

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Навчально-науковий інститут кібернетики, інформаційних
технологій та інженерії
Кафедра комп'ютерних технологій та економічної кібернетики

Допущено до захисту:
Завідувач кафедри
комп'ютерних технологій та
економічної кібернетики
д. е. н., проф. П. М. Грицюк

«__» _____ 20__ р

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття ступеня «бакалавр»
за освітньо-професійною програмою
«Інформаційні технології в бізнесі»
спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології»

на тему: **«Розробка концепції розумного будинку на основі екосистеми
Тууа з використанням штучного інтелекту»**

Виконала:
здобувачка освіти 4 курсу,
групи ІСТ-41
Мицюк Анастасія Олександрівна

(прізвище, ім'я, по – батькові)

Керівник:
доцент Парфенюк О. В.

(науковий ступінь, вчене звання прізвище та ініціали)

Національний університет водного господарства та природокористування
ННІ кібернетики, інформаційних технологій та інженерії
Кафедра комп'ютерних технологій та економічної кібернетики

Освітньо-кваліфікаційний рівень – **бакалавр**

за освітньо-професійною програмою **«Інформаційні системи і технології»**

спеціальність **126 «Інформаційні системи та технології»**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ д. е. н., проф. П. М. Грицюк

«_____» _____ 2026 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

здобувачці _____ Мицюк Анастасії Олександрівні _____
(прізвище, ім'я, по-батькові)

**1. Тема роботи: «Розробка концепції розумного будинку на основі екосистеми
Тиуа з використанням штучного інтелекту»**

керівник роботи: Парфенюк Олексій Володимирович, доцент _____
(прізвище, ім'я, по-батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по університету від “_____” _____ 202_ р. С № _____

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи: “_08_” _червня_ 2026 р.

3. Вихідні дані до роботи: технічна документація екосистеми Tuuya Smart та платформи Home Assistant, специфікація апаратних компонентів системи (Raspberry Pi 4 Model B, пристрої Tuuya Smart, IP-камера Reolink E320, USB Zigbee Dongle), документація програмних засобів (HACS, Zigbee2MQTT, MQTT-брокер Mosquitto, OpenAI API), а також практично реалізована система. розумного будинку для житлової квартири

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити): вступ; аналіз предметної області та сучасних технологій розумного будинку; дослідження технологій Інтернету речей і платформ автоматизації житла; проектування системи розумного будинку для житлової квартири; вибір та обґрунтування апаратного і програмного забезпечення; практична реалізація системи на базі екосистеми Tuuya Smart та платформи Home Assistant; налаштування Smart Life, Home Assistant, HACS, Zigbee2MQTT та MQTT Broker; інтеграція пристроїв автоматизації, системи відеоспостереження та сервісів штучного інтелекту; розробка сценаріїв автоматизації освітлення, побутових приладів, контролю якості повітря, безпеки та голосового керування; оцінка ефективності розробленої системи, аналіз результатів впровадження та перспектив її подальшого розвитку; висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

схема загальної структури системи розумного будинку; схема основних переваг використання технологій розумного будинку; план житлової квартири з розміщенням обладнання системи автоматизації; структурна схема системи розумного будинку; схема взаємодії програмних компонентів системи; схема інтеграції пристроїв екосистеми Tuuya Smart та Zigbee; схема реалізованих сценаріїв автоматизації; схема роботи охоронного режиму та системи відеоспостереження; фотографії та технічні ілюстрації основних компонентів системи; скріншоти інтерфейсів Smart Life, Home Assistant, Zigbee2MQTT та інформаційної панелі Dashboard.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Всі розділи	Парфенюк О. В., доцент		

7. Дата видачі завдання “ 16 ” листопада 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналіз об'єкта дослідження, визначення мети та завдань професійної роботи	12.12.25 – 26.12.25	
2.	Аналіз сучасних систем розумного будинку та існуючих платформ автоматизації	29.12.25 – 16.01.26	
3.	Вибір та обґрунтування систем реалізації апаратних і програмних засобів	19.01.26 – 06.02.26	
4.	Проектування структури системи розумного будинку та розробка структурної схеми	09.02.26 – 27.02.26	
5.	Практична реалізація системи: налаштування Home Assistant, інтеграція пристроїв TuYa Smart, Zigbee2MQTT та системи відеоспостереження.	02.03.26 – 03.04.26	
6.	Розробка сценаріїв автоматизації та інтеграції штучного інтелекту і голосового керування	06.04.26 – 24.04.26	
7.	Тестування системи та оцінка ефективності її впровадження	27.04.26 – 08.05.26	
8.	Підготовка тексту кваліфікаційної роботи та оформлення відповідно до вимог	11.05.26 – 22.05.26	
9.	Підготовка презентації та доповіді до захисту	25.05.26 – 05.06.26	

10	<i>Відгук керівника, рецензування роботи, перевірка на плагіат</i>	05.06.26 – 09.06.26	
----	--	---------------------	--

Здобувач _____ ***А. О. Мицюк***
 (підпис) (прізвище і ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ ***О. В. Парфенюк***
 (підпис) (прізвище і ініціали)

ЗАЯВА

щодо самостійності виконання випускної кваліфікаційної роботи

Я, _____ (ПІБ),

студент(ка) _____ курсу _____ групи _____ ННІ _____ заявляю: моя випускна кваліфікаційна робота на тему

« _____ »

(назва роботи), яка надається в екзаменаційну комісію із захисту

бакалаврської роботи _____ (назва

спеціальності) для захисту, виконана самостійно і не містить плагіату. Всі

запозичення з друкованих та електронних джерел, у тому числі із захищених

раніше випускових кваліфікаційних робіт, кандидатських і докторських

дисертацій мають відповідні посилання. Я не використовував(ла) шахрайські

методи заміни символів чи інші способи модифікації тексту. Я

ознайомлений(а) з чинним Порядком перевірки навчальних, кваліфікаційних,

навчально-методичних та наукових робіт на наявність ознак академічного

плагіату в НУВГП та Положенням про академічну доброчесність в НУВГП,

за яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску моєї роботи до

захисту та застосування відповідних санкцій (академічної відповідальності).

Дата

Підпис

Метадані

ДОКУМЕНТ

Заголовок

2026 Мицюк А О Розробка концепції розумного будинку на основі екосистеми Тууа з використанням штучного інтелекту.docx

Автор

Мицюк Анастасія Олександрівна

Науковий керівник / Експерт

Мицюк Анастасія Олександрівна

ІД документу

334319689

ОРГАНІЗАЦІЯ

Назва організації

National University of Water and Environmental Engineering

підрозділ

National University of Water and Environmental Engineering

ЗВІТ

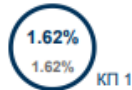
Дата звіту

6/15/2026

Дата редагування

Обсяг знайдених подібностей

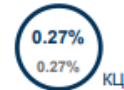
Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.



КП 1

10563

Кількість слів



КЦ

86926

Кількість символів

Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв		0
Інтервали		0
Мікропробіли		0
Білі знаки		0
Парафрази (SmartMarks)		4

Джерела

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Колір тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

10 найдовших фраз

Колір тексту

#	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	https://ep3.nuwm.edu.ua/30214/1/04-05-84%D0%9C.pdf	26 (0.25 %)

АКТ

перевірки випускної кваліфікаційної роботи на відсоток схожості та

можливих модифікацій тексту

Відповідно до даних сервісу StrikePlagiarizm файл

«_____»,

автор: _____ містить: _____ %

схожості.

Дата

Підпис

АНОТАЦІЯ

Мицюк А.О. Розробка концепції розумного будинку на основі екосистеми Tuuya з використанням штучного інтелекту. Кваліфікаційна робота розроблена для здобуття першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 126 «Інформаційні системи та технології». Національний університет водного господарства та природокористування, Рівне, 2026. ____ стор.

Робота присвячена розробці та практичному втіленню системи розумного будинку на основі екосистеми Tuuya Smart із застосуванням платформи Home Assistant та технологій штучного інтелекту. Проведено порівняльний аналіз платформи автоматизації житла, за результатами якого обрано комбінацію Tuuya Smart та Home Assistant, розгорнутого на Raspberry Pi 4B.

Розроблено структуру системи для житлової квартири та виконано інтеграцію розумних вимикачів, розеток, автоматичних вимикачів, датчиків протікання води, датчиків якості повітря та системи відеоспостереження Reolink. Реалізовано автоматизовані сценарії керування освітленням, бойлером, сушаркою та вентиляцією. Забезпечено безпеку житла через моніторинг протікання та охоронний режим з автоматичними сповіщеннями. Інтегровано голосове керування на базі OpenAI Conversation та Home Assistant Assist, що дозволяє взаємодіяти із системною природною мовою.

Розроблена система забезпечення комфорту, енергоефективності та доступності житла, зокрема для людей з обмеженими фізичними можливостями.

Ключові слова: розумний будинок, Home Assistant, Tuuya Smart, IoT, Raspberry Pi, Zigbee, MQTT, автоматизація, штучний інтелект, OpenAI, голосове керування, енергоефективність.

ABSTRACT

Mytsiuk A.O. Development of a Smart Home Concept Based on the Tuya Ecosystem Using Artificial Intelligence. Qualification thesis submitted for the first (Bachelor's) level of higher education in specialty 126 "Information Systems and Technologies". National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, 2026. ____ pages.

This thesis is devoted to the development and practical implementation of a smart home system based on the Tuya Smart ecosystem using the Home Assistant platform and artificial intelligence technologies. A comparative analysis of home automation platforms was conducted, resulting in the selection of a Tuya Smart and Home Assistant combination, deployed on a Raspberry Pi 4B.

A smart home structure for a residential apartment was designed, with integration of smart light switches, power outlets, circuit breakers, water leak sensors, air quality sensors, and a Reolink video surveillance system. Automated scenarios were implemented for controlling lighting, a water heater, a towel dryer, and ventilation. Home security was ensured through leak monitoring and a guard mode with automatic notifications. Voice control was integrated using OpenAI Conversation and Home Assistant Assist, enabling users to interact with the system through natural language.

The developed system improves comfort, energy efficiency, and accessibility of the living environment, particularly for people with physical disabilities.

Keywords: smart home, Home Assistant, Tuya Smart, IoT, Raspberry Pi, Zigbee, MQTT, automation, artificial intelligence, OpenAI, voice control, energy efficiency.

Зміст

ВСТУП	13
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ	16
1.1 Поняття розумного будинку та його розвиток	16
1.2 Основні складові сучасного розумного будинку	17
1.3 Переваги використання технологій розумного будинку	19
1.4 Технології Інтернету речей у системах розумного будинку	21
1.5 Аналіз існуючих платформ для побудови систем розумного будинку	22
РОЗДІЛ 2 ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ РОЗУМНОГО БУДИНКУ	24
2.1 Постановка задачі проєктування	24
2.2 Загальна характеристика об'єкта автоматизації	25
2.3 Розробка структурної схеми системи розумного будинку	27
2.4 Опис та обґрунтування вибору апаратних компонентів системи	29
2.4.1 Мікрокомп'ютер Raspberry Pi 4 Model B	30
2.4.2 Розумний сенсорний Wi-Fi вимикач TuYa Smart	31
2.4.3 Розумне Wi-Fi реле TuYa Smart	32
2.4.4 Розумний автоматичний Wi-Fi вимикач TuYa Smart	33
2.4.5 Wi-Fi датчик-аналізатор якості повітря TuYa Smart	34
2.4.6 Wi-Fi датчик протікання води TuYa Smart	35
2.4.7 IP-камера відеоспостереження Reolink E320	36
2.4.8 USB Zigbee Dongle	36
2.4.9 Мережеве обладнання та система резервного живлення	37
2.5 Вибір програмного забезпечення для реалізації системи	38
РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ РОЗУМНОГО БУДИНКУ	41
3.1 Налаштування екосистеми Smart Life та підключення пристроїв TuYa Smart	41
3.2 Розгортання та початкове налаштування Home Assistant	45
3.3 Встановлення та налаштування HACS	47
3.4 Інтеграція пристроїв екосистеми TuYa Smart	49
3.5 Створення інформаційної панелі керування (Dashboard)	52
3.6 Налаштування Zigbee2MQTT та інтеграція Zigbee-пристроїв	54
3.7 Інтеграція системи відеоспостереження Reolink	57
3.8 Інтеграція штучного інтелекту та голосового керування	59
РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА СЦЕНАРІЇВ АВТОМАТИЗАЦІЇ СИСТЕМИ РОЗУМНОГО БУДИНКУ	63
4.1 Автоматизація освітлення	63
4.2 Автоматизація побутових приладів	64
4.3 Контроль протікань води	67

4.4 Контроль якості повітря та автоматичне керування вентиляцією	69
4.5 Система відеоспостереження та охорони житла	72
4.6 Голосове керування із використанням штучного інтелекту	74
4.7 Сценарії для людей з обмеженими фізичними можливостями	77
РОЗДІЛ 5 ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБЛЕНОЇ СИСТЕМИ РОЗУМНОГО	
БУДИНКУ	80
5.1 Аналіз результатів впровадження системи.....	80
5.2 Оцінка енергоефективності системи	81
5.3 Переваги та перспективи розвитку системи	82
ВИСНОВКИ	83
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	85

ВСТУП

Стрімкий розвиток технологій Інтернету речей (IoT), засобів автоматизації та штучного інтелекту відкриває нові можливості для створення систем розумного будинку у житлових приміщеннях. Такі системи забезпечують централізоване керування освітленням, кліматичним обладнанням, побутовими приладами та засобами безпеки, що дозволяє підвищити комфорт проживання, безпеку та енергоефективність житла.

Особливу роль система автоматизації виконує в умовах необхідності раціонального використання енергоресурсів та створення доступності житлового середовища для людей з обмеженими фізичними можливостями. Використання мобільних застосунків і голосових асистентів дає змогу керувати більшістю побутових процесів без необхідності фізичної взаємодії з обладнанням.

Серед доступних рішень для побудови розумного будинку є екосистема Tuuya Smart, яка підтримує широкий спектр пристроїв різного призначення. Для розширення функцій автоматизації та реалізації локального керування доцільно використовувати платформу Home Assistant, що дозволяє інтегрувати обладнання різних виробників у єдине середовище.

У роботі розглянуто розробку концепції розумного будинку на основі екосистеми Tuuya Smart та платформи Home Assistant. Система реалізована для житлової квартири та включає автоматизацію освітлення, керування побутовими приладами, моніторинг енергоспоживання, контроль якості повітря, виявлення аварійних ситуацій, відеоспостереження та голосове керування із використанням технологій штучного інтелекту.

Практична частина роботи включає встановлення та налаштування Home Assistant на мікрокомп'ютері Raspberry Pi 4B, підключення пристроїв Tuuya Smart, налаштування Zigbee2MQTT, інтеграцію системи

відеоспостереження Reolink, створення інформаційної панелі керування та сценаріїв автоматизації для систем освітлення, опалення, вентиляції та побутової техніки.

Метою роботи є побудова концепції розумного будинку на базі екосистеми Tuuya Smart із використанням технологій штучного інтелекту та платформи Home Assistant для підвищення комфорту, безпеки та енергоефективності житла.

Для досягнення мети поставлено такі завдання:

1. Проаналізувати сучасні технології розумного будинку та засоби автоматизації житла.
2. Дослідити можливості екосистеми Tuuya Smart в контексті побудови систем автоматизації.
3. Розглянути підходи до інтеграції штучного інтелекту у системи розумного будинку.
4. Розробити структурну схему системи автоматизації житла.
5. Обґрунтувати вибір апаратних і програмних компонентів системи.
6. Виконати проектування розміщення пристроїв автоматизації у квартирі.
7. Реалізувати інтеграцію обладнання в єдину систему керування на базі Home Assistant.
8. Розробити сценарії автоматизації та голосового керування із застосуванням штучного інтелекту.
9. Оцінити переваги використання системи для людей з обмеженими фізичними можливостями.
10. Проаналізувати можливості підвищення енергоефективності житла за рахунок автоматизації.

Об'єктом дослідження є процес автоматизації житлового приміщення на основі технологій Інтернету речей.

Предметом дослідження є система розумного будинку, побудована на платформах TuYa Smart та Home Assistant з інтегрованими засобами автоматизації та штучного інтелекту.

Практична цінність роботи полягає у створенні працездатної концепції розумного будинку, яка може бути впроваджена в реальних житлових умовах для підвищення комфорту, безпеки та доступності керування побутовими процесами.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Поняття розумного будинку та його розвиток

Розумний будинок (Smart Home) – це інтегрований комплекс програмних та апаратних засобів, що забезпечує автоматизоване керування інженерними системами, освітленням, побутовими приладами та засобами охорони житлового приміщення. Головна мета впровадження таких систем є підвищення комфорту проживання, забезпечення безпеки користувачів та ефективне використання енергетичних ресурсів.

Становлення концепції розумного будинку стало можливим завдяки прогресу у мікроелектроніці, розвитку комп'ютерних мереж і технологій автоматизації. Подальше поширення бездротових технологій, хмарних сервісів та Інтернету речей створило подібні системи, доступні для пересічного користувача. Сучасні рішення дають можливість об'єднувати в єдиному середовищі освітлення, кліматичне обладнання, відеоспостереження, охоронні системи та побутову техніку з можливістю керування через мобільні пристрої або голосові інтерфейси.

Ключовою особливістю сучасних систем є використання технологій Інтернету речей (IoT), які забезпечують обмін даними між пристроями в режимі реального часу та автоматично виконують задані сценарії роботи. Додаткові можливості забезпечує інтеграція штучного інтелекту, що використовується для голосового керування, аналізу показників датчиків та більшої природної взаємодії користувача із системою.

Системи розумного будинку також сприяють підвищенню доступності житлового середовища для людей з обмеженими фізичними можливостями завдяки можливості дистанційного та голосового керування обладнанням.

Отже, сучасний розумний будинок є комплексною автоматизованою системою, яка поєднує технології Інтернету речей, бездротові мережі та засоби штучного інтелекту для створення комфортного, безпечного та енергоефективного житла.

1.2 Основні складові сучасного розумного будинку

Система розумного будинку є сукупністю взаємопов'язаних програмних та апаратних компонентів, що забезпечують збір інформації, її обробку та автоматизоване керування обладнанням. Незалежно від виробника чи обраної платформи, більшість таких систем побудовано за таким же принципом і включає кілька ключових моментів.

До основних складових розумного будинку належать:

- датчики та сенсори;
- виконавчі пристрої;
- мережеве обладнання;
- сервер або контролер керування;
- користувацький інтерфейс;
- засоби автоматизації та штучного інтелекту.

Датчики призначені для збору інформації про стан навколишнього середовища й обладнання. У системах розумного будинку можуть використовуватися датчики температури, вологості, руху, відкриття дверей і вікон, протікання води, якості повітря тощо. Зібрані дані служать основою для моніторингу стану приміщення та запуску сценаріїв автоматизації.

Виконавчі пристрої реалізують команди користувача або автоматизовані сценарії. До них належать розумні вимикачі, розетки, реле, модулі керування освітленням, вентиляцією та іншими електроприладами. Саме ці пристрої безпосередньо впливають на роботу інженерних систем будинку.

Передача даних між компонентами системи забезпечується мережевим обладнанням. Найчастіше взаємодія здійснюється через бездротові технології Wi-Fi та Zigbee, які гарантують стабільний зв'язок між датчиками, виконавчими пристроями та сервером автоматизації.

Центральним елементом системи виступає сервер керування. У розробленому проєкті такі функції виконує платформа Home Assistant, розгорнута на мікрокомп'ютері Raspberry Pi 4B. Сервер забезпечує інтеграцію всіх компонентів у єдину систему, зберігання даних, контроль стану обладнання та виконання автоматизацій.

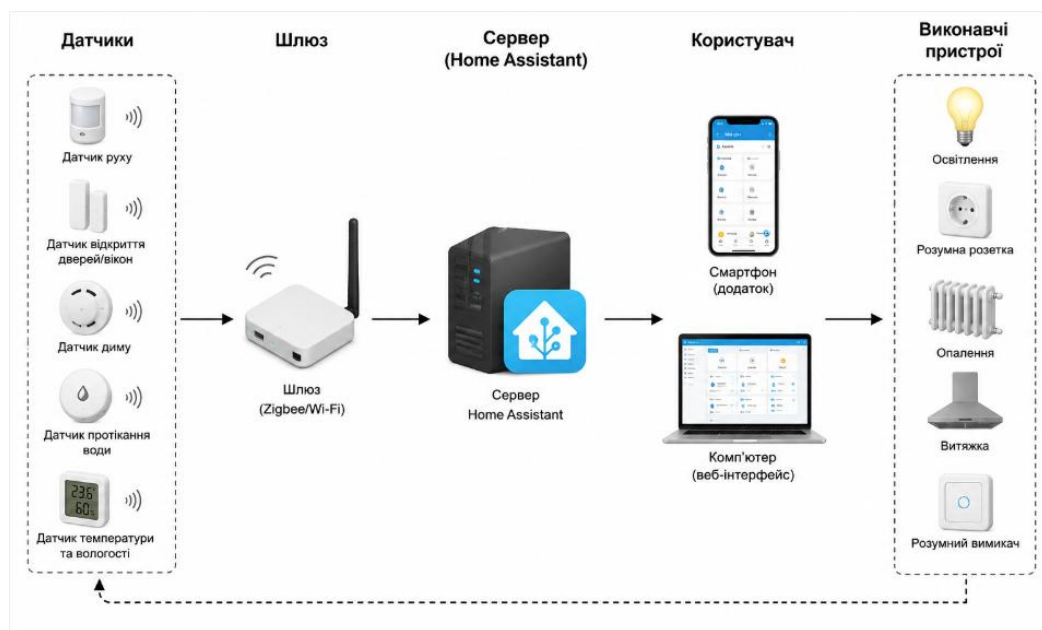


Рисунок 1.1 – Загальна структура системи розумного будинку

Взаємодія користувача із системою здійснюється через мобільні застосунки, веб-інтерфейс або голосові команди - такий підхід дозволяє керувати обладнанням як у межах локальної мережі, так і дистанційно через Інтернет.

Для підвищення рівня автоматизації сучасні системи можуть інтегруватися із сервісами штучного інтелекту. Використання голосових асистентів та інтелектуальних алгоритмів дозволяє спростити керування

обладнанням, створювати складні сценарії роботи та більш природну взаємодію користувача із системою.

1.3 Переваги використання технологій розумного будинку

Системи розумного будинку здобули широке визнання завдяки здатності автоматизувати повсякденні процеси та раціональніше використовувати ресурси житлового простору.

До головних переваг технологій розумного будинку належать:

- підвищення комфорту проживання;
- дистанційне керування обладнанням;
- автоматизація побутових процесів;
- посилення рівня безпеки;
- контроль енергоспоживання;
- інтеграція із системами штучного інтелекту;
- підвищення доступності житла для людей з обмеженими фізичними можливостями.

Однією з ключових переваг є можливість централізованого керування обладнанням через мобільний застосунок або веб-інтерфейс. Користувач може контролювати стан освітлення, електроприладів, систем безпеки та інших компонентів незалежно від свого місцезнаходження.

Автоматизація суттєво скорочує кількість рутинних дій: система самостійно вмикає або вимикає освітлення, регулює роботу побутової техніки, підтримує комфортний мікроклімат та реагує на аварійні ситуації відповідно до заздалегідь створених сценаріїв.

Важливим аспектом є підвищення безпеки житла. Датчики протікання, руху, камери відеоспостереження та системи сповіщень дають можливість оперативно виявити наявні небезпечні події й інформувати про них власника.

Значний вплив системи розумного будинку створюють на енергоефективність житла: автоматичне керування освітленням, опаленням та іншими електроприладами мінімізує марне споживання електроенергії та знижує витрати на утримання житла.



Рисунок 1.2 – Основні переваги використання систем розумного будинку

Окремо варто відзначити роль такої системи у створенні доступного середовища для людей з обмеженими фізичними можливостями. Голосове керування та дистанційний доступ до обладнання дозволяють їм самостійно виконувати більшість побутових операцій не вдаючись до контакту з пристроями.

Таким чином, впровадження технологій розумного будинку комплексно забезпечує комфорт, безпеку та енергоефективність житла, формуючи підґрунтя для подальшого розвитку інтелектуальних систем автоматизації.

1.4 Технології Інтернету речей у системах розумного будинку

Технології Інтернету речей (IoT) становлять основу системи сучасного розумного будинку, забезпечуючи взаємодію між датчиками, виконавчими пристроями, серверами керування та кінцевими користувачами. Завдяки IoT окремі пристрої об'єднуються в єдину інтелектуальну систему, здатну відстежувати параметри середовища, обмінюватися даними та автоматично виконувати керуючі дії.

IoT-пристрої оснащені вбудованими датчиками та мережевими модулями, що дозволяє їм самостійно передавати інформацію й отримувати команди без втручання користувача.

Основними функціями IoT у системах розумного будинку є:

- збирання та обробка даних від датчиків;
- дистанційне керування обладнанням;
- автоматизація побутових процесів;
- моніторинг стану житлового середовища;
- контроль енергоспоживання;
- підвищення рівня безпеки житла;
- інтеграція із сервісами штучного інтелекту.

У розробленій системі як основна мережева технологія використовується Wi-Fi, що забезпечує зв'язок між пристроями екосистеми Tuuya Smart, сервером Home Assistant та мобільними пристроями користувача. Для підключення окремих датчиків і допоміжного обладнання використовується протокол Zigbee, який характеризується низьким енергоспоживанням та високою надійністю передачі даних.

Невід'ємною складовою сучасною IoT-рішення є хмарні сервіси. У цьому проєкті хмарної інфраструктури Tuuya забезпечує віддалений доступ до

обладнання через мобільний пристрій, тоді як Home Assistant відповідає локальному керуванню та реалізації складних сценаріїв автоматизації.

Для зручності взаємодії з системою реалізовано інтеграцію зі штучним інтелектом. Голосове керування дозволяє виконувати основні операції без мобільного пристрою, а також робить систему більш доступною для людей з обмеженими фізичними можливостями.

Таким чином, технології Інтернету речей забезпечують основу функціонування розробленої системи розумного будинку, об'єднуючи датчики, виконавчі пристрої, мережеву інфраструктуру, Home Assistant та сервіси штучного інтелекту в єдиний програмно-апаратний комплекс.

1.5 Аналіз існуючих платформ для побудови систем розумного будинку

Сучасні системи розумного будинку функціонують на базі програмних платформ, що забезпечують керування обладнанням, створення автоматизації та інтеграцію різноманітних пристроїв. При виборі платформи постійно враховуються вартість обладнання, простота налаштування, гнучкість автоматизації, підтримка локального та голосового керування, а також можливість інтеграції з сервісами штучного інтелекту.

Серед найбільш поширених платформ можна виділити TuYa Smart, Home Assistant, Google Home, Amazon Alexa та Apple HomeKit. TuYa Smart приваблює доступністю обладнання та простотою налаштування. Home Assistant вирізняється підтримкою локального керування, широкими можливостями інтеграцій та гнучкістю автоматизації. Google Home, Amazon Alexa та Apple HomeKit орієнтовані переважно на роботу в межах власних екосистем і пропонують зручне голосове керування.

<i>Критерій</i>	<i>Tuya Smart</i>	<i>Home Assistant</i>	<i>Google Home</i>	<i>Amazon Alexa</i>	<i>Apple HomeKit</i>
<i>Вартість обладнання</i>	Низька	Залежить від обладнання	Середня	Середня	Висока
<i>Простота налаштування</i>	Висока	Середня	Висока	Висока	Висока
<i>Локальне керування</i>	Частково	Так	Ні	Ні	Частково
<i>Голосове керування</i>	Так	Так	Так	Так	Так
<i>Підтримка III</i>	Частково	Так	Так	Так	Так
<i>Гнучкість автоматизації</i>	Середня	Висока	Середня	Середня	Середня
<i>Можливість розширення</i>	Висока	Дуже висока	Середня	Середня	Обмежена

Таблиця 1.1 – Порівняння платформ для побудови систем розумного будинку

За результатами проведеного аналізу для реалізації системи розумного будинку обрано поєднання екосистеми Tuya Smart та платформи Home Assistant.

Вибір Tuya Smart зумовлений широким доступом обладнання на українському ринку, його невисокою вартістю та простим підключенням. Home Assistant, своєю чергою, надає можливість централізованого локального керування, дозволяє будувати складні сценарії автоматизації та об'єднувати пристрої різних виробників в єдиному середовищі.

Додатковою перевагою Home Assistant є підтримка інтеграції з сервісами штучного інтелекту, що відкриває можливості голосового керування та розширення функціональності системи.

Проведений аналіз підтвердив доцільність використання екосистеми Tuya Smart спільно з платформою Home Assistant як основи для реалізації розроблюваного проєкту.

РОЗДІЛ 2 ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ РОЗУМНОГО БУДИНКУ

2.1 Постановка задачі проєктування

Метою проєктування є створення системи розумного будинку для житлової квартири на базі екосистеми Tuuya Smart і платформи Home Assistant. Система має забезпечити централізоване керування освітленням, побутовими приладами, засобами безпеки та моніторингу навколишнього середовища, а також підтримувати голосове керування із застосуванням технологій штучного інтелекту.

Під час розробки системи було визначено такі основні завдання:

- автоматизація освітлення житлових приміщень;
- дистанційне керування побутовими електроприладами;
- контроль споживання електричної енергії;
- моніторинг параметрів мікроклімату;
- виявлення та реагування на аварійні ситуації;
- реалізація голосового керування;
- розробка сценаріїв автоматизації спрямованих на підвищення комфорту та енергоефективності.

Відмінною рисою проекту є увага до потреб людей з обмеженими фізичними можливостями. Управління через мобільні пристрої та голосові команди дозволяє забезпечити поточні побутові операції без фізичної взаємодії з обладнанням.

При проєктуванні також враховано необхідність збереження працездатності системи в умовах відключень електроенергії. З цією метою

передбачено резервне живлення на базі інвертора, акумуляторних батарей та сонячних панелей.



Рисунок 2.1 – Загальна концепція системи розумного будинку

Очікуваним результатом проєктування є інтегрована система автоматизації, яка забезпечує підвищення комфорту проживання, безпеки та ефективності використання енергетичних ресурсів.

2.2 Загальна характеристика об'єкта автоматизації

Об'єктом автоматизації є житлова квартира, оснащена системою резервного електроживлення, супутниковим Інтернет-з'єднанням та комплексом пристроїв розумного будинку.

Квартира поділена на такі функціональні зони:

- коридор;

- кабінет;
- спальня;
- кухня;
- санітарний вузол (ванна, туалет).

Безперервну роботу системи забезпечують резервне електроживлення, відповідно до якого виходять сонячні панелі, інвертор та акумуляторні батареї. Підключення до мережі Інтернет реалізовано через канал зв'язку Starlink.

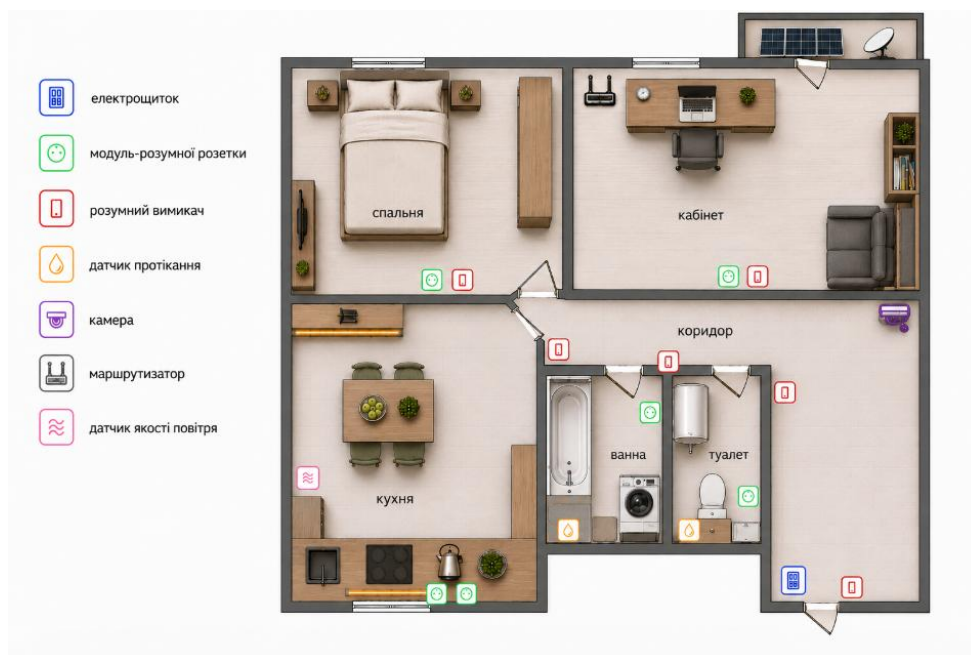


Рисунок 2.2 – План квартири із розміщенням обладнання системи розумного будинку

У коридорі розміщено розумні автоматичні вимикачі, сенсорні вимикачі освітлення, датчик руху та камеру відеоспостереження.

У кабінеті встановлено сервер Home Assistant на базі Raspberry Pi 4B, маршрутизатор та пристрої керування освітленням і електроживленням робочого місця.

У спальні вмонтовано розумний вимикач освітлення, датчик руху та розетку для керування живленням зарядної станції робота-пилососа.

У санітарному вузлі реалізовано керування бойлером, сушаркою для рушників та систему контролю протікань води.

На кухні встановлено розумні розетки для керування електрочайником, датчик руху, систему LED-підсвітки, датчик температури та якості повітря, а також обладнання для автоматичного керування витяжкою.

Усі пристрої інтегровано в єдину систему керування на базі Home Assistant.

2.3 Розробка структурної схеми системи розумного будинку

Після формування вимог до системи та аналізу об'єкта автоматизації було розроблено структурну схему розумного будинку. Вона відображає взаємозв'язки між усіма компонентами, створюючи потоки даних і закладаючи єдину архітектуру програмно-апаратного комплексу.

Центральним елементом системи є платформа Home Assistant, яка виконує роль сервера автоматизації. Її розгорнуто на мікрокомп'ютері Raspberry Pi 4B, підключеному до локальної мережі квартири. Через Home Assistant реалізується централізоване управління пристроями, моніторинг їх стану, виконання автоматизації та взаємодія із сервісами штучного інтелекту.

Обмін даними між компонентами здійснюється через локальну мережу Wi-Fi. Доступ до Інтернету забезпечує маршрутизатор із каналом Starlink, що гарантує безперебійну роботу системи навіть у разі збоїв основного провайдера.

До складу системи входять три основні групи пристроїв:

- пристрої керування;

- датчики та засоби моніторингу;
- виконавчі пристрої.

До першої групи належать сервер Home Assistant, мобільний пристрій і система голосового керування на базі штучного інтелекту — саме через ці компоненти користувач взаємодіє із системою.

Датчики та засоби моніторингу збирають інформацію про стан житлового середовища. У межах проєкту використовуються датчики протікання води, датчики руху, датчики температури та якості повітря, а також камера відеоспостереження Reolink. Отримані дані передаються до Home Assistant для подальшої обробки та відображення на інформаційній панелі керування.

Виконавчі пристрої забезпечують безпосереднє виконання команд системи. До них належать розумні вимикачі освітлення, розумні розетки, модулі керування, та автоматичні вимикачі електрошитка.

Для підключення Zigbee-пристроїв використовується координатор Zigbee у зв'язку з програмним комплексом Zigbee2MQTT, що дає можливість інтегрувати датчики та інше обладнання цього стандарту без залучення окремих хмарних сервісів.

Усі компоненти системи об'єднані в єдине інформаційне середовище, у межах якого Home Assistant відповідає за збір даних, аналіз інформації, виконання автоматизацій та керування обладнанням відповідно до заданих сценаріїв.

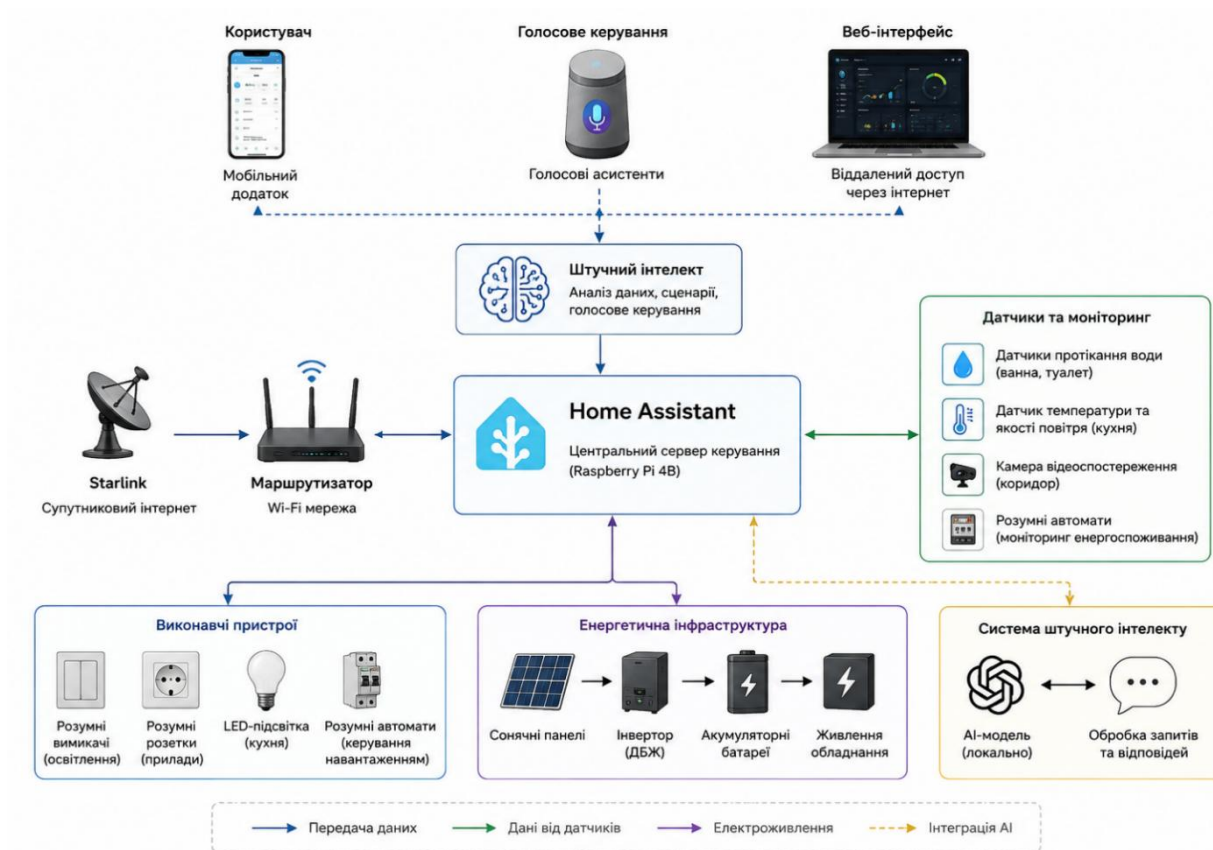


Рисунок 2.3 – Структурна схема системи розумного будинку

Розроблена структура забезпечує централізоване керування всіма елементами системи, підтримує її подальше масштабування та дозволяє реалізувати складні сценарії автоматизації із використанням технологій Інтернету речей та штучного інтелекту.

2.4 Опис та обґрунтування вибору апаратних компонентів системи

Для реалізації системи розумного будинку було підібрано комплекс апаратних компонентів, які забезпечують автоматизацію освітлення, керування електроживленням, моніторинг параметрів навколишнього середовища, відеоспостереження та інтеграцію зі штучним інтелектом.

Вибір обладнання здійснювався за такими критеріями:

- сумісність із платформою Home Assistant;
- підтримка екосистеми Tuya Smart;

- можливість інтеграції в єдине середовище автоматизації;
- доступність на українському ринку;
- надійність у роботі;
- підтримка дистанційного керування;
- можливість створення автоматизованих сценаріїв;
- енергоефективність;
- потенціал для подальшого розширення системи.

За результатами відбору сформовано апаратний комплекс, до складу якого входять сервер автоматизації Home Assistant, пристрої екосистеми Tuuya Smart, система відеоспостереження, Zigbee-координатор та допоміжне мережеве обладнання.

2.4.1 Мікрокомп'ютер Raspberry Pi 4 Model B

Центральним елементом розробленої системи є одноплатний комп'ютер Raspberry Pi 4 Model B, який використовується як сервер Home Assistant.

Raspberry Pi 4 являє собою компактний енергоефективний комп'ютер, здатний працювати під керуванням операційної системи Linux та виконувати функції сервера автоматизації.

Основні технічні характеристики:

- процесор Broadcom BCM2711;
- 4 ядра ARM Cortex-A72;
- тактова частота до 1,8 ГГц;
- оперативна пам'ять до 8 ГБ;
- Gigabit Ethernet;
- Wi-Fi 2,4 та 5 ГГц;
- Bluetooth 5.0;
- USB 3.0 та USB 2.0;

- живлення через USB Type-C.

Основною причиною вибору Raspberry Pi є можливість локального розгортання Home Assistant без залежності від зовнішніх серверів. Використання даного пристрою дозволяє забезпечити високу швидкодію системи, безпечне зберігання даних та підтримку великої кількості інтеграцій.



Рисунок 2.4 - Одноплатний комп'ютер Raspberry Pi 4 Model B

У розробленій системі мікрокомп'ютер Raspberry Pi виконує роль центрального вузла керування, забезпечуючи виконання автоматизацій, зберігання історичних даних, інтеграцію сервісів штучного інтелекту та взаємодію з пристроями екосистем Tuuya Smart і Zigbee.

2.4.2 Розумний сенсорний Wi-Fi вимикач Tuuya Smart

Для автоматизації системи освітлення було обрано сенсорні Wi-Fi вимикачі Tuuya Smart.

Даний пристрій встановлюється замість звичайного механічного вимикача та забезпечує керування освітленням через сенсорну панель, мобільний застосунок або голосові команди.

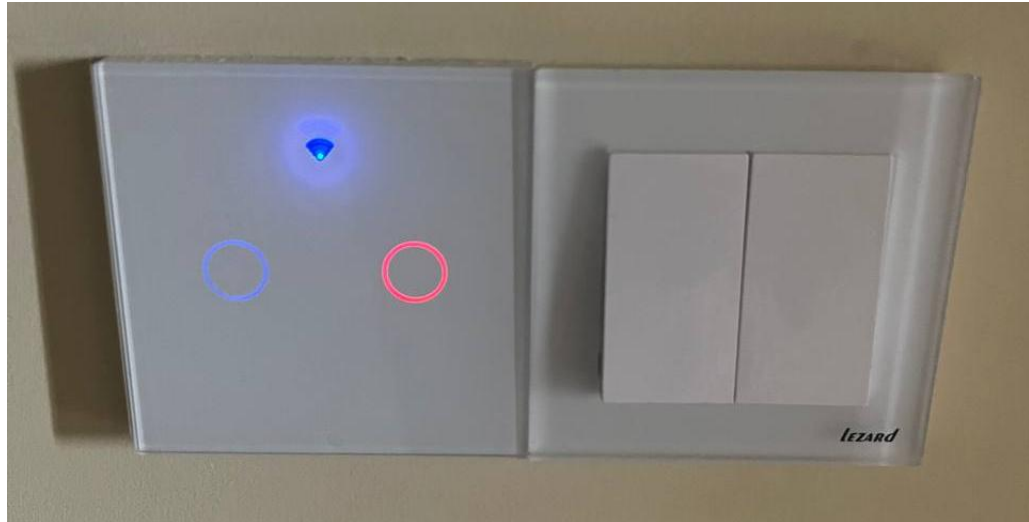


Рисунок 2.5 - Розумний сенсорний Wi-Fi вимикач Tuuya Smart

Вибір даного пристрою обумовлений простотою монтажу, сучасним дизайном та можливістю використання в автоматичних сценаріях освітлення.

2.4.3 Розумне Wi-Fi реле Tuuya Smart

Для автоматизації окремих електричних навантажень використовується Wi-Fi реле Tuuya Smart.

Пристрій дозволяє дистанційно керувати подачею електроживлення до різних споживачів та може встановлюватися у монтажні коробки або електрощитки.

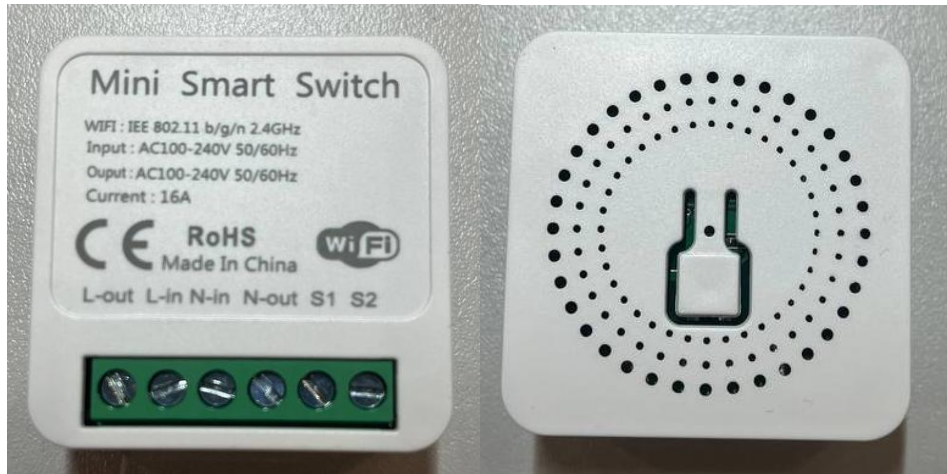


Рисунок 2.6 - Розумне Wi-Fi реле Tuuya Smart

Реле використовується для створення додаткових сценаріїв керування електроживленням та розширення функціональності системи.

2.4.4 Розумний автоматичний Wi-Fi вимикач Tuuya Smart

Одним із ключових компонентів системи енергоменеджменту є розумний автоматичний вимикач Tuuya Smart.

На відміну від традиційного автомата захисту, пристрій дозволяє дистанційно керувати навантаженням та здійснювати моніторинг параметрів електромережі.

Основні функції:

- вимірювання напруги;
- вимірювання струму;
- облік електроенергії;
- захист від перевантаження;
- захист від перенапруги;

- дистанційне керування через смартфон.



Рисунок 2.7 - Розумний автоматичний Wi-Fi вимикач Tuuya Smart

Саме через дані пристрої у проєкті реалізовано керування електричною системою опалення та контроль енергоспоживання квартири.

2.4.5 Wi-Fi датчик-аналізатор якості повітря Tuuya Smart

Для контролю параметрів мікроклімату було обрано Wi-Fi датчик якості повітря Tuuya Smart.

Пристрій дозволяє контролювати:

- температуру повітря;
- вологість;
- якість повітря;
- концентрацію шкідливих домішок.



Рисунок 2.8 - Wi-Fi датчик-аналізатор якості повітря Tuuya Smart

Отримані дані використовуються для формування автоматизацій та моніторингу стану повітря.

2.4.6 Wi-Fi датчик протікання води Tuuya Smart

Для підвищення рівня безпеки будинку використовується Wi-Fi датчик протікання води.



Рисунок 2.9 - Wi-Fi датчик протікання води Tuuya Smart

У разі потрапляння води на сенсорні контакти система автоматично надсилає повідомлення користувачу через Home Assistant та мобільний застосунок. Використання датчиків дозволяє своєчасно реагувати на аварійні ситуації та мінімізувати матеріальні збитки.

2.4.7 IP-камера відеоспостереження Reolink E320

Для забезпечення функцій безпеки у проєкті використовується IP-камера Reolink E320.

Основні характеристики:

- роздільна здатність 3 МП;
- Wi-Fi підключення;
- поворот до 355°;
- нічне бачення;
- двосторонній аудіозв'язок;
- виявлення руху;
- інтеграція з Home Assistant.



Рисунок 2.10 - IP-камера відеоспостереження Reolink E320

Використання даної камери дозволяє реалізувати функції відеоспостереження та дистанційного контролю житла.

2.4.8 USB Zigbee Dongle

Для підтримки пристроїв стандарту Zigbee до складу системи включено USB Zigbee Dongle.

Координатор підключається безпосередньо до Raspberry Pi та забезпечує створення Zigbee-мережі.

Основні переваги використання Zigbee:

- низьке енергоспоживання;
- підтримка Mesh-мережі;
- висока надійність зв'язку;
- можливість підключення великої кількості датчиків.



Рисунок 2.11 - USB Zigbee Dongle

У проєкті координатор використовується для подальшого розширення функціональності системи та підключення додаткових Zigbee-пристроїв.

2.4.9 Мережеве обладнання та система резервного живлення

Для забезпечення стабільної роботи системи використовується комплекс мережевого та енергетичного обладнання.

До його складу входять:

- Wi-Fi маршрутизатор;
- система супутникового зв'язку Starlink;
- сонячні панелі;
- інверторне безперебійне живлення;
- акумуляторні батареї.

Маршрутизатор забезпечує взаємодію всіх пристроїв системи через локальну мережу. Starlink використовується як основний канал доступу до мережі Інтернет.

Сонячні панелі та інвертор забезпечують автономну роботу системи під час аварійних відключень електроенергії, що є особливо актуальним в умовах воєнного стану та нестабільного електропостачання.

Таким чином, обраний комплекс апаратних компонентів забезпечує реалізацію всіх поставлених завдань проєкту та дозволяє створити сучасну систему розумного будинку, орієнтовану на підвищення комфорту, безпеки, енергоефективності та доступності для людей з обмеженими фізичними можливостями.

2.5 Вибір програмного забезпечення для реалізації системи

Ефективність роботи системи розумного будинку значною мірою залежить від правильного вибору програмного забезпечення, яке забезпечує інтеграцію пристроїв, виконання автоматизацій, моніторинг стану обладнання та взаємодію користувача із системою.

При виборі програмної складової враховувалися такі критерії:

- сумісність із обладнанням різних виробників;
- підтримка локального керування;
- можливість побудови складних сценаріїв автоматизації;
- підтримка віддаленого доступу;
- інтеграція із системами штучного інтелекту;
- стабільність роботи та можливість подальшого розширення функціоналу.

Як основну платформу автоматизації обрано Home Assistant. Вона забезпечує централізоване керування засобами, створення автоматизацій, ведення журналів подій, збір статистики та підтримку широкого спектру зовнішніх інтеграцій.

Home Assistant розгорнуто на мікрокомп'ютері Raspberry Pi 4B, що виконує роль локального сервера автоматизації. Такий підхід робить систему незалежною від зовнішніх хмарних сервісів і дозволяє зберегти працездатність основних функцій навіть без доступу до Інтернету.

Для інтеграції обладнання екосистеми Tuuya Smart використовуються вбудовані засоби Home Assistant та компонент Tuuya Local. Локальна інтеграція скорочує затримки під час виконання команди та зменшує залежність від виробника хмарної інфраструктури.

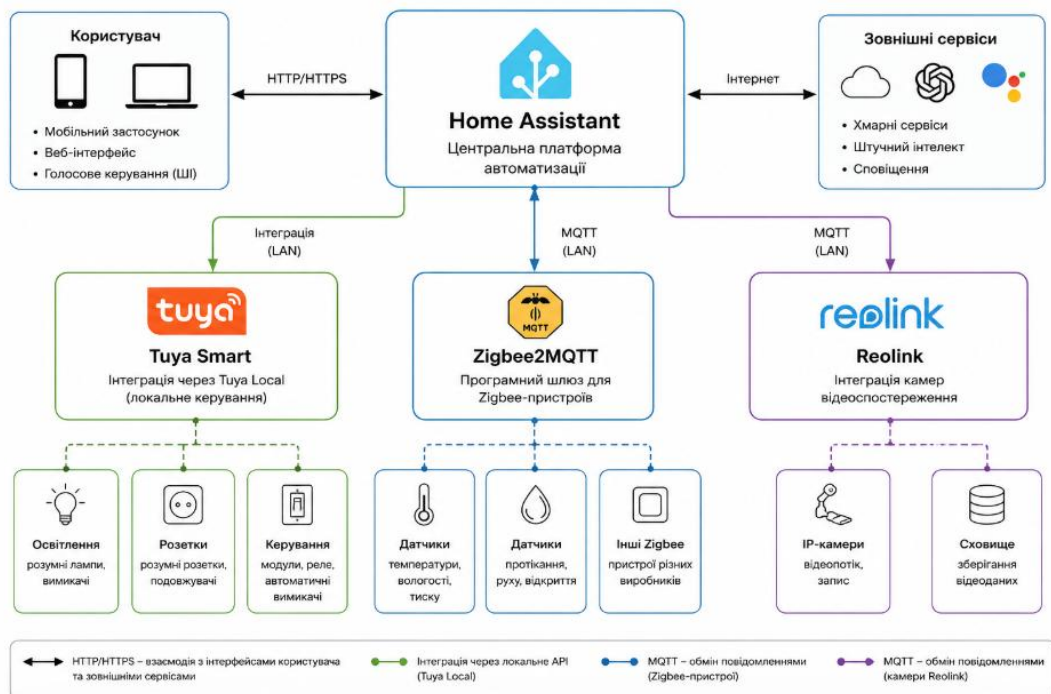


Рисунок 2.12 – Взаємодія програмних компонентів системи

З метою спрощення встановлення додаткових модулів використовується система HACS (Home Assistant Community Store), яка надає доступ до великої кількості користувацьких інтеграцій, інтерфейсів та інструментів розширення функціональності Home Assistant.

Для організації відеоспостереження задіяно інтеграцію камер Reolink із Home Assistant, що дозволяє транслювати відеопотік безпосередньо на

інформаційній панелі системи та використовувати камери як елемент комплексної системи безпеки.

Користувацький інтерфейс системи реалізований за допомогою інформаційної панелі Home Assistant Dashboard. Панель забезпечує зручний доступ до всіх функцій керування будинком, відображення показників датчиків, стану обладнання та виконання автоматизацій.

Голосове керування реалізовано через інтеграцію Home Assistant із сервісами штучного інтелекту. Це дає можливість взаємодіяти із системною природною мовою, отримувати актуальну інформацію про стан будинку та виконувати основні операції без звернення до мобільного застосунку.

Таким чином, обраний комплекс програмного забезпечення забезпечує централізоване керування всіма компонентами розумного будинку, підтримує масштабування системи та створює підґрунтя для реалізації сучасних засобів автоматизації й голосового керування.

РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ РОЗУМНОГО БУДИНКУ

3.1 Налаштування екосистеми Smart Life та підключення пристроїв TuYa Smart

Практична реалізація системи розумного будинку розпочиналася з налаштування екосистеми TuYa Smart та підключення обладнання до мобільного застосунку Smart Life. Цей застосунок є одним із найпоширеніших програмних рішень для керування пристроями Інтернету речей та забезпечує централізований доступ до обладнання різних виробників, що функціонує на платформі TuYa.

Smart Life дозволяє відновлювати первинні налаштування пристроїв, підключати їх до локальної мережі Wi-Fi, використовувати дистанційне керування та створювати базові сценарії автоматизації. Крім того, саме через обліковий запис TuYa відбувається подальша інтеграція обладнання з платформою Home Assistant.

На першому етапі було зареєстровано обліковий запис у Smart Life та виконано налаштування основних параметрів застосунку. Після цього до бездротової мережі квартири було підключено пристрої, які використовуються в системі розумного будинку.

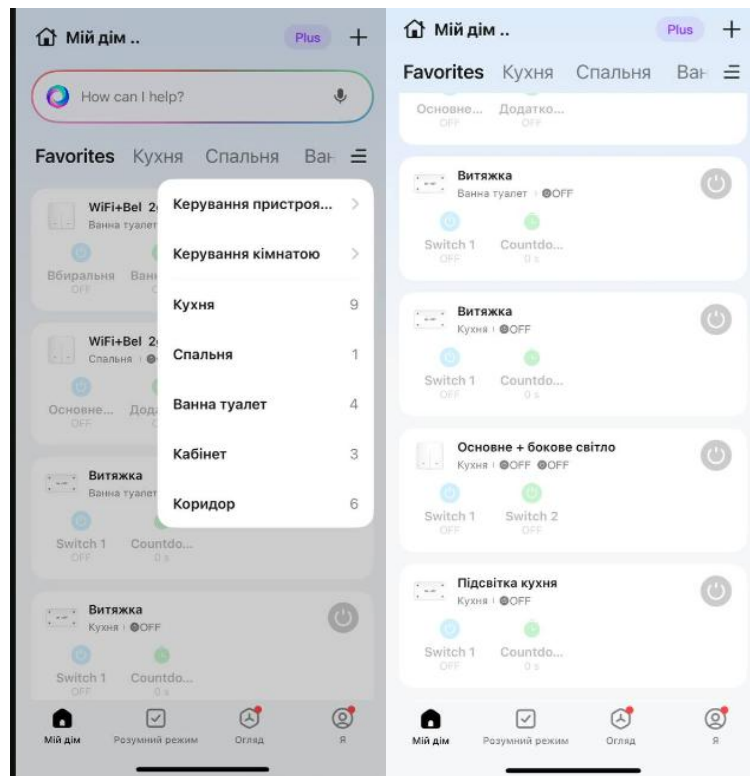


Рисунок 3.1 – Головне вікно мобільного застосунку Smart Life

До екосистеми Smart Life було підключено всі пристрої, задіяні в системі розумного будинку: розумні вимикачі освітлення, розетки, автоматичні вимикачі електрошитка, датчики моніторингу навколишнього середовища та інше автоматизоване обладнання. Підключення виконувалося шляхом переведення кожного пристрою в режим сполучення з подальшим додаванням через інтерфейс застосунку.

Після успішного підключення пристрої отримали доступ до локальної мережі й стали доступними для дистанційного керування через Інтернет.

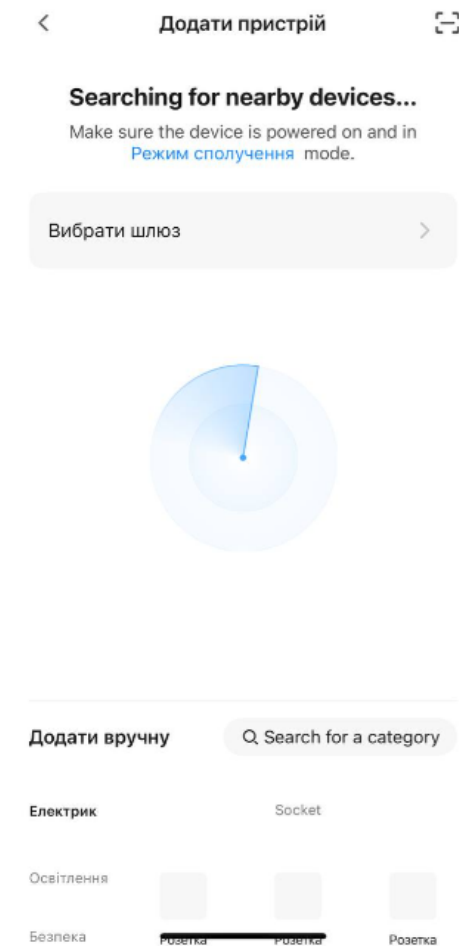


Рисунок 3.2 – Додавання нового пристрою до екосистеми Smart Life

Після успішного підключення пристрої отримали доступ до локальної мережі й стали доступними для дистанційного керування через Інтернет. Окрему увагу приділено налаштуванню розумних автоматичних вимикачів, які забезпечують не тільки функцію дистанційного керування електроживленням окремих груп навантажень, а й забезпечують моніторинг параметрів електромережі — відображають значення напруги, струму, споживаної потужності та загального обсягу споживаної електроенергії.

Крім автоматичних вимикачів, до системи було підключено розумні вимикачі освітлення та розетки для керування побутовими електроприладами.

Після завершення налаштування було проведено тестування всіх пристроїв. Перевірка підтвердила коректне виконання команд увімкнення та вимкнення, стабільне підключення до мережі та правильне відображення поточного стану обладнання в застосунку Smart Life.

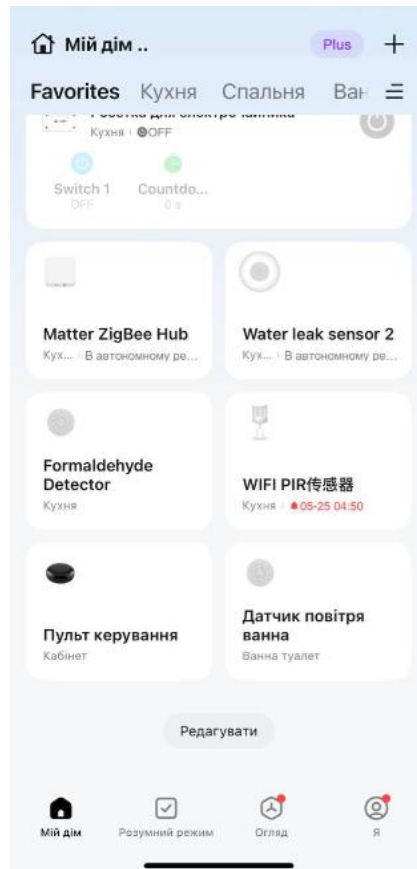


Рисунок 3.3 – Перелік пристроїв розумного будинку в застосунку Smart Life

У результаті виконаних робіт було створено базову інфраструктуру системи розумного будинку на платформі TuYa Smart. Отримана конфігурація забезпечила можливість централізованого керування обладнанням через мобільний застосунок та стала відправною точкою для подальшої інтеграції пристроїв у середовище Home Assistant, що розглядається в наступних підрозділах.

3.2 Розгортання та початкове налаштування Home Assistant

Як центральну платформу автоматизації для розробленої системи розумного будинку обрано Home Assistant — одне з найпопулярніших рішень із відкритим кодом у сфері домашньої автоматизації, що підтримує широкий спектр пристроїв різних виробників.

Апаратною основною системою є мікрокомп'ютер Raspberry Pi 4 Model B. Його вибір зумовлений достатньою обчислювальною потужністю, низьким енергоспоживанням, компактними розмірами та офіційною підтримкою з боку Home Assistant. Використання Raspberry Pi дозволяє розгорнути локальний сервер автоматизації без потреби в оренді хмарних ресурсів чи спеціалізованого серверного обладнання.

Для встановлення систем використано Home Assistant OS — спеціалізований дистрибутив Linux, оптимізований для роботи цієї платформи. Образ операційної системи записаний на карту пам'яті microSD за допомогою Raspberry Pi Imager, після чого носій встановлено в Raspberry Pi 4B та виконано початкові системи завантаження.

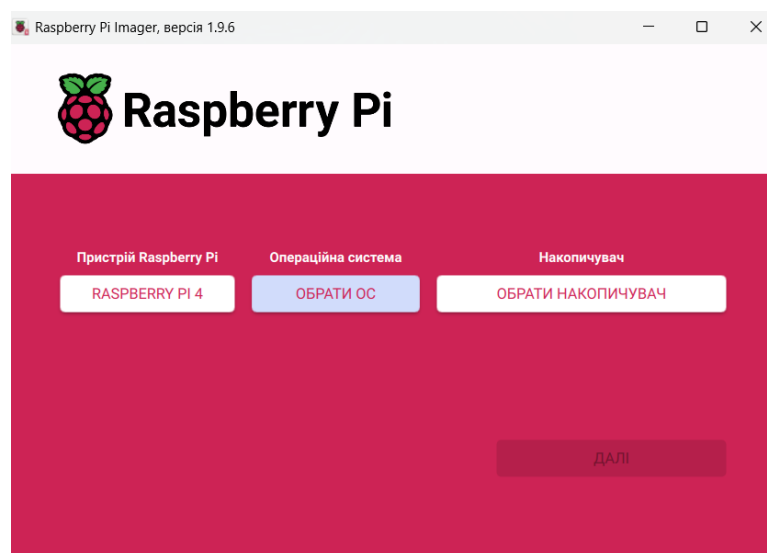


Рисунок 3.4 – Вибір носія для запису образу

Після подачі живлення та підключення пристрою до локальної мережі було виконано автоматичне розгортання системи.

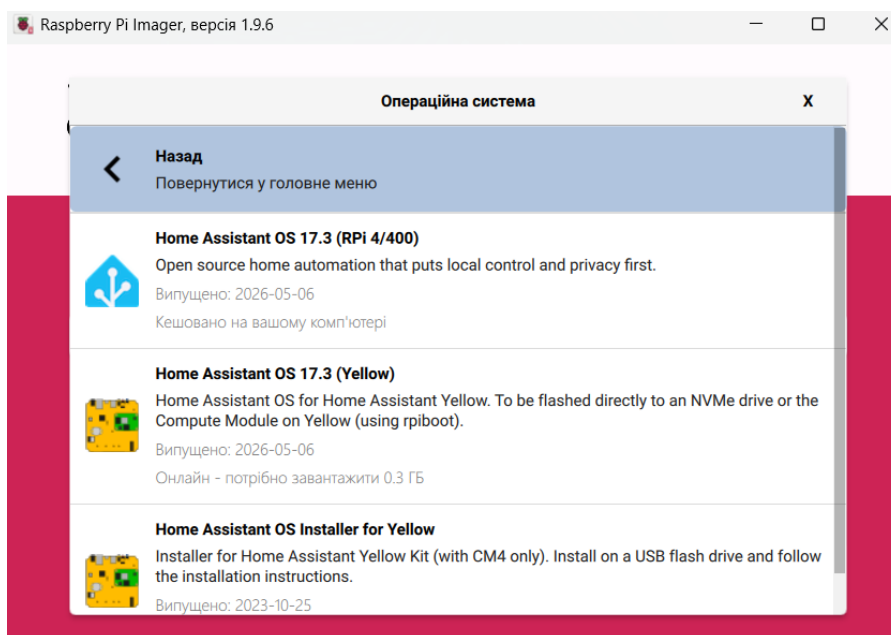


Рисунок 3.5 – Мікрокомп'ютер Raspberry Pi 4B з встановленою системою Home Assistant

Після завершення процесу інсталяції доступ до системи здійснювався через веб-інтерфейс Home Assistant. На етапі первинного налаштування створено обліковий запис адміністратора, встановлено часовий пояс, мовні параметри та основні мережеві налаштування системи.

Після успішного запуску Home Assistant виконано оновлення операційної системи та програмних компонентів до актуальних версій. Оновлення забезпечило стабільну роботу системи, усунення можливих помилок та підтримку нових функцій платформи.

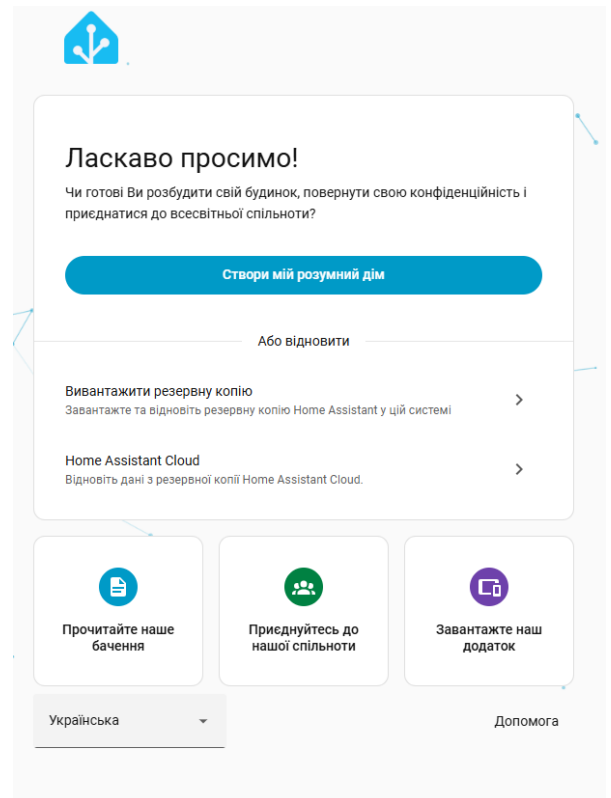
Для надійного підключення сервер Home Assistant інтегровано в локальну мережу квартири через маршрутизатор із каналом Starlink.

Рисунок 3.6 – Вебінтерфейс Home

Assistant після завершення

початкового налаштування

У результаті розгорнуто повноцінний сервер автоматизації Home Assistant, який став центральним вузлом системи розумного будинку. На його базі виконувалася інтеграція обладнання екосистеми Tuuya Smart, налаштування Zigbee-пристроїв, підключення системи відеоспостереження та реалізація сценаріїв автоматизації житлового приміщення.



3.3 Встановлення та налаштування HACS

Попри широкі вбудовані можливості Home Assistant, для повноцінного розширення функціональності системи було вирішено задіяти додаткові програмні компоненти. З цією метою інтегровано HACS (Home Assistant Community Store) — офіційний інструмент спільноти для встановлення користувацьких інтеграцій, інтерфейсних карток та програмних модулів.

Головною перевагою HACS є можливість швидкого встановлення та оновлення компонентів без ручного редагування конфігураційних файлів. Це суттєво спрощує розширення платформи та відкриває доступ до великої бібліотеки розробок спільноти.

Встановлення HACS виконувалося через термінальне середовище Home Assistant із використанням офіційного інсталяційного скрипта. Після

завершення процесу встановлення було виконано перезапуск системи та додавання інтеграції HACS через меню налаштувань Home Assistant.

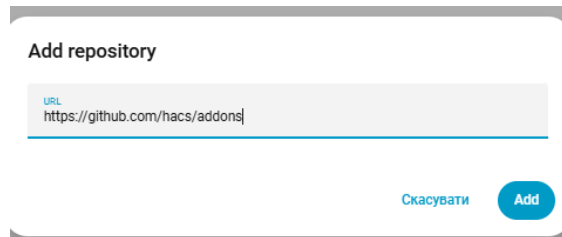
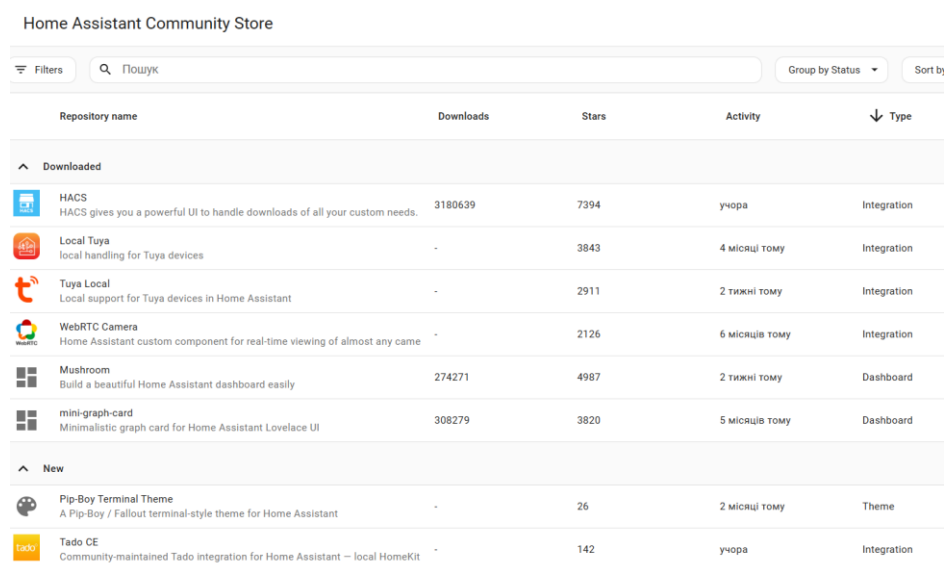


Рисунок 3.7 – Встановлення HACS у середовищі Home Assistant

Обов’язковим кроком налаштування стала авторизація через GitHub — після її успішного проходження в інтерфейсі Home Assistant з’явився окремий розділ HACS із централізованим доступом до доступних інтеграцій та компонентів.



Home Assistant Community Store					
Filters		Пошук		Group by Status	Sort by
Repository name	Downloads	Stars	Activity	Type	
Downloaded					
 HACS HACS gives you a powerful UI to handle downloads of all your custom needs.	3180639	7394	учора	Integration	
 Local Tuya local handling for Tuya devices	-	3843	4 місяці тому	Integration	
 Tuya Local Local support for Tuya devices in Home Assistant	-	2911	2 тижні тому	Integration	
 WebRTC Camera Home Assistant custom component for real-time viewing of almost any cam	-	2126	6 місяців тому	Integration	
 Mushroom Build a beautiful Home Assistant dashboard easily	274271	4987	2 тижні тому	Dashboard	
 mini-graph-card Minimalistic graph card for Home Assistant Lovelace UI	308279	3820	5 місяців тому	Dashboard	
New					
 Pip-Boy Terminal Theme A Pip-Boy / Fallout terminal-style theme for Home Assistant	-	26	2 місяці тому	Theme	
 Tado CE Community-maintained Tado Integration for Home Assistant — local HomeKit	-	142	учора	Integration	

Рисунок 3.8 – Інтерфейс HACS після завершення налаштування

Одним із ключових напрямків використання HACS стало встановлення користувацьких компонентів для підключення обладнання, яке не підтримується стандартними засобами Home Assistant або потребує розширених можливостей налаштування. Додатково HACS забезпечує автоматичне відстеження оновлень встановлених компонентів та підтримання їх актуального стану.

Використання HACS забезпечило можливість подальшого розвитку системи без необхідності внесення складних змін до програмної конфігурації Home Assistant. Завдяки цьому було створено гнучке середовище автоматизації, яке може легко адаптуватися до підключення нового обладнання та реалізації додаткових функцій.

Встановлення та налаштування HACS стало важливою передумовою побудови системи розумного будинку, оскільки дозволило розширити стандартні можливості Home Assistant та створити основу для інтеграції додаткових компонентів, використаних у подальших етапах реалізації проєкту.

3.4 Інтеграція пристроїв екосистеми Tuuya Smart

Одним із основних етапів побудови системи розумного будинку стала інтеграція пристроїв екосистеми Tuuya Smart із платформою Home Assistant. Вибір цієї екосистеми зумовлений широким асортиментом доступного обладнання, підтримкою різноманітних типів пристроїв та можливістю безшовної інтеграції із сучасними системами автоматизації.

У межах проєкту задіяно декілька типів пристроїв Tuuya Smart, серед яких розумні вимикачі освітлення, розумні розетки, автоматичні вимикачі електрошитка, датчики руху, датчики моніторингу навколишнього середовища та модулі керування освітленням. Всі пристрої попередньо підключені до мобільного застосунку Smart Life та об'єднані в єдину мережу автоматизації.

Для інтеграції обладнання до Home Assistant було використано локальне керування через компонент Tuuya Local. На відміну від стандартної хмарної інтеграції, цей підхід не потребує постійного звернення до серверів виробника, що скорочує затримки під час виконання команди, підвищує надійність роботи системи та забезпечує можливість функціонування

окремих елементів навіть при тимчасовій відсутності доступу до мережі Інтернет.

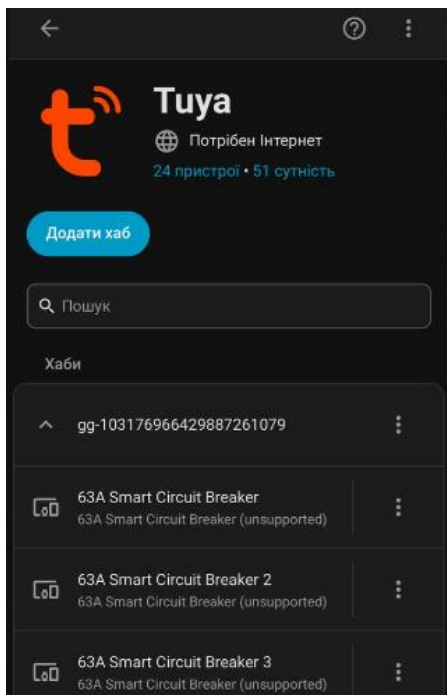


Рисунок 3.9 – Інтеграція пристроїв Tuuya Smart у Home Assistant

Після завершення налаштування всі пристрої відобразилися в інтерфейсі Home Assistant як окремі сутності. Для кожного пристрою було забезпечено відображення поточного стану, можливість дистанційного керування та використання в сценаріях автоматизації.

Особливе місце у системі відіграють розумні автоматичні вимикачі, встановлені в електрощитку квартири. Крім функцій дистанційного керування навантаженням вони забезпечують моніторинг параметрів електромережі, зокрема напруги, сили струму, миттєвої потужності та спожитої електроенергії. Отримані дані використовуються для аналізу енергоспоживання та реалізації сценаріїв енергозбереження.

До системи також інтегровано розумні вимикачі освітлення, встановлені в житлових приміщеннях квартири. Вони забезпечують як

локальне керування освітленням, так і дистанційне керування через Home Assistant та мобільний застосунок.

Розумні розетки були використовуються для керування побутовими приладами, зокрема електричним бойлером, сушаркою для рушників, електрочайником та іншими навантаженнями. Інтеграція цих пристроїв дозволила реалізувати автоматичне керування їх роботою відповідно до заданих часових графіків та показників навколишнього середовища.

	63A Smart Circuit Breaker 63A Smart Circuit Breaker (unsupported)	>		
	63A Smart Circuit Breaker 2 63A Smart Circuit Breaker (unsupported)	>		
	63A Smart Circuit Breaker 3 63A Smart Circuit Breaker (unsupported)	>		
	63A Smart Circuit Breaker 4 63A Smart Circuit Breaker (unsupported)	>		
	Бойлер WiFi Smart Switch • Туалет Ванна • 2 сутності	>		
	Витяжка Кухня WiFi Smart Switch • Кухня • 2 сутності	>		
	Витяжка WC WiFi Smart Switch • Туалет Ванна • 2 сутності	>		
	Датчик руху коридор WiFi PIR传感器 • 2 сутності	>		
	Мастер світло wifiBLE Switch-4Gang • Коридор • 7 сутностей	>		
	Підсвітка поверхня WiFi Smart Switch • Кухня • 2 сутності	>		

	Розетка Чайник WiFi Smart Switch • Кухня • 2 сутності	>		
	Світло Кабінет WiFi+Bel 2gang • Кабінет • 3 сутності	>		
	Світло коридор WiFi+Bel 2gang • Коридор • 3 сутності	>		
	Світло кухня WiFi+Bel 2gang • Кухня • 3 сутності	>		
	Світло спальня WiFi+Bel 2gang • Спальня • 3 сутності	>		
	Світло WC WiFi+Bel 2gang • Туалет Ванна • 3 сутності	>		
	Formaldehyde Detector Formaldehyde Detector • Кухня • 5 сутностей	>		
	Matter ZigBee Hub Matter ZigBee Hub • 1 сутність	>		
	Water leak sensor Water leak sensor • 2 сутності	>		
	Water leak sensor 2 Water leak sensor • 2 сутності	>		

Рисунок 3.10 – Список інтегрованих пристроїв Tuuya Smart у Home Assistant

Після завершення інтеграції проведено перевірку працездатності всіх пристроїв. Тестування підтвердило сценарій коректного виконання команд керування, своєчасне оновлення станів обладнання та можливість використання пристроїв у сценаріях автоматизації. Отримана конфігурація стала основою для подальшої реалізації сценаріїв керування освітленням, побутовими приладами, системами безпеки та енергоменеджменту, які розглядаються в наступних розділах.

3.5 Створення інформаційної панелі керування (Dashboard)

Після інтеграції пристроїв TuYa Smart наступним кроком реалізації системи стало створення інформаційної панелі керування (Dashboard) у середовищі Home Assistant. Основним призначенням Dashboard є забезпечення швидкого доступу до всіх функцій системи розумного будинку через єдиний зручний інтерфейс користувача.

Вбудовані засоби Home Assistant дозволяє створювати індивідуальні панелі керування із використанням різноманітних карток відображення інформації. Це дає можливість адаптувати інтерфейс під конкретні потреби користувача та забезпечити доступ до найбільш важливих функцій.

Усі елементи панелі згруповано за функціональним призначенням. На головній сторінці Dashboard зосереджено найбільш потрібні елементи керування та моніторингу для повсюдного використання: відображення стану освітлення, розумних розеток та автоматичних вимикачів із можливістю їх дистанційного вмикання та вимикання.

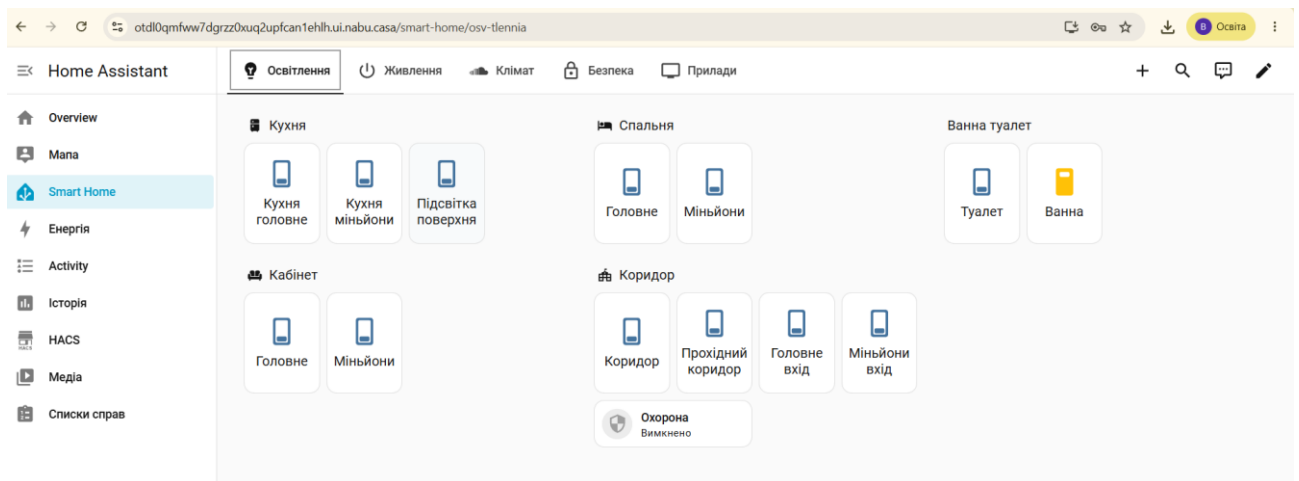


Рисунок 3.11 – Головна сторінка інформаційної панелі Home Assistant

Окремий блок присвячено моніторингу параметрів навколишнього середовища: температури, концентрації вуглекислого газу, рівня летких органічних сполук (VOC), формальдегіду та інших показників якості повітря. Ці дані використовують як для візуального спостереження, так і для запуску автоматизованих сценаріїв роботи вентиляції та кліматичного обладнання.

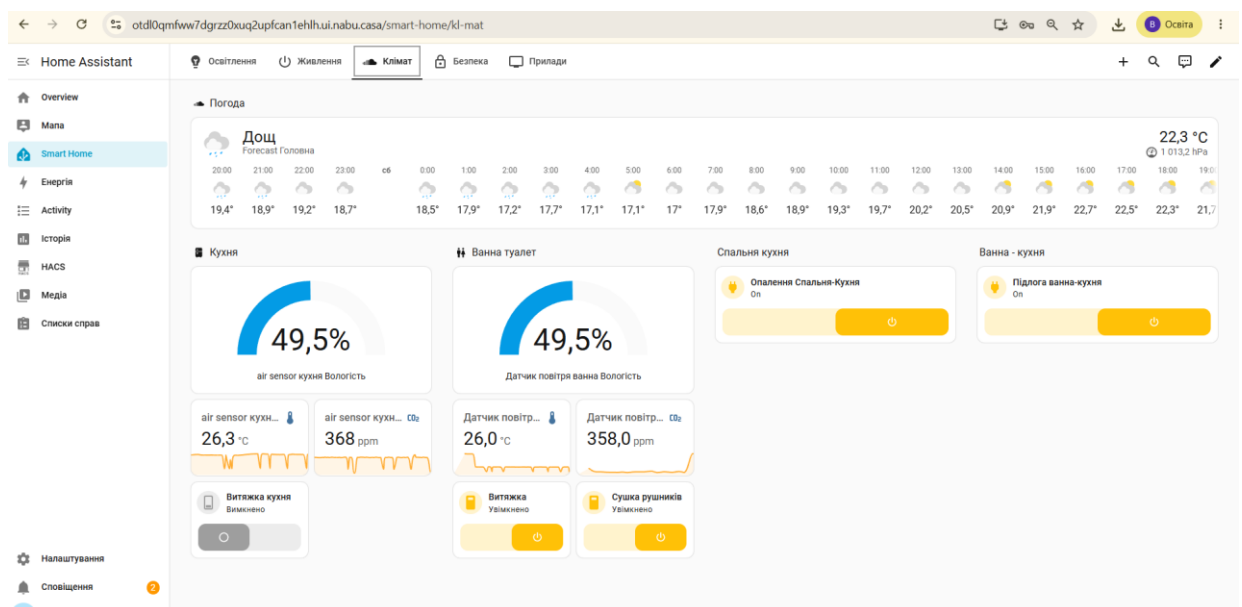


Рисунок 3.12 – Відображення показників датчиків на Dashboard

Для контролю енергоспоживання на панелі реалізовано відображення показників від розумних автоматичних вимикачів: значення напруги, сили струму, потужності та спожитої електроенергії в режимі реального часу.

Крім того, до Dashboard інтегровано систему відеоспостереження, що забезпечує перегляд відеопотоку з камер безпосередньо через інтерфейс Home Assistant.

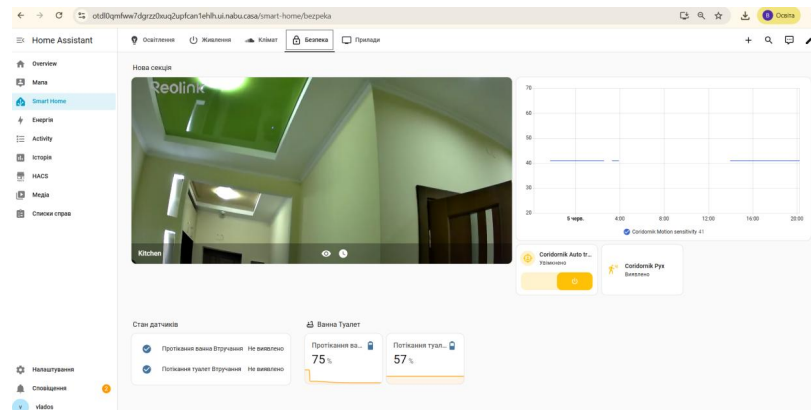


Рисунок 3.13 – Інтеграція елементів моніторингу та відеоспостереження в Dashboard

Розроблена інформаційна панель забезпечує повноцінний доступ до всіх функцій системи розумного будинку та дозволяє здійснювати керування обладнанням як із персонального комп'ютера, так і з мобільних пристроїв. Завдяки гнучкості налаштування Home Assistant структура Dashboard може бути легко змінена або доповнена новими компонентами у процесі подальшого розвитку системи.

3.6 Налаштування Zigbee2MQTT та інтеграція Zigbee-пристроїв

Для розширення можливостей системи розумного будинку реалізовано підтримку пристроїв, на базі протоколу Zigbee. Цей протокол широко застосовується в системах автоматизації завдяки низькому енергоспоживанню, високій надійності передачі даних та можливості створення мережі з великою кількістю підключених пристроїв.

На відміну від Wi-Fi пристроїв, які підключаються безпосередньо до маршрутизатора, Zigbee-пристрої взаємодіють через спеціальний координатор мережі. Для реалізації Zigbee-мережі у проєкті використано координатор Sonoff Zigbee USB Dongle, підключений до сервера Home Assistant на базі Raspberry Pi 4B.

Перед налаштуванням Zigbee-мережі було встановлено MQTT-брокер Mosquitto, який забезпечує обмін повідомленнями між Home Assistant та Zigbee2MQTT. Використання MQTT забезпечує надійну передачу даних та дозволяє органічно вбудовувати Zigbee-пристрої в єдине середовище автоматизації.

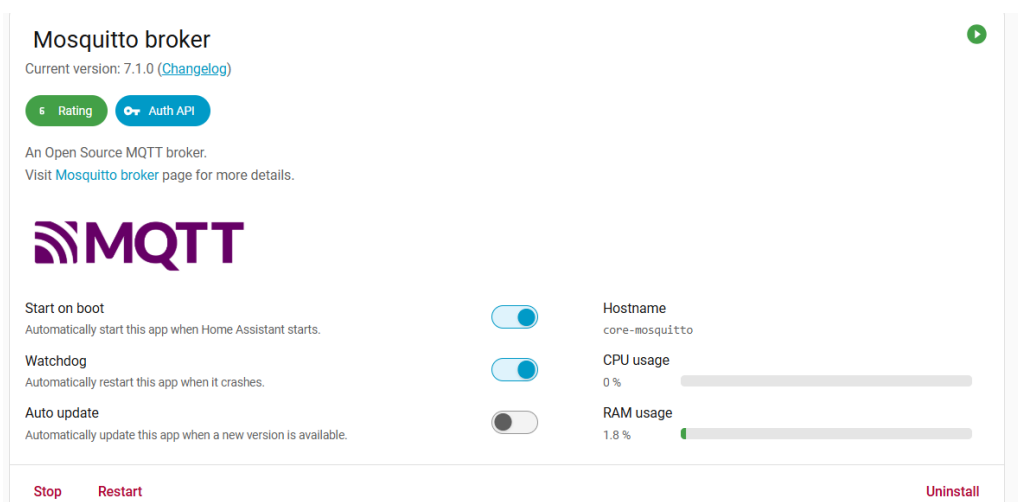


Рисунок 3.14 – Встановлення та налаштування MQTT-брокера Mosquitto

Після встановлення MQTT-брокера було виконано налаштування програмного комплексу Zigbee2MQTT. Таке програмне забезпечення підтримує взаємодію між координатором Zigbee та Home Assistant, а також дозволяє централізовано керувати всіма пристроями Zigbee через веб-інтерфейс.

Під час налаштування Zigbee2MQTT вказано параметри MQTT-з'єднання та налаштовано підключення до координатора Sonoff Zigbee USB

Dongle. Після запуску сервісу виконано перевірку працездатності мережі та доступності веб-інтерфейсу Zigbee2MQTT.

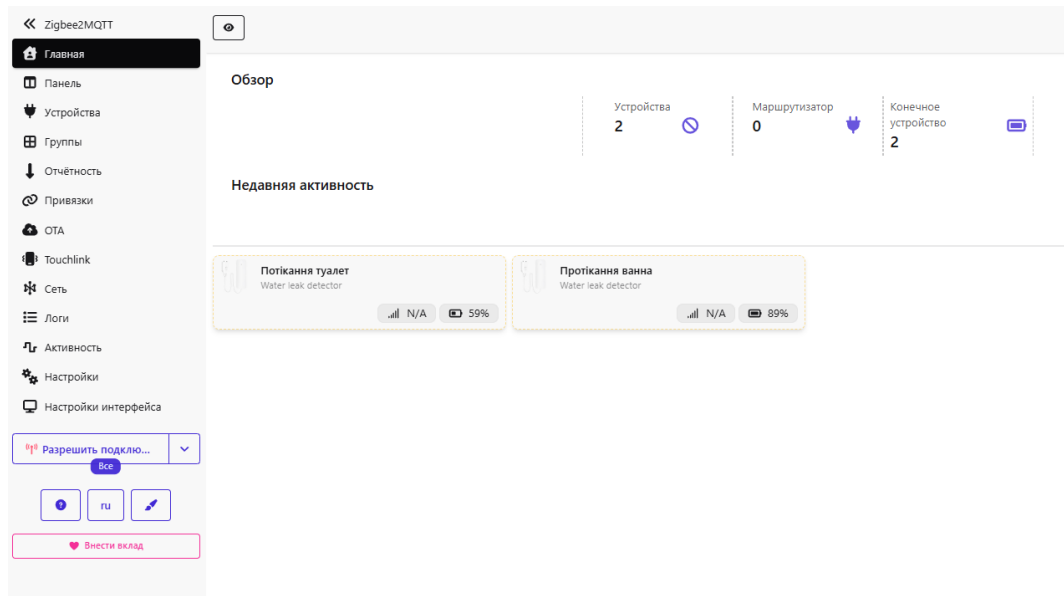


Рисунок 3.15 – Інтерфейс Zigbee2MQTT після завершення налаштування

На наступному етапі виконано підключення Zigbee-пристроїв: у Zigbee2MQTT активовано режим додавання нових пристроїв і проведено процедуру їх сполучення з координатором.

У межах проєкту до системи було інтегровано датчики протікання води, які використовуються для контролю аварійних ситуацій у санітарних приміщеннях квартири. Після завершення процедури підключення датчики автоматично з'явилися в Home Assistant і стали доступними для використання в сценаріях автоматизації.

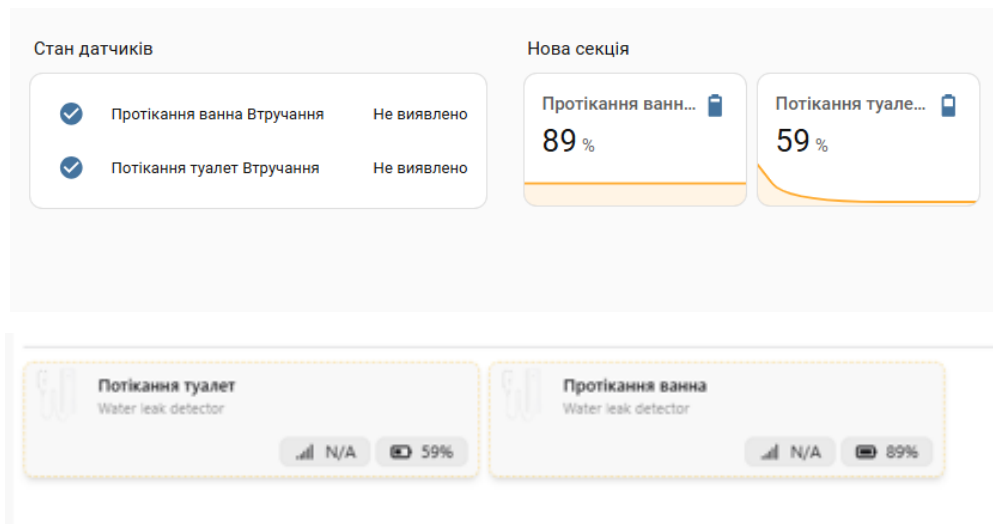


Рисунок 3.16 – Zigbee-пристрої, підключені до Zigbee2MQTT

Інтегровані датчики ведуть постійний моніторинг контрольованих зон та передають інформацію до Home Assistant у режимі реального часу. У разі виявлення протікання система може автоматично сформувати повідомлення користувачу та запустити відповідний сценарій реагування.

За результатами тестування підтверджено стабільну передачу даних, коректне відображення стану датчиків в інтерфейсі Home Assistant та їх готовність до використання в автоматизованих сценаріях.

3.7 Інтеграція системи відеоспостереження Reolink

Невід’ємним елементом розробленої системи розумного будинку є підсистема відеоспостереження, що дозволяє підвищити рівень безпеки житла, забезпечити дистанційний контроль приміщень та оперативно реагувати на надзвичайній ситуації.

Для реалізації відеоспостереження використано IP-камеру Reolink, яка підтримує підключення до локальної мережі та офіційну інтеграцію із платформою Home Assistant. Однією з основних причин вибору обладнання даного виробника стала можливість локального доступу до відеопотоку, а також наявність готового інтеграційного модуля для платформи.

Перед інтеграцією до системи автоматизації камера була підключена до локальної мережі та налаштована за допомогою мобільного застосунку Reolink. Під час налаштування створено обліковий запис адміністратора, встановлено параметри безпеки та перевірено працездатність відеопотоку.

Інтеграція з Home Assistant виконана через офіційний модуль Reolink з використанням IP-адреси камери, імені користувача та пароля. Після кожної успішної авторизації платформа автоматично сформувала доступні функції пристрою та сформувала необхідні сутності для подальшої роботи.

кроки з усунення несправностей.' There are three input fields: 'Ім'я користувача*' (Username) with the value 'admin', 'Пароль*' (Password) with a toggle eye icon, and 'Хост*' (Host). Each field has a descriptive subtitle below it. At the bottom right is a blue button labeled 'Надіслати' (Send)." data-bbox="232 332 825 677"/>

× Reolink ?

Якщо у вас виникли проблеми, зверніться до [кроки з усунення несправностей](#).

Ім'я користувача*
admin

Username to log in to the Reolink device itself. Not the Reolink cloud account.

Пароль*

Password to log in to the Reolink device itself. Not the Reolink cloud account.

Хост*

The hostname or IP address of your Reolink device. For example: '192.168.1.25'.

Надіслати

Рисунок 3.17 – Додавання камери Reolink до Home Assistant

Після інтеграції камера стала доступною для перегляду через вебінтерфейс Home Assistant та мобільний застосунок. Відеопотік було додано до інформаційної панелі Dashboard, що забезпечило швидкий доступ до системи відеоспостереження без використання окремого програмного забезпечення.

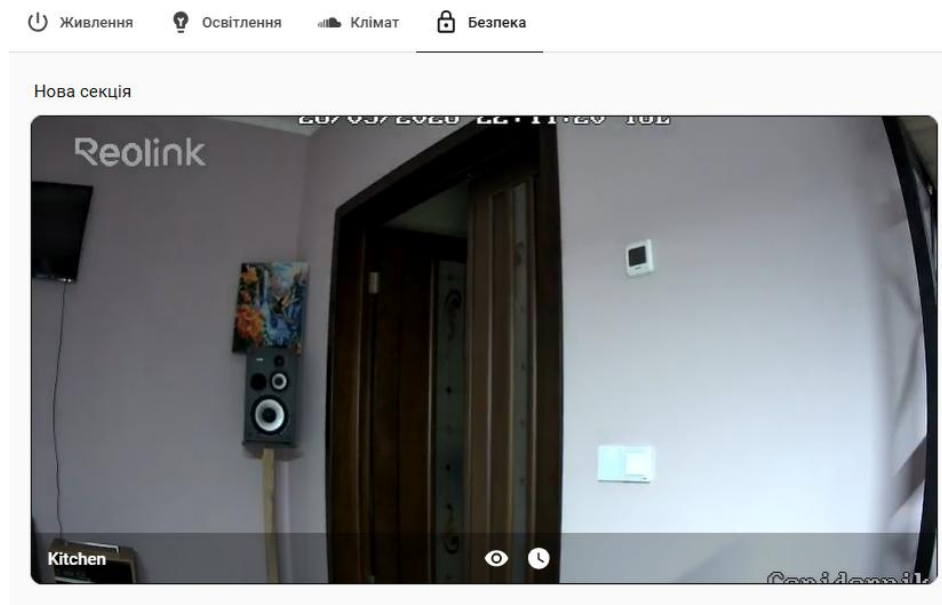


Рисунок 3.18 – Відображення відеопотоку камери Reolink на Dashboard

Для підвищення плавності відтворення застосовано оптимізовані параметри потокового передавання, що дозволило мінімізувати затримку та підвищити комфорт перегляду через веб-інтерфейс.

Інтеграція камери відеоспостереження також забезпечила централізований моніторинг житла: користувач отримав доступ до відеопотоку з будь-якого пристрою, що має доступ до Home Assistant, включаючи персональний комп'ютер, планшет або смартфон.

3.8 Інтеграція штучного інтелекту та голосового керування

Однією з визначальних рис сучасної системи розумного будинку є можливість взаємодії з ними за допомогою природної мови. Застосування технологій штучного інтелекту покращує керування обладнанням, забезпечує доступність систем і робить користувацький досвід більш інтуїтивним.

У цьому проєкті для реалізації функцій ШІ використовується інтеграція OpenAI Conversation у середовищі Home Assistant. Цей компонент забезпечує зв'язок між платформою та мовною моделлю через OpenAI API.

Для активації інтеграції було створено API-ключ на платформі OpenAI та виконано його підключення до Home Assistant. Після чого Home Assistant отримав можливість обробляти голосові та текстові запити користувача із використанням технологій штучного інтелекту.

Create new secret key

Owned by

You

Service account

This API key is tied to your user and can make requests against the selected project. If you are removed from the organization or project, this key will be disabled.

Name

Optional

My Test Key

Project

Default project

Permissions

All

Restricted

Read only

Cancel

Create secret key

Рисунок 3.19 – Створення OpenAI API key

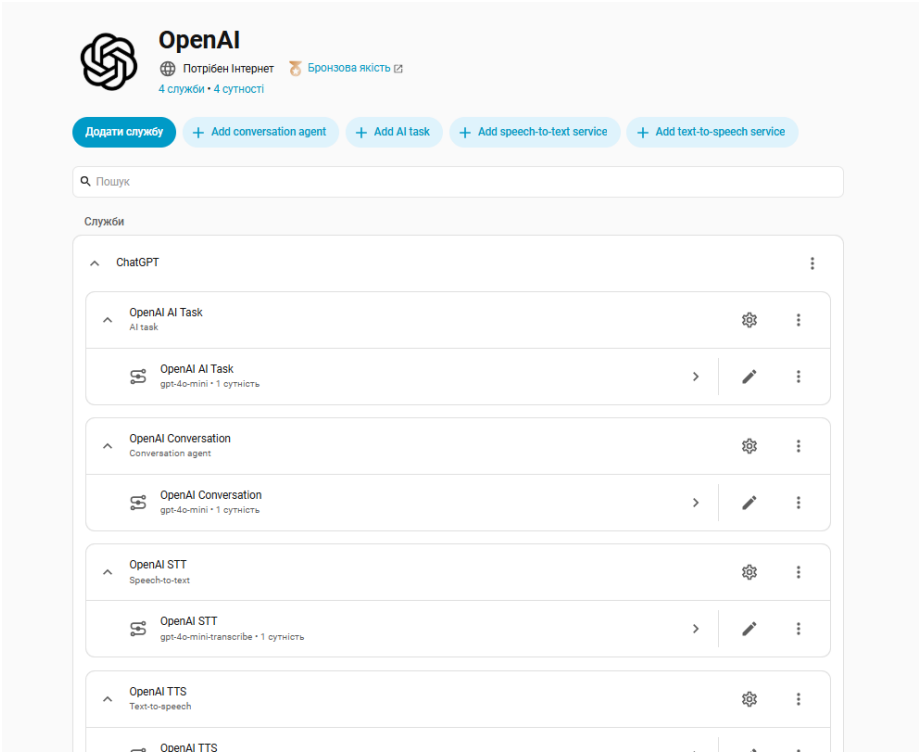


Рисунок 3.20 – Налаштування інтеграції OpenAI Conversation у Home Assistant

Наступним кроком стало налаштування голосового помічника Assist, вбудованого до Home Assistant. Такий компонент відповідає за прийом голосових команд користувача, їх обробку та передачу до системи штучного інтелекту для подальшого аналізу.

Після завершення інтеграції користувач отримує можливість керувати системою розумного будинку голосовими командами українською мовою. Зокрема, система підтримує керування освітленням, розумними розетками, кліматичним обладнанням та іншими інтегрованими пристроями.

Приклади голосових команд, які можуть використовуватися в системі:

- увімкни світло на кухні;
- вимкни освітлення в спальні;
- покажи температуру в квартирі;
- який стан датчиків протікання;
- увімкни бойлер;
- вимкни сушарку для рушників.

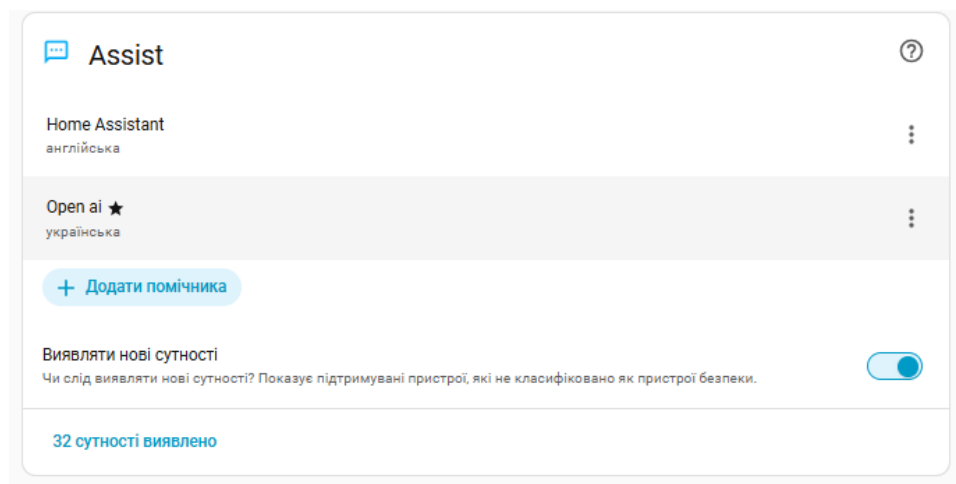


Рисунок 3.21 – Налаштування голосового помічника Assist

Крім безпосереднього керування обладнанням, штучний інтелект може використовуватися для створення та вдосконалення сценаріїв автоматизації.

Використання мовних моделей дозволяє формувати готові конфігурації автоматизацій на основі текстового опису необхідної логіки роботи системи.

Завдяки розробленій системі штучний інтелект також може використовуватися для аналізу показників датчиків та формування рекомендацій щодо покращення умов проживання або оптимізації енергоспоживання. Наприклад, на основі показників якості повітря система може рекомендувати провітрювання приміщення або автоматично активувувати вентиляцію.

Важливою перевагою використання голосового керування є підвищення доступності системи для людей з обмеженими фізичними можливостями. Можливість виконання більшості команд за допомогою голосу дозволяє спростити взаємодію з побутовими пристроями та підвищити рівень автономності користувачів.

У результаті виконаних робіт систему розумного будинку було інтегровано із сервісами штучного інтелекту OpenAI та голосовим помічником Home Assistant Assist, що забезпечило сучасний інтерфейс взаємодії та заклало основу для подальшого розвитку інтелектуальних функцій автоматизації житла.

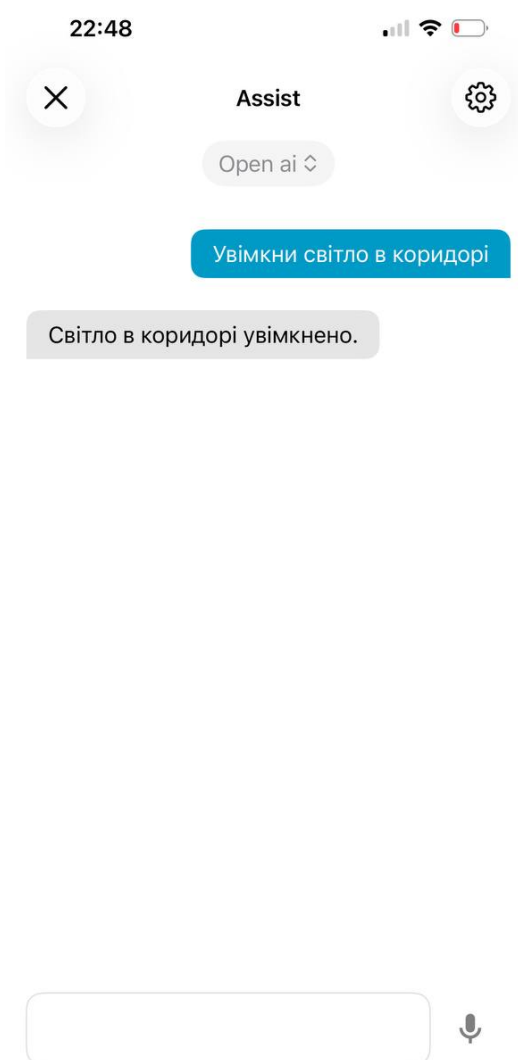


Рисунок 3.22 – Використання Assist у мобільному застосунку

РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА СЦЕНАРІЇВ АВТОМАТИЗАЦІЇ СИСТЕМИ РОЗУМНОГО БУДИНКУ

4.1 Автоматизація освітлення

Освітлення є одним із найбільш важливих елементів системи розумного будинку, оскільки використовується користувачами щоденно та безпосередньо впливає на комфорт мешканців. Автоматизація цього процесу дозволяє спростити керування, зменшити споживання електроенергії та реалізувати додаткові сценарії взаємодії користувача із системою.

Керування освітленням реалізовано на базі розумних вимикачів екосистеми Tuuya Smart, інтегрованої до платформи Home Assistant.

Для підвищення зручності користування було впроваджено сценарій централізованого керування освітленням: одним натисканням кнопки на Dashboard або голосовою командою можна одночасно вимкнути освітлення в усіх приміщеннях квартири.

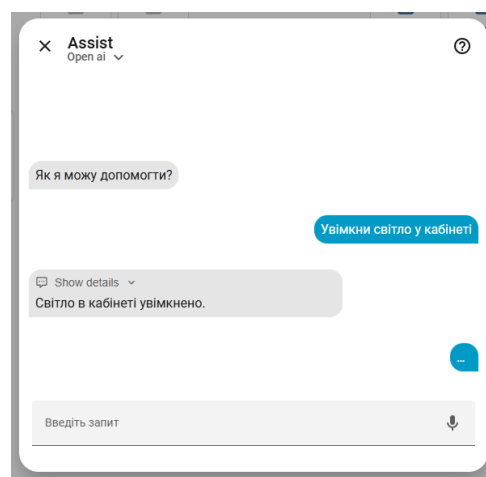


Рисунок 4.1 – Керування освітленням через Home Assistant

Додатково можливий до реалізації сценарій автоматичного нічного освітлення. При активації даного режиму яскравість освітлення зменшується,

що забезпечує комфортне пересування квартирою в нічний час та сприяє економії електроенергії.

Важливою перевагою системи є можливість дистанційного керування освітленням. Це дозволяє користувачу контролювати стан освітлення навіть за межами житла та за необхідності змінювати його режим роботи.

Реалізована система автоматизації освітлення забезпечує зручне й енергоефективне пропускання світла та формує основу для подальшого розширення функціональності розумного будинку.

4.2 Автоматизація побутових приладів

Керування побутовими електроприладами є одним із ключових напрямків автоматизації в розробленій системі розумного будинку. Використання розумних розеток та автоматичних вимикачів дає змогу не виключити дистанційне керування обладнанням, а й досягти автоматизованих сценаріїв його роботи відповідно до розкладу або визначених умов.

Тому було автоматизовано роботу бойлера, сушарки для рушників, системи опалення та інших електроприладів, підключених через розумні модулі розетки екосистеми TuYa Smart. Усі сценарії реалізовано з використанням Home Assistant, що забезпечує централізоване керування обладнанням та можливість гнучкого коригування параметрів через інформаційну панель.

Особливу увагу приділено автоматизації роботи електричного бойлера. Щоб забезпечити постійну наявність гарячої води в годину пік і водночас мінімізувати енергоспоживання, розроблено окремі графіки роботи для буднів і вихідних.

У будні дні бойлер автоматично вмикається о 14:00 та працює до 03:00 наступного дня. Такий режим дозволяє забезпечити наявність гарячої води в період найбільш активного використання та уникнути зайвого споживання електроенергії в години мінімального навантаження.

У вихідні дні, коли режим перебування мешканців удома змінюється, бойлер автоматично працює з 17:00 до 05:00.

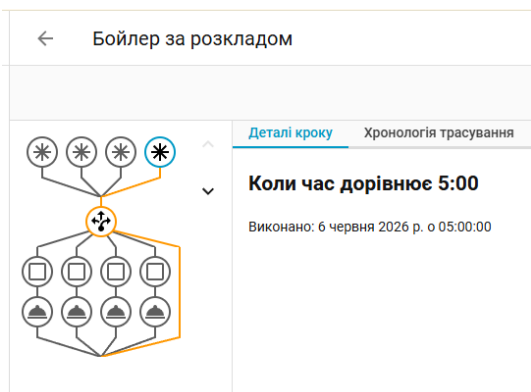


Рисунок 4.2 – Автоматизація роботи електричного бойлера

Ще одним автоматизованим пристроєм є сушарка для рушників, встановлена у ванній кімнаті. Вона також функціонує за розкладом: вмикається о 20 :00 і вимикається о 05 :00 , забезпечуючи висушування рушників у нічний час та підтримуючи комфортний мікроклімат у всій кімнаті.

The screenshot shows a mobile application interface for configuring a boiler schedule. The title is 'Бойлер за розкладом' (Boiler by schedule). Below the title, it specifies the schedule: 'Будні 17:00-03:00, вихідні 15:00-05:00'. The main section is titled 'Коли' (When) and lists four time-based triggers: 'Коли час дорівнює 17:00', 'Коли час дорівнює 3:00', 'Коли час дорівнює 15:00', and 'Коли час дорівнює 5:00'. There is a button '+ Додати тригер' (Add trigger). Below this, there is a section 'І ЯКЩО (необов'язково)' (And if (optional)) with a description: 'Для запуску автоматизації потрібно, щоб усі умови, додані тут, були виконані. Умова може виконуватися або не виконуватися для створення складніших умов.' (For the automation to start, all conditions added here must be met. A condition can be met or not met to create more complex conditions.). There is a button '+ Додати умову' (Add condition). The bottom section is titled 'Тоді виконати' (Then do) and shows a dropdown menu 'Вибрати серед 4 варіантів' (Choose from 4 options). Below the dropdown, there are three options: 'Варіант 1: Якщо викликано weekday_on і ще 1 умова' (Variant 1: If weekday_on is called and 1 more condition), 'Варіант 2: Якщо викликано weekday_off і ще 1 умова' (Variant 2: If weekday_off is called and 1 more condition), and 'Варіант 3: Якщо викликано weekend_on і ще 1 умова' (Variant 3: If weekend_on is called and 1 more condition).

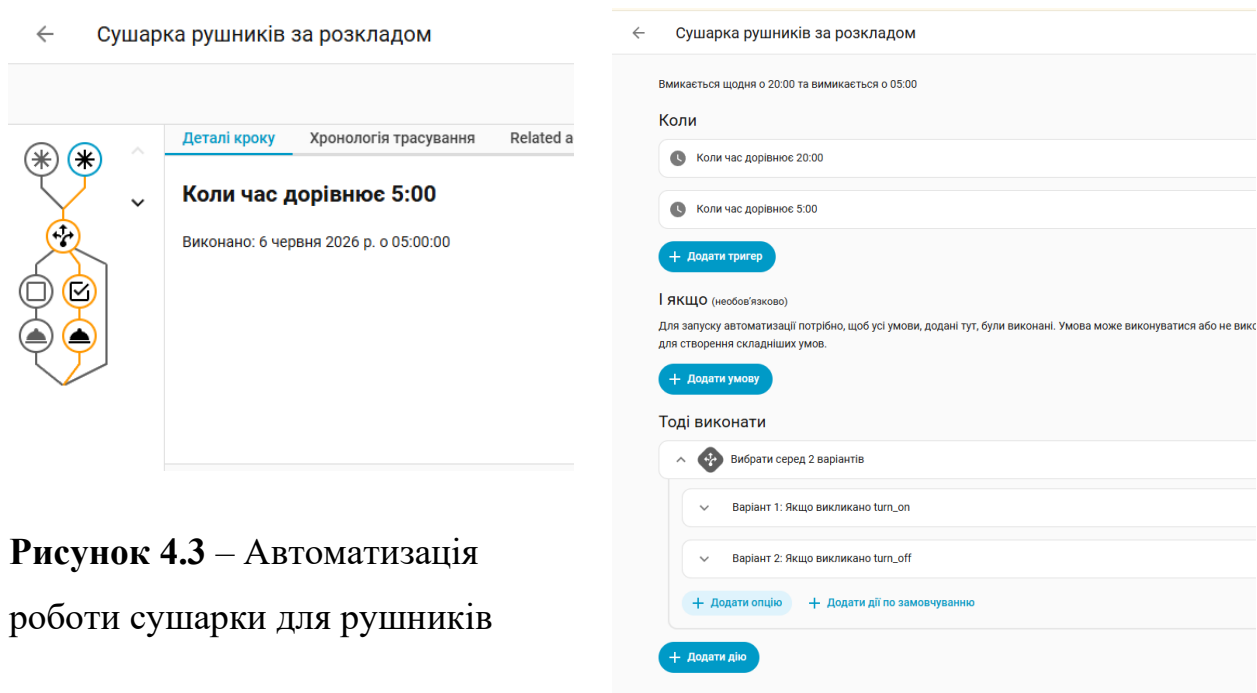


Рисунок 4.3 – Автоматизація роботи сушарки для рушників

Для системи опалення також реалізовано дистанційне керування через Home Assistant. Користувач має можливість вручну вмикати або вимикати опалювальні прилади через мобільний застосунок або вебінтерфейс, а також створювати додаткові сценарії автоматизації залежно від пори року та погодних умов.

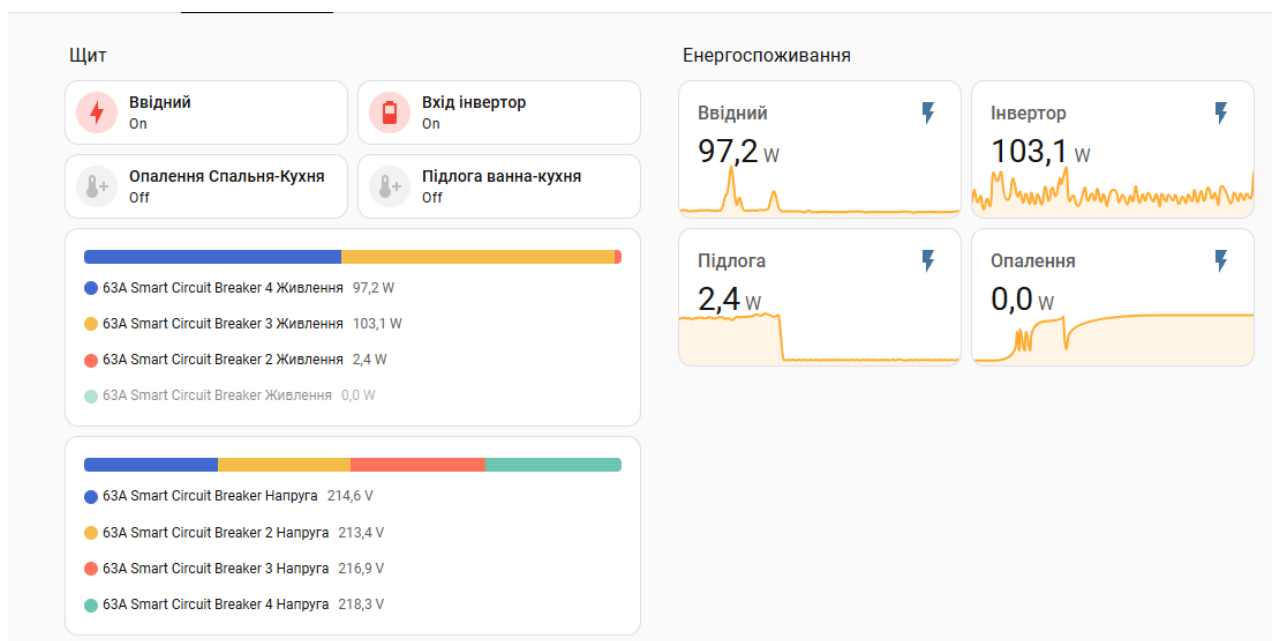


Рисунок 4.4 – Керування побутовими приладами через Home Assistant

Додатковою перевагою реалізованої системи є можливість ручного втручання користувача в роботу автоматизацій. У будь-який момент користувач може змінити стан обладнання через Home Assistant або мобільний застосунок Smart Life, без впливу на базові налаштування автоматизації.

Таким чином, автоматизація побутових приладів дозволила забезпечити комфортне використання обладнання, оптимізувати споживання електроенергії та підвищити рівень централізованого керування інженерними системами оселі.

4.3 Контроль протікань води

Аварії систем водопостачання та опалення є однією з найбільш поширених причин матеріальних збитків у житлових приміщеннях. Також незначне протікання здатне пошкодити оздоблення, меблі та електрообладнання, тому в системі реалізовано окрему підсистему контролю протікань.

Для виявлення аварійних ситуацій використовуються Zigbee-датчики протікання води, інтегровані в Home Assistant через Zigbee2MQTT. Датчики розміщено у місцях із підвищеним ризиком виникнення протікань, зокрема біля бойлера та унітазу, під сантехнічними приладами та поблизу водопровідних з'єднань.

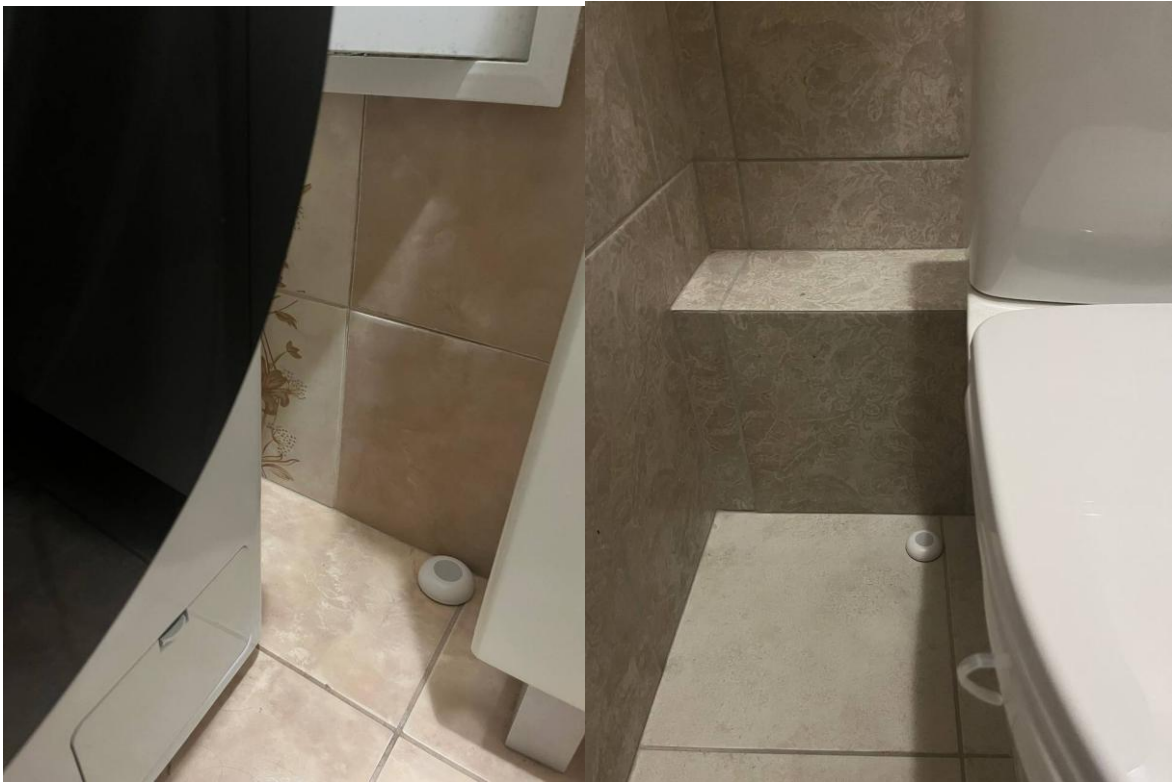


Рисунок 4.5 – Встановлені Zigbee-датчики протікання води

Принцип роботи системи базується на безперервному моніторингу стану контрольованих зон. У разі потрапляння води на контакти датчика він миттєво змінює свій стан та передає відповідний сигнал до Home Assistant. Отримана інформація використовується для запуску сценаріїв реагування та інформування користувача.

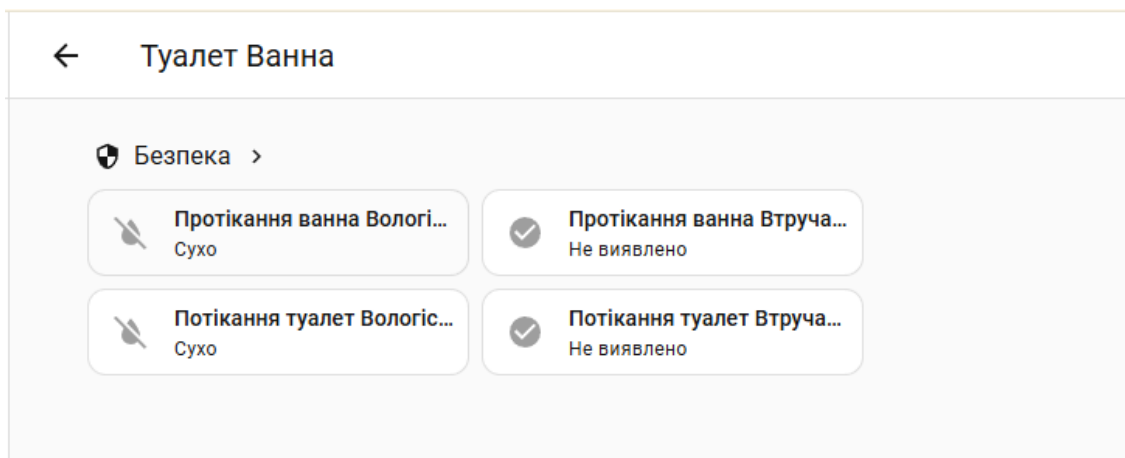


Рисунок 4.6 – Zigbee-датчик протікання води в системі Home Assistant

Для оперативного реагування на налаштовану автоматизацію, що спрацьовує при отриманні тривожного сигналу від будь-якого датчика: Home Assistant негайно формує push-сповіщення та надсилає його на мобільний пристрій користувача.

Усі датчики також відображаються на інформаційній панелі Dashboard, що дозволяє постійно контролювати їх працездатність і вчасно отримувати інформацію про можливість несправності чи необхідності заміни елементів живлення.

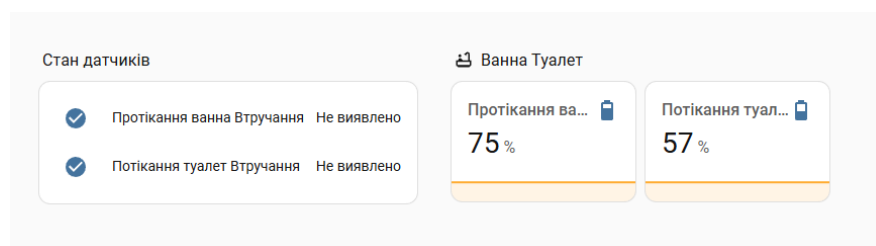


Рисунок 4.7 – Відображення стану датчиків протікання на Dashboard

Використання Zigbee-датчиків забезпечує високу автономність роботи системи: завдяки низькому енергоспоживанню датчики можуть працювати від батарей живлення протягом тривалого часу без необхідності їх заміни.

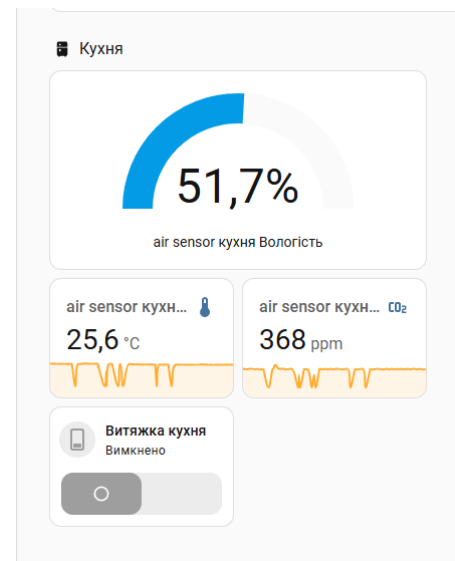
Реалізована підсистема контролю протидії є важливою складовою комплексної системи безпеки розумного будинку, що дозволяє мінімізувати ризик матеріальних збитків від аварійних ситуацій.

4.4 Контроль якості повітря та автоматичне керування вентиляцією

Підтримання комфортного мікроклімату є одним із пріоритетних завдань сучасного розумного будинку, оскільки якість повітря впливає на самопочуття, продуктивність і загальний комфорт мешканців. З огляду на це в розробленій системі реалізовано моніторинг ключових показників якості повітря та автоматичного керування вентиляцією.

Для вимірювання параметрів навколишнього середовища використовується датчик якості повітря, інтегрований до Home Assistant. Пристрій відстежує концентрації вуглекислого газу (CO₂), летких органічних сполук (VOC), формальдегіду, температури та вологості повітря. Отримані дані надходять до Home Assistant режимі реального часу й служать для подальшої автоматизації роботи системи.

Рисунок 4.8 – Відображення показників датчика якості повітря в Home Assistant



у

У процесі експлуатації системи було встановлено, що під час приготування їжі на кухні спостерігається збільшення концентрації летких органічних сполук та інших забруднювачів повітря. Для автоматичного реагування на такі ситуації реалізовано сценарій керування кухонною витяжкою.

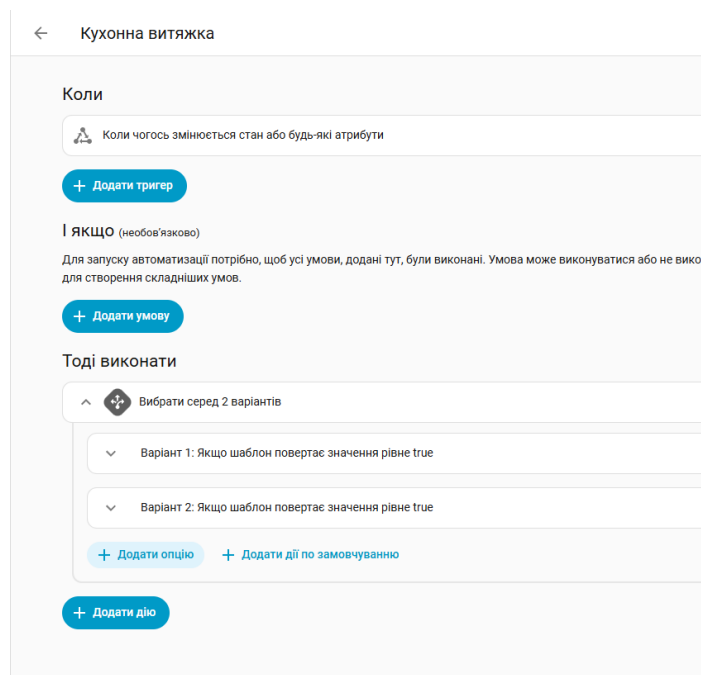


Рисунок 4.9 – Автоматизація керування кухонною витяжкою

Принцип роботи автоматизації полягає в постійному аналізі показників датчика якості повітря. Якщо концентрація забруднюючих речовин перевищує встановлені порогові норми, Home Assistant автоматично запускає втяжку. Після нормалізації показників повітря система автоматично вимикає вентиляцію, що дозволяє уникнути зайвого споживання електроенергії.

Окрім автоматичного керування вентиляцією, інформація про якість повітря відображається на інформаційній панелі Home Assistant у вигляді числових показників та графіків зміни параметрів у часі. Це дозволяє користувачу аналізувати стан повітря в приміщенні та спостерігати за ефективністю роботи системи вентиляції.

Накопичення історичних даних також дає можливість оцінювати зміни параметрів мікроклімату залежно від пори року або інтенсивності використання приміщення та роботи побутових приладів.

Рисунок 4.10 – Графіки зміни показників якості повітря



Реалізована система моніторингу якості повітря в поєднанні з автоматизованим керуванням вентиляцією забезпечує комфортні умови проживання, знижує потребу в ручному втручанні користувачів та наочно демонструє практичний потенціал IoT-технологій у системах розумного будинку.

4.5 Система відеоспостереження та охорони житла

Найцікавішим із напрямків автоматизації сучасного розумного будинку є забезпечення безпеки житла та його мешканців. Для реалізації функцій моніторингу та охорони в розробленій системі використано IP-камеру Reolink, інтегровану до Home Assistant.

Після підключення камери користувач отримує можливість переглядати відеопотік через веб-інтерфейс Home Assistant та мобільний додаток.

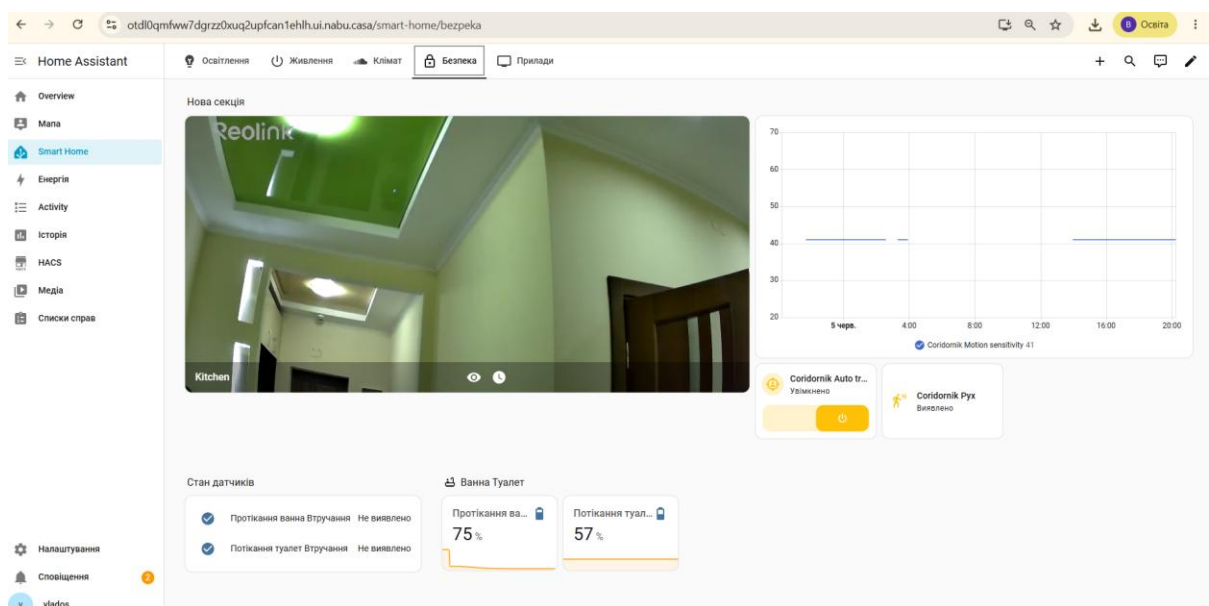


Рисунок 4.11 – Відображення відеопотоку камери Reolink у Home Assistant

Для посилення захисту житла в системі реалізовано охоронний режим. Перед виходом із квартири користувач може активувати його через інформаційну панель Home Assistant або мобільний застосунок. Після чого система переходить у стан моніторингу та починає контролювати події, пов'язані з виявленням руху та появою людей.

Основою охоронного режиму є автоматизація, побудована на аналітичних функціях камери Reolink. При фіксації людини в активному режимі охорони Home Assistant автоматично ініціює сценарій тривоги:

отримує поточний кадр із камери, зберігає фотознімок подій і надсилає тривожне повідомлення власнику квартири.

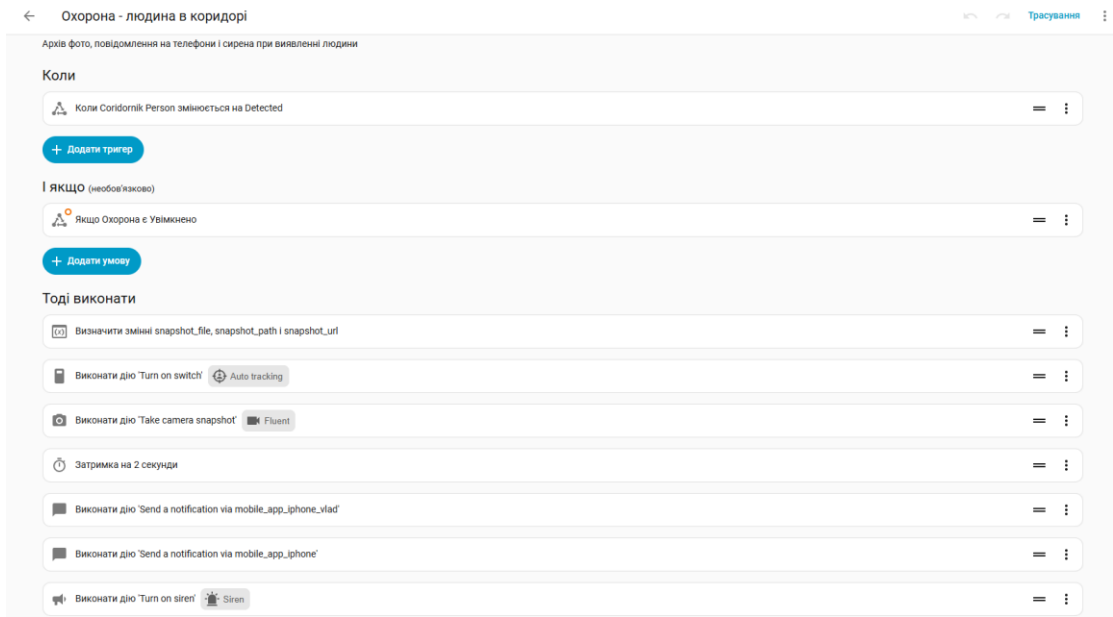


Рисунок 4.12 – Автоматизація охоронного режиму в Home Assistant

Тривожне повідомлення надсилається на мобільний пристрій користувача через Home Assistant. Повідомлення містить інформацію про спрацювання охоронної системи, дату та час події, а також фотографію, отриману з камери відеоспостереження.

Використання фотопідтвердження дозволяє значно зменшити кількість хибних тривог та підвищити інформативність системи безпеки.

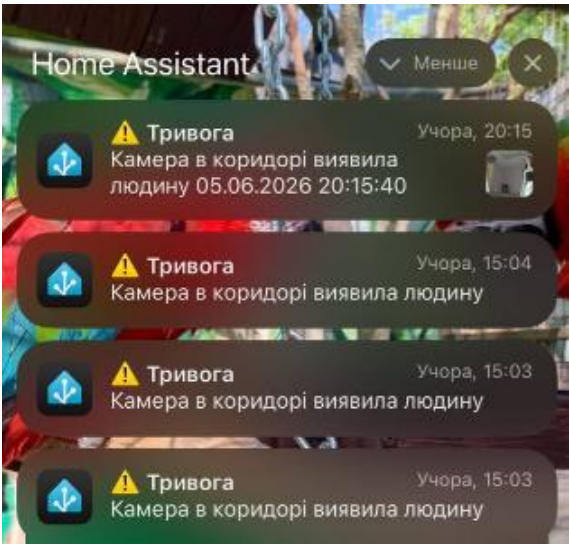


Рисунок 4.13 – Приклад

тривожного повідомлення з фотографією, отриманою з камери Reolink

Крім надсилання тривожних повідомлень, інформація про стан охоронного режиму відображається на Dashboard Home Assistant. Користувач

може в будь-який момент перевірити, чи активована охорона, переглянути історію подій та отримати доступ до архіву спрацювань системи.

Інтеграція відеоспостереження із системою автоматизації відкриває можливості для реалізації додаткових сценаріїв безпеки: наприклад, автоматичного вмикання освітлення при додаванні руху або одночасного запуску декількох дій реагування. Завдяки цьому відеоспостереження стає органічною складовою розумового будинку, а не відокремленим засобом контролю.

Реалізована система відеоспостереження та охорони забезпечує дистанційний моніторинг житла, автоматичне виявлення потенційно небезпечних ситуацій та оперативне інформування користувача.

4.6 Голосове керування із використанням штучного інтелекту

Голосове керування є одним із найперспективніших напрямків розвитку сучасної системи розумного будинку. Воно суттєво спрощує взаємодію з системою автоматизації та забезпечує швидкий і зручний доступ до її основних функцій.

У цьому проєкті голосове керування реалізовано на базі Home Assistant Assist та інтеграції OpenAI Conversation. Такий підхід дозволяє використовувати можливості штучного інтелекту для обробки запитів користувача природною мовою та виконання відповідних дій у системі розумного будинку.

Після налаштування інтеграції користувач отримує можливість керувати освітленням, побутовими приладами, кліматичним обладнанням та іншими компонентами систем за допомогою голосових команд. На відміну від традиційних голосових помічників із зафіксованим набором фраз, використання мовної моделі дозволяє формувати запити у вільній формі

— система створює природну мову без необхідності підтримувати суворі шаблони.

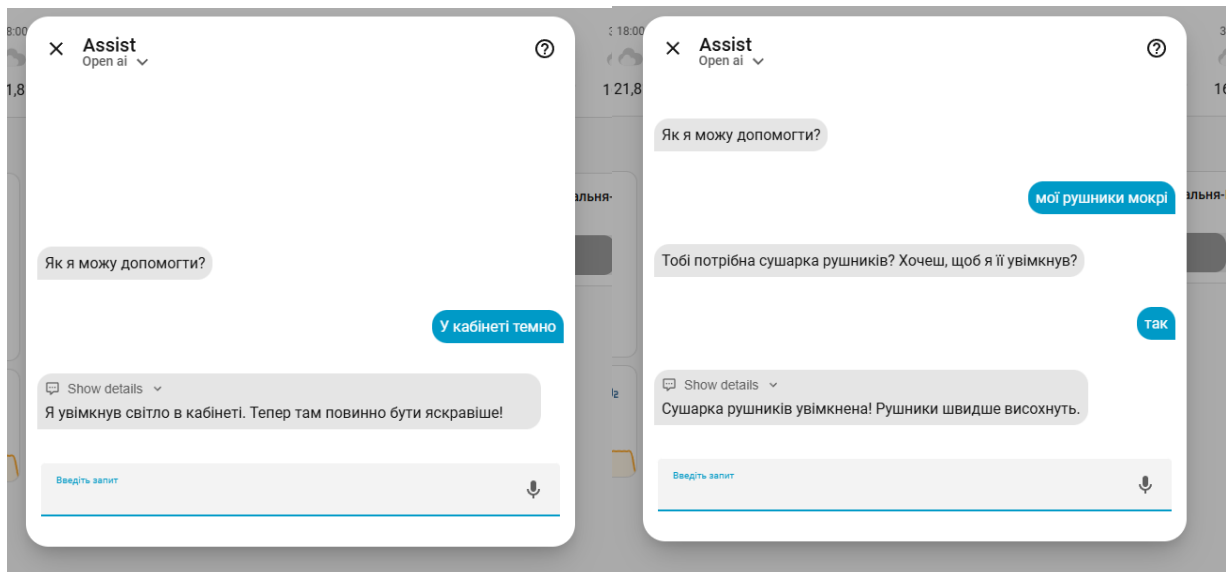


Рисунок 4.14 – Робота голосового помічника Assist у Home Assistant

Голосове керування може використовуватися для виконання різноманітних повсякденних операцій. Наприклад, користувач може подавати команди на увімкнення або вимкнення освітлення, керування побутовими приладами, отримання інформації про стан системи або перегляд показників датчиків.

Приклади команд, які підтримуються системою:

- увімкни світло на кухні;
- вимкни освітлення в спальні;
- який зараз рівень CO₂ у квартирі;
- чи спрацювали датчики протікання;
- увімкни бойлер;
- вимкни сушарку для рушників;
- покажи стан системи вентиляції.

Штучний інтелект аналізує зміст звернення користувача, визначає необхідну дію та передає відповідну команду до Home Assistant. Завдяки цьому забезпечується більш природна та зручна взаємодія із системою автоматизації.

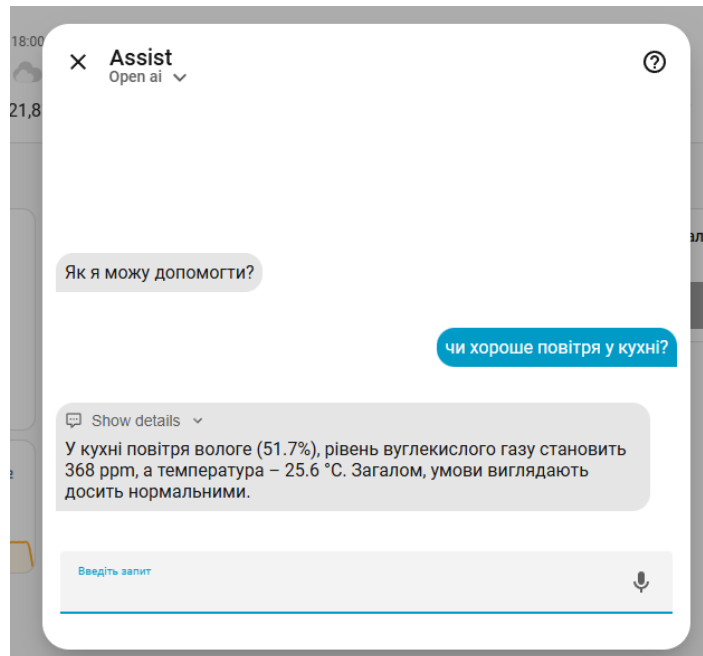


Рисунок 4.15 – Приклад обробки голосової команди засобами штучного інтелекту

Окрім безпосереднього керування обладнанням, інтеграція штучного інтелекту може використовуватися для формування рекомендацій щодо роботи системи. Наприклад, на основі показників датчиків якості повітря користувач може отримати інформацію про необхідність провітрювання приміщення або увімкнення вентиляції.

Особливу цінність голосове керування має для людей з обмеженими фізичними можливостями. Можливість керування освітленням, побутовими приладами та іншими компонентами будинку за допомогою голосу підвищує рівень самостійності користувачів та спрощує виконання повсякденних дій.

Інтеграція штучного інтелекту та голосового керування дозволила сформувати сучасний і комфортний інтерфейс взаємодії з розумним будинком, а також заклала основу для подальшого розвитку інтелектуальних засобів автоматизації житла.

4.7 Сценарії для людей з обмеженими фізичними можливостями

Підвищення доступності житлового середовища для людей з обмеженими фізичними можливостями є одним із пріоритетних напрямків розвитку сучасної системи розумного дому. У розробленому проекті цьому аспекту приділено особливу увагу, і реалізовано комплекс відповідних функцій.

Ключовою особливістю системи є можливість дистанційного керування всіма основними пристроями через мобільний додаток Home Assistant. Користувач може керувати освітленням, побутовою технікою, вентиляцією та іншими компонентами без необхідності фізичного контакту з вимикачами чи розетками.

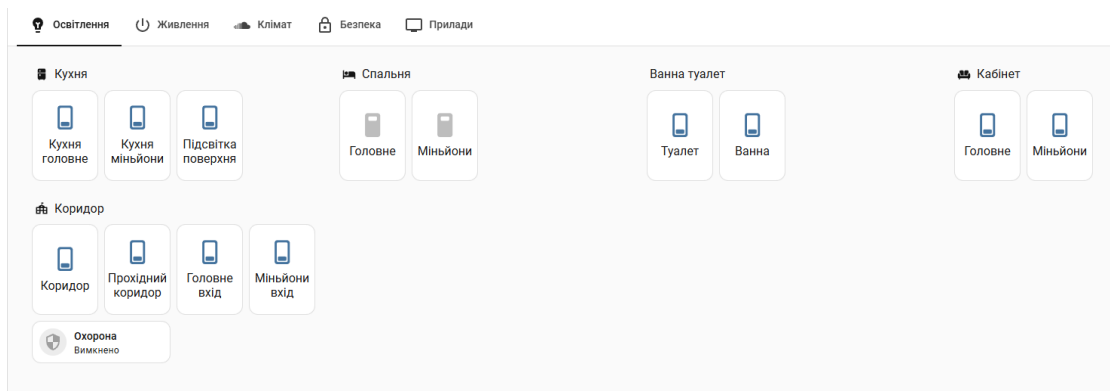


Рисунок 4.16 – Дистанційне керування пристроями через Home Assistant

Важливим інструментом доступності є голосове керування, реалізоване на базі Home Assistant Assist та інтеграція OpenAI.

Завдяки підтримці природної мови користувач може завершити виконання операцій голосом, зокрема:

- вмикати та вимикати освітлення;
- керувати бойлером і сушаркою для рушників;
- активувати або деактивувати охоронний режим;
- отримувати інформацію про стан датчиків;
- контролювати параметри якості повітря;
- переглядати стан системи автоматизації.

Реалізовані сценарії автоматизації також сприяють підвищенню доступності житла. Наприклад, автоматичне керування бойлером, сушаркою для рушників та вентиляцією дозволяє зменшити кількість дій, які користувач повинен виконувати самостійно. Система виконує більшість рутинних операцій самостійно відповідно до заданих умов та розкладів.

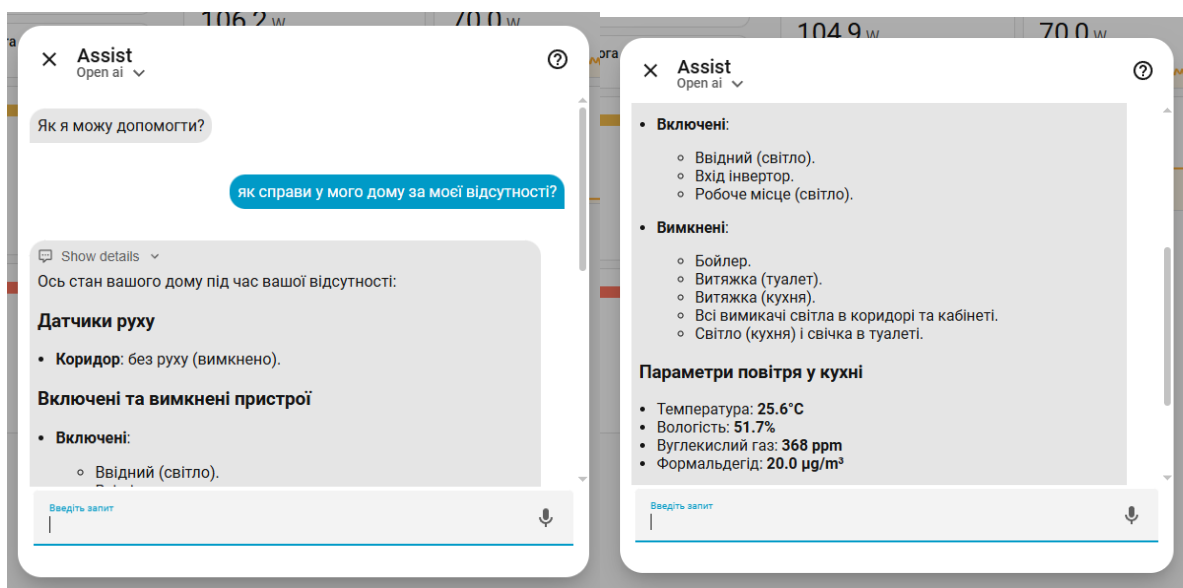


Рисунок 4.17 – Приклад використання голосового керування системою

Додатковим елементом доступності є система сповіщень Home Assistant. Користувач отримує повідомлення про спрацювання датчиків протікання, зміну стану охоронної системи та інші важливі події. Це дозволяє оперативно реагувати на можливі проблеми навіть за відсутності безпосереднього доступу до обладнання.

Єдина інформаційна панель Dashboard об'єднує всі основні функції керування та моніторингу в одному інтерфейсі, що додатково спрощує взаємодію із системою

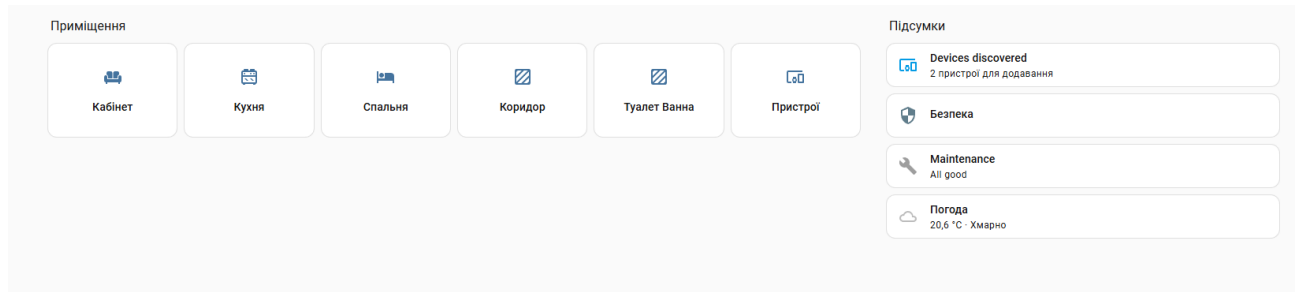


Рисунок 4.18 – Інформаційна панель керування Home Assistant

Поєднання технологій Інтернет-речей і штучного інтелекту дозволяє підвищити рівень самостійності користувачів, полегшити виконання щоденних побутових завдань і підвищити загальну якість проживання.

РОЗДІЛ 5 ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБЛЕНОЇ СИСТЕМИ РОЗУМНОГО БУДИНКУ

5.1 Аналіз результатів впровадження системи

У ході виконання кваліфікаційної роботи розроблено та реалізовано повноцінну систему розумного будинку на базі екосистеми Tuuya Smart, платформи Home Assistant і технологій штучного інтелекту. Створений програмно-апаратний комплекс забезпечує централізоване керування обладнанням, безперервний моніторинг параметрів житлового середовища, виконання автоматизованих сценаріїв та підвищення рівня безпеки житла.

До єдиного середовища Home Assistant інтегровано розумні вимикачі, розетки, автоматичні вимикачі, датчики протікання води, датчики руху, датчики якості повітря та систему відеоспостереження. Усі компоненти функціонують злагоджено й можуть використовуватися як автономно, так і в межах комплексних сценаріїв автоматизації.

Проведене функціональне тестування підтвердило коректну роботу системи в цілому: пристрої реагують на команди користувача, автоматизація підтримується відповідно до заданих умов, а дані від датчиків оновлюються в режимі реального часу.

Особливу увагу під час тестування приділено перевірці автоматизованих сценаріїв. Встановлено, що керування бойлером і сушаркою для рушників відповідає заданому розкладу, система контролю протікань остаточно формує сповіщення, а автоматизація вентиляції коректно регулює зниження показників якості повітря.

Окремо перевірено роботу охоронного режиму: під час тестування система успішно виявляла появу людини в зоні спостереження камери та

датчиків руху, автоматично фіксувала фотознімок подій і надсилала тривожне повідомлення користувачу.

5.2 Оцінка енергоефективності системи

Оптимізація споживання енергетичних ресурсів є однією з ключових цілей впровадження системи розумного будинку. Для її досягнення реалізовано автоматизовані сценарії управління освітленням, електричним бойлером, сушаркою для рушників та іншими електроприладами.

Застосування часових графіків роботи обладнання дозволяє уникнути його безперервного функціонування та суттєво скоротити непродуктивне споживання електроенергії. Прилади вмикаються лише при достатньому проміжку часу, що зазвичай відображається на загальному енергобалансі житла.

Додатковий внесок в енергоефективність забезпечує автоматичне керування вентиляцією на основі показників датчика якості повітря. Витяжка активується спеціально для потреб, що дозволяє скоротити витрати електроенергії відповідно до режиму постійної роботи.

Для об'єктивного моніторингу енергоспоживання розроблені розумні автоматичні вимикачі, які в режимі реального часу передають Home Assistant дані про напругу, силу струму, споживану потужність та загальний обсяг використаної електроенергії. На основі цих даних користувач може аналізувати динаміку витрат і приймати обґрунтоване рішення щодо подальшої оптимізації системи роботи.

Таким чином, впровадження автоматизованого транспортного обладнання сприяє раціональному використанню електроенергії та забезпечує загальну енергоефективність житла.

5.3 Переваги та перспективи розвитку системи

Розроблена система розумного будинку має низку суттєвих переваг завдяки традиційним підходам до керування обладнанням. До основних із них належать: централізоване управління всіма пристроями з єдиного інтерфейсу, можливість дистанційного доступу, автоматизація рутинних процесів, підвищення рівня безпеки житла та інтеграція сучасних технологій штучного інтелекту.

Вагомою перевагою є використання платформи Home Assistant, яка забезпечує високу гнучкість налаштування та підтримку обладнання різних виробників. Це дозволяє нарощувати функціональність системи без необхідності заміни вже встановлених пристроїв, що значно знижує витрати на її подальший розвиток.

Інтеграція сервісів штучного інтелекту відкриває широкі перспективи для вдосконалення системи. У майбутньому можуть бути реалізовані функції прогнозування поведінки користувачів, адаптивної оптимізації роботи обладнання та інтелектуального аналізу даних від датчиків для формування персоналізованих рекомендацій.

Перспективним напрямком також є розширення підсистеми безпеки шляхом підключення додаткових камер спостереження, датчиків відкриття дверей і вікон, а також інтеграція із зовнішніми охоронними службами.

Таким чином, розроблена система має значний потенціал для подальшого розвитку і може бути адаптована до індивідуальних потреб різних категорій користувачів, зокрема людей з обмеженими фізичними можливостями.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання кваліфікаційної роботи розроблено та реалізовано систему розумного будинку на базі екосистеми Tuuya Smart, платформи Home Assistant і технологій штучного інтелекту. Проведене дослідження підтвердило ефективність використання технологій Інтернету речей для автоматизації житлових приміщень, підвищення комфорту, безпеки та енергоефективності.

У процесі роботи виконано аналіз сучасних систем розумного будинку, технологій Інтернету речей та програмних платформ автоматизації. За результатами аналізу для реалізації проєкту обрано екосистему Tuuya Smart і платформу Home Assistant, які забезпечують широкі можливості інтеграції, автоматизації та подальшого розширення системи.

Розроблено структуру системи для житлової квартири, відповідно підібрано необхідне апаратне та програмне забезпечення, а також виконано інтеграцію розумних вимикачів, розеток, автоматичних вимикачів, датчиків протікання води, датчиків якості повітря, датчиків руху та системи відеоспостереження.

У практичній частині роботи виконано налаштування Smart Life, Home Assistant, Zigbee2MQTT, MQTT-брокера Mosquitto та створено інформаційну панель Dashboard. Також реалізовано інтеграцію камери Reolink, сервісів OpenAI та голосового помічника Home Assistant Assist.

На базі розробленої системи впроваджено автоматизацію освітлення, керування бойлером, робочим місцем з різними приладами, підсвіткою поверхні та сушаркою для рушників, контроль протікань води, автоматичне керування вентиляцією за показниками якості повітря та режим охорони із використанням камери відеоспостереження. При виявленні людини система

автоматично створює повідомлення та надсилає користувачу фотографію події.

Важливою складовою роботи стала інтеграція штучного інтелекту та голосового керування, що дозволяє взаємодіяти із системою за допомогою природної мови. Реалізоване рішення також сприяє підвищенню доступності житлового середовища для людей з обмеженими фізичними можливостями.

Проведене тестування підтвердило працездатність усіх компонентів системи та коректне виконання автоматизацій. Отримані результати свідчать про досягнення поставленої мети роботи та можливість використання розробленої системи як основи для створення сучасного енергоефективного та безпечного розумного житла.

Перспективами подальшого розвитку є розширення кількості датчиків і виконавчих пристроїв, удосконалення алгоритмів штучного інтелекту та впровадження додаткових засобів безпеки й енергоменеджменту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Home Assistant Documentation. Official documentation for Home Assistant. URL: <https://www.home-assistant.io/docs/> (дата звернення: 10.03.2026).
2. Tuya IoT Development Platform. Developer documentation and API reference. URL: <https://developer.tuya.com/en/docs/> (дата звернення: 10.04.2026).
3. Zigbee2MQTT Documentation. Zigbee to MQTT bridge documentation. URL: <https://www.zigbee2mqtt.io/guide/getting-started/> (дата звернення: 12.04.2026).
4. Гладченко М. О., Сидоренко В. В. Системи розумного будинку на основі IoT-технологій. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Інформатика та моделювання. 2021. № 2. С. 45–52. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua> (дата звернення: 05.03.2026).
5. Пасічник В. В., Савченко В. О. Інтернет речей: архітектура, протоколи та застосування в системах розумного будинку. Наукові праці НТУУ «КПІ». Серія: Інформатика, управління та обчислювальна техніка. 2020. № 72. С. 34–41. URL: <https://ela.kpi.ua> (дата звернення: 05.02.2026).
6. Raspberry Pi Foundation. Raspberry Pi 4 Model B product page and documentation. URL: <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-4-model-b/> (дата звернення: 08.04.2026).
7. Reolink Support Center. Reolink E320 setup and Home Assistant integration guide. URL: <https://support.reolink.com> (дата звернення: 11.04.2026).
8. HACS — Home Assistant Community Store. Documentation and installation guide. URL: <https://hacs.xyz/docs/use/> (дата звернення: 09.05.2026).
9. Eclipse Mosquitto. An open source MQTT broker documentation. URL: <https://mosquitto.org/documentation/> (дата звернення: 12.05.2026).

10. Amazon Alexa Developer Documentation. Smart Home Skill API. URL:
<https://developer.amazon.com/en-US/docs/alexa/smarthome/understand-the-smart-home-skill-api.html> (дата звернення: 07.02.2026).
11. Apple HomeKit Developer Documentation. HomeKit framework overview.
URL: <https://developer.apple.com/documentation/homekit> (дата звернення: 07.02.2026).
12. Google Home Developer Documentation. Google Home platform overview.
URL: <https://developers.home.google.com/matter> (дата звернення: 07.02.2026).
13. Zigbee Alliance. Zigbee Specification Overview. URL:
<https://zigbeealliance.org/solution/zigbee/> (дата звернення: 08.04.2026).
14. Туя Смарт Україна. Офіційний сайт екосистеми TuYa Smart. URL:
<https://www.tuya.com> (дата звернення: 10.03.2026).
15. Starlink. Офіційний сайт супутникового інтернету Starlink. URL:
<https://www.starlink.com> (дата звернення: 09.05.2026).