

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

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему: «Розробка енергоефективної системи розумного будинку  
на базі IoT»

на здобуття освітнього ступеня бакалавра  
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*

Олексій-Іван СТЕЦИК

\_\_\_\_\_ (підпис)

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ здобувача

Виконав:  
Здобувач вищої освіти  
група ІСЗ-51

Олексій-Іван СТЕЦИК

Керівник: Юлія КАГРАМАНОВА

Рецензент:  
науковий ступінь,  
вчене звання

\_\_\_\_\_ Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

**Київ 2024**

**ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
Навчально-науковий інститут інформаційних технологій**

Кафедра:

Інженерії програмного забезпечення автоматизованих систем

Ступінь вищої освіти Бакалавр

Спеціальність Інформаційні системи та технології

Освітньо-професійна програма Інформаційні системи та технології

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедру ІПЗАС

\_\_\_\_\_ Каміла СТОРЧАК

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**  
Стецику Олексію-Івану Володимировичу  
*(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)*

1. Тема кваліфікаційної роботи: Розробка енергоефективної системи розумного будинку на базі IoT

керівник кваліфікаційної роботи Юлія КАГРАМАНОВА,

*(Ім'я, ПРИЗВИЩЕ)*

затверджені наказом Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій від «27» лютого 2024р. №36

2. Строк подання кваліфікаційної роботи «31» травня 2024р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: науково-технічна література.

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

Аналіз сучасних технологій IoT та їх потенціал для підвищення енергоефективності будинків

Проектування та реалізація енергоефективної системи розумного будинку

Оцінка ефективності та потенціалу застосування

5. Перелік графічного матеріалу: *презентація*

6. Дата видачі завдання «27» лютого 2024 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз наявної науково-технічної літератури	18.03-31.03.24	Виконано
2	Вивчення матеріалів для аналізу розвитку технологій IoT	01.04-07.04.24	Виконано
3	Дослідження аспектів розумних будинків	08.04-14.04.24	Виконано
4	Аналіз перспективних напрямків розвитку IoT технологій	15.04-21.04.24	Виконано
5	Оформлення роботи: вступ, висновки, реферат	22.04-30.04.24	Виконано
6	Розробка демонстраційних матеріалів	01.05-09.05.24	Виконано

Здобувач вищої освіти

\_\_\_\_\_

(підпис)

Олексій-Іван СТЕЦИК

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник

кваліфікаційної роботи

\_\_\_\_\_

(підпис)

Юлія КАГРАМАНОВА

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

## РЕФЕРАТ

Текстова частина кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня бакалавра: 7 мал., 64 стор., 22 джерел.

*Мета роботи* — дослідження та розробка системи розумного будинку на базі IoT з метою підвищення його енергоефективності.

*Об'єкт дослідження* — розумні будинки, які базуються на технологіях IoT та мають потенціал для оптимізації споживання енергії.

*Предмет дослідження* — вплив технологій IoT на енергоефективність розумних будинків, а також розробка та оптимізація системи управління енергією в цих будинках.

*Короткий зміст роботи:* Робота складається з трьох розділів. Перший розділ присвячений теоретичним основам IoT та його впливу на розвиток енергоефективних розумних будинків. Другий розділ аналізує впровадження IoT та його вплив на енергоефективність у розумних будинках. У третьому розділі розглядається розробка та оптимізація системи розумного будинку на базі IoT для підвищення енергоефективності.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ІОТ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, РОЗУМНИЙ БУДИНОК, СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГІЄЮ, ВПРОВАДЖЕННЯ, АНАЛІЗ, ОПТИМІЗАЦІЯ.

## ABSTRACT

Textual part of the qualification work for obtaining the master's degree:  
7 pictures, 64 pages, 22 sources.

*The aim of the study* is to research and develop a smart home system based on IoT to enhance its energy efficiency.

*The object of the study* is smart homes based on IoT technologies with potential for optimizing energy consumption.

*The subject of the study* is the impact of IoT technologies on the energy efficiency of smart homes, as well as the development and optimization of energy management systems in these homes.

*Brief content of the work:* The work consists of three sections. The first section is devoted to the theoretical foundations of IoT and its impact on the development of energy-efficient smart homes. The second section analyzes the implementation of IoT and its impact on energy efficiency in smart homes. The third section examines the development and optimization of a smart home system based on IoT to enhance energy efficiency.

**KEYWORDS:** IoT, ENERGY EFFICIENCY, SMART HOME, ENERGY MANAGEMENT SYSTEM, IMPLEMENTATION, ANALYSIS, OPTIMIZATION.





## ЗМІСТ

1 ОСНОВИ ІОТ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА РОЗВИТОК ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ РОЗУМНИХ БУДИНКІВ.....	11
1.1 Визначення, історія та значення енергоефективності.....	11
1.2 Сучасний стан досліджень у сфері ІоТ та енергоефективних систем.....	14
1.3 Теоретичні аспекти розумних будинків та ІоТ.....	17
1.4 Аналіз існуючих рішень та технологій.....	19
1.5 Вплив і можливості ІоТ у розумних будинках.....	24
2 АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ ІОТ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ У РОЗУМНИХ БУДИНКАХ.....	28
2.1 Аналіз ІоТ у енергоменеджменті розумних будинків.....	28
2.2 Оцінка впливу ІоТ на енергетичну ефективність.....	31
2.3 Аналіз відновлюваних джерел енергії у системах ІоТ.....	33
2.4 Використання ІоТ для оптимізації систем споживання енергії.....	47
2.5 Порівняльний аналіз енергоспоживання: традиційні та ІоТ системи.....	41
2.6 Прогнозування та стратегії впровадження ІоТ у енергетиці.....	43
3 РОЗРОБКА ТА ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ РОЗУМНОГО БУДИНКУ НА ОСНОВІ ІОТ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ.....	48
3.1 Розробка архітектури ІоТ системи.....	48
3.2 Оптимізація алгоритмів управління енергією.....	51
3.3 Інтеграція відновлюваних джерел енергії.....	54
3.4 Розробка інтерфейсу користувача.....	56
3.5 Аналіз безпеки та приватності даних.....	60
ВИСНОВКИ.....	63
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	64



## ВСТУП

У контексті стрімкого розвитку технологій та постійного зростання енергетичних потреб, ідея розумного будинку на базі IoT (Інтернету речей) набуває особливої ваги. Сучасні енергетичні виклики вимагають інноваційного підходу до управління енергоспоживанням та екологічної сталості. Розумний будинок, як система, що інтегрує передові технології для оптимізації використання ресурсів, відіграє ключову роль у вирішенні цих завдань.

Основною метою даної дипломної роботи є розробка енергоефективної системи розумного будинку на базі IoT. Це передбачає впровадження інтелектуальних технологій для автоматизації процесів управління енергією, водопостачанням, опаленням, вентиляцією та іншими системами житла. Завданням дослідження є аналіз існуючих технологій IoT, вибір оптимальних рішень для енергоефективності, розробка алгоритмів управління, а також оцінка економічної та екологічної ефективності запропонованої системи.

У рамках дипломної роботи буде проведено детальний аналіз наукових та технічних публікацій, присвячених розвитку технологій IoT та їх застосуванню в контексті розумних будинків. Особлива увага буде приділена дослідженню енергоефективних технологій, методів збору та аналізу даних, а також алгоритмів оптимізації споживання ресурсів.

Процес розробки системи включає в себе вибір апаратних та програмних компонентів, розробку мережевої архітектури, інтеграцію різних пристроїв та сервісів. Ключовим аспектом є створення гнучкої та масштабованої системи, здатної адаптуватися до індивідуальних потреб користувача та змін у зовнішньому середовищі.

Розробка енергоефективної системи розумного будинку на базі IoT несе в собі ряд викликів, зокрема забезпечення безпеки даних, інтеграція різноманітних пристроїв та платформ, а також управління споживанням енергії. Однак, перспективи, які відкриваються завдяки цій розробці, значно перевищують потенційні труднощі, пропонуючи шлях до створення

ефективніших, економічних та екологічно сталих житлових просторів.

Дипломна робота складається з кількох розділів, що включають теоретичні основи, опис методології, практичну частину розробки системи, аналіз отриманих результатів, а також висновки та рекомендації щодо подальшого розвитку проекту.

# ОСНОВИ ІОТ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА РОЗВИТОК ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ РОЗУМНИХ БУДИНКІВ

## 1.1 Визначення, історія та значення енергоефективності

[1] Визначення IoT та його ролі в енергоефективності:

IoT, або Інтернет речей, - це концепція, що об'єднує фізичні об'єкти з мережевими технологіями для забезпечення обміну даними та автоматизації процесів. В основі IoT лежить інтероперабельність пристроїв та обмін даними, що дозволяє створювати автоматизовані рішення, які відстежують стан пристроїв та аналізують їх функціонування в реальному часі.

Роль IoT в енергоефективності полягає у використанні технологій для оптимізації споживання енергії. Системи IoT можуть збирати дані про використання енергії, аналізувати їх та автоматично регулювати енергоспоживання для зменшення витрат і підвищення ефективності. Наприклад, в будівлях IoT може контролювати освітлення, опалення та кондиціонування, адаптуючи їх до потреб користувачів та умов довкілля, що сприяє зниженню енергоспоживання і вуглецевого сліду.

Історія та розвиток концепції розумного будинку:

Історія та розвиток концепції розумного будинку є цікавою та має кілька ключових етапів:

- Ранній Розвиток (20-е сторіччя): Поняття розумного будинку почало формуватися у першій половині 20-го століття з появою електрифікації та автоматизації в будівлях. Цей період характеризувався розвитком різних електричних побутових приладів.
- Розвиток в США (1950-ті роки): Перші приклади розумних будинків з'явилися у США в 1950-х роках. Вони включали спеціальну

електроніку для керування побутовими приладами. Це були основні кроки до інтеграції різних систем у єдину мережу.

- Технологічний Прорив (1990-ті роки): 1990-ті роки принесли значний технологічний прогрес у сфері датчиків та сенсорів, що сприяло розвитку автоматизації та інтеграції в домашньому просторі.
- Сучасний Розвиток: Сьогоднішні розумні будинки включають в себе широкий спектр технологічних інновацій. Ці системи покращують безпеку, комфорт та ефективність, включаючи автоматизацію управління освітленням, температурою, безпекою, та ін.

Один із ресурсів, де можна знайти інформацію про історію та розвиток розумних будинків, — це сайт [Studwood.net](<https://studwood.net/>), який надає огляд цієї тематики.

Ці ресурси допоможуть зрозуміти, як розвивалася концепція розумного будинку від простих автоматизованих систем до складних інтегрованих рішень, що ми бачимо сьогодні.

Значення енергоефективності в сучасному світі:

У сучасному світі енергоефективність стає ключовим аспектом через зростання проблем у галузі енергетики, збереження довкілля та забезпечення сталого розвитку. Збільшення населення та розвиток економіки призводять до збільшення споживання енергії та витрат на комунальні послуги. Але це супроводжується зростанням викидів парникових газів, вичерпанням природних ресурсів та забрудненням навколишнього середовища. Тому енергоефективність стає важливою і необхідною складовою для збереження ресурсів та забезпечення сталого майбутнього.



Рис. 1.1 Енергоефективність

Енергоефективність має безліч важливих значень та переваг, які стають особливо актуальними в сучасному світі:

- Збереження Природних Ресурсів: Використання енергоефективних технологій та рішень дозволяє знижувати споживання природних ресурсів, таких як нафта, вугілля та газ. Заміна традиційних джерел енергії на альтернативні, такі як сонячна та вітрова енергія, допомагає зменшити залежність від вичерпних джерел та зберегти природні ресурси для майбутніх поколінь.
- Зниження Викидів Парникових Газів: Збільшення енергоефективності допомагає знижувати викиди парникових газів, таких як CO<sub>2</sub>, в атмосферу. Це є надзвичайно важливим у боротьбі зі зміною клімату та глобальним потеплінням. Зменшення викидів допомагає знизити негативний вплив на довкілля та забезпечити більш стабільні та екологічно чисті умови проживання.
- Економія Енергетичних Витрат: Енергоефективність допомагає знижувати енергетичні витрати, які стають все більшим викликом для

багатьох країн. Зниження енергетичних витрат дозволяє зекономити кошти та ресурси, які можна направити на інші потреби, такі як освіта, охорона здоров'я та інфраструктура.

- Стабільна Енергетична Система: Енергоефективність допомагає забезпечити більш стабільну та надійну енергетичну систему. Зменшення споживання енергії допомагає знизити ризик енергетичних криз та забезпечити стабільне енергопостачання для населення та промисловості.
- Сталість Майбутнього: Забезпечення енергоефективності є важливим кроком до сталого майбутнього. Сталість означає задоволення потреб сьогодення, не пошкоджуючи здатність майбутніх поколінь задовольняти свої потреби. Енергоефективність допомагає зберігати ресурси та навколишнє середовище для майбутніх поколінь та забезпечує сталість розвитку суспільства.

## **1.2 Сучасний стан досліджень у сфері IoT та енергоефективних систем**

Огляд недавніх досліджень та розробок у галузі IoT:

Через два роки після початку кризи Covid-19, вплив технологій на сучасний світ продовжує зростати. Фактично, процес цифровізації та інновацій, які активно розвивалися під час пандемії, тривають і в наступні роки, що відображається у збільшенні інвестицій у нові технології. Однак криза Covid-19 також підкреслила глобальну важливість торгівлі та інвестицій, що співіснують із складними викликами, такими як вторгнення Росії в Україну в лютому 2022 року та глобальний економічний спад. Ці фактори можуть ускладнити ситуацію для розвитку технологій у 2023 році.

Незважаючи на політичну та економічну невизначеність у 2023 році, очікується значне збільшення інвестицій у технології. Це підтверджує загальну думку про те, що найбільші інновації в світі часто народжуються під час великих економічних та політичних турбулентностей.

[2]Світовий ринок корпоративного IoT зросте до 650 млрд доларів у 2023 році, з яких 315 млрд доларів припадає на розумні міста, а 335 млрд доларів – на промисловий інтернет. Сектор продовжуватиме зростати в 2023 році, незважаючи на економічну стагнацію, яка змушує підприємства оптимізувати свої витрати на IoT на користь пристроїв, які забезпечують найбільшу віддачу від інвестицій. Три окремі ринки споживчого IoT (автоматизований будинок, підключений автомобіль і пристрої, що носяться) складуть 27% світового доходу від IoT у 2023 році. Носимі пристрої стануть найбільшим і найшвидше зростаючим сегментом за доходами в IoT в 2023 році, за ними слідує підключені автомобілі та автоматизований будинок.

Аналіз різних підходів до розробки розумних будинків:

Аналіз різних підходів до розробки розумних будинків виявляє декілька ключових аспектів, які включають інтеграцію технологій IoT, індивідуальну автоматизацію, розробку застосунків та систем дистанційного моніторингу.

- Індивідуальні системи автоматизації: Розробка індивідуальних систем автоматизації дозволяє користувачам позбутися багатьох рутинних процесів, полегшуючи щоденне життя. Це може включати автоматизацію освітлення, температури, вентиляції та інших систем у будинку.
- Консультування з питань розумного будинку: Консультування може включати вибір оптимальних рішень для систем розумного будинку, підбір програмних платформ та пристроїв для реалізації бізнес-ідей.
- Розробка застосунків для розумного будинку: Розробка веб та мобільних застосунків, які дозволяють користувачам повноцінно використовувати можливості та переваги “розумних” пристроїв.
- Інтеграція розумного будинку: Це включає інтеграцію пристроїв у існуючі системи автоматизації, розробку програмних інтеграцій для існуючих систем та індивідуальні рішення для інтеграції вже існуючих пристроїв.

- Створення екосистеми: Розробка централізованих систем управління для моніторингу в режимі реального часу, що дозволяє управляти пристроями різних виробників з однієї платформи.
- Розробка вбудованих датчиків, шлюзів, пристроїв: Розробка пристроїв для інтеграції в існуючі або індивідуальні системи розумного будинку.
- Розробка системи дистанційного моніторингу та управління: Це включає індивідуальні системи для моніторингу, дистанційного керування, аналізу, збору даних та конфігурації пристроїв розумного будинку.

Кожен з цих підходів має свої переваги і може бути адаптований під індивідуальні потреби користувача.

Порівняльний аналіз енергоефективності традиційних та IoT-орієнтованих систем:

В сучасному світі питання кібербезпеки стає все більш актуальним, особливо в контексті постійного розвитку веб-орієнтованих індустріальних систем Інтернету речей (IoT). Об'єктом дослідження стає забезпечення кібербезпеки веб-орієнтованих індустріальних IoT-систем. Аналіз джерел підтверджує актуальність цього питання, оскільки у таких системах використовуються як сучасні інформаційні технології (IT), так і традиційні операційні технології (OT), включаючи індустріальні протоколи. Крім того, постійне збільшення кількості та різновидів кібератак, спрямованих на індустріальні IoT-системи, стимулює розвиток методів їх оцінювання та захисту.

Пропонується загальна концепція оцінювання та забезпечення кібербезпеки веб-орієнтованих індустріальних IoT-систем, що включає етапи ідентифікації, аналізу, підвищення захищеності, виявлення та захисту. Питання забезпечення кібербезпеки веб-орієнтованих індустріальних IoT-систем є дуже важливим, оскільки існуючі методи аналізу та засоби забезпечення не завжди повністю відповідають вимогам до таких систем.



Тому розробка та впровадження запропонованої концепції оцінювання та забезпечення кібербезпеки може суттєво покращити рівень захищеності індустріальних IoT-систем.

### **1.3 Теоретичні аспекти розумних будинків та IoT**

Ключові технології та протоколи комунікації в IoT:

[3]З огляду на швидкий ріст кількості пристроїв Інтернету речей (IoT), загальна їхня кількість вже перевищила кількість незв'язаних з IoT пристроїв. І прогнозується, що до 2030 року 75% всіх пристроїв будуть належати до категорії IoT. Взаємодія між пристроями IoT стає все більш актуальною темою. Щоб забезпечити легке підключення вашого пристрою IoT до Інтернету, існує кілька доступних протоколів IoT з різною продуктивністю, швидкістю передачі даних, охопленням, енергоспоживанням та обсягом пам'яті. Кожен з цих протоколів має свої переваги та недоліки. Один з ключових аспектів вибору ідеального бездротового протоколу IoT для вашого проекту полягає в чіткому визначенні вашого набору вимог. Це дозволяє зосередитися тільки на тих варіантах, які відповідають вашим потребам. Серед таких вимог можуть бути швидкість передачі даних, робочий діапазон, енергоспоживання та загальна вартість проекту.

Пристрої бездротового зв'язку реалізують передачу даних між пристроями або з послідовними серверами за різними протоколами IoT. І багато різних типів бездротового протоколу IoT вже широко використовуються в апаратних пристроях Інтернету речей і в зв'язку між машинами (M2M).

Зараз IEEE має більше десяти груп технічних завдань 802.15. Ці групи завдань 802.15 включають: WPAN/Bluetooth, співіснування, високошвидкісний WPAN, низькошвидкісний WPAN, сітчасту мережу, мережу на тілі та зв'язок у видимому світлі тощо. Кожен із цих протоколів

бездротової передачі має різну продуктивність, швидкість зв'язку, покриття, потужність і пам'ять.

Технологія Інтернету речей (IoT) перетворює наше оточення, дозволяючи обробляти дані, проводити розширену аналітику та забезпечувати зв'язок з Інтернетом для різних фізичних об'єктів. Концепція «розумного дому» є втіленням IoT на рівні особистого простору. За допомогою мобільних додатків або веб-сайтів користувачі можуть керувати різними пристроями у своєму будинку з будь-якого місця: налаштувати температуру, вмикати/вимикати світло, перевіряти стан димових детекторів, відкривати та закривати двері, навіть переглядати, хто стоїть за дверима. Всі ці пристрої підключені до центрального центру IoT, що дозволяє передавати дані через Інтернет.

Принципи проектування енергоефективних систем:

Технології та методи, що були розроблені у рамках програми DemoUkraineDH, були успішно перевірені та продемонстрували свою надійність під час десятирічного застосування в країнах Північної Європи. Ці сучасні технології пройшли довготривале тестування в суворих умовах експлуатації Північної Європи та призвели до покращення енергоефективності, зниження витрат на обслуговування та забезпечення високоякісних послуг у сфері централізованого теплопостачання.

Теплокомуненерго, які бажають розробити демонстраційний проект та подати заявку на фінансування в рамках програми DemoUkraineDH, повинні розуміти, що застосування сучасної технології часто означає відхилення від практики проектування звичної для України. Потрібні зусилля всіх залучених сторін, але проекти, які зараз реалізуються, демонструють, що досягти відповідності вимогам можливо. Таким чином, демонстраційні проекти не тільки призводять до побудови сучасних енергоефективних систем ЦТ, але й впливають на процес оновлення та модернізації існуючих стандартів та норм.

У положенні про технологічні вимоги викладені основні технології та принципи проектування для найбільш поширених заходів з модернізації

централізованого теплопостачання. Ці принципи використовуються під час вибору демонстраційних проектів, а також у процесі розробки технічних специфікацій, проведення закупівель та впровадження проектів.

Стандарти та нормативи у сфері IoT та енергоефективності:

[4] Одним із стандартів енергоефективності у сфері IoT є Стандарт ДСТУ ISO 50001:2020. Стандарт ДСТУ ISO 50001:2020 є ключовим документом, який встановлює вимоги до систем енергетичного менеджменту, спрямованих на підвищення енергоефективності в організаціях. Він охоплює всі аспекти від ідентифікації енергетичних ресурсів до їх ефективного використання, включаючи планування, впровадження, моніторинг, та поліпшення систем енергетичного менеджменту. Стандарт покликаний допомогти організаціям оптимізувати своє енергоспоживання, знизити витрати та підвищити загальну продуктивність. Він також важливий для інтеграції систем енергоменеджменту з іншими аспектами управління організацією.

#### **1.4 Аналіз існуючих рішень та технологій**

Детальний огляд існуючих рішень у сфері IoT для розумних будинків:

Ринок розумних будинків вважається одним з найбільш перспективних у сучасному світі, і його зростання зафіксоване щорічно, причому очікується, що цей тренд буде продовжуватися у майбутньому. Зокрема, великий інтерес споживачів до цих технологій призводить до постійного розвитку цього ринку.

Одним із основних трендів у сфері розумних будинків є швидке поширення Інтернету речей (IoT). Ця технологія дозволяє підключати різноманітні пристрої до мережі Інтернет та забезпечує їх взаємодію між собою. Внаслідок цього користувач може зручно керувати всіма пристроями в своєму будинку з одного місця. Очікується, що застосування IoT у

розумних будинках значно зросте до 2023 року, відкриваючи нові можливості як для споживачів, так і для виробників.

[5]Основні компоненти розумного будинку:

- Підсистема управління освітленням: Підсистема управління освітленням дозволяє контролювати освітлення в будинку за допомогою смартфона, планшета або голосових команд. Вона може включати та вимикати освітлення, регулювати його яскравість та колір, створювати сценарії освітлення тощо.
- Підсистема управління опаленням: Підсистема управління опаленням дозволяє контролювати температуру в будинку за допомогою смартфона, планшета або голосових команд. Вона може включати та вимикати опалювальні прилади, регулювати їх потужність тощо.
- Підсистема безпеки: Підсистема безпеки дозволяє контролювати безпеку будинку за допомогою датчиків руху, відеоспостереження тощо. Вона може сповіщати про несанкціоноване проникнення в приміщення, пожежу тощо.
- Пристрої: Пристрої розумного будинку – це фізичні пристрої, які підключаються до системи. До них відносяться:
  - Освітлювальні прилади: Освітлювальні прилади, оснащені інтелектуальними контролерами, можуть включатися та вимикати автоматично, залежно від рівня освітлення в приміщенні.
  - Кондиціонери: Кондиціонери, оснащені інтелектуальними контролерами, можуть включатися та вимикати автоматично, залежно від температури в приміщенні.
  - Дверні замки: Дверні замки, оснащені інтелектуальними контролерами, можуть відкриватися та закриватися автоматично, залежно від того, чи знаходиться людина вдома.
- Додаткові пристрої для розумного будинку: Крім основних компонентів, до складу розумного будинку можуть входити також різні додаткові пристрої, наприклад:

- Роботи-пилососи: Роботи-пилососи можуть самостійно прибирати будинок, що звільняє людину від цієї рутинної роботи.
- Годівниці для тварин: Годівниці для тварин можуть автоматично видавати корм у встановлені терміни, що дозволяє забезпечити вихованця повноцінним харчуванням.
- Будинки для тварин: Будинки для тварин можуть оснащуватися датчиками, які дозволяють контролювати стан вихованця, наприклад, його активність, температуру тіла тощо.
- Аудіосистеми:

Аудіосистеми, встановлені в стінах будинку, дозволяють створювати якісне звучання музики у будь-якій кімнаті.

- Системи поливу газонів: Системи поливу газонів можуть автоматично поливати газон у встановлені терміни, що дозволяє підтримувати його в ідеальному стані.

Аналіз технологічних інновацій та їх застосування у розумних будинках:

Як працює і влаштована система розумного будинку:

Розумний будинок – це система автоматизованого управління побутовими приладами та обладнанням у будинку. Вона складається з декількох основних компонентів:

- Центр управління – це головний комп'ютер системи, який відповідає за прийняття рішень і керування всіма іншими компонентами.
- Підсистеми – це окремі системи, які відповідають за певні функції, наприклад, управління освітленням, опаленням, безпекою тощо.
- Пристрої – це фізичні пристрої, які підключаються до системи, наприклад, освітлювальні прилади, кондиціонери, дверні замки тощо.

Центр управління отримує інформацію від датчиків, встановлених у різних частинах будинку. Датчики можуть вимірювати температуру, освітленість, рух, наявність газу та інших важливих параметрів. На основі цієї інформації центр управління приймає рішення про те, як керувати пристроями.

Наприклад, якщо датчик температури показує, що у кімнаті холодно, центр управління може включити кондиціонер або опалювальний прилад. Якщо датчик руху показує, що хтось входить у приміщення, центр управління може включити сигналізацію або освітлення.

Розумний будинок можна налаштувати на роботу в різних режимах. Наприклад, у режимі “День” система може підтримувати комфортний мікроклімат і включати освітлення у потрібні моменти. У режимі “Ніч” система може затемнити освітлення і зменшити температуру.

Основні принципи роботи розумного будинку:

- Автоматизація – система сама приймає рішення про те, як керувати пристроями.
- Централізація – всі пристрої та підсистеми підключені до одного центру управління.
- Гнучкість – систему можна налаштувати на роботу в різних режимах.

Перспектива:

У 2023 році очікується значний розвиток ринку розумних будинків, який стане ще більш популярним і доступним для звичайних споживачів. Це пов'язано з технологічним прогресом, який розширює можливості в галузі автоматизації будівельних процесів та створення інноваційних продуктів.

[6] Одним із головних трендів ринку розумних будинків на 2023 рік є збільшення кількості пристроїв, які можуть бути підключені до системи “розумного будинку”. Це можуть бути пристрої для безпеки, освітлення, опалення, вентиляції, аудіо та контролю, електроприлади та багато іншого. Іншим важливим трендом ринку розумних будинків є зростання

популярності систем “розумного дому” з інтегрованими інтелектуальними асистентами, такими як Google Assistant або Amazon Alexa. Ці асистенти можуть керувати будь-якою системою “розумного будинку” і надають користувачеві можливість контролювати свій дім голосом. Це особливо зручно для людей з обмеженими можливостями, які не можуть фізично керувати різними пристроями. Ще одним трендом ринку розумних будинків є збільшення захисту від кібератак і злому, оскільки зростання кількості підключених до мережі пристроїв створює більше можливостей для зломів та кібератак. Тому, більшість виробників пристроїв “розумного будинку” працюють над забезпеченням максимальної безпеки своїх пристроїв.

Розумний будинок – це сучасна технологія, яка може зробити життя комфортнішим, безпечнішим та економнішим. Вона стає все більш доступною, тому все більше людей обирають її для свого житла.

Оцінка переваг та недоліків різних технологій та систем:

Переваги розумного будинку:

- Комфорт – система може створювати комфортний мікроклімат, забезпечувати безпеку та економити енергію.
- Економія – система може допомагати економити енергію, вимикаючи непотрібні прилади та обладнання.
- Безпека – система може забезпечувати безпеку будинку, виявляючи і попереджаючи про небезпеку.

Недоліки розумного будинку:

- Вартість – система розумного будинку може бути досить дорогою.
- складність монтажу – монтаж системи може бути складним і вимагати професійної допомоги.

## **1.5 Вплив і можливості IoT у розумних будинках**

Оцінка впливу IoT на повсякденне життя та енергетичну ефективність:

Який вплив IoT на наше повсякденне життя?

Інтернет речей (IoT) став однією з найвпливовіших технологій за останні роки, змінивши спосіб нашої взаємодії з навколишнім середовищем. Від смартфонів до побутової техніки все більше пристроїв підключаються до мережі, постійно генеруючи та обмінюючись інформацією. Цей аванс мав а значний вплив у багатьох аспектах нашого повсякденного життя, підвищуючи ефективність, комфорт і безпеку повсякденних завдань.

Перш за все, IoT має змінили наш спосіб спілкування. Завдяки постійному зв'язку ми тепер можемо підтримувати зв'язок із друзями та сім'єю плавніше та легше. Пристрої Інтернету речей, такі як камери безпеки або системи відеодомофону, також дозволяють нам спілкуватися та контролювати наш дім з будь-якого місця, даючи нам більше душевного спокою.

Крім того, IoT має підвищення ефективності та продуктивності у багатьох аспектах нашого повсякденного життя. Наприклад, [X] системи домашньої автоматизації дозволяють нам дистанційно керувати освітленням, кондиціонером та іншими приладами, що [+] допомагає нам зменшити споживання енергії та заощадити гроші. Крім того, збір і аналіз даних у режимі реального часу завдяки IoT дозволяє компаніям оптимізувати свої процеси та пропонувати персоналізовані послуги своїм клієнтам.

Іншим помітним аспектом впливу IoT є його внесок у безпеку. Підключені системи безпеки забезпечують нам кращий захист від крадіжки, пожежі та інших надзвичайних ситуацій. Пристрої відстеження GPS також дозволяють нам знаходити людей або транспортні засоби в разі втрати або крадіжки. Крім того, [+] IoT пропонує нам можливість стежити за своїм [X] здоров'ям і самопочуттям за допомогою переносних пристроїв, таких як розумні браслети чи годинники, що дозволяє нам контролювати та [+] покращувати якість життя.

[7] Інтернет речей значно вплинув на наше повсякденне життя, покращивши зв'язок, ефективність і безпеку. Його здатність підключати пристрої та збирати інформацію змінила наш спосіб взаємодії з навколишнім



середовищем і створила численні можливості для спрощення завдань і оптимізації процесів. Оскільки технології продовжують розвиватися, ми можемо очікувати, що вплив IoT продовжуватиме зростати та покращуватиме якість нашого життя.

- Кращий зв'язок: Інтернет речей, або IoT, революціонував наше повсякденне життя, забезпечивши більший зв'язок між об'єктами та пристроями. Тепер ми можемо керувати різними пристроями в нашому домі зі свого смартфона, такими як освітлення, кондиціонер або навіть кавоварка.
- Більша енергоефективність: Завдяки IoT ми можемо оптимізувати використання енергії в наших домівках. Наприклад, ми можемо запрограмувати термостат на автоматичне вимикання, коли нас немає вдома, таким чином економлячи енергію та гроші.
- Краща безпека: IoT покращив нашу безпеку, дозволивши встановити камери спостереження, підключені до нашої домашньої мережі. Таким чином ми можемо контролювати наш будинок з будь-якого місця та отримувати сповіщення у разі зловмисників або небезпечних ситуацій.
- Простота управління завданнями: Автоматизація завдань за допомогою IoT дозволяє нам економити час і зусилля в нашому повсякденному житті. Наприклад, ми можемо запрограмувати пральну машину, щоб вона почала працювати саме тоді, коли ми хочемо, щоб одяг був готовий.
- Поліпшення здоров'я та самопочуття: Інтернет речей також позитивно вплинув на наше здоров'я та самопочуття. Ми можемо використовувати такі пристрої, як розумні браслети або годинники, щоб контролювати частоту серцевих скорочень, якість сну та фізичну активність.
- Більший <sup>[+]</sup> комфорт: IoT приніс більше зручностей у наше повсякденне життя. Наприклад, ми можемо робити покупки з дому за допомогою розумних пристроїв, підключених до мережі, уникаючи непотрібних поїздок.

Вплив IoT на наше повсякденне життя незаперечний. Завдяки кращому підключенню, енергоефективності, безпеці, простоті керування завданнями, покращенню здоров'я та самопочуття, а також більшій зручності наше життя стало комфортнішим, безпечнішим і ефективнішим. Майбутнє обіцяє ще більше захоплюючих досягнень у просторі IoT.

Вивчення можливостей IoT для покращення енергоефективності в розумних будинках:

Розумний будинок, використовуючи принципи IoT, здатний ефективно керувати енергоспоживанням, вимикаючи непотрібні прилади. Наприклад, він може автоматично вимикати освітлення в кімнаті, якщо в ній немає активності протягом певного часу. Інші приклади включають регулювання температури за допомогою розумного термостата, який знижує опалення або кондиціонування, коли нікого немає вдома, або інтелектуальні розетки, що відключають електроживлення від пристроїв, які не використовуються. Це не тільки економить енергію, але й сприяє зниженню рахунків за електроенергію.

Аналіз потенціалу IoT для інтеграції з відновлюваними джерелами енергії та розумними енергосистемами:

[8] Аналіз потенціалу IoT для інтеграції з відновлюваними джерелами енергії та розумними енергосистемами показує, що IoT може відігравати ключову роль у модернізації та оптимізації енергетичних систем. Використання IoT у відновлюваній енергетиці сприяє створенню більш гнучких та ефективних систем управління енергією, що дозволяє покращувати балансування енергопостачання та споживання. Такі системи можуть автоматично адаптуватися до змін у виробництві та споживанні енергії, підвищуючи загальну ефективність енергосистем.

Інтеграція IoT з відновлюваними джерелами енергії в розумних будинках включає такі приклади:

- Інтелектуальне управління сонячними панелями: Інтелектуальне управління сонячними панелями за допомогою IoT включає автоматичне відстеження сонячного положення для максимізації ефективності генерації енергії. Системи можуть адаптуватися до погодних умов, оптимізуючи кути нахилу панелей для кращого збору сонячного світла. Також IoT-технології дозволяють моніторити стан та продуктивність сонячних панелей, виявляти несправності та потребу у технічному обслуговуванні, підвищуючи загальну надійність та тривалість служби обладнання.
- Інтеграція вітроенергетичних установок: Інтеграція вітроенергетичних установок в систему IoT може значно підвищити їхню ефективність та надійність. Це досягається завдяки точному моніторингу та управлінню роботою вітрогенераторів. IoT дозволяє збирати дані про вітрові умови в реальному часі та оптимізувати роботу кожного генератора для максимального виробництва енергії. Також IoT сприяє кращому прогнозуванню виробництва енергії від вітру та підвищенню безпеки обладнання через своєчасне виявлення та вирішення технічних проблем.

Ці приклади демонструють, як інновації IoT можуть підсилити потенціал відновлюваних джерел енергії, підвищуючи їх ефективність та інтегрованість у сучасні енергетичні системи.

# АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ ІОТ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ У РОЗУМНИХ БУДИНКАХ

## 2.1 Аналіз ІоТ у енергоменеджменті розумних будинків

Вивчення ролі ІоТ у моніторингу та управлінні енергією:

[9] У наш час, коли сталість та енергоефективність перестали бути лише модними фразами і стали критичними пріоритетами, керування споживанням енергії у домогосподарствах стає все більш суттєвим. В умовах прагнення домогосподарств зменшити свій вуглецевий слід і скоротити витрати на енергію, впровадження розумних рішень для дому стає кроком вперед у цьому напрямку. Ключовим аспектом цієї трансформації є використання комплексних систем домашнього моніторингу енергії, які дозволяють досягти ідеальної взаємодії між розумними шлюзами ІоТ та розумними розетками.

Співпраця з Dusun ІоТ, виробником енергетичних рішень для розумного будинку, спростила перехід від перших до других поколінь шлюзів, пропонуючи економічно ефективне, але водночас надійне рішення. Ця співпраця принесла вражаючі результати, а безперервний потік замовлень свідчить про успішність цього партнерства в розробці.

Порівняння систем ІоТ з традиційними методами контролю:

Автоматизація та адаптивність: Системи ІоТ автоматично реагують на зміни умов, ефективно адаптуючись до потреб користувачів. Наприклад, ІоТ може адаптувати освітлення та температуру залежно від часу доби або присутності людей, на відміну від традиційних систем, які вимагають ручного втручання.

Ефективність та енергозбереження: Системи ІоТ забезпечують високу енергетичну ефективність шляхом оптимізації використання ресурсів. Вони можуть автоматично вимикати невикористовуване обладнання або регулювати енергоспоживання, чого не можуть досягти традиційні методи.

Інтелектуальний аналіз даних: IoT збирає і аналізує дані для постійного покращення та пристосування системи. Це дозволяє виявляти тенденції, прогнозувати потреби та запобігати проблемам, в той час як традиційні системи мають обмежену здатність до збору та аналізу даних.

Вартість та установка: Хоча первісна вартість установки IoT може бути вищою, вона часто компенсується довготривалими економіями та ефективністю. Традиційні системи можуть бути дешевшими у короткостроковій перспективі, але вони менш ефективні з точки зору використання ресурсів.

Гнучкість та масштабованість: IoT системи легше масштабуються та адаптуються до змінних потреб, на відміну від більш статичних традиційних систем.



Рис. 2.1 Використання дивайсу

Випадки використання IoT для оптимізації енергоспоживання:

Пристрої IoT є основою будь-якого рішення IoT. Ці пристрої бувають різних форм, як-от датчики, приводи, носії та розумні пристрої. Датчики особливо важливі, оскільки вони збирають дані з середовища або об'єктів, з якими вони взаємодіють, а потім передають їх на центральну платформу IoT або край шлюз Пристрої для подальшого аналізу та дій. Типові типи датчиків IoT включають:

- Датчики температури: Вимірюйте та відстежуйте коливання температури, забезпечуючи клімат-контроль і чутливі до температури програми, такі як моніторинг холодового ланцюга.
- Датчики вологості: Вимірюйте та відстежуйте рівні вологості, важливі для застосування в сільському господарстві, зберіганні харчових продуктів і моніторингу навколишнього середовища.
- PIR датчики руху: Виявлення руху або зміни орієнтації, використовується в системах безпеки, розумному освітленні та промисловій автоматизації.
- Безконтактні маяки: Визначають присутність або відсутність об'єкта в певному діапазоні, що зазвичай використовується в автоматизованих дверях, системах паркування та моніторингу зайнятості.
- Датчики тиску: Вимірюйте зміни рівнів тиску, важливі для таких застосувань, як моніторинг промислових процесів і медичних пристроїв.
- Датчики світла: Визначають рівні навколишнього освітлення, що використовується в інтелектуальних системах освітлення та енергозберігаючих програмах.

За допомогою цих датчиків можна оптимізувати енергоспоживання.

## 2.2 Оцінка впливу IoT на енергетичну ефективність

Дослідження зниження енерговитрат через IoT:

[10]В сучасному світі питання енергоефективності стає все більш актуальним у зв'язку з рядом сучасних викликів, таких як обмеженість ресурсів, швидка урбанізація та екологічні обмеження. Особлива увага приділяється можливостям, які відкриває Інтернет речей (IoT) у сфері автоматизації та оптимізації споживання енергії. У глобальному контексті глобалізації та технологічного прогресу, дослідження IoT як інструменту для ефективного використання енергетичних ресурсів визнається як перспективний напрямок. Робота проаналізувала публікації, присвячені розумним будинкам в Україні, зосереджуючись на їхній споживчій ролі в енергетиці та потенціалі IoT для оптимізації споживання енергії.

Дослідження також вивчило можливості "зеленого" IoT та визначило виклики та принципи енергоефективності для IoT-пристроїв у секторах водопостачання та будівництва. Підкреслено потенціал технології IoT для зменшення енергоспоживання. Основні завдання дослідження включали аналіз архітектури IoT, вивчення ключових сфер застосування IoT в енергозбереженні та визначення принципів використання IoT для оптимізації енергоспоживання.

Після детального аналізу архітектури IoT та її можливостей, робота виділила чотири ключові принципи для ефективного використання IoT в енергетиці з метою збереження енергетичних ресурсів. Ці принципи включають визначення конкретних енергетичних цілей, впровадження технологій для моніторингу та автоматизації, збір та аналіз даних для оптимізації споживання, а також оцінку результатів для подальшого вдосконалення систем. Робота підкреслює важливість IoT як потужного інструмента для підвищення енергоефективності та досягнення глобальних цілей сталого розвитку.

Аналіз впливу IoT на використання ресурсів:

Аналіз впливу IoT на використання ресурсів включає розгляд того, як інтелектуальні технології можуть оптимізувати використання енергії та інших ресурсів. Системи IoT дозволяють збирати дані про використання ресурсів у реальному часі, що сприяє ефективному управлінню та зниженню витрат. Вони можуть автоматично вимикати або регулювати пристрої, тим самим зменшуючи непотрібне споживання енергії. Також IoT сприяє більш точному моніторингу та прогнозуванню потреб у ресурсах, дозволяючи планувати та оптимізувати їх використання.

[11]Ось кілька прикладів, як IoT може впливати на використання ресурсів:

- Інтелектуальне управління енергією в будинках: Інтеграція IoT в системи розумного будинку може оптимізувати використання енергії, автоматично вимикаючи освітлення та електроприлади, коли вони не потрібні, а також регулюючи температуру залежно від зовнішніх умов та наявності людей у будинку.
- Моніторинг водоспоживання у промисловості: Інтелектуальні сенсори можуть моніторити водоспоживання та виявляти витіки в промислових установках, дозволяючи швидко реагувати на проблеми і зменшувати втрати води.
- Оптимізація споживання енергії у виробництві: Використання IoT для моніторингу та керування промисловим обладнанням дозволяє знизити енергоспоживання та збільшити продуктивність, виявляючи неефективні процеси та надмірне використання ресурсів.

Ці приклади демонструють, як IoT може сприяти зниженню витрат на ресурси та підвищенню загальної ефективності в різних сферах.

Статистика та випадки покращення ефективності:

Інтеграція штучного інтелекту (AI) та технології Інтернету речей (IoT) у продукти, послуги та бізнес-процеси стає ключовим фактором у розвитку цифрових бізнес-моделей компаній. Це досягається завдяки постійному вдосконаленню прогнозної аналітики в реальному часі, що підвищує



операційну ефективність та знижує витрати, сприяючи зростанню продуктивності до 40%.

Автоматизація процесів, створення та оцінка контенту, а також передові технології зображення сприяють розвитку компаній, особливо в областях аналізу даних та підтримки клієнтів. Це відкриває нові можливості стратегічної гнучкості, що приносить важливі конкурентні переваги. Однак компанії повинні врахувати, що недостатній досвід в галузі штучного інтелекту, як технічний, так і бізнесовий, може бути обмежуючим фактором. Тому важливо розглядати можливості партнерства, фінансування та інвестицій у хмарні рішення AI.

[12] Один з прикладів покращення ефективності за допомогою IoT у сфері енергетики включає використання розумних термостатів в житлових та комерційних будівлях. Ці термостати збирають дані про температуру та використання енергії, адаптуючи опалення та кондиціонування до потреб користувачів та умов навколишнього середовища. Це дозволяє значно зменшити енергоспоживання та витрати на опалення та кондиціонування, забезпечуючи при цьому комфортне внутрішнє середовище.

### **2.3 Аналіз відновлюваних джерел енергії у системах IoT**

Використання IoT для інтеграції сонячних панелей та вітрогенераторів:

Основні витрати, з якими стикаються сонячні електростанції<sup>^</sup>

Висока вартість встановлення:

Об'єкти сонячної енергетики мають спрямовуватися на вимірювання загального виробництва електроенергії та максимізацію загальної ефективності. Це означає, що кожна сонячна панель повинна працювати на максимальній ефективності. Проте контроль за тим, що відбувається з кожним окремим модулем, стає викликом, особливо при наявності сотень або навіть тисяч таких панелей. Встановлення датчиків може здатися привабливим варіантом, але вартість дротових датчиків та складнощі з

підключенням до Інтернету речей можуть обмежити масштабування розгортання.

Висока вартість обслуговування:

Незважаючи на те, що фотоелектрична (PV) сонячна енергетика вже досягла зрілої стадії розвитку, експлуатація сонячної електростанції загального користування є масштабною справою. Вихідна потужність може коливатися та ставати нестабільною, якщо змінюються такі метеорологічні фактори, як сонячне випромінювання та температура навколишнього середовища. Як наслідок, мережа зазнає більшого навантаження, щоб забезпечити стабільне постачання електроенергії.

[13] Використання вітрогенераторів також стикається з певними викликами та витратами. Подібно до сонячних станцій, головні витрати включають високу первісну вартість установки та обслуговування. Моніторинг і максимізація ефективності кожного генератора є важливим, але контроль над індивідуальними компонентами може бути складним. Встановлення датчиків може покращити моніторинг, але висока вартість і технічні обмеження можуть впливати на масштабованість. Крім того, вихідна потужність вітрогенераторів може коливатися в залежності від метеорологічних умов, що ставить виклик для забезпечення стабільного енергопостачання.

Оптимізація виробництва та споживання відновлюваної енергії:

Споживання енергії стало ключовою складовою сучасного життя. Збільшення економічного розвитку та наша залежність від технологій призводять до зростання потреби у енергії. Але це також супроводжується негативним впливом на навколишнє середовище. Тому ефективне використання та оптимізація виробництва та споживання енергії є надзвичайно важливими для сталого розвитку.

Оптимізація виробництва та споживання енергії включає ряд заходів, спрямованих на зменшення втрат та підвищення продуктивності. Одним із ключових аспектів є енергозбереження. Раціональне використання енергії,

впровадження енергоефективних технологій та процесів дозволяють знизити споживання енергії без зменшення якості продукції або послуг. Це допомагає зменшити викиди шкідливих речовин та знизити негативний вплив на довкілля.

Стале розвиток є однією з основних метою сучасного суспільства. Це означає забезпечення потреб сьогодення, не ушкоджуючи можливості майбутніх поколінь. Оптимізація виробництва та споживання енергії є одним із ключових інструментів для досягнення сталого розвитку. Шляхи оптимізації включають удосконалення технологій, підвищення ефективності енергетичних систем, використання відновлювальних джерел енергії та раціональне споживання.

Одним з ключових напрямків раціонального виробництва та споживання є енергозбереження. Це означає зменшення витрат енергії шляхом впровадження енергоефективних технологій та процесів. Енергозбереження може бути досягнуто за допомогою використання енергоефективного обладнання, оптимізації режимів виробництва та споживання, а також застосування інноваційних рішень.

Оптимізація виробництва та споживання також передбачає раціональне використання ресурсів, таких як вода, сировина та матеріали. Це може бути досягнуто за допомогою впровадження екологічно чистих технологій, які спрямовані на зменшення втрат та використання вторинно перероблених матеріалів.



Рис 2.3 відновлювальні джерела енергії

Приклади інноваційних IoT-рішень у відновлюваній енергетиці:

Застосування IoT у відновлюваній енергетиці:

Застосування Інтернету речей у секторі відновлюваної енергетики включають датчики, підключені до обладнання для генерації, передачі та розподілу. Ці пристрої можуть допомогти компаніям дистанційно контролювати та контролювати роботу обладнання в режимі реального часу, що призводить до зниження експлуатаційних витрат і меншої залежності від викопного палива, яке вже швидко виснажується.

Нижче наведено основні програми IoT у відновлюваній енергетиці :

Автоматизація для збільшення загального виробництва: найпопулярнішими відновлюваними джерелами енергії є сонячна енергія та вітер завдяки їх надійності та достатку. Витрати, пов'язані з виробництвом енергії з цих джерел, зменшилися з роками, але їх інтеграція з IoT може ще більше зменшити витрати та підвищити надійність. Більшість панелей сонячної енергії використовують двовісні трекери для максимального збільшення виробництва енергії. Функція цих трекерів полягає в калібруванні кута панелей, щоб вони отримували максимум сонячного випромінювання протягом дня. Системи IoT можуть допомогти дистанційно контролювати та регулювати ці трекери для забезпечення їх оптимальної

роботи. За допомогою аналітичних рішень і датчиків можна відстежувати рух сонця, що потім можна використовувати для автоматичного регулювання кута сонячних панелей. Подібним чином датчики IoT також можна використовувати у вітроенергетиці для моніторингу різних параметрів, які впливають на виробництво електроенергії. Автоматизовані засоби керування, подібні до наведених вище, дозволяють електростанціям працювати ефективніше, підвищуючи вихідну потужність, знижуючи експлуатаційні витрати та покращуючи стандарти безпеки.

Розумні електромережі: ненадійні системи передачі та розподілу створюють значні вузькі місця для розвитку відновлюваної енергії. Традиційні енергетичні мережі призначені для підтримки односторонньої передачі енергії від електростанцій, виставляючи рахунки клієнтам раз на місяць. Вони недостатні для підтримки змінного характеру постачання електроенергії з відновлюваних джерел. Простіше кажучи, залежність відновлюваної енергії від погодних умов не може підтримуватися звичайними енергетичними мережами. IoT допоміг створити «розумні мережі», які підтримують ручне перемикання між консервативними електростанціями та відновлюваними джерелами енергії для забезпечення безперебійного електропостачання. Це робиться за допомогою датчиків Інтернету речей, які надсилають тригери під час відключень електроенергії, щоб полегшити перемикання, дозволяючи інтелектуальним мережам не лише підтримувати ртутну природу відновлюваної енергії, але й безперервно постачати енергію споживачам.

## **2.4 Використання IoT для оптимізації систем споживання енергії**

Підхід до моделювання та прогнозування споживання:

Оновлені експертні оцінки розвитку енергетики до середини століття свідчать – частка вартості енергії у глобальному ВВП буде зменшуватися, а

сама енергія стане доступнішою та відносно дешевшатиме. Це відбуватися за рахунок трьох пов'язаних між собою головних чинників:

- вдосконалення, розвиток, тотальне розповсюдження та здешевлення генерації первинної енергії з ВДЕ;
- глобальна електрифікація у всіх без винятку галузях економіки, що супроводжуватиметься зростанням фактичної енергоефективності;
- вдосконалення технологій розподілу та доставки енергії мережами різних рівнів та способів керування всіма складовими в енергетиці.

Відтак, світові інвестиції будуть перерозподілені, вкладення в традиційну «викопну» енергетику суттєво зменшаться, але виростуть загальні витрати на ВДЕ-генерацію з різних джерел та на розвиток мереж – при тому, що самі ВДЕ-технології за рахунок технічного прогресу продовжать здешевлюватися. Розвиток мереж відбуватиметься у напрямку «інтелектуалізації» технологій розподілу та сталої доставки змінюваної енергії.

Пік глобального вжитку первинної енергії станеться у 2030 р., після чого спостерігатиметься послідовне зменшення енергоспоживання, при тому, що до середини століття загальний світовий ВВП зросте у 1,3 рази від нинішнього рівня, збільшиться населення планети та споживання енергії на одну людину тощо. І ці процеси багато в чому відбудуться завдяки діджиталізації енергетики.

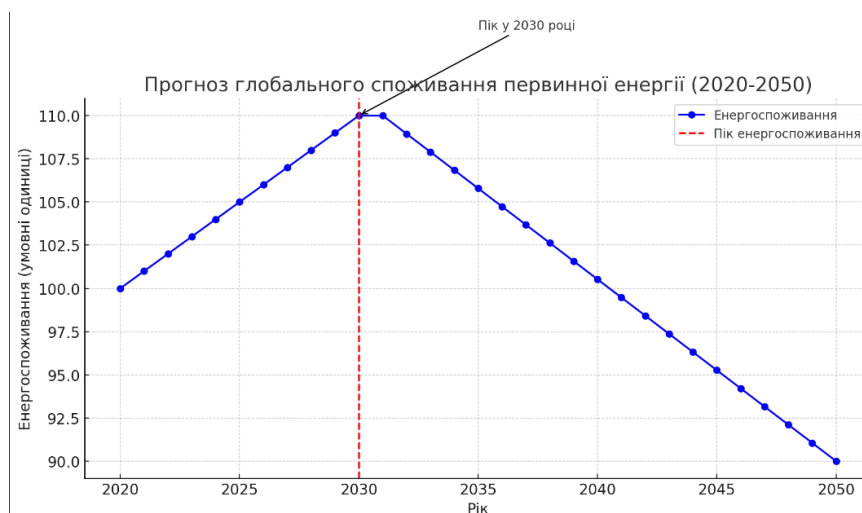


Рис. 2.4 графік глобального споживання енергії

Розробка адаптивних алгоритмів управління:

[14]Цифрове проникнення в енергетику посилюється з кожним роком. Розповсюдження ВДЕ вже починає глобально впливати на виробництво, споживання енергії та на функціонування електромереж, особливо в країнах, де частка ВДЕ в «енергетичній» суміші перевищує 10%. Перехід від нинішніх моделей прогнозованої генерації із здебільшого постійною потужністю до мереж, до яких під'єднані змінювані ВДЕ-потужності, вочевидь потребуватиме великих змін. Імплементация змінюваної та розподіленої ВДЕ-генерації потребуватиме більших зусиль щодо керування потоками енергії у мережі, її перерозподілу та накопиченню. Завдання галузі – випрацювати таку операційну модель, що буде більше орієнтованою на клієнта, стійкою до зовнішніх впливів та ефективною.

Діджиталізація може вирішити виклики, що лише посилюватимуться у майбутньому, розгортанням у трьох вимірах: «розумне» створення енергії, «розумне» оперування нею та взаєморозрахунками з клієнтами та «розумне» її споживання. Загальний знаменник в усіх цих вимірах – це потреба в величезній кількості даних, які потребуватимуть обробки, аби розуміти, як працює мережа в будь-який момент часу, аби за умов постійної зміни її параметрів можна було керувати змінними чинниками, прогнозувати їх, оцінювати поточні потреби клієнтів та спроможності надавачів енергетичних послуг.

Існуюча модель керування енергетикою з кожним днем втрачає свої можливості. Тобто мова йде саме про нагальність зміни моделі роботи та взаємодії складових енергетики, аби зробити мережі більш чутливими до навантаження із змінюваних джерел генерації в умовах змінюваного попиту. Другий виклик, з яким стикнуться надавачі послуг на комунальному рівні – це збільшення конкуренції завдяки збільшенню розподіленої доступної пропозиції енергетичних послуг. Таким чином, надавачі енергетичних послуг для задоволення потреб споживачів мають діяти проактивно, пропонуючи їм індивідуально оптимізований сервіс, водночас захищаючи конфіденційність

операцій та забезпечуючи безпечний контроль за даними транзакцій поміж учасниками енергетичного ринку.

Специфіка змінюваної ВДЕ-генерації, окрім проблем забезпечення сталої доставки енергії у відповідності з попитом, потребуватиме створення потужностей із накопичення перегенованої в певний час енергії, швидкого балансування та керування якістю самої енергії.

Ці виклики можна подолати створенням штучно «інтелектуалізованої» енергосистеми, тобто енергетика з оперативної точки зору має теж стати «розумнішою» та ефективнішою, що далеко виходить за рамки того, що використовуються сьогодні. Що стосується «розумної» енергії, то «найчистіший мегават» – це той, який не використовується, і його не доведеться виробляти намарно. Для цього знадобиться освіта споживачів із застосування регуляторами програм з енергоефективності та енергозбереження. Їх вплив треба обраховувати та корегувати. Це також потребуватиме додаткових та специфічних даних про «портрет» клієнтів, що мають аналізуватися в національному чи регіональному масштабі. ВДЕ-енергетика, значно легше піддається впровадженню діджиталізації, аніж традиційна викопна.

Студії випадків покращення управління ресурсами:

- Оптимізація енергоспоживання в промисловості: Використання IoT для моніторингу та управління енергоспоживанням великих промислових комплексів, що дозволяє зменшити загальне споживання енергії та оптимізувати роботу обладнання.
- Інтелектуальне управління водними ресурсами: Впровадження IoT в системах водопостачання для виявлення витоків та моніторингу водоспоживання, сприяючи ефективнішому використанню води.
- Автоматизація управління відходами: Інтеграція IoT в системи збору та переробки відходів для виявлення та оптимізації маршрутів збору, зниження витрат і зменшення впливу на довкілля.



Ці приклади демонструють, як IoT може підвищити ефективність управління різними ресурсами, знижуючи витрати та забезпечуючи стійке використання ресурсів.

## **2.5 Порівняльний аналіз енергоспоживання: традиційні та IoT системи**

Огляд поточних тенденцій у енергоспоживанні:

[15]Актуальні тенденції у енергоспоживанні охоплюють широкий спектр тем, від зростання використання відновлюваних джерел енергії до підвищення енергоефективності у різних галузях. Існує значний перехід до "зеленої" енергії, такої як сонячна та вітрова, а також до розумних технологій, які оптимізують використання традиційних джерел енергії. Крім того, спостерігається збільшення інтересу до енергозберігаючих технологій у сферах, таких як будівництво та промисловість, де IoT та інші цифрові рішення використовуються для моніторингу та управління споживанням енергії.

Огляд поточних тенденцій у енергоспоживанні відзначає декілька ключових напрямків:

- Перехід до Відновлюваних Джерел Енергії: Існує глобальний рух до використання відновлюваних джерел, таких як сонячна та вітрова енергія. Це відбувається як через екологічні зобов'язання, так і через зниження вартості цих технологій.
- Зростання Енергоефективності: Поліпшення в технологіях, таких як LED освітлення та високоефективні прилади, допомагають знижувати загальне споживання енергії.

Ці тренди відображають зміни в глобальному енергетичному ландшафті, де прагнення до екологічної стійкості поєднується з технологічними інноваціями для підвищення ефективності використання енергії.

Порівняння вартісної ефективності систем:

При порівнянні традиційних систем управління будівлями (BMS) з системами на базі IoT, можна відзначити кілька ключових аспектів, що впливають на ефективність використання енергії та вартісну ефективність.

- Конективність і комунікація: IoT-базовані системи BMS використовують бездротові сенсори і взаємопов'язані пристрої, що забезпечують покращену інтеграцію з різними пристроями та платформами, в порівнянні з традиційними системами BMS, які зазвичай покладаються на проводові сенсори.
- Обробка даних і аналітика: IoT-базовані системи BMS використовують хмарні технології для потужної обробки даних і аналітики в реальному часі, на відміну від традиційних систем BMS, які часто обмежені локальною обробкою даних.
- Енергоефективність: IoT-базовані системи BMS забезпечують кращу енергоефективність за рахунок використання алгоритмів оптимізації споживання та зменшення відходів енергії. Смарт-термостати та системи освітлення в IoT-системах забезпечують зниження витрат на опалення та охолодження та уникнення надмірного використання енергії для освітлення.
- Вартісна ефективність: Хоча вартісна динаміка між традиційними та IoT-базованими системами BMS може варіюватися, IoT-базовані системи часто виявляються вартісно ефективними з точки зору довгострокових вигод, особливо з огляду на енергозбереження, оперативну ефективність та ефективність системи загалом.

Загалом, IoT-базовані системи BMS надають переваги у вигляді більшої гнучкості, масштабованості, зниження витрат на обслуговування та підтримку, а також впровадження передових стратегій обслуговування. Ці переваги можуть зробити IoT-базовані системи більш вартісно ефективними в порівнянні з традиційними системами BMS.

Статистичний аналіз показників енергоефективності:

Однією з тем, що активно обговорюється в енергетичному секторі, є екологічна стійкість і те, як організації та окремі особи можуть мінімізувати вплив людської діяльності на навколишнє середовище.

Значна частина дискусій зосереджена на виробництві, передачі та розподілі електроенергії. Навіть із широким впровадженням енергетичної електроніки — ядра технологій відновлюваної генерації, таких як сонячні батареї та вітряні турбіни — організації та окремі особи можуть зробити більше для захисту навколишнього середовища за допомогою пристроїв Інтернету речей та аналізу даних.

Технологія IoT, яка використовується в житлових і комерційних будівлях, дає організаціям і окремим особам можливість контролювати споживання енергії та вносити зміни, щоб зменшити попит на енергію та підвищити ефективність. Комерційні, житлові та промислові будівлі мають великий вплив на навколишнє середовище та загальну вартість споживання енергії. За даними Управління енергетичної інформації США, середня велика будівля споживає близько 230 000 кВт-год електроенергії на рік. Середня вартість електроенергії в США становить близько 11 центів за кіловат-годину, округляючи до найближчого цента, що означає приблизно 25 000 доларів на рік за велику будівлю. Звичайно, ціни відрізняються від штату до штату та залежать від того, чи використовується це комерційне, промислове чи житлове. Уявіть собі, якби організації чи окремі особи могли скоротити споживання енергії на 10–15%. Розгортання IoT може стати наступним кроком, щоб зробити енергоспоживання будівель більш стійким.

## **2.6 Прогнозування та стратегії впровадження IoT у енергетиці**

Аналіз можливостей розвитку ринку IoT:

Розмір глобального IoT в енергетичному ринку оцінювався в 109,19 мільярда доларів США в 2021 році, і, за прогнозами, досягне 703,52 мільярда

доларів США до 2031 року, зростаючи на 20,6%% CAGR з 2021 по 2031 рік.

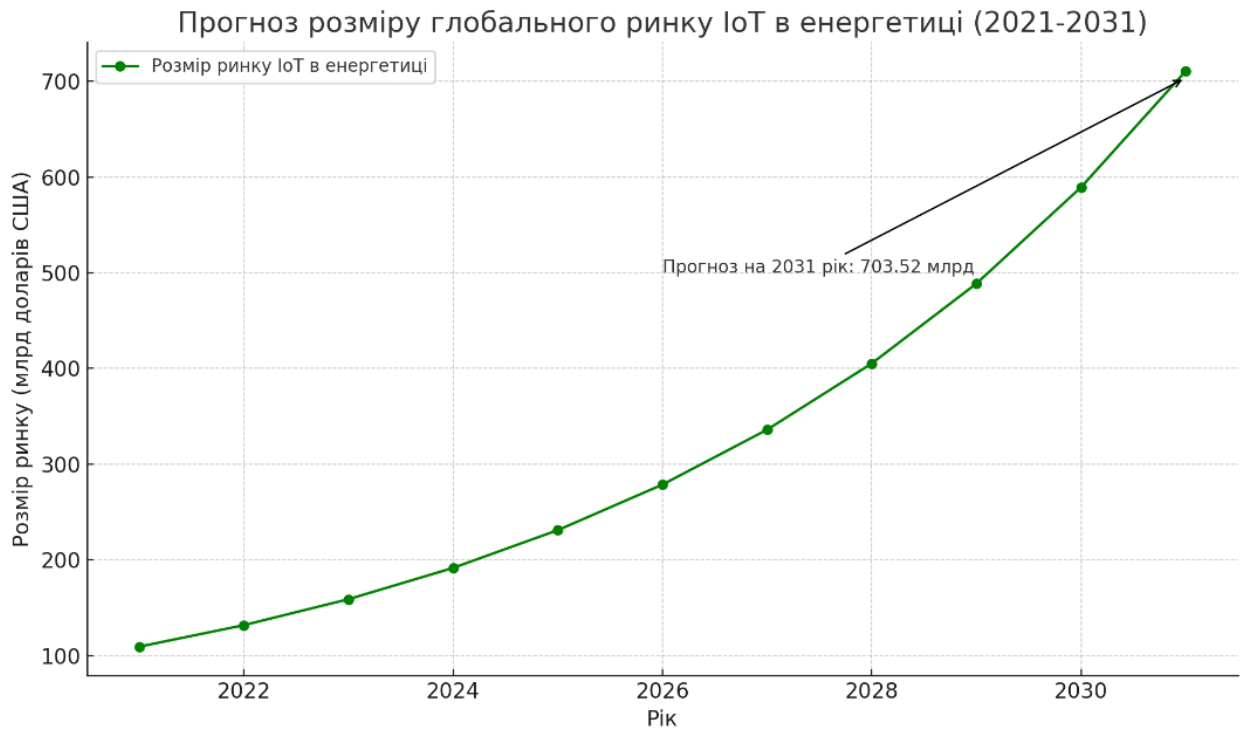


Рис. 2.6 прогноз розміру глобального ринку IoT в енергетиці

Платформа IoT включає розумні пристрої, підключені через Інтернет, які збирають, аналізувати та керувати даними за допомогою таких інструментів, як датчики, комунікаційне обладнання та процесори. IoT представляє нову реальність виробництва. В енергетичному секторі IoT створює інтелектуальні мережі, відомі як розумна мережа, шляхом збору, передачі та компіляції великої кількості даних. Таким чином, він інтегрує всі активи, підключені до мережі, оптимізує роботу та підвищує гнучкість систем інтелектуальним способом. Отже, це допомагає в розробці нових послуг, покращує ефективність і продуктивність, вирішує критичні проблеми та покращує прийняття рішень у режимі реального часу. Крім того, очікується, що збільшення впровадження Інтернету речей та штучного інтелекту в енергетичній галузі забезпечить вигідні можливості для зростання ринку. Крім того, розгортання інтелектуальної мережі для оптимізації енергоспоживання в побутових, комерційних і промислових будівлях ще

більше сприятиме зростанню IoT в енергетичній промисловості протягом прогнозованого періоду.

На основі компонентів сегмент рішень захопив найбільшу частку IoT у енергетичному ринку в 2021 році, і очікується, що ця тенденція продовжуватиметься протягом усього прогнозованого періоду. Зростання впровадження рішень IoT стимулює зростання сегмента. Проте очікується, що сегмент послуг матиме найбільшу частку протягом прогнозного періоду. Це пов'язано з численними перевагами, які пропонують послуги з високоякісної обробки та виробництва, зберігаючи при цьому найвищі стандарти охорони здоров'я, безпеки та навколишнього середовища в промисловості. Очікується, що такий фактор сприятиме зростанню IoT на енергетичному ринку.

Залежно від розміру організації, у 2021 році сегмент великих підприємств домінував у IoT у частці енергетичного ринку, і очікується, що ця тенденція продовжуватиметься протягом прогнозованого періоду. Впровадження IoT в енергетиці надає численні переваги великим підприємствам, наприклад джерело відновлюваної енергії, підвищує ефективність промисловості та скорочує витрати, існуючу систему освітлення до енергоефективних рішень, сприяє енергозбереженню для клієнтів, а також забезпечує інтелектуальні технологічні рішення, які ще більше сприяють зростанню Ринку. Проте МСП спостерігали найвище зростання ринку під час прогнозу IoT у енергетичному ринку. Впровадження Інтернету речей в енергетичних послугах забезпечує численні переваги для МСП, включаючи економічні переваги, найкращі консультації, закупівлі, проектування, аналітику та впровадження.

[16]Вивчення стратегій інтеграції IoT в енергосистеми:

Розумні міста являють собою великий прогрес з точки зору сталості, енергоефективності та здатності відповідати потребам підприємств, установ і жителів.

У цьому сенсі розумні мережі сприяють розвитку розумних міст у сфері електроенергетики, включаючи такі концепції, як відновлювані джерела енергії, розподілена генерація, енергоефективність, розумні будинки та автоматизація.

Для того, щоб мати можливість реалізувати всі функції інтелектуальних мереж, необхідно мати інформацію в реальному часі про різні установки. У цьому сенсі IoT відіграє фундаментальну роль у розвитку розумних мереж.

Хмарні обчислення, які об'єднують дані, отримані за допомогою інтелектуальних електролічильників, інтелектуальних аналізаторів електроенергії та інших інтелектуальних вимірювальних пристроїв, сприяють доступності вимірних даних у режимі реального часу та надають інформацію існуючим електричним мережам.

Бездротові мережі зв'язку, особливо LPWAN, дозволяють будувати пристрої з низьким енергоспоживанням і високою автономністю роботи, які можна встановлювати в різних місцях навіть у важкодоступних місцях.

Масове впровадження електромобіля передбачає будівництво зарядних станцій. Ці станції повинні використовувати відновлювані джерела енергії, які сприяють економії викопного палива, зниженню викидів CO<sub>2</sub> і підвищенню стійкості електричної мобільності.

Гібридні системи зберігання, разом з відновлюваними джерелами енергії, становлять нові системи розвитку, в яких необхідно вимірювати електричні змінні та контролювати роботу системи.

Оцінка довгострокового впливу IoT на енергетичну інфраструктуру:

Вплив IoT на довгострокову енергетичну інфраструктуру має значні перспективи. Однією з ключових областей, де IoT може внести свій внесок, є розвиток розподілених енергетичних ресурсів, таких як домашні сонячні панелі та системи зберігання енергії. Це може поліпшити стимули та спростити зберігання та продаж надлишкової електроенергії в енергомережу.

Нові інструменти, як-от блокчейн, можуть сприяти торгівлі електроенергією в межах місцевих енергетичних спільнот.

Дослідження вказують на те, що цифрові технології, зокрема IoT, можуть істотно збільшити споживання енергії. Відомо, що мережі передачі даних та центри обробки даних споживають велику кількість електроенергії. Проте, завдяки продовженню тенденцій підвищення енергоефективності, загальний попит на енергію може залишатися під контролем.

Спостерігається також, що інтеграція IoT може сприяти підвищенню енергоефективності, збільшенню частки відновлюваних джерел енергії та зменшенню негативного впливу використання енергії на довкілля. IoT надає можливості для покращення різних процесів, роблячи їх більш кількісно вимірюваними і аналізуємими за допомогою збору та обробки великої кількості даних.

Таким чином, IoT має потенціал не тільки підвищити ефективність та автоматизацію в енергетичній інфраструктурі, але й сприяти сталому переходу до використання відновлюваних джерел енергії та оптимізації споживання енергії.

# РОЗРОБКА ТА ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ РОЗУМНОГО БУДИНКУ НА ОСНОВІ ІОТ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

## 3.1 Розробка архітектури ІоТ системи

Вибір компонентів. Визначення типів сенсорів та пристроїв, необхідних для збору даних:

[17]Вибір компонентів для системи розумного будинку на базі ІоТ є ключовим кроком, оскільки саме вони забезпечують збір та передачу даних для аналізу та управління системою. Ось декілька прикладів типів сенсорів та пристроїв, які часто використовуються:

- Термостати: Вони дозволяють моніторити та регулювати температуру в приміщенні, сприяючи оптимізації споживання енергії для опалення та охолодження.
- Датчики руху та присутності: Використовуються для автоматичного включення та вимикання освітлення та інших систем у разі виявлення руху або присутності людей в приміщенні.
- Датчики вологості та якості повітря: Для моніторингу умов в приміщенні та контролю систем вентиляції та очищення повітря.
- Енергомонітори та смарт-лічильники: Для відстеження споживання електроенергії на різних приладах та в цілому по будинку.
- Датчики відкриття/закриття дверей та вікон: Для безпеки та ефективного управління клімат-контролем (наприклад, автоматичне вимкнення опалення при відкритих вікнах).
- Камери безпеки та домофони з Wi-Fi: Для моніторингу та контролю доступу до будинку.

Ці компоненти взаємодіють з центральним контролером, який зазвичай забезпечується через хмарні рішення або локальні сервери, дозволяючи користувачам моніторити та управляти системою через смартфони або інші



пристрої. Важливо також враховувати інтероперабельність цих компонентів, тобто їх здатність спілкуватися один з одним і працювати разом ефективно.



Рис. 3.1 Взаємодія

Протоколи зв'язку. Оцінка і вибір протоколів для бездротової комунікації:

[18] При виборі протоколів бездротового зв'язку для систем IoT у розумних будинках важливо враховувати декілька ключових факторів, таких як дальність, швидкість передачі даних, споживання енергії, вартість та сумісність з іншими пристроями. Ось кілька популярних протоколів, які часто використовуються:

- Wi-Fi: Забезпечує високу швидкість передачі даних і широку дальність, ідеально підходить для пристроїв, що вимагають більшого обсягу даних та високої пропускної здатності, таких як камери відеоспостереження.
- Zigbee і Z-Wave: Обидва протоколи відрізняються низьким споживанням енергії та надійністю, що робить їх популярними варіантами для домашньої автоматизації. Zigbee відомий великою

кількістю вузлів, які можуть бути підключені до мережі, тоді як Z-Wave має більш обмежену кількість вузлів, але пропонує більшу дальність дії.

- Bluetooth і Bluetooth Low Energy (BLE): BLE особливо ефективний для пристроїв, що працюють на батареях, таких як сенсори, завдяки своєму низькому енергоспоживанню.
- LoRaWAN (Long Range Wide Area Network): Цей протокол використовується для мереж з дуже великою дальністю і низьким споживанням енергії, ідеально підходить для сенсорів, які знаходяться на значній відстані від центрального хабу.
- NB-IoT (Narrowband IoT): Це технологія, що підтримується мобільними операторами та призначена для пристроїв IoT, які споживають мало енергії та передають невеликі обсяги даних.

Кожен із цих протоколів має свої переваги та недоліки, тому вибір залежить від специфічних потреб і вимог вашої системи розумного будинку.

Хмарні рішення та обробка даних. Розгляд платформ для зберігання та аналізу даних:

Хмарні рішення та обробка даних є ключовими аспектами в системах IoT, особливо у контексті розумних будинків, де необхідно збирати, аналізувати та управляти великою кількістю даних. Вибір платформи залежить від різних факторів, включаючи масштаб, безпеку, вартість та необхідні функціональні можливості. Ось кілька популярних хмарних платформ, які використовуються для IoT:

- Amazon Web Services (AWS): AWS надає широкий спектр послуг для IoT, включаючи AWS IoT Core, що дозволяє легко з'єднувати пристрої з хмарою, та AWS IoT Analytics для аналізу даних IoT.
- Microsoft Azure: Azure IoT Hub забезпечує безпечне з'єднання та управління пристроями IoT. Azure також пропонує рішення для аналізу даних, включаючи Azure Stream Analytics.

- Google Cloud IoT: Ця платформа дозволяє збирати, обробляти, аналізувати та візуалізувати дані IoT у великому масштабі за допомогою Google Cloud IoT Core та інших інтегрованих сервісів.
- IBM Watson IoT: IBM пропонує потужні аналітичні можливості та інструменти машинного навчання, які можуть допомогти розробникам отримувати глибші висновки з даних IoT.
- ThingSpeak: Це відкритий хмарний сервіс для збору та обробки даних IoT в реальному часі, що дозволяє легко інтегрувати сенсори та пристрої для збору даних.

При виборі хмарного рішення для обробки даних важливо враховувати такі фактори, як вимоги до масштабування, безпека даних, вартість послуг та легкість інтеграції з існуючими системами та пристроями.

### **3.2 Оптимізація алгоритмів управління енергією**

Розробка алгоритмів ефективного споживання. Створення моделей для балансування навантаження та оптимізації використання енергії:

[19]Розробка алгоритмів ефективного споживання енергії для систем розумного будинку на базі IoT має велике значення для оптимізації використання енергії та зниження витрат. Ось кілька ключових аспектів, які враховуються під час розробки таких алгоритмів:

- Розробка адаптивних алгоритмів: Ці алгоритми повинні автоматично адаптуватися до змінних умов та потреб користувачів, змінюючи режими споживання енергії в залежності від використання приміщень, часу доби та інших факторів.
- Балансування навантаження: Алгоритми балансування навантаження спрямовані на розподіл енергії між різними приладами та системами будинку таким чином, щоб мінімізувати загальне споживання енергії, особливо під час пікових періодів.

- Оптимізація використання відновлюваних джерел енергії: Для будинків, оснащених сонячними панелями або іншими відновлюваними джерелами, алгоритми повинні оптимізувати використання сонячної енергії та зберігання енергії, залежно від погодних умов та поточного споживання.
- Інтеграція з енергетичною інфраструктурою: Ефективні алгоритми також повинні взаємодіяти з загальною енергетичною системою, реагуючи на зміни тарифів за електроенергію, доступність відновлюваних джерел та інші зовнішні фактори.
- Підвищення енергоефективності через аналіз великих даних: Використання аналітики великих даних для визначення шаблонів споживання та оптимізація роботи системи на основі цих даних.

Ці алгоритми потребують глибокого аналізу даних, отриманих з сенсорів та інших пристроїв IoT, для автоматичного управління різними аспектами споживання енергії в домогосподарстві. Вони використовуються для розробки інтелегентних систем управління, які можуть значно знизити енергоспоживання та витрати, покращуючи при цьому комфорт і зручність для користувачів.

Адаптація до умов життєдіяльності користувачів. Інтеграція логіки реагування на поведінку та звички користувачів:

Адаптація алгоритмів управління енергією до умов життєдіяльності користувачів включає розробку систем, які враховують поведінкові та життєві звички людей, що живуть у домі. Ось деякі ключові елементи, які варто врахувати:

- Персоналізація на основі даних про поведінку: Алгоритми можуть аналізувати дані про поведінку користувачів, наприклад, часи, коли вони зазвичай вдома чи відсутні, та автоматично налаштовувати системи освітлення, опалення та охолодження.
- Інтеграція з іншими інтелектуальними пристроями: Наприклад, смарт-термостати можуть взаємодіяти з іншими пристроями, як-от

смарт-лампами чи жалюзі, для створення оптимального мікроклімату в домі, що відповідає звичкам та перевагам користувачів.

- Розробка гнучких сценаріїв: Система може мати набір гнучких "сценаріїв" або "режимів", які користувачі можуть налаштовувати відповідно до своїх щоденних потреб, таких як режим "Вдома", "На роботі", "Відпочинок" тощо.

Такий підхід дозволяє створити більш інтелігентну та енергоефективну домашню систему, яка не тільки сприяє зниженню витрат на енергію, але й підвищує загальний рівень комфорту та задоволення користувачів.

Відповідь на коливання цін на енергію. Розробка механізмів для адаптації споживання з урахуванням мінливих тарифів на енергію:

Оптимізація алгоритмів управління енергією в контексті розумних будинків на базі IoT, які реагують на коливання цін на енергію, передбачає створення інтелектуальної системи, що динамічно пристосовується до змінних тарифів. В основі цієї системи лежить принцип розумного споживання, який використовує аналіз даних для визначення оптимального часу для виконання енерговимогаючих завдань, таких як опалення, охолодження, прання або зарядка електроприладів.

Інтегруючи дані про поточні ціни на електроенергію та історичні патерни споживання, система може розробляти стратегії, що дозволяють споживачам використовувати електроенергію у найбільш економічно вигідний час. Наприклад, використання побутових приладів може бути відстрочене до періодів низьких тарифів. Також, у домогосподарствах із системами акумуляування енергії алгоритми можуть керувати процесом заряджання або розряджання батарей, максимізуючи вигоду від коливань цін.

Цей підхід не тільки допомагає знизити вартість споживаної енергії, але й сприяє енергетичній ефективності та сталості, зменшуючи необхідність у використанні пікових енергетичних ресурсів. Він також може мати

позитивний вплив на інтеграцію відновлюваних джерел енергії, дозволяючи більш ефективно використовувати вироблену сонячну або вітрову енергію.

Оскільки енергетичні ринки продовжують еволюціонувати, а ціни на електроенергію стають більш динамічними, такі адаптивні алгоритми стають невід'ємною частиною сучасних енергоефективних систем, підвищуючи їх вартість і релевантність для споживачів.

### **3.3 Інтеграція відновлюваних джерел енергії**

Планування використання сонячних панелей. Розрахунок потенціалу та оптимізація використання сонячної енергії:

Інтеграція сонячних панелей у системи розумного будинку, особливо коли вони управляються з використанням алгоритмів IoT, відіграє важливу роль у створенні енергоефективних і сталих житлових просторів. Цей процес включає ретельне планування та аналіз сонячного потенціалу місцевості, щоб забезпечити максимально можливу виробничу ефективність сонячних панелей. Враховуючи не тільки кількість сонячного світла, але й такі фактори, як напрямок даху, нахил та можливі перешкоди у вигляді тіней, можна оптимізувати виробництво сонячної енергії для конкретного будинку.

Ключовим аспектом є також інтеграція цих систем з загальною системою управління будинком, що дозволяє ефективно розподіляти вироблену енергію з урахуванням поточного споживання. Наприклад, за допомогою інтелегентних алгоритмів можна зберігати енергію в періоди високої сонячної активності, а потім використовувати її в ті часи, коли сонячних променів недостатньо.

Така оптимізація не лише забезпечує більш ефективне використання сонячної енергії, але й сприяє зниженню залежності від традиційних джерел енергії та зменшенню впливу на навколишнє середовище. Враховуючи зростаючий інтерес до відновлюваних джерел енергії та потребу в енергетичній ефективності, інтеграція сонячних панелей у системи

розумного будинку є ключовим напрямком розвитку в області сучасних технологій.

[20]Інтеграція системи зберігання енергії. Розробка рішень для зберігання зайвої енергії:

Інтеграція систем зберігання енергії у розумні будинки, особливо в ті, що включають використання відновлюваних джерел енергії, як-от сонячні панелі, відіграє важливу роль у забезпеченні ефективного енергетичного менеджменту. Розробка таких систем орієнтована на зберігання надлишкової енергії, яка виробляється протягом дня, для її використання в періоди, коли вироблення енергії знижується або її споживання збільшується.

Центральною частиною цієї системи є акумулятори, які забезпечують зберігання енергії. Інтегруючи акумулятори з IoT, можна створити систему, яка автоматично регулює заряджання та розряджання відповідно до поточних потреб в енергії, цін на ринку та стану системи виробництва відновлюваної енергії.

Такий підхід дозволяє максимально ефективно використовувати сонячну енергію та інші відновлювані джерела, знижуючи залежність від зовнішніх енергетичних систем і зменшуючи загальні витрати на енергію. Крім того, використання систем зберігання енергії може підвищити енергетичну безпеку будинку, забезпечуючи незалежність від місцевої енергомережі та надійне енергопостачання в разі зовнішніх перебоїв.

Розвиток технологій зберігання енергії та їх інтеграція з інтелектуальними системами управління будинком відкриває нові можливості для створення більш сталого та ефективного способу використання енергії в повсякденному житті.

Автоматизація управління потоками енергії. Створення алгоритмів для ефективного розподілу виробленої енергії:

Автоматизація управління потоками енергії в системах розумного будинку на базі IoT включає розробку алгоритмів, які дозволяють оптимально розподіляти вироблену енергію. В цьому контексті, важливим

аспектом є не тільки забезпечення достатньої кількості енергії для поточних потреб, але й максимально ефективного використання виробленої енергії, мінімізуючи втрати та надлишкове споживання.

Це передбачає створення системи, яка може динамічно відреагувати на різні фактори, такі як коливання у виробленні енергії, зміни в патернах споживання, а також інтеграцію з зовнішніми енергетичними мережами та ринками. Наприклад, в дні з високою сонячною активністю, система може вирішити збільшити використання сонячної енергії для живлення будинку та зберігання надлишкової енергії в акумуляторах, замість купівлі енергії з мережі.

Сучасні технології IoT дозволяють здійснювати цей процес в автоматичному режимі, аналізуючи дані в реальному часі та роблячи оптимальні рішення на основі аналітики та машинного навчання. Це не тільки сприяє економії коштів, але й підвищує загальну енергетичну ефективність та зменшує екологічний вплив будинку.

### **3.4 Розробка інтерфейсу користувача**

Дизайн інтерфейсу. Розробка зручного і інтуїтивно зрозумілого дизайну інтерфейсу:

[21]Розробка інтерфейсу користувача для систем розумного будинку на базі IoT вимагає особливого підходу до дизайну, який має бути одночасно зручним та інтуїтивно зрозумілим. Це означає створення інтерфейсу, який користувачі можуть легко використовувати для управління різними функціями та пристроями в їхньому домі, не звертаючись за допомогою до технічних фахівців.

Ось кілька ключових елементів, на які слід звернути увагу при розробці такого інтерфейсу:

- Чіткий та Простий Дизайн: Інтерфейс повинен мати чітку та незавантажену композицію. Наприклад, великі іконки для основних



функцій (як-от управління освітленням, температурою, безпекою) допомагають користувачам легко знаходити необхідні опції.

- Інтуїтивна Навігація: Структура меню та навігація повинні бути інтуїтивно зрозумілими, щоб користувачі могли легко переходити від одного елемента управління до іншого. Наприклад, "вкладки" або "меню" для різних зон будинку або різних типів пристроїв.
- Адаптивність до Користувача: Інтерфейс може бути адаптований до конкретних потреб користувачів, таких як можливість кастомізації екранів або створення користувацьких сценаріїв для управління домом.
- Графічне Відображення Даних: Використання графіків та діаграм для відображення споживання енергії або інших статистичних даних може зробити інформацію більш доступною і зрозумілою для користувача.
- Використання Зворотного Зв'язку: Надання користувачам зворотного зв'язку, наприклад, підтвердження про успішне виконання команд, допомагає запобігти плутанині та підвищити впевненість у використанні системи.

Ефективний інтерфейс користувача в системах розумного будинку значно підвищує зручність використання та задоволення від використання технології, зменшуючи відчуття перевантаженості чи складності управління сучасними домашніми технологіями.

Функціональність моніторингу. Впровадження можливостей для відстеження споживання енергії та управління системою:

Функціональність моніторингу в системах розумного будинку на базі IoT є ключовою для ефективного управління енергоспоживанням. Ця функціональність дозволяє користувачам відстежувати споживання енергії в реальному часі та управляти різними пристроями та системами дому для оптимізації їх використання. Ось декілька прикладів того, як це може бути реалізовано:

- Моніторинг Енергоспоживання в Реальному Часі: Сучасні системи IoT можуть забезпечувати детальну інформацію про поточне споживання енергії в будинку. Наприклад, смарт-лічильники та інші сенсори можуть відстежувати, скільки енергії витрачається кожним приладом або системою, дозволяючи користувачам визначити, де і як можна знизити витрати.
- Аналіз Тенденцій та Історичних Даних: Інтерфейс може включати графіки та діаграми, які показують тенденції споживання енергії протягом часу. Це дозволяє користувачам виявляти патерни споживання та робити інформовані рішення щодо зміни поведінки або оновлення обладнання.
- Управління За Допомогою Смартфона або Голосових Команд: Користувачі можуть використовувати мобільний додаток або голосові помічники, такі як Amazon Alexa або Google Assistant, для перегляду статистики енергоспоживання та управління системами в будинку, наприклад, для вимкнення неефективного освітлення або налаштування термостата.
- Попередження та Сповіщення: Система може автоматично надсилати сповіщення користувачам у разі несподіваного або надмірного споживання енергії, що допомагає швидко виявляти та усувати проблеми, наприклад, витік води або залишений увімкненим пристрій.

Розвиток та впровадження таких систем моніторингу та управління в розумних будинках допомагає зменшити витрати на енергію, покращити енергоефективність і забезпечити більш стале використання ресурсів.

Кастомізація та налаштування. Можливість налаштування системи згідно з особистими потребами користувача:

Кастомізація та налаштування в системах розумного будинку на базі IoT є важливими для того, щоб задовольнити особисті потреби та переваги

кожного користувача. Це означає надання можливості користувачам налаштовувати різні аспекти системи відповідно до їх власних звичок, розкладу та переваг.

Наприклад:

- Персональні Налаштування для Термостату: Користувач може налаштувати температурний графік відповідно до свого повсякденного розкладу, наприклад, зниження температури під час роботи або її підвищення перед приходом додому.
- Сценарії Освітлення: Налаштування освітлення для створення різних сценаріїв, як-от "вечірнє читання", "романтична вечеря" або "безпека вночі", дозволяє користувачам створювати атмосферу, яка відповідає різним моментам їхнього життя.
- Індивідуалізація Інтерфейсу: Можливість змінювати макет та відображення інтерфейсу, наприклад, кастомізація додатку для смартфона з вибором найчастіше використовуваних функцій або зміною теми оформлення.
- Автоматизація за Звичками Користувача: Система може "вчитися" з поведінкових звичок користувача, наприклад, виявляючи часті години приходу додому, і автоматично включати опалення чи освітлення за певний час до цього.

Ця гнучкість у налаштуваннях дозволяє створити справді персоналізоване домашнє середовище, що підвищує комфорт, ефективність та задоволення від використання системи розумного будинку.

### 3.5 Аналіз безпеки та приватності даних

Оцінка ризиків безпеки. Аналіз потенційних загроз для даних, які генеруються та обробляються системою:

В аналізі безпеки та приватності даних для систем розумного будинку на базі IoT важливо оцінити потенційні ризики, пов'язані з даними, які генеруються та обробляються системою. Це включає розгляд різних видів загроз, які можуть вплинути на конфіденційність, цілісність і доступність даних.

Одним з прикладів таких ризиків є вразливості у безпеці мережі. Наприклад, якщо хакерам вдається проникнути в домашню мережу через незахищений IoT пристрій, вони можуть отримати доступ до інших підключених пристроїв та збирати конфіденційну інформацію. Іншим ризиком є несанкціонований доступ до відеоданих з камер безпеки, що може створити загрози для приватності.

Крім того, важливо враховувати ризики, пов'язані з зберіганням даних, особливо якщо ці дані зберігаються в хмарі. Витік даних через вразливості у хмарних сервісах може призвести до втрати конфіденційної інформації.

Тому, ефективна система безпеки має включати міцні мережеві захисні механізми, шифрування даних та суворі політики щодо доступу та автентифікації.

Важливо регулярно оновлювати програмне забезпечення всіх IoT пристроїв, щоб запобігти експлуатації відомих вразливостей.

Аналіз безпеки та приватності даних у контексті IoT не лише зменшує ризики для кінцевого користувача, але й підвищує довіру до використання таких технологій.

Розробка протоколів захисту даних. Впровадження стратегій шифрування та безпеки для захисту інформації:

У контексті аналізу безпеки та приватності даних для систем розумного будинку на базі IoT, розробка протоколів захисту даних та

впровадження стратегій шифрування і безпеки є критично важливими. Це включає в себе ряд заходів для забезпечення безпечного обігу та зберігання конфіденційної інформації.

Один із прикладів цього - використання шифрування для захисту даних, які передаються між IoT пристроями та хмарними серверами. Наприклад, шифрування даних камери відеоспостереження гарантує, що навіть у разі перехоплення цих даних, вони будуть залишатися незрозумілими без відповідного ключа дешифрування.

Ще одним кроком є впровадження багаторівневих систем автентифікації. Це може включати в себе не тільки традиційні паролі, але й біометричні дані, як-от відбитки пальців або розпізнавання обличчя, що додає додатковий рівень захисту.

Крім того, важливим є розробка та впровадження протоколів безпеки мережі. Це означає створення надійних файрволів та інших механізмів захисту, які запобігають несанкціонованому доступу до мережі розумного будинку.

[22]Ці заходи, у поєднанні, створюють систему, здатну ефективно захищати конфіденційні дані від зовнішніх загроз та забезпечувати безпеку та приватність інформації користувачів.

Застосування технологій блокчейну. Дослідження можливості використання блокчейну для підвищення безпеки та прозорості обміну даними:

Використання технологій блокчейну у контексті аналізу безпеки та приватності даних в системах розумного будинку відкриває нові можливості для підвищення безпеки та прозорості обміну даними. Блокчейн - це децентралізована технологія, яка може вносити значний внесок у безпечне та надійне зберігання даних.

Один з прикладів використання блокчейну - це створення безпечних і незмінних логів активності для всіх пристроїв в мережі. Це означає, що кожна взаємодія з пристроєм або системою розумного будинку може бути

зафіксована у блокчейні, що запобігає несанкціонованому маніпулюванню або зміні цих даних.



Рис. 3.5 приватність даних

Інший важливий аспект - управління ідентичністю та доступом. Блокчейн може використовуватися для створення надійних цифрових ідентифікаторів, що виключає можливість несанкціонованого доступу до пристроїв та даних.

Також, в контексті обміну даними, блокчейн може забезпечити прозорий та безпечний механізм для обміну даними між різними пристроями і службами, збільшуючи в цілому безпеку екосистеми розумного будинку.

Загалом, використання блокчейну у системах IoT та розумних будинках є обнадійливим напрямком, який пропонує рішення для багатьох проблем безпеки та приватності, які сьогодні існують у цій сфері.

## ВИСНОВКИ

Ця дипломна робота демонструє значний потенціал інтеграції технологій Інтернету речей (IoT) у створенні енергоефективних систем для розумних будинків. Протягом дослідження було розглянуто критичні аспекти, як-от оптимізація алгоритмів управління енергією, інтеграція відновлюваних джерел енергії, розробка інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу користувача, а також аналіз безпеки та приватності даних.

Реалізація цих систем сприяє не лише зниженню енергоспоживання та витрат, але й підвищує рівень комфорту та автоматизації в домогосподарствах. Використання передових методів, таких як машинне навчання для аналізу даних та впровадження алгоритмів, які пристосовуються до звичок користувачів, дозволяє створювати гнучкі та вдосконалені системи управління будинком.

Особлива увага була приділена важливості безпеки та приватності даних у контексті IoT. Застосування технологій блокчейну та розробка протоколів захисту даних підвищують захист інформації та надійність систем.

Таким чином, ця робота відкриває шлях для подальших інновацій у сфері розумних будинків, сприяючи створенню сталого та ефективного житлового середовища. Перспективність розробки таких систем у майбутньому обіцяє не лише вдосконалення житлових умов, але й внесок у загальну екологічність та енергетичну ефективність на глобальному рівні.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. <https://termin.in.ua/internet-rechey-iot/> — Сайт "Termin.in.ua" є україномовним ресурсом, який зосереджений на наданні визначень та пояснень до різних термінів, особливо тих, що стосуються сучасних технологій та наукових понять.
2. <https://visnyk.vntu.edu.ua/index.php/visnyk/article/view/2906> — Вісник Вінницького політехнічного інституту
3. <https://studwood.net> — Сайт Studwood.net є освітнім ресурсом, який зосереджений на наданні інформації та матеріалів, корисних для студентів.
4. <https://buduj.com.ua/energoeffic/znachennya-energoefektyvnosti-v-suchasnomu-sviti-zberezhenya-resursiv-ta-stale-majbutnye/> — Сайт Buduj.com.ua є україномовним ресурсом, присвяченим тематиці будівництва та ремонту.
5. <https://inventure.com.ua/uk/analytics/articles/osnovni-trendi-investicij-u-tehnologiyi-za-yakimi-varto-stezhiti-u-2023-roci> — InVenture.com.ua є інвестиційним порталом, який надає аналітику та новини у сфері інвестицій, фінансів та бізнесу, особливо в Україні.
6. <https://webbylab.com/uk/> — WebbyLab.com є веб-ресурсом компанії, яка спеціалізується на розробці програмного забезпечення, зокрема у сфері IoT-рішень для розумних будинків, включаючи індивідуальні системи автоматизації, консультування, розробку застосунків та інтеграцію систем.
7. <https://www.itssi-journal.com/index.php/itssi/article/view/397> — Itssi-journal.com є науковим журналом, який зосереджений на публікації досліджень та статей у галузі інформаційних технологій, зокрема в областях, пов'язаних з IoT, кібербезпекою та новітніми технологічними трендами.
8. <https://www.dusuniot.com/uk/blog/best-wireless-protocol-for-your-iot-project/> — Dusun IoT є компанією, яка спеціалізується на розробці та виробництві IoT-продуктів, включаючи бездротові модулі, IoT-шлюзи, та системи для розумних будинків, а також пропонує рішення для промислового IoT та охорони здоров'я.



9. <https://dh-ukraine.nefco.int/ukr/demoukrainadh/technology-requirements-and-design-principles/> — Сайт dh-ukraine.nefco.int є ресурсом програми DemoUkrainaDH, яка спрямована на підтримку та розвиток енергоефективних технологій в Україні.
10. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=90178](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=90178) — Сайт online.budstandart.com є офіційним порталом національної стандартизації України, де представлені різноманітні національні стандарти, включаючи ті, що стосуються систем енергетичного менеджменту.
11. <https://bizmag.com.ua/rynok-rozumnyh-budynkiv/> — На сайті Bizmag.com.ua представлений детальний огляд рішень у сфері IoT для розумних будинків.
12. <https://uncomohacer.com/uk/який-вплив-йот-у-нашому-повсякденному-житті/> — Сайт uncomohacer.com є інформаційним ресурсом, який надає статті та керівництва на різноманітні теми, включаючи технології, побутові поради, освіту та багато іншого.
13. [https://www.researchgate.net/publication/347959428\\_Perspektivi\\_rozvitku\\_galuzi\\_vidnovluvana\\_energetika\\_v\\_Ukraini](https://www.researchgate.net/publication/347959428_Perspektivi_rozvitku_galuzi_vidnovluvana_energetika_v_Ukraini) — Сайт ResearchGate є платформою для науковців та дослідників, де вони можуть публікувати свої статті, ділитися дослідженнями та співпрацювати з колегами з усього світу.
14. <https://forinsurer.com/news/23/11/24/43278> — Сайт "Forinsurer.com" присвячений новинам у сфері страхування та іншуртеху.
15. <https://mediacom.com.ua/shi-ta-energetika-optimizatsiya-virobnitstva-ta-spozhyvannya-dlya-stalogo-rozvitku/> — Сайт MediaCom.com.ua надає інформацію та аналіз щодо оптимізації виробництва та споживання відновлюваної енергії для сталого розвитку.
16. <https://www.thingstel.com/blog/iot-on-renewable-energy/> — Сайт MediaCom.com.ua надає інформацію та аналіз щодо оптимізації виробництва та споживання відновлюваної енергії для сталого розвитку.
17. <https://avenston.com/articles/digitalization-in-the-energy-sector/> — Сайт Avenston.com розглядає тему цифровізації в енергетичному секторі,

підкреслюючи її важливість для ефективного використання енергії та розвитку відновлювальних джерел.

18.<https://www.iqnext.io/blog-posts/navigating-building-management-traditional-bms-vs-iot-based-bms> — Цей сайт надає інформацію та аналітику про системи управління будівлями (BMS), зокрема про відмінності між традиційними та IoT-базованими BMS.

19.<https://www.techtarget.com/iotagenda/feature/How-to-use-IoT-for-energy-efficiency-and-sustainability> — TechTarget - це вебсайт, який зосереджений на технологічних темах. Він надає статті, новини та аналіз різних аспектів технологій, включаючи Інтернет речей (IoT), аналіз даних, хмарні обчислення, кібербезпеку та багато іншого.

20.<https://www.alliedmarketresearch.com/iot-in-energy-market> — Allied Market Research - це вебсайт, який спеціалізується на наданні детальних досліджень ринку та аналітики у різних галузях.

21.[https://www.mdpi.com/topics/iot\\_energy](https://www.mdpi.com/topics/iot_energy) — MDPI (Multidisciplinary Digital Publishing Institute) є видавничою платформою з відкритим доступом, яка спеціалізується на наукових статтях з різних дисциплін.

22.<https://www.iea.org/reports/digitalisation-and-energy> — Доповідь Міжнародного енергетичного агентства (IEA) під назвою "Цифровізація та енергетика", розміщена на їхньому вебсайті, пропонує глибокий аналіз впливу цифровізації, включаючи Інтернет речей (IoT), на енергетичний сектор.



# Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій

Кафедра Інженерії програмного забезпечення автоматизованих систем

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**«Розробка енергоефективної системи розумного будинку на базі IoT»**

на здобуття освітнього ступеня бакалавра  
зі спеціальності 126 Інформаційні системи та технології  
освітньо-професійної програми Інформаційні системи та технології

Виконав: Стецик О.-І. В, ІСЗ-51  
Науковий керівник роботи:  
Каграманова Ю. К.

### Актуальність теми:

Актуальність роботи полягає в зростаючій потребі у енергоефективних системах житлового будівництва, що знижують витрати на комунальні послуги та негативний вплив на довкілля. Використання технологій Інтернету речей (IoT) відкриває нові можливості для автоматичного контролю та оптимізації енергоспоживання.


### Позитивні сторони:

Позитивні сторони роботи включають охоплення різноманітних аспектів IoT-технологій, таких як оптимізація управління енергією, інтеграція відновлюваних джерел енергії, аналіз безпеки даних, а також використання машинного навчання і блокчейн-технологій для підвищення надійності систем. Дослідження демонструє актуальність та сучасність, акцентуючи на важливості захисту даних у контексті IoT.

### Недоліки

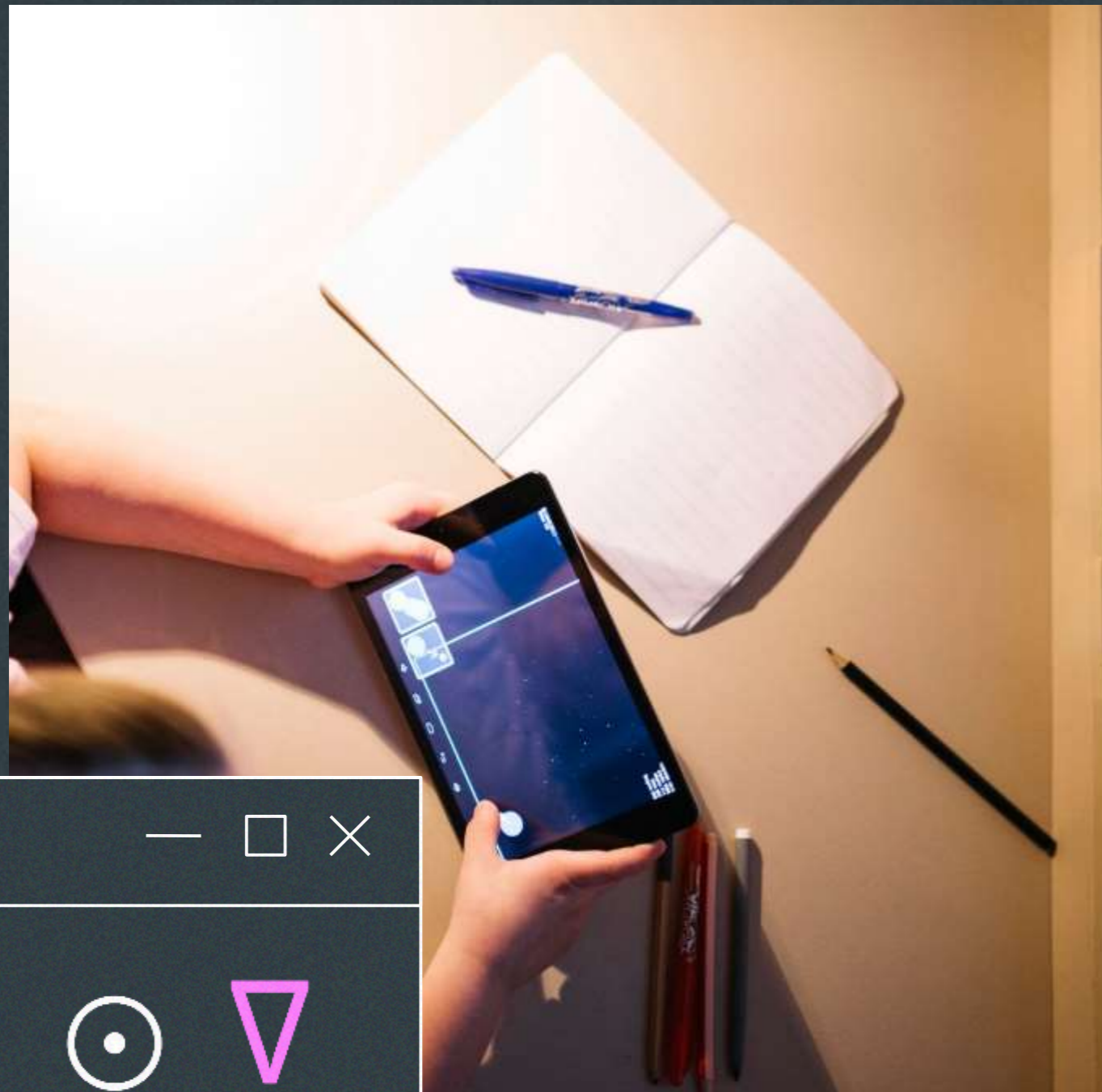
Робота не містить конкретних прикладів або кейсів, які б ілюстрували успішні впровадження IoT-технологій у розумні будинки, що могло б зробити аргументацію більш переконливою. Робота переважно зосереджена на позитивних аспектах і не розглядає можливих труднощів або проблем, з якими можуть зіткнутися користувачі або розробники при впровадженні IoT-технологій.



Інноваційність та ефективність:   
Створення Системи  
Розумного Будинку з  
Використанням Інтернету  
Речей



# Вступ



У сучасному світі, **інтернет речей** відіграє важливу роль у побудові **розумного будинку**. Ця презентація досліджує можливості та вигоди створення такої системи.



# Інтернет речей

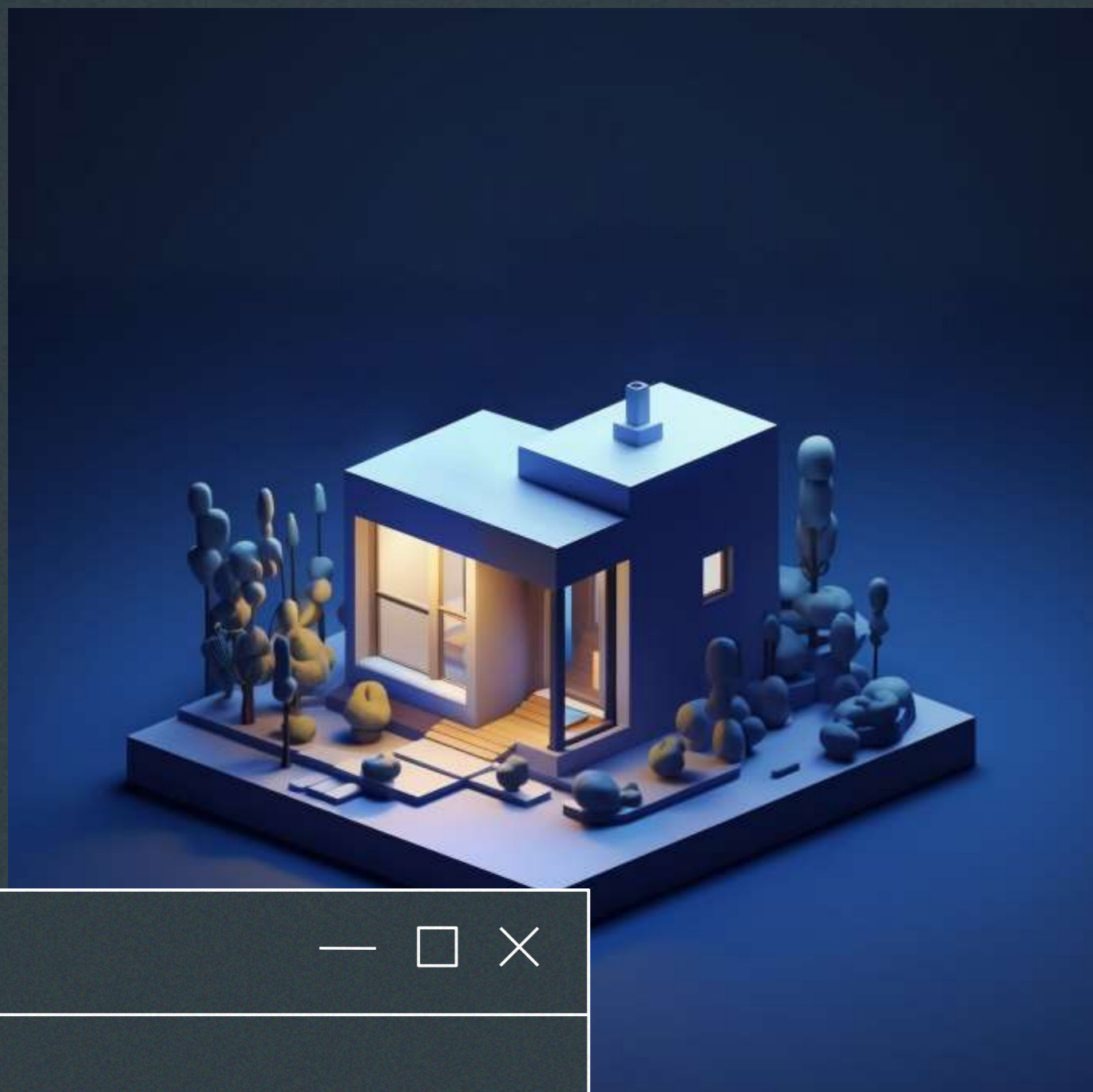


**Інтернет речей** (IoT) - це мережа фізичних пристроїв, які з'єднані та обмінюються даними. Вони можуть бути використані для автоматизації та контролю в розумному будинку.



# Розумний будинок

**Розумний будинок** використовує IoT для автоматизації освітлення, опалення, безпеки та багатьох інших систем. Це забезпечує зручність, безпеку та енергоефективність.

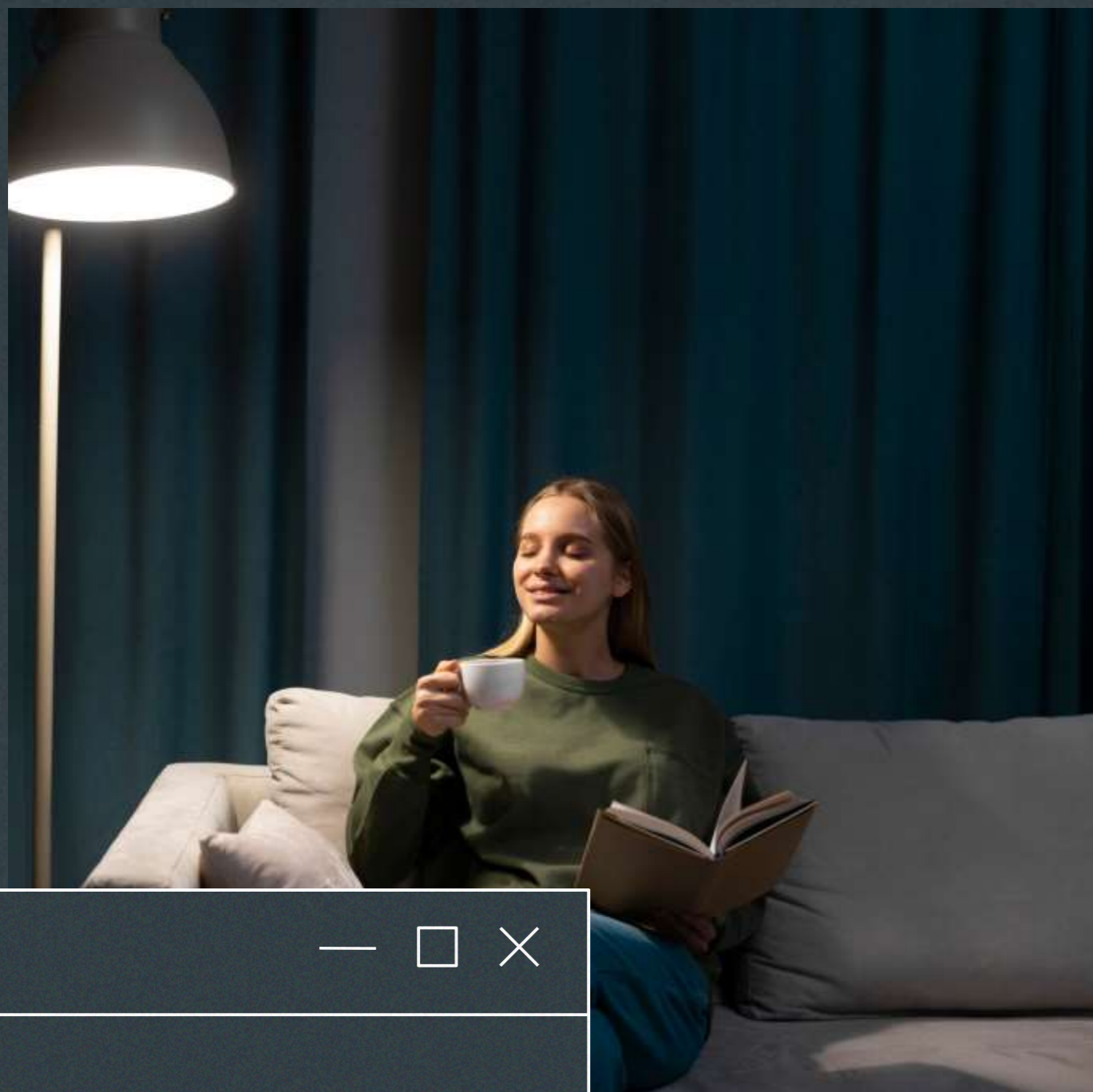




# Інноваційні технології



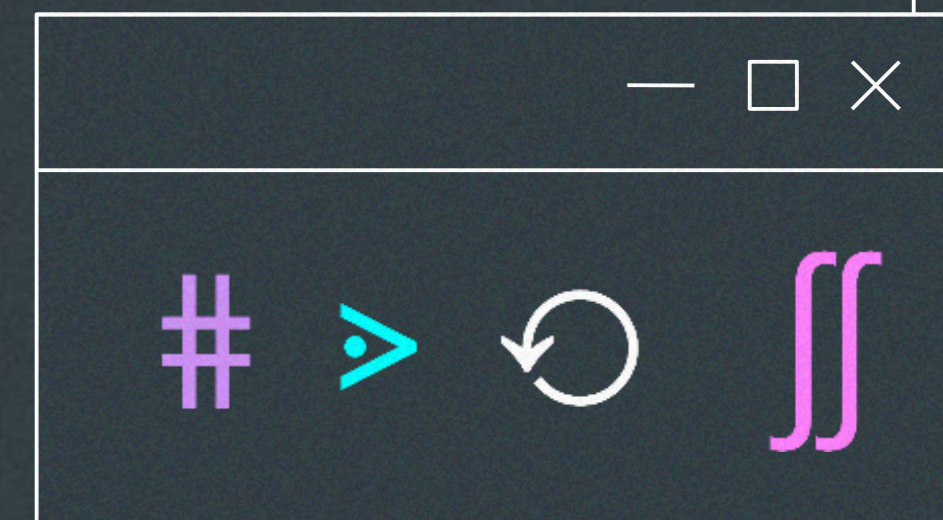
Використання **інноваційних технологій**, таких як штучний інтелект та аналітика даних, дозволяє створити розумний будинок, який може навчитися пристосовуватися до потреб мешканців.



# Ефективність та зручність

Створення **системи** розумного будинку допомагає збільшити ефективність енергоспоживання та забезпечує мешканцям **зручність** у повсякденному житті.



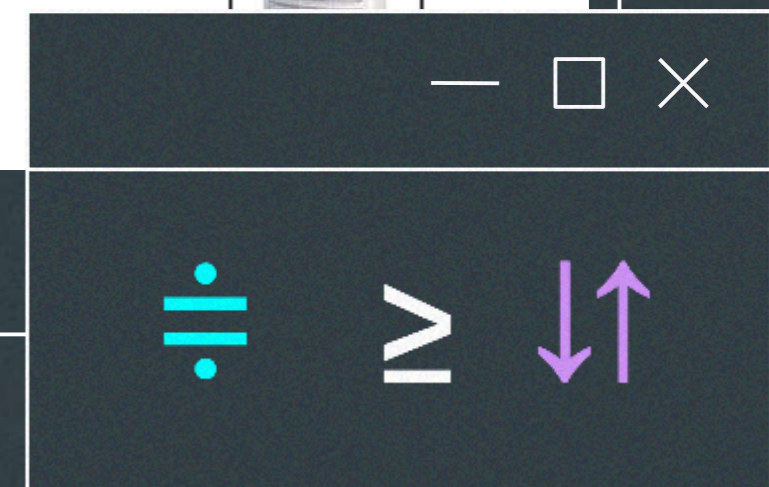
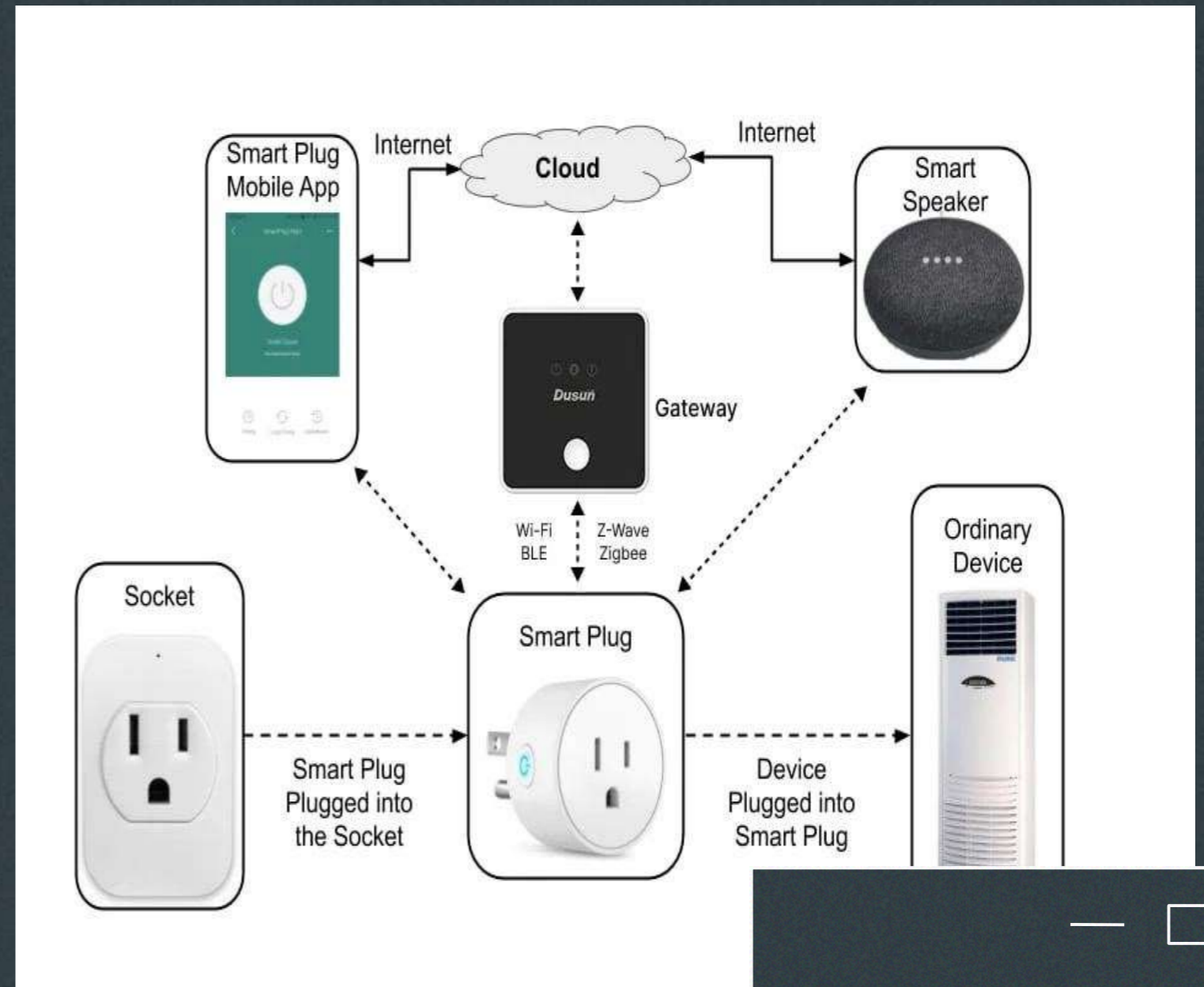


# Безпека та контроль

Завдяки IoT, розумний будинок може забезпечити безпеку через відеоспостереження та сигналізацію, а також дозволяє **контролювати** системи з будь-якої точки світу.

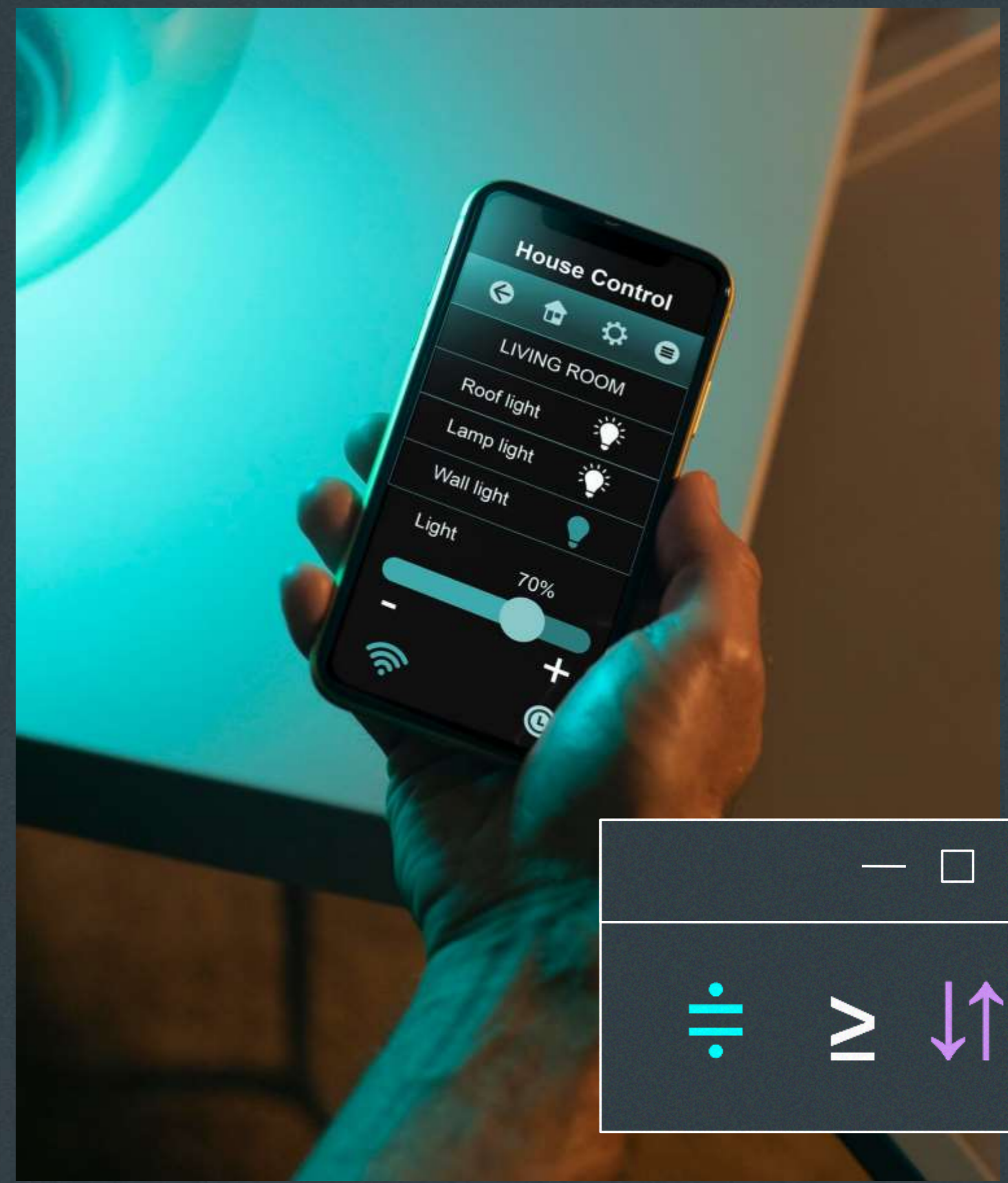
# Інтеграція та співпраця

Інтеграція різних пристроїв та систем у розумному будинку вимагає **співпраці** між виробниками технологій та розробниками програмного забезпечення.



# Можливості розширення ← ↕

Розумний будинок може надати  
можливості розширення для  
додаткових функцій, таких як  
управління електропобутовими  
пристроями та медичні системи.

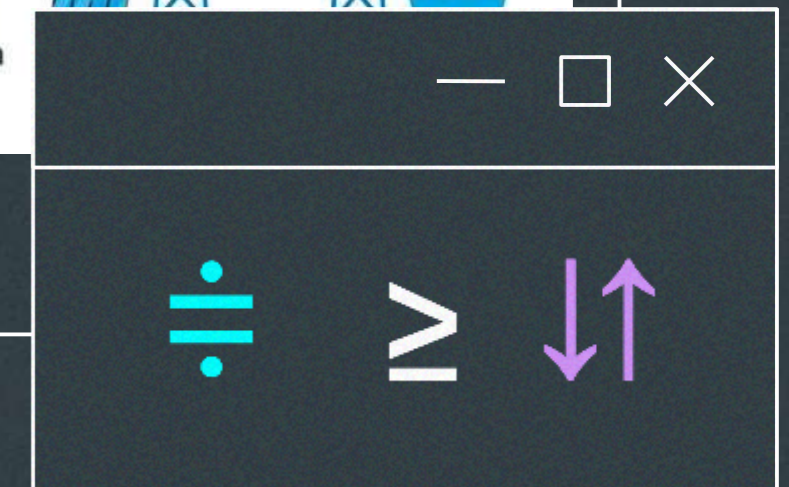
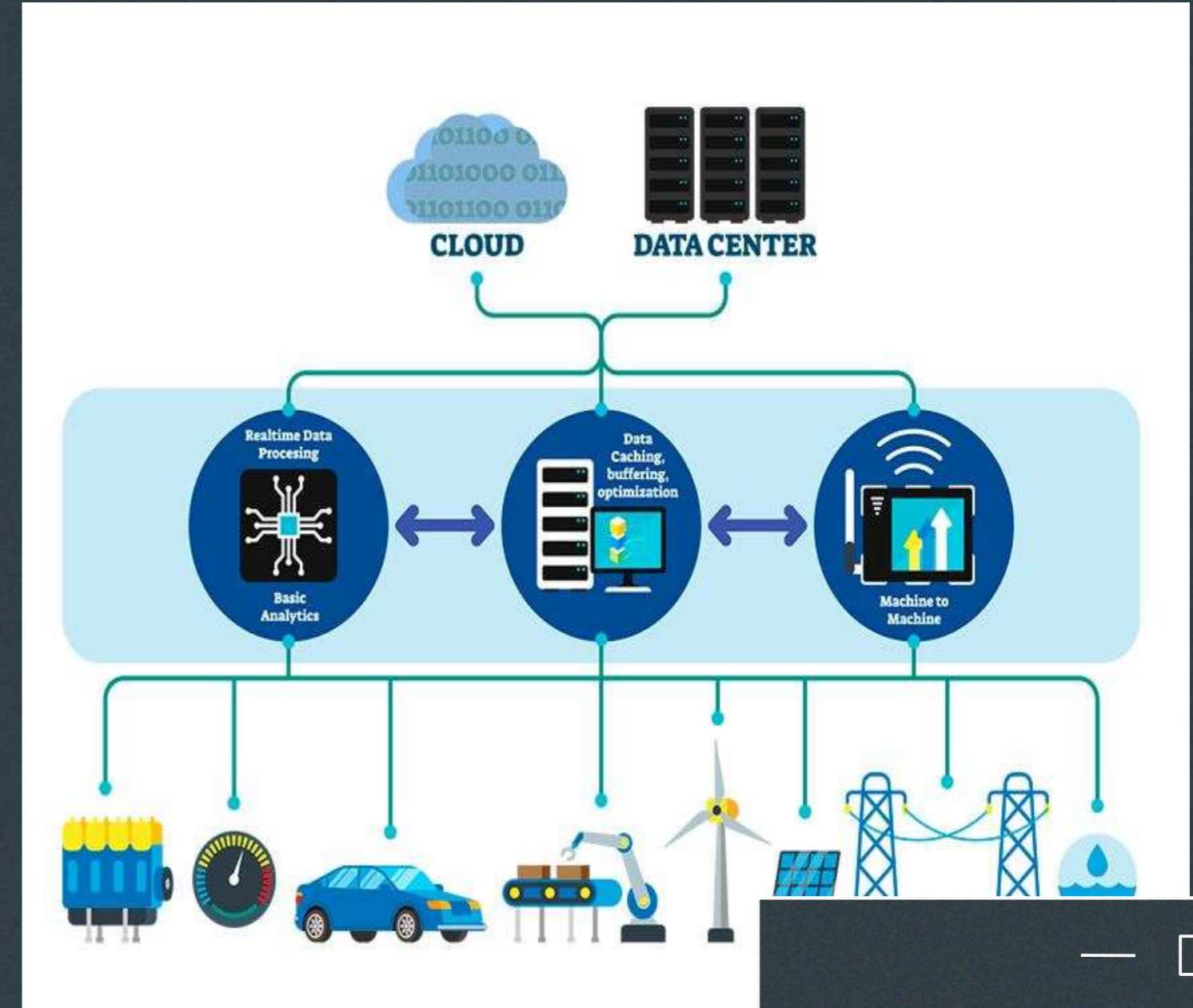


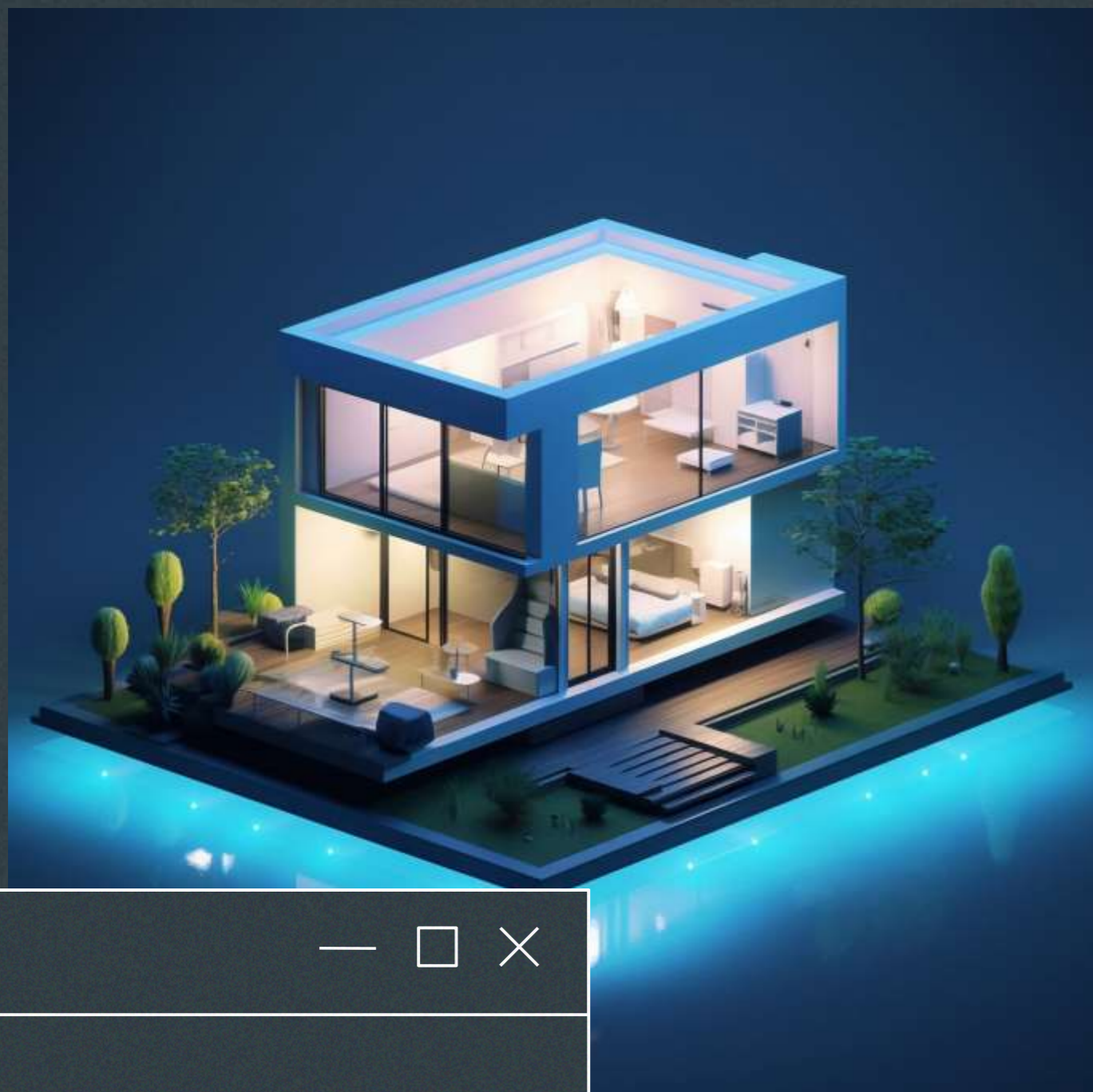
— □ ×

≡ ≥ ↕

# Енергоефективність

Завдяки автоматизації та оптимізації, розумний будинок може значно підвищити **енергоефективність** та зменшити витрати на комунальні послуги.





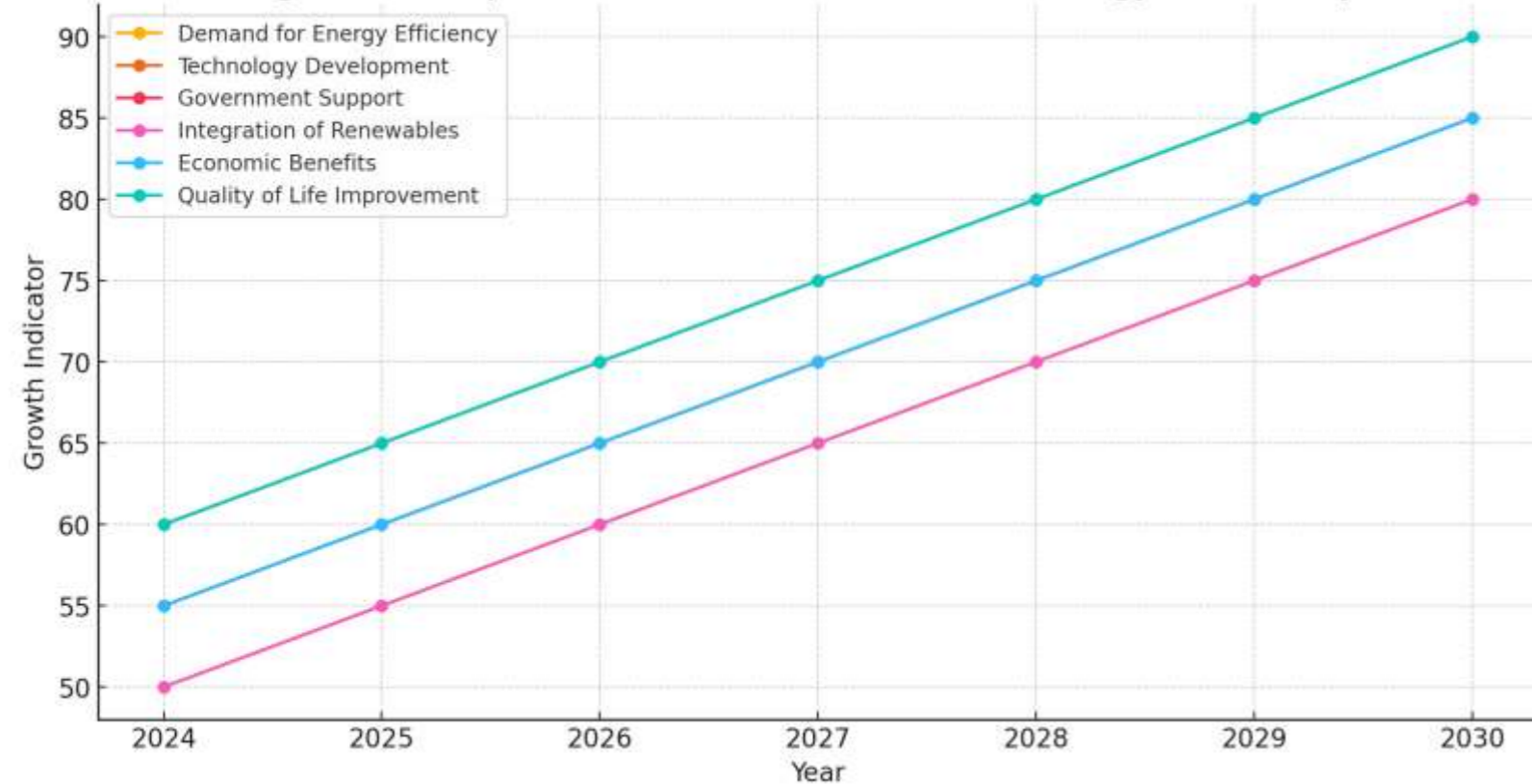
# Майбутнє Розумних Будинків

Майбутнє розумних будинків полягає в поєднанні IoT з **розвиненими технологіями**, що дозволить створити ще більш **інноваційні** та **ефективні системи**.



# Перспективи

Factors Contributing to the Adoption of IoT-based Smart Home Energy-efficient Systems (2024-2030)



Ось графік, що показує зростання різних факторів, які сприяють впровадженню енергоефективних систем розумного будинку на базі IoT до 2030 року.

Графік відображає позитивні тенденції в попиті на енергоефективність, розвиток технологій, державну підтримку, інтеграцію відновлювальних джерел енергії, економічні вигоди та покращення якості життя. Ці фактори підкреслюють перспективність таких систем у найближчому майбутньому.



# Висновок

Створення **системи розумного будинку** з використанням **інтернету речей** є ключовим для забезпечення **ефективності, зручності та безпеки** у сучасному житті.



# АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Основні результати дослідження за темою дипломної роботи "Розробка енергоефективної системи розумного будинку на базі IoT" були апробовані таких конференціях та семінарах:

- Результати дослідження були представлені на Міжнародній конференції "Інтернет речей та розумні будинки" (27-29 березня 2024 року, Київ, Україна), де отримали позитивні відгуки від провідних фахівців галузі.
- Участь у семінарі "Сучасні технології енергоефективності в житлових будинках" (15 квітня 2024 року, Львів, Україна), де були представлені основні аспекти розробки системи та результати тестування.

Дякую за увагу!

