

**ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА ІНЖЕНЕРІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
на тему: «РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ІОТ-РІШЕННЯ ДЛЯ  
МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯМ В  
ЖИТЛОВИХ БУДИНКАХ»**

на здобуття освітнього ступеня магістра  
зі спеціальності 126 Інформаційні системи та технології  
(код, найменування спеціальності)  
освітньо-професійної програми Інформаційні системи та технології  
(назва)

*Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.  
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання  
на відповідне джерело*

\_\_\_\_\_ Дмитро ГАРБЕЦЬКИЙ  
(підпис) *Ім'я, ПРІЗВИЩЕ здобувача*

Виконав: Гарбецький Дмитро Михайлович  
здобувач вищої освіти  
група ІСДМ-62

Керівник: Олег СЕНЬКОВ  
*науковий ступінь,* К. Т. Н., ДОЦЕНТ  
*вчене звання*

Рецензент: \_\_\_\_\_  
*науковий ступінь,* Ім'я, ПРІЗВИЩЕ  
*вчене звання*

**Київ 2023**

**ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Навчально-науковий інститут інформаційних технологій**

Кафедра Інженерії програмного забезпечення автоматизованих систем

Ступінь вищої освіти Магістр

Спеціальність Інформаційні системи та технології

Освітньо-професійна програма Інформаційні системи та технології

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедру ІЗАС

\_\_\_\_\_ Каміла СТОРЧАК

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

\_\_\_\_\_ Гарбецький Дмитро Михайлович

*(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)*

1. Тема кваліфікаційної роботи: розробка та впровадження IoT-рішення для моніторингу та управління енергоспоживанням в житлових будинках.

керівник кваліфікаційної роботи Олег СЕНЬКОВ к. т. н., доцент,

*(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ науковий ступінь, вчене звання)*

затверджені наказом Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій від «19» 10.2023р. №145

2. Строк подання кваліфікаційної роботи «29» грудня 2023 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: науково-технічна література, технічна документація IoT систем, IoT, вимоги до інтеграції житлових будинків та розумних систем.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Дослідження принципу створення IoT систем

Аналіз можливості використання IoT систем для керування електроспоживанням у житлових будинках

Розробка IoT системи

5. Перелік графічного матеріалу: *презентація*

Використання IoT систем для керування електроспоживанням у житлових будинках. Технічні аспекти розробки IoT систем для керування електроспоживанням у житлових будинках. Архітектура IoT систем. Прототипування системи моніторингу електроспоживання у житлових будинках

6. Дата видачі завдання «19» жовтня 2023 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз наявної науково-технічної літератури	19.10-05.11.23	Виконано
2	Вивчення теоретичних основ розробки і застосування мобільних додатків для моніторингу харчування	05.11-12.11.23	Виконано
3	Дослідження технічних аспектів реалізації мобільних додатків	13.11-18.11.23	Виконано
4	Аналіз ефективності мобільних додатків для моніторингу харчування	19.11-23.11.23	Виконано
5	Розробка інтерфейсу та програмного забезпечення системи моніторингу харчування	24.11-03.12.23	Виконано
6	Прототипування мобільного додатку	04.12-10.12.23	Виконано
7	Оформлення роботи: вступ, висновки, реферат	11.12-20.12.23	Виконано
8	Розробка демонстраційних матеріалів	21.12-29.12.23	Виконано

Здобувач вищої освіти

\_\_\_\_\_

(підпис)

Дмитро ГАРБЕЦЬКИЙ

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник  
кваліфікаційної роботи

\_\_\_\_\_

(підпис)

Олег СЕНЬКОВ

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)





## РЕФЕРАТ

Текстова частина кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня магістра: 76 стор., 39 рис., 30 джерел.

*Мета даної роботи* - розробка та впровадження системи IoT для моніторингу та управління енергоспоживанням у житлових будинках, спрямована на підвищення енергоефективності, зменшення витрат та сприяння сталому використанню ресурсів.

*Об'єктом дослідження* є енергоспоживання та його оптимізація в житлових будинках за допомогою системи Інтернету речей (IoT).

*Предметом дослідження* створення та використання системи, яка використовує технології Інтернету речей для контролю та керування енергоспоживанням у житлових будинках. Основна мета полягає в підвищенні ефективності споживання електроенергії та оптимізації використання ресурсів.

*Короткий зміст роботи:* Ця робота спрямована на створення та використання системи Інтернету речей (IoT) для нагляду та управління витратами енергії в житлових будинках. Вона описує технології й методи оптимізації електроенергії, зосереджуючись на зручності користувачів та ефективності системи. Досліджено протоколи захисту даних та можливості впровадження цієї системи. Головна мета роботи - вдосконалення методів контролю та раціонального використання енергії в оселях для забезпечення сталості та ефективності використання ресурсів.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЯ, ПРИВАТНІ ЖИТЛОВІ БУДИНКИ, ІОТ.

## **ABSTRACT**

The text part of the qualifying work for obtaining a master's degree: 76 pages, 39 figures, 30 sources.

The aim of this paper is to develop and implement an IoT system for monitoring and managing energy consumption in residential buildings, aimed at improving energy efficiency, reducing costs and promoting sustainable use of resources.

The object of the study is energy consumption and its optimisation in residential buildings using the Internet of Things (IoT) system.

The subject of the study is the creation and use of a system that uses IoT technologies to monitor and manage energy consumption in residential buildings. The main goal is to increase the efficiency of electricity consumption and optimise the use of resources.

Summary of work: This paper aims to create and use an Internet of Things (IoT) system to monitor and manage energy consumption in residential buildings. It describes technologies and methods for energy optimisation, focusing on user experience and system efficiency. Data protection protocols and the possibilities of implementing this system are investigated. The main goal of the work is to improve the methods of control and rational use of energy in homes to ensure sustainability and efficiency of resource use.

**KEYWORDS:** ELECTRICITY, PRIVATE RESIDENTIAL BUILDINGS, IOT.

## **ЗМІСТ**

<b>ВСТУП.....</b>	<b>7</b>
<b>1.1 ПОНЯТТЯ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ (ІОТ) ТА ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ У СФЕРІ ЕНЕРГЕТИКИ.....</b>	<b>9</b>
<b>1.1 Основні концепції та принципи Інтернету речей (ІоТ).....</b>	<b>9</b>
<b>1.2 Інтеграція ІоТ в системи "розумних будинків".....</b>	<b>19</b>
<b>1.3 Сучасні технології моніторингу та управління енергоспоживанням.....</b>	<b>25</b>
<b>2. ТЕОРІЯ ТА АНАЛІТИКА В СФЕРІ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ.....</b>	<b>34</b>
<b>2.1 Огляд сучасних рішень у сфері управління енергоспоживанням в житлових будинках.....</b>	<b>34</b>
<b>2.2 Оцінка потреб та вимог користувачів до систем управління енергоспоживанням.....</b>	<b>36</b>
<b>2.3 Аналіз поточного стану систем енергетичного моніторингу в житлових будинках.....</b>	<b>45</b>
<b>3. ПРОТОТИПУВАННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯМ В ЖИТЛОВИХ БУДИНКАХ - AUTOENERGY.....</b>	<b>46</b>
<b>3.1 Архітектура системи AutoEnergy.....</b>	<b>46</b>
<b>3.2 Дизайн користувацького інтерфейсу додатку AutoEnergy.....</b>	<b>55</b>
<b>3.3 Оцінка ефективності та можливості впровадження AutoEnergy.....</b>	<b>67</b>
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>70</b>
<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....</b>	<b>61</b>
<b>ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ (Презентація).....</b>	<b>76</b>



## ВСТУП

*Актуальність роботи* Розвиток систем для контролю та управління енергоспоживанням у приватних житлових будинках стає актуальним через постійне зростання потреби у електроенергії, потребу в зменшенні споживання енергії та позитивний вплив на довкілля. Швидкий технологічний розвиток та зростаючий інтерес до енергоефективних рішень надають цій роботі практичну важливість у контексті сучасних стандартів життя. Запровадження відповідних систем моніторингу та управління дозволить ефективніше використовувати електроенергію, сприяючи зменшенню витрат та збереженню ресурсів, що важливо як для господарства будинків, так і для загального збереження навколишнього середовища.

*Мета даної роботи* - розробка та впровадження системи IoT для моніторингу та управління енергоспоживанням у житлових будинках, спрямована на підвищення енергоефективності, зменшення витрат та сприяння сталому використанню ресурсів.

*Об'єктом дослідження* є енергоспоживання та його оптимізація в житлових будинках за допомогою системи Інтернету речей (IoT).

*Предметом дослідження* створення та використання системи, яка використовує технології Інтернету речей для контролю та керування енергоспоживанням у житлових будинках. Основна мета полягає в підвищенні ефективності споживання електроенергії та оптимізації використання ресурсів.

*Завдання дослідження* включають:

- Розробка системи Інтернету речей (IoT);
- Аналіз енергетичних патернів;
- Розробка методів оптимізації;
- Оцінка можливостей впровадження.

Для досягнення мети використовуватимуться такі *методи дослідження*:

- Емпіричні спостереження;
- Експертні оцінки;
- Моделювання та симуляція;;
- Аналіз даних та відповідних програмних рішень;
- Експеримент та оцінка результатів.

*Апробація результатів магістерської роботи*: Гарбецький Д. М. «Розробка та впровадження IoT-рішення для моніторингу та управління енергоспоживанням в житлових будинках». Тези доповіді на Всеукраїнській Науково-технічній конференції «Технологічні горизонти: дослідження та застосування інформаційних технологій для технологічного прогресу України і Світу». – Київ, 28 листопада 2023 р.

*Публікації*: Гарбецький Д. М. «Розробка та впровадження IoT-рішення для моніторингу та управління енергоспоживанням в житлових будинках». Стаття у загальногалузевому науково-виробничому журналі «Зв'язок», м.Київ - №1, 2024. – С.214-233.

*Науковою новизною* є створення інноваційної системи моніторингу та управління енергопостачанням у житлових будинках. *Практична значущість* полягає в можливості впровадження системи регуляції енергопостачання у житлові комплекси та будинки для підтримки здоров'я та поліпшення якості життя населення. Цей дослід проявляється у вдосконаленні підходів до розвитку інноваційних рішень для підтримки життєзабезпечення населення.

# 1 ПОНЯТТЯ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ (ІОТ) ТА ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ У СФЕРІ ЕНЕРГЕТИКИ

## 1.1 Основні концепції та принципи Інтернету речей (ІоТ)

Інтернет речей (ІоТ – Internet of Things) – це система взаємопов'язаних комп'ютерних пристроїв, механічних та цифрових машин, об'єктів, тварин або людей, які наділені унікальними ідентифікаторами та здатні передавати дані через мережу без вимоги взаємодії між людьми та комп'ютерами. [Інтернет речей (ІоТ) – що це таке і як працює, суть, технології і приклади. *Termin.in.ua*. URL: <https://termin.in.ua/internet-rechey-iot/>.]

Головна ідея заключається у злитті реального та віртуального світів за допомогою машин. За даними ZDnet, поняття такої мережі обговорювалося ще у 1980-1990 роках, проте Innovate UK посилається на експеримент 1943 року, коли звичайна повітряна куля передавала термометричні показники через мідні дроти на спостережну станцію, що фіксувала їх на папері.

Американський фахівець з телекомунікацій, Пітер Льюїс, вперше висловив термін та концепцію "Інтернет речей" у 1985 році. Він описав ІоТ як "поєднання людей, процесів і технологій з підключеними пристроями та датчиками для віддаленого моніторингу, контролю та аналізу показників таких пристроїв".

Деякі вважають британського інженера Кевіна Ештона автором терміна, який вніс свій внесок у 1999 році, назвавши концепцію "Інтернет для речей" (Internet for Things). Його ідея полягала у використанні великої кількості датчиків, включаючи мітки RFID (Radio Frequency IDentification) - тонкі мікросхеми з мінімальним енергоспоживанням, що обмінюються

бездротовими даними. Ештон закликав створити комп'ютери, які автоматично збирають доступну інформацію про фізичні об'єкти, що дозволить краще відслідковувати їх стан, зменшити витрати та обсяги відходів.

Однак, окрім деяких проектів, таких як підключення до Інтернету торговельних автоматів, реалізація цієї ідеї справжньою була неможлива через відсутність потрібних технологій: чіпи були занадто великими, а швидкість зв'язку була недостатньою для ефективного об'єднання мільярдів машин у єдину систему. Для IoT необхідні були доступні, енергоефективні та потужні процесори, які можна було б масово виробляти на заводах. Проривом став винахід RFID, а також важливим кроком було прийняття стандарту IPv6, що забезпечив достатню кількість IP-адрес.

Ідея Інтернету речей полягає в трансформації звичайних предметів у віртуальні системи, здатні виконувати різноманітні функції. Основна мета полягає в поєднанні всіх можливих об'єктів у мережу для збору даних та прийняття рішень. Наприклад, відкривати гаражні ворота, запускати кавоварку або регулювати кондиціонер, а також вимикати світло - це лише деякі з функцій.

Це нове середовище створює повністю нові умови для бізнесу, охорони здоров'я та забезпечення екологічної безпеки. Вже сьогодні у Австралії лікарі можуть віддалено контролювати стан здоров'я пацієнтів за допомогою портативних сенсорів, реагуючи на зміни в режимі реального часу. У США компанія AT&T розробила систему для запобігання одній з найнебезпечніших проблем серед літніх людей - аварійним падінням. Невеликий пристрій автоматично виявляє різке зміщення положення тіла особи і сполучається з call-центром для надання швидкої допомоги.

В результаті розширеного використання Інтернету речей повсякденні проблеми людей значно зменшаться, що дасть змогу виділити більше часу на сімейні справи, творчість та хобі. Підключення пристроїв до мережі

також дозволить більш раціонально використовувати ресурси, зокрема газ, воду, електроенергію, а також раціональніше використовувати природні ресурси, такі як газ чи ядерна енергія.

Без сумніву, для ефективного використання цих ідей у суспільстві необхідний високошвидкісний Інтернет, який зможе забезпечити впровадження мереж п'ятого покоління 5G. Це сприятиме зменшенню затримок у передачі даних з датчиків, одночасній підтримці великої кількості підключень, продовженню терміну експлуатації "розумних" пристроїв до 10 років і створить підґрунтя для надзвичайно швидкої мобільної передачі даних. У той же час безпека стає надзвичайно важливою у світі "розумних" пристроїв. Фахівці попереджають, що до 80% пристроїв можуть бути вразливими ззовні. Надійність мережі стає вирішальною для цих пристроїв, оскільки і найменші збої можуть стати причиною травм або загибелі людей.

Останнім часом розвиток "розумних" технологій призвів до виникнення нових понять: "розумне" місто, "розумна" країна, "розумна" освіта, "розумна" економіка, що незабаром призведе до формування "розумного" суспільства. Це суспільство базується на розвитку "суспільства знань", цифрових технологій і усього, що відкриває двері в цифрову епоху у розвитку нашої цивілізації.



Рис. 1.1 Інтернет речей[1]

У такому суспільстві активність людини змінюється на більш орієнтовану на використання знань та інновацій. Спільна робота стає найбільш ефективною, співпраця з іншими, використання так званого "колективного інтелекту". Психологи вже давно відзначають, що здатність групи знаходити рішення переважає здатність кожного окремо. В групі досвід членів, їх різні рівні розуміння проблеми можуть призвести до розгляду проблеми з різних ракурсів і прийняття найоптимальнішого рішення.



Рис. 1.2 Складові майбутнього інтернету [2]

З погляду технологій, Інтернет речей (ІоТ) є складною системою, яка включає різноманітні об'єкти з унікальними ідентифікаторами та можливістю автономної взаємодії через мережу ІР, не потребуючи активного контролю людини.

Термін "ІоТ" увібрав у себе не лише звичайні сенсори й датчики, які збирають дані про об'єкти чи приміщення. Це, по суті, об'єднання датчиків у єдину мережу з аналітичними та керуючими системами. Цей підхід веде до створення самостійної мережі об'єктів, які обмінюються інформацією для автоматичного прийняття рішень та виконання функцій без прямого впливу людини.

На сьогодні ІоТ налічує мільярди фізичних пристроїв по всьому світу, які підключені до Інтернету й обробляють величезний обсяг даних. У

майбутньому ця технологія очікується як активний учасник у бізнесі, інформаційних процесах та спільнотах, де об'єкти зможуть обмінюватися інформацією про своє оточення без прямого втручання людини.

Завдяки процесорам і бездротовим мережам, будь-який предмет, навіть найпростіший чи складний, може бути включений до сфери IoT. Це надає цим об'єктам цифровий інтелект, що дозволяє їм взаємодіяти без постійного керування людиною та об'єднувати світи цифрового та фізичного середовищ.

- "Інтернет речей" визначає мережу об'єктів, що взаємодіють через Інтернет, здатних збирати та обмінюватися даними, які надходять від їх вбудованих сервісів.
- "Пристрої IoT" входять до складу мережі "Інтернет речей" і є автономними з'єднаними з Інтернетом пристроями, якими можна управляти віддалено.
- "Екосистема IoT" включає всі компоненти, які сприяють об'єднанню пристроїв IoT для бізнесу, урядових установ та користувачів. Це включає пульт управління, панелі інструментів, мережі, шлюзи, аналітику, зберігання даних та забезпечення безпеки.
- "Фізичний рівень" охоплює апаратне забезпечення, яке використовується в пристроях IoT, зокрема сенсори та мережеве обладнання. Його основна функція - передача даних, зібраних на фізичному рівні, до різних пристроїв.
- "Рівень додатки" включає протоколи та інтерфейси, що дозволяють пристроям IoT ідентифікуватися та спілкуватися між собою.
- "Пульт управління" дозволяють користувачам з'єднуватися з пристроями IoT та контролювати їх, використовуючи панель інструментів, наприклад, за допомогою мобільних додатків. Це можуть бути смартфони, планшети, комп'ютери, розумні годинники, телевізори та альтернативні пульти управління пристрої.

- "Панелі інструментів" надають інформацію про екосистему IoT користувачам та дозволяють управляти нею, зазвичай, з віддаленої точки.
- "Аналітичний фактор" відображає програмні системи, що аналізують дані, отримані від пристроїв IoT. Ці системи використовуються в різноманітних сценаріях, таких як прогнозування технічного обслуговування.

Спочатку застосування Інтернету речей (IoT) викликало особливий інтерес у сфері бізнесу та промисловості, зокрема для взаємодії між машинами. Проте на сьогодні "розумні" пристрої почали активно проникати в побутові приміщення та офіси, намагаючись стати доступними для широкого кола користувачів.

Давайте розглянемо кілька прикладів:

1. "Розумні" будинки стали поширеними системами, які автоматично керують домашніми пристроями, такими як опалення, освітлення, розважальні системи, побутова техніка та сигналізація. На Заході вже стали звичністю "розумні" музичні колонки, термостати, холодильники, телевізори, розетки і навіть освітлювальні прилади, що можна програмувати та контролювати через спеціальне програмне забезпечення.
2. Медичний IoT (MIoT) допомагає лікарям відстежувати стан пацієнтів, а також дозволяє людям самостійно контролювати своє здоров'я. Це включає фітнес-браслети, манжети для вимірювання артеріального тиску та пульсу, а також глюкометри.
3. "Розумні" міста використовують дані, зібрані за допомогою датчиків, для вдосконалення інфраструктури, комунальних послуг та інших аспектів. У це входять підключення камер, ліхтарів, лічильників електроенергії, систем контролю якості повітря тощо.
4. Сучасні автомобілі та інші транспортні засоби можуть підключатися до Інтернету для надання доступу до управління та обміну даними.



5. "Розумні" склади використовують IoT-технології для підвищення продуктивності виробництва та бізнесу. Це включає роботи, дрони, сканери, RFID-мітки та програми, що базуються на штучному інтелекті для управління.

Елементи IoT використовують різні види датчиків для вимірювання та оцінки навколишнього середовища. Вони бувають різних розмірів і форм, деякі містять в собі менші датчики, щоб збирати кілька типів даних. Видання Behr Tech підібрало 10 найпопулярніших типів:

- Температурні датчики (рис. 1.3). Уловлюють коливання температури, включаючи різкі перепади, небезпечні на деяких видах виробництва.



Рис. 1.3 Температурний датчик [3]

- Датчики вологості. Вимірюють кількість водяної пари в атмосфері, часто застосовуються в система вентиляції, кондиціонування та опалення, вони також допомагають передбачати погоду.



Рис. 1.4 Датчик вологості [4]

- Датчик тиску. Слідкує за тиском у газах та рідинах і попереджає про різкі зміни, існують моделі, що фіксують витікання.
- Сенсори руху (рис. 1.5). Служать для виявлення об'єктів з відривом, зазвичай, створюють електромагнітні поля чи вловлюють інфрачервоне випромінювання.



Рис. 1.5 Сенсори руху [5]

- Датчики рівня речовин. Визначають заповненість ємностей рідинами, порошками та сипучими матеріалами, а також наявність відходів у сміттєвих бачках.
- Сенсори газу (рис. 1.6). Оцінюють якість повітря, визначають наявність токсичних, горючих чи небезпечних речовин.



Рис. 1.6 Сенсори газу [6]

- Оптичні датчики (рис. 1.7). Перетворюють світло, що надходить в електричні сигнали, можуть використовуватися для розпізнавання об'єктів за допомогою камер спостереження.



Рис. 1.7 Оптичні датчики [7]

- Інфрачервоні датчики. Випромінюють або вловлюють промені в інфрачервоному спектрі, щоб вивчати характеристики навколишнього середовища, такі як температура об'єктів.
- Акселерометри (рис. 1.8). Визначають зміну швидкості об'єктів, а також гравітації, які можуть попереджати про рух предметів, які не можна переміщати.

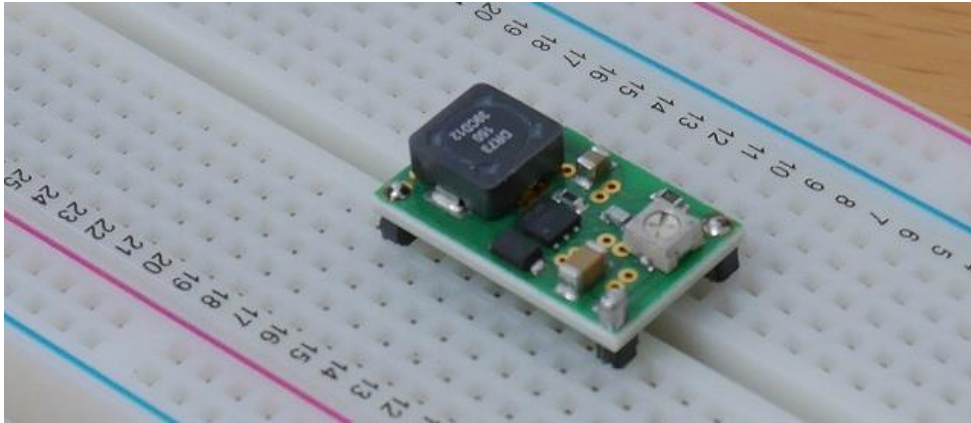


Рис. 1.8 Акселерометер [8]

- Гіроскопи(рис. 1.9). Вимірюють швидкість обертання об'єктів навколо своєї осі або тремтіння камери.



Рис. 1.9 Гіроскоп [9]

## 1.2 Інтеграція IoT в системи "розумних будинків"

Наш вдосконалений інтегрований комплекс розумного будинку збирається з класичних елементів: "розумного будинку", мережі Інтернет речей, хмарних обчислень та системи обробки подій за правилами. Кожен з цих компонентів вносить свої унікальні характеристики і передові технології в загальну схему.

Мережа Інтернет речей дає можливість підключатися до мережі та дистанційно управляти побутовими приладами через різноманітні датчики, що поєднуються з мобільними пристроями. Датчики можуть бути

закріплені за кондиціонерами, освітленням та іншими екологічно-орієнтованими пристроями.

Хмарні обчислення вбудовують комп'ютерний інтелект безпосередньо в побутові пристрої, дозволяючи вимірювати параметри домашнього середовища та контролювати роботу побутової техніки. Вони також надають обчислювальну потужність, місце для зберігання даних та розробку додатків для керування домашніми сервісами та пристроями з будь-якої точки світу у будь-який час.

Система обробки подій за правилами забезпечує контроль та координацію всією складною системою "розумного будинку", гарантуючи її безперебійну роботу та ефективність.

Розумне житло – це перебудована автоматизована житлова інфраструктура, що включає управління всіма вбудованими технологіями. Це оселя, де пристрої для освітлення, опалення, кондиціонування, розваг, електропобутові прилади та системи безпеки взаємодіють та можуть бути керовані віддалено через розклад, телефон, мобільний зв'язок чи Інтернет. Ці системи складаються з різноманітних перемикачів та датчиків, що з'єднані з центральним вузлом, яким керує мешканець будинку за допомогою настінного терміналу чи мобільного пристрою, підключеного до хмарних інтернет-сервісів.



Рис. 1.10 Розумний будинок [10]

Це розумне житло забезпечує безпеку, енергоефективність, економію та комфорт. Встановлення таких рішень дарує зручність та допомагає зекономити час, гроші та енергію. Ці системи адаптивні й гнучкі, налаштовуючись під поточні потреби мешканців. Більшість з них можуть легко інтегруватися з різноманітними пристроями від різних виробників і стандартів.

Основна архітектура дозволяє вимірювати домашні умови, обробляти дані з датчиків на базі мікроконтролерів для моніторингу домашніх пристроїв та виконавчих механізмів.

Популярність концепції розумного житла стрімко зростає, оскільки вона стає частиною тенденцій оптимізації та зниження витрат. Це досягається завдяки здатності вести централізований журнал подій, використанню процесів машинного навчання для оптимізації витрат та наданню корисних рекомендацій.

- Вимірювання домашніх умов.

У стандартному розумному будинку наявні різноманітні датчики, спрямовані на оцінку домашнього середовища, таких як температура, вологість, рівень освітлення та дистанція. Кожен з датчиків призначений для конкретного або кількох параметрів. Деякі датчики забезпечують вимірювання як температури, так і вологості, тоді як інші визначають рівень освітленості для певної зони та відстань до об'єктів у цій зоні. Всі ці датчики сприяють зберіганню і візуалізації зібраних даних для зручного доступу користувача будь-де та будь-коли. Це досягається завдяки використанню процесорів сигналів, інтерфейсів зв'язку та хосту у хмарній інфраструктурі.

- Керування побутовою технікою.

Створюється хмарний сервіс для управління побутовою технікою, який функціонує на хмарній інфраструктурі. Цей сервіс дозволяє користувачам керувати виходами інтелектуальних пристроїв, пов'язаних з домашніми приладами, такими як лампи та вентилятори. Розумні актуатори, такі як клапани та перемикачі, виконують різні дії, наприклад, увімкнення або вимикання, або налаштування параметрів роботи. Ці пристрої надають широкий спектр функціональних можливостей, включаючи увімкнення/вимикання клапана, регулювання відкриття на певний відсоток, управління потоком або аварійне вимкнення. Команди для активації пристроїв передаються у цифровому форматі.

- Керування домашнім доступом.

Технології домашнього доступу використовуються для контролю доступу до громадських дверей. Ця система ґрунтується на базі даних з ідентифікаційними атрибутами авторизованих осіб. При наближенні людини до системи контролю доступу, її ідентифікаційні дані миттєво зчитуються та порівнюються з базою даних. Якщо вони відповідають даним у базі, доступ надається; у протилежному випадку - відмовляється. У великих установах можуть використовуватися хмарні сервіси для централізованого збору та обробки даних про осіб. Деякі системи

використовують магнітні або безконтактні ідентифікаційні картки, інші - системи розпізнавання облич, відбитків пальців чи RFID.

У даному прикладі використано RFID-картку та RFID-зчитувач. Кожна уповноважена особа отримує RFID-картку. Особа сканує картку за допомогою RFID-зчитувача, що знаходиться поруч з дверима. Зчитаний ідентифікатор передається через Інтернет до хмарної системи. Система відправляє ідентифікатор до служби контролю, яка порівнює його з авторизованими ідентифікаторами у базі даних.

- Основні компоненти.

Для забезпечення описаних функцій та обробки даних система складається з таких компонентів, як показано на рис. 1.10:

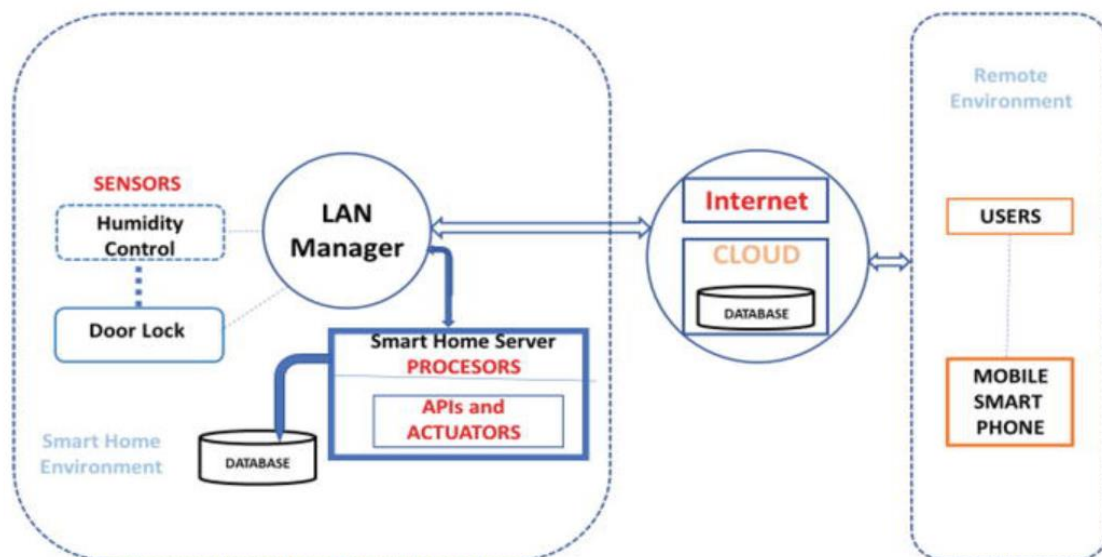


Рис. 1.11 Парадигма розумного будинку з опціональним підключенням до хмари. [11]

- Датчики для збору внутрішніх та зовнішніх даних про житло та умови проживання. Ці датчики під'єднані до будинку та підключених до нього пристроїв. Їхні дані передаються через локальну мережу на сервер розумного будинку.



- Процесори для виконання локальних та інтегрованих завдань. Вони можуть бути також підключені до хмари для операцій, які потребують розширених ресурсів. Локальні процесори обробляють дані з датчиків.
- Набір програмних компонентів, упакованих у вигляді API, що дозволяють зовнішнім додаткам взаємодіяти з системою, якщо вони відповідають певному формату параметрів. Цей API може обробляти дані з датчиків або керувати необхідними діями.
- Актуатори для надання та виконання команд на сервері чи інших пристроях управління. Вони перетворюють необхідні дії на синтаксис команд, які може розуміти пристрій. Коли обробляються дані з датчиків, система перевіряє виконання правил. Якщо умова виконується, система запускає команду для відповідного процесора пристрою.
- База даних для зберігання оброблених даних, зібраних з датчиків та хмарних сервісів. Ця база також використовується для аналізу, відображення та збереження даних. Оброблені дані зберігаються у відповідній базі даних для майбутнього використання.

Архітектура "Розумного дому" розробляється з урахуванням необхідності вимірювання показників домашнього середовища, обробки даних від приладів та моніторингу роботи побутової техніки. Наш підхід базується на використанні мікроконтролерних датчиків для вимірювання домашнього середовища та мікроконтролерних приводів для моніторингу побутових приладів. Для переднього кінця системи ми використовуємо платформу як послуга (PaaS) та програмне забезпечення як послуга (SaaS) в хмарних обчисленнях для ефективною обробки даних.

Архітектура складається з таких ключових компонентів:

1. Мікроконтролерні датчики: призначені для збору даних про умови в будинку. Отримані дані інтерпретуються та обробляються мікроконтролером.

2. Мікроконтролерні приводи: виконують команди, отримані від мікроконтролера, для управління побутовою технікою. Ці команди передаються на основі взаємодії між мікроконтролером та хмарними сервісами.
3. База даних/сховище: слугує для зберігання даних від датчиків та хмарних сервісів для подальшого аналізу та візуалізації. Також виступає як місце зберігання команд для виконавчих механізмів.
4. Сервер/API прошарок: спрощує обробку даних від датчиків, зберігає інформацію в базі даних та приймає команди від клієнтів веб-додатків для управління виконавчими механізмами.
5. Веб-додаток: виконує функції хмарного сервісу, дозволяючи вимірювати, візуалізувати дані з датчиків та керувати пристроями за допомогою мобільного пристрою.

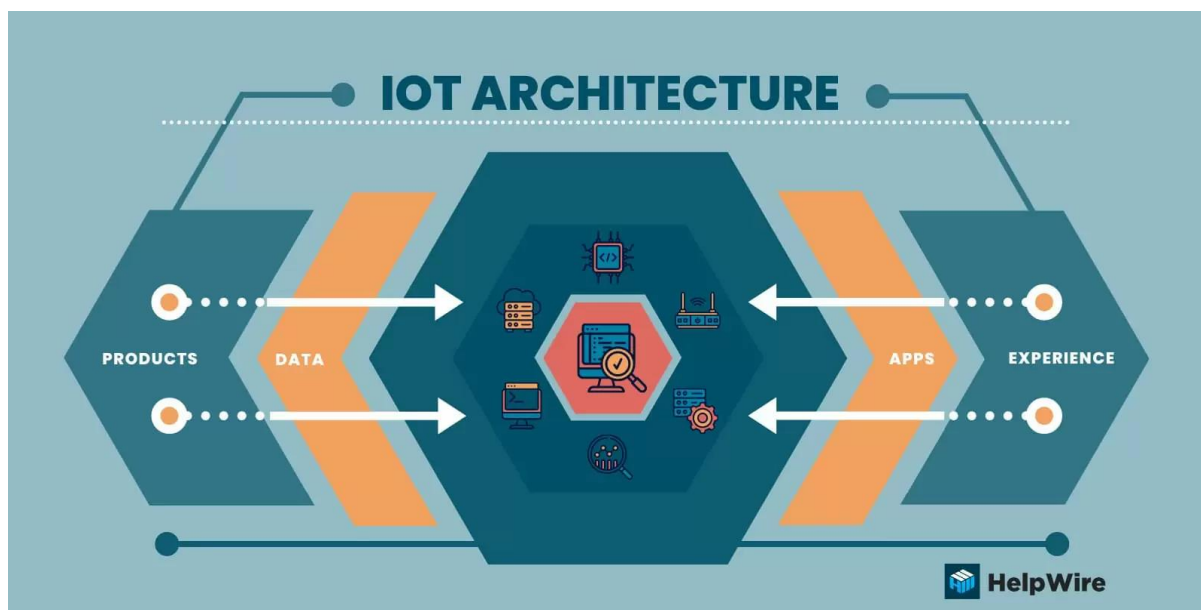


Рис. 1.12 Парадигма розумного будинку з опціональним підключенням до хмари. [12]

### 1.3 Сучасні технології моніторингу та управління енергоспоживанням

Попит на електричну енергію стабільно зростає від її широкого використання в промислових та житлових сферах для забезпечення повсякденних потреб. Поширена практика використання енергії, особливо у зв'язку з розвитком розумних мереж, створює значний вплив на навколишнє середовище через надмірне використання цього ресурсу. Розподіл енергії через інтелектуальні мережі варіюється відповідно до різних факторів, таких як сезонні коливання та різноманіття людських дій. Економічні, соціальні та політичні зміни також суттєво впливають на ринок електроенергії. Саме ці коливання надихають на необхідність розвитку інтелектуальних методів для забезпечення оптимального балансу між постачанням та споживанням.

- Системи вимірювання та сенсори;

Системи вимірювання та сенсори у сфері енергетики є основними складовими для отримання деталізованих даних про використання електроенергії. Розвинуті системи вимірювання та сенсори, встановлені у різних пристроях та системах, відіграють ключову роль у зборі та аналізі інформації про споживання енергії.

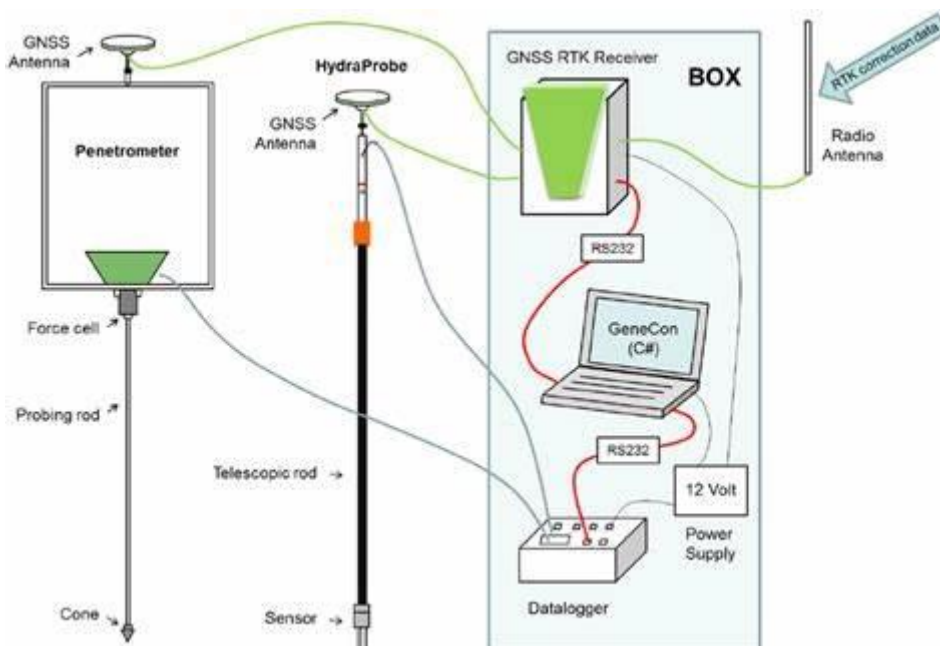


Рис. 1.13 Системи вимірювання та сенсори. [13]

Технології систем вимірювання охоплюють різноманітні методи та пристрої для збору даних про споживання електроенергії. Наприклад, "розумні" лічильники енергії передають дані безпосередньо до систем моніторингу, надаючи можливість отримувати реальні дані про використання. Також сучасні системи моніторингу аналізують інформацію з різних джерел, включаючи датчики напруги та потужності, що дозволяє точно визначити обсяги використаної енергії.

Сенсори, вбудовані у пристрої та системи, є ключовими елементами систем вимірювання, фіксуючи різні аспекти енергоспоживання: вони вимірюють споживання окремими пристроями, виявляють потенційні витрати енергії та дозволяють відслідковувати зміни у використанні електроенергії з часом.

Ці сенсори можуть бути встановлені у різних пристроях, наприклад, побутових приладах, системах опалення, освітленні тощо, надаючи детальну інформацію про використану електроенергію. Ця інформація, що отримана від систем вимірювання та сенсорів, є надзвичайно важливою для розуміння патернів споживання енергії та прийняття заходів для його оптимізації та підвищення ефективності використання.

- Системи збору та аналізу даних (Data Analytics);

В сфері енергетики системи, які збирають та аналізують дані, відіграють ключову роль у розумінні та оптимізації використання електроенергії. Вони створюють можливість використовувати інтелектуальні алгоритми для обробки та тлумачення обширних обсягів даних щодо споживання енергії, що має значення у виявленні закономірностей у використанні електроенергії.

Ці системи здійснюють вбудовання в різноманітні складові енергетичної інфраструктури, спроможні аналізувати інформацію, яка надходить з різних джерел, включаючи дані від сенсорів, лічильників енергії та інших пристроїв. Використання цих даних за допомогою

розумних методів аналізу надає змогу визначати тенденції та моделювати патерни у використанні електроенергії.



Рис. 1.14 Системи вимірювання та сенсори. [14]

Однією з ключових особливостей цих систем є їхня здатність до передбачення на основі минулих даних. Шляхом збору та аналізу інформації про енергоспоживання у минулому, ці системи дозволяють прогнозувати та моделювати майбутнє використання електричної енергії. Це створює можливість енергетичним компаніям, споживачам та регуляторам здійснювати більш точне та ефективне планування та управління енергетичними ресурсами.

Крім того, застосування розумних алгоритмів для аналізу даних дозволяє виявляти ефективні шляхи оптимізації використання енергії. Це включає розробку стратегій для збереження енергії, ідентифікацію

оптимальних періодів споживання енергії, управління навантаженням та підвищення ефективності роботи енергетичних систем.

Таким чином, системи, що збирають та аналізують дані, не лише дають можливість відстеження споживання енергії, але й надають інструменти для передбачення, оптимізації та керування енергетичними процесами з метою забезпечення більш ефективного та раціонального використання ресурсів енергії.

- Системи управління енергоспоживанням;

Управління використанням енергії сьогодні потребує передових технологій для ефективної реакції на змінні умови та оптимізації використання енергетичних ресурсів. Інтелектуальні системи управління стають ключовим інструментом у цьому процесі, автоматизуючи регулювання використання енергії на різних рівнях.

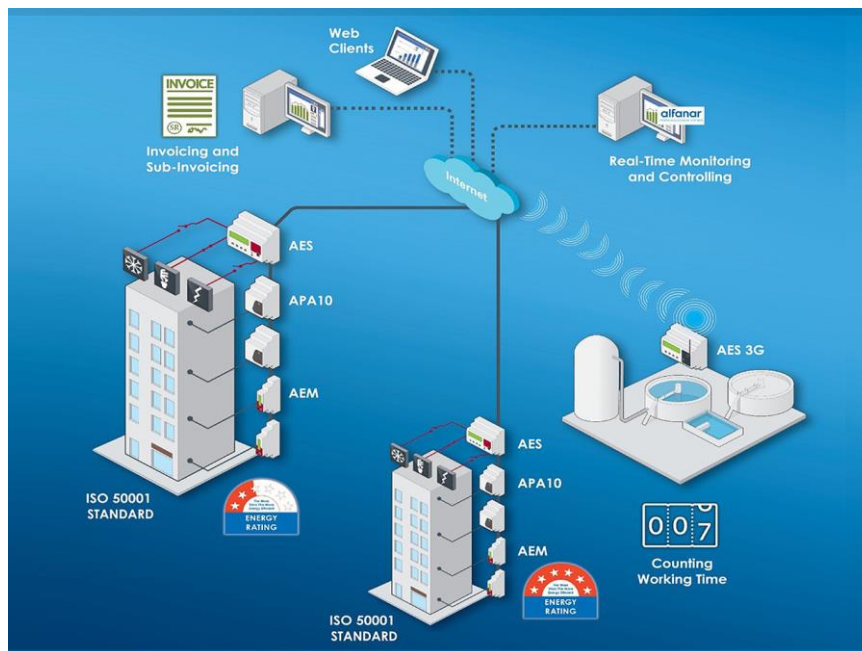


Рис. 1.15 Системи управління енергоспоживанням [15]

Ці системи не обмежуються простим вимиканням пристроїв у режимі очікування, але також дозволяють оптимізувати роботу систем опалення та кондиціонування повітря. Автоматизація цих процесів забезпечує

комфортні умови в приміщеннях при ефективній енергоефективності та зниженні витрат.

Один з ключових аспектів інтелектуальних систем управління - розподіл електричної енергії з урахуванням пріоритетів. Це означає, що система автоматично визначає, які пристрої чи системи мають пріоритет у певний момент часу та надає їм енергію відповідно до цих пріоритетів. Наприклад, важливі системи безпеки чи опалення можуть мати вищий пріоритет, ніж ті, що працюють у фоновому режимі.

Ці системи не лише забезпечують ефективне використання енергії, але й допомагають зменшити витрати. Автоматичне вимикання пристроїв у режимі очікування в період їх неактивності допомагає уникнути зайвого споживання енергії. Оптимізація роботи систем опалення та кондиціонування забезпечує ефективне використання енергії для створення комфортного клімату у приміщенні.

Ураховуючи зростаючі вимоги до енергоефективності та сталого розвитку, інтелектуальні системи управління енергоспоживанням стають важливою складовою для підтримки стабільного та економічного використання електроенергії у будівлях та промисловості. Їх потенціал у забезпеченні енергоефективності та зменшенні впливу на довкілля робить їх необхідними у сучасному управлінні енергетикою.

- Інтеграція з "розумними будинками";

Інтеграція із "розумними будинками" полягає у злитті передових методів управління енергією та концепції "розумного будинку", спрямованої на автоматизацію та оптимізацію споживання енергії. У таких будинках системи освітлення, опалення, кондиціонування повітря та інші пристрої взаємодіють між собою та відповідають на потреби мешканців автоматично.

Ця інтеграція базується на використанні різних сенсорів, актуаторів та систем збору та аналізу даних, що забезпечують збір інформації про

оточуюче середовище та внутрішній мікроклімат, а також про активність людей у будинку. Наприклад, сенсори вимірюють освітленість, температуру, вологість, рух та інші параметри для створення оптимальних умов в приміщенні.

Важливим аспектом "розумних будинків" є системи управління освітленням, які автоматично регулюють яскравість світла залежно від присутності людей у приміщенні та рівня природного освітлення. Це сприяє економії електроенергії та створює комфорт для мешканців.

Крім того, системи опалення та кондиціонування в "розумних будинках" використовують дані сенсорів для автоматичного налаштування температури відповідно до потреб мешканців та зовнішніх умов. Наприклад, коли будинок порожній, система може знизити споживання енергії для опалення або кондиціонування для оптимізації ресурсів.

До того ж, інтеграція з "розумними будинками" використовує технології "інтернету речей" (IoT), що дозволяють пристроям в будинку комунікувати через Інтернет. Це дає можливість мешканцям дистанційно керувати побутовою технікою та системами будинку через мобільні додатки або голосові асистенти.

Інтеграція з "розумними будинками" сприяє зменшенню споживання енергії, оптимізації роботи систем та створенню комфортного та ефективного життєвого середовища для мешканців. Технології управління енергією стають невід'ємною складовою сучасного "розумного" підходу до житла, що сприяє енергоефективності та зручності в повсякденному житті.

- Моніторинг за допомогою мобільних додатків;

Мобільні програми стали необхідною частиною сучасного способу слідкування та контролю за енергоспоживанням. Використання цих додатків відкриває нові можливості для користувачів, дозволяючи їм відстежувати, аналізувати та оптимізувати своє використання електроенергії у власних будинках та приміщеннях. Давайте розглянемо, як



саме ці програми сприяють свідомому та ефективному використанню енергії.

- Зручний доступ та негайна інформація

Мобільні додатки надають користувачам легкий доступ до даних про їхнє енергоспоживання. Це означає, що вони можуть у будь-який момент перевірити обсяг споживаної електроенергії, подивитися статистику за певний період, а також отримати докладну інформацію про конкретні пристрої, що використовують електроенергію.

- Аналіз та оптимізація

Ці програми часто генерують аналітичні звіти про шаблони використання енергії. Користувачі можуть дізнатися, які пристрої або системи споживають найбільше енергії, а також визначити пікові періоди навантаження. Це допомагає їм приймати обґрунтовані рішення стосовно використання енергії, змінювати свої звички, вибирати оптимальний час для користування пристроями та встановлювати режими енергозбереження.

- Віддалене Управління

Можливість дистанційного керування побутовою технікою та системами будинку через мобільний додаток є великою перевагою. Це дозволяє користувачам вмикати та вимикають пристрої, регулювати температуру, освітлення або інші параметри навіть поза дому. Це забезпечує більший контроль та комфорт при використанні енергії.

- Зменшення Витрат та Ефективне Використання

Використання мобільних додатків для моніторингу енергоспоживання сприяє збереженню електроенергії та раціональному використанню ресурсів. Користувачі, використовуючи можливість дистанційного керування, можуть активно контролювати своє споживання та ефективно використовувати електрику, що призводить до зменшення комунальних витрат та збереження ресурсів.

- Підвищення Свідомості та Зміна Поведінки

Ці додатки також впливають на свідомість користувачів щодо їхнього енергоспоживання. Простий доступ до даних та статистики допомагає їм краще розуміти, як вони використовують енергію, що змушує їх змінювати свої звички та приймати більш енергоефективні рішення.

Мобільні програми для моніторингу та керування енергоспоживанням стають важливим інструментом для користувачів, допомагаючи їм ефективніше та свідомо управляти електроенергією. Це відкриває нові можливості для зменшення витрат та оптимізації використання ресурсів у повсякденному житті.

## 2 ТЕОРІЯ ТА АНАЛІТИКА В СФЕРІ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ

### 2.1 Огляд сучасних рішень у сфері управління енергоспоживанням в житлових будинках

Використання енергії стає ключовим у зв'язку з обмеженістю викопних палив. "Розумна мережа" відіграє роль удосконаленої енергетичної інфраструктури, спрямованої на оптимізацію виробництва, передачі та розподілу енергії. Ця система забезпечує взаємозв'язок між усіма учасниками процесу, що сприяє ефективному управлінню виробництвом, розподілом і споживанням енергії в таких споживчих об'єктах, як офісні будівлі, торгові центри та інша інфраструктура.

Дослідження показують, що будівлі споживають майже 40% енергії в більшості розвинених країн [16].

Це споживання енергії в будівлях перевищує рівень, що споживають у промисловості та транспорті. Оскільки енергійні потреби будівель у країнах, які розвиваються, обмежені у промисловому та транспортному секторах, вони виявляють високий рівень енергоспоживання. Точно тому ефективне використання енергії й використання чистих альтернативних джерел у будівлях вважають найважливішими для стримування цього підвищеного рівня споживання.

Отримання інформації щодо споживання енергії в реальному часі є надзвичайно важливим для досягнення цілей з енергозбереження. Ця інформація сприяє плануванню енерговикористання в різні часи доби. Використання альтернативних джерел енергії, таких як сонячні батареї та вітряні турбіни в будівлях, також надзвичайно корисне для збереження енергії й скорочення витрат.

З іншого боку, Інтернет речей (IoT) - це концепція, яка привертає велику увагу у сучасних бездротових зв'язках. Її основна мета - об'єднати різні предмети через мережу для обміну корисною інформацією, спрямованою на оптимізацію їхньої роботи.

Ці предмети можуть бути датчиками, мобільними телефонами, транспортними засобами, RFID-мітками тощо. Злиття цієї інтелектуальної мережі з Інтернетом речей формує потужну систему для ефективного розподілу та споживання енергії. Вона використовує інформацію від датчиків та подібних об'єктів для досягнення оптимальної роботи та забезпечення енергоефективності.

Ця мережа складається з вбудованих обчислювальних пристроїв, оснащених сенсорами та засобами комунікації, які спільно працюють для досягнення загальної мети. Основна ідея полягає в узгодженій роботі об'єктів для спрощення процесу збору та використання інформації з метою підвищення енергоефективності. Важливою умовою є їхня здатність до взаємодії та спілкування один з одним.

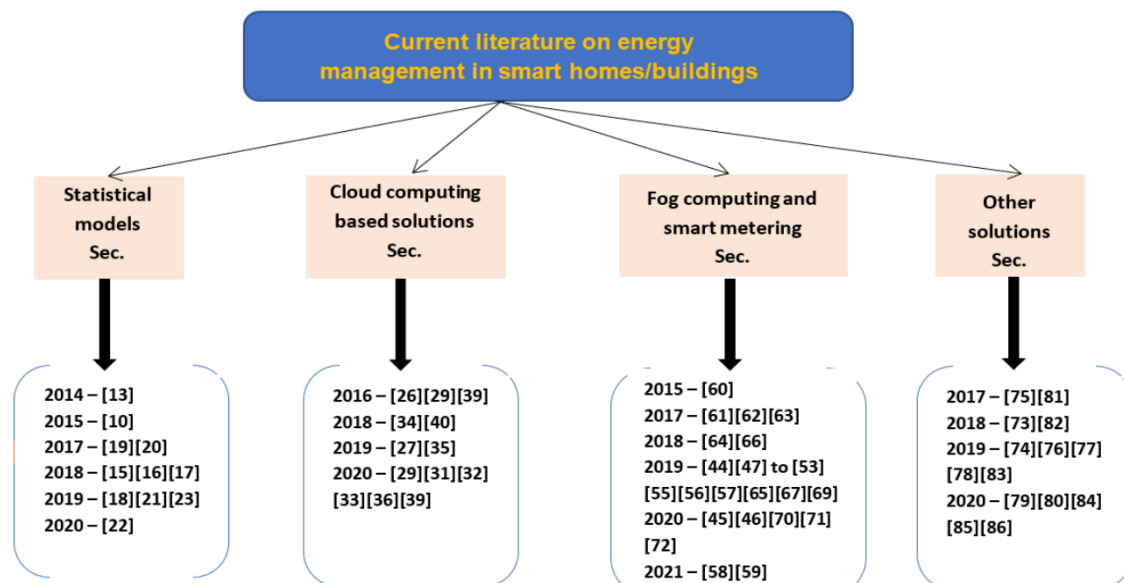


Рис. 2.1 Системи управління енергоспоживанням [17]

## 2.2 Оцінка потреб та вимог користувачів до систем управління енергоспоживанням

Вивчення та аналіз потреб та вимог користувачів в рамках розробки та імплементації Інтернету речей (IoT) для моніторингу та управління енергоспоживанням в житлових будинках є визначальним етапом, що визначає успіх усього процесу. Цей етап виходить за межі простого технічного аспекту, докладно налаштовуючи систему під конкретні потреби та очікування кінцевого користувача.

Аналіз потреб користувачів є важливою складовою стратегії оптимізації енергоспоживання, особливо враховуючи тільки що виниклу складну енергетичну обстановку в Україні у період з січня по квітень 2023 року. Варто відзначити, що у зазначений період країна відзначила значний спад у виробництві електроенергії, що становив 19,4% в порівнянні з аналогічним періодом 2022 року. Ця динаміка визначає нові виклики для енергетичної системи та вимагає ретельного аналізу споживацьких звичок.



Рис. 2.2 Скорочення споживання електроенергії 2.2 [18]

На додаток до цього, важливо врахувати, що внаслідок військових подій значна частина енергетичної інфраструктури зазнала серйозних

пошкоджень. Зокрема, понад 90% вітрової генерації, близько 75% теплової генерації, майже половина атомної генерації, понад 30% сонячної генерації та блочних теплових електростанцій потрапили під вплив воєнних дій. Внаслідок цього, наявна потужність зменшилася від 37,6 ГВт на початку 2022 року до критичних 18,3 ГВт.

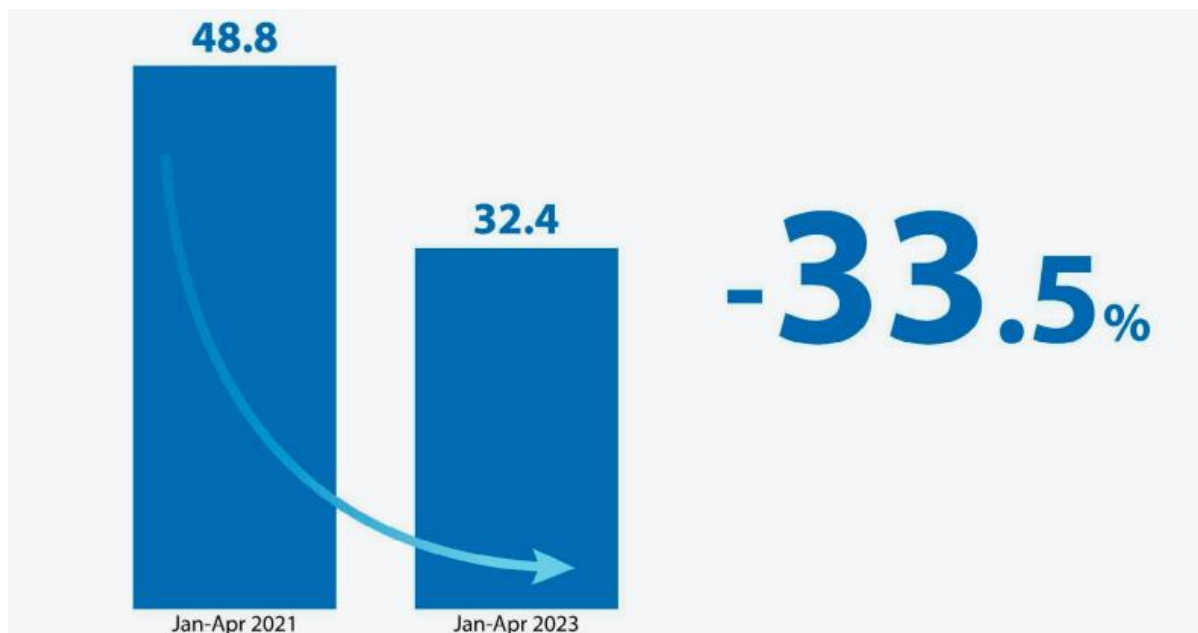


Рис. 2.3 Споживання електроенергії 2.3

Враховуючи ці факти, активний та відповідальний моніторинг енергоспоживання стає невід'ємною частиною стратегії раціонального використання енергії та оптимізації витрат. Збалансований підхід до аналізу даних споживання, врахування можливостей використання відновлюваних джерел енергії та впровадження енергоефективних технологій є ключем до забезпечення стабільності та економічної вигоди для кінцевих користувачів.

Постійний моніторинг енергосистем дозволяє не лише швидко реагувати на виклики, але й розробляти довгострокові стратегії, спрямовані на підвищення стійкості енергетичного сектору України. Цей підхід є важливим елементом шляху до відновлення енергетичної інфраструктури та створення умов для сталого розвитку національної енергетики.

Детальний аналіз дозволяє не лише ідентифікувати загальні потреби, але й розкриває специфіку користувацьких потреб, враховуючи їхні індивідуальні уподобання та стиль життя в контексті використання енергії у житлових приміщеннях. Цей процес включає вивчення не лише технічних аспектів використання системи, але і поглиблене розуміння звичок та поведінки користувачів.

Більш того, аналіз потреб і вимог визначає необхідність урахування різноманітних факторів, таких як підвищення енергоефективності, забезпечення зручності управління, забезпечення високого рівня безпеки та максимальної прозорості щодо функціоналу системи. Адаптація до індивідуальних особливостей різних груп користувачів виходить за рамки загальних стандартів, надаючи унікальний та оптимальний досвід використання для кожного власника будинку.

Результати аналізу потреб і вимог стають ключовими деталями при створенні комплексних IoT-рішень, спрямованих на оптимізацію споживання енергії у житлових будинках. Основна мета полягає в створенні продукту, який не лише відповідає технічним нормам, але й віддзеркалює реальні потреби та очікування користувачів, забезпечуючи їм ефективні та інтуїтивно зрозумілі засоби управління енергетичними процесами у їхніх домівках.



Рис. 2.4 Комплексність IoT рішень [19]

Комплексність рішення, розробленого на основі детального аналізу потреб та вимог користувачів для Інтернету речей (IoT) у сфері моніторингу та управління енергоспоживанням в житлових будинках, виявляється на кількох рівнях:

- **технічна складність:**

Розробка та впровадження системи, яка забезпечить надійний збір, передачу та обробку обширних обсягів даних щодо енергоспоживання в будинках.

Створення датчиків, які точно вимірюватимуть різні параметри енергоспоживання, включаючи електроенергію, тепло та освітлення.

- **Аналіз та Інтерпретація Даних:**





Рис. 2.5 Інтерпретація Даних[20]

Розробка програмного забезпечення та алгоритмів для аналізу та виведення змістовної інформації з накопичених даних.

Врахування різноманітних факторів, таких як графік споживання енергії та поведінка користувачів для більш точного розуміння контексту.

- Забезпечення безпеки та приватності:



Рис. 2.6 Запобігання несанкціонованому доступу 2.6 [21]

Використання передових методів шифрування та механізмів захисту для забезпечення конфіденційності особистої інформації користувачів.

Розробка систем безпеки, що запобігають несанкціонованому доступу та забезпечують інтеграцію даних.

- Індивідуалізований Досвід Користувача:

Створення інтуїтивного інтерфейсу користувача, призначеного для індивідуального використання та надання зручного доступу до важливих функцій.

Враховання індивідуальних вподобань та розробка персоналізованих рекомендацій для оптимізації споживання енергії з урахуванням стилів життя користувачів.

- Масштабованість та Загальна Сумісність:

Забезпечення того, що розроблене рішення ефективно функціонує як для окремих будинків, так і для великих житлових комплексів.

Сумісність з різними типами будівель та інфраструктурою, а також врахування різноманітних стандартів IoT для гармонійної взаємодії.

- Економічна Реалізованість:

Проведення оцінки вартості розробки, впровадження та підтримки рішення з урахуванням економічної виправданості.

Розробка моделей ефективності та витрат для підтримки раціональних рішень у сфері енергозбереження для кінцевих користувачів.

Загальна комплексність полягає в здатності системи не лише виконувати технічні функції, але і взаємодіяти з користувачами, надаючи їм індивідуалізовані та ефективні інструменти для управління енергоспоживанням у їхніх домівках.

### **2.3 Аналіз поточного стану систем енергетичного моніторингу в житлових будинках**

На сьогоднішній день системи енергетичного моніторингу в житлових будинках набувають все більшого значення у контексті

забезпечення енергоефективності, стійкості та раціонального використання ресурсів. Аналіз поточного стану таких систем надає можливість оцінити рівень енергоспоживання, оптимізувати витрати та сприяти впровадженню стійких технологій. Розглянемо ключові аспекти цього питання більш детально.

Після аналізу поточного стану систем енергетичного моніторингу в житлових будинках виявилось, що ці системи відіграють ключову роль у забезпеченні оптимального використання енергії в сучасному житловому секторі. Розглянемо більш детально результати проведеного аналізу та визначимо, які можливості вони відкривають для підвищення ефективності та стійкості енергетичного споживання в житлових будинках.

- Споживання енергії:

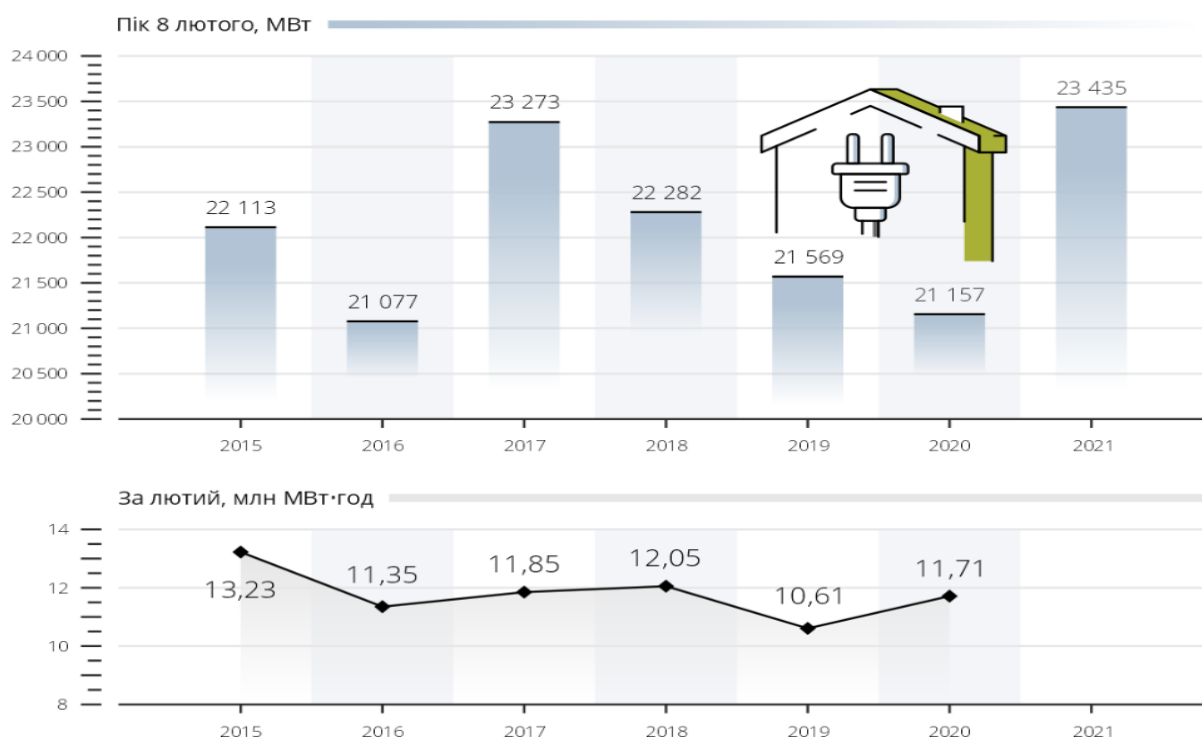


Рис. Пікове споживання енергії 2.7 [22]

Аналіз систем моніторингу показав, що ми можемо детально вивчати споживання енергії в житлових будинках в реальному часі. Це дозволяє не лише виявляти енергозатратність окремих приладів та систем, але і визначати зони енергетичного споживання з метою подальшої оптимізації.

А також зібрати важливі дані які допоможуть підготуватися до пікового навантаження і вберегти системи від перебоїв.

- Оптимізація витрат:



Рис. Оптимізація витрат 2.8 [23]

Системи моніторингу надають можливість виявлення неефективних витрат енергії та впровадження заходів щодо їх оптимізації. Наприклад, на основі аналізу можна розробити графіки використання електроприладів, визначити періоди найбільшого споживання, та розробити стратегії для енергозбереження. За допомогою систем моніторингу користувачі будуть мати можливість заощаджувати не тільки енергоресурси, а й свої кошти та час.

- Стійкі технології:



Рис. Впровадження стійких технологій 2.9 [24]

Аналіз показав, що системи енергетичного моніторингу можуть стати основою для впровадження стійких технологій в житлових будинках. Інтеграція відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні батареї чи вітрогенератори, може бути ефективною при забезпеченні стійкості та незалежності від традиційних джерел енергії. Це не тільки зменшить напругу на енергетику, а ще й покращить екологічний стан довкілля.

Сучасні системи моніторингу, використовуючи технології штучного інтелекту, можуть надавати не тільки статистичні дані, але і рекомендації щодо оптимального управління енергопотоками. Це включає в себе автоматизоване регулювання освітлення, опалення та інших систем для максимізації комфорту та енергоефективності. А також у подальшому майбутньому на основі цих даних і рекомендацій можна буде покращити інфраструктуру загалом.

- Віддалений моніторинг та Управління:



Рис. 2.10 Віддалений моніторинг та управління [25]

Застосування технології Інтернету речей (IoT) дозволяє віддалено моніторити та керувати системами енергопостачання в будинку. Це

важливо для власників нерухомості, які можуть ефективно управляти своїми ресурсами навіть здалеку.

В цілому, аналіз поточного стану систем енергетичного моніторингу в житлових будинках вказує на їх великий потенціал у вдосконаленні енергетичної ефективності та забезпеченні стійкого використання ресурсів в сучасному житловому будівництві. Розвиток та впровадження нових технологій в цій сфері може сприяти не лише економії енергії, але і зменшенню впливу на навколишнє середовище.

## **3 ПРОТОТИПУВАННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯМ В ЖИТЛОВИХ БУДИНКАХ - AUTOENERGY**

### **3.1 Архітектура системи AutoEnergy**

Системи контролю та управління використанням енергії (рис.3.1) у приватних будинках є необхідною частиною сучасних технологій. Ці комплексні системи виявляються важливими для власників будинків, оскільки дозволяють ефективно керувати, оптимізувати та використовувати електроенергію. Вони складаються з декількох ключових компонентів, які спільно працюють для досягнення мети зменшення споживання енергії та витрат.

Початковим та важливим елементом є датчики моніторингу, розташовані у будинку. Ці датчики вимірюють параметри, такі як температура, вологість, освітленість та споживання електроенергії окремими пристроями. Зібрані дані надсилаються до центрального сервера або хмарного сервісу через бездротові мережі для подальшого аналізу.

Саме центральний сервер або хмарний сервіс є місцем, де зібрані дані проходять аналіз за допомогою спеціальних алгоритмів. Це дозволяє встановлювати патерни споживання енергії та робити рекомендації для оптимізації. Власники можуть переглядати ці дані через мобільний додаток або веб-інтерфейс, де є можливість встановлення режимів енергозбереження та дистанційного керування побутовими пристроями.

Системи керування відіграють ключову роль у управлінні пристроями, які використовують енергію, такими як освітлення, опалення або кондиціонування. Вони використовують розумні алгоритми та графіки часу для оптимізації функціонування цих пристроїв з метою зменшення енергоспоживання.

Крім того, система надає користувачам аналітичні звіти та рекомендації для ефективного використання енергії. З урахуванням патернів споживання, пікових навантажень та ефективності пристроїв, ця система допомагає власникам будинків скорочувати витрати та створювати екологічно чисте житлове середовище.

Отже, ця комплексна система(рис. 3.1) контролю та управління використанням енергії у приватних будинках є важливою не лише для економії коштів, а й для створення енергоефективного та екологічно чистого житлового середовища для мешканців. Її впровадження сприяє стабільності енергопостачання та зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище.

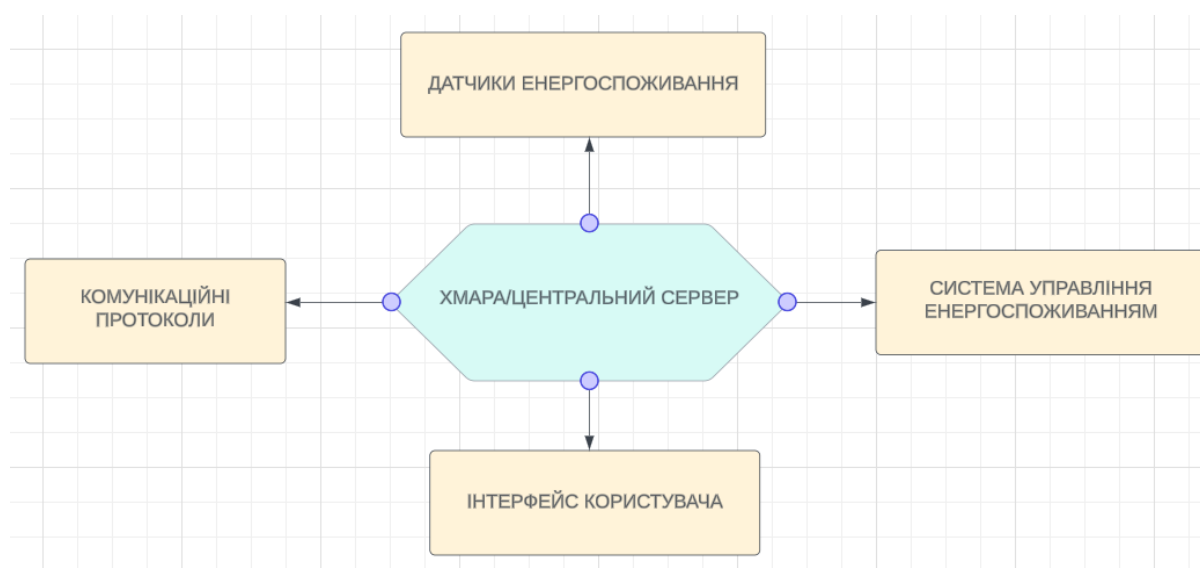


Рис. 3.1 Схематичне представлення системи

Роздивимося систему детально, за складовими:

#### 1. Датчики Енергоспоживання:

Основні побутові прилади, такі як холодильники, пральні машини, кондиціонери та інші, оснащені спеціальними датчиками, які служать для постійного вимірювання та контролю споживання електроенергії. Ці датчики працюють у режимі реального часу, надаючи точну інформацію про кількість спожитої електроенергії для кожного пристрою окремо.



Отримані дані є надзвичайно важливими для кінцевих користувачів, оскільки дозволяють їм докладно вивчати та аналізувати споживання енергії кожним пристроєм окремо. Наприклад, користувач може легко перевірити, скільки електроенергії використовується для прання щотижня або визначити, чи є доцільним замінити старий холодильник на більш енергоефективний аналог.

Такий детальний моніторинг споживання електроенергії допомагає користувачам приймати обґрунтовані рішення стосовно її використання, сприяючи не лише більш ефективному використанню енергії, а й підвищенню свідомості про особистий внесок у загальну енергоефективність та екологічність.

В нашій системі будуть встановлені датчики, їх ще називають лічильники електроенергії.

**Лічильники електроенергії з Wi-Fi або Zigbee** - це новітні прилади, призначені для вимірювання електроенергії та передачі цих даних через бездротові мережі, такі як Wi-Fi або Zigbee. Основна мета цих пристроїв - це збір, збереження та передача точних даних про споживання електроенергії.



Рис. 3.2 Wi-Fi лічильник електроенергії [26]

Основні характеристики:

1. Бездротовий зв'язок: ці лічильники можуть спілкуватися через бездротові мережі, такі як Wi-Fi або Zigbee. Це дозволяє передавати дані про споживання електроенергії безпосередньо до спеціального пристрою, такого як маршрутизатор або центральна система моніторингу.
2. Збір та збереження даних: ці лічильники вимірюють споживану електроенергію та зберігають ці дані для подальшої передачі. Деякі моделі можуть зберігати інформацію внутрішньо і відправляти її на сервер для аналізу.
3. Віддалений доступ: завдяки зв'язку через Wi-Fi або Zigbee, користувачі можуть отримувати доступ до даних про енергоспоживання з будь-якого місця, де є доступ до Інтернету.
4. Автоматизація: деякі нові моделі лічильників можуть використовувати дані про споживання електроенергії для автоматичного управління окремими пристроями або системами, наприклад, для

вимкнення електроприладів у режимі очікування або для планування пікових часів споживання.

5. Інтеграція з іншими системами: ці лічильники можуть легко інтегруватися з різними системами моніторингу та управління енергоспоживанням для комплексного аналізу та контролю.

Ці лічильники набувають популярності завдяки їхній можливості передавати дані через бездротові мережі, що робить моніторинг та управління електроенергією більш доступними та зручними для користувачів.

**Центральна система** (рис. 3.3), яка включає центральний сервер або хмарне сховище, відіграє ключову роль у системі контролю та управління енергоспоживанням у приватних будинках. Цей елемент системи відповідає за збір, зберігання та обробку об'ємних даних щодо використання електроенергії, а також за розробку стратегій для її ефективного використання.

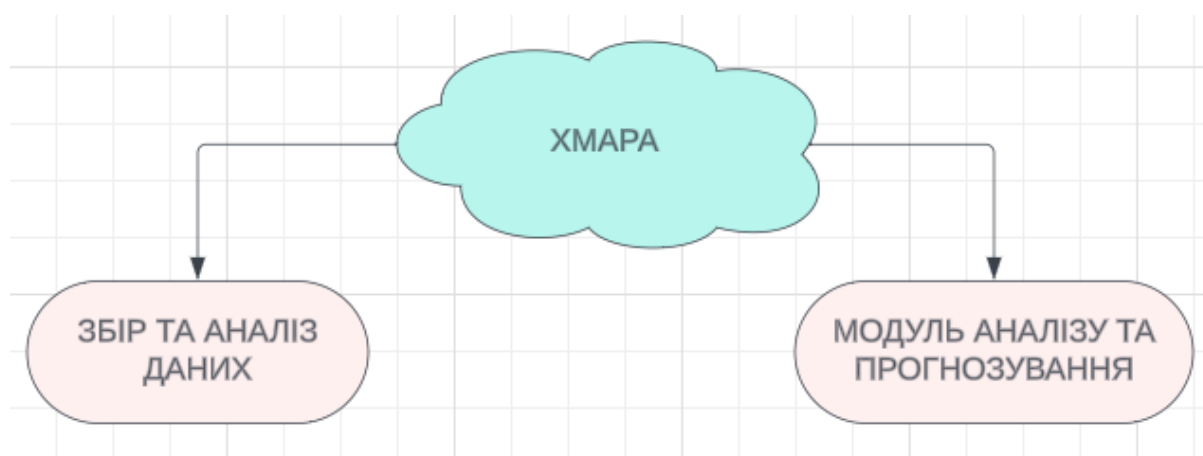


Рис. 3.3 Ключові елементи центральної системи

- Збір та аналіз даних:

центральна система (рис. 3.3) розпочинає свою роботу зі збору інформації, яка надходить з різних датчиків у житлових приміщеннях. Ці

дані включають споживання електроенергії різними пристроями, статистику енергетичних потоків за певний часовий проміжок, а також параметри навколишнього середовища, такі як температура, вологість і т.д. Після збору, дані передаються до центрального сервера для подальшої обробки.

Центральна система проводить аналіз зібраних даних для виявлення wzorів у використанні енергії. Вона використовує різні методи аналізу, такі як статистичні моделі, машинне навчання та штучний інтелект, для розпізнавання тенденцій у використанні електроенергії. Це дозволяє отримати глибше розуміння споживання та знайти оптимальні стратегії управління.

- Модуль аналізу та прогнозування:

один з ключових етапів цієї системи - розробка модуля аналізу та прогнозування. Цей модуль використовує отримані дані та виявлені патерни для розробки стратегій управління енергоспоживанням. Він створює прогностичні моделі, які допомагають передбачити пікові навантаження, споживання в певний час чи період. Ці прогнози допомагають власникам будинків планувати своє споживання енергії більш ефективно.

Модуль аналізу та прогнозування також визначає оптимальні стратегії енергозбереження та ефективного використання електроенергії. Він дає рекомендації щодо оптимального часу для включення/вимикання пристроїв, режимів енергозбереження та оптимального споживання.

Центральна система є критичним компонентом в аналізі та розвитку стратегій управління енергоспоживанням. Вона забезпечує глибокий аналіз та прогнозування, що допомагає власникам будинків ефективно управляти своїм споживанням енергії.

**Система Управління Енергоспоживанням** гарантує автоматизоване регулювання та оптимізацію використання електроенергії в

житлових будинках. Це включає в себе два основних аспекти: Розумне Керування та Планування Роботи, спрямовані на максимальну ефективність споживання енергії з урахуванням зібраних даних та користувацьких звичок.

- **Розумне Керування:**

цей компонент системи передбачає автоматичне регулювання електричних пристроїв на основі аналізу накопичених даних та шаблонів використання. За допомогою інформації, що надходить від датчиків енергоспоживання, система може визначати пікові навантаження, частоту використання конкретних пристроїв та їхній вплив на загальне споживання енергії. Основуючись на цих даних, система автоматично активує або вимикає пристрої, максимізуючи ефективність споживання енергії та знижуючи витрати. Наприклад, вночі або в періоди, коли будинок не зайнятий, система може автоматично вимикати електроприлади, що допомагає уникнути надмірного споживання енергії.

- **Планування Роботи:**

Ще одним важливим аспектом системи управління є можливість встановлення оптимальних режимів роботи електроприладів з урахуванням дня, часу та інших параметрів. Це включає використання програмних алгоритмів для автоматичного регулювання роботи певних пристроїв у визначені години або відповідно до певних сценаріїв. Наприклад, система може автоматично регулювати опалення або кондиціонування повітря залежно від погодних умов, створюючи комфортні умови проживання без зайвого споживання енергії.

- **Переваги Розумного Управління:**

- енергоефективність: оптимізація використання електроенергії шляхом автоматичного вимикання пристроїв у моменти їх непотрібності.
- Економія ресурсів: зменшення рахунків за електроенергію завдяки оптимізації споживання.

- Комфорт: забезпечення комфортних умов проживання за допомогою автоматичного регулювання систем опалення, кондиціонування тощо.
- Свідоме споживання: заохочення свідомого використання енергії через автоматизовані процеси управління електроприладами.

Розумне керування та планування роботи у системі управління енергоспоживанням сприяють ефективному використанню електроенергії та забезпечують комфорт та економію для користувачів.



Рис. 3.4 Алгоритм розумного керування

**Мережа Інтернет речей (ІоТ)** в системі контролю та керування споживанням енергії в житлових будинках відіграє ключову роль у забезпеченні безпечної та ефективної взаємодії між різними пристроями та центральною системою.

- Значення безпечної комунікації в ІоТ:

мережа ІоТ, що базується на підключених пристроях, утворює складну структуру, де величезний обсяг даних пересилається між пристроями та центральними серверами. Використання захищених

протоколів та шифрування є критично важливим для забезпечення конфіденційності, цілісності та доступності цих даних.

- **Захист даних в IoT:**

одним з основних аспектів безпеки в мережі IoT є захист від несанкціонованого доступу до даних. Використання шифрування та захищених протоколів допомагає уникнути можливості перехоплення або зміни інформації під час її передачі між пристроями та центральною системою.

- **Роль захищених протоколів:**

використання захищених протоколів є основою безпеки в IoT. Протоколи, такі як Transport Layer Security (TLS) або Datagram Transport Layer Security (DTLS), гарантують захищену та зашифровану комунікацію між пристроями та центральною системою, а також забезпечують аутентифікацію пристроїв та захист від прослуховування чи зміни переданих даних.

## **Transport Layer Security**

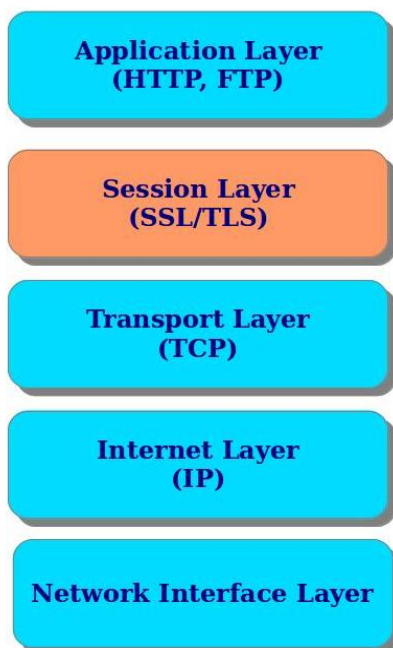


Рис. 3.5 Протокол TLS [27]

- **Важливість конфіденційності та цілісності даних:**

безпечні протоколи забезпечують збереження конфіденційних даних у зашифрованому вигляді під час їх передачі по мережі IoT. Це важливо для захисту особистої інформації користувачів та забезпечення цілісності даних під час їх обробки та передачі.

- Превентивні заходи забезпечення безпеки:

розробники систем контролю та керування енергоспоживанням в житлових будинках повинні розглядати використання безпечних протоколів та шифрування як важливу частину проектування системи. Такий підхід забезпечить не лише безпеку, а й довіру користувачів до цієї системи.

На рисунку 3.1 можна побачити взаємодію усіх деталей системи для ефективного та коректного функціонування.

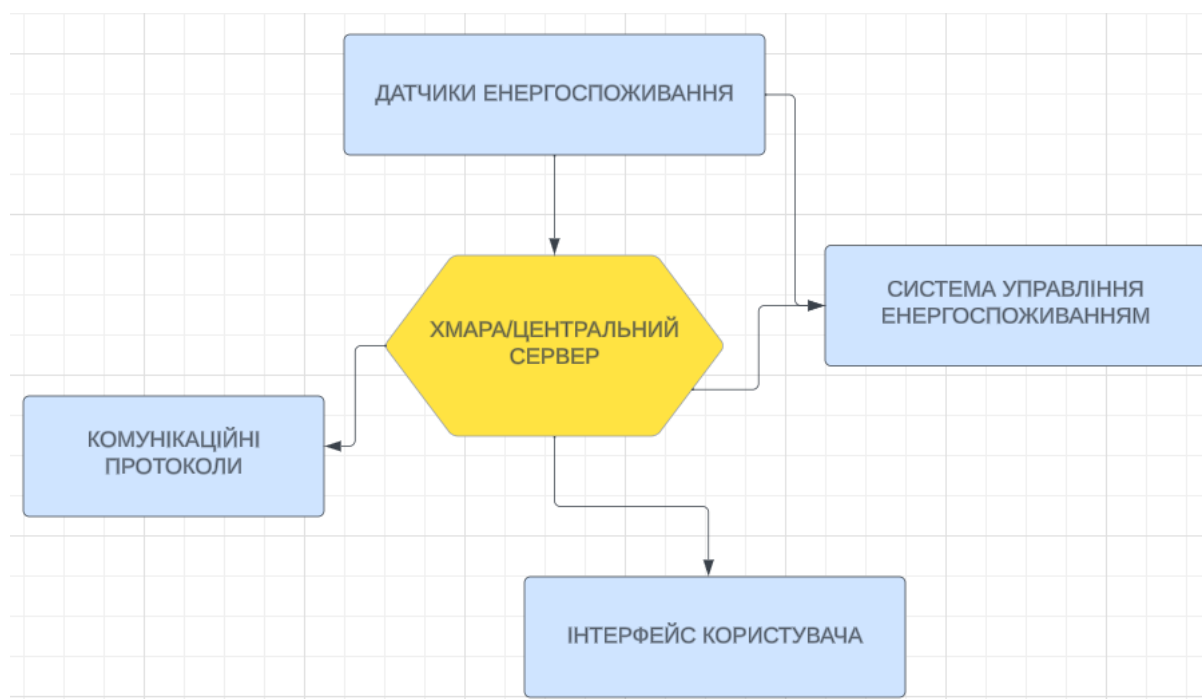


Рис. 3.6 Взаємодія усіх деталей системи

### 3.2 Дизайн користувацького інтерфейсу додатку AutoEnergy

AutoEnergy - новаторське програмне забезпечення для смартфонів, спроектоване для оптимізації та регулювання споживання електроенергії в



приватних житлових будинках. Цей додаток пропонує широкий набір функцій для ефективного використання електрики, надаючи користувачам засоби для моніторингу, аналізу та керування енергоспоживанням у зручний та інтуїтивно зрозумілий спосіб.

Для прототипування дизайну мобільного застосунку AutoEnergy (рис. 3.7) було використано застосунок для дизайну Figma.



Рис. 3.7 Екран завантаження

У мобільному додатку є екран завантаження реєстрації (рис. 3.7), можливі варіанти або зареєструватися як новий користувач, або увійти вже в існуючий акаунт.

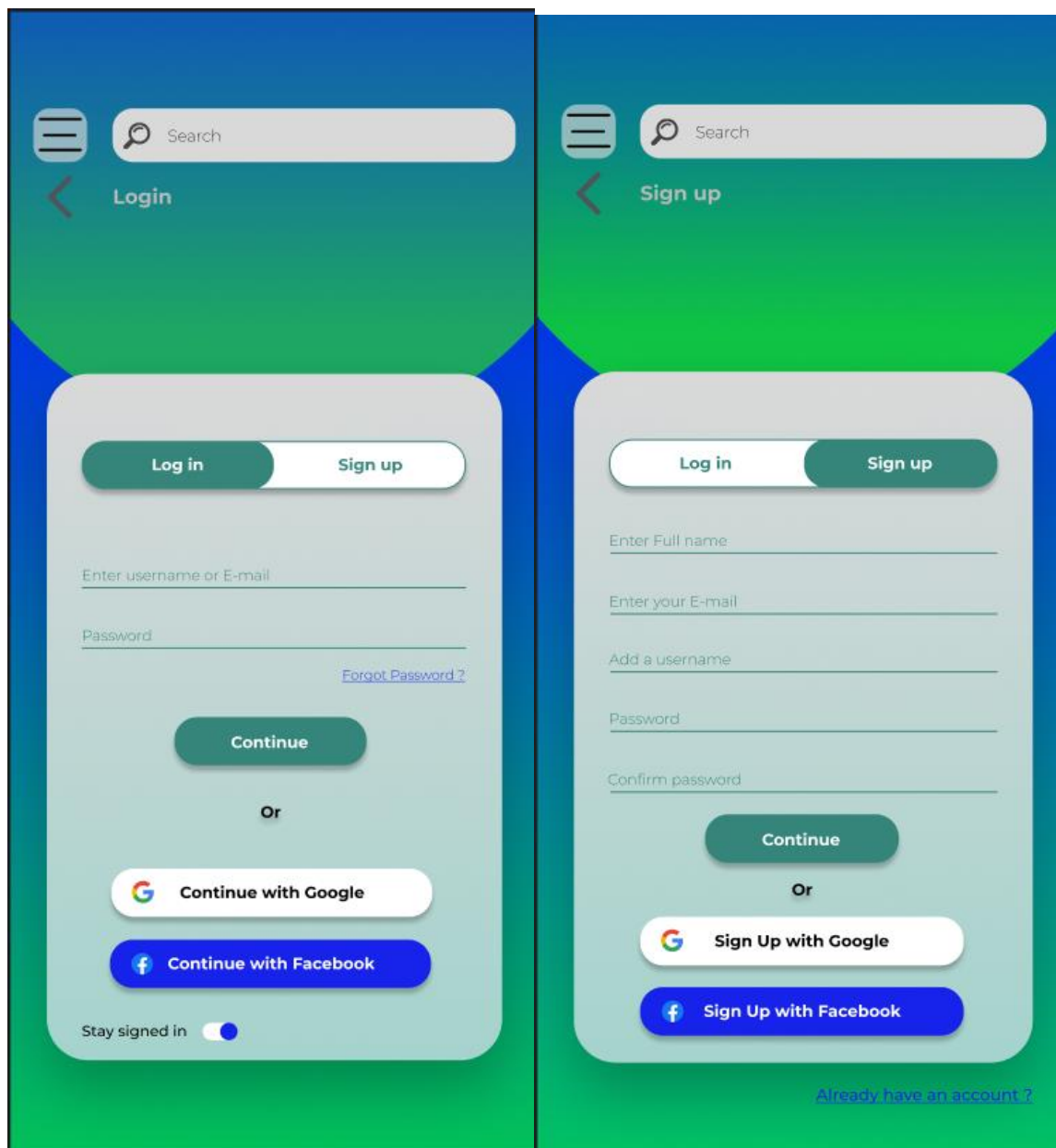


Рис. 3.8 Екран реєстрації

У додатку є два головних екрани (рис. 3.9): екран - привітання користувача у мережі, там є поради та нагадування щодо помірнього споживання електроенергії. Екран - меню, звідти користувач зможе потрапити на будь-яку сторінку, аналітики, історія споживання енергії, або сторінки сповіщень.

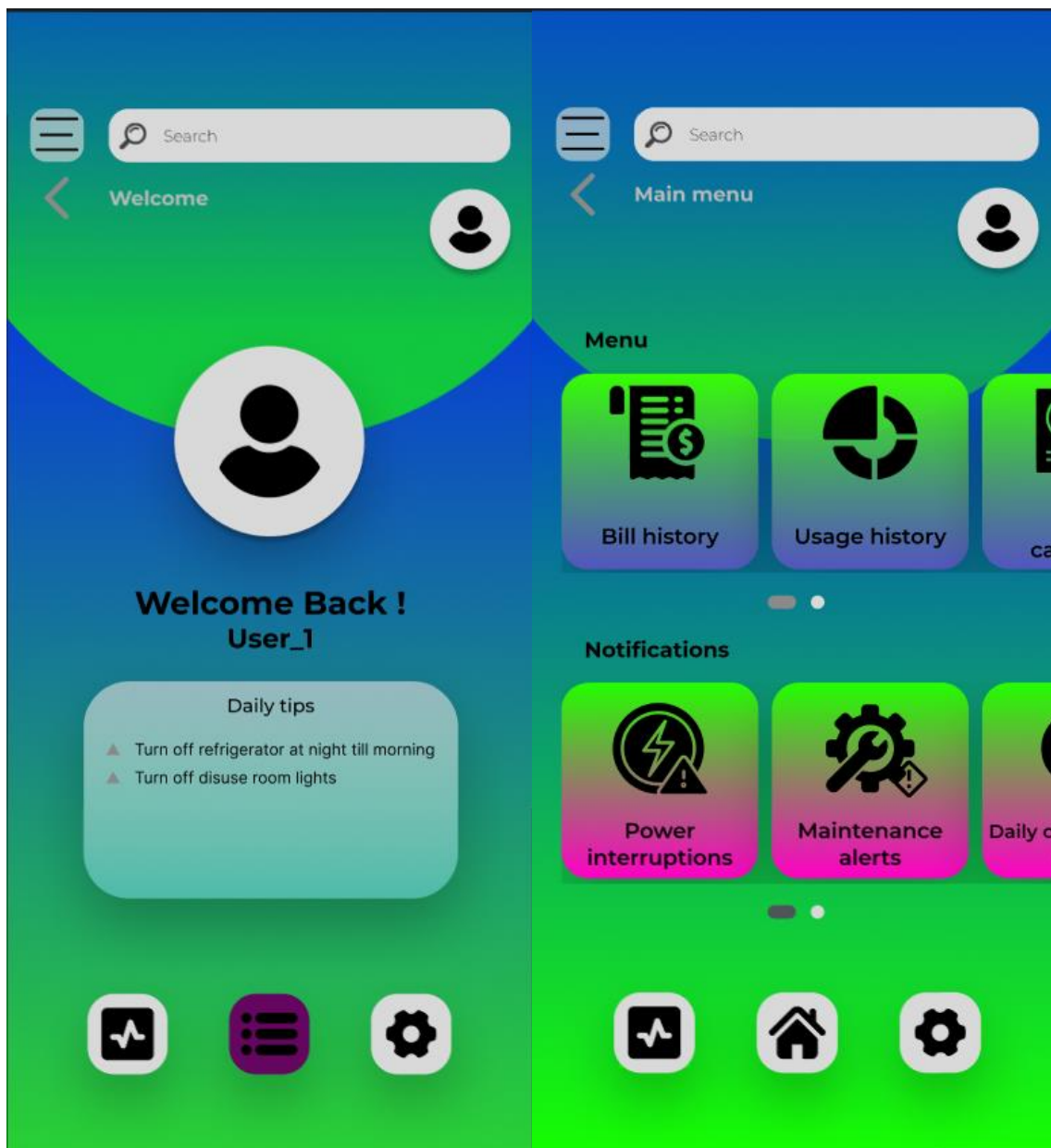


Рис. 3.9 Головні екрани

Розглянемо детальніше сторінки додатку AutoEnergy:

- історія оплати електроенергії (рис. 3.10).

На сторінці Історія оплати електроенергії в додатку AutoEnergy знаходиться можливість перегляду деталізованої інформації про минулі оплати електроенергії за різні періоди. Ця функція створена для зручного аналізу та візуалізації історії оплат, сприяючи кращому розумінню користувачами своїх витрат на електрику.

Основні можливості сторінки "Історія оплати електроенергії":

1. Перегляд історії оплат:

ця опція дозволяє користувачу переглянути список усіх минулих оплат за електроенергію, включаючи дату оплати, суму, метод оплати та можливу деталізацію операції.

2. Сортування та фільтрація:

користувач має можливість сортувати свою історію оплат за різними критеріями, такими як дата, сума, метод оплати тощо. Також доступні фільтри для відображення оплат за конкретний період або за певними категоріями.

3. Деталізація операції:

при натисканні на окрему операцію користувач може переглянути більш детальну інформацію щодо цієї оплати, таку як спожита електроенергія, можливі комісії або податки, які були включені до суми платежу.

4. Експорт та друк:

крім того, доступні функції експорту та друку історії оплат. Це дозволяє користувачеві зберігати або друкувати інформацію у зручному форматі для подальшого використання або аналізу.

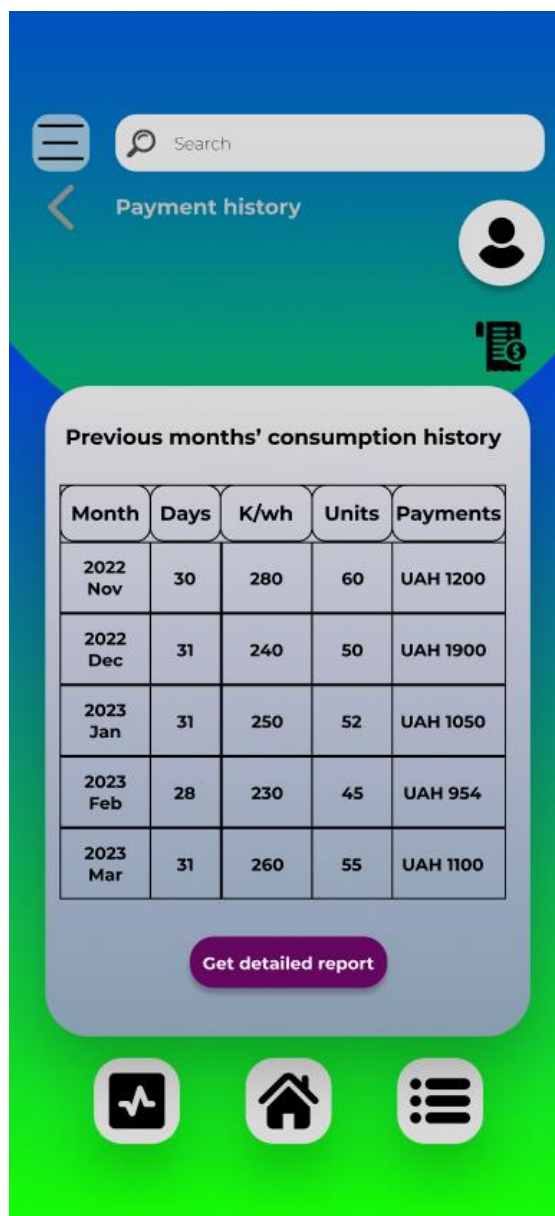


Рис. 3.10 Історія оплати електроенергії

- Сторінка місячного енергоспоживання (рис. 3.11).

Сторінка Місячне енергоспоживання у додатку AutoEnergy - це основний ресурс для тих, хто хоче отримати докладну інформацію про свій електроенергетичний споживання кожного місяця. Тут можна знайти візуальні графіки, які дозволяють аналізувати споживання, щоб краще розуміти свої енергетичні витрати та виявляти патерни.

Функціонал сторінки "Місячне енергоспоживання":

1. Графік місячного споживання:

Тут користувач може побачити графік інформації про електроенергію за кожний місяць. Кожен місяць позначений на осі часу, а споживання відображається в відповідних одиницях.

2. Середнє значення споживання:

червона лінія на графіку показує середнє значення споживання електрики. Це допомагає порівняти поточне споживання з середнім, виявити відхилення витрат.

3. Взаємодія з графіком:

користувач може взаємодіяти з графіком, збільшуючи чи зменшуючи масштаб для детального аналізу. Також доступні фільтри для відображення конкретних даних.

4. Висновки та аналітика:

графіки дозволяють зробити висновки про споживання. Це може виявити пікові навантаження, несподівані зміни та підтвердити ефективність енергозберігаючих заходів.

5. Порівняння з іншими періодами:

користувач може порівнювати дані споживання з попередніми періодами, що допомагає виявити тенденції змін.

6. Експорт та збереження даних:

існує можливість зберегти чи експортувати графіки для подальшого використання чи аналізу.

Ця сторінка дозволяє детально вивчати щомісячне споживання енергії, що є важливим для оптимізації та розробки стратегій енергозбереження.

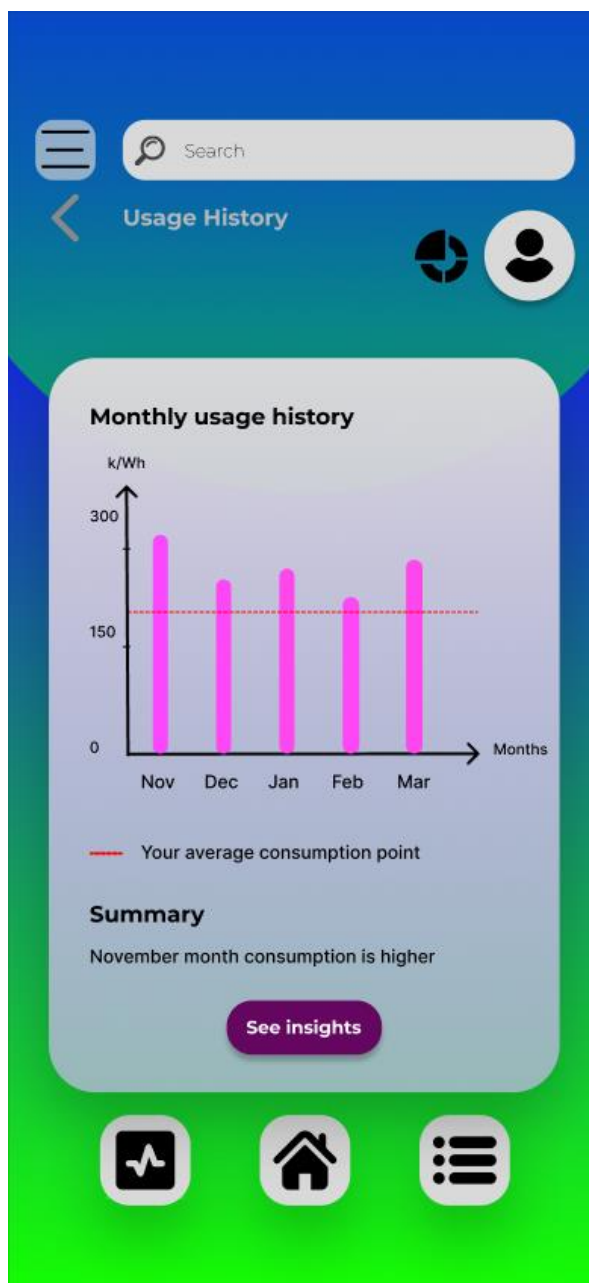


Рис. 3.11 Місячне енергоспоживання

- Ціновий розрахунок (рис. 3.12).

Сторінка Цінового Розрахунку у додатку AutoEnergy становить ключовий інструмент для користувачів, що дозволяє їм прогнозувати витрати на електроенергію. Вона допомагає встановлювати обмеження за кількістю кіловат-годин та бюджетом, сприяючи управлінню витратами та оптимізації споживання енергії. Цей інструмент надає можливість користувачам налаштувати оптимальні умови використання електроенергії відповідно до їхніх фінансових потреб і вимог.

Функціонал сторінки цінового розрахунку:

1. Введення обсягу споживання кіловат-годин:

Користувач може вказати або вибрати очікуване або минуле споживання електроенергії за певний період. Це може стосуватися щоденного, щотижневого або щомісячного споживання, що дозволяє отримати приблизні дані про витрати.

2. Встановлення обмежень кіловат-годин та бюджету:

Користувач може встановити обмеження на обсяг кіловат-годин, який планує спожити за певний період. Також доступна можливість встановлення бюджету на електроенергію для контролю фінансових витрат на електрику.

3. Розрахунок вартості електроенергії:

Система автоматично обчислює прогнозовані витрати на електроенергію на основі введених даних користувача. Вона показує орієнтовану вартість споживання електрики залежно від обраного обсягу та цінової політики.

4. Візуалізація даних та порівняння:

Користувач може візуально порівняти свої витрати електроенергії з встановленими обмеженнями та бюджетом. Графічне відображення полегшує сприйняття та аналіз інформації.

5. Рекомендації щодо оптимізації:

Система, використовуючи введені дані, може надавати рекомендації щодо оптимізації споживання електроенергії. Це може включати поради зміни звичок споживання енергії або використання енергоефективних пристроїв.

6. Збереження та планування:

Користувач може зберегти встановлені обмеження та бюджет для майбутнього використання. Це дозволяє планувати витрати на електроенергію та дотримуватися установлених обмежень у майбутньому.



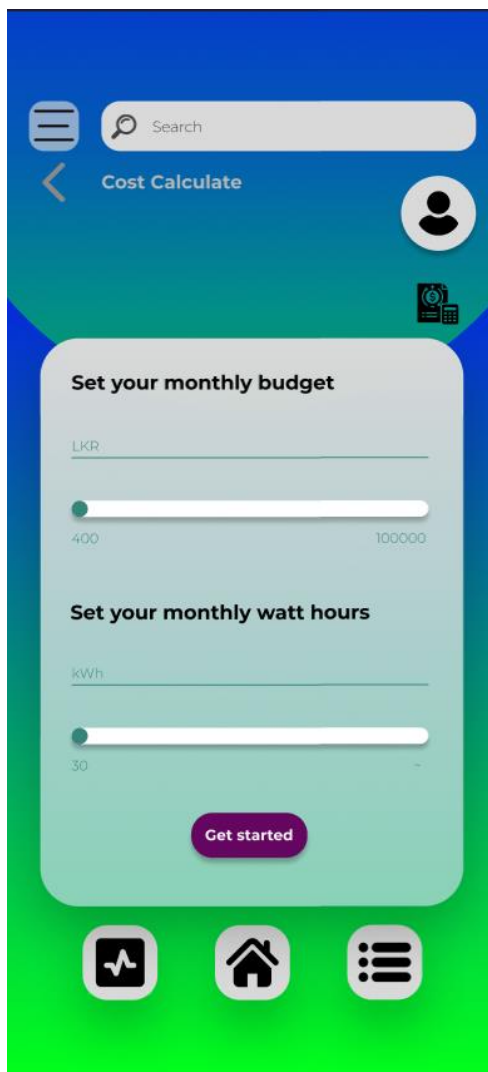


Рис. 3.12 Цінова калькуляція

Створена інструментальна панель у додатку AutoEnergy відображає різноманітну та деталізовану інформацію про споживання електроенергії у житловому будинку користувачем. Ця панель використовує графічне візуальне представлення витрат, відсоткове співвідношення та діаграми для того, щоб з'ясувати, куди саме спрямована енергія та як вона використовується.

Основні функції та складові приладової панелі:

1. Графіки споживання:

панель показує динаміку використання електроенергії у різні періоди часу: щоденні, тижневі, місячні або річні витрати. Це допомагає аналізувати тенденції та визначати пікові навантаження.

2. Відсоткове співвідношення:

панель також показує розподіл енергії між різними пристроями чи системами у будинку. Наприклад, вказує, скільки енергії використовується на освітлення, опалення, кондиціонування тощо. Це допомагає краще розуміти, як використовується електрика та як це впливає на загальні витрати.

3. Графік-діаграма розподілу енергії:

ця діаграма візуально показує, скільки енергії використовується на різні цілі у житловому будинку. Вона може бути розділена на сегменти, кожен з яких відповідає за певну категорію споживання: освітлення, побутові прилади, системи опалення та охолодження, електропобут тощо.

4. Аналітика та порівняння:

панель дозволяє порівнювати споживання енергії за різні періоди або з різних джерел. Наприклад, порівняння споживання цього місяця із минулим або з рівнем споживання у цей самий період минулого року.

5. Контроль та управління:

панель може мати функції управління споживанням енергії, такі як відключення чи регулювання певних пристроїв або систем для оптимізації споживання електрики.

6. Персоналізація та налаштування:

користувач може налаштовувати відображення графіків, вибираючи певні періоди часу, рівень деталізації чи область аналізу, створюючи особисту приладову панель, зорієнтовану на власні потреби.

Приладова панель є важливим інструментом для власників житлових будинків, що сприяє розумінню та керуванню споживанням електроенергії, сприяючи більш ефективному та свідомому використанню ресурсів.

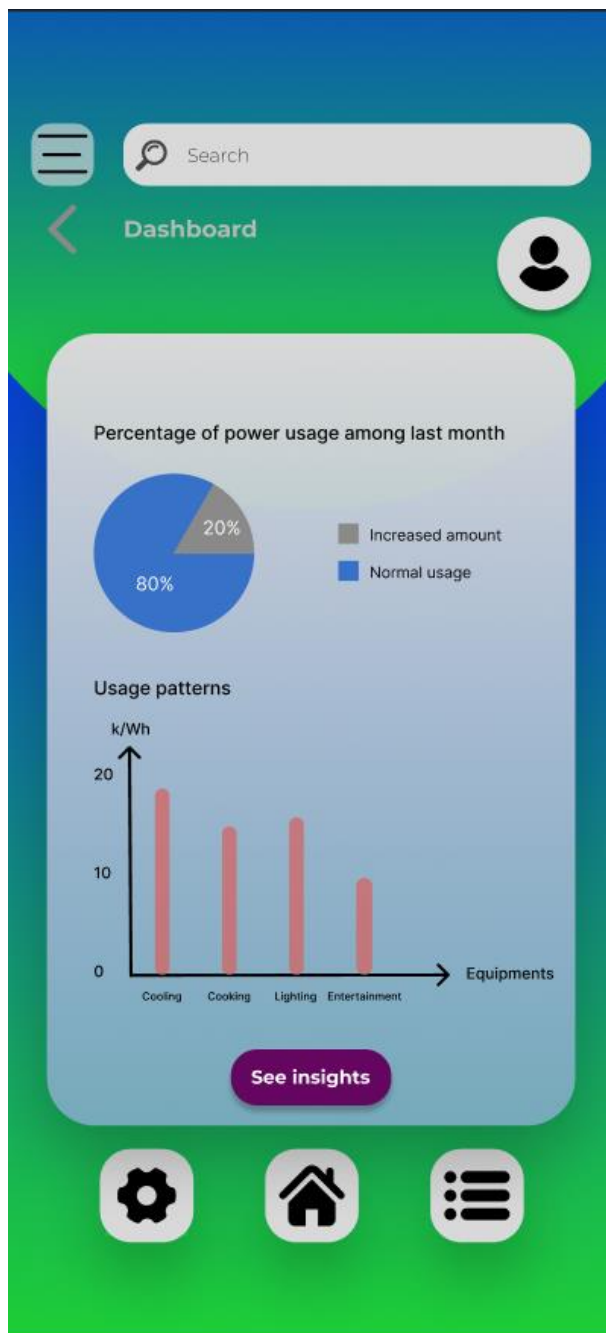


Рис. 3.13 Панель керування

### 3.3 Оцінка ефективності та можливості впровадження AutoEnergy

Оцінка можливостей впровадження та оцінки ефективності додатку AutoEnergy в житлових будинках включає аналіз різних ключових аспектів, які визначають його потенціал та переваги для користувачів.

Аналіз ефективності AutoEnergy:

1. Функціональність та Зручність:

AutoEnergy пропонує широкий набір можливостей для контролю та управління енергоспоживанням, зокрема графіки, відсоткові розподіли та діаграми витрат, що робить його досить зручним та доступним для користувачів будь-якого рівня.

2. Аналітика та Порівняння:

Функція аналізу та порівняння споживання енергії за різні періоди дозволяє виявляти тенденції та аналізувати вплив змін у споживанні, що сприяє оптимізації витрат.

3. Дистанційне Управління:

Можливість віддаленого керування побутовими пристроями та системами зменшує споживання енергії та надає зручність управління.

4. Персоналізація та Налаштування:

Функціонал, що дозволяє користувачам налаштовувати додаток згідно з їхніми потребами, забезпечує можливість вибору параметрів та способу відображення інформації.

Можливості впровадження AutoEnergy:

1. Ефективне Використання Ресурсів:

Впровадження AutoEnergy може суттєво знизити витрати на електроенергію та сприяти ефективному використанню ресурсів у житлових будинках.

## 2. Енергоефективність та Екологічність:

Використання такого інструменту допоможе підвищити енергоефективність будинку, зменшити викиди та сприятиме збереженню природних ресурсів.

## 3. Фінансова Вигода:

Користувачі можуть очікувати зменшення рахунків за електроенергію завдяки оптимізації споживання.

## 4. Підвищення Свідомості:

Використання AutoEnergy сприятиме підвищенню усвідомленості щодо споживання енергії, що може призвести до змін у поведінці користувачів та кращого управління їхніми витратами.

## 5. Легкість Впровадження:

З огляду на можливість простої установки на різні пристрої, впровадження AutoEnergy в житлових будинках є достатньо простим та доступним для користувачів.

## 6. Інтеграція з "Розумними Будинками":

Можливість легкої інтеграції з "розумними будинками" та системами "Інтернету Речей" робить AutoEnergy ще більш привабливим для впровадження.

На рисунку 3.1 можна прослідкувати структуру споживання електроенергії за категоріями. Найбільше електроенергії споживають промисловість, це є цілком очевидним фактом, на прикладі сільського господарства або машинобудівництва, але наступним, не менш масштабним споживачем є - населення, а саме житлові будинки, в яких

люди безконтрольно використовують телевізори або забувають вимкнути світло.



Рис.3.14 Структура споживання електроенергії у січні 2022 року[28]

## ВИСНОВКИ

Ця робота зосереджувалася на розробці та впровадженні системи моніторингу та управління енергоспоживанням в житлових будинках за допомогою технологій Інтернету речей. Отримані результати вказують на потенціал цієї системи для покращення ефективності та оптимізації використання електроенергії.

Проведені дослідження та тестування системи показали її здатність ефективно збирати дані про споживання енергії та надавати користувачам можливість раціонального управління електропостачанням в режимі реального часу.

Застосування захищених протоколів забезпечило безпеку передачі даних, що є критичним аспектом у сфері збору та обробки особистої інформації про споживання енергії.

Проведені аналіз та оцінка ефективності дозволили визначити можливості вдосконалення системи, зокрема вдосконалення алгоритмів управління енергоспоживанням та розширення функціональності додатку AutoEnergy для кращого задоволення потреб користувачів.

Отже, розроблена система має потенціал для покращення енергоефективності у житлових будинках та може стати важливим інструментом для забезпечення ефективного використання електроенергії та оптимізації її споживання в майбутньому.

## **ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

- 1) Вступ до Інтернет речей :: Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій. *Головна :: Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій.*  
[https://duikt.edu.ua/ua/news-1-570-5132-vstup-do-internet-rechey\\_kafedra-inzhenerii-programnogo-zabezpechennya-avtomatizovanih-sistem](https://duikt.edu.ua/ua/news-1-570-5132-vstup-do-internet-rechey_kafedra-inzhenerii-programnogo-zabezpechennya-avtomatizovanih-sistem).
- 2) *Bing*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу:  
[https://www.bing.com/ck/a?!&&p=942121987419a334JmltdHM9MTcwMjY4NDgwMCZpZ3VpZD0zODk0NGEzZS0zNzBiLTZiZW MtMjkyNS01ODMyMzYyMDZhMTY maW5zaWQ9NTE3MA&pt n=3&ver=2&hsh=3&fclid=38944a3e-370b-6bec-2925-583236206a16&psq=Zhurakovskiy\\_B\\_Zeniv\\_Tehnologii\\_internet\\_rechey.pdf+\(kpi.ua\)&u=a1aHR0cHM6Ly9lbGEua3BpLnVhL2JpdHN0cmVhbS8xMjM0NTY3ODkvNDIwNzgvMS9aaHVyYWtvdnNreWlfQl9aZW5pdI9UZWhub2xvZ2lpX2ludGVybmlV0X3JIY2hleS5wZGY&mp;ntb=1](https://www.bing.com/ck/a?!&&p=942121987419a334JmltdHM9MTcwMjY4NDgwMCZpZ3VpZD0zODk0NGEzZS0zNzBiLTZiZW MtMjkyNS01ODMyMzYyMDZhMTY maW5zaWQ9NTE3MA&pt n=3&ver=2&hsh=3&fclid=38944a3e-370b-6bec-2925-583236206a16&psq=Zhurakovskiy_B_Zeniv_Tehnologii_internet_rechey.pdf+(kpi.ua)&u=a1aHR0cHM6Ly9lbGEua3BpLnVhL2JpdHN0cmVhbS8xMjM0NTY3ODkvNDIwNzgvMS9aaHVyYWtvdnNreWlfQl9aZW5pdI9UZWhub2xvZ2lpX2ludGVybmlV0X3JIY2hleS5wZGY&mp;ntb=1).
- 3) Датчик температури теплої підлоги як встановити та підключити термодатчик своїми руками в квартирі - [siteMasters.com.ua](http://siteMasters.com.ua). *siteMasters.com.ua – Поради досвідчених електриків*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу:  
<https://sitemasters.com.ua/elektroobladnannja/datchik-temperaturi-teploi-pidlogi-jak-vstanoviti/>.
- 4) Датчик температури і вологості DHT11 для Arduino: ціна 56 грн - купити Кліматична техніка на ІЗІ | Одеса. *izi.ua – гіперпростір безкоштовних оголошень!*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://izi.ua/uk/p-7765913-datchik-temperature-i-vlazhnosti-dht11-dlya-arduino>.
- 5) Інфрачервоний PIR-сенсор руху для монохромних світлодіодних стрічок SMD 5050, 3528 - [GsmServer](http://GsmServer.com). *GsmServer*. [Електронний



- ресурс] - Режим доступу до ресурсу:  
<https://gsmserver.com.ua/uk/infrared-pir-motion-detector-for-monochrome-led-strips-smd-5050-3528/>.
- 6) Сенсори. Фотосенсори. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://peko.com.ua/sensors/photosensors/ifm-o5h200>.
- 7) Инфрачервоний PIR-сенсор руху для монохромних світлодіодних стрічок SMD 5050, 3528 - GsmServer. *GsmServer*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу:  
<https://gsmserver.com.ua/uk/infrared-pir-motion-detector-for-monochrome-led-strips-smd-5050-3528/>.
- 8) 株式会社リクラウド. 電源. *DIYで作る光電管タイム計測器*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу:  
<https://ricloud.session.jp/power-source/>.
- 9) Акселерометр і гіроскоп HW-127 HMC5883L. *Все для робототехніки та електроніки в інтернет-магазині RoboStore*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу:  
<https://www.robostore.com.ua/ua/moduli-i-datchiki/sensory-datchiki-i-moduli/akselerometr-i-giroskop-hw-290/>.
- 10) Benefit of IoT Technology for Smart Homes: Learn More. *Home - ra-electronics*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу:  
<https://ra-electronics.com/benefit-of-iot-technology-for-smart-homes/>.
- 11) Smart Home Systems Based on Internet of Things. *IntechOpen - Open Science Open Minds | IntechOpen*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://www.intechopen.com/chapters/65877>.
- 12) Smart Home Systems Based on Internet of Things. *IntechOpen - Open Science Open Minds | IntechOpen*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://www.intechopen.com/chapters/65877>.
- 13) Scheme of the measurement system. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу:

- [https://www.researchgate.net/figure/Scheme-of-the-measurement-system-sensors-and-electronic-equipment-for-data-acquisition\\_fig1\\_259386256](https://www.researchgate.net/figure/Scheme-of-the-measurement-system-sensors-and-electronic-equipment-for-data-acquisition_fig1_259386256).
- 14) Sigma S. Data Analytics. *Riset*. [Электронный ресурс] - Режим доступа до ресурсу: <https://riset.guru/data-analytics/>.
  - 15) Energy Management Systems. [Электронный ресурс] - Режим доступа до ресурсу: <https://www.fity.club/lists/e/energy-management-systems/>.
  - 16) Energy Management in Smart Buildings and Homes: Current Approaches, A Hypothetical Solution, and Open Issues and Challenges. *Research Gate*. [Электронный ресурс] - Режим доступа до ресурсу: [https://www.researchgate.net/publication/352802171\\_Energy\\_Management\\_in\\_Smart\\_Buildings\\_and\\_Homes\\_Current\\_Approaches\\_A\\_Hypothetical\\_Solution\\_and\\_Open\\_Issues\\_and\\_Challenges/link/60da765d458515d6f6be78288/download?\\_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19](https://www.researchgate.net/publication/352802171_Energy_Management_in_Smart_Buildings_and_Homes_Current_Approaches_A_Hypothetical_Solution_and_Open_Issues_and_Challenges/link/60da765d458515d6f6be78288/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19).
  - 17) X. Cao, et al., “Building energy-consumption status worldwide and the state-of-the-art technologies for zero energy buildings during the past decade,” Elsevier Energy and Buildings, vol. 128, pp. 198-213, 2016.
  - 18) TOWARDS A GREEN TRANSITION OF THE ENERGY SECTOR IN UKRAINE. [Электронный ресурс] - Режим доступа до ресурсу: <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2023-06/undp-ua-energy-damage-assessment.pdf>.
  - 19) Weiterleitungshinweis. *Google*. [Электронный ресурс] - Режим доступа до ресурсу: <https://www.google.com/url?sa=i&url=https://www.telesphera.net/blog/iot-likbez.html&psig=AOvVaw2TK-eXykn4gLuDalRQ3xYI&ust=1702831756922000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBEQjRxqFwoTCLjfwea0IIMDFQAAAAAdAAAAABAL>.

- 20) *Cloud Object Storage - Amazon S3 - AWS*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://s3.eu-central-1.amazonaws.com/listmusor/production/afisha/90271/5cd9197c805d6.jpg>.
- 21) *Credit 365. Credit365. Credit365*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://credit365.ua/uk/news/how-to-protect-your-data>.
- 22) Аналітика альтернативної енергетики: статистика, прогнози, ціни, експорт – *Kosatka.Media. Новини енергетики України, останні енергетичні новини Світу – Kosatka.Media*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://kosatka.media/category/vozobnovlyayemaya-energiya/analytics>.
- 23) Оптимізація витрат бізнесу в кризу – *Interkassa. Прийом платежів на сайті з Interkassa*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://interkassa.com/blog/optimizaciya-vitrat-biznesu-v-krizu>.
- 24) *iStock. iStock*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://www.istockphoto.com/uk/відео-кліп/база-даних>.
- 25) *Weiterleitungshinweis. Google*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://www.google.com/url?sa=i&url=https://advice.uz/ru/document/2724&psig=AOvVaw1z5ISbGh4oGb5hZIpITkhh&ust=1702838958640000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBMQjhxqFwoTCLCtseHPiIMDFQAAAAAdAAAAABAQ>.
- 26) Wi-Fi лічильник електроенергії EM-129 Новатек (ID#1120192641), цена: 3591.15 ₴, купити на Prom.ua. [prom.ua](http://prom.ua). [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://prom.ua/ua/p1120192641-schetchik-elektroenergii-129.html>.

- 27) How does TLS or Transport Layer Security Protocol work ?. *Computer Security and PGP*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://computersecuritypgp.blogspot.com/2015/12/what-is-tls-or-transport-layer-security.html>.
- 28) Динаміка і структура споживання електроенергії в Україні. *Всеукраїнська Енергетична Асамблея*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://uaea.com.ua/dysp/ee-cons.html>.
- 29) *Домашня сторінка*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу:  
<http://dspace.nbuiv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/113190/08-Kostyukovskyy.pdf?sequence=1>.
- 30) Інтернет речей (IoT) – що це таке і як працює, суть, технології і приклади. *Termin.in.ua*. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://termin.in.ua/internet-rechey-iot/>.

**ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ (Презентація)**

# СУТНІСТЬ РОБОТИ

## Актуальність теми

Швидкий технорозвиток та інтерес до енергоефективності підкреслюють важливість систем моніторингу, зменшуючи витрати електроенергії та сприяючи збереженню ресурсів.

## Об'єкт дослідження

Об'єктом дослідження є енергоспоживання та його оптимізація в житлових будинках за допомогою системи Інтернету речей (IoT).

## Предмет дослідження

Предметом дослідження створення та використання системи, яка використовує технології Інтернету речей для контролю та керування енергоспоживанням у житлових будинках.

## Мета дослідження

Розробка та впровадження системи IoT для моніторингу та управління енергоспоживанням у житлових будинках, спрямована на підвищення енергоефективності, зменшення витрат та сприяння сталому використанню ресурсів.

## Завдання дослідження

- Розробка системи Інтернету речей (IoT);
- Аналіз енергетичних патернів;
- Розробка методів оптимізації;
- Оцінка можливостей впровадження.

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА ІНЖЕНЕРІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА НА ТЕМУ: РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ІОТ-РІШЕННЯ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯМ В ЖИТЛОВИХ БУДИНКАХ

на здобуття освітнього ступеня магістра  
зі спеціальності І26 Інформаційні системи та технології  
освітньо-професійної програми Інформаційні системи та технології

Виконав: здобувач вищої освіти гр. ІСДМ-61  
Дмитро ГАРБЕЦЬКИЙ  
Керівник: доцент кафедри ІПЗАС  
Олег СЕНЬКОВ

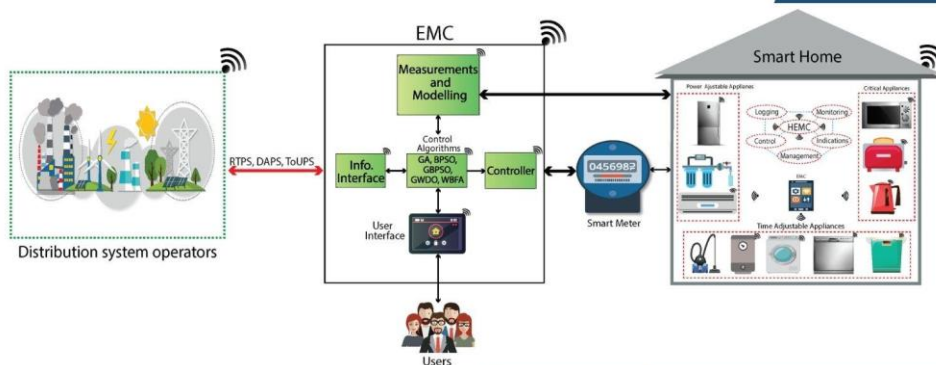


## ІСНУЮЧЕ РІШЕННЯ SCHNEIDER ELECTRIC ECOSTRUXURE

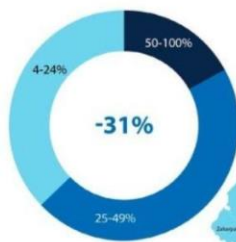
EcoStruxure - це інтегрована платформа для управління будівлями, яка включає рішення для контролю освітлення, опалення, вентиляції та інших систем. Вона використовує аналітику для оптимізації енергоспоживання та забезпечення ефективної експлуатації будівель.



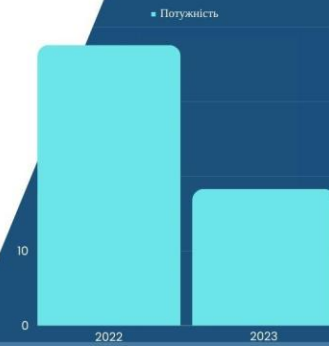
## ІОТ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ



## РИНОК ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ



- 17% - 4 regions  
624 GWh - cumulative consumption in April 2023
- 46% - 8 regions  
3 296 GWh - cumulative consumption in April 2023
- 37% - 12 regions and Kyiv  
3 670 GWh - cumulative consumption in April 2023



# AUTOENERGY

## 1. Енергозбереження та оптимізація

Система датчиків, ефективне керування, рекомендації та моніторинг.

## 2. Розумне управління пристроями

Управління освітленням, опаленням, кондиціонуванням.

## 3. Екологічність

Енергоефективне та чисте житлове середовище.

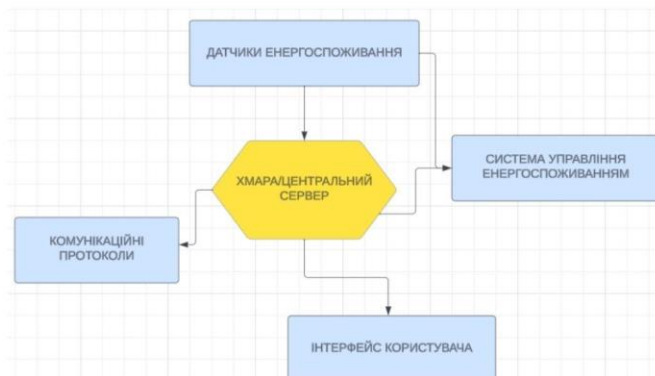


## ГРАФІК ЕНЕРГОНАВАНТАЖЕННЯ

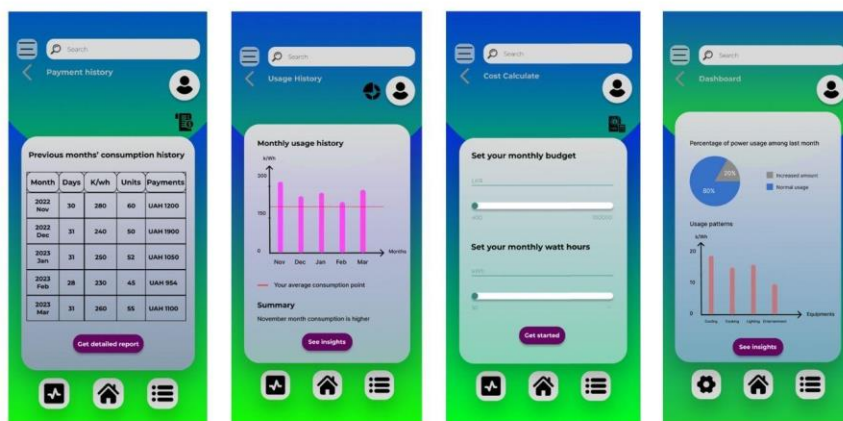




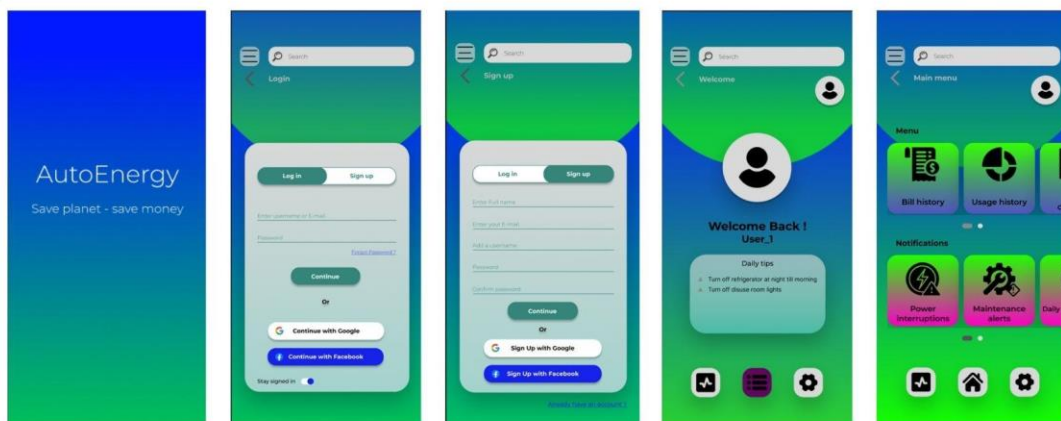
# СТРУКТУРА СИСТЕМИ



# ІНТЕРФЕЙС



# ІНТЕРФЕЙС



## ВИСНОВКИ

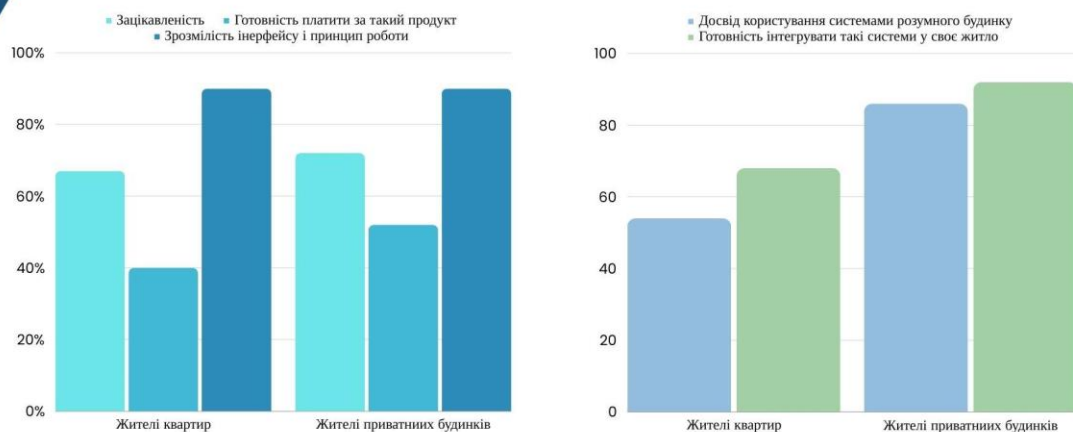
- 1**

Розвиток систем для контролю та управління енергоспоживанням у приватних житлових будинках стає надзвичайно актуальним у зв'язку з постійним зростанням потреби у електроенергії, активним розвитком технологій та загальним інтересом до енергоефективних рішень.
- 2**

У ході виконання роботи було досліджено сферу електроспоживання в Україні, визначено проблематику та запропоновано систему розумного управління енергопостачанням у житлових будинках.
- 3**

Результати аналізу та оцінки ефективності системи вказують на потребу у подальших вдосконаленнях, зокрема в удосконаленні алгоритмів управління енергоспоживанням та розширенні функціональності додатку.

## ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ



## ВИСНОВКИ

- 1**

Розвиток систем для контролю та управління енергоспоживанням у приватних житлових будинках стає надзвичайно актуальним у зв'язку з постійним зростанням потреби у електроенергії, активним розвитком технологій та загальним інтересом до енергоефективних рішень.
- 2**

У ході виконання роботи було досліджено сферу електроспоживання в Україні, визначено проблематику та запропоновано систему розумного управління енергопостачанням у житлових будинках.
- 3**

Результати аналізу та оцінки ефективності системи вказують на потребу у подальших вдосконаленнях, зокрема в удосконаленні алгоритмів управління енергоспоживанням та розширенні функціональності додатку.

## АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ



### КОНФЕРЕНЦІЯ

Гарбецький Д. М. «Розробка та впровадження IoT-рішення для моніторингу та управління енергоспоживанням в житлових будинках». Тези доповіді на Всеукраїнській Науково-технічній конференції «Технологічні горизонти: дослідження та застосування інформаційних технологій для технологічного прогресу України і Світу». – Київ, 28 листопада 2023 р.



### ЖУРНАЛ

Гарбецький Д. М. «Розробка та впровадження IoT-рішення для моніторингу та управління енергоспоживанням в житлових будинках». Стаття у загальногалузевому науково-виробничому журналі «Зв'язок», м.Київ – №1, 2024. – С.214-233.

**ДЯКУЮ ЗА  
УВАГУ!**