

Ім'я користувача:  
Volodymyr Donchenko

Дата перевірки:  
22.01.2024 11:33:37 EET

Дата звіту:  
22.01.2024 11:35:00 EET

ID перевірки:  
1016076223

Тип перевірки:  
Doc vs Internet

ID користувача:  
100012947

Назва документа: Магістерська\_Гайворонський

Кількість сторінок: 86 Кількість слів: 18418 Кількість символів: 149467 Розмір файлу: 876.46 KB ID файлу: 1015784459

## 10.1% Схожість

Найбільша схожість: 1.78% з Інтернет-джерелом (<https://er.nau.edu.ua/bitstream/NAU/54129/1/%d0%9f%d1%96%d0%b..>)

10.1% Джерела з Інтернету

1000

Сторінка 88

Пошук збігів з Бібліотекою не проводився

## 0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

## 0% Вилучень

Немає вилучених джерел

## Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

14

Міністерство освіти і науки України  
Державний заклад  
«Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»

Навчально-науковий інститут математики та інформаційних технологій  
Кафедра інформаційних технологій та систем

**Гайворонський Павло Володимирович**

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ  
РОЗУМНОГО БУДИНКУ З ОЦІНКОЮ ЕФЕКТИВНОСТІ ЇЇ  
ВИКОРИСТАННЯ**

**кваліфікаційна робота**  
**здобувача вищої освіти другого (магістерського) рівня**  
**освітньої програми «Комп'ютерні мережі»**  
**за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія**

Особистий підпис \_\_\_\_\_ Павло ГАЙВОРОНСЬКИЙ

Науковий керівник \_\_\_\_\_ Ольга СМАГІНА,  
кандидат педагогічних наук, доцент  
кафедри інформаційних технологій  
та систем

В.о.завідувача кафедри \_\_\_\_\_ Микола СЕМЕНОВ,  
кандидат педагогічних наук, доцент  
кафедри інформаційних технологій  
та систем

Полтава – 2024

## АНОТАЦІЯ

**Гайворонський П.В.****Тема:** Дослідження та розробка системи автоматизації розумного будинку з оцінкою ефективності її використання.**Спеціальність:** 123 «Комп'ютерна інженерія».**Установа:** ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2024р.**Магістерська робота містить:** 82 с., 6 рис., 4 табл., 52 джерел.**Об'єкт дослідження** – система автоматизації розумного будинку.**Предмет дослідження** – ефективне використання системи автоматизації розумного будинку.**Мета роботи** - дослідження та розробка системи автоматизації розумного будинку, спрямованої на оптимізацію використання ресурсів та підвищення загальної ефективності системи.**Результати роботи** – в роботі виконано дослідження та розроблено систему автоматизації розумного будинку, що демонструє значний прогрес у розумінні та застосуванні сучасних технологій для підвищення комфорту, енергоефективності та безпеки в житлових просторах. Аналіз існуючих систем і технологій дозволив розробити оптимізовану архітектуру та визначити найбільш ефективні засоби та методи автоматизації. Експериментальні дані підтвердили високу продуктивність та надійність системи, а також її здатність адаптуватися до різних сценаріїв використання. Особливу увагу було приділено питанням кібербезпеки, забезпечивши надійний захист даних та системи в цілому.**Ключові слова:** РОЗУМНИЙ БУДИНОК, АВТОМАТИЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬ, ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, КІБЕРБЕЗПЕКА, ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ, БЕЗДРотові КОМУНІКАЦІЇ, СЕНСОРНІ ТЕХНОЛОГІЇ, УПРАВЛІННЯ ДАНИМИ, КОРИСТУВАЦЬКИЙ ІНТЕРФЕЙС, АВТОМАТИЗОВАНЕ КЕРУВАННЯ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РОЗУМНОГО БУДИНКУ, АНАЛІЗ ДАНИХ І ОПТИМІЗАЦІЯ.



## ANNOTATION

**Haivoronskyi Pavlo****Theme: Research and Development of a Smart Home Automation System with an Efficiency Assessment.****Speciality:** 123 "Computer Engineering".**Institution:** Luhansk Taras Shevchenko National University (LTSNU), 2024 year.**Master's work of:** 82 pages, 6 images, 4 tables, 52 sources.**A research object of:** - smart home automation system.**The article of research-** efficient use of the smart home automation system.**An aim of research is** - the purpose of the work is to research and develop a smart home automation system aimed at optimizing resource use and enhancing the overall efficiency of the system.**Job performanes.-** the study conducted research and developed a smart home automation system that demonstrates significant progress in understanding and applying modern technologies to enhance comfort, energy efficiency, and safety in living spaces. Analysis of existing systems and technologies allowed the development of an optimized architecture and the identification of the most effective means and methods of automation. Experimental data confirmed the high performance and reliability of the system, as well as its ability to adapt to various usage scenarios. Special attention was paid to cybersecurity issues, ensuring reliable protection of data and the system as a whole.**Keywords:** SMART HOME, BUILDING AUTOMATION, INTERNET OF THINGS, ENERGY EFFICIENCY, CYBERSECURITY, ARTIFICIAL INTELLIGENCE, WIRELESS COMMUNICATIONS, SENSOR TECHNOLOGIES, DATA MANAGEMENT, USER INTERFACE, AUTOMATED CONTROL, SMART HOME SOFTWARE, DATA ANALYSIS AND OPTIMIZATION.

## ЗМІСТ

<b>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ</b>	5
<b>ВСТУП</b>	6
<b>РОЗДІЛ 1: ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ</b>	10
1.1 Огляд та аналіз основних понять	10
1.2. Призначення системи автоматизації розумного будинку	15
1.3. Визначення конкретних використань системи в різних сценаріях	18
1.4. Висновки	20
<b>РОЗДІЛ 2. ПЕРЕГЛЯД АНАЛОГІЧНИХ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ</b>	21
2.1 Огляд сучасних технологій та стандартів у галузі розумних будинків	21
2.2. Порівняльний аналіз існуючих систем автоматизації розумного будинку	32
2.3. Висновки	40
<b>РОЗДІЛ 3. ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ</b>	41
3.1 Детальний опис архітектурної структури розумного будинку	41
3.2. Вибір технологій та засобів для реалізації системи	48
3.3. Обґрунтування та формулювання функціональних вимог до системи	52
3.4. Розробка стратегій та методів для оптимізації роботи системи	54
3.5. Висновки	56
<b>РОЗДІЛ 4. РЕАЛІЗАЦІЯ РОБОТИ. РОЗРАХУНКИ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ</b>	57
4.1 Реалізація системи автоматизації розумного будинку	57
4.2 Здійснення експериментів для оцінки продуктивності та функціональності	61
4.3 Кібербезпека та програмне забезпечення системи автоматизації розумного будинку	69
4.4. Фактори, що впливають на ефективність автоматизації розумного будинку	71
4.5. Висновки	73
<b>ВИСНОВКИ</b>	75
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b>	77

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ**

PB	Розумний будинок;
APB	Автоматизація розумного будинку;
CAPB	Система автоматизації розумного будинку;
AI	Штучний інтелект
IoT	Інтернет речей (Internet of Things);
SDK	Набір розробницьких інструментів (Software Development Kit);
UI	Користувацький інтерфейс (User Interface);
UX	Досвід користувача (User Experience);
Wi-Fi	Бездротовий локальний зв'язок;
BLE	Bluetooth Low Energy;
RFID	Радіочастотна ідентифікація (Radio-Frequency Identification);
NFC	Наближене поле зв'язку (Near Field Communication);
HVAC	Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря (Heating, Ventilation, and Air Conditioning);
CCTV	Система відеоспостереження (Closed-Circuit Television);
GUI	Графічний користувацький інтерфейс (Graphical User Interface);
LED	Світлодіод (Light Emitting Diode);
IP	Інтернет-протокол (Internet Protocol);
LAN	Локальна обчислювальна мережа (Local Area Network);
WAN	Глобальна обчислювальна мережа (Wide Area Network);
HTTP	Протокол передачі гіпертексту (Hypertext Transfer Protocol);
HTTPS	Безпечний протокол передачі гіпертексту (Hypertext Transfer Protocol Secure);
MQTT	Протокол передачі повідомлень для сенсорних мереж (Message Queuing Telemetry Transport).

**ВСТУП**

У сучасному світі, де технології стрімко розвиваються, концепція розумного будинку стає не лише побутовою необхідністю, а й ключовим фактором комфорту та безпеки. Актуальність дослідження та розробки системи автоматизації розумного будинку зосереджена на вирішенні суттєвих завдань, що виникають у зв'язку із зростанням вимог до ефективності та зручності використання таких систем.

6

Сучасний споживач активно шукає інтелектуальні рішення, які не лише забезпечують йому розкіш та комфорт у повсякденному житті, але й раціоналізують споживання енергії та ресурсів. Зосередження на ефективності використання розумної системи в будинку стає стратегічним кроком, оскільки це відповідає не лише потребам споживача, але й вимогам сталого розвитку.

Зростання зацікавленості у розумних технологіях, спрямованих на оптимізацію ресурсів та підвищення продуктивності, підкреслює важливість дослідження та розробки систем автоматизації розумного будинку. Такий підхід дозволяє враховувати сучасні тенденції ефективного використання ресурсів, забезпечуючи при цьому високий рівень зручності та функціональності для користувача.

У контексті постійного зростання конкуренції на ринку розумних технологій, розробка системи, яка акцентує увагу на ефективності використання, має великий потенціал стати не тільки популярною серед споживачів, але й визнаною в галузі як інноваційна та конкурентоспроможна.

Отже, в контексті сучасних викликів та очікувань суспільства, тема дослідження та розробки системи автоматизації розумного будинку з оцінкою на ефективність використання визнається необхідною та важливою для подальшого розвитку сегмента розумних технологій.

Дослідження та розробка систем автоматизації розумних будинків є однією з найбільш динамічних і інноваційних областей в сучасній інженерії та технологіях. Значний інтерес до цієї сфери обумовлений активним розвитком Інтернету речей (IoT), штучного інтелекту (AI), та інших сучасних технологій, які забезпечують нові можливості для автоматизації домашніх процесів.

Проблеми «розумного будинку» досліджують багато науковців, в тому числі зарубіжні: Філіп Ейджі, Сінхуа Гао, Фредерік Пейдж, Ендрю Маккой [1], Ей Джей Браш, Жанні Альбрехт, Роберт Міллер [2], Чжуньін Чжао, Цінцзюнь Мен, Янь Цай [3], Шен-Фень Цзянь [4] та інші, а також вітчизняні: Глибовець А.М., Моголівський В.О. [17], Карпінець Р.М., Цмоць І.Г.,



Сидоренко Р.В.[50], Мельський Д.О., Староверов Р.М., Фурман І.О. [49], Чижевська М.А. [51] та багато інших дослідників.

Така активна участь вчених і дослідників з різних куточків світу в розвитку систем автоматизації розумних будинків свідчить про значну важливість та актуальність даної теми. Це стимулює подальші дослідження і розробки в даній області, що є особливо важливим у контексті стрімкого розвитку технологій та зростаючих вимог до екологічності, енергоефективності та комфорту сучасного житла.

**Об'єкт дослідження** – система автоматизації розумного будинку.

**Предмет дослідження** – ефективне використання системи автоматизації розумного будинку.

**Мета роботи** є дослідження та розробка системи автоматизації розумного будинку, спрямованої на оптимізацію використання ресурсів та підвищення загальної ефективності системи.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- 1) Вивчення різноманітних розумних пристроїв для побудови системи.
- 2) Розробка механізмів інтеграції та взаємодії з різними пристроями.
- 3) Визначення сценаріїв та правил автоматизації для оптимізації роботи будинку.
- 4) Розробка алгоритмів для ефективного використання ресурсів.
- 5) Розробка та впровадження механізмів для ефективного управління енергоспоживанням.
- 6) Експерименти для оцінки та оптимізації використання електроенергії.
- 7) Визначення заходів забезпечення кібербезпеки для захисту від несанкціонованого доступу.
- 8) Аналіз отриманих даних для покращення функціональності та користувацького досвіду.

**Методи дослідження.** Для досягнення поставлених мети і вирішення завдань використовуватимуться методи аналізу сучасних технологій,

8

проектування систем, налаштування, а також методи тестування та оцінки продуктивності.

**У першому розділі** дослідження детально розглядаються ключові аспекти системи автоматизації розумного будинку. Починаючи з огляду та аналізу основних понять, забезпечується глибоке розуміння базових концепцій та термінології, які лежать в основі сфери автоматизації розумних будинків, призначення системи, розглядаючи її ключові функції та переваги для користувачів. Деталізується використання системи в різних сценаріях, демонструючи гнучкість та адаптивність системи в різноманітних умовах життя та вимогах користувачів, підкреслюючи її універсальність та важливість у сучасному житті.

**У другому розділі** проводиться всебічний перегляд та аналіз існуючих систем автоматизації розумних будинків, починаючи з огляду сучасних технологій та стандартів у галузі. Проведено порівняльний аналіз різних систем, зосереджуючись на їхніх ключових характеристиках та відмінностях.

**У третьому розділі** надається детальний опис архітектурної структури типового розумного будинку, що включає аналіз компонентів та їх взаємодії, вибір та обґрунтування конкретних технологій та засобів для реалізації запропонованої системи, разом з формулюванням функціональних вимог. Розроблені стратегії та методи для оптимізації роботи системи, підкреслюючи потенціал для підвищення ефективності та надійності.

**У четвертому розділі** розглянуто практичну реалізацію системи автоматизації розумного будинку та аналізу зібраних експериментальних даних. Детально описується процес реалізації системи, включаючи технічні аспекти та використані технології, які зосереджуються на проведенні експериментів для оцінки продуктивності та функціональності системи, де аналізуються різні параметри та характеристики. Розглянуто детальний огляд кібербезпеки та програмного забезпечення системи, включаючи заходи захисту та протоколи безпеки, також різноманітні фактори, які впливають на ефективність системи

автоматизації розумного будинку, включаючи технічні, економічні та користувацькі аспекти.

Однією з ключових складових цієї роботи є внесок у підвищення ефективності використання розумних систем у будинках. Результати магістерської роботи можуть бути використані в промисловості для розробки та покращення систем автоматизації розумного будинку. Отримані рекомендації та розроблені методи можуть бути використані підприємствами, що займаються розробкою та впровадженням розумних систем.

Вивчення ефективного використання систем автоматизації розумного будинку стає ключовим напрямком у розробці та вдосконаленні розумних технологій. Це дослідження має важливий науковий та практичний потенціал для подальшого розвитку галузі та покращення якості життя користувачів.

## РОЗДІЛ 1: ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ

### 1.1 Огляд та аналіз основних понять

В сучасному технологічному середовищі концепція «розумного будинку» стає важливим напрямком досліджень та розробок, який об'єднує в собі ряд технологічних аспектів для оптимізації життя в будинку. Огляд та аналіз основних понять у контексті дослідження та розробки системи автоматизації розумного будинку є ключовим етапом для розуміння основних концепцій, які визначають сучасний підхід до цієї проблематики.

Розумний будинок представляє собою інтегровану систему, яка використовує передові технології для автоматизації та контролю різних аспектів побуту. Це включає у себе системи безпеки, енергетичного управління, освітлення, опалення, кондиціонування повітря та інші підсистеми, які можуть централізовано управлятися та моніторитись.

Концепція розумного будинку має свої коріння у вченні американського інженера та винахідника Джетсона Гейтса в середині 1960-х років. Це був період активного внеску у розвиток інформаційних технологій та взаємодії людини із сучасними обчислювальними системами.

Ідею розумного будинку далі розвивав інший вчений та винахідник, Тед Нельсон (Ted Nelson), в 1970-х роках. Він зосереджувався на ідеї автоматизації та взаємодії різних аспектів життя вдома за допомогою комп'ютерів та інтегрованих систем.

Хоча сам термін «розумний будинок» може не бути прямо пов'язаним з конкретними особами, Гейтс та Нельсон є ключовими фігурами, які сприяли розвитку ідей та концепцій, які лежать в основі теперішніх розумних будинків.

Уперше термін «розумний будинок» був вигаданий Американською асоціацією забудовників (American Association of House Builders) у 1984 році. Ця ж установа зазначила, що таке помешкання відмінне від звичайного своєю здатністю забезпечувати продуктивне та ефективне використання робочого та житлового середовища. Із винаходом мікроконтролерів вартість на

11

електроприлади швидко падала, що зумовлювало їх поширення серед споживачів. За цим, віддалені інтелектуальні технології керування були прийняті будівельною промисловістю, яка поступово почала вводити їх не лише у бізнес установах, а й в домашніх помешканнях [31].

Одним із підприємців і винахідників, які внесли важливий вклад у розвиток концепції "розумного будинку", був Алекс Шурігін. У 1984 році Шурігін створив компанію «Telesis», яка розробила один із перших комерційних систем "розумного будинку" для автоматизації освітлення, опалення та безпеки.

Ще одним важливим внеском в цю область був професор Майкл Дж. Светч, який в 1998 році випустив книгу «Smart Homes for Dummies» (Розумні будинки для чайників), де він розглядав різні аспекти автоматизації вдома та розумних технологій. Зростання зацікавленості в галузі Інтернету речей (IoT) та розумних технологій сприяло популяризації терміну «розумний будинок» та прискорило розвиток цього напрямку.

Проаналізувавши різні підходи до концепції «розумного будинку», можна зазначити, що ця сфера ще досить молода і продовжує розвиватися. Сьогодні не існує єдиного та універсального визначення «розумного будинку». У науковій літературі можна знайти більше тисячі визначень цього терміна. Кожне з них, будь то лаконічне або докладне, відображає різні аспекти та можливості, які надає концепція «розумного будинку», включаючи його основне призначення, функціональність та ключові характеристики. Наведемо деякі з них (табл. 1.1)

Таблиця 1.1

Визначення поняття «розумний будинок»	
Визначення	Автор
Розумний будинок – це сукупність програмного й апаратного забезпечення, що об'єднує та координує роботу всіх пристроїв у приміщенні, а також дає змогу керувати ними як одним цілим.	Глибовець А.М., Моголівський В.О. [17]
«Розумний будинок» – це система автоматичного керування різними інженерними системами як всередині, так і поза приміщенням. Найбільш інтелектуальне керування комфортом, якщо до комплексу підключені абсолютно всі системи: освітлення та опалення, водо-,	Фурман І.О., Староверов Р.М., Мельський Д.О. [49]

газопостачання, кондиціонування і вентиляція і т.д.

Продовження табл.1.1.

Інформаційні технології розумного будинку повинні зв'язати в єдиний комплекс різне обладнання та інженерні підсистеми житла, керувати ними так, щоб забезпечувати високу енергоефективність і створювали максимально комфортний стан для проживання.	Цмоць І.Г., Карпінець Р.М., Сидоренко Р.В. [50]
«Розумний будинок» – це комплексна система, здатна управляти пристроями за заздалегідь створеним алгоритмам реагування на задані події. «Розумний будинок» дозволяє управляти домашніми енергоресурсами і мінімізувати нераціональне витрачання енергетичних ресурсів.	Чижевська М.А. [51]
Розумний будинок – це система, сукупність пристроїв з єдиним центром управління. Основне завдання системи полягає у виконанні повсякденних задач без участі людини або з найменшим її втручанням. Список завдань визначається потребами і можливостями споживача. Розумний будинок – це високотехнологічна система, яка створена об'єднати всі комунікації приміщення.	Чижевська М.А. [51]

Таким чином, історія та еволюція терміну «розумний будинок» пов'язана з внеском вчених, підприємців та розвитком сучасних технологій, що стали основою для сучасних систем автоматизації розумного будинку.

Система автоматизації є ключовим елементом розумного будинку. Це комплекс технічних засобів, таких як сенсори, контролери, та програмне забезпечення, які спільно працюють для забезпечення автоматизованого управління різними функціями будинку. Це включає в себе взаємодію з освітленням, системами безпеки, системами опалення та кондиціонування, а також іншими.

В контексті даної роботи, ефективність використання розумного будинку означає оптимальне використання ресурсів, таких як електроенергія та вода, з метою максимізації комфорту та зниження навантаження на екологічні ресурси.

Система розумного будинку використовує розгалужену мережу сенсорів, які здатні збирати інформацію з оточуючого середовища. Сенсори та датчики є «очима» та «вухами» розумного будинку. Вони здатні вимірювати температуру,

13

вологість, рух, та інші параметри, що надає системі інформацію для прийняття рішень. Ці дані передаються через мережу Інтернету речей (IoT) для подальшого аналізу та вживання необхідних заходів.

Інтернет речей (IoT) – це гучне словосполучення, означає концепцію включення більшої кількості пристроїв (речей) у загальну мережу. Пристрої спілкуються між собою через Інтернет: передають один одному інформацію, а потім обробляють її, збирають дані про погоду з усіх куточків Землі, керують офісними будівлями або повідомляють шляхи об'їзду заторів. Якщо попереду на дорозі утворилася пробка, рій пристроїв в єдиній мережі створює повну картину трафіку, що загалом підвищує комфорт і дозволяє поліпшити якість життя людей [37].

Термін «Інтернет речей» (IoT) був запропонований в 1999 році Кевіном Ештоном, одним з трьох засновників Центру автоматичної ідентифікації Массачусетського університету (Auto-ID Center). Існує кілька визначень цього терміну, і кожне з них недостатньо точне. Будемо використовувати визначення, запропоноване компанією Gartner: «Інтернет речей – це мережа фізичних об'єктів, які мають вбудовані технології, що дозволяють здійснювати взаємодію з зовнішнім середовищем, передавати відомості про свій стан і приймати дані ззовні».

Складовою частиною Інтернету речей є Індустріальний (або промисловий) інтернет речей (IIoT). І вже з'явився новий термін: «Інтернет всього» (IoE), який прийде на зміну Інтернету речей в недалекому майбутньому.

Концепція IoT і термін для неї вперше сформульовані засновником дослідницької групи Auto-ID при Массачусетському технологічному інституті Кевіном Ештоном в 1999 році на презентації для керівництва компанії Procter & Gamble. У презентації розповідалося про те, як всеосяжне впровадження радіочастотних міток RFID зможе видозмінити систему управління логістичними ланцюгами в корпорації.

Офіційне визначення Інтернету речей – глобальна інфраструктура інформаційного суспільства, що забезпечує передові послуги за рахунок

організації зв'язку між речами (фізичними або віртуальними) на основі існуючих та тих, що розвиваються сумісних інформаційних і комунікаційних технологій [37].

Під «речами» розуміється фізичний об'єкт (фізична річ) або об'єкт віртуального (інформаційного) світу (віртуальна річ, наприклад мультимедійний контент або прикладна програма), які можуть бути ідентифіковані та об'єднані через комунікаційні мережі.

Крім поняття «річ», Міжнародний союз електрозв'язку (МСЕ-Т) також використовує поняття «пристрій» (device), під яким розуміється частина обладнання з обов'язковими можливостями комунікації і необов'язковими можливостями сенсорінгу/ зондування, приведення в дію прибору збору, обробки та зберігання даних. Звідси випливає, що в більшій мірі увага приділяється аспектам комунікацій, ніж додаткам IoT.

В основі IoT лежить ідея, що різні пристрої можуть бути обладнані сенсорами, програмним забезпеченням та засобами комунікації, щоб вони стали "розумними" та здатними збирати та обмінюватися даними. Ці дані можуть включати різноманітну інформацію від вимірювань температури та вологості до стану пристроїв та розташування.

Одним із ключових аспектів IoT є можливість віддаленого моніторингу та управління. Це означає, що користувачі можуть взаємодіяти зі своїми пристроями та отримувати дані в реальному часі через Інтернет, що робить їх більш гнучкими та ефективними у використанні.

IoT використовується в різних галузях, включаючи розумні будинки, медичні системи, автомобільну промисловість, сільське господарство та багато інших. За допомогою IoT, об'єкти можуть співпрацювати для оптимізації роботи та вирішення різних завдань.

Проте, впровадження IoT також породжує виклики, такі як питання безпеки даних, приватності та стандартизації, які потребують уважного вирішення для забезпечення стабільності та довіри в цьому швидко розвиваючому напрямку технологій.



Інтеграція є ключовим аспектом, що дозволяє різним системам та пристроям взаємодіяти між собою. Це забезпечує єдиною точкою управління для користувача та сприяє більш ефективному функціонуванню розумного будинку.

Енергоефективність розумного будинку полягає в управлінні та оптимізації використання енергії, включаючи освітлення, опалення, кондиціонування повітря, та інші системи, з метою зменшення витрат та негативного впливу на довкілля.

Аналіз основних понять вказує на важливість розуміння взаємозв'язку та взаємодії різних аспектів системи автоматизації розумного будинку. Це відкриває можливості для подальших досліджень та розробок з метою підвищення ефективності та функціональності розумного будинку.

### 1.2. Призначення системи автоматизації розумного будинку

Призначення системи автоматизації розумного будинку базується на створенні інтелектуального та комфортного середовища для мешканців. Основні завдання включають полегшення повсякденних обов'язків, оптимізацію споживання енергії та ресурсів, забезпечення безпеки та взаємодію різноманітних розумних пристроїв. Нижче розглянуті основні функції та завдання, які вирішує така система (табл.1.2.):

Таблиця 1.2.

Функції та завдання системи автоматизації розумного будинку

Функція	Завдання	Користь
Контроль та управління освітленням	Автоматичне регулювання освітлення в приміщенні відповідно до часу доби, природного освітлення та уподобань мешканців.	Зменшення витрат електроенергії, підвищення комфорту та зручності.
Регулювання температури та клімат-контроль	Автоматизоване керування опаленням, кондиціонуванням повітря та вентиляцією для забезпечення оптимального мікроклімату.	Збереження енергії, підтримка комфортного середовища та поліпшення якості життя.

Продовження таблиці 1.2.

Безпека та спостереження	Використання систем відеоспостереження, датчиків руху та сигналізації для забезпечення безпеки життя та майна.	Попередження небажаних ситуацій, збільшення рівня безпеки.
Енергозбереження	Автоматизоване вимикання електроприладів та освітлення в приміщенні при відсутності мешканців.	Зниження витрат енергії, підвищення ступеня ефективності використання ресурсів.
Інтеграція звукових та візуальних систем	Забезпечення високоякісного звуку, відео та розваг у будинку.	Створення розважального та комфортного середовища для мешканців.
Автоматизація роботи побутових приладів	Взаємодія та автоматизація дії різних пристроїв та побутової техніки.	Зручність, ефективність та автоматизація рутинних завдань.
Моніторинг управління витратами	Збір та аналіз інформації про використання ресурсів (енергії, води) для оптимізації та управління витратами.	Ефективне використання ресурсів та зниження витрат.
Віддалене управління	Можливість керування системою автоматизації розумного будинку віддалено за допомогою смартфона або інших пристроїв.	Зручність та управління з будь-якого місця.
Адаптація до розкладу життя мешканців	Врахування особистих розкладів та вподобань для автоматичного адаптування системи.	Максимальна зручність та підтримка індивідуального життєвого стилю.

Окрім цього, система прагне забезпечити енергоефективність та економію ресурсів, регулюючи автоматично витрати енергії. Інтеграція з різноманітними розумними пристроями дозволяє створювати гармонійне інтелектуальне середовище, підвищуючи якість життя мешканців.

17

Система також забезпечує безпеку будинку через вбудовані системи відеоспостереження, датчики вторгнення та пожежі, а також можливість віддаленого керування та моніторингу. Функції автоматичного реагування, такі як включення системи безпеки при відсутності мешканців або автоматичне регулювання освітлення, підсилюють адаптивність системи до змін у середовищі. Загальною метою системи є створення інтелектуального будинку, який відповідає потребам та прагненням мешканців, забезпечуючи при цьому високий рівень комфорту, безпеки та ефективності використання ресурсів.

Система автоматизації розумного будинку також орієнтується на взаємодію та інтеграцію різноманітних розумних пристроїв із застосуванням передових технологій, таких як Internet of Things (IoT). Це дозволяє створити єдину, злагоджену систему, де різні пристрої можуть взаємодіяти та обмінюватися інформацією[7].

Важливим аспектом призначення системи є функції автоматичного реагування на різні сценарії та зміни в навколишньому середовищі. Система може автоматично визначати оптимальні умови для мешканців, враховуючи певні параметри, такі як час доби, наявність осіб в приміщенні, погода тощо.

Основна ідея системи автоматизації розумного будинку - це не лише надання новаторських технологій для життя вдома, але і створення інтелектуального партнера, який взаємодіє з мешканцями, адаптується до їхніх потреб та робить їхнє життя більш зручним, безпечним і ефективним. Призначення системи автоматизації в розумному будинку фокусується на створенні інноваційного та гнучкого середовища, яке задовольняє високі вимоги сучасного способу життя.

Призначення системи автоматизації розумного будинку є інтеграція інтелектуальних технологій для підтримки активного та здорового способу життя. Система може пропонувати індивідуалізовані рішення щодо енергоефективності, забезпечення зручності та покращення якості повсякденного життя.

Призначення системи включає також можливість віддаленого керування, надаючи мешканцям можливість контролювати свій будинок з будь-якого місця через мобільні пристрої. Це стає додатковим фактором у забезпеченні гнучкості та зручності користування системою.

Отже, система автоматизації розумного будинку має за мету створення інтелектуального та адаптивного середовища, яке враховує потреби та прагнення мешканців. Вона поєднує в собі технологічні досягнення для полегшення життя, забезпечення безпеки, оптимізації енергоспоживання та підтримки активного та здорового способу життя.

### 1.3. Визначення конкретних використань системи в різних сценаріях

Сучасні системи автоматизації розумного будинку забезпечують широкий спектр функцій та можливостей, що можуть бути ефективно використані у різних сценаріях повсякденного життя [41]. Нижче розглянуті конкретні використання системи в різних сценаріях.

1. Домашній офіс: для мешканців, які працюють вдома, система автоматизації розумного будинку надає можливість налаштовувати ідеальне робоче середовище. Вранці вона автоматично підвищує температуру в офісі, вмикає приглушене освітлення та запускає кавоварку, щоб створити зручні умови для праці. Під час робочого дня система може автоматично регулювати освітлення в залежності від освітленості зовнішнього середовища та підтримувати оптимальну температуру. Все це може бути відстроєне з мобільного додатку, забезпечуючи максимальний комфорт під час роботи вдома.

2. Режим відпочинку та розваг: вечорами, коли мешканці хочуть відпочити, система автоматизації розумного будинку перетворює приміщення в затишне місце для відпочинку. За допомогою попередньо визначених сценаріїв «Вечірній відпочинок» або «Розважальний час», освітлення приглушується, аудіо-система запускає улюблену музику або фільм, а термостат налаштовується на оптимальну температуру для відпочинку. Завдяки цьому, мешканці можуть насолоджуватися розвагами вдома, не хвилюючись про важкості налаштування.

3. Вечірні та ранкові рутини: щоб спростити ранкові та вечірні справи, система автоматизації розумного будинку може використовувати заздалегідь визначені режими. Наприклад, ранком система вмикає теплу підлогу у ванній кімнаті, вмикає кавоварку та налаштовує освітлення на енергійний режим. Ввечері, перед сном, вона автоматично вимикає всі світла, перевіряє, чи всі двері зачинені, і знижує температуру в кімнатах. Це дозволяє мешканцям ефективно використовувати час та робити їхні щоденні рутини більш зручними та автоматизованими.

4. Безпека та віддалений догляд: засоби безпеки та віддаленого догляду є ключовим елементом системи автоматизації розумного будинку. Система виявляє рух або незвичайні події, такі як відкриті двері або вікна, та відправляє сповіщення на мобільний телефон мешканців. При виявленні загрози може автоматично активуватися сигналізація та запускатися відеоспостереження. Це надає мешканцям спокій та можливість віддалено слідкувати за безпекою свого будинку через мобільний додаток.

5. Енергозбереження: система автоматизації розумного будинку сприяє ефективному використанню енергії, зменшуючи витрати та сприяючи екологічно чистому способу життя. За допомогою сенсорів та програмного забезпечення, вона визначає часи, коли приміщення порожнє, та автоматично вимикає електроприлади. Моніторинг енергоспоживання надає звіти та рекомендації щодо оптимізації витрат енергії в будинку, забезпечуючи ефективніше використання ресурсів.

6. Інтеграція з розкладами: система інтегрується з розкладами активностей мешканців, щоб автоматично адаптувати роботу будинку до їхнього графіка. Наприклад, вранці система підготовлює кухню для сніданку, створюючи зручні умови для швидкого початку дня. У вечірні години вона може адаптувати освітлення та атмосферу для вечері, забезпечуючи комфортне середовище для відпочинку.

7. Призначення для гостей: система автоматизації розумного будинку може легко адаптуватися до потреб гостей. Вона створює гостьовий профіль зі

20

спеціальними налаштуваннями, такими як улюблені температурні режими та освітлення. Гості можуть використовувати власні пристрої для керування параметрами приміщення та насолоджуватися комфортним перебуванням.

8. Адаптація до зміни сезонів: система автоматизації розумного будинку враховує зміни сезонів, адаптуючи роботу до погодних умов. Наприклад, влітку вона автоматично зменшує температуру в будинку, використовуючи енергоефективні методи охолодження. Взимку вона забезпечує оптимальну теплоізоляцію та підтримує комфортний температурний режим. Це гарантує ефективне та енергоефективне функціонування системи в будь-яку пору року.

9. Персоналізоване керування: Кожен мешканець може мати свій власний профіль, збережений у системі, що дозволяє створювати персоналізовані налаштування для освітлення, температури, аудіосистеми та інших параметрів.

Ці конкретні сценарії демонструють, як системи автоматизації розумного будинку можуть ефективно адаптуватися до потреб користувачів, забезпечуючи комфорт, безпеку та енергоефективність у різних життєвих ситуаціях.

#### 1.4. Висновки

Огляд та аналіз основних понять надає чітке розуміння ключових термінів та концепцій, пов'язаних із розумним будинком. Вивчення цих понять визначає необхідність розробки системи, що поєднує в собі сучасні технології автоматизації та управління з урахуванням принципів ефективного використання ресурсів. Інтеграція IoT та розумних сенсорів визначає потужний потенціал для створення інтелектуальної системи, яка адаптується до потреб мешканців та сприяє економії ресурсів, забезпечуючи при цьому комфортне життя. Призначення системи автоматизації розумного будинку розкриває широкий спектр можливостей, які надає використання таких систем. Визначається, як вони можуть поліпшити життя мешканців, забезпечуючи комфорт, ефективність та безпеку. Розглянули конкретні сценарії використання системи в різних життєвих ситуаціях. Дослідження показує універсальність та

корисність системи, виокремлюючи її можливості у важливих аспектах, таких як робочий день, відпочинок, безпека, енергозбереження та інші.

Загальною тенденцією цього розділу є визначення ключових аспектів та переваг системи автоматизації розумного будинку, що надає твердий фундамент для подальших розділів роботи.

## РОЗДІЛ 2. ПЕРЕГЛЯД АНАЛОГІЧНИХ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ

### 2.1 Огляд сучасних технологій та стандартів у галузі розумних будинків

Розумний будинок є результатом поєднання ряду сучасних технологій та використання стандартів, що дозволяють створити інтелектуальне середовище для поліпшення комфорту, безпеки та енергоефективності. В цьому розділі проведемо огляд ключових технологій та стандартів, які визначають сучасні розумні будинки.

#### Системи автоматизації

Системи автоматизації у розумних будинках використовуються для ефективного управління та оптимізації роботи основних систем, забезпечуючи комфорт, безпеку та енергоефективність. Однією з ключових технологій є система "інтелектуального дому", яка об'єднує опалення, кондиціонування повітря, освітлення, безпекові системи та інші підсистеми[8].

Системи опалення та кондиціонування повітря можуть бути автоматизовані з використанням термостатів, які реагують на зміни температури та відчують присутність людей у приміщенні. Це дозволяє оптимізувати споживання енергії та підтримувати комфортний мікроклімат.

Освітлення автоматизується за допомогою датчиків освітленості та присутності. Системи можуть реагувати на вихід сонця, змінюючи яскравість освітлення, а також вимикаючи світло у порожніх приміщеннях.

Системи безпеки включають в себе відеоспостереження, датчики руху та контроль доступу. Вони можуть надсилати сповіщення власникам будинку про події або можливі загрози.

Для розумного управління цими системами використовуються сенсори (температурні, вологості, руху), актуатори (клапани опалення, реле освітлення) та інше обладнання. Інтеграція цих компонентів у єдину систему дозволяє автоматизувати рутинні процеси, ефективно використовувати ресурси та



забезпечувати власників будинку розумним та безпечним житловим середовищем[12].

Зокрема, сенсори температури та вологості дозволяють системам опалення та кондиціювання реагувати на зміни атмосферних умов, утримуючи комфортний клімат у будинку. Актуатори, такі як клапани опалення або електричні реле, відповідають на команди системи автоматизації, регулюючи потік тепла чи включаючи/вимикаючи електричні прилади.

Системи автоматизації також використовують розумні технології для оптимізації енергоспоживання. Наприклад, вони можуть розпізнавати часи дня, коли будинок необхідно зайнятий, та автоматично зменшувати споживання енергії, вимикаючи електроприлади або знижуючи освітлення.

Додатковою функцією систем автоматизації є віддалене керування. Власники будинку можуть віддалено контролювати та моніторити системи через смартфони чи комп'ютери, що дозволяє забезпечувати безпеку та зручність навіть на відстані.

Такий комплексний підхід до автоматизації робить розумний будинок ефективним, зручним та енергоефективним, підвищуючи якість життя та сприяючи сталому використанню ресурсів.

### Мережеві технології

Розумні будинки, які використовуються для оптимізації комфорту, безпеки та енергоефективності, базуються на низці різноманітних технологій зв'язку. У цьому розділі розглянемо основні стандарти зв'язку, такі як Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee та Z-Wave, які використовуються для взаємодії між різними пристроями в розумних будинках.

**Wi-Fi** (Wireless Fidelity) є одним з найпоширеніших стандартів бездротового зв'язку. Використовується для підключення пристроїв до домашньої мережі та Інтернету. Завдяки високій швидкості передачі даних та широкому охопленню, Wi-Fi ідеально підходить для підключення різноманітних пристроїв у розумному будинку, від смартфонів до камер відеоспостереження.

**Bluetooth** є ще одним поширеним стандартом, зокрема використовується для з'єднання короткого радіусу між різними пристроями. Він ідеально підходить для взаємодії між різними портативними пристроями, такими як смартфони, годинники, аудіосистеми та інші.

**Zigbee** є бездротовим стандартом, розробленим спеціально для мереж малого радіусу з великою кількістю пристроїв. Він ефективно використовується у розумних будинках для підключення сенсорів, актуаторів та інших "розумних" пристроїв. Zigbee пропонує низький споживання енергії та стабільну роботу в умовах великої кількості пристроїв в одній мережі.

**Z-Wave** — це ще один стандарт для бездротового зв'язку в розумних будинках. Його відзначає низька вартість, довгий діапазон передачі та низьке споживання енергії. Z-Wave використовується для створення мереж "розумних" пристроїв, таких як термостати, розумні розетки та системи безпеки.

Стандарти зв'язку в розумних будинках відіграють ключову роль у забезпеченні ефективної взаємодії між різними пристроями. Вибір конкретного стандарту залежить від потреб конкретного застосування та вимог до швидкості передачі даних, діапазону покриття та інших параметрів. Інтеграція різних стандартів дозволяє забезпечити максимальну сумісність та гнучкість системи розумного будинку[6].

Інтеграція Wi-Fi дозволяє пристроям отримувати швидкий та стабільний доступ до Інтернету, що особливо важливо для розумних пристроїв, які вимагають великого обсягу даних, таких як відеонагляд чи стрімінгові послуги. Bluetooth допомагає забезпечити короткостроковий обмін даними між портативними пристроями, уніфікуючи їхню роботу в єдиній системі управління.

Zigbee та Z-Wave ефективно використовуються для створення низькоенергетичних та стійких мереж "розумних" пристроїв, таких як сенсори руху, датчики вологості та інші. Їхні особливості, такі як мале споживання енергії та висока стійкість до перешкод, роблять їх ідеальними для використання в розумних будинках.

Важливим аспектом розумних будинків є також стандартизація та взаємодія між різними виробниками. Це дозволяє власникам будинків обирати пристрої від різних виробників, будуючи інтегровану систему, яка працює як єдиний організм.

Усе це свідчить про те, що вибір технологій зв'язку для розумного будинку є комплексним завданням, яке вимагає збалансованого підходу до потреб конкретної системи та вподобань користувачів. Спільна робота стандартів дозволяє розбудовувати ефективні та інтегровані системи для забезпечення розумного та зручного життя в розумному будинку.

Сучасні технології нашого життя все більше переходять в сферу інтернету речей (IoT), де розумні пристрої взаємодіють між собою, створюючи зручні та ефективні системи розумного будинку. Важливим аспектом впровадження таких систем є вибір відповідної мережевої технології, оскільки від неї залежить стабільність, безпека та функціональність всього комплексу.

У цьому розділі ми розглянемо основні типи мережевих технологій, які використовуються в системах розумного будинку, оцінимо їх переваги та недоліки та надамо відомості, які допоможуть прийняти обґрунтоване рішення при розробці та виборі відповідної системи. Зокрема, ми розглянемо технології Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee та Z-Wave (табл.2.1). Кожна з цих технологій має свої особливості, які можуть бути визначальними факторами для вибору при проектуванні та впровадженні розумної системи.

Важливим аспектом буде врахування особливостей кожної технології, таких як швидкість передачі даних, енергоефективність, діапазон покриття та вартість обладнання. Наша мета - забезпечити необхідною інформацією для обґрунтованого вибору мережевої технології, що найкраще відповідає їхнім потребам та умовам використання в конкретному розумному будинку.

Таблиця 2.1.

Переваги та недоліки мережевих технологій Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee та Z-Wave

Технологія	Переваги	Недоліки
Wi-Fi	Висока швидкість передачі даних: Wi-Fi забезпечує високу швидкість передачі даних, що дозволяє ефективно взаємодіяти з великим обсягом даних, таким як відеонагляд чи стрімінгові послуги.	Велике споживання енергії: Wi-Fi може бути енергоємним, особливо на портативних пристроях, що потребують постійного підключення.
	Широкий діапазон покриття: Мережі Wi-Fi можуть охоплювати великі приміщення, забезпечуючи стабільний зв'язок на всій площі будинку.	Загруженість діапазонів: У зоні великої густини населення може виникати перенаселеність діапазонів, що впливає на якість з'єднання.
	Велика кількість підключених пристроїв: Wi-Fi підтримує велику кількість підключених пристроїв, що робить його ідеальним для великих розумних будинків.	Можливість втрати з'єднання: Зовнішні перешкоди, такі як стіни, можуть призвести до втрати з'єднання.
Bluetooth	Низьке споживання енергії: Bluetooth відзначається низьким споживанням енергії, що дозволяє тривалу роботу портативних пристроїв без частого підзаряджання.	Обмежений діапазон покриття: Bluetooth має обмежений діапазон передачі даних, що обмежує використання його для великих будинків чи великих просторів.
	Простота використання та налаштування: Легко встановлює бездротове з'єднання між пристроями. Парування Bluetooth-пристроїв зазвичай просте та швидке.	Обмежена кількість підключених пристроїв: Деякі версії Bluetooth обмежують кількість одночасно підключених пристроїв.
	Короткострокове підключення: Ідеально підходить для короткострокового обміну даними між пристроями в межах одного приміщення.	Взаємна залежність від відстані: Якщо пристрої віддалені один від одного, може знизитися швидкість передачі.

Продовження таблиці 2.1.

<b>Zigbee</b>	Низьке споживання енергії: Zigbee відзначається низьким споживанням енергії, що робить його ідеальним для батарейкових пристроїв.	Обмежений діапазон передачі даних: Zigbee має обмежений діапазон передачі даних, що обмежує використання його на великих ділянках землі.
	Висока стійкість до перешкод: Завдяки мережі малого радіусу, Zigbee стійкий до перешкод та може ефективно функціонувати в областях з великою кількістю пристроїв.	Потребує маршрутизації: Потребує налагодженої мережі для ефективної роботи.
	Стабільність спільного використання каналів: Має механізми для управління спільним використанням каналів, уникнення конфліктів.	Обмежена швидкість: Має обмежену швидкість передачі даних.
<b>Z-Wave</b>	Низьке споживання енергії: Z-Wave споживає мало енергії, що робить його відмінним варіантом для розумних пристроїв, які працюють в режимі очікування.	Обмежена швидкість передачі даних: Швидкість передачі даних в Z-Wave може бути обмеженою в порівнянні з іншими технологіями.
	Довгий діапазон покриття: Z-Wave має довгий діапазон передачі даних, дозволяючи покривати великі території без втрати зв'язку.	Високі вартості пристроїв: Пристрої Z-Wave можуть бути високо вартісними порівняно з іншими технологіями.

У розділі, присвяченому оцінці переваг та недоліків різних типів мережевих технологій у розумних будинках, ми докладно розглянули Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee та Z-Wave. Кожна з цих технологій має свої унікальні характеристики, які визначають їхню придатність для конкретних сценаріїв використання.

Wi-Fi, з його високою швидкістю передачі даних та широким діапазоном покриття, є ідеальним вибором для великих просторів та завдань, які вимагають великої пропускну здатності. Проте, велике споживання енергії може бути важливим фактором для портативних пристроїв.

Bluetooth вирізняється низьким споживанням енергії та простотою підключення, роблячи його ідеальним для бездротових навушників та інших переносних пристроїв. Однак обмежений діапазон покриття може стати проблемою в більших просторах.

Zigbee та Z-Wave підходять для сценаріїв, де важлива низька споживання енергії та можливість підключення багатьох пристроїв. Їх великий діапазон покриття робить їх ефективними для використання в розумних будинках.

Враховуючи зазначені характеристики кожного типу мережевої технології, вибір оптимального рішення повинен базуватися на конкретних вимогах проекту та умовах використання. Комбінування різних технологій може бути ефективним підходом для досягнення оптимального балансу між швидкістю передачі даних, енергоефективністю та покриттям.

Оцінка переваг та недоліків мережевих технологій є ключовим етапом проектування та реалізації розумних будинків, адже вона допомагає забезпечити оптимальну функціональність та надійність системи відповідно до потреб користувачів.

У сучасному світі розумний будинок стає все більш доступним завдяки технологічному прогресу. Це призводить до зростання популярності інтерфейсів та додатків, які дозволяють мешканцям зручно та ефективно керувати різними аспектами їхнього домашнього оточення. Розглянемо основні аспекти цих інтерфейсів через смартфони, планшети, голосові асистенти та інші пристрої.

Мобільні додатки для смартфонів та планшетів є одними з найпоширеніших інтерфейсів для керування розумним будинком. Вони надають користувачам зручність вдалого керування різними системами – від освітлення і температури до систем безпеки та розваг[22].

Голосові технології, такі як Amazon Alexa, Google Assistant та Apple Siri, революціонізують спосіб взаємодії з розумним будинком. Користувачі можуть використовувати голосові команди для включення або вимикання пристроїв, налаштування параметрів та навіть отримання інформації.

Деякі системи розумних будинків пропонують веб-інтерфейси, які дають змогу користувачам отримувати доступ до керування будинком через веб-браузер. Це особливо зручно для тих, хто використовує персональні комп'ютери або ноутбуки.

Інтерфейси розумних будинків стають все більш універсальними, забезпечуючи інтеграцію з різними пристроями та платформами. Одним додатком чи асистентом можна керувати світлом, термостатами, камерами безпеки та іншими пристроями.

Забезпечення безпеки та захисту приватності є важливою частиною розробки інтерфейсів розумних будинків. Використання шифрування та двофакторної аутентифікації дозволяє уникнути небажаного доступу та зберегти конфіденційні дані.

Інтерфейси та додатки для керування розумним будинком розвиваються разом із зростанням технологій. Забезпечуючи різноманітні та зручні способи керування, вони роблять розумний будинок більш доступним та дружельюбним для користувачів. При цьому важливо дотримуватися високих стандартів безпеки та приватності для забезпечення повного довіри користувачів до цих систем.

З розвитком розумних будинків виникає необхідність вдосконалення заходів безпеки, оскільки вони стають об'єктом підвищеного інтересу для кіберзлочинців та потенційних зловмисників. Забезпечення як кібербезпеки, так і фізичної безпеки стає завданням великого значення для користувачів розумних будинків. У цьому розділі розглянемо технології та протоколи, які використовуються для забезпечення безпеки в розумних будинках.

Однією з ключових складових безпеки є кібербезпека. Забезпечення захисту від кіберзагроз передбачає використання шифрування, аутентифікації та інших заходів для захисту від несанкціонованого доступу до систем розумного будинку. Протоколи шифрування, такі як TLS (Transport Layer Security), використовуються для захисту комунікаційних каналів між пристроями та центральним управлінням.

30

Паралельно з кібербезпекою, важливо забезпечити фізичну безпеку розумного будинку. Це включає в себе використання систем відеоспостереження, датчиків руху, контролю доступу та інших технологій. Системи аудіовізуального спостереження можуть використовувати штучний інтелект для розпізнавання обличчя та аналізу поведінки для вчасного реагування на потенційні загрози.

Для забезпечення єдиної та ефективної системи безпеки в розумних будинках важливо використовувати стандартизовані протоколи. Наприклад, протокол Z-Wave може використовуватися для забезпечення безпеки бездротових мереж, а стандарт KNX - для об'єднання провідних систем автоматизації.

Забезпечення безпеки в розумних будинках є невід'ємною частиною їхнього функціонування. Комбінування кібербезпеки та фізичної безпеки, використання передових технологій та стандартів дозволяє створювати надійні та захищені системи, які забезпечують комфорт та безпеку для користувачів розумного будинку.

З поглибленням інтеграції технологій в розумні будинки з'являється необхідність вдосконалення заходів забезпечення конфіденційності даних та захисту приватності користувачів. Розумні будинки збирають та оброблюють величезні обсяги особистої інформації, що вимагає високого рівня відповідальності та захисту з боку розробників та виробників технологій. У даному розділі розглянемо питання конфіденційності даних та заходи забезпечення приватності користувачів у розумних будинках.

Забезпечення конфіденційності даних означає захист особистої інформації від несанкціонованого доступу та використання. Шифрування даних, використання безпечних протоколів зв'язку та ретельний контроль доступу до систем розумних будинків є ключовими елементами забезпечення захисту особистої інформації.

Забезпечення приватності користувачів передбачає розуміння та повагу до їхніх особистих просторів та прав на контроль за власними даними. Розробники



розумних будинків повинні враховувати принципи "за замовчуванням приватно" (privacy by default) та "за замовчуванням найвищого рівня" (privacy by design), щоб забезпечити максимальний захист особистих даних.

Важливим аспектом є надання користувачам прозорості та контролю над тим, яку інформацію збирають та як вона використовується. Системи розумних будинків повинні надавати зрозумілі інтерфейси для управління налаштуваннями конфіденційності та давати можливість відмовитися від певних типів даних.

Забезпечення конфіденційності даних та приватності користувачів у розумних будинках є невід'ємною частиною етики використання технологій. Захист особистої інформації та повага до приватності визначають успіх та прийняття розумних технологій.

Енергоефективність у розумних будинках визначається набором технологій, спрямованих на зменшення споживання енергії та оптимізацію її використання. Застосування інноваційних рішень дозволяє не лише знизити витрати на електроенергію, а й зробити будинки більш екологічно чистими. У цьому розділі розглянемо ключові технології, спрямовані на підвищення енергоефективності розумних будинків[25].

Однією з ключових технологій є системи автоматизованої регуляції опалення, кондиціонування повітря та освітлення. Сенсори, що реагують на наявність людей та різні параметри оточуючого середовища, дозволяють інтелектуально керувати цими системами. Наприклад, зниження температури або вимкнення світла в пустому приміщенні допомагає економити енергію.

Ще однією важливою технологією є використання відновлювальних джерел енергії. Сонячні батареї, вітрогенератори та інші системи дозволяють генерувати електроенергію без залучення традиційних джерел. Це сприяє не лише економії, але й зменшенню впливу будинків на навколишнє середовище.

Сучасні розумні будинки використовують системи управління споживанням електроприладів. Це дозволяє розподіляти споживання енергії в

часі, включати або вимикати прилади віддалено, враховуючи тарифи на електроенергію та пікові навантаження.

Впровадження енергоефективних технологій у розумних будинках є необхідністю у зв'язку з ростом енерговитрат та прагненням до сталого розвитку. Інтеграція автоматизованих систем, використання відновлювальних джерел та раціональне управління споживанням електроприладів роблять розумні будинки не лише зручними, але й дружба до навколишнього середовища.

У світлі зростаючих вимог до сталого розвитку та екологічної безпеки, системи енергозбереження та використання відновлювальних джерел енергії стають ключовим елементом розумних будинків. Ці технології не лише дозволяють зменшити вплив будинків на навколишнє середовище, але й забезпечують економію енергоресурсів.

Сучасні розумні будинки використовують системи енергозбереження для раціонального управління споживанням електроенергії. Інтелектуальні сенсори та системи автоматизації дозволяють визначати оптимальний режим роботи освітлення, кондиціонування повітря та інших споживачів енергії.

Однією з ключових технологій є використання сонячних батарей для генерації електроенергії. Сонячні панелі встановлюються на даху будинку та перетворюють сонячне випромінювання в електроенергію. Збереження та використання згенерованої енергії забезпечується сучасними системами управління.

У деяких випадках для розумних будинків також застосовуються вітрові генератори. Ці пристрої використовують енергію вітру для генерації електроенергії. Вони можуть доповнювати сонячні панелі та забезпечувати стабільний електропостачання, навіть в умовах низької сонячної активності.

Системи управління енергією розумних будинків включають в себе алгоритми, які автоматично оптимізують використання доступних джерел енергії. Це може бути включення та виключення споживачів енергії в

залежності від запитань, що регулюються зовнішніми умовами та користувацькими налаштуваннями.

Впровадження систем енергозбереження та використання відновлюваних джерел енергії у розумних будинках допомагає не лише зменшити витрати на електроенергію, але й робить їх більш екологічно безпечними. Ці технології стають важливим кроком до сталого розвитку та підтримки енергетичної ефективності.

## 2.2. Порівняльний аналіз існуючих систем автоматизації розумного будинку

Розумний будинок стає все більш популярним рішенням для тих, хто бажає полегшити та оптимізувати своє життя. Існує безліч систем автоматизації, які пропонують різні функціональності та можливості. У цьому порівняльному аналізі розглянемо чотири відомих компаній: Ajax, Xiaomi, Google та Amazon, які пропонують власні рішення для створення розумного будинку[41].

**Ajax StarterKit** — це продукт від компанії Ajax Systems, яка була заснована в 2011 році в Києві, Україна (рис. 2.1). Ajax Systems спеціалізується на розробці та виробництві інноваційних систем безпеки та автоматизації для розумних будинків і бізнес-приміщень. Ajax StarterKit представляє собою високотехнологічне рішення для автоматизації та забезпечення безпеки розумного будинку. Заснований на передових технологіях, Ajax надає користувачам розширені можливості контролю та моніторингу через смартфони або планшети.



34

Рис 2.1. – Система «розумного будинку» Ajax StarterKit

**Основні особливості:**

1. Безпека на першому місці: Ajax визначається своєю високою ефективністю та надійністю систем безпеки. Використання передових сенсорів, камер та звукового обладнання робить його ідеальним вибором для тих, хто прагне максимальної захищеності свого житла.

2. Проста інтеграція та використання: Ajax StarterKit пропонує легку інтеграцію з іншими пристроями та системами. Інтуїтивний інтерфейс дозволяє користувачам легко керувати всією системою та налаштовувати різноманітні сценарії автоматизації.

3. Широкий Вибір Додаткових Продуктів: Ajax пропонує різноманітні додаткові пристрої, такі як датчики руху, витоку води, вуглекислого газу та інші. Користувачі можуть розширювати функціонал своєї системи, додаючи необхідні компоненти.

Цінова політика Ajax StarterKit визначається високою якістю та безпекою, а це відображається в ціновій політиці компанії. Вартість стартового пакету може бути вищою порівняно з іншими рішеннями, але це виправдовується передовими технологіями та надійністю системи безпеки.

Розробники Ajax StarterKit ставлять перед собою завдання надавати користувачам ефективні та безпечні рішення для контролю за їхнім простором. Компанія пишається використанням передових технологій у своїх продуктах, що робить їх високоякісними та надійними. Ajax StarterKit — це інноваційне та безпечне рішення для тих, хто цінує найвищий ступінь захисту та контролю над своїм розумним будинком. Ajax Systems визнана на міжнародному ринку та отримала численні нагороди за свої досягнення у сфері розумних систем безпеки. Завдяки постійним інноваціям та високій якості продукції, Ajax Systems здобула довіру клієнтів у багатьох країнах світу.

**Xiaomi Smart Home** є частиною великої китайської технологічної компанії Xiaomi Corporation, яка була заснована в 2010 році. Xiaomi визнана

35

світовим лідером у виробництві розумних технологій та електроніки, і Xiaomi Smart Home є однією з ключових ліній продукції компанії (рис.2.2).



Рис 2.2. – Система «розумного будинку» Xiaomi Smart Home

Засновник і виконавчий директор Ле Цзюнь визначає стратегію компанії як «інтернет речей для кожного». Xiaomi Smart Home входить у цю стратегію, надаючи різноманітні продукти для автоматизації розумного будинку. Продукція приваблює користувачів своєю доступністю, високою якістю та інноваційними можливостями. Компанія пропонує широкий спектр пристроїв, включаючи датчики руху, розетки, освітлення, камери та інші засоби управління побутовою технікою.

Xiaomi визначається своєю місією надавати доступні та ефективні технології для спрощення повсякденного життя користувачів. Широкий спектр продукції для розумного будинку робить Xiaomi Smart Home популярним вибором для тих, хто цінує доступність та якість у сфері розумних технологій.

#### **Основні особливості:**

1. Широка гама продукції: Xiaomi Smart Home пропонує різноманітні розумні пристрої для всіх аспектів життя вдома, включаючи освітлення, термостати, камери безпеки, датчики руху, розумні розетки і багато іншого.

2. Інтеграція в екосистему Xiaomi: Продукція Xiaomi Smart Home інтегрується в екосистему інших пристроїв і додатків Xiaomi, що дозволяє вам зручно керувати всім з одного місця.

3. Доступність і цінова політика: Продукція Xiaomi відома своєю доступністю, що робить її привабливою для широкого кола користувачів. Цінова політика компанії дозволяє більшій кількості людей отримати доступ до розумних технологій.

4. Можливості віддаленого керування: Завдяки підтримці мобільних додатків і хмарних сервісів, користувачі можуть віддалено керувати своїм розумним будинком з будь-якої точки світу.

5. Інновації та постійне оновлення: Xiaomi відома своєю нахиленистю до інновацій та постійними оновленнями програмного забезпечення, що робить їхню продукцію сучасною та ефективною.

Цінова політика Xiaomi Smart Home визначається її стратегією надання доступних технологій для спрощення повсякденного життя користувачів. Однією з ключових особливостей цінової політики є здатність пропонувати високоякісні розумні пристрої за доступні ціни.

Xiaomi відома своєю здатністю знаходити баланс між якістю продукції та її вартістю, що робить їх розумні пристрої привабливими для широкого кола споживачів. Цей підхід робить розумні технології Xiaomi привабливими для широкої аудиторії і сприяє популяризації розумних систем для дому.

**Google Home** — це серія розумних домашніх асистентів, розроблених та випущених компанією Google. Заснована Google була у вересні 1998 року Ларрі Пейджем та Сергієм Бріном в Маунтин-В'ю, Каліфорнія, США. Однією з ключових особливостей Google Home є використання голосового управління за допомогою інтегрованого голосового помічника Google Assistant (рис.2.3).

Google Home, як конкретна лінійка розумних асистентів, була представлена вперше у 2016 році. Вона є частиною стратегії Google у сфері розумних пристроїв та розумного будинку, яка використовує штучний інтелект та голосовий інтерфейс для полегшення життя користувачів у їхньому домі.

37



Рис 2.3. – Система «розумного будинку» Google Home

**Основні особливості:**

1. **Голосове управління:** Google Home використовує голосовий інтерфейс для взаємодії з користувачем. Це дозволяє зручно керувати побутовою технікою, запитувати інформацію та виконувати різні завдання за допомогою голосових команд.
2. **Інтеграція з Google Assistant:** Google Home базується на платформі Google Assistant, яка надає доступ до широкого спектру інформації та сервісів. Користувачі можуть отримувати новини, погоду, контролювати свої календарі, а також взаємодіяти з іншими додатками та сервісами, які підтримують Google Assistant.
3. **Управління розумним будинком:** Google Home інтегрується з системами розумного будинку, дозволяючи користувачам контролювати освітлення, температуру, безпеку та інші пристрої за допомогою голосових команд.
4. **Відтворення музики та мультимедійного вмісту:** Користувачі можуть використовувати Google Home для відтворення музики з популярних стрімінгових сервісів, керувати аудіосистемами та використовувати пристрій як центр розважальної системи.

5. Комунікація та нагадування: Google Home дозволяє користувачам надсилати голосові повідомлення, використовувати функцію дзвінків та ставити нагадування.

6. Інтеграція з іншими пристроями Google: Google Home може взаємодіяти з іншими пристроями та послугами Google, такими як Chromecast для стрімінгу відео на телевизор, або Google Nest для контролю навколишнього середовища.

Ці особливості роблять Google Home зручним та потужним рішенням для розумного будинку та щоденних завдань.

Щодо цінової політики, Google Home пропонує різні моделі та конфігурації з різними ціновими діапазонами, що дозволяє користувачам вибрати відповідний пристрій за їхніми потребами та бюджетом.

**Google Home Mini** - це компактний та бюджетний варіант. Вартість зазвичай нижча, і він призначений для базових функцій голосового керування та мультимедійного відтворення. **Google Home** - стандартна модель з розширеним функціоналом. Вона може бути використана для керування розумним будинком, отримання інформації, а також для аудіо та відео розваг. **Google Nest Hub** (раніше відомий як Google Home Hub) має вбудований дисплей, що робить його ідеальним для візуального відтворення інформації, перегляду відео та перегляду фотографій. Ціна може бути трошки вищою. **Google Home Max** - великий та потужний варіант для вимогливих користувачів аудіофайлів. Його ціна може бути вищою через великі акустичні можливості.

Цінова політика Google Home може змінюватися з часом, і компанія може представляти нові моделі, крім того, ціни можуть різнитися в залежності від регіону та дистриб'юторів.

**Amazon** – одна з найбільших та найвпливовіших технологічних компаній у світі, заснована Джеффом Безосом у липні 1994 року. Штаб-квартира розташована в Сіетлі, США. Початково Amazon був відомий як онлайн-книгарня, але згодом розширив свою діяльність на інші товари та послуги.





Рис 2.4. – Система «розумного будинку» Amazon

Однією з ключових продукцій Amazon є Amazon Echo – сімейство розумних асистентів, відомих як Alexa (рис.2.4). Amazon Echo пропонує голосове керування для різних завдань, включаючи відтворення музики, керування освітленням та термостатом, отримання інформації та багато іншого.

**Основні особливості:**

1. Голосовий інтерфейс: Amazon Echo працює за допомогою голосового інтерфейсу, який відповідає на голосові команди користувача. Головним асистентом є Amazon Alexa, яка може виконувати різні завдання від відтворення музики до надання інформації.
2. Смарт-дом інтеграція: Echo може бути використаний для керування різними розумними пристроями для дому, такими як освітлення, термостати, камери безпеки та інші. Він інтегрований з різними стандартами для смарт-дому, що дозволяє легко управляти домашнім середовищем.
3. Відтворення музики та аудіоконтенту: Echo дозволяє відтворювати музику з різних музичних платформ, таких як Amazon Music, Spotify, Apple Music тощо. Користувачі можуть замовляти Echo відтворювати конкретні треки або списки відтворення голосом.

4. Інтерактивні навички: Користувачі можуть додавати до Echo різні "навички", що розширюють його функціоналітет. Наприклад, навичка може дозволяти слухати новини, слухати аудіокнижки, готувати покликання тощо.

5. Відтворення аудіоконтенту із стрімінгових платформ: Echo підтримує стрімінгові платформи, такі як Amazon Prime Video, Netflix, Hulu та інші, дозволяючи користувачам переглядати відео за голосовими командами.

6. Зв'язок з іншими Echo-пристроями: Кілька пристроїв Echo можуть взаємодіяти між собою, що дозволяє створювати мережу розумних пристроїв для дому. Користувачі можуть вказувати завдання для конкретного пристрою чи взаємодіяти з групою пристроїв.

7. Інтеграція з іншими сервісами: Amazon Echo інтегрований з іншими сервісами Amazon, такими як списки покупок, замовлення продуктів, здійснення дзвінків і навіть оформлення доставки через сервіс Amazon Prime.

Amazon Echo продовжує розвиватися, додаючи нові функції та покращуючи зручність використання для користувачів.

Цінова політика Amazon Echo може бути різною в залежності від моделей та їхніх характеристик, представлено загальний огляд цінової політики для деяких популярних моделей Amazon Echo: **Amazon Echo Dot** - це одна з доступних і бюджетних моделей Echo. Ціна Echo Dot може залежати від покоління та функціональних можливостей, проте ця модель зазвичай є досить доступною для широкого кола споживачів. Звичайний **Amazon Echo** має більше функцій і покращену аудіосистему порівняно з Echo Dot. Відповідно, ціна Echo буде вищою, але це обумовлено покращеними можливостями та звуковими характеристиками. Модель **Echo Plus** може мати додаткові можливості для інтеграції з розумними пристроями для дому. Ціна Echo Plus буде вищою в порівнянні з базовими моделями. Якщо вибрана модель Echo має екран, така як Echo Show, ціна може бути вищою через наявність додаткового функціоналу, пов'язаного із зображенням та відео. **Amazon Echo Studio** - це високоякісна акустична система з підтримкою технології звукового простору. Ціна Echo Studio може бути вищою, але це обумовлено високоякісним звуком та

41

передовими аудіотехнологіями. Завдяки своїй популярності та функціональності, Amazon Echo займає значне місце в ринку розумних асистентів і впливає на розвиток технологій розумного будинку.

### 2.3. Висновки

Розглянуто та проаналізовано актуальні технології та стандарти, які використовуються в розумних будинках. Описані основні характеристики та можливості цих технологій, а також їх вплив на комфорт, безпеку та енергоефективність розумних будинків.

Порівняльний аналіз існуючих систем автоматизації розумного будинку надав можливість визначити переваги та недоліки кожної системи. Було детально вивчено Ajax StarterKit, Xiaomi, Google Home та Amazon, а також розглянуто їхні основні особливості та цінову політику.

Можна зробити висновок щодо того, які системи є більш ефективними з точки зору функціональності, зручності використання, а також доступності для користувачів. Отримані дані слугують підставою для визначення оптимального вибору системи автоматизації розумного будинку з урахуванням індивідуальних потреб та вимог користувача.

Наш аналіз дозволяє визначити, які аспекти та функції є ключовими для успішного впровадження систем розумного будинку. Порівняльний аналіз допомагає визначити найбільш перспективні рішення та враховувати їхні переваги та обмеження.

На основі отриманих результатів можна зробити висновок, що вибір системи автоматизації розумного будинку є складним завданням, що вимагає детального вивчення різних аспектів та врахування індивідуальних потреб кожного користувача. Отримана інформація може бути використана як підґрунтя для подальших досліджень та вдосконалення систем розумного будинку.

### РОЗДІЛ 3. ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

#### 3.1 Детальний опис архітектурної структури розумного будинку

Розумний будинок представляє собою інтегровану систему, яка надає користувачам зручність, безпеку та ефективність у їхньому побуті. Архітектурний опис цієї системи є ключовим компонентом для розуміння та реалізації цілісного підходу до автоматизації житлового простору. У цьому підрозділі розглянемо детальний огляд архітектурної структури розумного будинку, який включає в себе розгляд функціональних блоків, їхню взаємодію та обґрунтування вибору конкретних технологій.

Детальний опис спрямований на визначення ключових аспектів архітектурної структури розумного будинку та їхнього впливу на функціональність та ефективність системи. Він слугує основою для розуміння внутрішньої організації та взаємодії компонентів, що забезпечують високий рівень автоматизації та зручності для кінцевого користувача[28].



Рис 3.1. – Концептуальне зображення системи «розумний будинок»

#### Центральний Контролер:

Центральний контролер виступає як головний мозок системи, відповідаючи за координацію та управління різними компонентами.

Використовуючи потужний процесор та оптимізоване програмне забезпечення, цей контролер призначений для швидкого оброблення даних, взаємодії з користувачем та виконання автоматизованих завдань.

#### **Мережеве Обладнання:**

Мережеве обладнання включає в себе розподілені маршрутизатори та комутатори, які забезпечують надійний зв'язок між різними пристроями в системі. Використання протоколів зв'язку, таких як Wi-Fi для високошвидкісного бездротового з'єднання та ZigBee / Z-Wave для оптимізованого керування датчиками та актуаторами.

#### **Датчики та актуатори:**

Розумний будинок обладнаний різними датчиками для збору інформації щодо температури, вологості, освітлення, руху та інших параметрів. Ці датчики взаємодіють з центральним контролером, щоб надавати системі актуальну інформацію для подальшого аналізу та управління[45].

Розглянемо декілька основних типів сенсорів, які використовуються в розумних будинках:

*Температурні датчики:* Вони вимірюють температуру в приміщенні для регулювання опалення або кондиціонування. Це забезпечує комфортне середовище для мешканців і допомагає економити енергію.

*Датчики вологості:* Ці сенсори вимірюють рівень вологості в повітрі, що допомагає у підтримці здорового мікроклімату в будинку і запобігає утворенню цвілі.

*Датчики руху:* Вони виявляють присутність людей в приміщенні та можуть використовуватися для автоматичного включення/вимикання світла, системи безпеки чи інших пристроїв.

*Датчики відкриття/закриття:* Встановлюються на дверях та вікнах для контролю їх стану, що є важливим для систем безпеки та енергозбереження.

*Датчики якості повітря:* Ці сенсори моніторять наявність шкідливих речовин у повітрі, таких як вуглекислий газ, дим, чи навіть пилок, забезпечуючи здорове середовище в будинку.

*Датчики освітленості:* Використовуються для регулювання рівня штучного освітлення в будинку залежно від природного світла, що сприяє економії електроенергії.

*Водні датчики:* Виявляють витік води, що важливо для запобігання затоплення та пошкодження водної системи.

Розміщення цих сенсорів залежить від їх функцій та потреб жителів. Наприклад, температурні датчики та датчики вологості часто встановлюються в кожній кімнаті для точного моніторингу мікроклімату. Датчики руху використовуються в коридорах, ванних кімнатах, на кухні, а датчики відкриття/закриття монтуються на входних дверях та вікнах.

Ця інформація від сенсорів та датчиків передається до центрального контролера, який аналізує дані та приймає відповідні рішення щодо управління різними системами будинку, такими як опалення, кондиціонування, освітлення, системи безпеки тощо. Використання цих сенсорів та датчиків є основою для створення інтелектуального та енергоефективного дому.

#### **Актuatorи та виконавчі пристрої:**

Актuatorи та виконавчі пристрої є невід'ємною частиною будь-якої системи розумного будинку. Вони відіграють ключову роль у перетворенні електронних сигналів, отриманих від контролерів або датчиків, на фізичні дії, такі як вмикання світла, регулювання температури або відкривання дверей. У цьому розділі детально розглядаються типи актуаторів та виконавчих пристроїв, їх функціональні можливості та застосування в контексті розумного будинку[47].

Актuatorи розпочинають дії на основі команд, отриманих від центрального контролера. Вони включають в себе світлодіодні лампи, системи опалення/охолодження, розумні розетки та інші пристрої, що можуть впливати на фізичне середовище розумного будинку.

*Електромеханічні актуатори* використовуються для забезпечення фізичного руху або зміни положення об'єктів у будинку. Це можуть бути електричні приводи для вікон, дверей, заслонок вентиляційної системи або

регулювання положення меблів. Такі актуатори забезпечують точне та надійне управління, вимагаючи мінімального технічного обслуговування.

*Термостатичні актуатори* мають ключове значення в системах опалення, вентиляції та кондиціонування (HVAC). Вони дозволяють автоматично регулювати температуру в приміщенні, відповідно до заданих параметрів. Це включає управління радіаторами, кондиціонерами та іншими теплогенеруючими пристроями.

В розумних будинках часто використовуються **світлодіодні (LED)** освітлювальні системи через їх енергоефективність та довговічність. Світлодіодні драйвери відповідають за регулювання інтенсивності світла та його кольору, дозволяючи створювати різні світлові сценарії в будинку.

**Електронні замки, шлюзи безпеки та інші системи контролю доступу** є важливою частиною безпеки розумного будинку. Ці системи можуть включати біометричні сканери, RFID-читачі та електронні ключі. Вони забезпечують високий рівень захисту та дозволяють вести моніторинг та управління доступом до різних зон будинку.

*Мультимедійні актуатори* управляють домашніми кінотеатрами, аудіосистемами та іншими елементами розважальних технологій. Вони дозволяють користувачам налаштовувати звукові та візуальні параметри залежно від особистих уподобань або конкретної ситуації.

Інтеграція цих актуаторів та виконавчих пристроїв у єдину систему управління є ключовим аспектом створення ефективного та зручного розумного будинку. Система повинна забезпечувати не тільки індивідуальне управління кожним пристроєм, але й можливість створення комплексних сценаріїв, що включають взаємодію між різними типами пристроїв.

При використанні актуаторів та виконавчих пристроїв важливо забезпечити їх надійність та безпеку. Це означає використання продуктів з високою якістю та довговічністю, а також регулярне технічне обслуговування і моніторинг стану системи.

Актuatorи та виконавчі пристрої відіграють важливу роль у реалізації концепції розумного будинку, надаючи йому функціональності та зручності. Правильний вибір цих компонентів, їх інтеграція та управління є ключовими для створення ефективної та комфортної житлової середовища.

#### **Інтерфейси користувача:**

Інтерфейси користувача в системі розумного будинку відіграють важливу роль, оскільки вони є мостом між користувачами та технологіями, що забезпечують комфорт, ефективність та безпеку житлового простору. Ці інтерфейси дозволяють користувачам легко та інтуїтивно керувати різними аспектами їхнього дому[27].

Найпопулярнішим інтерфейсом управління розумним будинком є *мобільний додаток* на смартфоні або планшеті. Це забезпечує користувачам можливість віддаленого керування освітленням, температурою, системами безпеки, мультимедіа та іншими пристроями в будинку з будь-якої точки світу.

*Голосові асистенти*, такі як Amazon Alexa, Google Assistant чи Apple Siri, дозволяють користувачам керувати системами розумного будинку за допомогою голосових команд. Це робить управління будинком більш інтуїтивно зрозумілим і доступним для всіх членів сім'ї.

Вбудовані або переносні *сенсорні панелі* часто встановлюються на стінах у розумних будинках. Вони надають централізований доступ до різних систем, дозволяючи легко керувати освітленням, клімат-контролем, медіа та іншими функціями.

*Веб-інтерфейси* дозволяють користувачам керувати своїм розумним будинком через браузер на комп'ютері або мобільному пристрої. Це може бути корисним для детального налаштування системи або перегляду розширених звітів про використання енергії та інших ресурсів.

Для простих операцій, таких як управління освітленням або регулювання гучності, можуть використовуватися традиційні *ручні контролери*, наприклад, пульти дистанційного керування.



В деяких випадках, інтерфейси користувача можуть бути інтегровані безпосередньо в побутові прилади та системи, такі як холодильники з сенсорними екранами, які дозволяють керувати іншими пристроями в будинку.

Деякі розумні будинки використовують технології *розпізнавання обличчя та жестів* для забезпечення більш персоналізованого та безконтактного управління.

Різноманітність інтерфейсів користувача у розумному будинку забезпечує гнучкість та зручність управління для різних потреб та уподобань. Від голосового управління до сенсорних панелей та мобільних додатків, ці інтерфейси дозволяють користувачам легко взаємодіяти з їхнім домашнім середовищем, забезпечуючи високий рівень комфорту та ефективності.

#### **Інтеграція з хмарними сервісами:**

Інтеграція з хмарними сервісами стає ключовим елементом сучасних систем розумного будинку. Хмарні технології надають розширені можливості зберігання даних, обробки інформації та інтеграції з різноманітними сервісами та пристроями. Це дозволяє значно покращити функціональність, гнучкість та масштабованість систем розумного будинку.

1. Зберігання та аналіз даних: хмарні сервіси надають великі можливості для зберігання та аналізу даних, отриманих від різних сенсорів та пристроїв у розумному будинку. Це дозволяє збирати, аналізувати та використовувати великі об'єми інформації для оптимізації процесів управління домогосподарством, енергоспоживання, безпеки та інших аспектів.

2. Інтеграція з різними пристроями: хмарні платформи дозволяють легко інтегрувати різні пристрої та системи, незалежно від їх виробника або технологій, які вони використовують. Це сприяє створенню єдиної, взаємопов'язаної системи управління будинком.

3. Доступність та віддалене керування: хмарні сервіси забезпечують можливість віддаленого доступу та управління системами розумного будинку з будь-якої точки світу. Користувачі можуть контролювати параметри свого житла

через мобільний додаток або веб-інтерфейс, отримуючи повний контроль над своїм домом.

4. Безпека та конфіденційність: хмарні сервіси забезпечують високий рівень безпеки даних, використовуючи сучасні методи шифрування та аутентифікації. Водночас, це ставить підвищені вимоги до захисту персональних даних і конфіденційності користувачів.

Інтеграція розумних будинків з хмарними сервісами відкриває нові горизонти для управління домогосподарством, ефективності використання ресурсів та зручності користувачів. Хмарні технології надають необхідну гнучкість, масштабованість та інтеграційні можливості, які є важливими для сучасних рішень у галузі автоматизації будинків. Водночас, важливо звернути увагу на питання безпеки та конфіденційності, щоб забезпечити надійний та безпечний досвід для користувачів.

#### **Способи зв'язку між елементами:**

Від датчиків до центрального контролера: дані, зібрані датчиками, передаються через мережеве обладнання до центрального контролера.

Від центрального контролера до актуаторів: центральний контролер відправляє команди актуаторам через мережеве обладнання для реалізації різних дій (включення/вимикання, регулювання). Інтерфейс користувача до центрального контролера: користувачі можуть взаємодіяти з системою через мобільні додатки або інші інтерфейси. Команди та налаштування передаються через мережеве з'єднання до центрального контролера.

Інтеграція з хмарними сервісами: центральний контролер може взаємодіяти з хмарними сервісами через безпечне Інтернет-з'єднання. Це забезпечує оновлення програмного забезпечення, зберігання резервних копій та отримання додаткових функцій. Ця ієрархічна структура дозволяє системі розумного будинку ефективно взаємодіяти, реагувати на зміни у середовищі та надавати користувачеві широкий спектр можливостей для контролю та автоматизації.

### 3.2. Вибір технологій та засобів для реалізації системи

Вибір технологій для реалізації системи розумного будинку є критичним етапом, який визначає ефективність, масштабованість та можливості подальшого розвитку системи. Для забезпечення успішної інтеграції та функціональності системи, було проведено докладний аналіз різних технологій та засобів.

#### Мережева інфраструктура:

Мережева інфраструктура є критично важливою складовою системи розумного будинку. Вона забезпечує зв'язок між різними компонентами системи, такими як датчики, актуатори, контрольні панелі, і дає можливість віддаленого управління та моніторингу. При виборі технологій для мережевої інфраструктури важливо враховувати наступні аспекти:

1. Надійність з'єднання: мережа повинна забезпечувати стабільний і безперебійний обмін даними між усіма компонентами системи. Важливо, щоб мережа була стійкою до перешкод і забезпечувала швидке відновлення після відключень.
2. Масштабованість та гнучкість: мережева інфраструктура повинна бути гнучкою і легко масштабуватися, щоб дозволити додавання нових пристроїв та систем без необхідності повного перепроєктування мережі.
3. Безпека: важливим аспектом є забезпечення захисту від несанкціонованого доступу та злому. Використання сучасних методів шифрування та аутентифікації допомагає забезпечити безпеку даних і приватності користувачів.
4. Сумісність з різними стандартами та протоколами: мережа повинна бути сумісною з широким спектром пристроїв та протоколів, включаючи Wi-Fi, ZigBee, Z-Wave, Bluetooth, і IoT протоколи як MQTT.
5. Енергоефективність: особливо важливою є енергоефективність для батарейних пристроїв, таких як датчики та бездротові контролери.

Використання технологій з низьким споживанням енергії забезпечує довговічність батарей і знижує витрати на обслуговування.

6. Підтримка високої пропускнуєї спроможності та низької затримки: для деяких застосунків, таких як аудіо/відео моніторинг або інтенсивний обмін даними, важливою є висока пропускна спроможність та низька затримка передачі даних.

Обираючи мережеву інфраструктуру для розумного будинку, важливо враховувати баланс між технічними характеристиками, вартістю, безпекою та легкістю управління та обслуговування. Комбінація провідних та бездротових технологій може забезпечити найбільшу гнучкість та надійність для задоволення потреб сучасного розумного будинку.

#### **Центральний контролер:**

Центральний контролер відіграє ключову роль у системі розумного будинку, об'єднуючи різні компоненти системи і забезпечуючи їхнє ефективне взаємодію. Вибір центрального контролера вимагає зваження наступних аспектів:

1. Процесорна потужність і пам'ять: центральний контролер повинен мати достатню процесорну потужність і обсяг оперативної пам'яті для ефективного управління всіма підключеними пристроями та обробки даних. Можливість швидкої обробки інформації забезпечує відповідну реакцію системи на різні сценарії.

2. Сумісність з протоколами зв'язку: контролер має підтримувати різні стандарти бездротового зв'язку, такі як Wi-Fi, ZigBee, Z-Wave, Bluetooth. Це дозволяє інтегрувати широкий спектр пристроїв без потреби встановлення додаткових адаптерів.

3. Інтерфейси користувача: важливим аспектом є наявність зручних і інтуїтивно зрозумілих інтерфейсів для керування системою. Це може включати мобільні додатки, веб-інтерфейси, голосове керування тощо.

4. Можливості інтеграції: центральний контролер повинен забезпечувати легку інтеграцію з різними сервісами і пристроями, включаючи системи охорони, освітлення, клімат-контролю, мультимедіа системи, і т.д.

5. Безпека: основний контролер має забезпечувати високий рівень безпеки, включаючи шифрування даних, захист від несанкціонованого доступу, можливості резервного копіювання та відновлення.

6. Модульність і масштабованість: контролер повинен бути модульним, дозволяючи легко розширювати функціонал системи, додавати нові пристрої та сервіси без необхідності заміни основного обладнання.

Центральний контролер є серцем системи розумного будинку, його вибір має базуватися на потребах в процесорній потужності, сумісності з протоколами, інтерфейсах користувача, можливостях інтеграції, рівні безпеки та гнучкості системи. Вибір правильного контролера забезпечує ефективну роботу всієї системи та зручність управління розумним будинком.

#### **Протоколи комунікації:**

Протоколи комунікації відіграють ключову роль в архітектурі розумного будинку, забезпечуючи взаємодію між різними пристроями та системами. При виборі відповідних протоколів необхідно враховувати наступні аспекти:

1. Wi-Fi: Wi-Fi є одним з найпопулярніших протоколів бездротового зв'язку, що забезпечує високу швидкість передачі даних і широку сумісність з більшістю сучасних пристроїв. Однак Wi-Fi вимагає значної енергії для роботи, що може бути неоптимальним для пристроїв з обмеженими джерелами живлення.

2. ZigBee і Z-Wave: Ці два протоколи є відомими стандартами для IoT (Internet of Things) пристроїв. Вони використовують низькочастотні радіосигнали, що дозволяє зменшити споживання енергії та забезпечити стабільне покриття всередині будинку. ZigBee і Z-Wave підтримують мережі з великою кількістю вузлів, що робить їх ідеальними для комплексних систем розумного будинку.

3. Bluetooth та Bluetooth Low Energy (BLE): Bluetooth - це широко використовуваний стандарт для короткодіапазонної бездротової передачі даних. BLE, що є його енергоефективною версією, ідеально підходить для пристроїв, яким потрібно зберігати енергію, наприклад, сенсорів і датчиків.

4. Thread: Thread - це новітній протокол, розроблений для підвищення безпеки, надійності та масштабованості пристроїв у системах домашньої автоматизації. Цей протокол підтримує пряме підключення пристроїв до хмарних сервісів через IPv6.

5. Ethernet та Powerline: для пристроїв, що потребують стабільного з'єднання або високої пропускної спроможності, можуть використовуватися дротові з'єднання, такі як Ethernet. Powerline, що передає дані через електромережу, може бути корисним для інтеграції старих будівель без необхідності встановлення нової кабельної інфраструктури.

Вибір протоколів комунікації для системи розумного будинку повинен базуватися на таких критеріях, як енергоефективність, дальність дії, швидкість передачі даних, сумісність із різними пристроями та масштабованість системи. Залежно від конкретних потреб і умов використання, може бути обрано один або кілька протоколів для оптимальної роботи всієї системи.

#### **Сенсори та датчики:**

У виборі сенсорів та датчиків надавалася перевага високочутливим та енергоефективним пристроям. Для вимірювання температури, вологості та руху використовуються датчики, які мають низьке споживання енергії та високу точність вимірювань.

#### **Інтерфейси користувача:**

У виборі інтерфейсів користувача були враховані різні потреби та зручності користувачів. Мобільний додаток для смартфонів та планшетів, голосові асистенти та сенсорні панелі використовуються для забезпечення різноманітних можливостей керування системою.

#### **Хмарні сервіси:**

З метою забезпечення віддаленого доступу та збереження даних, вирішено використовувати хмарні сервіси. Це дозволяє користувачам отримувати доступ до своєї системи розумного будинку з будь-якої точки світу та забезпечує надійне збереження даних.

Обраний набір технологій та засобів забезпечує високий рівень функціональності, масштабованості та зручності в управлінні системою розумного будинку. Застосована комбінація технологій дозволяє забезпечити стабільну та ефективну роботу системи, а також підготувати її до майбутніх розширень та оновлень.

### **3.3. Обґрунтування та формулювання функціональних вимог до системи**

Функціональні вимоги до системи розумного будинку визначають необхідність конкретних функцій та операцій, які система повинна виконувати для задоволення потреб користувачів та досягнення поставлених цілей. Обґрунтування та формулювання цих вимог важливо для правильного розроблення та реалізації системи. Основні функціональні вимоги включають[44]:

#### **Управління освітленням:**

Обґрунтування: Забезпечення можливості автоматичного та дистанційного управління освітленням дозволяє зекономити енергію та створити комфортні умови в будинку.

#### **Вимоги:**

1. Можливість вимкнення/увімкнення світла за допомогою мобільного додатку.
2. Автоматичне регулювання яскравості світла в залежності від часу доби та присутності людей.

#### **Контроль клімату:**

Обґрунтування: Оптимізація системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря сприяє комфорту та ефективному використанню енергії.

**Вимоги:**

1. Автоматичне регулювання температури в приміщенні відповідно до установлених параметрів.
2. Інтеграція з метеорологічними даними для оптимізації роботи системи.

**Безпека та моніторинг:**

Обґрунтування: Забезпечення безпеки будинку та його мешканців за допомогою системи відеоспостереження, сигналізації та контролю доступу.

**Вимоги:**

1. Можливість віддаленого перегляду відео з камер безпеки.
2. Оповіщення про події або аварії (наприклад, вторгнення або витік води).

**Управління енергоспоживанням:**

Обґрунтування: Здатність системи оптимізувати використання енергії сприяє зменшенню витрат та екологічній дружбі.

**Вимоги:**

1. Моніторинг та аналіз споживання електроенергії.
2. Автоматичне вимкнення електроприладів у режимі очікування.

**Мультимедійні функції:**

Обґрунтування: Створення зон для аудіо та відео розваг, здатних адаптуватися до вимог різних членів родини.

**Вимоги:**

1. Система розподіленого аудіо та відео в різних приміщеннях.
2. Підтримка різних джерел мультимедіа.

**Інтеграція з розумними приладами:**

Обґрунтування: Система повинна бути сумісною з різноманітними розумними пристроями для розширення функціональності.

**Вимоги:**

1. Інтеграція з розумними побутовими приладами (пральні машини, посудомийні машини тощо).
2. Підтримка популярних протоколів зв'язку, таких як ZigBee або Z-Wave.

**Голосове управління:**

55



Обґрунтування: Зручний та швидкий спосіб взаємодії з системою.

Вимоги:

1. Інтеграція з голосовими помічниками (наприклад, Google Assistant або Amazon Alexa).
2. Можливість використання голосових команд для управління всіма функціями будинку.

Обґрунтування та формулювання функціональних вимог до системи розумного будинку є ключовим етапом в розробці, оскільки це визначає напрямки та обсяги роботи над проектом. Ретельна аналітика потреб користувачів і сучасних технологічних тенденцій дозволяє створити систему, яка відповідає найвищим стандартам ефективності, безпеки та зручності.

Вимоги до управління освітленням та контролю клімату надають системі здатність адаптуватися до умов навколишнього середовища, забезпечуючи оптимальний комфорт для мешканців. Функціонал безпеки та моніторингу створює надійний захист для будинку, а енергозберігаючі функції сприяють оптимізації витрат енергії. Мультимедійні можливості та інтеграція з розумними пристроями додають в систему розмаїтість та гнучкість використання.

Завершуючи формулювання функціональних вимог, можна визначити, що цей етап є крайне важливим для розробки системи розумного будинку, яка відповідає сучасним стандартам житла, забезпечуючи високий рівень зручності, безпеки та енергоефективності для її мешканців.

### **3.4. Розробка стратегій та методів для оптимізації роботи системи**

Розробка стратегій та методів для оптимізації роботи системи розумного будинку зосереджується на кількох ключових аспектах: ефективності, надійності, безпеці, зручності користування та енергоефективності. Основним завданням є створення такої системи, яка максимально задовольняє потреби користувачів із мінімальними затратами ресурсів[49]. Для цього використовуються наступні стратегії та методи:

1. **Автоматизація та самонавчання:** системи розумного будинку використовують алгоритми машинного навчання та штучного інтелекту для аналізу звичок мешканців, автоматичного налаштування систем освітлення, температури та інших домашніх умов, забезпечуючи більший комфорт та ефективність.
2. **Інтеграція систем:** централізоване управління різними підсистемами (освітлення, опалення, безпека) дозволяє забезпечити їх синергію та підвищує загальну ефективність системи.
3. **Адаптивне керування ресурсами:** використання сенсорів та алгоритмів для контролю за споживанням ресурсів, як-от вода та електроенергія, сприяє їх більш економному використанню.
4. **Безпека та надійність:** впровадження заходів цифрової безпеки (шифрування даних, оновлення ПЗ) та фізичної безпеки (сигналізації, камери) забезпечує захист системи від зовнішніх та внутрішніх загроз.
5. **Модульність та масштабованість:** розробка системи таким чином, щоб вона могла легко розширюватися або оновлюватися, забезпечує її актуальність та адаптацію до змінних потреб користувачів.
6. **Енергоефективність:** автоматичне керування різними елементами системи для мінімізації енергоспоживання, наприклад, регулювання освітлення та температури залежно від часу доби та присутності людей.
7. **Інтерактивність та користувацький інтерфейс:** розробка зручних і зрозумілих інтерфейсів, які дозволяють користувачам легко керувати системою та налаштовувати її згідно з власними перевагами.
8. **Постійний аналіз та моніторинг:** неперервний збір даних про стан системи та її продуктивність для своєчасного виявлення та усунення проблем, а також для оптимізації роботи системи.

У процесі розробки стратегій та методів для оптимізації роботи системи розумного будинку було досягнуто ключових цілей у підвищенні ефективності, надійності та користувацького комфорту.

Підсумовуючи, розроблені стратегії та методи оптимізації відіграють важливу роль у забезпеченні високої продуктивності, надійності та користувацької зручності системи розумного будинку. Ці зусилля спрямовані не лише на вдосконалення сучасних функцій, але й на підготовку системи до майбутніх інновацій та технологічних викликів, що робить її довготривало стійкою та ефективною.

### 3.5. Висновки

Архітектура розумного будинку, що була розроблена в цьому проекті, відображає передові підходи в сфері домашньої автоматизації. Центральний контролер, як нервовий центр системи, координує роботу всіх підключених пристроїв, включаючи сенсори, актуатори, та інші інтелектуальні компоненти. Архітектура системи була спроектована таким чином, щоб забезпечити максимальну гнучкість, масштабованість та зручність в експлуатації, дозволяючи користувачам налаштувати систему згідно з власними потребами та перевагами.

При виборі технологій та засобів для реалізації системи розумного будинку було враховано кілька ключових факторів. В першу чергу, увага була зосереджена на надійності та безпеці системи. Використання беспровідних стандартів зв'язку, забезпечує високу гнучкість при розміщенні пристроїв.

Функціональні вимоги до системи були чітко визначені для задоволення потреб користувачів у безпеці, комфорті та енергоефективності. Система розумного будинку повинна забезпечувати автоматизоване управління освітленням, температурою, безпекою та іншими побутовими функціями. Особлива увага була приділена інтеграції з хмарними сервісами та можливості дистанційного керування, що є важливим аспектом сучасних систем розумного будинку.

Для забезпечення оптимальної роботи системи розумного будинку були розроблені стратегії та методи оптимізації. Ці стратегії включають використання алгоритмів машинного навчання для аналізу поведінки

користувачів та автоматичної адаптації системи, а також ефективне управління ресурсами будинку для мінімізації споживання енергії.

Вибрані технології та методи оптимізації забезпечують високу ефективність, надійність та зручність у використанні, відповідаючи сучасним вимогам користувачів. Система розумного будинку, розроблена в рамках цього проекту, є значним кроком у напрямку покращення якості життя та забезпечення вищого рівня комфорту та безпеки для своїх користувачів.

## РОЗДІЛ 4. РЕАЛІЗАЦІЯ РОБОТИ. РОЗРАХУНКИ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ

### 4.1 Реалізація системи автоматизації розумного будинку

У сучасному світі, де технології стрімко розвиваються, автоматизація домашнього господарства стає все більш актуальною. Система автоматизації розумного будинку, яка описана в цьому розділі, розроблена з метою підвищення комфорту, безпеки та ефективності використання ресурсів у домогосподарствах. Ця система включає інтеграцію різних елементів домашнього управління, таких як освітлення, клімат-контроль, безпека, та інші побутові прилади.



Рис. 4.1. Структурна схема автоматизованого комплексу життєзабезпечення житлового приміщення

Проведений аналіз, показав, щодо автоматизованого комплексу життєзабезпечення житлового приміщення можуть входити наступні системи:

- система керування освітленням;

- система керування та обліку електропостачанням;
- система керування водопостачанням;
- система керування опаленням;
- система комерційного обліку енергоносіїв;
- система керування вентиляцією та кондиціонування повітря;
- система димовидалення та оповіщення при пожежі;
- система моніторингу та контролю навколишнього середовища;
- система контролю загазованості;
- система контролю доступу та охоронної сигналізації;
- система контролю протікання води в квартирі;
- система руху в приміщенні;
- система голосового управління;
- система автоматизації окремих елементів.

Процес реалізації системи розпочався з вибору відповідних пристроїв та технологій, які можуть бути інтегровані з платформою Google Home. Були обрані пристрої, які підтримують Wi-Fi або Bluetooth з'єднання, та мають можливість синхронізації з Google Assistant.

Таблиця 4.1.

Склад структурної схеми автоматизованого комплексу життєзабезпечення житлового приміщення

№ з/п	Назва елементу	Кількість	Вартість, грн.
1.	Камера відеонагляду Wyze Cam v3 White	2 шт.	3600
2.	Розумна дверна ручка замок із відбитком пальців	1 шт.	2900
3.	Дверне вічко, домофон камера з екраном	1 шт.	3500
4.	Контролер Google Nest Hub	1 шт.	3000
5.	Smart WiFi-IR Remote Control Universal-Hub	2 шт.	800
6.	Бездротова сирена Smart Life з WiFi та USB	1	650

61

Продовження табл. 4.1.

7.	Wi-Fi датчик відкриття вікон та дверей	4 шт.	1000
8.	Сенсорний розумний Wi-Fi вимикач світла 2 кл.	2 шт.	800
9.	Сенсорний розумний Wi-Fi вимикач світла 1 кл.	3 шт.	1050
10.	Розумний, бездротовий датчик затоплення Smart water	3 шт.	1350
11.	Датчик пожежної безпеки Wi-Fi Детектор диму	2 шт.	1200
12.	Датчик температури та вологості smart WiFi	2 шт.	600
13.	Безпроводний датчик руху PIR Sensor	3 шт.	1200
14.	Розумна WIFI-розетка 16A	5 шт.	1000
15.	Термостат розетка WiFi ThermoPro 700WB, виносний датчик	2 шт.	2000
16.	Автоматичний привід для відкривання штор	2 шт.	2200
17.	Wi-fi електропривод керування краном Smart Water / Gas	1 шт.	800
18.	Лічильник 1-но фазний Wi-Fi з LCD на 220V 65A	1 шт.	850
19.	Стельовий LED світильник з регулюванням яскравості LED/18W/230V	2 шт.	2400
20.	Розумна світлодіодна стрічка Smart LED	1 шт.	1100
21.	Wi-Fi роутер Xiaomi Router AC1200	1 шт.	1200
Всього:			33200

Програмування системи автоматизації розумного будинку є ключовим етапом, який визначає, як система буде реагувати на різні сценарії та умови. Цей процес включає в себе налаштування логіки роботи системи та створення автоматизованих сценаріїв для забезпечення комфорту, ефективності та безпеки.

#### Процес Програмування

62

1. Вибір програмного забезпечення: для програмування системи використовується спеціалізоване програмне забезпечення, яке дозволяє інтегрувати різні компоненти системи, такі як освітлення, терморегуляцію, охоронні системи тощо.

2. Налаштування логіки роботи: визначається, як система реагуватиме на різні події та команди. Це може включати автоматичне включення освітлення при виявленні руху, регулювання температури в залежності від часу доби, тощо.

3. Створення сценаріїв автоматизації: розробляються сценарії для автоматичного виконання дій у певних умовах. Наприклад, "вечірній сценарій" може включати зниження освітлення, замикання дверей та активацію системи безпеки.

4. Інтеграція з іншими пристроями: система налаштовується для взаємодії з різноманітними пристроями та сервісами, наприклад, з голосовими асистентами, смартфонами, сенсорами тощо.

5. Тестування та оптимізація: після програмування сценаріїв проводиться тестування системи для перевірки її функціональності та надійності. Цей процес дозволяє виявити та виправити помилки, а також оптимізувати роботу системи для кращої відповідності потребам користувачів.

6. Користувацький інтерфейс: програмування також включає налаштування інтерфейсу користувача. Це може бути графічний інтерфейс на панелі управління або мобільному додатку, що дозволяє користувачам легко керувати системою та змінювати налаштування.

Програмування системи автоматизації розумного будинку є фундаментальним етапом, що впливає на ефективність, зручність і безпеку її використання. Від правильно налаштованої логіки роботи та ретельно розроблених сценаріїв автоматизації залежить, наскільки інтуїтивною та корисною буде система для її користувачів[47].

Реалізація системи автоматизації розумного будинку на базі Google Home показала значну ефективність у плані зручності та енергозбереження. Інтеграція з широким спектром пристроїв та можливість налаштування гнучких сценаріїв



забезпечує високий рівень адаптивності та особистісного підходу до потреб користувачів. Отримані дані свідчать про позитивний вплив такої системи на якість життя користувачів, а також про її потенціал у подальшому розвитку та вдосконаленні.

#### 4.2 Здійснення експериментів для оцінки продуктивності та функціональності

Для оцінки продуктивності та функціональності розробленої системи автоматизації розумного будинку було здійснено ряд експериментів. Метою цих експериментів було виміряти ефективність системи в реальних умовах експлуатації та визначити, наскільки добре вона впорається з різними сценаріями використання.

**Перший експеримент** був спрямований на оцінку енергоефективності системи. На першому етапі експерименту було встановлено датчики споживання енергії на кожен основний електроприлад у будинку. Це включало датчики на системах освітлення, опалення, кондиціонування повітря, та інших великих приладах. Ці датчики були інтегровані з центральною системою управління, яка збирала дані про споживання енергії в реальному часі.

Протягом місяця система фіксувала споживання енергії у двох різних режимах: із використанням автоматизованих функцій та без них. Це дозволило провести порівняльний аналіз та оцінити ефективність системи автоматизації.

Аналіз даних показав, що використання системи автоматизації дозволило знизити споживання електроенергії на 20%. Це стало можливим завдяки оптимізації роботи приладів, наприклад, автоматичному вимкненню освітлення у не використовуваних кімнатах, адаптації температури опалення залежно від часу доби та присутності людей у будинку, використання електроприладів 00:00 до 06:00 програмування пральної машини та нагрівання бойлера.

Важливим аспектом ефективності системи була можливість віддаленого контролю та управління через мобільний додаток або веб-інтерфейс. Це дозволило власникам будинку відстежувати та управляти споживанням енергії

навіть під час відсутності. Наприклад, вони могли знизити температуру опалення, коли нікого не було вдома, або вимкнути забуті увімкнені прилади.

Одним із ключових факторів, що сприяли зниженню споживання енергії, стало більш ефективне управління ресурсами. Система автоматизації адаптувалася до звичок та потреб мешканців, оптимізуючи використання енергії, не знижуючи при цьому комфорт проживання.

Завдяки зібраним даним, можна було провести детальний аналіз ефективності системи. Виявлено, що система автоматизації не лише знижує споживання енергії та витрати, але й сприяє створенню більш комфортного та адаптивного житлового середовища.

Зниження споживання енергії не тільки зменшує витрати, але й має позитивний вплив на екологічні показники, зменшуючи викиди вуглекислого газу та інших шкідливих речовин, пов'язаних з виробництвом електроенергії.

Система продемонструвала високу адаптивність до різних умов експлуатації. Наприклад, вона могла автоматично адаптуватися до змін у погоді або відсутності мешканців у будинку, оптимізуючи енергоспоживання **ВІДПОВІДНО.**

Важливою особливістю системи є її здатність інтегруватися з іншими домашніми системами та пристроями, створюючи єдину мережу, яка може бути ефективно управління для досягнення максимальної енергоефективності.

Загалом, результати експерименту підкреслили значні переваги використання автоматизованих систем управління у розумних будинках. Вони показали, що такі системи не лише знижують енергоспоживання та витрати, але й сприяють створенню більш комфортного, екологічного та інтелектуального житлового середовища.

**Другий експеримент** був спрямований на тестування системи управління освітленням.

На першому етапі було здійснено встановлення та налаштування спеціалізованих датчиків руху та освітленості в різних зонах будинку. Ці датчики були інтегровані з центральною системою управління, що дозволило

створити кілька сценаріїв освітлення, які автоматично реагують на зміни у середовищі.

Було розроблено кілька сценаріїв, які включали автоматичне включення та вимикання світла залежно від часу доби та присутності людей у приміщенні. Наприклад, світло автоматично вмикалося у вечірні години або коли хтось входив у кімнату, та вимикалося, коли приміщення залишалося порожнім.

Протягом експерименту система збирала дані про ефективність роботи сценаріїв освітлення. Це включало моніторинг часу, коли світло було ввімкнене, та реакцію системи на зміни в середовищі.

Результати показали, що система ефективно адаптувалася до потреб користувачів, забезпечуючи комфортне освітлення та знижуючи загальне споживання електроенергії. Наприклад, в періоди, коли кімнати не використовувалися, світло не вмикалося без потреби, що призвело до значної економії енергії.

Крім енергоефективності, експеримент також демонстрував поліпшення в рівні комфорту для мешканців. Автоматизоване управління освітленням забезпечувало оптимальну яскравість та інтенсивність світла в залежності від потреб та умов, що зменшувало необхідність ручного втручання і створювало більш приємне освітлене середовище.

Система надавала можливість користувачам кастомізувати налаштування освітлення, забезпечуючи гнучкість у створенні індивідуальних сценаріїв, які враховують особисті переваги і звички.

Зменшення загального споживання електроенергії також позитивно впливало на економічні показники, зменшуючи витрати на електроенергію.

Експеримент підкреслив значення інтелектуальної системи управління освітленням у підвищенні ефективності енерговикористання та створенні комфортного житлового середовища. Результати можуть бути використані для розвитку та вдосконалення подібних систем, а також для їх інтеграції з іншими аспектами розумного будинку.

**Третій експеримент** був зосереджений на оцінці ефективності системи контролю клімату в будинку. Основна мета полягала у визначенні здатності системи автоматично підтримувати оптимальний клімат, забезпечуючи комфортні умови проживання і в той же час ефективно використовуючи енергетичні ресурси.

На початку експерименту були встановлені датчики температури та вологості в критичних точках будинку. Ці датчики були інтегровані з центральною системою управління, дозволяючи збирати точні дані про кліматичні умови всередині будівлі.

Були розроблені алгоритми, що дозволяли системі аналізувати отримані дані та автоматично регулювати роботу опалювальних систем та кондиціонерів, щоб підтримувати задану температуру та вологість.

Протягом експерименту система постійно збирала дані про температуру та вологість, а також про використання енергії опаленням та кондиціонуванням.

Результати показали, що система здатна ефективно реагувати на зміни кліматичних умов у будинку. Наприклад, у випадку різкого підвищення температури, система автоматично збільшувала інтенсивність кондиціонування, тоді як в холодніші дні активувалася система опалення, аби зберегти комфортний клімат.

Одним з ключових висновків експерименту було виявлення значної енергоефективності. Система не тільки забезпечувала необхідний рівень комфорту, але й оптимізувала використання енергетичних ресурсів. Наприклад, у нічний час, коли потреба в опаленні або охолодженні знижувалась, система автоматично зменшувала їх інтенсивність.

Система також ефективно реагувала на зміни погодних умов. У дні з підвищеною вологістю повітря, вона коригувала роботу кондиціонерів, щоб знизити вологість в приміщенні, забезпечуючи більш комфортні умови.

Крім покращення комфорту, експеримент також вказав на значне зниження витрат на енергію. Система використовувала енергію тільки тоді, коли це було дійсно необхідно, що призвело до економії витрат.

Результати третього експерименту підтвердили, що інтегрована система контролю клімату може значно підвищити якість життя мешканців, забезпечуючи комфортні умови проживання та одночасно оптимізуючи використання енергетичних ресурсів. Це відкриває широкі перспективи для подальшого розвитку та впровадження подібних систем у сучасному житловому будівництві, сприяючи створенню більш сталого та енергоефективного житлового середовища.

Одним із напрямків подальшого вдосконалення системи є інтеграція технологій штучного інтелекту та машинного навчання. Це дозволить системі більш точно прогнозувати потреби користувачів та адаптуватися до них, ще більше підвищуючи ефективність використання енергії.

Загалом, третій експеримент підтвердив, що інтелектуальна система контролю клімату в будинку може відіграти ключову роль у створенні більш комфортного, енергоефективного та екологічно сталого житлового простору. Отримані дані та зроблені висновки мають велике значення для розробки майбутніх проектів розумних будинків, спрямованих на покращення якості життя та збереження навколишнього середовища. Окрім технічних аспектів, такі системи також відіграють важливу роль у соціальній і культурній сфері, сприяючи створенню сучасного та зручного середовища для проживання.

**Четвертий експеримент**, проведений в рамках дослідження ефективності системи автоматизації розумного будинку, мав на меті оцінити її здатність до інтеграції з різноманітними розумними пристроями та сервісами. Основна увага була зосереджена на перевірці сумісності системи з розумними камерами безпеки, датчиками руху, датчиками відкриття/закриття вікон і дверей, а також її взаємодії з голосовими асистентами та мобільними додатками.

У рамках експерименту було встановлено кілька розумних камер безпеки всередині та зовні будівлі. Ці камери були інтегровані в систему автоматизації так, що користувачі могли отримувати доступ до відеозаписів в реальному часі через мобільний додаток або через веб-інтерфейс. Експеримент показав, що

68

система автоматично адаптувалась до змін умов освітлення, та забезпечувала високу якість зображення навіть у нічний час.

Датчики руху були встановлені в ключових точках будинку. Вони синхронізувались з системою освітлення та сигналізації безпеки, дозволяючи автоматично вмикати світло при виявленні руху в певних зонах і відправляти сповіщення на мобільний додаток власника у разі фіксації незвичайної активності. Це забезпечило ефективне управління енергоспоживанням та підвищення рівня безпеки.

Датчики на вікнах і дверях були включені до системи для моніторингу їх стану. Система надавала можливість дистанційного контролю, відкриваючи або закриваючи вікна та двері за допомогою мобільного додатку або автоматично реагуючи на зміни погодних умов, що додатково сприяло збереженню енергії та комфорту в будинку.

Інтеграція системи з популярним голосовим асистентом, таким як Google Assistant, забезпечила користувачам можливість управління різними функціями будинку за допомогою голосових команд. Це робило використання системи більш інтуїтивним і зручним.

Нарешті, мобільний додаток, що був інтегрований з системою, давав можливість користувачам моніторити і управляти всіма підключеними пристроями в режимі реального часу, незалежно від їх місцезнаходження. Це включало перегляд відео з камер, контроль датчиків руху, відкриття та закриття вікон, а також взаємодію з голосовими асистентами.

Таким чином, четвертий експеримент підтвердив, що інтегрована система автоматизації розумного будинку здатна ефективно взаємодіяти з широким спектром розумних пристроїв і сервісів, забезпечуючи високий рівень безпеки, комфорту та енергоефективності. Впровадження такої системи відкриває нові можливості для оптимізації повсякденного життя, дозволяючи користувачам більш гнучко і ефективно управляти своїми домашніми просторами.

**П'ятий експеримент** мав на меті оцінити зручність та інтуїтивність користувацького інтерфейсу системи розумного будинку. Важливо, щоб така

система була не тільки функціональною, але й зрозумілою та доступною для користувачів, незалежно від їхнього технічного досвіду або віку.

Для оцінки користувацького інтерфейсу було розроблено опитування, яке розповсюджувалось серед користувачів системи. Опитування включало низку питань, які стосувалися зручності інтерфейсу, легкості налаштування системи, інтуїтивності використання, а також загального задоволення користувача.

Результати опитування показали, що більшість користувачів відчують себе комфортно при використанні інтерфейсу. Було відзначено, що інтерфейс має чітку та логічну структуру, що дозволяє легко налаштовувати між різними функціями. Користувачі відмітили, що інтерфейс є інтуїтивним, з зрозумілими іконками та описами, що робить процес навчання та адаптації до системи швидким і безболісним.

Також користувачі оцінили наявність гнучких налаштувань, які дозволяли їм адаптувати систему під свої індивідуальні потреби. Зокрема, було зазначено, що можливість персоналізувати різні аспекти системи, такі як сценарії освітлення чи температурний режим, значно покращує користувацький досвід.

Відгуки також вказували на ефективність вбудованих допоміжних функцій, таких як підказки та інструкції, які допомагали новим користувачам швидко освоїти систему. Це підкреслює важливість наявності добре розробленої підтримки користувача та інтерактивних інструкцій для забезпечення плавності переходу користувачів на нову технологію.

Загалом, результати опитування вказували на високий рівень задоволеності користувачів з інтерфейсом системи автоматизації розумного будинку. Це підтверджує, що користувацький інтерфейс був добре спланований та виконаний, забезпечуючи легке, інтуїтивне управління, яке зменшує бар'єри використання сучасних технологій у побуті. Це не тільки спрощує взаємодію користувачів з системою, але й сприяє ширшому прийняттю та використанню систем автоматизації розумного будинку в загальному.

**Останній експеримент** у серії досліджень розумного будинку був зосереджений на оцінці загальної надійності та стабільності роботи системи.

70

Надійність системи є критично важливою, оскільки від неї залежить здатність системи виконувати свої функції без перерв та непередбачуваних збоїв, що є особливо важливим у повсякденному житті користувачів.

Для проведення цього експерименту було встановлено систематичний моніторинг роботи системи протягом декількох місяців. Це включало в себе контроль за всіма основними компонентами системи, такими як автоматизація освітлення, клімат-контроль, інтеграція з іншими розумними пристроями та загальна робота користувацького інтерфейсу.

В ході цього тривалого моніторингу було здійснено аналіз можливих помилок або збоїв у роботі системи. Це включало в себе як автоматичне виявлення помилок за допомогою системних журналів, так і збір зворотного зв'язку від користувачів системи. Особлива увага приділялася виявленню будь-яких затримок у реакції системи, неправильній роботі сенсорів, або проблемам у взаємодії з користувацьким інтерфейсом.

Результати експерименту показали, що система демонструвала високу стабільність у своїй роботі. Зареєстровано було лише незначну кількість помилок, які не впливали на загальну функціональність системи та її здатність виконувати основні завдання. Більш того, випадки, що виникали, були швидко ідентифіковані та усунені, що свідчить про ефективність системи самодіагностики та відновлення.

Також було відзначено, що система рідко вимагала втручання з боку користувачів або технічного персоналу. Це свідчить про те, що вона була спроектована з урахуванням принципів надійності та самостійності. Мінімальна потреба в перезавантаженнях або рестарті системи також підкреслює її стабільність.

Під час експерименту особлива увага приділялася взаємодії системи з різними пристроями і сервісами. Система показала високий рівень сумісності та стабільної роботи у взаємодії з різними розумними пристроями, що є важливим аспектом для забезпечення широкої функціональності та зручності в розумному будинку.



Загалом, результати останнього експерименту засвідчили, що система є надійною та стабільною в довгостроковій перспективі, забезпечуючи користувачам безперебійну та ефективну роботу. Це додає впевненості у її використанні як частини повсякденного життя, підкреслюючи її потенціал для ширшого впровадження в концепції розумних будинків.

Проведені експерименти показали, що розроблена система автоматизації розумного будинку є ефективною, надійною та зручною у використанні. Енергоефективність системи, яка дозволяє значно знизити витрати на електроенергію, є одним з ключових переваг. Адаптивне управління освітленням і клімат-контролем забезпечує комфортне проживання та оптимальне використання ресурсів. Інтеграція з різними пристроями та системами безпеки підвищує рівень безпеки та зручності використання.

Користувацький інтерфейс системи, який отримав високу оцінку від користувачів, є ключовим фактором для забезпечення легкості використання та задоволення потреб користувачів. Стабільність і надійність системи, які були підтверджені в ході тривалих тестів, забезпечують безперебійну роботу та мінімізують необхідність у частих втручаннях або обслуговуванні.

У підсумку, результати експериментів свідчать про високий потенціал системи автоматизації розумного будинку для підвищення якості життя, зниження витрат на енергоресурси та покращення загальної безпеки житлових приміщень. Впровадження таких систем може сприяти створенню більш ефективних, комфортних та екологічно стійких житлових умов.

#### **4.3 Кібербезпека та програмне забезпечення системи автоматизації розумного будинку**

У сучасному світі розумні будинки стають все більш популярними завдяки їхній здатності підвищувати комфорт, енергоефективність та безпеку проживання. Однак, з ростом їхньої популярності зростає і ризик кібератак. Важливість кібербезпеки в системах автоматизації розумних будинків не можна недооцінювати, оскільки будь-які уразливості можуть призвести до серйозних

наслідків, включаючи порушення приватності та втрату контролю над важливими функціями дому[38].

Декілька аспектів кібербезпеки та програмного забезпечення систем автоматизації розумного будинку може бути визначено так:

1. Шифрування даних: центральним елементом безпеки розумного будинку є шифрування даних. Шифрування допомагає забезпечити, що навіть у випадку витоку даних, вони залишаться незрозумілими для несанкціонованих осіб. Важливо, що як внутрішнє, так і зовнішнє спілкування системи захищене.

2. Аутентифікація та авторизація: для забезпечення того, що тільки уповноважені особи мають доступ до системи управління розумним будинком, використовуються надійні методи аутентифікації та авторизації. Двофакторна аутентифікація, сильні паролі та біометричні дані можуть значно знизити ризик несанкціонованого доступу.

3. Оновлення програмного забезпечення: регулярні оновлення є ключовими для захисту від відомих уразливостей. Виробники повинні забезпечувати своєчасні патчі безпеки, а користувачі - встановлювати ці оновлення без зволікань.

4. Мережева безпека: сильна мережева безпека вимагає використання брандмауерів, антивірусного програмного забезпечення та інших заходів захисту для виявлення та блокування підозрілого трафіку та діяльності.

5. Фізична безпека: не менш важливим є фізичний захист пристроїв системи від несанкціонованого доступу. Це може включати замки, безпечне розміщення обладнання та інші методи фізичного захисту.

6. Моніторинг та реагування: ефективна система безпеки повинна включати засоби для моніторингу стану системи та вчасного реагування на будь-які виявлені загрози. Системи виявлення вторгнень та регулярний аудит безпеки можуть допомогти виявляти та нейтралізувати потенційні кіберзагрози.

7. Стандарти безпеки: впровадження міжнародних стандартів та кращих практик кібербезпеки може допомогти забезпечити уніфікований рівень захисту в усіх аспектах системи розумного будинку.

Забезпечення кібербезпеки в системах розумного будинку є не просто питанням зручності, а необхідністю для захисту приватного життя та фізичної безпеки його мешканців. Шифрування даних, надійні методи аутентифікації, регулярні оновлення програмного забезпечення, міцна мережева та фізична безпека, а також ефективний моніторинг та реагування на загрози - усі ці заходи спільно формують міцний фундамент для безпечного розумного будинку. Крім того, впровадження міжнародних стандартів безпеки може додатково підсилити захист системи. У міру розвитку технологій, важливо, щоб питання кібербезпеки залишалося на передньому плані у розробці та управлінні системами розумного будинку.

#### **4.4. Фактори, що впливають на ефективність автоматизації розумного будинку**

Ефективність системи автоматизації розумного будинку визначається цілим спектром факторів, які забезпечують її функціональність, надійність, зручність використання та економічну вигоду. Розглянемо детальніше ключові аспекти, які формують ефективну систему розумного будинку.

Перш за все, важливо звернути увагу на інтеграцію та сумісність різноманітних компонентів системи. Розумний будинок часто включає в себе множину пристроїв, таких як освітлювальні прилади, системи безпеки, датчики температури, аудіо- та відеотехніку, які повинні безперешкодно спілкуватися між собою. Ця інтеграція забезпечується за допомогою стандартів бездротового зв'язку, таких як Wi-Fi, Zigbee, Z-Wave, Bluetooth. Вибір правильних технологій зв'язку та їхня сумісність є ключовими для створення гармонійної та ефективної системи.

Наступним важливим аспектом є безпека та конфіденційність. В епоху цифрових технологій, питання кібербезпеки набуває особливого значення. Система розумного будинку збирає та обробляє велику кількість даних, включаючи особисту інформацію користувачів. Тому вкрай важливо забезпечити захист цих даних від несанкціонованого доступу та злоумисників.

Ефективність системи вимірюється не тільки її функціональністю, але й здатністю забезпечити надійний захист даних та приватності користувачів.

Легкість управління та інтуїтивність інтерфейсу також відіграють важливу роль. Система повинна бути простою у використанні, щоб кожен член сім'ї, незалежно від технічних навичок, міг легко управляти домашніми пристроями. Це включає в себе зрозумілі та зручні мобільні додатки, можливість голосового керування, а також наявність централізованого інтерфейсу для контролю всіх систем.

Енергоефективність є ще одним ключовим фактором. Система розумного будинку повинна сприяти зниженню витрат на енергію, автоматично регулюючи освітлення, температуру, використання електроприладів. Це не тільки зменшує екологічний вплив, але й дозволяє користувачам заощаджувати кошти на комунальних послугах. Інтелектуальна автоматизація, яка адаптується до звичок користувачів та зовнішніх умов, наприклад, погоди чи часу дня, може значно підвищити енергоефективність системи.

Надійність та стабільність роботи системи — невід'ємні елементи її ефективності. Важливо, щоб система забезпечувала безперебійну роботу та швидку реакцію на команди користувача. Відсутність частих збоїв, затримок в реакції на команди чи необхідності частих перезапусків є показником високої надійності системи.

Вартість та економічність також мають велике значення. Початкові витрати на встановлення системи розумного будинку, а також її експлуатаційні витрати, повинні бути обґрунтовані її довгостроковими перевагами, такими як зниження рахунків за електроенергію, підвищення комфорту та безпеки житла.

Нарешті, масштабованість системи є важливим аспектом. Система повинна бути гнучкою, щоб дозволити легке додавання або зміну компонентів згідно з мінливими потребами користувачів або з технологічним прогресом.

Ефективність системи автоматизації розумного будинку є багатогранною та залежить від різних факторів — від технічних характеристик та безпеки до користувацької зручності та економічності. Інтеграція сучасних технологій,

75

забезпечення кібербезпеки та конфіденційності, оптимізація управління та енергоефективність роблять систему ефективною та привабливою для користувачів.

Забезпечення надійності та стабільності роботи системи грає важливу роль у задоволенні потреб користувачів та уникненні ризиків. Легкий та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, який дозволяє зручно управляти всією системою, сприяє популяризації та широкому впровадженню розумних будинків.

Економічність системи визначається не лише вартістю встановлення, але й здатністю заощаджувати кошти завдяки ефективному використанню ресурсів та підтримці енергоефективних режимів. Масштабованість системи грає важливу роль у її довгостроковій вартості та можливості вдосконалення в майбутньому.

Загалом, ефективність системи автоматизації розумного будинку визначається комплексом взаємозв'язаних факторів, які повинні працювати спільно для забезпечення найвищого рівня задоволення від використання та максимальної користі для користувачів. Врахування цих аспектів є важливим кроком у створенні сучасного та конкурентоспроможного розумного будинку.

#### 4.5. Висновки

У цьому розділі ми детально розглянули всі аспекти розробки та впровадження системи автоматизації розумного будинку. Реалізація цієї системи на базі Google Home включала в себе роботу з різноманітними пристроями, використання спеціалізованого програмного забезпечення, етапи експериментів, аналіз кібербезпеки, і визначення факторів, що впливають на її ефективність.

Першочергове завдання було вирішено шляхом успішної інтеграції з різними розумними пристроями, створенням логіки роботи та визначенням сценаріїв автоматизації. Впровадження платформи Google Home забезпечило гнучкість та легкість управління всіма аспектами розумного будинку.

Експерименти були спрямовані на різні аспекти системи, включаючи енергоефективність, управління освітленням та кліматом. Отримані результати вказують на високий рівень ефективності та оптимальне використання ресурсів.

Важливо відзначити, що впровадження розумних систем автоматизації у будинках не лише поліпшує технічні характеристики будівель, а й створює позитивний соціальний вплив. Комфортні та енергоефективні будинки сприяють здоров'ю та благополуччю мешканців.

Розумні системи також можуть мати значущі економічні переваги. Зниження витрат на енергію і покращення управління ресурсами сприяють економії грошей для мешканців та спільнот.

Впровадження розумних будинків дозволяє суспільству адаптуватися до сучасних технологічних трендів. Це стає важливою частиною розвитку сучасного життя та підвищення конкурентоспроможності міст та регіонів.

Проекти розумних будинків можуть слугувати прикладом для інших галузей, показуючи, як використання інноваційних технологій може покращити різні аспекти життя та роботи.

Аспекти кібербезпеки та програмного забезпечення були ретельно розглянуті та враховані під час розробки. Застосування спеціалізованого програмного забезпечення дозволило налаштувати безпеку та надійність системи.

Визначення факторів, які впливають на ефективність автоматизації, включало аналіз користувацького інтерфейсу, надійності системи та інтеграції з іншими пристроями. Розглянуті аспекти підкреслюють важливість гармонійної взаємодії та комфортного використання системи.

Можна стверджувати, що реалізація системи автоматизації розумного будинку на основі Google Home успішно враховує та задовольняє високі технічні та функціональні вимоги, сприяючи комфортному та ефективному використанню ресурсів будинку. Зроблені висновки можуть бути корисні для подальшого вдосконалення та впровадження подібних технологій у будинках та громадських будівлях.



## ВИСНОВКИ

У ході магістерської роботи було здійснено дослідження та розроблено комплексну систему автоматизації для розумного будинку. Основна мета системи полягала у створенні ефективного, енергозберігаючого та комфортного житлового середовища. Дослідження охопило аналіз існуючих рішень на ринку, вивчення потреб користувачів та розробку індивідуальної системи, яка враховує специфіку вітчизняних умов проживання.

Значну увагу було приділено інтеграції різноманітних компонентів системи, включаючи сенсори, керуючі пристрої та інтерфейси користувача. Система була розроблена таким чином, щоб бути гнучкою, масштабованою та зручною для користувачів, незалежно від їх технічної підготовки. Особлива увага була зосереджена на забезпеченні безпеки та приватності, які є критично важливими у сфері розумних будинків.

Результати проведених експериментів підтвердили ефективність запропонованої системи. Було встановлено, що вона допомагає знижувати витрати на електроенергію, підтримувати оптимальний мікроклімат в приміщенні та забезпечувати високий рівень комфорту та безпеки для мешканців. Завдяки інтелектуальному управлінню освітленням, температурою та іншими системами будинку, користувачі мають можливість віддалено керувати домашніми функціями, що значно підвищує якість їхнього життя.

Проект також виявив деякі виклики та обмеження, які потребують подальшого вивчення та розвитку. Це стосується, наприклад, високої вартості деяких компонентів та складнощів інтеграції різних систем у єдине ціле. Однак, загальний позитивний вплив системи на якість життя та ефективність використання ресурсів підтверджує її потенціал та необхідність подальших досліджень у цій області.

На основі проведеного дослідження можна зробити висновок, що розробка та впровадження системи автоматизації розумного будинку має значний потенціал для підвищення комфорту, безпеки та енергоефективності в

79



житлових приміщеннях. Вона відіграє ключову роль у формуванні майбутнього житлового простору, де технологічні інновації інтегровані з повсякденним життям людини для створення більш комфортного, безпечного та екологічно стійкого середовища.

У майбутньому, із розвитком технологій та зниженням вартості компонентів, системи автоматизації розумного будинку можуть стати більш доступними та широко використовуватися в різних типах житлових приміщень. Це дозволить ще більше збільшити ефективність використання енергії, покращити контроль за домашнім середовищем та забезпечити вищий рівень зручності для користувачів.

Загалом, дане дослідження демонструє, що інтеграція розумних технологій у житлову інфраструктуру є важливим кроком на шляху до створення більш інтелектуального, зручного та сталого суспільства. Розроблені рішення та отримані результати можуть бути використані як основа для подальших наукових досліджень та практичного застосування в галузі автоматизації розумного будинку.

Таким чином, ця магістерська робота вносить вагомий внесок у розвиток технологій розумного будинку та підкреслює важливість подальших інновацій та досліджень у цій області для забезпечення сталого та комфортного майбутнього.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Agee Ph., Gao X., Paige F., McCoy A., Kleiner B. A human-centred approach to smart housing, Building Research & Information. 2020. URL: [https://www.researchgate.net/publication/343859256\\_A\\_human-centred\\_approach\\_to\\_smart\\_housing](https://www.researchgate.net/publication/343859256_A_human-centred_approach_to_smart_housing) (дата звернення: 13.10.2023).
2. Brush A.J., Albrecht J., Miller R., Hazas M. Smart Homes. IEEE Pervasive Computing. 2020. Vol. 19(2). P. 69-73.
3. Chien Sh.-F. An Emergent Smart House. Communications in Computer and Information Science. 2013. Vol. 369. P. 198-209.
4. Zhao Z., Meng Q., Cai Y. Research on Measures to Improve the Innovation Performance of R&D Investment in Smart Home Enterprises. Open Journal of Business and Management. 2018. Vol. 06(04). P. 890-899.
5. Акулов В. О. Дослідження методів прогнозування показників клімат контролю в системах Internet of Things : [атестац. робота магістер. рівня] / Акулов В. О. ; МОН України, Харків. нац. ун-т радіоелектроніки. – Харків, 2020. – 63 с. – URL: [https://u.to/\\_XZGGw](https://u.to/_XZGGw) (дата звернення: 15.10.2023)
6. Андреева О. В. Особливості застосування мереж з комірчастою топологією у цифрових будинках // Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси : матеріали XIII міжнар. наук.-практ. конф. (19-20 трав. 2020 р., м. Київ). – К., 2020. – С. 14-16.
7. Бабенко О. В. Актуальність технологій розумних будинків для підвищення енергоефективності економіки держави / О. В. Бабенко, М. С. Омелянчук // Матеріали XLVIII наук.-техн. конф. підрозділів Вінниц. нац. техн. ун-ту (НТКП ВНТУ-2019) : зб. доп. – Вінниця, 2019. – С. 2920-2921. – URL: <https://u.to/1IREGw> (дата звернення: 18.10.2023)
8. Береговська Х. В. Розроблення автоматизованої програмної системи адміністрування та моніторингу систем «Розумний будинок» / Х. В. Береговська, В. М. Теслюк, М. М. Баран // Моделювання та інформ. технології. – 2017. – Вип. 81. – С. 114-122. – URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mtit\\_2017\\_81\\_18](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mtit_2017_81_18) (дата звернення: 23.10.2023)
9. Береговський В. В. Математичне та програмне забезпечення автоматизованого проектування систем «інтелектуального будинку» : дис. канд. техн. наук : 05.13.12 / Береговський В. В. ; Нац. ун-т «Львів. політехніка». – Львів, 2017. – 212 с. : рис., табл. – URL: <https://cutt.ly/7vKSeKf> (дата звернення: 24.10.2023)
10. Бобровнікова К. Ю. Методи забезпечення енергоефективності та енергозбереження в системі розумного будинку / К. Ю. Бобровнікова, Е. В. Товстуха // Комп'ютер. системи та інформ. технології. – 2020. – № 1. – С. 54-59. – URL: <https://u.to/RTBNGw> (дата звернення: 28.10.2023)

- 11.Бойко А. М. Моделювання автоматизованої системи оперативного управління параметрами «розумного будинку» в середовищі PROTEUS / А. М. Бойко, В. Б. Дроменко // Технології та дизайн. – 2020. – № 2. – URL: <https://u.to/2vdLGw> (дата звернення: 03.11.2023)
- 12.Бондаренко В. Г. «Розумний будинок» і його компоненти // Зб. тез. доп. 79-ї наук. конф. виклад. акад. (м. Одеса, 16-19 квіт. 2019 р.) / Одес. нац. акад. харч. технологій ; під заг. ред. Б. В. Єгорова. – Одеса, 2019. – С. 223-224. – URL: <https://cutt.ly/RvKSbpR> (дата звернення: 13.10.2023)
- 13.Борейко О. Ю. Розроблення компонентів системи відеонагляду «інтелектуального будинку» на базі Raspberry Pi / О. Ю. Борейко, В. М. Теслюк, О. М. Березький // Моделювання та інформ. технології. – 2014. – Вип. 71. – С. 66-71. – URL: <https://u.to/rTBNGw> (дата звернення: 05.11.2023)
- 14.Волосова Т. А. Технологія «Розумний дім»: майбутнє вже поруч // Маркетинг і контролінг: сучасні виклики підприємництва : зб. матеріалів міждисциплін. наук.-практ. конф. (30 листоп. 2017 р.) / [уклад. Л. І. Юдіна]. – Електрон. дані (6,2 Мб). – К, 2017. – С. 144-146. – URL: <https://cutt.ly/8bmvjXb> (дата звернення: 19.10.2023)
- 15.Гирман О. М. «Розумний будинок» в сучасних умовах / О. М. Гирман, Л. А. Лигіна // Майбутній науковець – 2015 : матеріали всеукр. наук.-практ. конф., м. Сєверодонецьк, 4 груд. 2015 р. / [уклад. В. Ю. Тарасов]. – Сєверодонецьк, 2015. – С. 103- 104. – URL: <https://cutt.ly/VvJxbj8> (дата звернення: 13.10.2023)
- 16.Гичак С. Є. Розробка інтелектуальної інформаційної системи «Розумний будинок» : [магістер. кваліф. робота] / С. Є. Гичак ; МОН України, Одес. держ. екол. ун-т. – Одеса, 2017. – 144 с. – URL: <https://u.to/CHpGGw> (дата звернення: 17.11.2023)
- 17.Глибовець А.М., Моголівський В.О. Аналіз програмних систем підтримки розумного будинку. *Control systems and computers*, 2019. № 3. С. 30-37
- 18.Гороний М. С. Система моніторингу за життям людей на основі технології розумний будинок : [диплом. робота магістра] / М. С. Гороний ; Хмел. нац. ун-т. – Хмельницький, 2020. – 100 с.
- 19.Гринчук Є. І. Розробка та дослідження автоматизованої системи забезпечення комфорту та енергоефективності житлових приміщень : [диплом. робота магістра] / Гринчук Є. І. ; Терноп. нац. техн. ун-т ім. Івана Пулюя. – Тернопіль: ТНТУ, 2019. – 117 с. – URL: <https://u.to/M3dGGw> (дата звернення: 23.10.2023)
- 20.Дерев'янка Ю. В. Дослідження можливостей «інтелектуального будинку» / Ю. В. Дерев'янка, О. Л. Краснікова // Право і Безпека. – 2010. – № 1. – С. 223-226. – URL: <https://cutt.ly/DbmPIO9> (дата звернення: 07.11.2023)

- 21.Добролюбова М. В. Інформаційно-вимірювальна система «Клімат-контроль» / М. В. Добролюбова, А. Т. Чемерис, Я. В. Моніт // Механіка гіроскопічних систем. – 2016. – № 32. – С. 5-13. – URL: <https://u.to/jwxHGw> (дата звернення: 17.11.2023)
- 22.Донцов І. Д. Використання штучного інтелекту в домашній автоматизації та енергозбереженні / І. Д. Донцов, О. М. Безвесільна // Погляд у майбутнє приладобудування : XI всеукр. наук.-практ. конф. студентів та аспірантів (15-16 трав. 2018 р., КПП ім. І. Сікорського). – К., 2018. – С. 505-508. – URL: <https://u.to/MXRGGw> (дата звернення: 11.11.2023)
- 23.Іванова Д. В. Засоби реалізації концепції «Розумний будинок» / Іванова Д. В., Діордієв В. Т. // Проблеми механізації та електрифікації технологічних процесів : матеріали VI Всеукр. наук.-техн. Інтернет-конф. молод. учених, магістрантів та студентів за підсумками наук. дослідж. 2018 р. – Мелітополь, 2019. – Вип. VI. – С. 51-52. – URL: <https://cutt.ly/uvJvUgh> (дата звернення: 23.11.2023)
- 24.Камаєв В. Р. Система оптимізації енергоспоживання для розумного будинку на основі технології Bluetooth Low Energy : [диплом. робота магістра] / Камаєв В. Р. ; Терноп. НТУ ім. Івана Пулюя. – Тернопіль, 2019. – 119 с. – URL: <https://u.to/V3dGGw> (дата звернення: 17.10.2023)
- 25.Касіянчук В. Д. Енергоефективний будинок, альтернативна енергія, енергозберігаючі технології вже сьогодні! Економічні основи // Наук.-інформ. вісн. Івано-Франк. ун-ту права ім. Короля Данила Галицького. – 2011. – № 4. – С. 266-270. – URL: <https://cutt.ly/3vJv8io> (дата звернення: 27.10.2023)
- 26.Ковальчук П. Р. Проектування та алгоритмізація процесу впровадження системи клімат контролю на основі технології IoT : [диплом. робота магістра] / Ковальчук П. Р. ; МОН України, Нац. авіац. ун-т. – К., 2020. – 101 с. – URL: <https://cutt.ly/xvKQAol> (дата звернення: 13.10.2023)
- 27.Корепанов О. С. Статистичне дослідження інтенсивності використання інформаційно-комунікаційних технологій домашніми господарствами в «розумних» громадах в Україні // Економіка та держава. – 2018. – № 5. – С. 65-70. – Бібліогр.: 10 назв. – URL: [http://www.economy.in.ua/pdf/5\\_2018/17.pdf](http://www.economy.in.ua/pdf/5_2018/17.pdf) (дата звернення: 15.11.2023)
- 28.Кукунін С. В. Розробка цілісної методології організації систем типу «розумний будинок» в рамках парадигми «інтернету речей» // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, вир-во. – 2020. – Вип. 38. – С. 40-45. – URL: <https://u.to/TfVGGw> (дата звернення: 21.10.2023)
- 29.Купін А. І. Структура експертної системи інтелектуального регулювання мікроклімату житлових приміщень / А. І. Купін, І. О. Музика, Д. І. Кузнецов // Радіоелектроніка, інформатика, упр. – 2017. – № 1. – С. 171-177. – URL: <https://u.to/LjBNGw> (дата звернення: 18.10.2023)

- 30.Лавриненко В. В. Система «Розумний будинок» // Радіоелектроніка в ХХІ столітті : матеріали ХІ наук.-техн. конф. студентів, аспірантів та викладачів радіотехн. ф-ту КПІ ім. І. Сікорського (16-17 трав. 2017 р., м. Київ). – К., 2017. – С. 71- 73. – URL: <https://u.to/tnVGGw> (дата звернення: 13.10.2023)
- 31.Маслова М. «Розумний будинок» : бібліографічний покажчик / КЗ «ЗОУНБ» ЗОР, Від. наук. інформації та бібліографії ; [уклад. М. Маслова]. – Запоріжжя : [ЗОУНБ], 2021. – 76 с.
- 32.Масляк І. М. Проблеми впровадження концепції розумний будинок в Україні // Концептуальні проблеми розвитку сучасної гуманітарної та прикладної науки : матеріали ІІІ Міжнар. наук.- практ. симпозіуму (м. Івано-Франківськ, 17 трав. 2019 р.). – ІваноФранківськ, 2019. – С. 170-174. – URL: <https://cutt.ly/yvJcjbH> (дата звернення: 24.11.2023)
- 33.Монастирський Л. Розрахунок моделі енергозатрат «розумного будинку» / Л. Монастирський, Я. Бойко, О. Петришин // Електроніка та інформ. технології. – 2017. – Вип. 8. – С. 111-117. – URL: <https://u.to/jndGGw> (дата звернення: 13.10.2023)
- 34.Музика І. О. Інформаційна система енергоменеджменту побутової техніки у системах типу «Інтелектуальний дім» / І. О. Музика, Д. І. Кузнецов // Вісн. Криворіз. нац. ун-ту : зб. наук. пр. – 2017. – Вип. 45. – С. 33-38. – Бібліогр.: 15 назв. – URL: <https://u.to/8F1EGw> (дата звернення: 30.10.2023)
- 35.Невлюдов І. Ш. Сучасні ресурсозберігаючі технології в системі керування «Розумним будинком» / І. Ш. Невлюдов, Г. В. Пономарьова, М. А. Волкова // Матеріали 4-й Міжнарод. науч.-техн. конф. «Информационные системы и технологии» (ИСТ 2015), 21-27 сент. 2015 г., г. Харьков. – Харьков, 2015. – С. 134-135. – URL: <https://cutt.ly/uvJQExH> (дата звернення: 30.10.2023)
- 36.Обробка даних системи цифрових сенсорів температури з метою оптимізації енерговитрат «розумного» будинку / Л. С. Монастирський [та ін.] // Сенсор. електроніка і мікросистем. технології. – 2018. – Т. 15, № 3. – С. 74-81. – URL: <https://u.to/ADBNGw> (дата звернення: 30.10.2023)
- 37.Олешко Т. І., Касьянова Н. В., Смерічевський С. Ф. Цифрова економіка : підручник / Т. І. Олешко, Н. В. Касьянова, С. Ф. Смерічевський та ін. – К. : НАУ, 2022. – 200 с
- 38.Палян Г. В. Реалізація сервісних і охоронних функцій у сучасному цифровому будинку : [магістер. дис.] / Палян Г. В. ; КПІ ім. І. Сікорського. – К., 2020. – 89 с. – URL: <https://u.to/ZXRGGw> (дата звернення: 08.11.2023)
- 39.Парадзінський О. О. Система моніторингу стану помешкань за технологією IoT : [магістер. дис.] / Парадзінський О. О. ; НТУ 21 України

- «КПІ ім. І. Сікорського». – К., 2019. – 98 с. – URL: <https://u.to/dXRGGw> (дата звернення: 08.11.2023)
40. Побоченко Л. М. «Розумне місто» («розумний будинок») та його енергетична складова: світовий досвід / Л. М. Побоченко, Ю. Е. Шваюк // Стратегія розвитку України. – 2016. – № 1. – С. 141-145. – URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/sru\\_2016\\_1\\_27](http://nbuv.gov.ua/UJRN/sru_2016_1_27) (дата звернення: 13.11.2023)
41. Полякова О. В. Класифікація функціональних складових елементів системи інтелектуального керування середовищем при проектуванні житла // Вісн. Київ. нац. ун-ту технологій та дизайну. Техн. науки. – 2016. – № 4 (100). – С. 133-140. – URL: <https://u.to/6vFLGw> (дата звернення: 18.11.2023)
42. Ратушний П. М. Система дистанційного моніторингу приміщення на GSM модулі : [охорон. система «розумного будинку»] / П. М. Ратушний, Д. В. Худаско // Матеріали XLVI наук.-техн. конф. підрозділів Вінниц. нац. техн. ун-ту (НТКП ВНТУ-2017) : зб. доп. – Вінниця, 2017. – С. 1939-1942. – URL: <https://u.to/gVNEGw> (дата звернення: 13.11.2023)
43. Ратушняк Т. В. Потенціал комп'ютерних технологій в майбутньому соціальному житті людства / Ратушняк Т. В., Габрид В. В., Мациборук К. А. // Проблеми впровадження інформаційних технологій в економіці : матеріали IX Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (Ірпінь, 17-18 трав. 2018 р.). – Ірпінь, 2018. – С. 58-61. – URL: <https://u.to/y-VGGw> (дата звернення: 13.11.2023)
44. Розводюк М. П. Автономна система живлення розумного будинку / М. П. Розводюк, О. В. Ковтун // Матеріали XLIX наук.-техн. конф. підрозділів Вінниц. нац. техн. ун-ту (НТКП ВНТУ2020) : зб. доп. – Вінниця, 2020. – С. 3224-3226. – URL: <https://u.to/undGGw> (дата звернення: 18.11.2023)
45. Розводюк М. П. Сценарії мікроклімату в системі «розумний будинок» / М. П. Розводюк, В. В. Охов // Матеріали XLVIII наук.-техн. конф. підрозділів Вінниц. нац. техн. ун-ту (НТКП ВНТУ2019) : зб. доп. – Вінниця : ВНТУ, 2019. – С. 3025-3026. – URL: <https://u.to/1IREGw> (дата звернення: 18.11.2023)
46. Терепя О. О. Концепція енергозбереження на базі системи «розумного» будинку / О. О. Терепя, О. В. Бабнеко // Матеріали XLVIII наук.-техн. конф. підрозділів Вінниц. нац. техн. ун-ту (НТКП ВНТУ-2019) : зб. доп. – Вінниця, 2019. – С. 2900-2901. – URL: <https://u.to/1IREGw> (дата звернення: 11.11.2023)
47. Теслюк В. М. Автоматизація системного рівня проектування інтелектуального будинку / В. М. Теслюк [та ін.] // Зб. наук. пр. Ін-ту проблем моделювання в енергетиці ім. Г. Є. Пухова. – К., 2013. – Вип. 67. – С. 138-147. – URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpipm\\_2013\\_67\\_23](http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpipm_2013_67_23) (дата звернення: 13.11.2023)

48. Федоров Д. Збільшення комфорту життя за допомогою інтелектуальних машин «Безпечний будинок» // Наук. зап. Малої акад. наук України. Серія: Пед. науки. – 2018. – Вип. 12. – С. 179- 185. – URL: <https://u.to/CPZGGw> (дата звернення: 13.11.2023)
49. Фурман І. О. Огляд можливостей «розумного будинку» для покращання побутових умов та зменшення витрат на утримання домогосподарств / І. О. Фурман, Р. М. Староверов, Д. О. Мельський // Вісн. Харк. нац. техн. ун-ту сіл. госп-ва ім. Петра Василенка. – 2014. – Вип. 154. – С. 75-76. – URL: <https://u.to/tfBLGw> ; Енергетика та комп'ют.-інтегр. технології в АПК. – 2014. – № 2. – С. 79-80. – URL: <https://u.to/vvBLGw> (дата звернення: 13.10.2023)
50. Цмоць І. Г. Структури та алгоритми роботи підсистем управління мікрокліматом і освітленням розумного будинку / І. Г. Цмоць, Р. М. Карпінєць, Р. В. Сидоренко // Наук. вісн. НЛТУ України. – 2018. – Т. 28, № 1. – С. 108-111. – URL: <https://u.to/4fRLGw> (дата звернення: 13.10.2023)
51. Чижевська М.А. Параметри інформаційної системи «розумний будинок». Наукові записки УНДІЗ. 2019. №4(56). С. 61-67. (дата звернення: 13.10.2023)
52. Шостак І. В. Підхід до роботизації процесів функціонування системи «Розумний будинок» на основі Інтернету речей / І. В. Шостак, М. О. Данова, О. І. Феоктистова // Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси : матеріали XIII міжнар. наук.-практ. конф. (19-20 трав. 2020 р., м. Київ). – К., 2020. – С. 48-49. – URL: <https://cutt.ly/avJvqdb> (дата звернення: 23.11.2023)



## Джерела з Інтернету

1000

Сторінка 87 з 90



[illegible]

Сторінка 89 з 90

65	<a href="http://etd.asj-oa.am/3569">http://etd.asj-oa.am/3569</a>	16 джерел	0.05%
66	<a href="http://ir.stu.cn.ua/bitstream/handle/123456789/24888/%d0%90%d0%b2%d1%82%d0%be%d0%bc%d0%be%d0%b1%d0%90%d0%90">http://ir.stu.cn.ua/bitstream/handle/123456789/24888/%d0%90%d0%b2%d1%82%d0%be%d0%bc%d0%be%d0%b1%d0%90%d0%90</a>	15 джерел	0.05%
67	<a href="https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/26928/1/Kuts_magistr.pdf">https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/26928/1/Kuts_magistr.pdf</a>	20 джерел	0.05%
68	<a href="https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/2750/1/nauka%202011.pdf">https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/2750/1/nauka%202011.pdf</a>	5 джерел	0.05%
69	<a href="http://eir.nuos.edu.ua/xmlui/handle/123456789/6428">http://eir.nuos.edu.ua/xmlui/handle/123456789/6428</a>	35 джерел	0.05%
70	<a href="https://www.daemmt.odesa.ua/index.php/daemmt/article/download/343/291">https://www.daemmt.odesa.ua/index.php/daemmt/article/download/343/291</a>	15 джерел	0.05%
71	<a href="https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/92977/1/Matsakov_bac_rob.pdf">https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/92977/1/Matsakov_bac_rob.pdf</a>		0.05%
72	<a href="https://er.nau.edu.ua/bitstream/NAU/41300/1/%D0%A2%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D1%89%D1%83%D0%BA.pdf">https://er.nau.edu.ua/bitstream/NAU/41300/1/%D0%A2%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D1%89%D1%83%D0%BA.pdf</a>	2 джерела	0.05%
73	<a href="http://referatu.com.ua/referats/7569/178726">http://referatu.com.ua/referats/7569/178726</a>	8 джерел	0.05%
74	<a href="https://op.edu.ua/sites/default/files/publicFiles/dissphd/lyhovidova_i.e._dys_281.pdf">https://op.edu.ua/sites/default/files/publicFiles/dissphd/lyhovidova_i.e._dys_281.pdf</a>	9 джерел	0.05%
75	<a href="https://nbuviap.gov.ua/images/informaciyni_vidanya/ukr_podii_fakti/2023_Ukraine_12.pdf">https://nbuviap.gov.ua/images/informaciyni_vidanya/ukr_podii_fakti/2023_Ukraine_12.pdf</a>	7 джерел	0.05%
76	<a href="http://www.luguniv.edu.ua/?z1=b,63">http://www.luguniv.edu.ua/?z1=b,63</a>	21 джерело	0.05%
77	<a href="http://music-art-and-culture.com/index.php/music-art-and-culture-journal/issue/download/11/Full%20%20PDF">http://music-art-and-culture.com/index.php/music-art-and-culture-journal/issue/download/11/Full%20%20PDF</a>	3 джерела	0.04%
78	<a href="http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/10579/1/Metodychni%20vkazivky%20do%20rozrobky%20bakalav">http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/10579/1/Metodychni%20vkazivky%20do%20rozrobky%20bakalav</a>	5 джерел	0.04%
79	<a href="http://pdatu.edu.ua/images/struktura/biblioteka/bp-kaf-tt2.pdf">http://pdatu.edu.ua/images/struktura/biblioteka/bp-kaf-tt2.pdf</a>	5 джерел	0.04%
80	<a href="http://old.nung.edu.ua/files/attachments/zvit_2018_0.pdf">http://old.nung.edu.ua/files/attachments/zvit_2018_0.pdf</a>		0.04%
81	<a href="http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/71801">http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/71801</a>	2 джерела	0.04%
82	<a href="https://ev.nmu.org.ua/docs/2023/EV20232.pdf">https://ev.nmu.org.ua/docs/2023/EV20232.pdf</a>		0.04%
83	<a href="https://nure.ua/wp-content/uploads/2021/Disertation/dis.pdf">https://nure.ua/wp-content/uploads/2021/Disertation/dis.pdf</a>	2 джерела	0.04%
84	<a href="http://www.ce-studbaza.ru/werk.php?id=2006">http://www.ce-studbaza.ru/werk.php?id=2006</a>		0.04%