

**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»
В.о. завідувача кафедри
_____ Денис ДЕРЕВ'ЯНКО
«__» _____ 20__ р.

Магістерська дисертація

**зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
спеціалізації Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології**

**на тему: «Організація енергетичного моніторингу багатоквартирних житлових
будівель типової забудови»**

Виконала: студентка II курсу, групи ОН-21мп

_____ Ільніцька Галина Тарасівна _____
(прізвище, ім'я по батькові) (підпис)

Науковий керівник к.т.н., доц. Чернявський А.В. _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Консультант нормоконтроль к.т.н., доц. Шовкалюк М.М. _____
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент к.т.н., доц Босак А.В. _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.
Студент (-ка) _____

Київ – 2024 року

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

Інститут/факультет Навчально-науковий інститут енергозбереження та енергоменеджменту

Кафедра електропостачання

(повна назва)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Спеціалізація «Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології»

В.о. завідувача кафедри

_____ Денис ДЕРЕВ'ЯНКО

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Ільніцька Галина Тарасівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1.Тема дисертації «Організація енергетичного моніторингу багатоквартирних житлових будівель типової забудови»
науковий керівник дисертації к.т.н., доц. Чернявський А.В.,

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

затверджені наказом по університету від «08» 11 2023 р. №5198-с

2.Строк подання студентом дисертації 15.01.2024

3.Об'єкт дослідження багатоквартирні житлові будівлі типової забудови

4.Предмет дослідження - система енергетичного моніторингу багатоквартирних житлових будівель типової забудови з метою зниження витрат на енергоспоживання та підвищення їх енергоефективності.

5.Перелік завдань, які потрібно розробити: провести аналіз сучасного стану енергоспоживання та енергетичної ефективності багатоквартирних житлових будівель типової забудови; визначити основні чинники, що впливають на енергоспоживання в цих будівлях; проаналізувати існуючі підходи до створення систем енергомоніторингу для житлових будівель;

провести аналіз методик енергетичного моніторингу для багатоквартирних житлових будівель типової забудови; провести аналіз ефективності енергоспоживання житловою будівлею; розрахувати показники енергоефективності житлової будівлі; розробити процедуру енергомоніторингу для житлової будівлі.

6.Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: презентація, рисунки та таблиці щодо впровадження енергетичного моніторингу в ОСББ «Мотор»

7.Орієнтовний перелік публікацій Чернявський А.В., Бориченко О.В., Ільніцька Г.Т. Енергетичний моніторинг багатоквартирних житлових будівель типової забудови // Збірник наук. праць IX міжнар. наук.-техн. та навч.-метод. конф. "Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку –REMS'2023". [Київ, 22-24 листопада 2023 р.]

8.Консультанти розділів дисертації

Нормоконтроль

Шовкалюк М.М.

9.Дата видачі завдання 01.09.2023

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів МД	Примітка
1	Визначення мети, об'єкту, предмету дослідження	1.09.2023-12.09.2023	
2	Визначення попередньої структури дисертації	12.09.2023-15.09.2023	
3	Огляд літератури та робота над першим та другим розділом дисертації	15.09.2023-30.09.2023	
4	Розробка структури та плану впровадження системи енергомоніторингу	1.10.2023-15.10.2023	
5	Робота над третім розділом дисертації	15.10.2023-30.10.2023	
6.	Розробка стартап проекту	1.11.2023-15.11.2023	
7.	Оформлення дисертації	15.11.2023-29.11.2023	
8.	Оформлення реферату та презентації, проходження перевірки на плагіат та рецензування	30.11.23-20.12.23	
9.	Передзахист МД	20.12.23-24.12.23	
10.	Захист дисертації	15.01.24-21.01.24	

Студентка

(підпис)

Г.Т. Ільніцька

(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

А.В. Чернявський

(ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація на тему: «Організація енергетичного моніторингу багатоквартирних житлових будівель типової забудови». Загальний обсяг роботи складає 102 сторінок, та містить 15 рисунків, 28 таблиць та 53 бібліографічні найменування за переліком посилань.

Актуальність теми дослідження. Енергоефективність в Україні є проблемою, яка стосується всіх секторів економіки, включаючи бюджетну сферу та житлово-комунальне господарство. Дослідження можливостей підвищення рівня енергоефективності багатоквартирних житлових будівель типової забудови дозволить раціонально використовувати енергетичні ресурси та досягти економічних та екологічних вигод для суспільства.

Організація енергетичного моніторингу багатоквартирних житлових будівель є одним із ефективних інструментів підвищення енергоефективності цих будівель. Енергетичний моніторинг дозволяє виявити основні джерела енерговитрат та визначити конкретні області, де можливі оптимізації споживання енергії, також надається можливість розробляти та впроваджувати цільові заходи з енергозбереження, спрямовані на підвищення ефективності енергоспоживання будівель.

Застосування систем енергетичного моніторингу також дозволяє вчасно виявляти несправності та неефективність енергосистем, що дозволяє оперативно втручатися та запобігати збиткам. Це особливо важливо в умовах постійного росту вартостей енергоресурсів, коли ефективне управління енергоспоживанням стає ключовим чинником економії коштів та ресурсів.

Отже, дослідження і аналіз організації енергетичного моніторингу багатоквартирних житлових будівель типової забудови є важливим й актуальним завданням.

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є впровадження організаційно-методичних підходів до енергетичного моніторингу багатоквартирних житлових будівель типової забудови з метою підвищення їх енергоефективності та зниження витрат на енергоспоживання.

Завдання:

- 1) Провести аналіз сучасного стану енергоспоживання та енергетичної ефективності багатоквартирних житлових будівель типової забудови.
- 2) Визначити основні чинники, що впливають на енергоспоживання в цих будівлях.
- 3) Проаналізувати існуючі підходи до створення систем енергомоніторингу для житлових будівель.
- 4) Провести аналіз методик енергетичного моніторингу для багатоквартирних житлових будівель типової забудови.
- 5) Провести аналіз ефективності енергоспоживання житловою будівлею.
- 6) Розрахувати показники енергоефективності житлової будівлі.
- 7) Розробити процедуру енергомоніторингу для житлової будівлі.

Об'єкт дослідження - багатоквартирні житлові будівлі типової забудови.

Предмет дослідження - система енергетичного моніторингу багатоквартирних житлових будівель типової забудови з метою зниження витрат на енергоспоживання та підвищення їх енергоефективності.

Методи дослідження. Методичні підходи, використані в цьому науковому дослідженні, включають теоретичний аналіз поточного стану енергоефективності багатоквартирних житлових будинків, методи визначення базового рівня енергоспоживання, методи підвищення енергоефективності житлових будинків, методи визначення показників енергоефективності та розрахунковий метод прогнозування енергоспоживання.

Наукова новизна одержаних результатів. Отримали подальший розвиток теоретичні засади застосування аналітичних процедур системи енергомоніторингу багатоквартирних житлових будівель типової забудови.

Практичне значення результатів полягає в тому, що вони можуть бути використані для вдосконалення системи енергоменеджменту в багатоквартирних житлових будівлях типової забудови. Запропоновані методики та технології дозволять ефективно контролювати та оптимізувати споживання енергії, сприяючи зменшенню комунальних витрат для мешканців.

Ключові слова: базовий рівень енергоспоживання, енергетичний моніторинг, енергоефективність, енергоспоживання, регресійний аналіз.

ABSTRACT

Master's thesis on the topic: "Organization of energy monitoring of multi-apartment residential buildings of a typical development." The total volume of the work is 104 pages, and contains 15 figures, 28 tables and 53 bibliographic names according to the list of references.

Relevance of the research topic. Energy efficiency in Ukraine is a problem that affects all sectors of the economy, including the budget sphere and housing and communal services. Researching the possibilities of increasing the level of energy efficiency of multi-apartment residential buildings of a typical development will allow rational use of energy resources and achieve economic and environmental benefits for society.

The organization of energy monitoring of multi-apartment residential buildings is one of the effective tools for improving the energy efficiency of these buildings. Energy monitoring allows you to identify the main sources of energy consumption and identify specific areas where optimization of energy consumption is possible, and it is also possible to develop and implement targeted energy-saving measures aimed at improving the efficiency of energy consumption in buildings.

The use of energy monitoring systems also allows timely detection of malfunctions and inefficiencies of energy systems, which allows prompt intervention and prevention of losses. This is especially important in the conditions of constant growth in the cost of energy resources, when efficient management of energy consumption becomes a key factor in saving money and resources.

Therefore, the research and analysis of the energy monitoring organization of multi-apartment residential buildings of a typical development is an important and urgent task.

The purpose and objectives of the research. The purpose of the study is to implement organizational and methodological approaches to the energy monitoring of

multi-apartment residential buildings of a typical development in order to increase their energy efficiency and reduce energy consumption costs.

Task:

- 1) To conduct an analysis of the current state of energy consumption and energy efficiency of multi-apartment residential buildings of a typical development.
- 2) Determine the main factors affecting energy consumption in these buildings.
- 3) Analyze existing approaches to creating energy monitoring systems for residential buildings.
- 4) Conduct an analysis of energy monitoring techniques for multi-apartment residential buildings of a typical development.
- 5) Conduct an analysis of the energy consumption efficiency of a residential building.
- 6) Calculate the energy efficiency indicators of a residential building.
- 7) Develop an energy monitoring procedure for a residential building.

The object of the study is multi-apartment residential buildings of typical construction.

The subject of the study is system of energy monitoring of multi-apartment residential buildings of a typical development with the aim of reducing energy consumption costs and increasing their energy efficiency.

Research methods. Methodological approaches used in this scientific study include a theoretical analysis of the current state of energy efficiency of multi-apartment residential buildings, methods for determining the basic level of energy consumption, methods for improving the energy efficiency of residential buildings, methods for determining energy efficiency indicators, and a calculation method for forecasting energy consumption.

The scientific novelty. The theoretical foundations of the application of analytical procedures of the energy monitoring system of multi-apartment residential buildings of a typical development were further developed

The practical significance is that they can be used to improve the energy management system in multi-apartment residential buildings of typical construction. The proposed methods and technologies will allow effective control and optimization of energy consumption, contributing to the reduction of utility costs for residents.

Key words: energy baseline, energy consumption, energy efficiency energy monitoring, regression analysis

ЗМІСТ

ВСТУП.....	13
РОЗДІЛ 1 Аналіз енергетичного моніторингу багатоквартирних житлових будівель типової забудови	16
1.1 Стан енергомоніторингу в Україні та світі.....	16
1.1.1 Основні положення щодо організації енергетичного моніторингу в багатоквартирних житлових будівлях.....	22
1.1.2 Цілі та функції енергетичного моніторингу.....	23
1.2 Аналіз нормативно-правової бази проведення енергомоніторингу житлових будівель.....	25
1.3 Аналіз існуючих підходів до побудови системи енергомоніторингу житлової будівлі	27
Висновки до розділу.....	30
РОЗДІЛ 2 ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГОМОНІТОРИНГУ В БАГАТОКВАРТИРНИХ ЖИТЛОВИХ БУДІВЛЯХ	31
2.1 Загальні відомості про енергетичний моніторинг	31
2.1.1 План впровадження системи енергетичного моніторингу.....	33
2.1.2 Методи впровадження енергетичного моніторингу	34
2.2 Використання системи енергомоніторингу в ОСББ.....	40
Висновки до розділу.....	47
РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ БАГАТОКВАРТИРНИХ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ТИПОВОЇ ЗАБУДОВИ.....	48
3.1 Встановлення показників енергоефективності для багатоквартирних житлових будівлях типової забудови	48

	11
3.2 Загальна характеристика об'єкту дослідження.....	52
3.3 Встановлення базового рівня енергоспоживання багатоквартирного житлового будинку із застосуванням регресійного аналізу.....	58
3.4 Кореляційного аналізу залежності споживання від дня тижня	67
Висновки до розділу.....	71
РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ «ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГОМОНІТОРИНГУ».....	72
4.1 Етапи розроблення стартап-проекту	72
4.2 Опис ідеї проекту та визначення загального напрямку використання.....	74
4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту	78
4.4 Розроблення ринкової та маркетингової стратегії проекту	82
Висновки до розділу.....	85
ВИСНОВОК	86
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	88
ДОДАТОК А.....	95
ДОДАТОК Б	98
ДОДАТОК В	101

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АЕМУ - Асоціація "Енергоефективні міста України"

API - Інтерфейс програмування додатків, програмний інтерфейс програми

АСДК - Автоматизованої системи дистанційного контролю

АСЕМ - Автоматизована система енергомоніторингу

АСКОЕ – автоматизована система контролю, обліку та управління енерговикористанням

БРЕ – базовий рівень енергоспоживання

ДБН – держані будівельні норми

ДСТУ – державний стандарт України

ЗВТ – засоби вимірювальної техніки

ІСЕ - Інформаційна система енергомоніторингу

ПДСЕР - План дій зі сталого енергетичного розвитку

ПЕР – паливно енергетичні ресурси

СЕНМ – система енергоменеджменту

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Енергоефективність в Україні є проблемою, яка стосується всіх секторів економіки, включаючи бюджетну сферу та житлово-комунальне господарство. Дослідження можливостей підвищення рівня енергоефективності багатоквартирних житлових будівель типової забудови дозволить раціонально використовувати енергетичні ресурси та досягти економічних та екологічних вигод для суспільства.

Організація енергетичного моніторингу багатоквартирних житлових будівель є одним із ефективних інструментів підвищення енергоефективності цих будівель. Енергетичний моніторинг дозволяє виявити основні джерела енерговитрат та визначити конкретні області, де можливі оптимізації споживання енергії, також надається можливість розробляти та впроваджувати цільові заходи з енергозбереження, спрямовані на підвищення ефективності енергоспоживання будівель.

Застосування систем енергетичного моніторингу також дозволяє вчасно виявляти несправності та неефективність енергосистем, що дозволяє оперативно втручатися та запобігати збиткам. Це особливо важливо в умовах постійного росту вартостей енергоресурсів, коли ефективне управління енергоспоживанням стає ключовим чинником економії коштів та ресурсів.

Отже, дослідження і аналіз організації енергетичного моніторингу багатоквартирних житлових будівель типової забудови є важливим й актуальним завданням.

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є впровадження організаційно-методичних підходів до енергетичного моніторингу багатоквартирних житлових будівель типової забудови з метою підвищення їх енергоефективності та зниження витрат на енергоспоживання.

Завдання:

- 1) Провести аналіз сучасного стану енергоспоживання та енергетичної ефективності багатоквартирних житлових будівель типової забудови.
- 2) Визначити основні чинники, що впливають на енергоспоживання в цих будівлях.
- 3) Проаналізувати існуючі підходи до створення систем енергомоніторингу для житлових будівель.
- 4) Провести аналіз методик енергетичного моніторингу для багатоквартирних житлових будівель типової забудови.
- 5) Провести аналіз ефективності енергоспоживання житловою будівлею.
- 6) Розрахувати показники енергоефективності житлової будівлі.
- 7) Розробити процедуру енергомоніторингу для житлової будівлі.

Об'єкт дослідження - багатоквартирні житлові будівлі типової забудови.

Предмет дослідження - організація енергетичного моніторингу для цих будівель з метою зниження витрат на енергоспоживання та підвищення їх енергоефективності.

Методи дослідження. Методичні підходи, використані в цьому науковому дослідженні, включають теоретичний аналіз поточного стану енергоефективності багатоквартирних житлових будинків, методи визначення базового рівня енергоспоживання, методи підвищення енергоефективності житлових будинків, методи визначення показників енергоефективності та розрахунковий метод прогнозування енергоспоживання.

Наукова новизна одержаних результатів. Отримали подальший розвиток теоретичні засади застосування аналітичних процедур системи енергомоніторингу багатоквартирних житлових будівель типової забудови.

Практичне значення результатів полягає в тому, що вони можуть бути використані для вдосконалення системи енергоменеджменту в багатоквартирних житлових будівлях типової забудови. Запропоновані методики та технології дозволять ефективно контролювати та оптимізувати споживання енергії, сприяючи зменшенню комунальних витрат для мешканців.

Апробація результатів роботи

Основні результати за тематикою роботи обговорювалися та доповідалися на конференції:

- IX Міжнародна науково-технічна та навчально-методична конференція) до 125-річчя КПІ ім.Ігоря Сікорського “Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – REMS’2023” [22 – 24 листопада 2023, НН ІЕЕ КПІ, м.Київ];

Публікації.

Чернявський А.В., Бориченко О.В., Ільніцька Г.Т. Енергетичний моніторинг багатоквартирних житлових будівель типової забудови // Збірник наук. праць IX міжнар. наук.-техн. та навч.-метод. конф. "Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – REMS’2023". [Київ, 22-24 листопада 2023 р.]

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МОНІТОРИНГУ БАГАТОКВАРТИРНИХ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ТИПОВОЇ ЗАБУДОВИ

1.1 Стан енергомоніторингу в Україні та світі

Дослідження енергоефективності будівель є складною темою для України [1]. Будь-який проект, спрямований на підвищення енергоефективності багатоквартирного будинку, включає в себе впровадження заходів з енергозбереження, що призводить до значного зменшення споживання енергоресурсів. Актуальність таких проектів зростає внаслідок постійного підвищення вартості енергоносіїв. Реалізація енергоефективних проектів дозволяє власникам багатоквартирних будинків мінімізувати платежі за комунальні послуги та значною мірою зменшити їх.

Вплив різних історичних епох на підходи до житлової забудови в Україні призвів до різноманітності типів та проектів будівництва житла [2]. Технічні параметри, економічні показники будівництва та утримання, рівень комфорту проживання та інші характеристики різняться у багатоквартирних будинках.

Типізація багатоквартирних будівель - це процес розробки типових проектів будівель, які мають уніфіковані конструктивні рішення, архітектурні форми та технології будівництва. Типізація дозволяє уніфікувати процеси проектування, будівництва та експлуатації будівель, що призводить до зниження їх вартості та підвищення якості. Багатоповерхові житлові будинки проектуються і будуються секційними, коридорними і галерейними.

Міста в нашій країні формуються завдяки громадським та цивільним будівлям. Житлові будинки пройшли різні етапи розвитку, кожен з яких вніс свої корективи у функціонально-типологічні, конструктивні та об'ємно-просторові рішення. Типові житлові будинки, які були відбудовані у період з

1955 по 1990 роки, визначили особливості формування забудови міст та наведені в таблиці 1.1 [3].

Таблиця 1.1 – Типові житлові будинки та роки їх забудови

Період збудови	Опис типових житлових будинків
З 1955 року	П'ятиповерхові житлові будинки. Конструктивні елементи виготовлювали на будівельному майданчику і одразу їх використовували при будівництві житла, а у подальшому будувалися заводи з виготовлення будівельних конструкцій
1955-1960	П'ятиповерхові, з поперечною та поздовжньою несучими конструкціями. Матеріал несучих та самонесучих стін - це цегла та плити виконані з армованого бетону. Також у цей час були розроблені та впроваджені 9-ти поверхові житлові будинки. Недолік: відсутність ліфту та великі тепловтрати зовнішніх стін
1960-1970	Дев'яти поверхів житлові будинки. Площа та планувальне рішення квартири майже не змінюється.
1970 - 1980	Удосконалення функціонально-типологічного рішення квартири. Позитивна риса типових житлових серій цього періоду - це чітке функціональне розмежування денного простору від зони відпочинку
1980- 1990	Застосовування великопанельних конструкцій. Збільшується житлова та загальна площа квартири, з'являються у проектах розвинуті комунікаційні зони

Також розглянемо типізації багатоквартирних будівель які визначені в ДБН В 2.2 – 15: 2019 [4] та наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Типізація багатоквартирних будівель

Багатоквартирний житловий будинок	Житловий будинок, що включає три і більше квартир, приміщення загального користування і загальні інженерні системи. Може бути зблокованого, секційного, коридорного, галерейного і терасного типів.
Зблокований житловий будинок	Будинок квартирної типу, що складається з двох і більше квартир, кожна з яких має безпосередній вихід на приквартирну ділянку або вулицю.
Житловий будинок секційного типу	Багатоквартирний будинок, що складається з однієї або декількох секцій, відокремлених одна від одної стінами без прорізів
Житловий будинок коридорного (галерейного) типу	Будинок, у якому квартири (або кімнати гуртожитків) мають виходи через загальний коридор (галерею) не менше ніж на двоє сходів (сходових кліток)

В Україні найпоширенішою поверховістю багатоквартирних житлових будинків можна вважати діапазон 18–30 поверхів. Так у Києві зводять експериментальні висотки з основою в 36 поверхів і «крилами» в 23–15 поверхів. У таких будинках налічується 530–640 квартир і підземні паркінги місткістю близько 280–380 автомобілів. Прикладами реалізованих проектів таких висотних житлових будинків можуть бути: ЖК «Корона» № 1, висота 128 м, 2007 р. в м. Києві; ЖК «Корона» № 2, висота 128 м, 2008 р. в м. Києві; ЖК «Срібний бриз», висота 111 м, 2009 р. в м. Києві; ЖК «Вежі», висота 123 м, 2005 р. у м. Дніпропетровську та ін [5].

Енергоефективність вказує на раціональне використання енергетичних ресурсів з метою досягнення економічно обґрунтованої ефективності використання наявних паливно-енергетичних ресурсів при фактичному рівні розвитку техніки та технологій, а також з урахуванням вимог до збереження навколишнього середовища.

Переважає більшість існуючих багатоквартирних будинків у Латвії та Східній Європі загалом не зазнали серйозних заходів з енергозбереження та мають ту саму інфраструктуру, що й на момент їх будівництва (1960–1980 рр.), відповідно до критеріїв енергетичної ефективності будівлі того часу [6, 7]. Це був час, коли енергоносії були дешевими, а енергоефективність не була пріоритетом галузі.

З досвіду латвійської компанії ESCO [6, 7] енергетичний моніторинг є важливим інструментом, оскільки, з одного боку, він запобігає недотриманню запланованих енергозбережень, з іншого боку, система надає можливість перевіряти будівлю, а також реагувати на скарги. Основними цілями системи моніторингу є можливість ефективного регулювання та управління системами опалення та ГВП для забезпечення комфорту та максимальної енергоефективності, оцінки досягнутої економії енергії та, нарешті, розуміння можливих змін в енергоефективності через нові дії чи зміни в поведінці.

Підвищення енергоефективності багатоквартирних житлових будинків є одним із пріоритетних напрямків енергетичної політики України [8]. Питання енергозбереження та раціонального використання енергоносіїв визначають у формуванні цін на будівельні вироби. Зниження енергозатрат у процесі експлуатації багатоквартирних багатоповерхових житлових будинків досягається за допомогою комплексу організаційних і технічних заходів. Перевагою проектування енергоефективних будинків вважається високий рівень комфорту, створення сприятливого мікроклімату у житловому

будинку, зниження негативного впливу на довкілля, зменшення шкідливих викидів в атмосферу та економія енергоресурсів.

Енергозбереження представляє собою організаційну, наукову, практичну та інформаційну діяльність, спрямовану на раціональне використання та економне витрачання первинної і перетвореної енергії, а також природних енергетичних ресурсів у національному господарстві. Це досягається застосуванням технічних, економічних і правових методів [9].

Фактично, застосування стратегій енергоменеджменту може виявитися більш ефективним, ніж використання енергозберігаючих технологій [10]. Отже, енергетичний бенчмаркінг набуває стратегічного значення, і його проведення є обов'язковим перед розглядом будь-якої стратегії енергозбереження чи впровадження енергоменеджменту для зменшення споживання енергії. Енергетичний бенчмаркінг дозволяє власникам та керівникам будівель отримувати інформацію про відносний рейтинг енергоефективності своїх будівель у порівнянні з іншими схожими структурами та проводити необхідні оновлення систем енергетики.

Енергоаудит багатоповерхового житлового будинку, проведений обласним муніципалітетом, може слугувати обґрунтуванням для мотивації власників та орендарів квартир, заснованих на проведених конкретних даних. Часто власники квартир недостатньо поінформовані та обізнані з питаннями, пов'язаними з енергоефективними рішеннями та енергоефективним процесом, а також з управлінням спільною власністю будинків; тому вони пасивно беруть участь у процесі прийняття рішень.

Енергетичний менеджмент представляє собою систему управління енергоспоживанням на підприємстві, що ґрунтується на проведенні стандартних вимірювань і перевірок та забезпечує оптимальну роботу підприємства, при якій використовується лише та кількість енергії, яка необхідна для виробництва (теоретично) [11]. Це є ключовим інструментом

зменшення споживання енергії, підвищення ефективності її використання та зменшення негативного впливу енергетики на навколишнє середовище. Система енергетичного менеджменту (СЕНМ) є складовою загальної системи управління підприємством, метою якої є управління ефективністю використання паливно-енергетичних ресурсів. Система енергоменеджменту включає в себе взаємопов'язані або взаємодіючі елементи для формування енергетичної політики та енергетичних цілей, а також процеси і процедури для досягнення цих цілей.

Енергоменеджмент в ОСББ – це система заходів, спрямованих на підвищення ефективності використання енергоресурсів у багатоквартирному будинку. Він включає в себе моніторинг енергоспоживання, проведення енергоаудиту, розробку плану енергоефективних заходів та його реалізацію.

В Україні в багатьох містах створені відділи енергетичного менеджменту, які займаються збором та аналізом даних щодо споживання енергії в будівлях бюджетної сфери, що є однією з основних їх функцій.

Система енергетичного моніторингу надає можливість виявляти невикористані можливості щодо ефективного використання енергії, передбачати витрати на енергоносії, планувати заходи щодо підвищення ефективності їх використання, аналізувати залежність між рівнем енергоспоживання та іншими факторами. Вона дозволяє збирати та зберігати бази даних щодо енергоспоживання в закладах, вести бази даних щодо характеристик будівель, що впливають на енергоспоживання. Крім того, система допомагає визначати рівень економії енергоресурсів після впровадження заходів, мотивує персонал до ощадного енергоспоживання та сприяє прийняттю рішень з питань підвищення ефективності енергоспоживання. Вона може бути інтегрована з іншими системами, зокрема з системами розрахунків за енергоносії та системами енергопостачальних організацій.

У світі енергомоніторинг також є активно розвиваючоюся галуззю. Багато країн встановлюють законодавчі вимоги щодо енергоефективності та вимагають від компаній та організацій здійснювати моніторинг енергоспоживання.

Наприклад, організація "Енергоефективні міста України" визначила, що необхідно регулярно узагальнювати та поширювати інформацію про існуючі програмні засоби для енергомоніторингу та менеджменту. Інститут місцевого розвитку, в рамках проекту USAID "Муніципальна енергетична реформа в Україні", розробив програму під назвою PRAIR, яка допомагає в розробці та впровадженні міських Планів дій зі сталого енергетичного розвитку (ПДСЕР), а також інших стратегічних планів розвитку місцевих громад [12].

1.1.1 Основні положення щодо організації енергетичного моніторингу в багатоквартирних житлових будівлях

Розумні житлові будинки, на відміну від традиційних резиденцій, оснащені набором інтелектуальних систем, які забезпечують енергоефективне функціонування, підвищений комфорт і вищий рівень життя мешканців [13 - 15]. Вони використовують найсучасніші технології, такі як домашня автоматизація, передова аналітика даних і датчики Інтернету речей (IoT), щоб оптимізувати використання енергії, зменшити її вплив на навколишнє середовище та підвищити загальну ефективність будівлі.

Енергомоніторинг - це систематична діяльність з аналізу достовірної (перевіреної) інформації, спрямована на дотримання норм, правил і режимів використання енергії, виконання запланованих заходів та дотримання встановлених значень енергетичних показників.

Інформаційна система енергомоніторингу (ICE) - це система зі значною кількістю налаштувань, призначена для моніторингу енергоспоживання. Вона

працює у відкритому форматі та може інтегруватися з будь-якою іншою системою, а також взаємодіє з користувачами за допомогою API.

Для досягнення практичних результатів у галузі енергозбереження необхідно мати об'єктивну та обґрунтовану кількісну оцінку, контроль та аналіз ефективності використання енергетичних ресурсів на різних об'єктах. Це можливо завдяки впровадженню комплексної системи моніторингу показників, яка не тільки забезпечує технічний облік та контроль енергоспоживання, але і є системою, що забезпечує управлінський аспект процесу підвищення енергоефективності. Моніторинг – це система заходів спостереження та контролювання, яка дозволяє оцінити стан об'єкту дослідження, аналізувати процеси, що відбуваються, та своєчасно виявляти тенденції його зміни [16].

Енергетичний моніторинг є однією з функцій енергетичного менеджменту, яка полягає у зборі та аналізі специфічної інформації про об'єкт дослідження, щоб забезпечити дотримання режимів енерговикористання, виконання запланованих заходів та дотримання встановлених стандартів енергетичної ефективності [17].

Для здійснення достовірних прогнозів з енергозбереження, які можна досягти шляхом підвищення енергоефективності будівельного фонду та урахування впливу впровадження зростаючого кліматичного постачання відновлюваної енергії, важливо мати надійні вимірювання поточного попиту на енергію, моделі навантаження та їх рушійні фактори [18].

1.1.2 Цілі та функції енергетичного моніторингу

Створення систем енергомоніторингу є ключовим елементом програм енергоменеджменту. Впровадження систем енергомоніторингу призводить до значного підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів, зменшення витрат на них, а також оптимізації експлуатації комунікаційних

мереж. Енергомоніторинг дає можливість оцінити стан технічного обладнання та його можливості, зберігає та обробляє дані, необхідні для моніторингу, та дозволяє приймати оперативні рішення, які допомагають оптимізувати використання ресурсів.

До основних завдань енергетичного моніторингу можна віднести [19 - 21]:

- виявлення та аналіз закономірностей і тенденцій споживання енергії;
- оцінювання дій цих тенденцій у майбутньому та урахування їх позитивних та негативних наслідків;
- накопичення інформації для всебічного обґрунтованого вибору напрямів розроблення оптимального планового рішення.
- виявлення вчасно перевитрат енергоресурсів, аварійних ситуацій та недотримання нормативних умов перебування відвідувачів та персоналу;
- збір даних про параметри мікроклімату в будівлях;
- порівняння ефективності використання енергоресурсів з іншими закладами та нормативними значеннями;
- створення підґрунтя для впровадження стимулювання ощадного енергоспоживання шляхом використання об'єктивних показників ефективності енергоспоживання.

В своєму найпростішому варіанті, система енергомоніторингу може бути зведена до записування показників лічильників та інших параметрів, що впливають на енергоефективність приміщення або будівлі, у звичайний блокнот. Однак, цей метод може бути застосований лише для контролю невеликих площ, наприклад, квартир або будинків, і не є підходящим для відстеження енергоспоживання великих підприємств чи установ, таких як університети.

За результатами досліджень, за допомогою системи енергомоніторингу (без впровадження енергоменеджменту та значних реконструкцій) можна зменшити споживання енергії у містах до 10%, завдяки відстеженню коливань попиту на енергоресурси впродовж дня.

Основні функції енергетичного моніторингу включають:

- 1) Отримання та оцінювання інформації - збір даних про рівень розвитку різних аспектів та параметрів управління енерговикористанням, аналіз цих даних та формулювання обґрунтованих висновків про ефективність цього процесу;
- 2) Формування та коригування - своєчасне внесення поправок, часткових виправлень або змін до процесу управління енерговикористанням;
- 3) Прогностична - формулювання обґрунтованих висновків про подальший розвиток процесу управління енерговикористанням на основі отриманих даних;
- 4) Координаційна - узгодження дій та діяльності різних фахівців компанії, які займаються управлінням енерговикористанням;
- 5) Пошуково-дослідницька - активна участь у моніторингу всіх суб'єктів процесу управління енерговикористанням;
- 6) Гностична - накопичення, аналіз та узагальнення даних про рівень ефективності процесу управління енерговикористанням.

1.2 Аналіз нормативно-правової бази проведення енергомоніторингу житлових будівель

Щоб сприяти підвищенню енергетичної ефективності будівель, можна використовувати наступні методи:

- 1) проведення інженерного обстеження та впровадження незалежного моніторингу результатів обстеження;
- 2) сертифікація енергетичної ефективності та моніторинг енергетичних сертифікатів.

Щоб підвищити енергетичну ефективність будівель, можна також застосовувати наступні заходи:

- 1) покращення теплотехнічних характеристик огорожуючих конструкцій будівель;
- 2) встановлення засобів обліку та регулювання споживання енергетичних ресурсів, включаючи погодинний облік споживання електричної енергії;
- 3) впровадження автоматизованих систем моніторингу та управління інженерними системами;
- 4) підвищення енергетичної ефективності інженерних систем будівлі;
- 5) використання відновлюваних та/або альтернативних джерел енергії та палива за допомогою інженерних систем будівлі;
- 6) застосування систем акумуляційного електронагріву в години мінімального навантаження електричної мережі;
- 7) інші заходи для підвищення рівня енергетичної ефективності будівель.

ДСТУ Б EN 15232:2011 [22] є ідентичним текстом зі стандартом EN 15232:2007. Цей стандарт визначає методики вимірювання та оцінювання впливу систем автоматизації, моніторингу та управління на енергоефективність будівель. Він містить рекомендації щодо визначення рівня енергоефективності будівель та впровадження систем управління енергоефективністю для забезпечення оптимального рівня споживання енергії у будівлях. Цей стандарт є корисним для архітекторів, інженерів-будівельників та інших фахівців у будівельній галузі, які займаються розробкою та виконанням проектів будівель з високим рівнем енергоефективності.

Згідно з ЗУ «Про енергетичну ефективність будівель» [23], встановлені правові, соціально-економічні та організаційні засади діяльності в галузі забезпечення енергетичної ефективності будівель з метою зменшення споживання енергії в них. Методики визначення енергетичної ефективності будівель [24] встановлює механізм визначення енергетичної ефективності будівель, що включає перелік показників, методику визначення та особливості

проведення розрахунків первинної енергії та викидів парникових газів, а також визначення класу енергетичної ефективності будівель.

1.3 Аналіз існуючих підходів до побудови системи енергомоніторингу житлової будівлі

Важливо враховувати індивідуальні особливості об'єкта дослідження під час розробки системи енергомоніторингу та методів її реалізації. Ці особливості можуть включати площу закладу, його розташування, призначення окремих приміщень, кількість дітей, що їх відвідують, та інші фактори [25, 26].

При розробці системи енергетичного моніторингу важливо враховувати не лише індивідуальні особливості об'єкта дослідження, але і його історичні та культурні особливості, зокрема, технічний стан будівлі, її архітектурні особливості та розташування, а також відомості про попередні ремонти та модернізації.

Також, при розробці системи енергомоніторингу, важливим є врахування місцевих кліматичних умов та відповідність стандартам енергоефективності для даного регіону. Наприклад, в будівлях, розташованих у зонах з сильним вітром, можуть бути ефективніші заходи по ізоляції теплопровідних стін, а в будівлях, розташованих у гарячих кліматичних зонах, заходи по зменшенню навантаження на системи кондиціонування повітря.

Аналіз існуючих підходів до побудови системи енергомоніторингу житлової будівлі включає огляд різних методів та технологій, що використовуються для збору, обробки та аналізу даних про енергоспоживання в будівлях. Один з підходів - встановлення спеціальних лічильників енергії, які дозволяють вимірювати енергоспоживання окремих приміщень або обладнання.

Також можна використовувати системи "розумного дому", які дозволяють автоматично керувати електричним обладнанням та освітленням, забезпечуючи оптимальне енергоспоживання. Застосування технологій штучного інтелекту та аналізу даних може також допомогти в побудові ефективної системи енергомоніторингу, дозволяючи здійснювати прогнозування енергоспоживання та виявляти тенденції у зміні споживання енергії в будівлі.

У кожного з цих підходів є свої переваги та недоліки, і оптимальний вибір залежить від конкретної ситуації та потреб користувача. В будь-якому випадку, побудова ефективної системи енергомоніторингу є важливим етапом у досягненні енергоефективності житлової будівлі. Така система дозволяє не тільки контролювати енергоспоживання в будівлі, але й збирати і аналізувати дані, що дозволяє виявити проблемні місця та знайти шляхи їх вирішення.

Впровадження систем енергомоніторингу в житлових будівлях є важливою умовою для сталого розвитку України. Ці системи допоможуть зменшити споживання енергії, викиди парникових газів та покращити якість життя громадян. Сталі енергетичні системи включають інтелектуальні мережі, розумні міста та інтелектуальні транспортні системи. Впровадження стійкої енергетичної системи не обмежується широкомасштабними методами; надсилання електронних листів і текстових повідомлень без використання паперу також може зменшити споживання паперу. Обидва вони сприяють сталому розвитку енергетики. Виробляти та розподіляти енергію серед населення, яке зростає, — це важке завдання для уряду. Споживання енергії зросло через зростання населення, що спричинило низку проблем для навколишнього середовища та здоров'я..

Система моніторингу допомагає визначити, які енергозберігаючі заходи слід запровадити в першу чергу, відстежує та оцінює їх вплив. Вибір методів вимірювання та перевірки залежить від цілей і контрольованих дій. Основні заходи з енергозбереження показано в (табл. 1.3) [27].

Таблиця 1.3 – Заходи з енергозбереження для будівлі

№	Захід з енергозбереження
1	Встановлення вузла комерційного обліку теплової енергії
2	Встановлення або модернізація індивідуального теплового пункту (ІТП)
3	Заміна або модернізація загальнобудинкового котла або/та допоміжного обладнання
4	Теплоізоляція або/та заміна трубопроводів системи внутрішнього тепlopостачання в неопалюваних приміщеннях
5	Теплоізоляція або/та заміна трубопроводів системи гарячого водопостачання в неопалюваних приміщеннях
6	Гідравлічне балансування системи опалення шляхом встановлення автоматичних (балансувальних) клапанів
7	Комплекс робіт з теплоізоляції та улаштування зовнішніх стін будівлі
8	Заміна або ремонт блоків віконних або/та блоків балконних дверей, входних дверей та скління балконів
9	Комплекс робіт із теплоізоляції та улаштування опалювальних та неопалюваних горищ (технічних поверхів) та дахів
10	Комплекс робіт із теплоізоляції та улаштування плит перекриття підвалу
11	Комплекс робіт із теплоізоляції та улаштування зовнішніх стін нижче рівня ґрунту
12	Модернізація системи гарячого водопостачання
13	Заміна або/та теплоізоляція трубопроводів системи опалення або/та приладів водяної системи опалення у приміщеннях (місцях) загального користування будівлі
14	Заміна або/та теплоізоляція трубопроводів системи опалення або/та приладів водяної системи опалення у квартирах
15	Встановлення вузлів розподільного обліку теплової енергії на потреби опалення або/та приладів – розподільувачів теплової енергії у квартирах
16	Встановлення автоматичних регуляторів температури повітря у приміщеннях на опалювальних приладах водяної системи опалення у квартирах або/та у приміщеннях (місцях) загального користування будівлі
17	Комплекс робіт із модернізації та облаштування системи освітлення у приміщеннях (місцях) загального користування будівлі
18	Комплекс робіт із модернізації та облаштування системи вентиляції зі встановленням рекуператорів
19	Інші типи модернізації системи внутрішнього тепlopостачання

Висновки до розділу

Проведено аналіз стану енергомоніторингу в Україні та світі та основних положень щодо організації моніторингу в багатоквартирних житлових будівлях. Для досягнення ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів необхідно підвищувати енергоефективність в багатоквартирних житлових будівлях типової забудови. Наведені основні типи багатоквартирних житлових будинків типової забудови та основні поняття видів багатоквартирних житлових будинків.

Визначені цілі та функції енергетичного моніторингу та основні завдання проведення моніторингу. Енергомоніторинг дає можливість оцінити стан технічного обладнання та його можливості, зберігає та обробляє дані, необхідні для моніторингу, та дозволяє приймати оперативні рішення, які допомагають оптимізувати використання ресурсів.

Проаналізовано нормативно-правову базу проведення енергомоніторингу житлових будівель та зазначені існуючі підходи до побудови системи енергомоніторингу. Система моніторингу допомагає визначити, які енергозберігаючі заходи слід запровадити в першу чергу, відстежує та оцінює їх вплив. Вибір заходів залежить від потреб та цілей ОСББ, як приклад доцільно впроваджувати такі заходи: встановлення вузла комерційного обліку теплової енергії ; комплекс робіт з теплоізоляції та улаштування зовнішніх стін будівлі; заміна або модернізація загальнобудинкового котла або/та допоміжного обладнання.

РОЗДІЛ 2 ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГОМОНІТОРИНГУ В БАГАТОКВАРТИРНИХ ЖИТЛОВИХ БУДІВЛЯХ

2.1 Загальні відомості про енергетичний моніторинг

Зазвичай для ОСББ використовується система енергомоніторингу, яка базується на датчиках, які вимірюють споживання енергії в різних точках будинку. Ці датчики можуть бути встановлені на лічильниках електроенергії, приладах опалення та кондиціонування, а також на інших пристроях, які споживають енергію. Дані з датчиків збираються та передаються до центрального сервера, де їх аналізують. Ця система може допомогти ОСББ у наступних областях (табл 2.1).

Таблиця 2.1 – Функціонування системи енергомоніторингу

Оптимізація споживання енергії	Система енергомоніторингу може допомогти ОСББ виявити місця, де можна зменшити споживання енергії.
Покращення комфорту	Система енергомоніторингу може допомогти ОСББ забезпечити мешканцям комфортний клімат у будинку.
Зменшення витрат	Система енергомоніторингу може допомогти ОСББ зменшити витрати на енергію
Енергетичний аудит	Систематичний огляд енергетичних систем та процесів для виявлення можливостей покращення ефективності та зменшення витрат.
Візуалізація та звітність	Представлення зібраних даних у зручній формі для зрозумілого відображення енергетичної ефективності та прийняття управлінських рішень.

Для покращення системи енергомоніторингу для ОСББ можна впровадити такі заходи:

1. Розширення мережі датчиків: Додавання датчиків у додаткові точки будинку може дати ОСББ більш повну картину споживання енергії.
2. Застосування інтелектуального аналізу даних: Інтелектуальний аналіз даних може допомогти ОСББ виявити приховані закономірності в споживанні енергії.
3. Інтеграція з іншими системами: Інтеграція системи енергомоніторингу з іншими системами ОСББ, такими як система управління будинком, може дати ОСББ додаткові можливості для оптимізації споживання енергії.

ОСББ, які хочуть покращити свою систему енергомоніторингу, повинні враховувати свої конкретні потреби та бюджет.

Встановлення системи енергомоніторингу та енергоменеджменту є невід'ємною складовою контролю за рівнем споживання енергії, своєчасного виявлення проблем у постачанні та споживанні енергії, скорочення споживання енергоресурсів без додаткових капіталовкладень та контролю за економічною ефективністю та енергоефективністю заходів при їх впровадженні.

Для енергомоніторингу при обробці великих обсягів статистичної інформації необхідно використовувати сучасні інформаційні та комп'ютерні технології. Інформаційно-аналітична підсистема має забезпечувати збір і обробку даних, а також зберігання, коригування та актуалізацію інформації про результативність функціонування системи енергомоніторингу. Крім того, вона повинна надавати результати роботи у зручному для прийняття управлінських рішень форматі.

При створенні системи енергетичного моніторингу потрібно звернути особливу увагу на організацію регулярного потоку інформації та документообігу, що стосується споживання енергоресурсів в окремих

житлових будівлях. Для проведення енергетичного моніторингу житлової будівлі необхідно ознайомитись з документальною інформацією, що стосується споживання енергоресурсів, а також провести необхідні вимірювання.

2.1.1 План впровадження системи енергетичного моніторингу

На сучасному ринку ІТ розробляються та використовуються комп'ютерні програми, які дозволяють моніторити та аналізувати споживання енергетичних ресурсів. Окрім своєї основної функції, від таких програм часто очікується допомога у керуванні енергією в містах, стратегічному плануванні, аналізу впливу проектів з поліпшення ефективності використання енергії, перевірки витрат на проекти та послуги, моніторингу викидів парникових газів та інші корисні функції.

Асоціація "Енергоефективні міста України" (АЕМУ) є незалежною організацією, яка допомагає впровадженню системи енергетичного менеджменту (СЕМ) в містах України. Вони визначили необхідність регулярного узагальнення та поширення інформації про програмне забезпечення для системи енергетичного моніторингу та менеджменту (ПЗ для СЕМ), включаючи їх функціональність, зручність використання, технічні можливості, вартість та опис від користувачів-практиків. Такі огляди допоможуть містам краще зрозуміти існуючі продукти та їх аспекти і особливості, які потрібно враховувати при їх виборі, а також поширять ідею енергомоніторингу та енергоменеджменту як важливого елементу загальнодержавної політики в галузі енергоефективності [28].

Впровадження системи енергетичного моніторингу вимагає комплексного підходу та етапів для успішної реалізації. Ось можливий план впровадження системи енергетичного моніторингу:

Послідовність побудови ефективної системи енергомоніторингу (рис. 2.1):

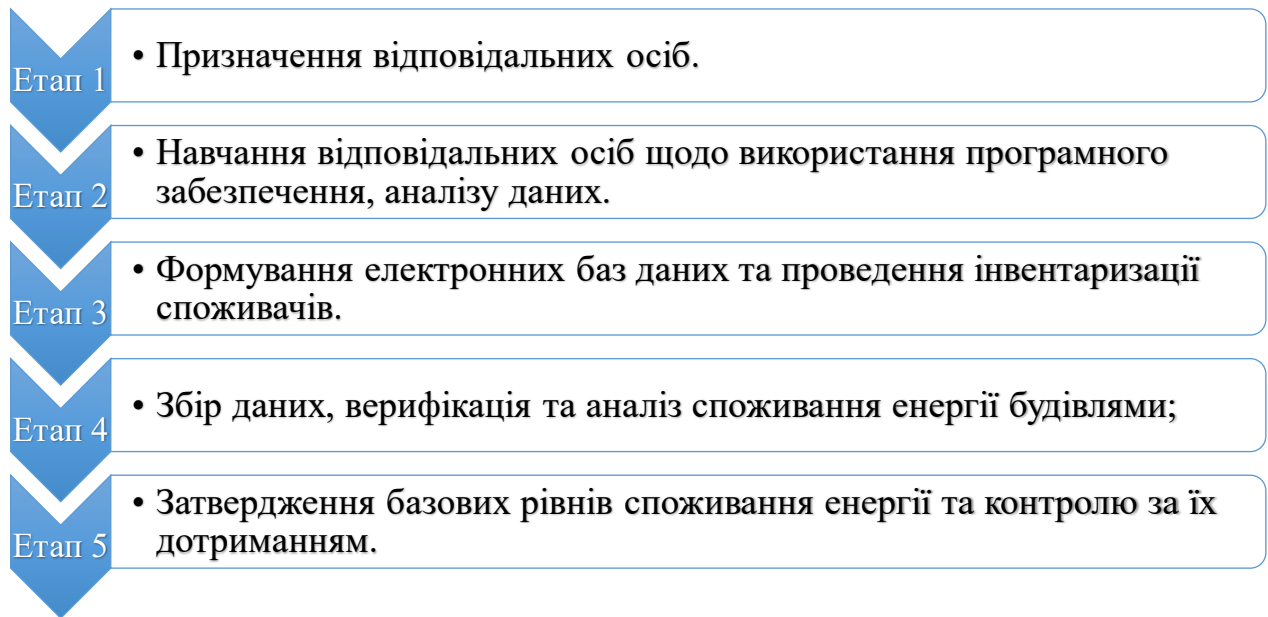


Рисунок 2.1 – Побудова системи енергомоніторингу

2.1.2 Методи впровадження енергетичного моніторингу

Отримання та аналіз даних про енергоспоживання є важливим інструментом для підвищення енергоефективності. Система моніторингу енергоспоживання повинна включати дистанційний збір даних, що дозволяє вчасно виявляти та усувати перевитрати енергоносіїв, збої у роботі обладнання, прогнозувати витрати та оцінювати ефективність заходів.

Нові технології [29 - 31] в енергоефективності житлових будівель дозволяють значно скоротити споживання енергії, що позитивно впливає на навколишнє середовище, а також на фінансові витрати мешканців та власників житла. Також набуває популярності Net-zero energy buildings (NZEBs) - це будівлі, які виробляють стільки ж енергії, скільки споживають протягом року. Впровадженням даних методик займаються [32 - 35] . Вони розроблені таким

чином, щоб максимально використовувати енергоефективні технології та відновлювані джерела енергії.

У рамках системи моніторингу енергоефективності важливо встановити базовий рівень енергоспоживання та допустиме відхилення від нього. Це допомагає вчасно виявляти аварійні ситуації та аномально високе чи низьке споживання енергоресурсів.

Для створення системи енергетичного моніторингу житлового будинку необхідно виконати такі кроки [36]:

- 1) Розділити обладнання, що знаходиться на території житлової будівлі, на декілька груп.
- 2) Побудувати окремі баланси споживання енергії для кожної з груп, які були сформовані на попередньому етапі.
- 3) Визначити найбільш енергоємне обладнання і встановити його пріоритетність для моніторингу.
- 4) Визначити фактори, які впливають на установки.
- 5) Оцінити потребу встановлення додаткових приладів обліку.
- 6) Розрахувати фінансові витрати на впровадження системи енергетичного моніторингу.
- 7) Проаналізувати ефективність використання енергії та визначити можливу економію після впровадження системи моніторингу.

Енергетичний менеджмент може початися з організації управління енергоспоживанням в одній будівлі та розширюватися до охоплення всього населеного пункту. Основними об'єктами енергоменеджменту є житлові будинки, адміністративні приміщення, школи, дитячі дошкільні установи, лікарні, будівлі соціального призначення та інші [37]. Хоча всі етапи проведення енергомоніторингу муніципальних об'єктів мають велику важливість, проте збір, обробка та аналіз інформації є найбільш важливими на даному етапі. Збір інформації про об'єкт енергомоніторингу є критичним

питанням через обмеженість капітальних вкладень, технічних засобів та зусиль, необхідних для проведення енергомоніторингу. Побудова системи муніципального енергетичного моніторингу детально описана в роботах [17, 38].

Для ефективного управління енергоефективністю житлового сектору необхідна належна система енергетичного моніторингу, а для цього потрібне відповідне програмне забезпечення. Сучасний ринок ІТ пропонує різноманітні комп'ютерні програми для моніторингу та аналізу споживання енергетичних ресурсів. Однак, для досягнення оптимального управління процесами енергоспоживання та енергозбереження житлового сектору, необхідне вдосконалення програмного забезпечення для енергомоніторингу та енергоменеджменту, зокрема, щодо функціональності, зручності та технічних можливостей.

На ринку представлено широкий спектр програмного забезпечення для енергетичного моніторингу в житловому секторі. При виборі програмного забезпечення слід враховувати такі фактори: функціональні можливості; ціна; зручність використання.

Для впровадження інформаційної системи енергетичного моніторингу необхідні підготовка персоналу, їх навчання, супровід та підтримка.

Енергоплан - це програмне забезпечення, яке дозволяє виконувати моніторинг всіх видів енергоресурсів та проводити оцінку та порівняння обсягів та ефективності їх використання. Це ПЗ призначене для енергомоніторингу з будь-якою частотою, зберігання та аналізу статистичної інформації, прогнозування споживання та проведення детального аналізу даних. Енергоплан розроблений для використання в бюджетній сфері (рис.2.2) [39].

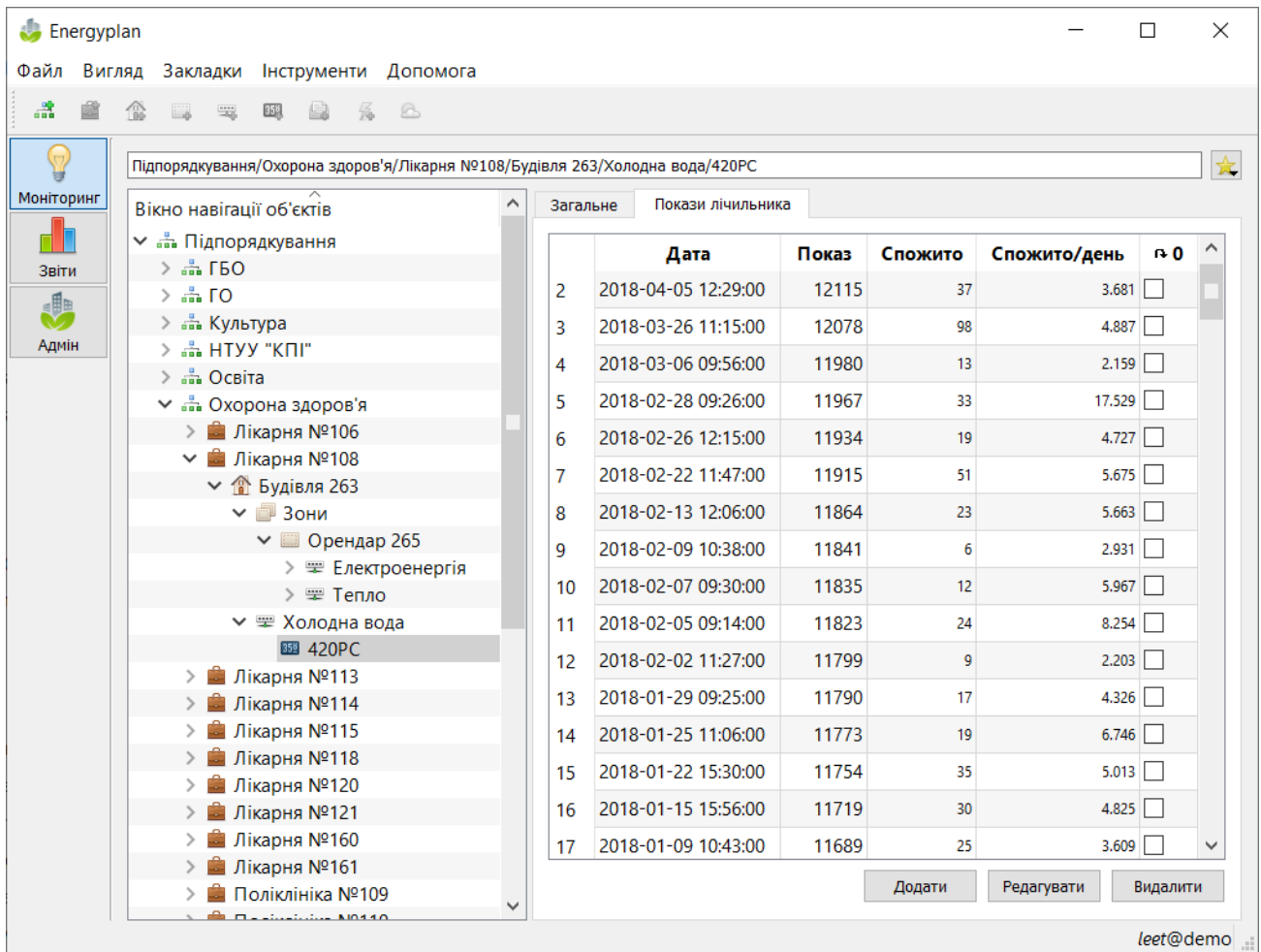


Рисунок 2.2 – Інтерфейс програмного забезпечення «Енергоплан»

Збір даних про показники лічильників у режимі онлайн відкриває можливість швидкого введення інформації про споживання без потреби встановлення додаткових програм. Для отримання актуальних даних достатньо лише доступу до Інтернету. Онлайн сторінка для введення даних вирізняється простотою використання та відсутністю необхідності в додаткових знаннях для внесення інформації, що робить процес збору даних надзвичайно швидким. Процедура введення інформації у систему стає безпроблемною завдяки зручній навігації та дружньому інтерфейсу форм, які попереджають введення некоректних даних.

Під час внесення нових показників лічильників користувач миттєво може виявити випадки понаднормового споживання ресурсів, що в свою чергу сприяє надзвичайно швидкому виявленню та реагуванню на нештатні ситуації, зменшуючи час реакції в кілька разів.

Енергобаланс [40] є програмним забезпеченням, що дозволяє моніторити основні види енергоресурсів, такі як електроенергія, тепло, вода та газ, і проводити аналіз їх споживання, оцінювати та порівнювати обсяги та ефективність. Це ПЗ призначене для застосування у бюджетній сфері.

Інформаційна система енергетичного моніторингу (ICE) [41] - ПЗ призначена для спільної роботи постачальників, споживачів та керівництва з метою зниження необґрунтованих витрат на оплату енергоносіїв. Це досягається шляхом надання своєчасної, повної та надійної інформації, забезпечення ефективного використання коштів бюджету на енергоефективні заходи та зменшення споживання енергоресурсів бюджетними установами. ICE забезпечує ефективну взаємодію між бюджетними установами, головними розпорядниками та керівництвом міста.

uMuni [42] є програмним забезпеченням, яке дозволяє вести моніторинг всіх типів енергоресурсів, включаючи можливість додавання нових типів. Це дозволяє проводити ефективний аналіз, оцінювання та порівняння обсягів та ефективності використання енергоресурсів. ПЗ забезпечує можливість проведення енергомоніторингу з будь-якою періодичністю, а також накопичення та аналіз статистичної інформації, прогнозування споживання та проведення глибокого аналізу. Крім того, програма здатна збирати інформацію про стан будівель та їх інженерних мереж. ПЗ розраховано на використання в бюджетному, житловому та комерційному секторах (рис. 2.3).

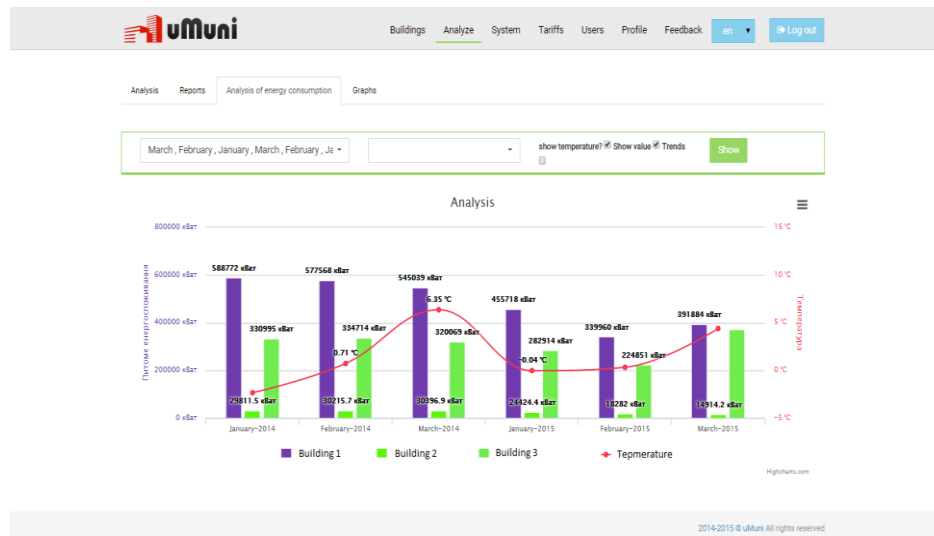


Рисунок 2.3 – Інтерфейс програмного забезпечення «uMuni»

Автоматизована система енергомоніторингу (АСЕМ) [43] є комплексом програмного та технічного забезпечення, яке дозволяє дистанційно обліковувати споживання паливно-енергетичних ресурсів. АСЕМ має ієрархічну структуру та забезпечує автоматизований облік енергоресурсів на основі даних, отриманих безпосередньо від вузлів обліку тепла, електричної енергії, холодної води, а також збирає інформацію про аварійні сигнали та температуру повітря всередині приміщень (рис 2.4).

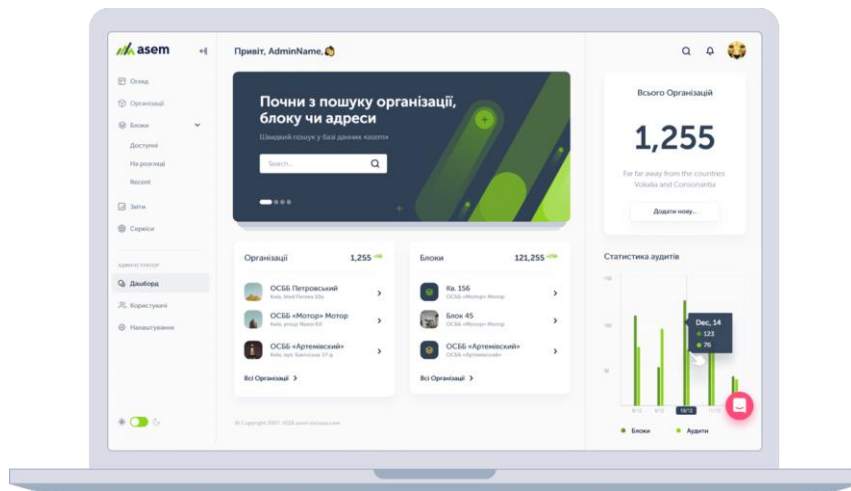


Рисунок 2.4 – Інтерфейс програмного забезпечення «АСЕМ»

Енергоменеджмент є невід’ємною складовою модернізації житлового сектору України, що вимагає удосконалення систем енергетичного моніторингу та менеджменту. Для досягнення енергоефективності житлового сектору необхідно розробляти програмне забезпечення, що дозволяє моніторити та аналізувати споживання енергетичних ресурсів в житлових будинках. Аналіз представлених програмних продуктів свідчить про те, що ПЗ для бюджетної сфери застосовується ширше, ніж в житловому секторі. Однак, механізм реалізації системи енергоменеджменту в житловому секторі потребує подальшого вдосконалення та розробки програмного забезпечення, що відповідатиме змінам в нормативній базі енергетичного аудиту будівель з метою адаптації до міжнародних стандартів.

2.2 Використання системи енергомоніторингу в ОСББ

Важливим елементом системно-інформаційного підходу до управління енергоефективністю житлового сектору є наявність відповідного програмного забезпечення. Сучасний ринок інформаційних технологій пропонує різноманітні комп’ютерні програми для систем енергетичного моніторингу та менеджменту. Основна мета цього програмного забезпечення полягає в моніторингу та аналізі споживання енергетичних ресурсів. Для досягнення оптимального управління процесами енергоспоживання та енергозбереження житлового сектору необхідно постійно вдосконалювати програмне забезпечення для енергомоніторингу та енергоменеджменту, зокрема його функціональність, зручність використання та технічні можливості [44].

Основні функції ПЗ в системі енергетичного моніторингу (рис 2.5):

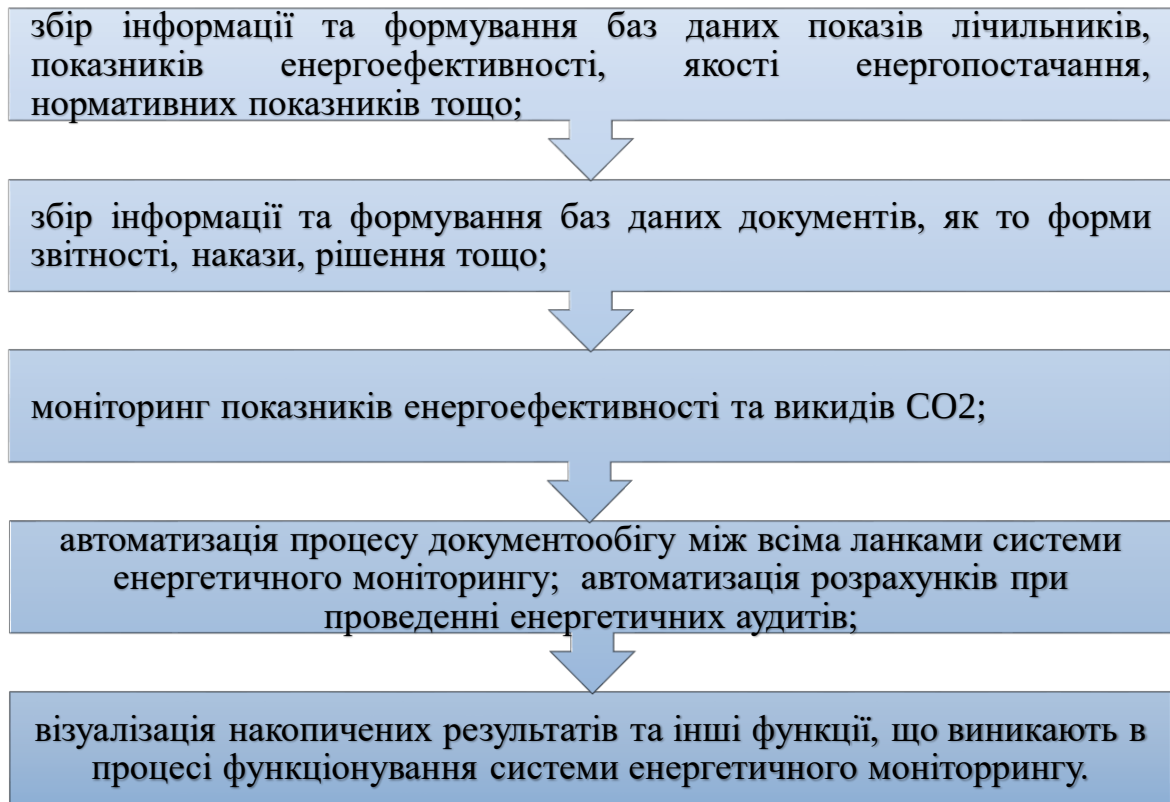


Рисунок 2.5 – Основні функції ПЗ

Види енергетичного моніторингу для житлових будівель можна класифікувати за наступними ознаками

Залежно від часу проведення. Постійний моніторинг проводиться безперервно, 24 години на добу, 7 днів на тиждень. Це дозволяє отримати найбільш точну картину споживання енергії в будівлі.

Періодичний моніторинг проводиться через певні проміжки часу, наприклад, раз на місяць, квартал або рік. Цей вид моніторингу є менш дорогим, але і менш точним.

Залежно від об'єктів моніторингу. Комплексний моніторинг включає в себе моніторинг всіх основних джерел споживання енергії в будівлі, таких як опалення, вентиляція, гаряче водопостачання, освітлення та електроприлади.

Вибірковий моніторинг проводиться лише для окремих джерел споживання енергії. Цей вид моніторингу є менш дорогим, але і менш інформативним.

Залежно від методів моніторингу. Аналоговий моніторинг проводиться за допомогою аналогових приладів, таких як термометри, манометри та лічильники електроенергії.

Цифровий моніторинг проводиться за допомогою цифрових приладів і датчиків, які передають дані на комп'ютер або сервер.

Залежно від рівня автоматизації. Неавтоматизований моніторинг проводиться вручну.

Автоматизований моніторинг проводиться за допомогою спеціального програмного забезпечення, яке дозволяє автоматично збирати, обробляти та аналізувати дані.

Для житлових будівель найбільш поширеним є комплексний постійний цифровий автоматизований моніторинг. Цей вид моніторингу дозволяє отримати найбільш точну картину споживання енергії в будівлі і виявити потенційні місця для її економії.

Система енергетичного моніторингу житлової будівлі зазвичай включає в себе такі компоненти:

- пристрої і датчики для вимірювання споживання енергії.
- система передачі даних для передачі даних з датчиків на комп'ютер або сервер.
- програмне забезпечення для збирання, обробки та аналізу даних.

Пристрої і датчики для вимірювання споживання енергії можуть бути встановлені на основних джерелах споживання енергії в будівлі, таких як:

- опалення: термостати, радіатори, котли, бойлери.
- вентиляція: повітропривіди, вентилятори, кондиціонери.

- гаряче водопостачання: бойлери, водонагрівачі.
- освітлення: лампи, світильники.
- електроприлади: холодильники, пральні машини, телевізори, комп'ютери.

Система передачі даних може бути проводовою або бездротовою. Провідна система передачі даних є більш надійною, але і більш дорогою. Бездротова система передачі даних є більш мобільною і менш дорогою, але може бути менш надійною.

Програмне забезпечення для збирання, обробки та аналізу даних може бути як спеціалізованим, так і універсальним. Спеціалізоване програмне забезпечення зазвичай призначене для роботи з конкретним типом системи енергетичного моніторингу. Універсальне програмне забезпечення може бути використане для роботи з різними типами систем енергетичного моніторингу. Енергетичний моніторинг є ефективним інструментом для підвищення енергоефективності житлових будівель.

При розробці системи енергомоніторингу особливу увагу слід приділяти ключовим елементам, таким як організація регулярних потоків інформації та обігу документів щодо споживання енергоресурсів у житлових будівель. Для здійснення енергетичного моніторингу житлової будівлі необхідно детально ознайомитися з документальною інформацією, пов'язаною із споживанням енергії житловою будівлею, та провести необхідні вимірювання [45].

Представлена на рисунку 2.6 дворівнева архітектура системи енергетичного моніторингу.

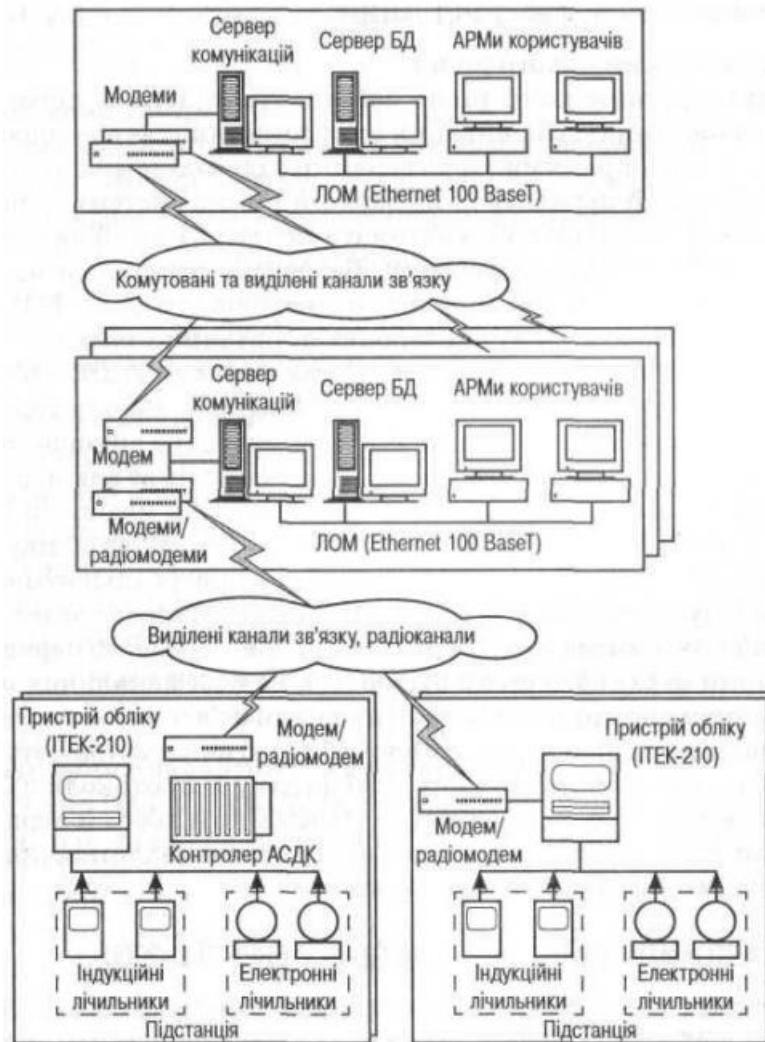


Рисунок 2.6 – Структурна схема енергомоніторингу [46]

Перший рівень - рівень вимірювання - складається з пристроїв обліку електроенергії (лічильників). Лічильники можуть бути індукційними або електронними, а також можуть бути змонтовані безпосередньо на споживачі або на підстанції.

Другий рівень - рівень обробки, відображення і передачі даних - складається з наступних компонентів:

Контролер АСДК (автоматизованої системи дистанційного контролю) - забезпечує передачу даних з пристроїв обліку на рівень обробки.

Сервер комунікацій - забезпечує прийом і передачу даних між пристроями системи.

Сервер баз даних - зберігає дані про споживання електроенергії.

АРМ користувачів - забезпечує доступ користувачів до даних про споживання електроенергії.

Дані з пристроїв обліку передаються на рівень обробки за допомогою різних каналів зв'язку, таких як Ethernet, виділені канали зв'язку або радіоканали.

На рівні обробки дані з пристроїв обліку обробляються і зберігаються в базі даних. На основі цих даних формуються звіти про споживання електроенергії, які можуть використовуватися для управління енергоспоживанням, розрахунку тарифів та інших цілей.

Користувачі можуть отримати доступ до даних про споживання електроенергії за допомогою АРМ користувачів. АРМ користувачів може бути встановлений на персональному комп'ютері або на мобільному пристрої.

Таким чином, АСКОЕ забезпечує автоматизований збір, обробку та передачу даних про споживання електроенергії. Це дозволяє підвищити ефективність управління енергоспоживанням та забезпечити прозорість розрахунків з споживачами.

Пристрій обліку електроенергії. Пристрій обліку електроенергії - це пристрій, який призначений для вимірювання споживання електроенергії. Лічильники можуть бути індукційними або електронними. Індукційні лічильники працюють на основі електромагнітного поля. Вони відносно прості та недорогі, але мають обмежену точність. Електронні лічильники працюють на основі цифрових технологій. Вони більш точні та мають широкий спектр функцій, таких як дистанційний збір даних та можливість віддаленого керування.

Контролер АСДК. Контролер АСДК - це пристрій, який забезпечує передачу даних з пристроїв обліку на рівень обробки. Контролери АСДК можуть бути встановлені безпосередньо на споживачі або на підстанції. Контролери АСДК можуть використовувати різні канали зв'язку для передачі даних, такі як Ethernet, виділені канали зв'язку або радіоканали. Сервер комунікацій. Сервер комунікацій - це пристрій, який забезпечує прийом і передачу даних між пристроями системи. Сервери комунікацій можуть використовувати різні канали зв'язку, такі як Ethernet, виділені канали зв'язку або радіоканали. Сервер баз даних. Сервер баз даних - це пристрій, який зберігає дані про споживання електроенергії. Сервери баз даних можуть бути встановлені на локальних або віддалених серверах.

АРМ користувачів. АРМ користувачів - це програмне забезпечення, яке забезпечує доступ користувачів до даних про споживання електроенергії. АРМ користувачів може бути встановлений на персональному комп'ютері або на мобільному пристрої.

Результат впровадження дієвої системи енергомоніторингу [47]:

1. Збір даних та швидке виявлення випадків перевитрат енергоресурсів, аварійних ситуацій та недотримання нормативних умов перебування мешканців, відвідувачів та персоналу в будівлі.
2. Швидке отримання зворотної реакції у разі зміни експлуатаційних характеристик будівлі, інженерних систем, обладнання та устаткування.
3. Можливість планування бюджету на енергоресурси.
4. Побізнаності про можливості енергозбереження, створення підґрунтя для впровадження стимулювання ощадного енергоспоживання шляхом впровадження об'єктивних показників ефективності енергоспоживання.
5. Задіяний та мотивований технічний та обслуговуючий персонал.
6. Прогнозування витрат та обґрунтування здійснювати заходи з енергозбереження.

7. Документування результатів впроваджених заходів, визначення фактичного рівня досягнутої економії в результаті впровадження заходів з підвищення ефективності енергоспоживання.

Енергомоніторинг покращує ефективність і управління в електроенергетиці, дає змогу аналізувати електричні параметри мережі, споживаний попит і якість електроенергії, а також надає менеджерам ресурси (наприклад, обчислювальні та дані) для прийняття рішень. У цьому контексті рішення IoT сприяють забезпеченню дистанційного моніторингу та контролю в режимі реального часу в житлових, будівельних, промислових і міських секторах, підключаючи пристрої до енергетичної системи та інтегруючи ці пристрої з обчислювальними системами, включаючи хмарні рішення.

Висновки до розділу

1. Проаналізовано існуючі системи енергетичного моніторингу які можливо використовувати для житлових будівель. Наведено план впровадження системи енергетичного моніторингу та послідовність побудови ефективної системи.

2. Досліджено методи впровадження енергетичного моніторингу та необхідні кроки для створення моніторингу житлової будівлі. Проведений огляд програмного забезпечення яке використовується при енергетичному моніторингу.

3. Зазначено основні функції ПЗ в системі енергомоніторингу та види проведення моніторингу житлових будівель. Описані структурна схема енергомоніторингу та можливі результати впровадження дієвої системи енергетичного моніторингу.

РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ БАГАТОКВАРТИРНИХ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ТИПОВОЇ ЗАБУДОВИ

3.1 Встановлення показників енергоефективності для багатоквартирних житлових будівлях типової забудови

Показники енергетичної ефективності будівлі визначають ефективність використання енергії, встановлюють максимально допустимі рівні енерговитрат, і використовуються на етапах проектування, будівництва, прийняття в експлуатацію, а також на подальших етапах експлуатації, враховуючи категорію відповідальності будівлі і її клас енергетичної ефективності [48].

Для підвищення показників енергетичної ефективності будівлі рекомендується максимально зменшувати показник компактності будівлі за допомогою об'ємно-планувальних рішень. Це обумовлено тим, що при однаковому рівні приведенного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій будівлі з меншим показником компактності витрачають менше енергії на опалення (охолодження), порівняно з будівлями, які мають більший показник компактності.

Для розробки комплексу заходів з підвищення енергоефективності в багатоквартирних будівлях необхідно провести детальне енергетичне обстеження, в ході якого виявити причини неефективного використання енергії. Також важливим етапом є ґрунтовний аналіз енергоспоживання з урахуванням різних впливових факторів [49] та визначення очікуваної економії.

Енергоаудитор може також пропонувати пакети заходів та визначати пріоритетність їх реалізації, особливо у випадку обмежених фінансових ресурсів, що ускладнюють комплексну реалізацію всіх запропонованих

заходів. Такий підхід дозволяє ефективно впроваджувати заходи з енергозбереження та забезпечити оптимальне використання наявних ресурсів.

Моніторинг показників енергоефективності є ключовим фактором для визначення стратегії енергозбереження та її результативності на підприємстві. Цей процес дозволяє встановити контрольні межі споживання енергії та обґрунтувати оцінку досягнення рівня енергоефективності в межах цих границь.

Енергетична ефективність будівлі визначається здатністю будівельних елементів, конструкцій та інженерного обладнання забезпечувати комфортні умови для проживання та оптимальний мікроклімат протягом природного життєвого циклу будівлі. Це охоплює побутові потреби людини та раціональне використання енергетичних ресурсів на опалення, освітлення, вентиляцію, кондиціонування повітря, гаряче водопостачання з урахуванням місцевих кліматичних умов.

Важливим є розвиток проектування нових енергоефективних будинків, оскільки будівлі споживають значну кількість енергії, особливо на опалення та кондиціонування. Також важливо проводити термомодернізацію вже існуючих будівель для їх адаптації до сучасних стандартів енергоефективності, що сприяє раціональному використанню енергії та зменшенню енергетичного споживання. Закон України "Про енергетичну ефективність будівель" визначає стандарти та вимоги для досягнення енергоефективності в будівництві.

Підвищення ефективності та ощадливого споживання енергетичних ресурсів у рамках процесу термомодернізації будівель може бути досягнуто шляхом реалізації наступних напрямків:

1. Зменшення енергопотреби та енергоспоживання будівель

- Комплексна або поетапна термомодернізація, включаючи утеплення та модернізацію огорожувальних конструкцій.

- Модернізація інженерних систем для зниження енерговитрат.
- 2. Організаційно-технічні заходи та контроль за витратами
 - Впровадження систем обліку та контролю за витратами енергоресурсів.
 - Удосконалення організаційних процесів, спрямованих на раціональне використання енергії.
- 3. Використання нового енергоефективного обладнання та технологій
 - Впровадження сучасних енергоефективних технологій у будівельні проекти.
 - Заміна застарілого обладнання на більш продуктивне та економічне.
- 4. Використання найефективніших енергоносіїв
 - Вибір та використання ефективних та екологічно чистих енергоносіїв.
 - Впровадження альтернативних джерел енергії, таких як сонячна або вітрова енергія.
- 5. Заходи щодо скорочення непродуктивних втрат
 - Ремонт та відновлення систем, що можуть привести до втрат енергоресурсів.
 - Ефективне управління та вжиття заходів після аварій для уникнення непотрібного споживання енергії.

Ці заходи спрямовані на створення більш енергоефективного середовища в будівлях та сприяють зменшенню енергетичного впливу будівель на навколишнє середовище.

Дотаційні тарифи на теплову енергію, газ та електроенергію можуть дійсно створювати складнощі для проектів з підвищення ефективності енергоспоживання та використання відновлюваних джерел енергії. Дотації, надані на рівні тарифів, можуть робити такі проекти менш економічно вигідними, а іноді й некупними. Це може мати наслідком закриття

можливостей для кредитування та знищення мотивації для власних інвестицій співвласникам багатоквартирних будинків.

Найгірше в тому, що така ситуація може демотивувати ефективне використання енергії, навіть у випадках, коли це не вимагає значних капіталовкладень. Це створює перешкоди для прийняття та реалізації проектів з енергоефективності та відновлюваних джерел енергії. Однак, важливо зазначити, що зміна підходів до тарифів та надання дотацій може стати ключовим елементом стимулювання розвитку енергоефективних і відновлюваних енергетичних проектів. Такі зміни можуть визначити новий економічний вектор, який підтримає сталий розвиток та сприятиме створенню більш екологічно чистого та ефективного енергетичного сектору.

Період дії базового рівня енергоефективності (БРЕ) повинен бути достатньо тривалим для того, щоб врахувати різноманітні режими роботи підприємства і врахувати всі можливі зміни в визначальних факторах, таких як сезонність виробництва, погодні умови і т.д. Важливим фактором при визначенні адекватного періоду дії БРЕ є і частота, з якою підприємство отримує дані [50].

Зазвичай період дії БРЕ складає 12 місяців (один календарний рік), щоб узгоджувати його з періодом дії цілей з енергоменеджменту та бізнес-цілей підприємства. Такий період охоплює повний спектр бізнес-циклів і дозволяє адаптуватися до змін у ринковому попиті на вироблену продукцію протягом року. Такий термін також дає можливість аналізувати ефективність за річний період і вчасно вживати заходів для покращення енергоефективності.

Базовий рівень розраховується шляхом усереднення показників обсягу споживання електричної енергії за обраний період, який передує року, коли планується впровадження заходів з підвищення ефективності енергоспоживання. Цей базовий рівень піддається коригуванню з урахуванням даних щодо режиму роботи закладу, фактичної кількості

відвідувачів та відповідності нормативним вимогам до рівня освітленості в приміщеннях.

Метод лінійної регресії – це найпоширеніший метод машинного навчання для визначення залежності між змінними. Його перевагами є простота впровадження, можливість інтерпретації результатів та широкий спектр валідаційних метрик. Основна статистична ідея цього методу полягає в гіпотезі про детерміновану лінійну залежність між цільовою та незалежною змінною.

Переваги лінійної залежності при побудові регресійної моделі включають:

- Велику кількість методів для кількісної оцінки взаємозв'язку між двома факторами, таких як коефіцієнт кореляції Пірсона, який залишається стійким до нелінійних типів взаємодії.

- Можливість функціонального визначення залежності між параметрами при побудові моделі.

- Різноманіття методів валідації моделей, побудованих на лінійній залежності.

Цей метод надає дослідникам та аналітикам інструмент для вивчення та оцінки зв'язків між змінними, забезпечуючи при цьому простоту та ефективність в різноманітних задачах аналізу даних.

3.2 Загальна характеристика об'єкту дослідження

Аналіз енергоспоживання багатоквартирних житлових будівель типової забудови виконаємо на прикладі ОСББ «Мотор»

Житловий будинок знаходиться за адресою вул. Підвисоцького, 3А (рис. 3.1). Рік побудови – 1965р. Зовнішні стіни цегляні (керамічні блоки товщиною 380 мм), з 1 по 5 поверх покриті шаром утеплювача (пінополістирол) товщиною 100 мм. Цокольний поверх не утеплений. Під всією площею будівлі знаходиться

неопалювальне техпідпілля. Орієнтовно 1/2 цокольного поверху – повноцінний поверх (частину якого займає приміщення аптеки), 1/2 – напівпідвальне приміщення, де зокрема розміщений офіс ОСББ та майстерня. По проекту покрівля пласка суміщена (рулонна) безпосередньо над останнім поверхом. Фактично добудований двоскатний дах. Горище, неопалювальне. Вікна передбачені в проекті – дерев'яні з подвійним склінням. Силами мешканців частина вікон замінені на металопластикові склопакети, більшість балконів були засклені. Це призвело до зменшення тепловтрат будівлі за рахунок збільшення термічного опору огорожувальних конструкцій будівлі. Під всією будівлею знаходиться неопалюване техпідпілля. Графік перебування – постійно в робочі та вихідні дні.



Рисунок 3.1 – Зовнішній вигляд фасаду будинку ОСББ «Мотор»

Будинок обладнаний загально будинковим електролічильником (облік електроенергії на освітлення сходових клітин), а також індивідуальними квартирними електролічильниками. Витрати на освітлення сходових клітин

включено до квартплати мешканців. Система освітлення сходових клітин будівлі в основному складається з світильників з лампами розжарення. Управління відбувається вручну. Нижче в таблицях 3.1 та 3.2 наведено загальну інформацію ОСББ «Мотор».

Таблиця 3.1 – Основні дані ОСББ «Мотор»

Назва проекту/будівлі/об'єкту	ОСББ "Мотор"		
Тип будівлі	Багатоквартирний житловий будинок		
Рік зведення	1966	В постійній роботі з (рік)	1966
Існуючі сервісні контракти з ЕіО	Відповідальна компанія/особа	Експлуатація і обслуговування дійсне для	
Система опалення	ПАТ «Київенерго»	ОСББ «Мотор»	
Система побутового гарячого водопостачання	ПАТ «Київенерго»	ОСББ «Мотор»	
Система освітлення	ПАТ «Київенерго»	ОСББ «Мотор»	
Система водопостачання	ПАТ АК «Київодоканал»	ОСББ «Мотор»	

Таблиця 3.2 – Дані по будівлі

Кількість поверхів	5+цокольний поверх	Кількість квартир	46
Загальна площа (м²)	2556	Кондиційована зона, (м²)	2343
Загальний об'єм: (м³)	6518	Кондиційований об'єм, (м³)	5975
Висота приміщення, м*	12,75-15,3	Площа забудови, (м²)	521

Ведеться квартирний облік холодної та гарячої води. Будинок підключено до центральної системи теплопостачання по залежній схемі від центрального теплового пункту де встановлено МІТП з регулюванням теплоносія в залежності від погодних умов та приготуванням гарячої води. Система теплопостачання двохтрубна. Внутрішня система опалення однокотловий П-подібна . Сходові клітини опалювальні. Встановлений теплолічильник на систему опалення

будівлі. Лічильник не на комерційному обліку. Система вентиляції – природна витяжна. Вентиляційні отвори розміщено на кухнях та в санвузлах квартир.

В таблиці 3.3 наведено інформацію про теплопостачання будівлі. На рисунку 3.2 зображено тепловий пункт будівлі

Таблиця 3.3 – Теплопостачання будівлі

Теплопостачання / Вироблення теплоти		В дії, починаючи з (року) 1986			
Тип системи		Центральне теплопостачання			
Енергоносії		Вода			
Автоматичне регулювання		Ні			
Система розподілу		однотрубна			
Повна потужність, система розподілу (кВт)		567			
К.к.д./Стан системи розподілу		91%			
Матеріал труб		Сталь			
Збалансована система розподілу		Ні			
Балансувальні крани		Не встановлені			
Теплоносій		Вода			
T ₁ /T ₂ (°C)		150/70 за проектом			
Стан теплової ізоляції		незадовільний			
Матеріал теплової ізоляції		Скловата			
Система подачі теплоти					
Нагрівальні елементи	Радіатори, конвектора	Кіл-ть (шт.)	218	Потуж-ть (кВт)	567



Рисунок 3.2 – Тепловий пункт будівлі

Система побутового гарячого водопостачання наведена в таблицях 3.4 та 3.5.

Таблиця 3.4 – Система побутового гарячого водопостачання

Теплопостачання / Виробництво теплоти	
Тип системи	Центральне теплостачання
Енергоносії	Вода
Автоматичне регулювання	наявне
Стан автоматичного регулювання	Робочий
Тип автоматичного регулювання	За температурою теплоносія
Встановл. термостатич. регулятора (°C)	55

Таблиця 3.5 – Споживання гарячої води

Максимальна подача системи ГВП (л/год)	3400	Макс. Потужність системи ГВП (Гкал/год)	0,17
Встановлені душові (шт)	46	Встановлені водорозбірні крани (шт.)	92
Використання душових (раз/тиждень)	7	Миття підлоги (раз/тиждень)	2
Витрата води душу (л/хв)	10	Гарячий обід (порції/доб.)	-
Встановлені ванни, (шт)	46	Холодний обід (порції/доб)	-
Повний об'єм ванних (літри)	100-150	Гаряча вода з $T > 70^{\circ}\text{C}$	-
Використання ванних (раз/тиждень)	2	Максимальне використання ГВ в год (Вт/м^2)	-
Для квартир: середня площа (м^2)	40	Кількість людей в квартирі	2,5

Система освітлення багатоквартирної будівлі наведено в таблиці 3.6

Таблиця 3.6 – Система освітлення

Освітлювальні прилади	Потужн. ламп (Вт)	К-сть ламп на світил. (шт)	Потужн. світил. (Вт)	К-сть світил. (шт)	Всього (кВт)	Тип управління/комент./ в дії з (рік)/стан
Сходові клітини	75	1	75	21	1, 58	Ручне
Квартири	75	1	75	228	17,1	Ручне
Всього				249	18,68	

АСЕМ (рис. 3.3) дозволяє ОСББ відстежувати споживання енергії в режимі реального часу. Це допомагає мешканцям та управлінні ОСББ виявляти та усувати проблеми з енергоефективністю, що може призвести до значного зниження витрат на енергію. Наприклад, АСЕМ може показати, що певні квартири споживають більше енергії, ніж інші. Це може вказувати на проблеми з ізоляцією або наявністю незареєстрованих електроприладів.

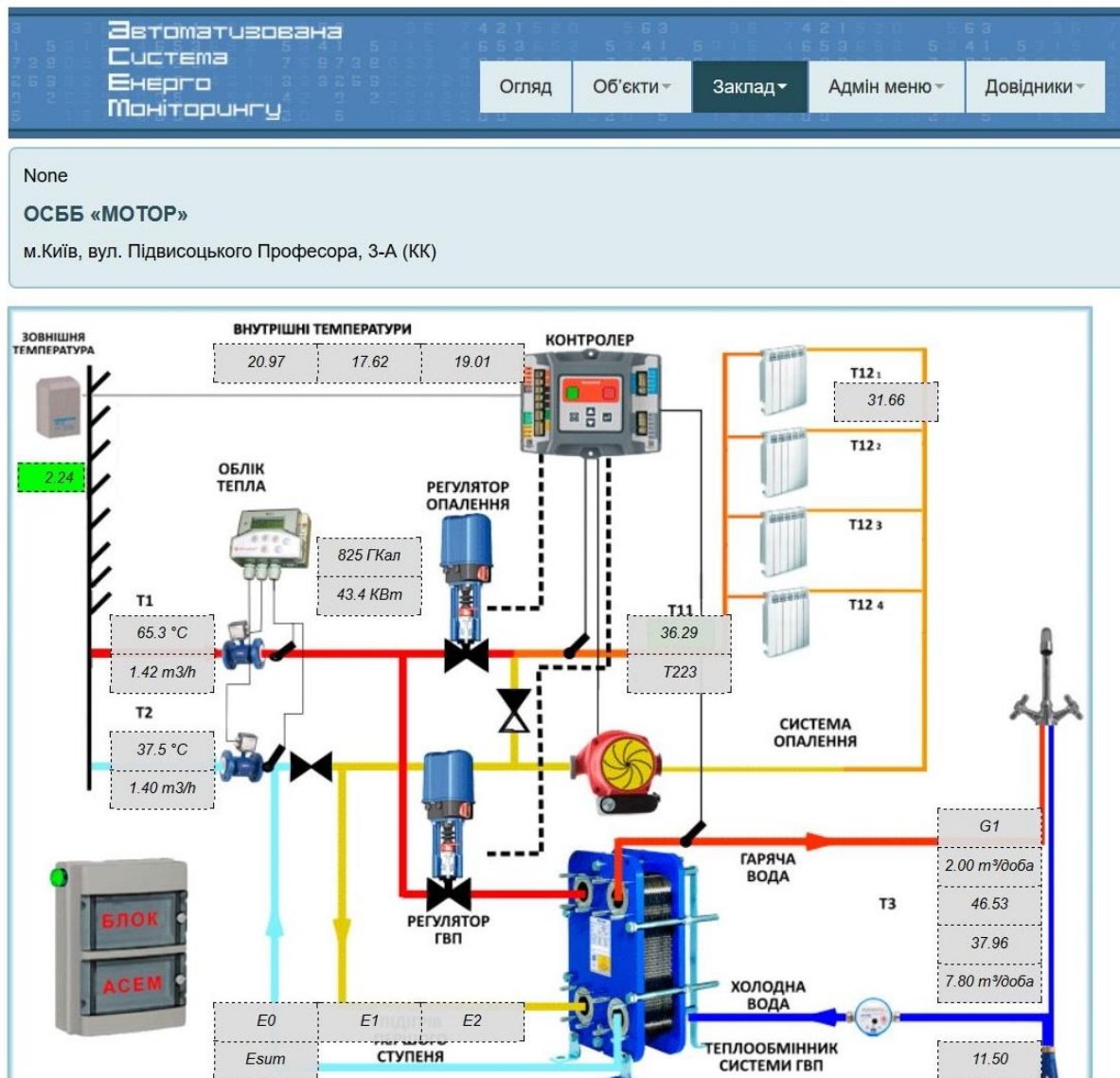


Рисунок 3.3 – Приклад структури АСЕМ ОСББ «Мотор»

3.3 Встановлення базового рівня енергоспоживання багатоквартирного житлового будинку із застосуванням регресійного аналізу

Існує багато способів розрахунку і методик вимірювання та перевірки, які можуть бути використані для кількісної оцінки енергозбереження. У стандарті ДСТУ ISO 17741:2017 обсяг енергозбереження визначається шляхом порівняння виміряного, розрахованого або модельованого споживання енергії до та після реалізації, з або без певних коригувань для змін у визначальних змінних (стандартні коригування) або для змін у статичних факторах (нестандартні коригування). Отже, обсяг енергозбереження визначається як різниця між скоригованим базовим рівнем енергоспоживання та споживанням енергії протягом звітного періоду [51].

Базовий рівень енергоспоживання (БРЕ) - кількісний показник, що дає основу для порівняння рівня досягнутої енергоефективності. БРЕ пов'язують з певним проміжком часу. БРЕ може бути унормованим з використанням параметрів, що впливають на енерговикористання та/чи енергоспоживання, наприклад рівень виробництва, градусо-дні (зовнішня температура) тощо. БРЕ можна також використовувати для обчислення економії енергії як точки відліку для відображення ситуації до і після впровадження заходів, спрямованих на поліпшення рівня досягнутої енергоефективності. Показники споживання енергії залежать від різних факторів. Зазвичай існують зв'язки між змінними, які описують вплив економічних або фізичних чинників на рівень енергоспоживання, і ці зв'язки можуть відрізнятися від звичайних функціональних залежностей. Регресійний аналіз проводиться, починаючи з різних кількостей незалежних змінних та форм регресійних функцій. Рівняння, які отримують внаслідок кореляційно-регресійного аналізу, називаються регресійними моделями [52].

Парна регресія використовується для встановлення математичної залежності між двома змінними. Парна регресія - це рівняння, що описує кореляційний зв'язок між парою змінних: залежною (результативною ознакою) та незалежною (факторною ознакою):

$$y = f(x).$$

Функція, що описує зв'язок, може бути як лінійною, так і нелінійною. Парна регресія, що описує лінійний зв'язок між двома змінними має вигляд:

$$y = a_0 + a_1x,$$

де y - залежна змінна (результативна ознака); x - незалежна змінна (факторна ознака), a_0, a_1 - параметри парної лінійної регресії.

Зважаючи на те, що будь-яку функцію багатьох змінних шляхом логарифмування або заміни змінних можна звести до лінійного вигляду, рівняння множинної регресії можна виразити у вигляді лінійної функції:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n$$

Рівень значущості, позначений як α , представляє собою визначену ймовірність помилкового прийняття рішення. Іншими словами, це ймовірність, при якій подія розглядається як практично неможлива. У статистиці найпоширеніший рівень значущості $\alpha = 0,05$. Це означає, що допускається не більше 5-відсоткової ймовірності помилки. Коли потрібно високу впевненість у достовірності отриманих результатів і надійності висновків, то рівень значущості встановлюють на рівні $\alpha = 0,01$. Інколи також використовується рівень значущості $\alpha = 0,1$. Для оцінки ступеня вірогідності відсутності відмінностей використовується показник, відомий як p -значення. У практичних завданнях прийнято вважати, що ймовірність прийняти нульову гіпотезу при рівні значущості рівному або менше 0,01 ($p \leq 0,01$) становить менше 1%, при рівні значущості рівному або менше 0,05 ($p \leq 0,05$) - менше 5%, а при рівні значущості рівному або менше 0,1 ($p \leq 0,1$) - менше 10%. Іншими словами, це

вказує на ймовірність зробити помилковий висновок, яка становить 1%, 5% або 10% відповідно до рівня значущості. Для побудови рівняння багатфакторної регресії скористаємось функцією аналізу даних MS Excel.

Вихідні дані для регресійного аналізу теплової енергії наведено в таблиці 3.7 та на рисунку 3.4 де:

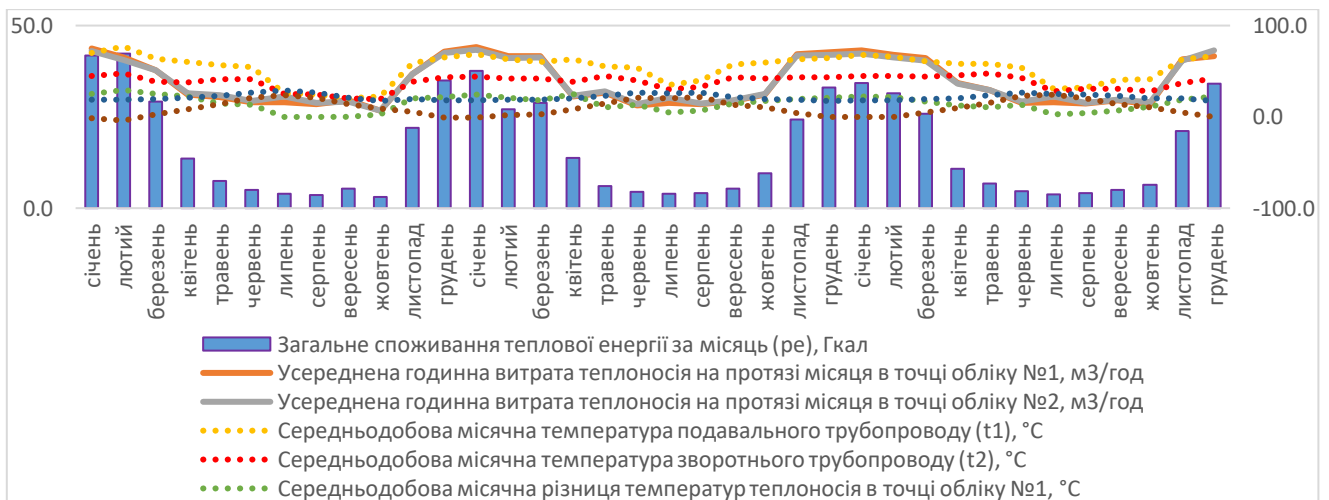
Загальне споживання теплової енергії за місяць - (pe) , Гкал; Усереднена годинна витрата теплоносія на протязі місяця в точці обліку № 1 та №2 – q №1 та q №2, м³/год; Середньодобова місячна температура подавального трубопроводу - t_1 , °C; Середньодобова місячна температура зворотнього трубопроводу - t_2 , °C; Середньодобова місячна різниця температур теплоносія в точці обліку - Δt №1, °C; Середньодобова місячна температура в будівлі - $t_{вн}$, °C; Середньодобова місячна температура зовнішнього повітря – $t_{зп}$, °C;

Таблиця 3.7 – Вихідні данні для регресійного аналізу теплової енергії за період з 2021 по 2023 рік

рік	Місяць	(pe), Гкал	q №1, м3/год	q №2, м3/год	(t1), °C	(t2), °C	Δt №1, °C	$t_{вн}$, °C	$t_{зп}$, °C
2021	січень	41,9	74,6	72,2	70,3	45,1	25,2	18,9	-1,8
	лютий	42,4	65,3	62,5	77,0	47,6	29,4	18,9	-4,0
	березень	29,1	51,3	51,4	63,4	38,5	24,9	19,5	2,9
	квітень	13,5	24,7	26,0	60,2	37,8	22,5	20,7	8,2
	травень	7,5	21,9	23,5	56,4	41,5	14,9	22,8	14,2
	червень	5,0	16,1	17,6	54,8	41,6	13,2	26,8	20,8
	липень	4,0	16,2	22,3	25,5	25,4	0,2	28,9	24,0
	серпень	3,6	13,8	15,2	24,2	24,1	0,1	26,3	21,1
	вересень	5,3	18,2	16,6	20,3	20,3	0,0	20,8	13,9
	жовтень	3,1	6,8	6,8	22,1	19,3	2,7	17,5	8,7
	листопад	22,0	46,6	47,1	59,1	38,5	20,5	19,4	5,5
	грудень	35,0	71,5	69,7	64,9	43,2	21,7	18,3	-0,6
2022	січень	37,6	76,4	73,5	68,9	44,2	24,7	18,1	-0,9
	лютий	27,1	66,5	64,6	63,2	41,9	21,2	19,1	2,2
	березень	28,9	66,5	65,3	60,1	41,9	18,2	19,0	2,6
	квітень	13,8	22,0	23,0	63,2	38,1	25,1	19,9	8,0
	травень	6,0	26,3	28,1	55,2	44,9	10,3	22,8	14,3

Продовження таблиці 3.7

	червень	4,5	12,6	13,6	53,5	40,1	13,4	26,8	20,8
	липень	3,9	15,2	20,8	35,0	30,4	4,6	25,9	20,5
	серпень	4,0	13,7	14,9	40,2	33,1	7,1	26,4	21,7
	вересень	5,3	17,1	18,4	57,7	43,3	14,4	21,7	13,2
	жовтень	9,5	24,4	25,3	59,2	42,1	17,1	19,6	10,5
	листопад	24,2	68,6	67,2	63,0	43,2	19,9	18,5	3,9
	грудень	33,1	70,9	68,1	64,4	43,3	21,1	17,6	-0,2
2023	січень	34,2	72,9	69,6	67,6	45,0	22,6	18,1	0,1
	лютий	31,4	68,2	64,9	66,1	44,7	21,4	18,4	0,1
	березень	25,9	64,6	61,9	60,7	43,7	16,9	19,8	4,9
	квітень	10,8	36,8	36,3	57,9	45,7	12,2	20,2	9,5
	травень	6,8	29,5	29,6	57,8	47,6	10,3	23,6	15,5
	червень	4,6	15,6	17,0	53,8	42,6	13,0	26,5	22,7
	липень	3,7	16,2	22,0	30,5	27,8	2,5	25,4	24,3
	серпень	4,2	14,6	15,3	32,2	30,8	3,9	24,4	20,0
	вересень	4,9	17,9	19,2	40,2	30,9	7,0	23,3	14,1
	жовтень	6,3	14,1	15,9	40,9	28,2	10,8	20,2	10,3
	листопад	21,2	63,2	61,7	63,0	37,3	18,8	20,0	4,6
	грудень	34,0	66,5	73,0	66,5	41,8	22,5	17,3	-0,4



Рисунки 3.4 – Динаміка зміни чинників, що впливають на енергоспоживання (теплова енергія) багатоквартирного житлового будинку

У додатку А наведено результати регресійного аналізу по тепловій енергії за три роки. В результаті регресійного аналізу отримано рівняння регресії для теплової енергії:

$$Y = -15,45 + X_1 * 0,31 + X_2 * (-1,2) + X_3 * 0,92 + \\ + X_4 * 1,5 + X_5 * 1,8 + X_6 * (-1,2)$$

Розрахункові значення та порівняння з фактичними значеннями наведено у додатку Б. На рисунку 3.5 наведено графічне зображення споживання теплової енергії.

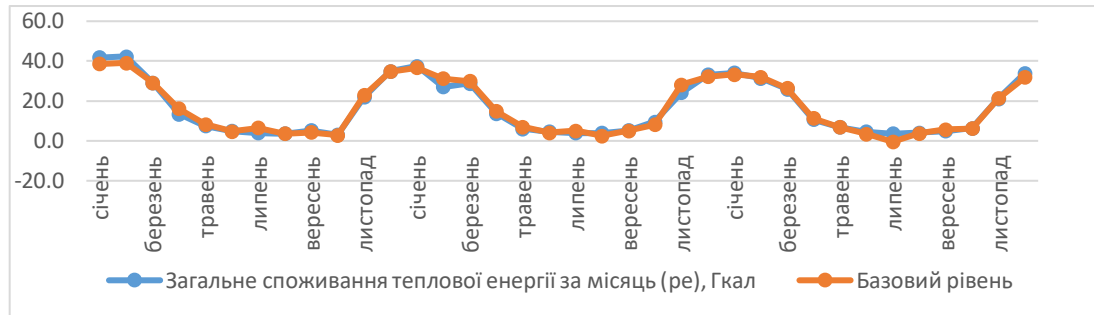


Рисунок 3.5 – Базові та фактичні значення по споживанню теплової енергії

З даного графіку видно що споживання періодичний характер. Для кожного року кривизна графіка дуже схожа. Найбільше споживання припадає на зимній період, а найменше на літній.

Вихідні дані для регресійного аналізу холодної води наведено в таблиці 3.8 та на рисунку 3.6

Таблиця 3.8 – Вихідні данні для регресійного аналізу холодної води

рік	Місяць	Загальне споживання за місяць холодної води (CW0), м ³	Середньодобова місячна температура подачі холодної води (B1), °C
2021	січень	387,0	11,1
	лютий	375,7	10,9
	березень	408,3	10,3
	квітень	392,3	13,5
	травень	377,2	17,9
	червень	276,6	22,8
	липень	255,4	24,8
	серпень	257,2	23,8
	вересень	241,5	18,8

Продовження таблиці 3.8

	жовтень	229,3	13,7
	листопад	396,6	15,3
	грудень	417,8	13,0
2022	січень	439,7	11,2
	лютий	387,4	10,7
	березень	317,7	11,9
	квітень	250,3	14,3
	травень	222,7	18,6
	червень	273,5	22,6
	липень	256,9	23,1
	серпень	239,0	23,7
	вересень	251,3	21,7
	жовтень	253,8	18,2
	листопад	219,9	16,1
	грудень	243,4	13,1
2023	січень	243,3	12,8
	лютий	243,7	12,4
	березень	254,5	13,1
	квітень	243,0	15,7
	травень	263,5	19,5
	червень	257,9	23,4
	липень	279,8	21,9
	серпень	265,8	23,8
	вересень	268,7	20,8
	жовтень	264,1	16,8
	листопад	297,9	14,5
	грудень	318,7	12,7

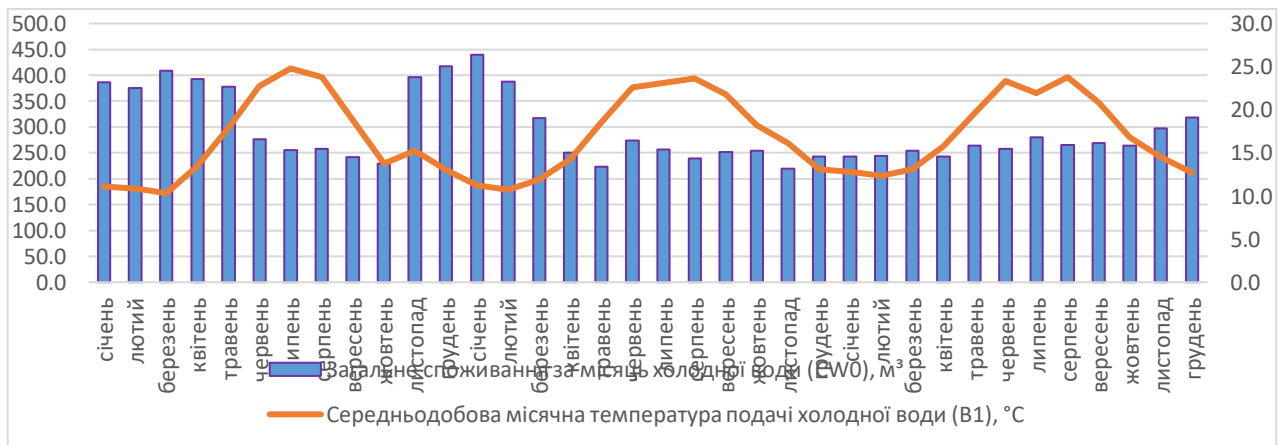


Рисунок 3.6 – Динаміка зміни чинників, що впливають на енергоспоживання (холодна вода) багатоквартирного житлового будинку

Далі проведемо аналогічні розрахунки для холодної та гарячої води. Проміжні результати наведені у додатках А та Б.

В результаті регресійного аналізу отримано рівняння регресії для теплової енергії:

$$Y = 416,39 + X1 * (-7,26)$$

На рисунку 3.7 наведено графічне зображення споживання холодної води.

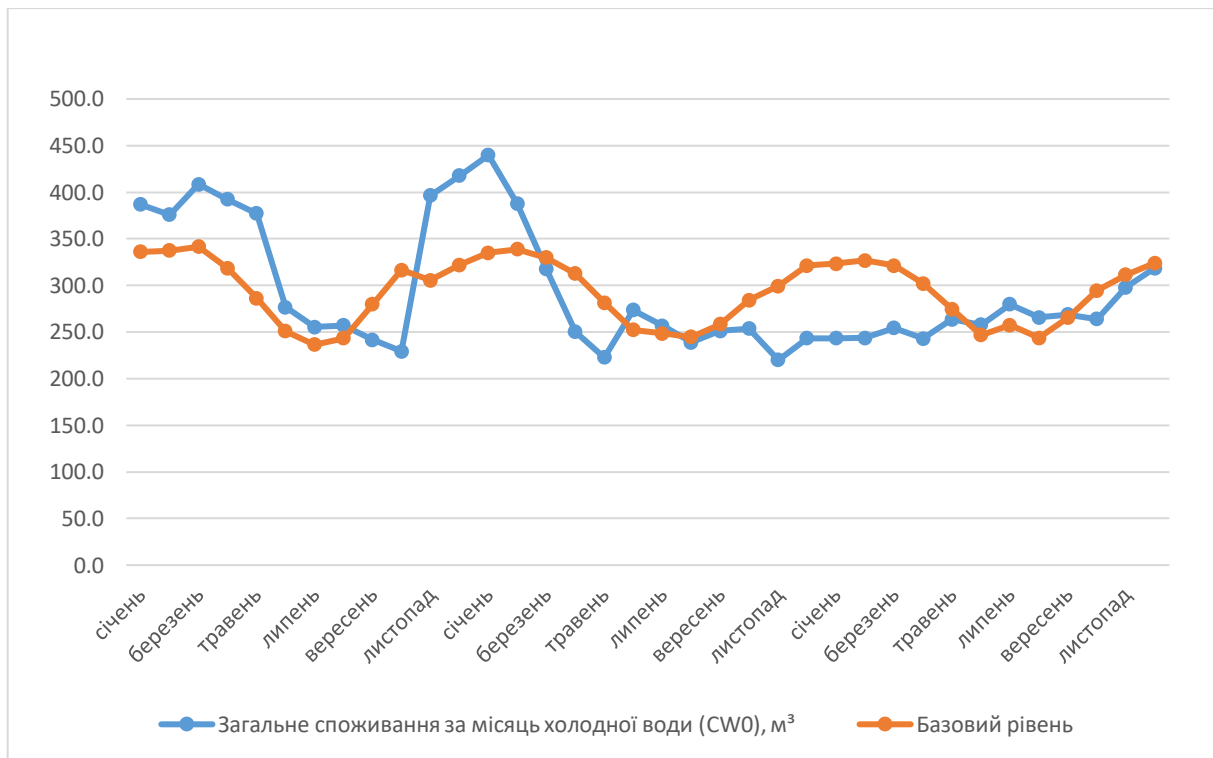


Рисунок 3.7 – Базові та фактичні значення по споживанню холодної води

Фактичний графік споживання холодної води має не зовсім періодичний характер. В одні роки він періодичний, в інші прямолінійний. Проте дивлячись на базову лінію можна сказати що найменше споживання припадає на липень - вересень. Найбільше - січень – березень.

Вихідні дані для гарячої води наведені у таблиці 3.9 та на рисунку 3.8 за період з 2021 по 2023.

Таблиця 3.9 – Вихідні данні для регресійного аналізу гарячої води

рік	Місяць	Загальне споживання за місяць гарячої води	Середньодобо ва місячна температура подачі гарячої води	Середньодобо ва місячна температура гарячої води в контурі	Середньодобо ва місячна температура подавального трубопроводу гарячої воли	Середньодобо ва місячна температура зворотнього трубопроводу гарячої води
2021	січень	139,6	47,3	36,4	43,6	36,0
	лютий	135,0	47,6	36,5	46,4	37,7
	березень	138,5	47,2	36,2	36,2	31,4
	квітень	130,5	47,0	36,6	28,6	26,8
	травень	116,8	47,1	37,5	27,3	26,8
	червень	47,8	46,3	38,1	29,7	29,3
	липень	24,3	25,2	25,1	25,3	25,4
	серпень	21,1	23,9	23,8	24,0	24,0
	вересень	53,7	19,5	19,8	20,0	20,1
	жовтень	79,1	19,4	18,6	18,3	17,9
	листопад	91,2	47,1	37,3	33,8	30,1
	грудень	103,9	47,5	37,2	40,8	34,5
2022	січень	117,9	47,5	36,9	41,7	35,0
	лютий	97,1	47,5	37,0	37,3	32,3
	березень	67,2	47,4	36,8	35,4	30,8
	квітень	62,4	47,6	37,1	31,5	28,0
	травень	64,6	47,6	37,7	28,0	27,1
	червень	51,5	44,0	36,5	29,4	28,7
	липень	22,9	31,1	28,5	26,2	26,0
	серпень	20,1	35,2	31,0	27,0	26,7
	вересень	58,7	47,7	37,5	29,2	28,6
	жовтень	81,4	47,6	36,6	28,9	27,7
	листопад	71,9	47,7	35,3	38,8	32,7
	грудень	83,1	47,3	37,1	40,4	32,7
2023	січень	85,1	48,9	40,6	40,7	33,1
	лютий	85,4	49,0	40,7	39,9	33,8
	березень	88,8	48,4	40,6	34,9	31,0
	квітень	73,5	47,7	39,8	28,4	27,4
	травень	73,5	48,4	40,7	28,8	28,3
	червень	52,3	49,1	38,3	27,9	27,6
	липень	25,3	29,1	28,4	24,4	23,7
	серпень	19,8	30,1	24,8	24,8	25,4
	вересень	58,4	34,2	26,1	26,2	24,4
	жовтень	80,9	31,7	27,4	25,9	23,8
	листопад	87,8	43,7	38,6	36,7	33,1
	грудень	90,9	47,7	36,7	37,5	32,2

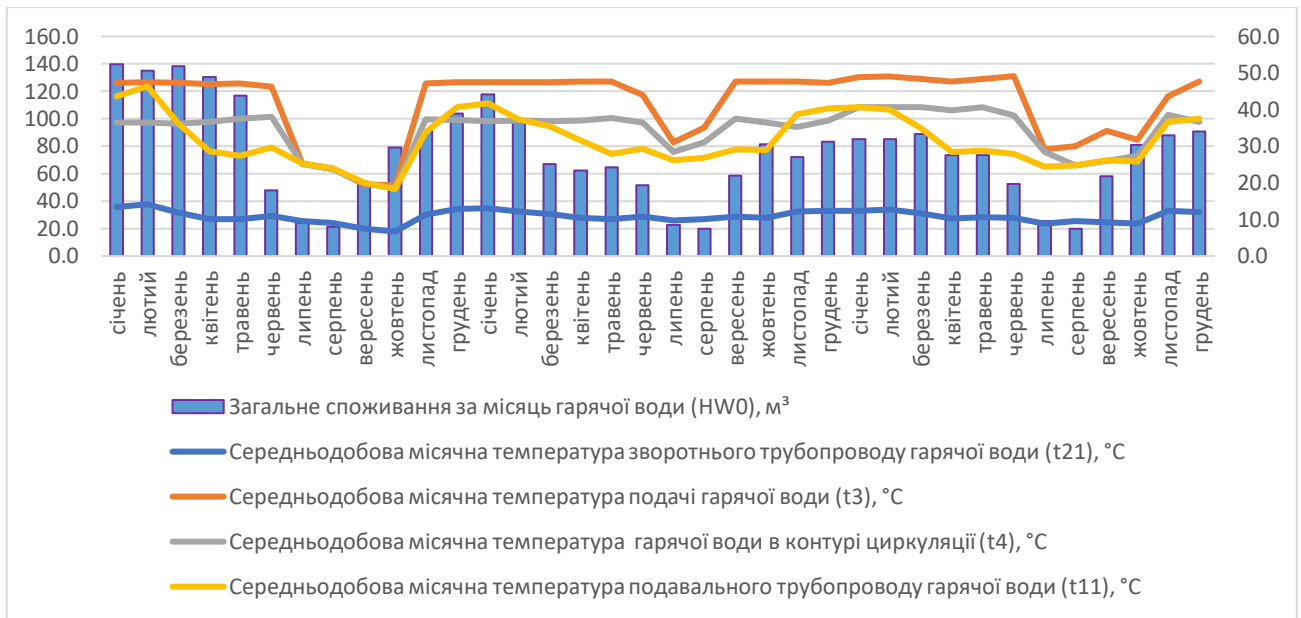


Рисунок 3.8 – Динаміка зміни чинників, що впливають на енергоспоживання (ГВП) багатоквартирного житлового будинку

В результаті регресійного аналізу отримано рівняння регресії для теплової енергії:

$$Y = 82,05 + X1 * 1,88 + X2 * 9,9 + X3 * (-13,9)$$

Проміжні результати наведені у додатках А та Б. На рисунку 3.9 зображені базові та фактичні значення споживання гарячої води

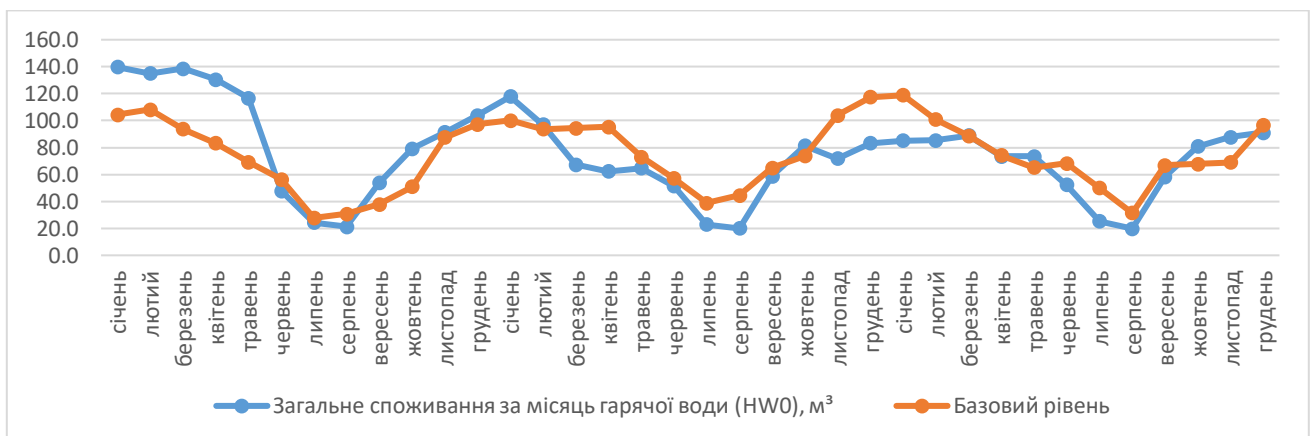


Рисунок 3.9 – Базові та фактичні значення по споживанню гарячої води

З даного графіку видно що споживання гарячої води має більш короткий період малого використання порівнянно з споживанням тепла. Для кожного року кривизна графіка дуже схожа. Найбільше споживання припадає на зимній період, а найменше на літній.

3.4 Кореляційний аналіз залежності споживання від дня тижня

Для проведення кореляційного аналізу залежності споживання теплової енергії на опалення, а також холодної та гарячої води в залежності від дня тижня спочатку виділимо в кожному місяці робочі дні і вихідні. Вихідні дані для кореляційного аналізу енергоспоживання наведено у таблиці 3.10

Таблиця 3.10 – Вихідні дані по енергоспоживанню

Дата	День	Загальне споживання теплової енергії за місяць (ре), Гкал	Загальне споживання за місяць холодної води (CW0), м³	Загальне споживання за місяць гарячої води (HW0), м³
01 01 21	Робочий	0,746	8,7	3,1
04 01 21	Робочий	1,090	14,5	4,9
05 01 21	Робочий	1,282	13,5	4,5
06 01 21	Робочий	1,202	15,1	4,5
07 01 21	Робочий	1,021	8,6	3,2
08 01 21	Робочий	1,076	9,5	3,2
11 01 21	Робочий	1,247	15	4,5
12 01 21	Робочий	1,214	11,8	4,8
13 01 21	Робочий	1,320	14,7	4,2
...	...	...	...	...
23 05 23	Робочий	0,199	9	2,3
24 05 23	Робочий	0,201	8,9	2,4
25 05 23	Робочий	0,186	9,1	2,5
26 05 23	Робочий	0,184	9,4	2,1
29 05 23	Робочий	0,179	8,5	1,9
30 05 23	Робочий	0,081	3,1	1
31 05 23	Робочий	0,179	8,5	1,9

Далі по кожному місяцю треба визначити середнє значення по енергоспоживанню за місяць. Середні значення наведені у додатку В. Потім віднімемо від фактичних значень по кожному дню середнє значення за відповідний місяць. Отримане значення буде як відхилення від середнього значення. Його треба поділити на середнє значення у відповідний місяць і перевести у відсотки. Розрахунки наведено у таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 – Проміжний етап кореляції для робочих днів

Дата	День	Загальне споживання теплової енергії за місяць (ре), Гкал	Загальне споживання за місяць холодної води (CW0), м³	Загальне споживання за місяць гарячої води (HW0), м³
01 01 21	Робочий	-44%	-32%	-31%
04 01 21	Робочий	-19%	13%	9%
05 01 21	Робочий	-5%	5%	1%
06 01 21	Робочий	-11%	18%	1%
07 01 21	Робочий	-24%	-33%	-29%
08 01 21	Робочий	-20%	-26%	-29%
...	...	...	...	...
29 05 23	Робочий	-18%	0%	-19%
30 05 23	Робочий	-63%	-64%	-57%
31 05 23	Робочий	-18%	0%	-19%

За отриманими значеннями зробимо кореляційний аналіз (табл. 3.12).

Таблиця 3.12 – Кореляційний аналіз для робочих днів

Загальне споживання теплової енергії за місяць (ре), Гкал	Загальне споживання за місяць холодної води (CW0), м³	Загальне споживання за місяць гарячої води (HW0), м³
0,404	0,562	0,360

Проведемо аналогічні розрахунки для вихідних днів. Дані для кореляційного аналізу енергоспоживання наведено у таблиці 3.13.

Таблиця 3.13 – Дані по енергоспоживанню для вихідних днів

Дата	День	Загальне споживання теплової енергії за місяць (ре), Гкал	Загальне споживання за місяць холодної води (CW0), м³	Загальне споживання за місяць гарячої води (HW0), м³
02 01 21	Вихідний	0,97896	9,7	3,7
03 01 21	Вихідний	1,14273	11	4,4
09 01 21	Вихідний	1,15296	11,6	3,9
...	...	...	...	...
27 05 23	Вихідний	0,18652	7,5	2,2
28 05 23	Вихідний	0,19586	9,1	2,5

Середні значення по вихідним дням наведені у додатку В.

Потім віднімемо від фактичних значень по кожному дню середнє значення за відповідний місяць. Отримане значення буде як відхилення від середнього значення. Його треба поділити на середнє значення у відповідний місяць і перевести у відсотки. У таблиці 3.14 наведені проміжні розрахунки.

Таблиця 3.14 – Проміжний етап кореляції для вихідних днів

Дата	День	Загальне споживання теплової енергії за місяць (ре), Гкал	Загальне споживання за місяць холодної води (CW0), м³	Загальне споживання за місяць гарячої води (HW0), м³
02 01 21	Вихідний	-28%	-17%	-19%
03 01 21	Вихідний	-16%	-6%	-4%
09 01 21	Вихідний	-15%	-1%	-15%
10 01 21	Вихідний	-14%	-4%	1%
16 01 21	Вихідний	41%	1%	-4%
17 01 21	Вихідний	48%	1%	14%
...	...	...	...	...
21 05 23	Вихідний	-2%	-1%	2%
27 05 23	Вихідний	-17%	-11%	-11%
28 05 23	Вихідний	-13%	8%	2%

За отриманими значеннями зробимо кореляційний аналіз (табл. 3.15).

Таблиця 3.15 – Кореляційний аналіз для вихідних днів

Загальне споживання теплової енергії за місяць (pe), Гкал	Загальне споживання за місяць холодної води (CW0), м³	Загальне споживання за місяць гарячої води (HW0), м³
0,366	0,580	0,351

При збільшені розбросу споживання порівняно з середньомісячним значенням пропорційно збільшується споживання.

Порівнюємо результати за робочі та вихідні дні у таблиці 3.16.

Таблиця 3.16 – Результати кореляційного аналізу

Кореляція.робочі дні		
(pe)	(CW0)	(HW0)
0,404	0,562	0,360
Кореляція.вихідні дні		
(pe)	(CW0)	(HW0)
0,366	0,580	0,351

У робочі та вихідні дні присутня (середня) кореляція, але в вихідні дні маємо незначне зменшення кореляції (окрім води).

Висновки до розділу

1. Проведено регресійний аналіз енергоспоживання для ОСББ «Мотор» та побудовано базові та фактичні графіки споживання для подальшого аналізу. Після проведення аналізу отриманих графіків споживання теплової енергії можливо зробити висновок, що споживання має періодичний характер, а для кожного року кривизна графіка схожа. Також можливо зазначити, що найбільше споживання припадає на зимній період, а найменше на літній, але графік споживання холодної води має неперіодичний характер змінюючись по роках. Згідно отриманої базової лінії можливо сказати, що найменше споживання припадає на липень – вересень, а найбільше - січень – березень. З графіку споживання гарячої води видно що споживання гарячої води має більш короткий період малого використання порівняно з споживанням тепла, також для кожного року кривизна графіка дуже схожа. Найбільше споживання припадає на зимній період, а найменше на літній.

2. Проведено кореляційний аналіз залежності споживання теплової енергії на опалення, а також холодної та гарячої води в залежності від дня тижня. У робочі та вихідні дні присутня (середня) кореляція, але в вихідні дні маємо незначне зменшення кореляції (окрім води).

РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ «ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГОМОНІТОРИНГУ В ОСББ «МОТОР»

4.1 Етапи розроблення стартап-проекту

Стартап-проект - це нова компанія чи бізнес-ініціатива, яка розпочинає свою діяльність з метою швидкого зростання та досягнення високих обсягів прибутку. Стартапи часто виникають у сферах інновацій, технологій, інтернет-бізнесу та інших галузях, де є потреба в новаторських ідеях та рішеннях.

Стартап-проект, спрямований на впровадження системи енергетичного моніторингу в ОСББ. Метою проекту є забезпечення ефективного контролю над споживанням енергії в багатоквартирних будинках, зокрема підвищення енергоефективності та зменшення витрат на комунальні послуги для мешканців. Також кожному надається можливість індивідуального моніторингу споживання електроенергії, тепла та води. Мешканці отримують доступ до персональних облікових записів, де можуть відстежувати свої витрати та приймати інформовані рішення щодо їх оптимізації.

Адміністрація ОСББ отримує централізований доступ до загальних даних про споживання енергії в будинку. Це дозволяє ефективно впроваджувати стратегії зменшення витрат та сприяти загальному зменшенню комунальних платежів. Платформа автоматично надсилає мешканцям та адміністрації сповіщення щодо аномалій у споживанні, а також надає рекомендації щодо оптимізації енергопотреб. Це допомагає уникнути втрат та зайвих витрат. Можливість інтегрування зі смарт-технологіями для автоматизації систем управління освітленням, опаленням та іншими аспектами життя в будинку. Це дозволяє не лише економити енергію, але й підвищувати комфорт для мешканців. Етапи розроблення стартап-проекту наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Етапи розроблення стартап-проекту

1. Маркетинговий аналіз стартап-проекту:	– Дослідження ринку: Оцінка ринкового потенціалу та визначення цільової аудиторії. – Конкурентоспроможність: Аналіз конкурентів, їх слабких і сильних сторін, ідентифікація унікальних продажів вашого продукту. – Сегментація ринку: Розподіл ринку на сегменти з метою кращого визначення потреб споживачів. – Маркетингова стратегія: Розробка стратегій просування та залучення клієнтів. – SWOT-аналіз: Визначення сильних і слабких сторін, можливостей і загроз для вашого стартапу.
2. Організація стартап-проекту:	– Правовий статус: Визначення правового формату вашої компанії (ТОВ, ФОП, тощо). – Структура управління: Визначення організаційної структури та ролей ключових учасників. – Команда: Формування і найм персоналу, зокрема, ключового керівництва. – Локація та інфраструктура: Вибір місця для офісу, фабрики, лабораторії і т. д.
3. Фінансово-економічний аналіз та оцінка ризиків проекту:	– Бюджет: Розробка фінансового плану, включаючи витрати на розробку, маркетинг, зарплати, обладнання та інше. – Прогноз прибутку: Оцінка прибутковості проекту в перспективі. – Оцінка ризиків: Аналіз можливих ризиків, їх ймовірності та впливу на проект. – Стратегії управління ризиками: Визначення кроків для мінімізації впливу ризиків.
4. Заходи з комерціалізації проекту:	– Цінова політика: Визначення стратегії ціноутворення для продукту чи послуги. – Маркетинг та реклама: Розробка плану маркетингу та реклами для залучення клієнтів. – Співпраця та партнерства: Розгляд можливостей співпраці з іншими компаніями та формування партнерських відносин. – Стратегії продажу: Визначення каналів продажу та стратегій продажу вашого продукту. – Ці етапи допоможуть вам структурувати процес розробки та впровадження вашого стартапу, забезпечуючи більшу ймовірність успіху на ринку.

4.2 Опис ідеї проекту та визначення загального напрямку використання

Система моніторингу енергоспоживання в ОСББ повинна виконувати ряд ключових завдань, спрямованих на оптимізацію енергоефективності, економію ресурсів та створення комфортних умов для мешканців. Основні завдання системи моніторингу енергоспоживання в ОСББ включають:

1. Індивідуальний облік споживання:

- Підрахунок споживаної електроенергії, газу, води тощо для кожної квартири.
- Надання мешканцям доступу до індивідуальної інформації про їх споживання.
- Стимулювання ефективного використання ресурсів через індивідуальне відображення витрат.

2. Груповий моніторинг:

- Агрегований облік споживання для загальних зон (ліфти, освітлення, обслуговуючі приміщення).
- Можливість спільного контролю за витратами та управління загальними ресурсами.
- Моніторинг та аналіз витрат енергії для розробки оптимізаційних стратегій.

3. Попередження про витоки енергії та неполадки:

- Автоматичне виявлення аномалій та невідповідностей у системі споживання.
- Система сповіщення та повідомлення про виявлені проблеми.
- Моніторинг ефективності обладнання та вчасна реакція на його несправність.

4. Оптимізація споживання:

- Надання рекомендацій щодо оптимізації споживання енергії.

- Використання аналітики для виявлення областей, де можливі витрати можна зменшити.

- Сприяння впровадженню енергозберігаючих технологій та практик.

5. Відкриття для зонування:

- Можливість визначення окремих зон для диференційованого підходу до контролю ресурсів.

- Створення програм з енергозбереження, призначених для конкретних частин будинку чи певних груп мешканців.

- Забезпечення мешканців можливістю активного участі в програмах з енергозбереження.

6. Система взаємодії та звітності:

- Можливість обміну даними з іншими системами управління будинком (будівельним управлінням, системами безпеки).

- Надання регулярних звітів мешканцям та управлінцям ОСББ.

- Забезпечення доступу до інтерфейсу для керування системою через різні пристрої (комп'ютери, смартфони).

Ці завдання спрямовані на підвищення енергоефективності та створення умов для більш комфортного та економічного проживання мешканців ОСББ.

Структура системи енергетичного моніторингу для житлової будівлі повинна бути комплексною та враховувати різноманітні аспекти енергоспоживання та управління ресурсами. Нижче подано основні компоненти, які можуть входити до складу такої системи:

1. Датчики та Засоби Вимірювання:

- Електроенергія: Датчики для вимірювання споживаної електроенергії в кожній квартирі та загальних зонах.

- Вода та газ: Датчики рівня споживання води та газу для кожної одиниці житлової будівлі.

- Тепло та Холод: Системи вимірювання теплової та холодильної енергії для централізованих систем опалення та кондиціонування.

2. Інтерфейс з Користувачем:

- Мобільний додаток: Забезпечення зручного інтерфейсу для мешканців для перегляду своїх витрат та налаштування параметрів.

- Панель Управління: Інтерфейс для управлінців ОСББ для здійснення агрегованого моніторингу та адміністрування системи.

3. Центральний Контроль та Обробка Даних:

- Хмарне Зберігання: Забезпечення безпечного та доступного зберігання даних про споживання енергії та інші важливі параметри.

- Аналітичні Інструменти: Системи аналізу даних для виявлення тенденцій, попередження про неполадки та рекомендацій щодо оптимізації споживання.

4. Система Сповіщення та Керування:

- Повідомлення та Сповіщення: Автоматизована система сповіщення для мешканців та управлінців про можливі витoki, перевищення норм та інші проблеми.

- Дистанційне Керування: Забезпечення можливості дистанційного керування загальними зонами та системами енергозабезпечення.

5. Системи Захисту та Кібербезпеки:

- Шифрування Даних: Захист даних від несанкціонованого доступу.

- Захист від Кібератак: Системи, що захищають систему від кібератак та витоків інформації.

6. Модулі Оптимізації та Управління:

- Системи Управління Опаленням: Автоматичне регулювання систем опалення та кондиціонування відповідно до потреб.

- Розумні Термостати та Вимикачі: Використання розумних пристроїв для оптимізації та зменшення споживання енергії.

7. Системи Звітності та Аналітики:

- Створення Звіттів: Системи, що автоматично генерують звіти та аналізують ефективність енергоспоживання.

- Порівняльний Аналіз: Порівняння показників споживання з іншими періодами та аналогічними будинками.

Ця структура забезпечить повністю функціональну та інтегровану систему енергетичного моніторингу для житлової будівлі, спрямовану на раціональне та ефективне використання енергоресурсів.

Зміст ідеї проекту наведений у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Зміст ідеї проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Розробка системи енергетичного моніторингу ОСББ	В науковій та муніципальній діяльності.	Користувачі можуть ефективно контролювати та зменшувати свої комунальні витрати, враховуючи рекомендації системи щодо оптимального споживання енергії.
		Користувачі можуть відстежувати своє енергоспоживання через мобільні додатки або веб-інтерфейс, що робить процес моніторингу зручним та легким.
		Активне участь у зменшенні енерговитрат сприяє зниженню викидів парникових газів та впливає на поліпшення стану навколишнього середовища.
		Впровадження такої системи може залучити члени ОСББ до спільного вирішення проблем та досягнення загальних цілей з енергоефективності.

Зазначимо переваги та недоліки стартап проекту енергомоніторингу для ОСББ в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Переваги та недоліки проекту

Переваги для Користувачів:	Недоліки в Реалізації та Впровадженні:
Економія грошей за рахунок ефективного управління енергією.	Високі витрати на впровадження системи.
Зручний доступ та контроль над енергоспоживанням через інтерфейс.	Труднощі при взаємодії з існуючими інфраструктурними системами.
Підвищення свідомості та відповідальності щодо енергії.	Недоліки в Захисті та Конфіденційності:
Сприяння сталому розвитку та екологічна відповідальність.	Можливість порушення конфіденційності даних щодо енергоспоживання.
Переваги в Управлінні Проектом:	Недоліки в Масштабованості та Розширенні:
Чітке визначення завдань та ресурсів на кожному етапі.	Потреба в системному оновленні для розширення функціональності.
Ефективна комунікація та взаємодія між учасниками проекту.	Можливість труднощів при інтеграції з іншими системами та платформами.

Ця таблиця відображає баланс між позитивними та від'ємними аспектами проекту. Визначення цих факторів допоможе в управлінні ризиками та плануванні стратегій для максимізації переваг та мінімізації недоліків у реалізації системи енергетичного моніторингу в ОСББ.

4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Оцінюючи ринок, на якому функціонує наш проект, можна зауважити, що конкуренція обмежена, проте спостерігається швидке зростання попиту на продукцію даного напрямку. В таблиці 4.4 проведено аналіз попиту потенційного ринку стартап-проекту. На даному етапі визначено ринкові можливості, які

можуть бути використані під час ринкового впровадження проекту, та ринкових загроз, що можуть перешкодити реалізації проекту

Таблиця 4.4 – Характеристика потенційного ринку стартап-проекту

Характеристика	Опис
Цільова аудиторія:	Власники та мешканці багатоквартирних будинків, ОСББ, управителі житлових кооперативів.
Розмір ринку:	Потенційно значний, оскільки включає всі багатоквартирні будинки та ОСББ в містах та населених пунктах.
Тенденції ринку:	Зростання попиту на рішення для енергоефективного управління та зменшення комунальних витрат. Збільшення інтересу до сталого розвитку та зменшення впливу на довкілля.
Потенційні партнери:	Енергетичні компанії, постачальники технологій Інтернету речей (IoT), організації, що працюють у сфері сталого розвитку.
Маркетингові стратегії:	Кампанії з освіти щодо переваг енергоефективності. Реклама в житлових об'єктах, в онлайн-середовищах та у спеціалізованих заходах. Партнерства та акції з постачальниками послуг.

Характеристика та опис потенційних клієнтів стартап-проекту наведена в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Потенційні клієнти стартап-проекту

Тип Клієнта	Опис
Організації співвласників багатоквартирних будинків (ОСББ)	Клієнти в цьому сегменті включають організації, що керують багатоквартирними будинками. Проект може надати їм ефективний інструмент для моніторингу та управління енергоспоживанням в будівлях.
Приватні власники будинків та квартир	Цей сегмент включає приватних осіб, які мають власні будинки чи квартири і зацікавлені в зменшенні витрат на комунальні послуги та підвищенні енергоефективності.
Енергетичні компанії	Компанії, що займаються виробництвом та постачанням енергії, можуть бути зацікавлені в інтеграції систем моніторингу енергоспоживання для покращення ефективності енергозабезпечення.
Спеціалізовані організації з енергоефективності	Організації, які фокусуються на розробці та впровадженні рішень для підвищення енергоефективності, можуть бачити цей проект як важливий компонент своїх послуг для клієнтів.

Ця таблиця ідентифікує різні групи клієнтів, які можуть зацікавитися продуктом чи послугою стартап-проекту. Кожна з цих груп має свої унікальні потреби та очікування від системи енергетичного моніторингу, і це дозволяє визначити стратегії залучення та обслуговування кожної категорії клієнтів. В таблиці 4.6 перераховані фактори загроз впровадження проекту.

Таблиця 4.6 – Фактори загроз впровадження енергомоніторингу в ОСББ

Фактор Загроз	Опис
Низька технічна грамотність:	Можливі труднощі в реалізації системи енергомоніторингу через відсутність технічного розуміння членів ОСББ або обмежених ресурсів для навчання.
Фінансові Обмеження:	Високі витрати на впровадження системи можуть стати бар'єром для ОСББ з обмеженими бюджетами.
Труднощі з інтеграцією:	Можливі проблеми при інтеграції нової системи з існуючими технічними рішеннями в будинках ОСББ.
Недостатня Мотивація для Змін:	Відсутність чіткої мотивації для членів ОСББ впроваджувати енергомоніторинг через відчуття, що вони не отримають конкретних вигод.

Фактори можливостей впровадження проекту перераховані в таблиці 4.7

Таблиця 4.7 – Фактори можливостей

Фактор можливостей	Опис
Економія витрат на комунальні послуги:	Здійснення ефективного контролю над енергоспоживанням дозволяє ОСББ зменшити свої комунальні витрати та зекономити гроші.
Екологічні вигоди:	Зменшення загального енергоспоживання призводить до зменшення викидів парникових газів та покращення стану довкілля.
Підвищення рівня енергоефективності:	Активне участь у зменшенні енерговитрат сприяє підвищенню енергоефективності та енергозбереженню в ОСББ.

SWOT-аналіз дозволяє виділити внутрішні сильні та слабкі сторони проекту, а також зовнішні можливості та загрози, що допомагає у формуванні стратегій для максимізації переваг та мінімізації недоліків при впровадженні системи енергомоніторингу в ОСББ. В таблиці 4.8 представлено SWOT-аналіз впровадження проекту.

Таблиця 4.8 – SWOT-аналіз впровадження проекту.

S (сильні сторони)	W (слабкі сторони)
Технологічна інноваційність продукту.	Високі витрати на впровадження.
Економічні вигоди для ОСББ та мешканців.	Низька технічна грамотність в ОСББ.
Висока ефективність в управлінні енергоспоживанням.	Труднощі з інтеграцією з існуючою інфраструктурою.
Здатність виявляти та усувати технічні проблеми.	Фінансові обмеження у багатьох ОСББ
Відсутність сильної конкуренції на ринку	Потреба у ретельному навчанні користувачів.
О (можливості)	Т (загрози)
Збільшення попиту на енергоефективні технології.	Зміни в економічній ситуації та фінансові ризики.
Розвиток партнерств з енергетичними компаніями.	Конкуренція від інших технологічних рішень.
Використання інноваційних технологій в сфері енергомоніторингу.	Технічні труднощі та можливі збої в роботі системи.
Зацікавленість енергетичних компаній в підтримці енергоефективних ініціатив.	Репутаційні ризики через можливі неполадки в системі.

4.4 Розроблення ринкової та маркетингової стратегії проекту

Мета маркетингової стратегії проекту полягає в тому, щоб позиціонувати проект як надійний і доступний варіант для ОСББ, які хочуть заощадити на

енергопостачанні. Проект буде позиціонуватися як надійний і доступний варіант для ОСББ, які хочуть заощадити на енергопостачанні. Опис цільових груп потенційних споживачів представлено в таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

Цільові групи потенційних клієнтів	Орієнтований попит в межах цільової групи	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу в сегмент
Організації Співвласників Багатоквартирних Будинків (ОСББ):	Великий попит	Середня, оскільки існують інші рішення для ОСББ, але попит стабільний.	Середня, вимагає взаємодії з управлінням ОСББ та розробки інтеграцій з їхніми системами.
Приватні Власники Будинків та Квартир:	Високий попит	Висока, оскільки це широкий ринок із багатьма різними рішеннями.	Висока, вимагає великих маркетингових зусиль та обізнаності в технічних аспектах.
Енергетичні Компанії та Постачальники:	Помірний попит	Висока, багато конкуренції в цьому сегменті.	Низька, оскільки потрібна висока експертиза та великі фінансові ресурси.

Розробка ринкової та маркетингової стратегії проекту енергомоніторингу в ОСББ (Об'єднання співвласників багатоквартирних будинків) є ключовим етапом для успішної реалізації і впровадження системи енергомоніторингу в даному контексті. Реалізація всіх етапів допоможе створити ефективну та конкурентоспроможну стратегію для проекту енергомоніторингу в ОСББ.

Розробка ринкової та маркетингової стратегії для проекту енергомоніторингу в ОСББ

1. Аналіз ринку:

- Сегментація ринку: Визначення різних сегментів ОСББ за розміром, рівнем споживання енергії, регіоном тощо.

- Аналіз потреб: Розуміння основних потреб та вимог ОСББ щодо енергоефективності та енергозбереження.

2. Конкурентний аналіз:

- Визначення конкурентів: Аналіз існуючих рішень енергомоніторингу на ринку.

- Сильні та слабкі сторони конкурентів: Виявлення переваг та недоліків конкурентів.

3. Унікальна пропозиція цінності (УПЦ):

- Визначення УПЦ: Як система енергомоніторингу в ОСББ може вирішити унікальні проблеми та надати значну користь.

- Формулювання ключових переваг: Чому ОСББ повинні обрати саме цю систему енергомоніторингу.

4. Маркетингова стратегія:

- Позиціонування на ринку: Визначення позиціонування вашого продукту в уявленні ОСББ.

- Стратегія ціноутворення: Встановлення конкурентоспроможних та привабливих цін на використання системи.

5. Комунікаційна стратегія:

- Маркетингові канали: Вибір ефективних каналів зв'язку з ОСББ (онлайн, офлайн, соціальні мережі, інфраструктура ОСББ тощо).

- Продажі та просування: Розроблення стратегії залучення та утримання клієнтів.

6. План запуску:

- Запускова кампанія: Створення ефективної кампанії для впровадження системи в ОСББ.

- Швидкість впровадження: Визначення графіку впровадження та доступності сервісу.

7. Метрики успішності:

- Визначення KPI: Встановлення ключових показників ефективності для вимірювання успіху реалізації проекту.

- Система відстеження: Розроблення системи відстеження та аналізу даних для постійного вдосконалення стратегії.

Впровадження ефективної ринкової та маркетингової стратегії допоможе позиціонувати ваш проект енергомоніторингу в ОСББ як вдалий та конкурентоспроможний.

Висновки до розділу

Ідея полягає у створенні та впровадженні системи енергетичного моніторингу в ОСББ (Організації співвласників багатоквартирних будинків). Ця система спрямована на збільшення ефективності використання енергії та оптимізацію споживання ресурсів в житлових будинках.

Визначено етапи розробки стартап-проекту та його особливості. Наведено опис ідеї проекту та напрямки використання. Вигода полягає у тому, що користувачі можуть ефективно контролювати та зменшувати свої комунальні витрати, враховуючи рекомендації системи щодо оптимального споживання енергії. Впровадження такої системи може залучити члени ОСББ до спільного вирішення проблем та досягнення загальних цілей з енергоефективності.

Зазначено можливі переваги та недоліки впровадження проекту з енергомоніторингу в ОСББ. Проаналізовано ринкові можливості запуску стартап-проекту та наведені характеристики потенційного ринку та клієнтів. Визначені фактори можливостей та загроз впровадження, також представлено SWOT-аналіз впровадження. Визначено цільові групи клієнтів та стратегії проекту

ВИСНОВОК

У магістерській дисертації наведено практичне і теоретичне вирішення задачі впровадження енергетичного моніторингу в ОСББ. Основні результати і висновки дисертаційної роботи наступні:

1. Проведено аналіз стану енергомоніторингу в Україні та світі та основних положень щодо організації моніторингу в багатоквартирних житлових будівлях. Визначені цілі та функції енергетичного моніторингу та основні завдання проведення моніторингу. Проаналізовано нормативно-правову базу проведення енергомоніторингу житлових будівель. Зазначені існуючі підходи до побудови системи енергомоніторингу

2. Проаналізовано існуючі системи енергетичного моніторингу які можливо використовувати для житлових будівель. Наведено план впровадження системи енергетичного моніторингу та послідовність побудови ефективної системи. Досліджено методи впровадження енергетичного моніторингу та необхідні кроки для створення моніторингу житлової будівлі. Проведений огляд програмного забезпечення яке використовується при енергетичному моніторингу. Зазначено основні функції ПЗ в системі енергомоніторингу та види проведення моніторингу житлових будівель. Описані структурна схема енергомоніторингу та можливі результати впровадження дієвої системи енергетичного моніторингу.

3. Проведено регресійний аналіз енергоспоживання для ОСББ «Мотор» та побудовано базові та фактичні графіки споживання для подальшого аналізу. З графіку споживання теплової енергії видно що споживання має періодичний характер. Для кожного року кривизна графіка дуже схожа. Найбільше споживання припадає на зимній період, а найменше на літній. Фактичний графік споживання холодної води має не зовсім періодичний характер. В одні роки він періодичний, в інші прямолінійний. Проте дивлячись на базову лінію

можливо сказати що найменше споживання припадає на липень - вересень. Найбільше - січень – березень. З графіку споживання гарячої води видно що споживання гарячої води має більш короткий період малого використання порівняно з споживанням тепла. Для кожного року кривизна графіка дуже схожа. Найбільше споживання припадає на зимній період, а найменше на літній. Проведено кореляційний аналіз залежності споживання теплової енергії на опалення, а також холодної та гарячої води в залежності від дня тижня. У робочі та вихідні дні присутня (середня) кореляція, але в вихідні дні маємо незначне зменшення кореляції (окрім води).

4. Розроблено стартап проект «Впровадження енергетичного моніторингу в ОСББ». Описано етапи розробки стартап-проекту та його особливості. Надано деталі щодо ідеї проекту та способів його впровадження. Головна перевага полягає в тому, що користувачі можуть ефективно керувати своїми комунальними витратами, дотримуючись рекомендацій системи з оптимізації споживання енергії. Визначено можливі переваги та недоліки впровадження проекту з енергомоніторингу в ОСББ. Проаналізовано ринкові можливості для запуску стартап-проекту та розглянуті характеристики потенційного ринку та клієнтів. Визначено фактори можливостей та загроз впровадження, а також представлено SWOT-аналіз впровадження. Окреслено цільові групи клієнтів та стратегії проекту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мороз, М. В. Енергоефективність житлових будинків / М. В. Мороз // Актуальні питання енергозбереження як вимога безпеки життєдіяльності : науково-технічний збірник : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 7-8 червня 2018 р.). – Київ : Основа, 2018. – С. 95–100.
2. Пантелеєв, П. О. Типізація, класифікація та техніко-економічні характеристики багатоквартирних будинків. Економіка та держава, 2014, 5: 88-92.
3. Новосад І.Г. «Прийоми реконструкції при відбудові типових житлових будинків в Україні». Сучасні проблеми Архітектури та Містобудування, вип. 64, Серпень 2022, с. 273-8, doi:10.32347/2077-3455.2022.64.273-283.
4. ДБН В 2.2 – 15: 2019 «Житлові будинки» URL: https://www.minregion.gov.ua/wpcontent/uploads/2019/08/IB_8-19.pdf (дата доступу 03.04.23)
5. Смірнова О. В. Архітектура житлових будівель: конспект лекцій (для студентів спеціальності 191 – Архітектура та містобудування) / О. В. Смірнова ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 61 с.
6. AUGUSTINS, Edgars, et al. Managing energy efficiency of buildings: Analysis of ESCO experience in Latvia. Energy Procedia, 2018, 147: 614-623.
7. Pļaviņa, B., & Actiņa, G. (2020). Implementation of Energy Efficiency Management System in Multi-Storey Residential Houses in Littoral Regions of Latvia. Baltic Journal of Real Estate Economics and Construction Management, 8 (1), 1–11. DOI: 10.2478/bjreecm-2020-0001

8. Вілінська, Л. М.; БУРЛАК, Г. М.; ГУРСЬКА, А. В. Енергоефективність багатоквартирного житлового будинку. Український журнал будівництва та архітектури, 2023, 3 (015): С. 28-33.
9. Гетун Г., Кошева В., Гамоцький Р., Гончаренко А. Вплив повітрообміну в приміщеннях на енергоефективність багатоквартирних житлових будинків. Енергоефективність в будівництві та архітектурі. 2019. Вип.13. С. 58–68. DOI: 10.32347/2310-0516.2019.13.58-68.
10. Ghajarkhosravi, M.; Huang, Y.; Fung, A.S.; Kumar, R.; Straka, V. Energy benchmarking analysis of multi-unit residential buildings (MURBs) in Toronto, Canada. J. Build. Eng. 2020, 27, 100981.
11. Енергетичний менеджмент та енергоефективність: Підручник для студентів зі спеціальності електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / І.О. Самойленко, О.Г. Гриб, А.О. Запорожець та ін. - Харків: ФОП Бровін О.В., 2020. - 348 с.
12. Тормосов Р.Ю., Скочко В.І., Жердицький Р.В., USAID (United States Agency for International Development) від Американського народу. Основні положення роботи в розрахунковій програмі PRAIR: The Program for Ranking and Analysis of Investment Projects: практичний посібник із питань розробки та впровадження Планів дій зі сталого енергетичного розвитку для фахівців комунальних підприємств та міських адміністрацій. Київ: Поліграф плюс, 2016. 85 с.
13. Qayyum F, Jamil H, Ali F. A Review of Smart Energy Management in Residential Buildings for Smart Cities. Energies. 2024; 17(1):83. <https://doi.org/10.3390/en17010083>
14. Al-Turjman, F.; Altrjman, C.; Din, S.; Paul, A. Energy monitoring in IoT-based ad hoc networks: An overview. Comput. Electr. Eng. 2019, 76, 133–142.
15. Hossein Motlagh, N.; Mohammadrezaei, M.; Hunt, J.; Zakeri, B. Internet of Things (IoT) and the Energy Sector. Energies 2020, 13, 494

16. Посібник з муніципального енергетичного менеджменту / Є.М.Іншеков, Є.Є.Нікітін, М.В.Тарновский, А.В.Чернявський. – К.: Поліграф плюс, 2014. – 238с
17. Розен В.П. Енергетичний моніторинг як складова частина системи енергетичного менеджменту [текст] / Розен В.П., Чернявський А.В. // Економічна безпека держави: стратегія, енергетика, інформаційні технології («Недінські читання – 2014»): монографія / За науковою редакцією д.т.н., проф. Лук'яненко С.О., к.е.н., доц. Караєвої Н.В. – К.: Видавництво ООО «Юрка Любченка», 2014. – 468 с. (С.261-270)
18. Thomson L, Jenkins D. The Use of Real Energy Consumption Data in Characterising Residential Energy Demand with an Inventory of UK Datasets. *Energies*. 2023; 16(16):6069. <https://doi.org/10.3390/en16166069>
19. Чернявський А. В. Формування комплексу пріоритетів об'єктів моніторингу при побудові муніципальної системи енергетичного моніторингу на прикладі громадських будівель / А. В. Чернявський, Р. С. Котляр. // Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку. Збірник наукових праць IV Міжнародної науково-технічної та навчально-методичної конференції у місті Києві 25-27 квітня 2017 р. – Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 140 с.
20. Саліхов Т.П., Худаяров М.Б. Енергомоніторинг як інструмент підвищення енергоефективності житлових та громадських будівель. *Енергозбереження та водопідготовка*. – 2015. №5(97). З. 54-60.
21. Інформаційна система моніторингу енергоефективності будівель http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/24316/2/LPE_2018_Shabdinov_MInformation_system_of_101-102.pdf.
22. ДСТУ Б EN 15232:2011 «Енергоефективність будівель. Вплив автоматизації, моніторингу та управління будівлями (EN 15232:2007, IDT)»
23. Законом України «Про енергетичну ефективність будівель» від 22.06.2017 № 2118-VII

24. Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель : Наказ Мінрегіону України № 169 від 11.07.2018 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0822-18#Text>.

25. Давиденко Л. В. Принципи побудови інтегрованої системи моніторингу енергоефективності для підприємства водопровідно-каналізаційного господарства / Л. В. Давиденко. – Київ: Енергетика: економіка, технології, екологія., 2015.

26. Що таке енергомоніторинг і як за його допомогою зменшити споживання енергії в місті [Електронний ресурс] // Kyiv Smart Environment. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.kyivsmartcity.com/news/energomonitoring/>.

27. Програма "Енергодім" [Електронний ресурс] // Фонд Енергоефективності – Режим доступу до ресурсу: <https://energodim.org/detalna-informatsiia/>.

28. Експертний огляд програмного забезпечення для енергомоніторингу та енергоменеджменту [Електронний ресурс] // Асоціація «Енергоефективні міста України». – 2018.

29. Fernandes RA, Gomes RCS, Dias O, Carvalho C, Torné IG, Oliveira JP, Júnior CTC. A Retrofit Strategy for Real-Time Monitoring of Building Electrical Circuits Based on the SmartLVGrid Metamodel. *Energies*. 2022; 15(23):9234. <https://doi.org/10.3390/en15239234>

30. Szymańska EJ, Kubacka M, Woźniak J, Polaszczyk J. Analysis of Residential Buildings in Poland for Potential Energy Renovation toward Zero-Emission Construction. *Energies*. 2022; 15(24):9327. <https://doi.org/10.3390/en15249327>

31. Bataineh K, Alrabee A. Improving the Energy Efficiency of the Residential Buildings in Jordan. *Buildings*. 2018; 8(7):85. <https://doi.org/10.3390/buildings8070085>

32. Liisa Kangas H, Lazarevic D, Kivimaa P, Technical skills, disinterest and non-functional regulation: Barriers to building energy efficiency in Finland viewed by energy service companies. *Energy Policy* 114 (2018) 63–76
33. Liu, J.; Zhou, Y.; Yang, H.; Wu, H. Net-zero energy management and optimization of commercial building sectors with hybrid renewable energy systems integrated with energy storage of pumped hydro and hydrogen taxis. *Appl. Energy* 2022, 321, 119312.
34. Wu, W.; Skye, H.M. Residential net-zero energy buildings: Review and perspective. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2021, 142, 110859
35. Nindartin, A.; Moon, H.-W.; Park, S.-J.; Lee, K.-T.; Im, J.-B.; Kim, J.-H. Influencing of the Building Energy Policies upon the Efficiency of Energy Consumption: The Case of Courthouse Buildings in South Korea. *Energies* 2022, 15, 6679.
36. Бориченко О.В., Чернявський А.В. Визначення пріоритетності об'єктів для проведення енергетичного моніторингу. *Technology audit and production reserves*. - 2018. Том 3, №1(41). - 58-63 с
37. Чуприна Ю.А. Організація системи енергоменеджмента для житлового сектора на основі міжнародного стандарту якості. *Управління розвитком складних систем*. 2014. № 19. С. 128-134.
38. Чернявський А.В. Розвиток енергетичного моніторингу як основи муніципального енергетичного менеджменту [текст] / Чернявський А.В., Котляр Р.С. // Збірник тез доповідей III Міжнародної науково-технічної та навчально-методичної конференції «Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – PEMS'16». – 2016. – С.109-110
39. Сайт компанії IT-Менеджмент. Режим доступу до ресурсу: <http://energyplan.com.ua>.
40. Сайт розробників програмного продукту Енергобаланс. Режим доступу до ресурсу: <http://www.energobalans.com>.

41. Сайт компанії ФІАТУ. – Режим доступу до ресурсу: https://www.fiatu.com.ua/it-technology/e_monitoring/.
42. Сайт розробників програмного продукту uMuni. Режим доступу до ресурсу: <https://umuni.com>.
43. Сайт розробників програмного продукту АСЕМ. Режим доступу до ресурсу: <https://asem.com.ua>.
44. Комеліна О.В. Системно-інформаційний підхід у забезпеченні енергетичної ефективності житлового сектору економіки / О.В. Комеліна, С.А. Щербініна // Економіка. Менеджмент. Бізнес. – 2019. – №2 (28). – С. 21-31. – DOI: 10.31673/2415-8089.2019.022131
45. Офіційний сайт Державного агентства з енергетичної ефективності України ДАЕЕ (Держенергоефективності), [Електроний ресурс]. - Режим доступу: <http://saee.gov.ua>
46. Конспект лекцій з курсу «Енергомоніторинг та автоматизація управління енерговикористанням» : для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня зі спец. 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" / уклад. Л. Г. Віхрова ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. – Кропивницький : ЦНТУ, 2023. – 139 с.
47. Енергетичний моніторинг [Електронний ресурс] // Платформа з енергоефективності – Режим доступу до ресурсу: <https://eeplatform.org.ua/services/energomonitoring/>.
48. ДБН В.1.2-11:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Енергозбереження та енергоефективність (BN01:6642—2299-1987-6569, Наказ №366), чинний з 2022-09-01.
49. Efficiency of using energy in housing sector, under the general editorship of Pavlenko A.M. Politechnika Świętokrzyska. Kielce, 2020, Pp. 155.
50. Енергетичний менеджмент: моніторинг ефективності використання енергії для технологічного об'єкту. Розрахункова робота [Електронний ресурс] :

навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології» спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: О. В. Бориченко, В. Ф. Находов, А. В. Чернявський. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 82 с.

51. ДСТУ ISO 17741:2017 «Загальні технічні правила вимірювання, розрахунку та верифікації обсягів енергозбереження в проєктах». [Чинний від 2018-06- 01]. Київ, 2018. - 20 с. (Національний стандарт України)

52. ДСТУ ISO 50006:2016 Системи енергетичного менеджменту. Вимірювання рівня досягнутої енергоефективності з використанням базових рівнів енергоспоживання та показників енергоефективності. [Чинний від 2016-04- 29]. Київ, 2016. - 51 с. (Національний стандарт України).

ДОДАТОК А

ВИСНОВОК ПІДСУМКІВ									
Регресійна статистика									
Множинний	0,991432								
R-квадрат	0,982936								
Нормований	0,978671								
Стандартна	1,953234								
Спостережен	36								
Дисперсійний аналіз									
	df	SS	MS	F	Значимість F				
Регресія	7	6153,496	879,0709	230,417542	5,0375E-23				
Залишок	28	106,8234	3,815121						
Разом	35	6260,32							
	Коефіцієнт	Стандарт	t-статисти	P-Значення	Нижні 95%	Верхні 95%	Нижні 95,	Верхні 95,0%	
Y-перетин	-15,5725	5,299292	-2,93861	0,006535	-26,42764701	-4,71743	-26,4276	-4,717431633	
Змінна X 1	-0,04192	0,179822	-0,2331	0,81737639	-0,410266271	0,326432	-0,41027	0,32643176	
Змінна X 2	0,352018	0,1766	1,993305	0,0560536	-0,009731049	0,713767	-0,00973	0,713766819	
Змінна X 3	-1,2202	0,258672	-4,71717	0,00006	-1,750061609	-0,69033	-1,75006	-0,690331979	
Змінна X 4	0,93877	0,259017	3,624355	0,00114	0,408197542	1,469343	0,408198	1,469342635	
Змінна X 5	1,532735	0,280844	5,457604	0,00001	0,957452191	2,108017	0,957452	2,108017493	
Змінна X 6	1,828662	0,366102	4,994954	0,00003	1,07873606	2,578587	1,078736	2,578587328	
Змінна X 7	-1,27759	0,244386	-5,22774	0,00001	-1,778190964	-0,77699	-1,77819	-0,776985405	

Рисунок А.1 – Результат регресійного аналізу №1 для теплової енергії

ВИСНОВОК ПІДСУМКІВ									
Регресійна статистика									
Множинний	0,991415								
R-квадрат	0,982903								
Нормований	0,979366								
Стандартна	1,921123								
Спостережен	36								
Дисперсійний аналіз									
	df	SS	MS	F	Значення F				
Регресія	6	6153,289	1025,548	277,872571	2,95124E-24				
Залишок	29	107,0307	3,690714						
Разом	35	6260,32							
	Коефіцієнт	Стандарт	t-статисти	P-Значення	Нижні 95%	Верхні 95%	Нижні 95%	Верхні 95,0%	
Y-перетин	-15,4557	5,188824	-2,97866	0,00579953	-26,06808303	-4,84341	-26,0681	-4,843407708	
Змінна X 1	0,311764	0,036374	8,570968	0,000000	0,23737032	0,386159	0,23737	0,386158628	
Змінна X 2	-1,2082	0,249335	-4,8457	0,000039	-1,718149989	-0,69826	-1,71815	-0,698255381	
Змінна X 3	0,921606	0,244248	3,773233	0,000738	0,422062094	1,42115	0,422062	1,421150387	
Змінна X 4	1,528144	0,275547	5,545859	0,000006	0,964587236	2,0917	0,964587	2,091700324	
Змінна X 5	1,815216	0,355586	5,104858	0,000019	1,087961117	2,542471	1,087961	2,542471165	
Змінна X 6	-1,25678	0,223753	-5,6168	0,000005	-1,714401902	-0,79915	-1,7144	-0,799149434	

Рисунок А.2 – Результат регресійного аналізу №2 для теплової енергії

ВИСНОВОК ПІДСУМКІВ									
Регресійна статистика									
Множинний	0,523674								
R-квадрат	0,274235								
Нормований	0,252889								
Стандартна	56,46773								
Спостережен	36								
Дисперсійний аналіз									
	df	SS	MS	F	Значення F				
Регресія	1	40964,36	40964,36	12,847113	0,00104664				
Залишок	34	108412,6	3188,605						
Разом	35	149376,9							
	Коефіцієнт	Стандарт	t-статисти	P-Значення	Нижні 95%	Верхні 95%	Нижні 95,	Верхні 95,0%	
Y-перетин	416,3927	35,51414	11,7247	1,7063E-13	344,2193141	488,5661	344,2193	488,5661442	
Змінна X 1	-7,2619	2,026038	-3,58429	0,00104664	-11,37930475	-3,1445	-11,3793	-3,144496586	

Рисунок А.3 – Результат регресійного аналізу для холодної води

ВИСНОВОК ПІДСУМКІВ									
Регресійна статистика									
Множинний	0,752982								
R-квадрат	0,566982								
Нормований	0,511109								
Стандартна	23,90429								
Спостережен	36								
Дисперсійний аналіз									
	df	SS	MS	F	Значення F				
Регресія	4	23194,08	5798,521	10,1476522	2,2727E-05				
Залишок	31	17713,87	571,415						
Разом	35	40907,95							
	Коефіцієнт	Стандартн	t-статисти	P-Значення	Нижні 95%	Верхні 95%	Нижні 95,	Верхні 95,0%	
Y-пересечен	87,72945	46,99167	1,866915	0,07139629	-8,110690147	183,5696	-8,11069	183,5695927	
Змінна X 1	3,504438	1,86303	1,881042	0,06938805	-0,295236271	7,304112	-0,29524	7,304111542	
Змінна X 2	-2,71851	2,88773	-0,9414	0,35377828	-8,608074455	3,171053	-8,60807	3,171053044	
Змінна X 3	8,822219	3,075487	2,86856	0,00735739	2,549722944	15,09472	2,549723	15,09471578	
Змінна X 4	-12,0026	5,378363	-2,23164	0,03300592	-22,97179472	-1,03331	-22,9718	-1,033305393	

Рисунок А.4 – Результат регресійного аналізу №1 для гарячої води

ВИСНОВОК ПІДСУМКІВ								
<i>Регресійна статистика</i>								
Множинний	0,744717							
R-квадрат	0,554603							
Нормований	0,512847							
Стандартна	23,86176							
Спостережен	36							
<i>Дисперсійний аналіз</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значення F</i>			
Регресія	3	22687,67	7562,558	13,2820108	8,44036E-06			
Залишок	32	18220,27	569,3835					
Разом	35	40907,95						
	Коефіцієнт	Стандарт	t-статисти	P-Значення	Нижні 95%	Верхні 95%	Нижні 95,0%	Верхні 95,0%
Y-пересечен	82,04916	46,51976	1,763749	0,08732106	-12,70849315	176,8068	-12,7085	176,8068167
Змінна X 1	1,887936	0,721463	2,616816	0,01343724	0,418364078	3,357509	0,418364	3,357508865
Змінна X 2	9,964809	2,820839	3,532569	0,00127511	4,2189481	15,71067	4,218948	15,71066931
Змінна X 3	-13,9361	4,961888	-2,80863	0,00841045	-24,04315438	-3,82909	-24,0432	-3,829085617

Рисунок А.5 – Результат регресійного аналізу №2 для гарячої води

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 – Базовий та фактичний рівень енергоспоживання теплової енергії

Рік	Місяць	Загальне споживання теплової енергії за місяць (ре), Гкал	Базовий рівень
2021	Січень	41,9	38,7
	Лютий	42,4	39,1
	Березень	29,1	29,2
	Квітень	13,5	16,2
	Травень	7,5	8,3
	Червень	5,0	4,7
	Липень	4,0	6,6
	Серпень	3,6	3,6
	Вересень	5,3	4,2
	Жовтень	3,1	2,8
	Листопад	22,0	23,0
	Грудень	35,0	34,7
2022	Січень	37,6	36,8
	Лютий	27,1	31,3
	Березень	28,9	29,9
	Квітень	13,8	14,9
	Травень	6,0	7,1
	Червень	4,5	4,1
	Липень	3,9	5,1
	Серпень	4,0	2,6
	Вересень	5,3	5,1
	Жовтень	9,5	8,1
	Листопад	24,2	28,2
	Грудень	33,1	32,2
2023	Січень	34,2	33,3
	Лютий	31,4	32,0
	Березень	25,9	26,4
	Квітень	10,8	11,4
	Травень	6,8	6,8
	Червень	4,6	3,5
	Липень	3,7	-0,4
	Серпень	4,2	3,8
	Вересень	4,9	5,7
	Жовтень	6,3	6,2
	Листопад	21,2	21,3
	Грудень	34,0	31,9

Таблиця Б.2 – Базовий та фактичний рівень споживання холодної води

рік	Місяць	Загальне споживання за місяць холодної води (CW0), м³	Базовий рівень
2021	Січень	387,0	335,9
	Лютий	375,7	337,5
	Березень	408,3	341,4
	Квітень	392,3	318,5
	Травень	377,2	286,1
	Червень	276,6	251,0
	Липень	255,4	236,4
	Серпень	257,2	243,5
	Вересень	241,5	279,8
	Жовтень	229,3	316,6
	Листопад	396,6	305,4
	Грудень	417,8	321,9
2022	Січень	439,7	335,0
	Лютий	387,4	338,7
	Березень	317,7	330,0
	Квітень	250,3	312,6
	Травень	222,7	281,3
	Червень	273,5	252,4
	Липень	256,9	248,5
	Серпень	239,0	244,6
	Вересень	251,3	258,5
	Жовтень	253,8	284,2
	Листопад	219,9	299,1
	Грудень	243,4	321,2
2023	Січень	243,3	323,4
	Лютий	243,7	326,7
	Березень	254,5	321,3
	Квітень	243,0	302,2
	Травень	263,5	274,7
	Червень	257,9	246,8
	Липень	279,8	257,4
	Серпень	265,8	243,7
	Вересень	268,7	265,4
	Жовтень	264,1	294,5
	Листопад	297,9	311,3
	Грудень	318,7	324,0

Таблиця Б.3 – Базовий та фактичний рівень споживання гарячої води

рік	Місяць	Загальне споживання за місяць гарячої води (CW0), м³	Базовий рівень
2021	Січень	139,6	104,4
	Лютий	135,0	108,3
	Березень	138,5	93,8
	Квітень	130,5	83,2
	Травень	116,8	69,2
	Червень	47,8	56,3
	Липень	24,3	27,8
	Серпень	21,1	30,8
	Вересень	53,7	37,9
	Жовтень	79,1	51,0
	Листопад	91,2	87,6
	Грудень	103,9	97,1
2022	Січень	117,9	100,1
	Лютий	97,1	93,7
	Березень	67,2	94,5
	Квітень	62,4	95,4
	Травень	64,6	73,0
	Червень	51,5	57,0
	Липень	22,9	38,7
	Серпень	20,1	44,5
	Вересень	58,7	65,0
	Жовтень	81,4	73,8
	Листопад	71,9	103,9
	Грудень	83,1	117,3
2023	Січень	85,1	118,8
	Лютий	85,4	100,9
	Березень	88,8	88,8
	Квітень	73,5	74,2
	Травень	73,5	65,2
	Червень	52,3	68,3
	Липень	25,3	50,1
	Серпень	19,8	31,5
	Вересень	58,4	66,8
	Жовтень	80,9	67,8
	Листопад	87,8	69,0
	Грудень	90,9	96,6

ДОДАТОК В

Таблиця В.1 – Середні значення споживання по робочим дням

Робочий				
Рік	Місяць	Загальне споживання теплової енергії за місяць (ре), Гкал	Загальне споживання за місяць холодної води (CW0), м³	Загальне споживання за місяць гарячої води (HW0), м³
2021	1	1,34	12,84	4,48
	2	1,51	13,81	4,84
	3	0,95	13,41	4,45
	4	0,42	13,47	4,36
	5	0,24	12,67	3,77
	6	0,17	8,93	1,68
	7	0,13	8,47	0,68
	8	0,13	7,81	0,70
	9	0,18	8,12	1,92
	10	0,26	8,59	2,42
	11	0,74	13,46	2,94
	12	1,15	13,79	3,27
2022	1	1,29	14,75	3,83
	2	0,97	14,39	3,43
	3	0,92	10,77	2,11
	4	0,47	9,02	2,01
	5	0,19	7,17	2,04
	6	0,15	9,11	1,69
	7	0,12	8,32	0,68
	8	0,13	7,73	0,65
	9	0,18	8,38	1,97
	10	0,33	8,12	2,58
	11	0,81	7,26	2,35
	12	1,08	7,55	2,56
2023	1	1,10	7,81	2,70
	2	1,12	8,51	2,91
	3	0,83	7,90	2,72
	4	0,37	8,14	2,43
	5	0,22	8,54	2,34

Таблиця В.2 – Середні значення споживання по вихідним дням

Вихідні				
Рік	Місяць	Загальне споживання теплової енергії за місяць (ре), Гкал	Загальне споживання за місяць холодної води (CW0), м³	Загальне споживання за місяць гарячої води (HW0), м³
2021	1	1,36	11,73	4,56
	2	1,52	12,43	4,78
	3	0,91	12,48	4,51
	4	0,52	12,00	4,31
	5	0,24	11,11	3,76
	6	0,17	9,70	1,98
	7	0,12	8,20	0,90
	8	0,14	7,94	0,56
	9	0,17	8,48	2,01
	10	0,39	9,12	2,77
	11	0,70	12,56	3,31
	12	1,06	12,59	3,59
2022	1	1,27	13,00	3,75
	2	0,95	12,45	3,58
	3	0,98	8,76	2,33
	4	0,44	6,77	2,23
	5	0,20	7,21	2,19
	6	0,16	9,14	1,79
	7	0,14	8,22	0,87
	8	0,14	7,64	0,64
	9	0,18	8,38	1,93
	10	0,26	8,32	2,73
	11	0,79	7,53	2,54
	12	1,04	8,59	2,97
2023	1	1,11	7,89	2,87
	2	1,13	9,19	3,41
	3	0,84	9,10	3,28
	4	0,34	8,02	2,50
	5	0,22	8,39	2,46