 000	240 000
Разом				95 000	385 000	1 060 000

Команда складається із розробника, маркетолога, юриста та фінансиста. Загальна сума витрат на оплату праці за місяць складає 95 000 грн, що включає як оплату технічного персоналу, так і спеціалістів у сфері фінансів та права. На квартал ці витрати становитимуть 385 000 грн, а за рік — 2 940 000 грн.

Структура витрат:

1. Розробник отримує найвищу заробітну плату, оскільки саме він забезпечить створення та технічне вдосконалення продукту.
2. Маркетолог займається просуванням продукту, що є критично важливим для залучення цільової аудиторії.
3. Юрист необхідний для розробки правової стратегії стартапу, забезпечуючи захист інтелектуальної власності та юридичну підтримку.
4. Фінансист допомагає в управлінні бюджетом, фінансовими прогнозами та звітністю, що особливо важливо для підтримки рентабельності стартапу.

#### 4.6.2 Витрати на розробку та підтримку продукту

У цьому підпункті розглядаються витрати на розробку та підтримку продукту, що є однією з найважливіших статей витрат стартапу (табл. 4.24). Ці витрати охоплюють технічні та операційні аспекти, необхідні для забезпечення функціональності, стабільності та розвитку продукту.

Таблиця 4.24 – Витрати на розробку та підтримку продукту

№ п/п	Категорія витрат	Місячна сума, грн	Квартальна сума, грн	Річна сума, грн
1	Сервери та хостинг	15 000	45 000	180 000
2	Ліцензійне програмне забезпечення (інструменти для розробки)	1 000	3 000	12 000
3	Підтримка користувачів (сервісна підтримка, гарячі лінії)	20 000	60 000	240 000
4	Технічна підтримка (додаткова підтримка серверів та обслуговування)	25 000	75 000	300 000
5	Оновлення та доопрацювання продукту	30 000	90 000	360 000
Разом	Загальні витрати	91 000	273 000	1092 000

Витрати на розробку та підтримку продукту є ваговою частиною бюджету стартапу, проте вони є ключовими для забезпечення якісного та

конкурентоспроможного продукту. Інвестування в технічну інфраструктуру та постійну підтримку користувачів дозволить компанії утримати на ринку стабільну позицію та забезпечити задоволення клієнтів, що сприятиме подальшому розвитку та зростанню.

#### 4.6.3 Оцінка рентабельності продукту

Оцінка рентабельності є важливим кроком у визначенні фінансової ефективності проекту (табл. 4.25). Проаналізувавши доходи та витрати, можна зробити висновки про те, наскільки вигідним буде стартап у короткостроковій і довгостроковій перспективі.

Таблиця 4.25 – Оцінка рентабельності продукту

№ п/п	Показник	Сума за рік, грн	Примітки
1	Дохід від підписок	1 500 000	Розраховано на базі 5 000 платних користувачів (середній тариф 300 грн/рік)
2	Доходи від реклами	800 000	Базується на річних контрактах з рекламодавцями, контекстної реклами.
3	Загальний дохід	2 300 000	
4	Загальні витрати на оплату праці	1 092 000	
5	Витрати на розробку та підтримку продукту	1 093 000	
6	Загальні витрати	2 185 000	
7	Рентабельність (дохід – витрати)	125 000	

1. Дохід від підписок: Основне джерело прибутку проекту — це платні функції, які користувачі можуть підписатися для доступу до розширених можливостей додатку. Річний дохід було розраховано, виходячи з прогнозованої кількості платних підписників (5 000 користувачів) і середньої вартості підписки — 300 грн на рік.

2. Доходи від реклами: Додаткове джерело прибутку — реклама, що буде інтегрована в безкоштовні версії додатку. Прогнозується, що рекламні контракти принесуть близько 600 000 грн на рік.

3. Загальні витрати: Основні статті витрат включають оплату праці команди та витрати на розробку і підтримку продукту. Загальна сума витрат становить 2 400 000 грн на рік.

4. Рентабельність: Попередній розрахунок показує, що на перший рік роботи проект може бути рентабельним, оскільки витрати не перевищують доходи і становлять вже в перший рік 125 000 грн. Однак цей результат може бути пояснений великими початковими витратами на розробку та запуск продукту і враховуючи що на наступні роки за позитивного прогнозу кількість користувачів збільшиться, а витрат на впровадження стане значно менше, річний дохід буде тільки зростати.

#### **Висновки до розділу 4**

1. Можливість ринкової комерціалізації: На основі проведеного аналізу ринку, попит на продукт існує, що підтверджується зростаючою динамікою ринку енергоефективних рішень. Рентабельність проекту забезпечується різноманітністю функціональних можливостей, що пропонуються користувачам через платні функції та підписки, а також можливістю інтеграції реклами для додаткового доходу.

2. Перспективи впровадження: Зважаючи на сегментацію ринку та визначення цільових груп клієнтів (студенти, молоді спеціалісти, професіонали), є високий потенціал для впровадження продукту. Бар'єри входження на ринок відносно невеликі завдяки можливості запустити продукт як мобільний додаток, що потребує менших інвестицій. Конкуренція присутня, але стартап має конкурентні переваги, такі як AI-рішення та зручність інтеграції з державними та приватними організаціями для реалізації енергоефективних проектів.

3. Альтернатива впровадження: Доцільним є вибір моделі безкоштовного завантаження з платними функціями та рекламою, що дозволить залучити широку

аудиторію та забезпечити додаткові джерела доходу. Цей варіант також відповідає можливостям розвитку проєкту в умовах середньої конкурентної активності на ринку.

4. Доцільність подальшої імплементації: Зважаючи на весь проведений аналіз, подальша імплементація проєкту є доцільною. Стартап має можливість досягти успіху на ринку завдяки поєднанню інноваційних технологій, чіткого сегментування клієнтів та гнучкої цінової політики.

Незважаючи на невисокий показник рентабельності у перший рік, існують перспективи збільшення прибутку за рахунок зростання кількості платних користувачів, розширення рекламних контрактів і оптимізації витрат.

Таким чином, проєкт має високу комерційну перспективу та конкурентоспроможність на ринку, що дозволяє рекомендувати подальшу реалізацію стартапу.

## ВИСНОВКИ

Дипломна робота вирішує низку важливих проблем, які стоять перед сферою енергоефективності будівельного фонду України.

1. Після проведення всебічного аналізу проблеми підвищення енергоефективності будівель та огляд публікацій на цю тему, основну увагу було зосереджено на необхідності модернізації будівельного фонду для зменшення енергоспоживання та покращення екологічної ситуації.

2. Було оглянуто програмні продукти для моделювання енергетичних характеристик будівель, зокрема DesignBuilder, Retscreen Expert, Auditor OZC, та E-Audit, який є безкоштовним інструментом для створення енергетичних сертифікатів для побутових об'єктів.

3. Визначено, що ці програмні продукти дозволяють ефективно розраховувати енергоспоживання та планувати заходи з енергозбереження, проте розробка енергетичного сертифікату є лише в програмному забезпеченні E-Audit.

4. Після аналізу об'єкта дослідження, зокрема таких систем, як електропостачання, теплопостачання, вентиляція та охолодження, а також оцінка якості послуг енергозабезпечення від мешканців, показала значні проблеми з ефективністю використання енергії, що створює необхідність для подальших заходів щодо покращення енергоефективності.

5. Проаналізовано прилади обліку споживання енергії, що дозволяють отримати точні дані для подальших розрахунків.

6. Проведено розрахунок показників енергоефективності будівлі за національною методикою згідно ДСТУ 9190, зокрема врахуванням теплопередачі, теплонадходжень, енергоспоживання для опалення та охолодження.

7. Було проведено порівняльний аналіз з результатами, отриманими в програмі E-Audit. Моделювання енергоспоживання в програмі E-Audit показало вплив покращеного теплового захисту огорожень на зниження енергоспоживання будівлі.

8. Пропозиції щодо підвищення енергоефективності базуються на детальному аналізі даних та рекомендаціях для конкретних заходів. Також було виявлено що різниця між отриманими результатами в E-Audit та Auditor OZC становлять близько 7%.

9. Розглянуто концепцію стартап-проекту, що орієнтується на створення інноваційної платформи для енергоаудиту та підвищення енергоефективності будівель. Дана платформа – застосунок для управління енергоефективністю будівель, який інтегрує ШІ для аналізу стану конструкцій та надання індивідуальних рекомендацій з енергозбереження.

10. Проведено технологічний аудит і аналіз ринкових можливостей, визначено цільові групи клієнтів і основні конкурентні переваги проекту. Окремо був розроблений маркетинговий план, що включає цінову стратегію, стратегію збуту та комунікацій. Фінансове обґрунтування стартапу показало його економічну доцільність, зокрема в умовах зростаючого попиту на енергоефективні рішення.

11. У результаті виконаних досліджень було показано, що використання спеціалізованих програм для аналізу енергоспоживання, таких як E-Audit та Auditor OZC, дозволяє отримати точні та надійні результати для оцінки енергоефективності будівель, але оскільки E-Аудит є безкоштовною і дозволяє створити енергетичний сертифікат, обрано саме це програмне забезпечення для подальшої роботи.

12. Моделювання енергоспоживання, проведене для будівлі, підтвердило значне зниження енергоспоживання після проведення заходів із підвищення теплового захисту, модернізації інженерних мереж і впровадження СЕС.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України Про енергетичну ефективність будівель №2118-VIII від 03.08.2022. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19>
2. ДСТУ 9190:2022 Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання. К., ДП «УкрНДНЦ», 2022, 156 с.
3. ДБН В.2.6–31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. К. 2021. 27 с.
4. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція, кондиціонування. К.: Мінрегіонбуд, 145 с.
5. ДСТУ ISO 50001:2019 "Системи енергетичного менеджменту" 2019. 16 с.
6. ДСТУ EN ISO 52003-1:2022 Енергетичні характеристики будівель. Показники, вимоги, рейтинги та сертифікати. Частина 1. Загальні аспекти та застосування до загальних енергетичних показників, 2022, 92 с.
7. Directive (EU) 2024/1275 of the european parliament and of the council // Official Journal of the European Communities. 2010, L153. – p. 13-35.
8. Закон України Про Фонд енергоефективності № 2095-VIII від 30.06.2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2095-19#Text>
9. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. К.: ДП НДІБК, 2011, 142с.
10. ДБН В.2.2-15-2019 Житлові будинки. Основні положення. К.: Мінрегіон, 2019, 43 с.
11. ДСТУ 9191:2022 Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. К., ДП «УкрНДНЦ», 2022, 63 с.
12. ДСТУ Б EN ISO 10077-1:2022 Теплотехнічні властивості вікон, дверей і жалюзі. Розрахунок коефіцієнта теплопередачі. Частина 1. Загальні умови (EN ISO 10077-1:2017). К., ДП «УкрНДНЦ», 2022.
13. Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель: Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-

комунального господарства України від 11.07.2018 р. №169. Офіційний вісник України. 2018, № 55. С. 301.

14. Про затвердження Порядку проведення сертифікації енергетичної ефективності та форми енергетичного сертифіката: Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 11.07.2018 р. № 172. Офіційний вісник України. 2018, № 55. С. 334.

15. Про затвердження Мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель: Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 27.10.2020. №260. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1257-20>.

16. Про затвердження Змін до Методики визначення енергетичної ефективності будівель: Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 27.10.2020. № 261. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1254-20>.

17. Портал державної електронної системи у сфері будівництва. Режим доступу: <https://e-construction.gov.ua/>.

18. Програма для енергетичної сертифікації E-Audit. Режим доступу: <https://e-audit.escoua.com/user/sign-in?next=/home/>

19. Дешко В. І., Буяк Н. А., Білоус І. Ю., Гурєєв М. В., Голубенко О. О. Оцінка впливу заміни вікон на енергопотребу та умови комфорту в будівлі на основі динамічного моделювання. Енергетика: економіка, технології, екологія : науковий журнал. 2018. № 3 (53). С.52–62. URL: <https://doi.org/10.20535/1813-5420.3.2018.164428>.

20. Дешко В.І., Білоус І.Ю., Голубенко О.О., Визначення економічної доцільності покращення огорожувальних конструкцій до нових мінімальних вимог за допомогою динамічного моделювання. «Енергетика і автоматика», №4. 2023. с. 45-59. URL: [http://dx.doi.org/10.31548/energiya4\(68\).2023.045](http://dx.doi.org/10.31548/energiya4(68).2023.045).

21. Шовкалюк М.М., Пахунова К.Ю. Соціальні аспекти під час вибору заходів з енергозбереження для житлових будівель. Тези V Всеукр. наук-практ. конф. “Енергоефективність: наука, технології, застосування” [25.11.2020], Київ,

2020. Т1. С.47-52.

22. Шовкалюк М.М., Політикiна Н.В. Оцiнка енергетичних параметрiв багатоквартирного будинку з даховою котельнею та можливостi спiвфiнансування енергозберiгаючих заходiв / Intern. scientific and pract. conf. “Prospects for the development of technical sciences in EU countries and Ukraine” [Poland, 21-22.12.2018]. p.138-142.

23. Шовкалюк Ю.В., Шовкалюк М.М. Поглиблений енергоаудит житлового багатоквартирного будинку з урахуванням впливу соцiальних та експлуатацiйних факторiв / Молодий вчений №2 (78), 2020. С.200-206.

24. Шовкалюк М. М., Пахунова К. Ю., Шевченко О. М. Аналіз енергетичних характеристик житлової багатоквартирної будiвлi з урахуванням соцiально-експлуатацiйних факторiв. Технологiї та iнжинiринг, № 6(11), 2022 с. 52-62. <https://vistnuk.knutd.edu.ua/wp-content/uploads/sites/2/2022/12/5-6-2022.pdf>

25. Сайт з погодними файлами програмного забезпечення EnergyPlus. Режим доступу: [https://energyplus.net/weather-region/europe\\_wmo\\_region\\_6/UKR%20%20](https://energyplus.net/weather-region/europe_wmo_region_6/UKR%20%20).

26. ДСТУ EN 12831-1:2017 Енергоефективнiсть будiвель. Метод розрахунку проектного теплового навантаження. Частина 1. Теплове навантаження, Модуль МЗ-3 (EN 12831-1:2017, IDT)

27. Енергоефективнiсть як ключовий компонент енергетичної безпеки України: Євроiнтеграцiйні пiдходи та реформи. Режим доступу: <https://saee.gov.ua/uk/content/energy-efficiency>.

28. Енергозбереження як напрям пiдвищення ефективностi виробничої дiяльностi. Режим доступу: [https://economyandsociety.in.ua/journals/9\\_ukr/74.pdf](https://economyandsociety.in.ua/journals/9_ukr/74.pdf).

29. Пiдвищення енергоефективностi — основа iнновацiйного розвитку економiки України. Режим доступу: [http://www.agrosvit.info/pdf/23\\_2016/2.pdf](http://www.agrosvit.info/pdf/23_2016/2.pdf).

30. Пiдвищення енергоефективностi житлових будiвель. Режим доступу: <https://journals.snu.edu.ua/index.php/VisnikSNU/article/download/40/36/36>.

31. Онлайн калькулятор вироблення електричної енергiї СЕС Photovoltaic geographical information system. Режим доступу: [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/).

## ДОДАТОК А

## Результати тепловізійного обстеження огорожувальних конструкцій

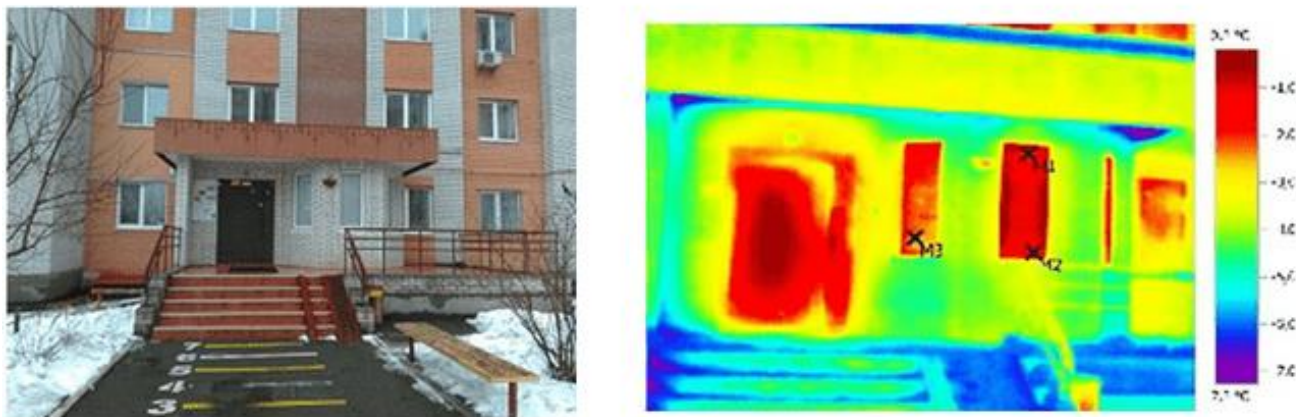


Рисунок А.1 – Зовнішні двері будівлі

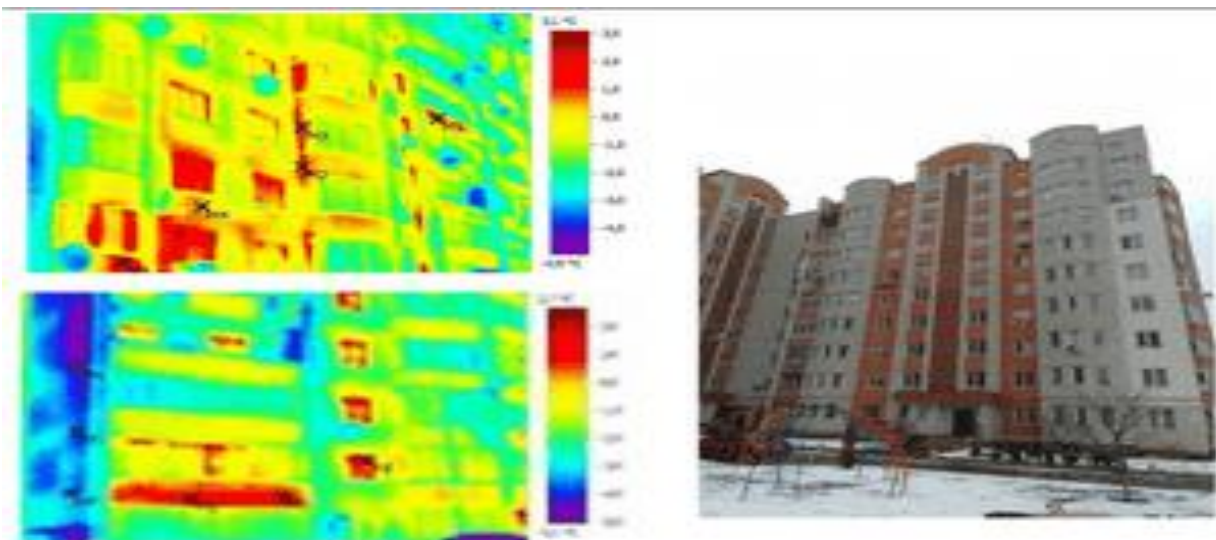


Рисунок А.2 – Зовнішні фасади будівлі

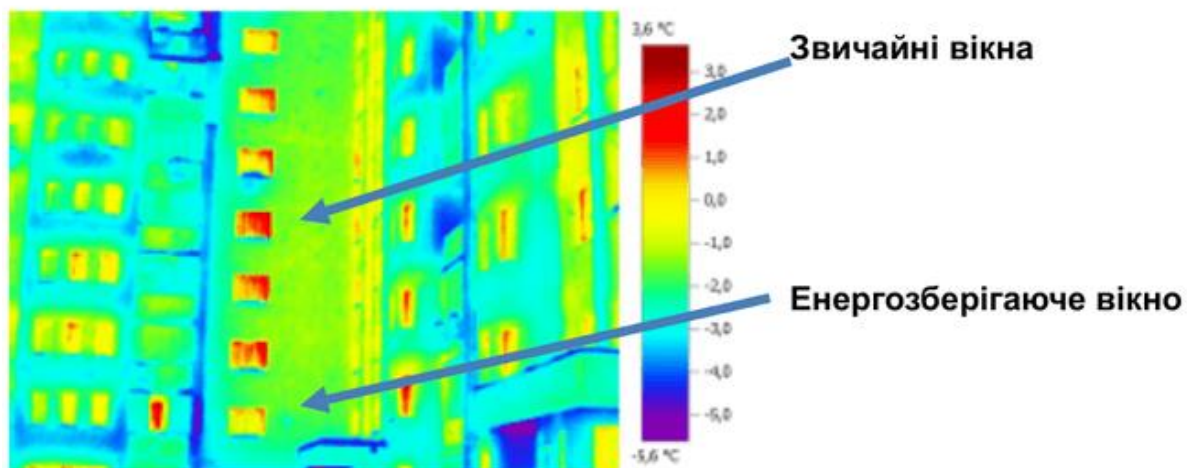


Рисунок А.3 – Вікна будівлі

ДОДАТОК Б

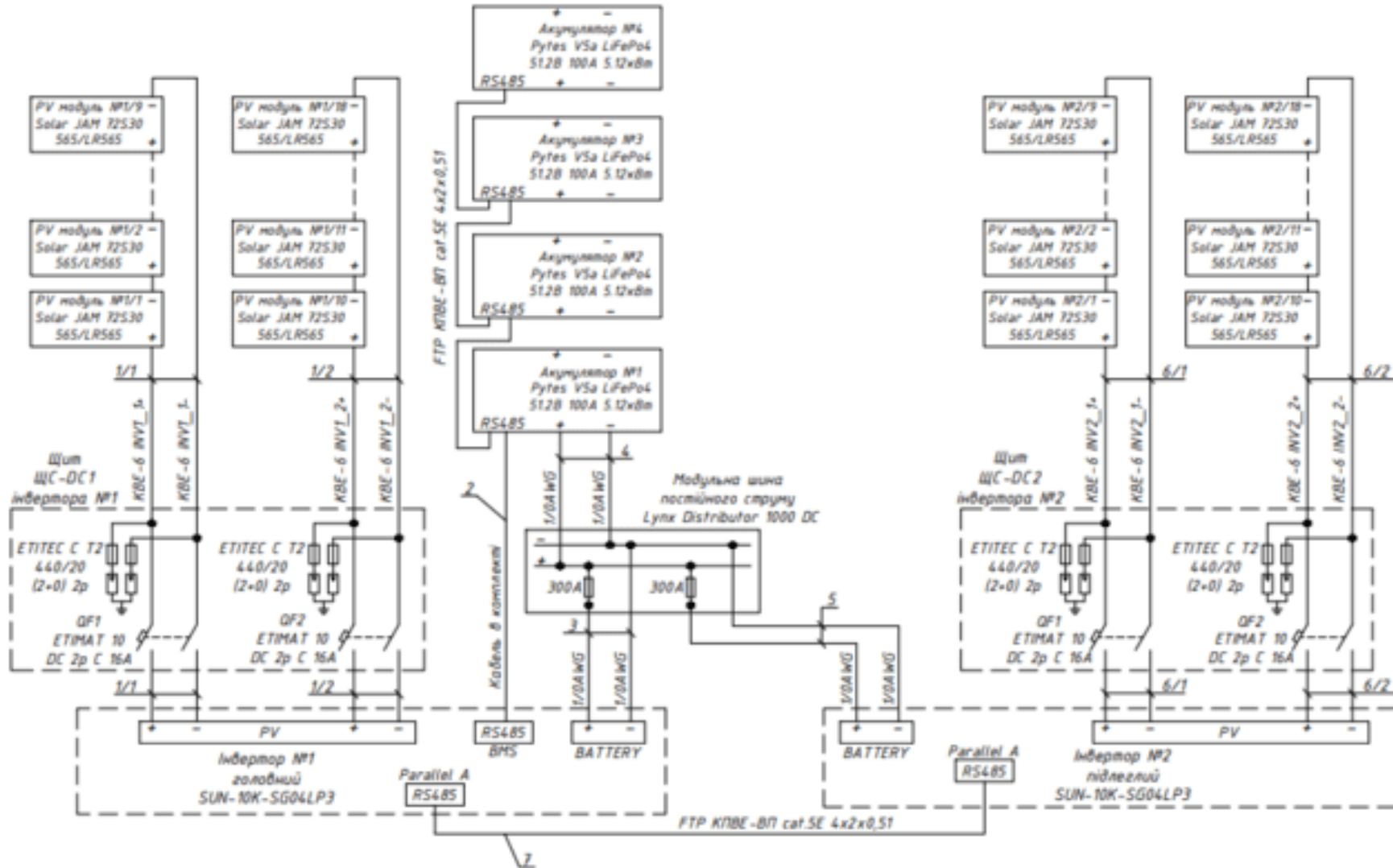


Рисунок Б.1 – Електрична принципова схема підключення DC мереж інверторів №1 та №2

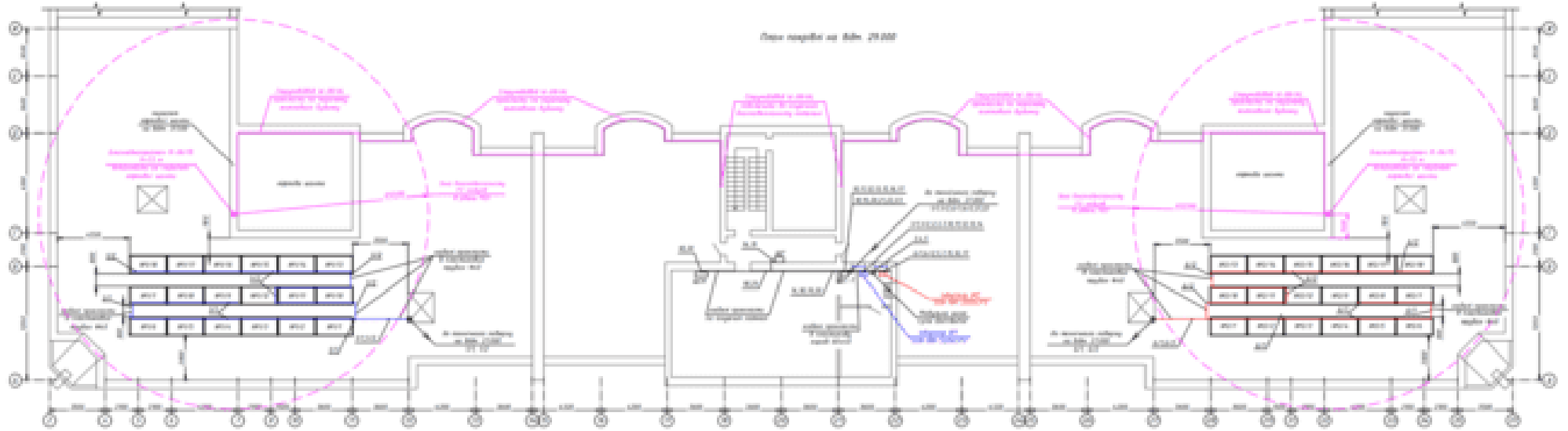


Рисунок Б.2 – План розміщення силового електрообладнання та прокладки електричних мереж

## ДОДАТОК В

### Робочі вікна програмного продукту E-Audit

Вкладка Огороджувальні конструкції для сценарію Після проведення заходів

**Огороджувальні конструкції Житловий будинок ОСББ «ТАРАСІВСЬКИЙ»**

**Фасади, покриття та перекриття**

Об'єкт: Житловий будинок ОСББ «ТАРАСІВСЬКИЙ»

Тип конструкції: Зовнішня стіна ПН утеплена

Висота, м: 33

Ширина, м: 57,884

**Фасад # 1 - ПН** 0-1910.17, 0-стін=1023.75, 0-вікон=271.75, 0-дверей=14.67

**Зовнішня стіна ПН утеплена**

Конструкція	Елемент	Зависок	Закладений базисноповерхня/Таблиця	H	W	Q	S	U
Вікно 1.43*1.4 ПН утепл.	Вікно	Білі жалюзі/штори		1.4	1.43	36	72.87	1.68
Вікно 0.80*1.4 ПН утепл.	Вікно	Білі жалюзі/штори		1.4	0.8	108	120.96	2.13
Вікно 0.8*1.4 ПН утепл.	Вікно	Білі жалюзі/штори		1.4	0.8	3	2.52	1.34

**Фасад # 1 - ПН** 0-1910.17, 0-стін=1023.75, 0-вікон=271.75, 0-дверей=14.67

**Зовнішня стіна що межує з лоджією ПН утеплена**

Конструкція	Елемент	Зависок	Закладений базисноповерхня/Таблиця	H	W	Q	S	U
Вікно білі жалюзі/штори ПН утепл.	Вікно	Білі жалюзі/штори	Ш	1.43	0.87	36	44.79	2.13
Двері білі жалюзі/штори ПН утепл.	Двері	Білі жалюзі/штори		2.4	0.88	54	88.32	2.13

**Фасад # 3 - ПН-СХ** S=9.64, S стін=5.28, S вікон=3.36, S дверей=0.00  
Зовнішня стіна ПН-СХ утеплена

Орієнтація: ПН-СХ | Тип стіни: Зовнішня стіна ПН-СХ утеплена | Кут нахилу: | Висота: 3.2 | Ширина: 2.7

Неопрацьований об'єкт:

Температурні режимы:

Конструкція	Елемент	Зовніш	Зовнішній базис/поверхня/Таблиця	H	W	Q	S	U
Віно 0.57*1.4 ПН-СХ утепл.	Віно	Білі шари об'єкт	<input type="checkbox"/>	1.4	0.6	4	3.36	1.34

[Редагувати](#)

**Фасад # 4 - ПН-СХ** S=46.02, S стін=46.02, S вікон=0.00, S дверей=0.00  
Зовнішня стіна що межує з лоджією ПН-СХ утеплена

Орієнтація: ПН-СХ | Тип стіни: Зовнішня стіна що межує з лоджією | Кут нахилу: | Висота: 33 | Ширина: 1.2045

Неопрацьований об'єкт:

Температурні режимы:

[Редагувати](#)

**Фасад # 5 - СХ** S=1470.35, S стін=1182.54, S вікон=305.06, S дверей=2.73  
Зовнішня стіна СХ утеплена

Орієнтація: СХ | Тип стіни: Зовнішня стіна СХ утеплена(S=0) | Кут нахилу: | Висота: 33 | Ширина: 44.556

Неопрацьований об'єкт:

Температурні режимы:

Конструкція	Елемент	Зовніш	Зовнішній базис/поверхня/Таблиця	H	W	Q	S	U
Віно 1.47*1.45 СХ утепл.	Віно	Білі шари об'єкт	<input type="checkbox"/>	1.45	1.4	10	36.54	1.07
Віно 2.62*1.44 СХ утепл.	Віно	Білі шари об'єкт	<input type="checkbox"/>	1.44	2.62	26	75.63	2.66
Віно 1.47*1.4 СХ утепл.	Віно	Білі шари об'єкт	<input type="checkbox"/>	1.4	0.36	54	45.92	2.32
Віно 0.58*1.4 СХ утепл.	Віно	Білі шари об'єкт	<input type="checkbox"/>	1.4	0.36	54	45.92	2.13
Віно 2.28*1.44 СХ утепл.	Віно	Білі шари об'єкт	<input type="checkbox"/>	1.44	2.28	6	26.04	1.39
Віно 0.57*1.4 СХ утепл.	Віно	Білі шари об'єкт	<input type="checkbox"/>	1.4	0.6	1	0.64	1.34
Віно нов 1.47*1.47 СХ утепл.	Віно	Білі шари об'єкт	<input type="checkbox"/>	1.47	1.44	17	35.99	2.29
Двері 1.62*2.0 СХ утепл.	Двері	Білі шари об'єкт	<input type="checkbox"/>			1	2.73	3.62

[Редагувати](#)

**Фасад # 6 - СХ** S=676.36, S стін=609.18, S вікон=133.94, S дверей=165.24  
Зовнішня стіна що межує з лоджією СХ утеплена

Орієнтація: СХ | Тип стіни: Зовнішня стіна що межує з лоджією | Кут нахилу: | Висота: 33 | Ширина: 25.617

Неопрацьований об'єкт:

Температурні режимы:

**E-Audit**

Місце: МагнусШоколад

Е-Аудит

Сторінка

Головний екран

Проект: Житловий будинок ОСББ «ПАРКОВОСІБЬ»

Забивання

Будівля: Житловий будинок ОСББ «ПАРКОВОСІБЬ»

Контрольний проект

Сторінка

Фасад

План вивчення огляду

- навігуючий
- запити дані
- інтерактивний маніпулятор
- система стиснення
- ГВТ
- інтерпретація
- вигляди
- масштабування
- деталізація
- реконструкція

допоміжні

шукати

реконструкція

**Результат**

**Фасад # 6 - СХ**  $S=870.36$ ,  $S$  стін= $620.10$ ,  $S$  вікон= $103.54$ ,  $S$  дверей= $160.24$

**Зовнішня стіна що межує з лоджією Сх утеплена**

Орієнтація: СХ Тип стіни: Зовнішня стіна що межує з лоджією Кут загибання: Висота: 33 Ширина: 26,617

Неконструктивний об'єкт

Температурні вимірювання

Конструкція	Елемент	Займає	Заключений балконом/лоджією/Галереєю	H	W	Q	S	U
Вікна блок Сх 1,27*1,4 утпл.	Вікно	Об'єкт запису об'єкт	□	1,4	0,5	27	30,24	2,14
Діа блок 0,58*2,4 Сх	Двері	Об'єкт запису об'єкт	□	2,7	0,68	96	185,24	2,13
Вікна блок 1,17*1,40 Сх утпл.	Вікно	Об'єкт запису об'єкт	□	1,40	1,1	15	20,51	2,11
Вікна блок 0,87*1,43 Сх утпл.	Вікно	Об'єкт запису об'єкт	□	1,43	0,87	36	44,79	1,90

**Результат**

**Фасад # 7 - ПД-СХ**  $S=2.16$ ,  $S$  стін= $1.32$ ,  $S$  вікон= $0.84$ ,  $S$  дверей= $0.00$

**Зовнішня стіна ПдСх утеплена**

Орієнтація: ПД-СХ Тип стіни: Зовнішня стіна ПдСх утеплена Кут загибання: Висота: 2,16 Ширина: 1

Неконструктивний об'єкт

Температурні вимірювання

Конструкція	Елемент	Займає	Заключений балконом/лоджією/Галереєю	H	W	Q	S	U
Вікна 0,87*1,4 ПдСх утпл.	Вікно	Об'єкт запису об'єкт	□	1,4	0,5	1	0,84	1,34

**Результат**

**Фасад # 7 - ПД-СХ**  $S=2.16$ ,  $S$  стін= $1.32$ ,  $S$  вікон= $0.84$ ,  $S$  дверей= $0.00$

**Зовнішня стіна ПдСх утеплена**

Орієнтація: ПД-СХ Тип стіни: Зовнішня стіна ПдСх утеплена Кут загибання: Висота: 2,16 Ширина: 1

Неконструктивний об'єкт

Температурні вимірювання

Конструкція	Елемент	Займає	Заключений балконом/лоджією/Галереєю	H	W	Q	S	U
Вікна 0,87*1,4 ПдСх утпл.	Вікно	Об'єкт запису об'єкт	□	1,4	0,5	1	0,84	1,34

**Результат**

**Фасад # 8 - ПД-СХ**  $S=48.02$ ,  $S$  стін= $46.02$ ,  $S$  вікон= $0.00$ ,  $S$  дверей= $0.00$

**Зовнішня стіна що межує з лоджією ПдСх утеплена**

Орієнтація: ПД-СХ Тип стіни: Зовнішня стіна що межує з лоджією Кут загибання: Висота: 33 Ширина: 1,3945

Неконструктивний об'єкт

Температурні вимірювання

**Результат**

**Фасад # 9 - ПД**  $S=1161.77$ ,  $S$  стін= $963.97$ ,  $S$  вікон= $177.80$ ,  $S$  дверей= $0.00$

**Зовнішня стіна Пд утеплена**

Орієнтація: ПД Тип стіни: Зовнішня стіна Пд утеплена Кут загибання: Висота: 33 Ширина: 35,2092



**E-Audit**

Уліське, Марушівська

Е-Аудит

Огляд

Головний проект

- Група: Котловий будинок ОСББ «ПРИВОСЛАВЬ»
- Забудова
- Об'єкт: Котловий будинок ОСББ «ПРИВОСЛАВЬ»
- Контрольний проект
- Контур
- Будівля
- План вивчення огляду
  - визначення
  - визначити дані
  - інтерактивний мануал
  - встановити етикетку
  - ГІТ
  - інтерактивний мануал
  - встановити
  - нові об'єкти
  - встановити
  - теплограниця
  - аудит
  - план
  - реконструкція

**Фасад # 13 - ЗХ** В=1470.35, В стін=1152.35, В вікон=345.27, В дверей=2.73

**Зовнішня стіна З утеплена**

Орієнтація: ЗХ Тип стіни: Зовнішня стіна З утеплена(1)0 2 Внутрішнє покриття: Висота: 33 Ширина: 44,556

Неопрацьований об'єкт

Температурні вимірювання

Контур	Елемент	Зовнішнє	Заслінений фасад/подвілля/Тепліца	H	W	Q	S	U
Вікна 1,47*1,45 З утепл	Вікно	Об'єкт закрито	<input type="checkbox"/>	1,45	1,4	15	38,54	1,05
Вікна 2,02*1,44 З утепл	Вікно	Об'єкт закрито	<input type="checkbox"/>	1,44	2,02	26	75,63	2,05
Вікна МЖ 1,44*1,47 З утепл	Вікно	Об'єкт закрито	<input type="checkbox"/>	1,47	1,44	27	57,15	2,05
Вікна 1,47*1,4 З утепл	Вікно	Об'єкт закрито	<input type="checkbox"/>	1,4	1,43	27	54,85	2,05
Вікна 0,97*1,4 З утепл	Вікно	Об'єкт закрито	<input type="checkbox"/>	1,4	0,96	14	45,02	2,13
Вікна 2,20*1,44 З утепл	Вікно	Об'єкт закрито	<input type="checkbox"/>	1,44	2,26	8	26,94	1,35
Вікна 0,97*1,4 З утепл	Вікно	Об'єкт закрито	<input type="checkbox"/>	1,4	0,9	1	0,84	1,34
Двері 140*200 Зх утепл	Двері	Об'єкт закрито	<input type="checkbox"/>			1	2,73	1,35

Редагувати

**E-Audit**

Уліське, Марушівська

Е-Аудит

Огляд

Головний проект

- Група: Котловий будинок ОСББ «ПРИВОСЛАВЬ»
- Забудова
- Об'єкт: Котловий будинок ОСББ «ПРИВОСЛАВЬ»
- Контрольний проект
- Контур
- Будівля
- План вивчення огляду
  - визначення
  - визначити дані
  - інтерактивний мануал
  - встановити етикетку
  - ГІТ
  - інтерактивний мануал
  - встановити
  - нові об'єкти
  - встановити
  - теплограниця
  - аудит
  - план
  - реконструкція

**Фасад # 14 - ЗХ** В=678.35, В стін=627.54, В вікон=103.94, В дверей=145.05

**Зовнішня стіна що межує з лоджією З утеплена**

Орієнтація: ЗХ Тип стіни: Зовнішня стіна що межує з лоджією Внутрішнє покриття: Висота: 33 Ширина: 25,617

Неопрацьований об'єкт

Температурні вимірювання

Контур	Елемент	Зовнішнє	Заслінений фасад/подвілля/Тепліца	H	W	Q	S	U
Вікна 0,97*1,4 З утепл	Вікно	Об'єкт закрито	<input checked="" type="checkbox"/>	1,4	0,9	27	38,24	2,14
Двері 0,96*2,4 З	Двері	Об'єкт закрито	<input checked="" type="checkbox"/>	2,4	0,95	30	145,05	2,14
Вікна 1,47*1,45 З утепл	Вікно	Об'єкт закрито	<input checked="" type="checkbox"/>	1,45	1,1	15	28,91	2,15
Вікна 0,97*1,43 З утепл	Вікно	Об'єкт закрито	<input checked="" type="checkbox"/>	1,43	0,97	35	44,79	2,13

Редагувати

**E-Audit**

Уліське, Марушівська

Е-Аудит

Огляд

Головний проект

- Група: Котловий будинок ОСББ «ПРИВОСЛАВЬ»
- Забудова
- Об'єкт: Котловий будинок ОСББ «ПРИВОСЛАВЬ»
- Контрольний проект
- Контур
- Будівля
- План вивчення огляду
  - визначення
  - визначити дані
  - інтерактивний мануал
  - встановити етикетку
  - ГІТ
  - інтерактивний мануал
  - встановити
  - нові об'єкти
  - встановити
  - теплограниця
  - аудит
  - план
  - реконструкція

**Фасад # 15 - ПН-ЗХ** В=6.04, В стін=5.28, В вікон=3.36, В дверей=0.00

**Зовнішня стіна ПНЗ утеплена**

Орієнтація: ПН-ЗХ Тип стіни: Зовнішня стіна ПНЗ утеплена(1)0 Внутрішнє покриття: Висота: 3,2 Ширина: 2,7

Неопрацьований об'єкт

Температурні вимірювання

Контур	Елемент	Зовнішнє	Заслінений фасад/подвілля/Тепліца	H	W	Q	S	U
Вікна 0,97*1,4 ПНЗ утепл	Вікно	Об'єкт закрито	<input type="checkbox"/>	1,4	0,9	4	2,35	1,34

Редагувати

**E-Audit**

Мобильное приложение

Матрица/Сторона

Э-АУДИТ

Список

Главный проект

- Проект: Житловий будинок ОСББ «ІРРАСВІТА»
- Забудовник
- Проект: Житловий будинок ОСББ «ІРРАСВІТА»
- Конструктив проекту
- Сторона
- Сторона
- План виведення сходов

  - картинки
  - список даних
  - інтерактивний конструктор
  - система опалення
  - ТВП
  - водопостачання
  - каналізація
  - маш. кілібератор
  - вентиляція
  - теплоізоляція

- деталі
- шук
- реклама

Фасад # 16 - ПН-ЗХ 0-46.02, 0 стін-46.02, 0 вікон-0.00, 0 дверей-0.00

Зовнішня стіна що межує з підлогою ГНЗ утеплена

Об'єкція: ПН-ЗХ Тип стіни: Зовнішня стіна що межує з підл. Вуг. заповнення: Пустота Площа: 33 Шарики: 1,3045

Неконструктивний об'єкт

Температурні вимірювання

Роздрукувати

**Горизонт** Перекривта утеплена

Тип конструкції: Перекривта утеплена Площа: 2343.07

Коефіцієнт теплопровідності системи опорудувальних конструкцій:  $U = 0.164 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$

Неконструктивний об'єкт

Температурні вимірювання

Роздрукувати

**Горизонт** Перекривта над проходами

Тип конструкції: Перекривта над проходами Площа: 87.52

Коефіцієнт теплопровідності системи опорудувальних конструкцій:  $U = 0.353 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$

Неконструктивний об'єкт

Температурні вимірювання

Роздрукувати

**E-Audit**

Мобильное приложение

Матрица/Сторона

Э-АУДИТ

Список

Главный проект

- Проект: Житловий будинок ОСББ «ІРРАСВІТА»
- Забудовник
- Проект: Житловий будинок ОСББ «ІРРАСВІТА»
- Конструктив проекту
- Сторона
- Сторона
- План виведення сходов

  - картинки
  - список даних
  - інтерактивний конструктор
  - система опалення
  - ТВП
  - водопостачання
  - каналізація
  - маш. кілібератор
  - вентиляція
  - теплоізоляція

- деталі
- шук
- реклама

Перекривта утеплена 2343.07

Коефіцієнт теплопровідності системи опорудувальних конструкцій:  $U = 0.164 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$

Неконструктивний об'єкт

Температурні вимірювання

Роздрукувати

**Горизонт** Перекривта над проходами

Тип конструкції: Перекривта над проходами Площа: 87.52

Коефіцієнт теплопровідності системи опорудувальних конструкцій:  $U = 0.353 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$

Неконструктивний об'єкт

Температурні вимірювання

Роздрукувати

**Горизонт** Перекривта над тех. підлогою утеплена

Тип конструкції: Перекривта над тех. підлогою утепл. Площа: 2295.95 Периметр, м: 192.02

Неконструктивний об'єкт

Температурні вимірювання

Роздрукувати

## Вкладка Система опалення для сценарію Після проведення заходів

**Система опалення**

Житловий будинок ОСББ «ТАРАСІВСЬКИЙ»

Система опалення

% номінальний ендок: 100

Тип джерела: Невідновлюваний

Ефективність джерела, %: 94

Енергозбереження: Горючі корисні копалини (газоподібні)

Джерело теплоенергії: Низькотемпературні копали на газоподібному або рідкому паливі, із закритим камерним згорянням та модульованим паливником, номінальною потужністю від 10

Типовий режим управління: Періодичний тепловий режим з регулюванням, що має інтегрований зворотний зв'язок

Ефективність нагрітими комерція: Електроопалення

Регулювання опалювальних приладів: Безпосередньо з місця

Вологий фактор: Адаптація до ГТД регулюванням та оптимізацією, а також залежним від зовнішньої температури повітря задрю

Тип системи: Двухтруба

Вологий фактор: Система напіваздрю. Наявні автоматичні регулятори перепаду тиску на стояках з більш ніж вісьмама опалювальними приладами або наявні ручні баланс

Регулювати

Додати CO2 Зберегти Відмінити

## Вкладка ГВП для сценарію Після проведення заходів

**ГВП Житловий будинок ОСББ «ТАРАСІВСЬКИЙ»**

Регульований витраті води для будівлі

Будівля житлова: Багатоквартирний житловий будинок, підземний

Нормативна витрата теплової енергії (ГВ), кВт/год/м²: 20

Річний витраті теплової енергії (ГВ), кВт/год/м²: 20

**Система гарячого водопостачання #1**

% енергозбереження ГВП: 100

Тип джерела: Невідновлюваний

Ефективність джерела, %: 94

Енергозбереження: Горючі корисні копалини (газоподібні)

Джерело теплоенергії: Низькотемпературні копали на газоподібному або рідкому паливі, із закритим камерним згорянням та модульованим паливником, номінальною потужністю від 10

Тип системи ГВП: З'єднані збалансовані циркуляційні стояки

Вологий фактор: 0

**Система циркуляції**

Регулювати Відмінити

## Вкладка Кондиціонування для сценарію Після проведення заходів

**Кондиціонування Житловий будинок ОСББ «ТАРАСІВСЬКИЙ»**

**Система кондиціонування**

% енергетичний клас: 100

Тип кондиціонної системи: Компресорна холодильна машина / зовнішні повітря

Ефективність системи, %: 225

%: 240

Енергоуправління:

Клас системи управління: В

Система управління: Пряме управління

Тип контролю системи управління: Кондиціонери повітря зовнішнього повітря системи безпосереднього об'єкта

Додати систему кондиціонування

Зберегти

Відмінити

У разі відсутності системи опалення в будинку, з якого виключено енергетичну ефективність будинку прийнятим значенням 5.50 для ефективності автоматичного управління (АСУ) та значенням 2.1 для показника ефективності надання виробничого енергопостачання.

## Вкладка Освітлення для сценарію Після проведення заходів

**Освітлення Житловий будинок ОСББ «ТАРАСІВСЬКИЙ»**

Класифікація системи освітлення:

Тип системи освітлення:

Клас енергетичний клас:

Світлотік: Тип: Потужність лампи, Вт: Кількість ламп в світильнику: Кількість світильників: Час роботи, год./день:

Лампа Енергоберігаюча - металогалогенна: Світлодіодні лампи: 30: 1: 2500: 16.8

Лампа Енергоберігаюча - ОСББ: Світлодіодні лампи: 12: 1: 250: 6

Додати систему освітлення

Зберегти

Відмінити

Довідкові дані для Києвська область, м. Буца, вул. Тарасівська, 5а

ДСТУ Б А.2.2-12 Енергетична ефективність будинку

Таблиця 6 - Теплозахищення від повітря, освітлення та обігрівання, значення за замовчуванням

Приміщення	Графік використання, год/день	Метаболічна теплота, Вт/м²	Освітлення, Вт/м²	Обігрівання, Вт/м²
Будинок житловий	112.8	1.8	2.0	2.1

Додаток 9 до Методу визначення енергетичної ефективності будинку (стор. 3 розділу D)

Технічні значення для розрахунку енергоспоживання при освітленні

Тип будинку	Американі Рен		Управління/регулювання Рен		Ес		Ес		Ес	
	«В»-град/год (р/к)	«В»-град/год (р/к)	п/к	п/к	Варіант ст1	Повна ст1	Ручний режим	Автоматичний	Ручний режим	Автоматичний
Будинок житловий	1.0	5.5	2200.0	250.0	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9

## Вкладка Інше обладнання для сценарію Після проведення заходів

The screenshot shows the 'E-Audit' software interface. The main window displays a table titled 'Інше обладнання Житловий будинок ОСББ «ТАРАСІВСЬКИЙ»'. The table has four columns: 'Приміч.' (Remarks), 'Потужність, Вт' (Power, W), 'Кількість' (Quantity), and 'Час роботи, год.прац.' (Working time, hours). The table lists various household appliances and their specifications. At the bottom of the table, there are three buttons: 'Додати обладнання' (Add equipment), 'Зберегти' (Save), and 'Відмінити' (Cancel).

Приміч.	Потужність, Вт	Кількість	Час роботи, год.прац.
Панель електрична	6000	25	4
Холодильник	600	213	16
Мікрохвильова піч	850	213	0,2
Посудомивна машина	2200	90	3
Кухонний комбайн	4000	160	0,2
Чайник	2000	220	0,2
Телевізор	400	213	6
Комп'ютерно-публ	400	266	4
Пральна машина	2200	213	3
Фен	2000	213	0,2
Бойлер	1500	213	5
Вірт пасажирський	6500	5	24
Двока кастелья	16100	1	11,6
Піднявальна насосна станція	4000	1	13,7

## ДОДАТОК Г

Для реєстрації в даній програмі необхідно вказати наступну інформацію: ПІБ користувача, Номер ліцензії ДАЕ, Назва навчального закладу, де був отриманий сертифікат. В даній роботі будемо використовувати сертифікат керівника МД – Шовкалюк М.М.

03.12.24, 13:11 Сертифікат | Житловий будинок ОСББ «ТАРАСІВСЬКИЙ»

## ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СЕРТИФІКАТ БУДІВЛІ

Адреса (місцезнаходження) будівлі:	Київська область, м. Буча, вул. Тарасівська, 8а		
Ідентифікатор об'єкта будівництва:			
Відомості про об'єкт сертифікації	існуюча будівля		
Функціональне призначення та назва будівлі:	Будівля житлова, Житловий будинок ОСББ «ТАРАСІВСЬКИЙ»		

Відомості про конструкцію будівлі	
Загальна площа, (м <sup>2</sup> ):	22687.2
Загальний об'єм, (м <sup>3</sup> ):	68529.4
Опалювана площа, (м <sup>2</sup> ):	21050.3
Опалюваний об'єм, (м <sup>3</sup> ):	63673.2
Кількість поверхів:	9
Рік прийняття в експлуатацію:	2009
Кількість під'їздів або входів:	5

Шкала класів енергоефективності	кВт х год/м <sup>2</sup>	Клас енергетичної ефективності та питоме енергоспоживання	
A	<42		<div style="font-size: 48px; font-weight: bold;">D</div> <div style="font-size: 12px;">2021</div>
B	<68		
C	≤85		
D	≤102	◀ 97	
E	≤114		
F	≤127		
G	>127		

Питоме споживання первинної енергії:	179
--------------------------------------	-----

▼

0	50	100	150	200	250	300	350	400	>450
0	10	20	30	40	50	60	70	80	>90

Питомі викиди парникових газів:	34
---------------------------------	----

Дані енергоаудитора:	Номер та дата реєстрації:
Шовкалюк Марина Михайлівна, КР 000060	

<https://e-audit.escoua.com/project/846/certificate> 1/5


Рисунок Г.1 – Сертифікат до проведення заходів

03.12.24, 13:14

Сертифікат | Житловий будинок ОСББ «ТАРАСІВСЬКИЙ»

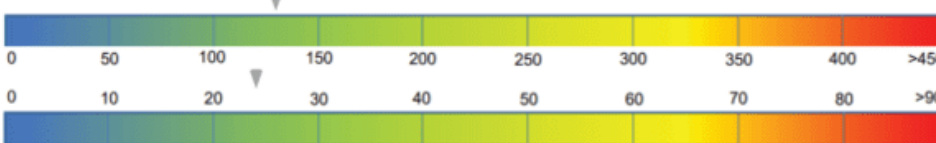
## ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СЕРТИФІКАТ БУДІВЛІ

Адреса (місцезнаходження) будівлі:	Київська область, м. Буча, вул. Тарасівська, 8а
Ідентифікатор об'єкта будівництва:	
Відомості про об'єкт сертифікації	існуюча будівля
Функціональне призначення та назва будівлі:	Будівля житлова, Житловий будинок ОСББ «ТАРАСІВСЬКИЙ»

Відомості про конструкцію будівлі		
Загальна площа, (м²):	22687.2	
Загальний об'єм, (м³):	68529.4	
Опалювана площа, (м²):	21050.3	
Опалюваний об'єм, (м³):	63673.2	
Кількість поверхів:	9	
Рік прийняття в експлуатацію:	2009	
Кількість під'їздів або входів:	5	

Шкала класів енергоефективності		Клас енергетичної ефективності та питоме енергоспоживання	
		кВт х год/м²	
<b>A</b>	<42		<b>B</b> 2021
<b>B</b>	<68	51	
<b>C</b>	≤85		
<b>D</b>	≤102		
<b>E</b>	≤114		
<b>F</b>	≤127		
<b>G</b>	>127		

Питоме споживання первинної енергії:	129
--------------------------------------	-----



Питомі викиди парникових газів:	24
---------------------------------	----

Дані енергоаудитора: Шовкалюк Марина Михайлівна, КР 000060	Номер та дата реєстрації:
---	---------------------------

<https://e-audit.esco.ua.com/project/846/certificate>

1/5

Рисунок Г.2 – Сертифікат після проведення заходів