

**ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему: «ПРОЕКТ СИСТЕМИ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК» З
ІНТЕГРАЦІЄЮ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ ТА БЕЗПЕКИ»

на здобуття освітнього ступеня магістра
зі спеціальності 123 Комп'ютерної інженерії
(код, найменування спеціальності)
освітньо-професійної програми Комп'ютерні системи та мережі
(назва)

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

(підпис)	Андрій МАЗУР Ім'я, ПРІЗВИЩЕ здобувача

Виконав:	здобувач(ка) вищої освіти гр. <u>КСДМ-62</u> <u>Андрій МАЗУР</u> Ім'я, ПРІЗВИЩЕ
Керівник: науковий ступінь, вчене звання	<u>Ярослав ТОРОШАНКО</u> Ім'я, ПРІЗВИЩЕ
Рецензент: науковий ступінь, вчене звання	Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

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

Кафедра Комп'ютерної інженерії

Ступінь вищої освіти Магістр

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

Освітньо-професійна програма Комп'ютерні системи та мережі

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Наталія ЛАЩЕВСЬКА

_____ Ім'я, ПРІЗВИЩЕ
«_____» _____ 2024р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

Мазур Андрій Романович

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Проект системи «Розумний будинок» з інтеграцією відеоспостереження та безпеки»

керівник кваліфікаційної роботи Ярослав ТОРОШАНКО, канд.техн.наук, доцент,
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій від
«15» жовтня 2024р. №320,

2. Строк подання кваліфікаційної роботи «29» грудня 2024р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: науково-технічна література, параметри роботи безпроводних протоколів, принципи інтеграції мобільних додатків, методи налаштування автоматизації, вимоги до відеоспостереження та безпеки, критерії порівняння існуючих систем.

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

1. Основи систем «розумний будинок»

2. Технології та архітектура системи «розумний будинок»

3. Проектування та реалізація сценарії автоматизації та розгортання системи

5. Перелік ілюстративного матеріалу: презентація

1. Мета, об'єкт, предмет дослідження

2. Актуальність роботи

3. Різноманіття екосистем розумного будинку з проблемами обмеженої сумісності та кастомізації

4. Пропозиція розумного будинку на базі мобільної платформи «Smart Life» з пріоритетом автоматизації

5. План будинку з інтегрованими пристроями сумісними зі мобільною платформою «Smart Life»

6. Сценарії автоматизації для повністю автоматизованого будинку

7. Розширений сценарій автоматизації для повністю автоматизованого будинку

8. Функціональна схема взаємодії у системі розумного будинку

9. Принцип роботи Zigbee пристроїв у системі розумного будинку

10. Взаємодія Zigbee пристроїв з іншими протоколами у системі розумного будинку
 11. Інтеграція інших екосистем у розумному будинку за допомогою стандарту Matter
 12. Доцільність використання Wi-Fi для камер відеоспостереження в розумному будинку
 13. Орієнтовна вартість реалізації проєкту розумного будинку
 14. Порівняння з існуючими рішеннями розумного будинку
 15. Висновки
 16. Продовження висновків
 17. Публікації та апробація роботи
6. Дата видачі завдання «01» вересня 2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Збір даних	10.10-12.10.2024	
2	Обробка матеріалу	12.10-15.10.2024	
3	Розробка теоретичної частини	15.10-18.10.2024	
4	Технології та архітектура системи «розумний будинок»	18.10-22.10.2024	
5	Проектування та реалізація сценарії автоматизації та розгортання системи	22.10-26.11.2024	
6	Висновки за результатами аналізу	29.11-30.11.2024	
7	Розробка презентації	30.11-08.12.2024	
8	Передзахист	09.12-11.12.2024	
9	Здача в деканат	20.12-29.12.2024	

Здобувач вищої освіти

(підпис) Андрій МАЗУР
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис) Ярослав ТОРОШАНКО
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Текстова частина кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня магістр: 128 стор., 76 рис., 6 табл., 36 джерел.

Мета роботи – розробка та оцінка системи «Розумний будинок» на основі IoT з інтегрованими функціями відеоспостереження та безпеки, зосереджуючись на покращенні автоматизації, сумісності та взаємодії з користувачем.

Об'єкт дослідження – система «Розумний будинок» з особливим акцентом на її апаратних, програмних та мережевих компонентах, які забезпечують автоматизацію та інтеграцію безпеки.

Предмет дослідження – інтеграція систем відеоспостереження та безпеки в середовище «Розумного дому», зосереджена на використанні протоколів IoT, мобільних платформ та архітектури системи для покращення функціональності та покращення взаємодії з користувачем.

Короткий зміст роботи: У цій роботі досліджується проектування та впровадження системи «Розумний будинок», яка об'єднує функції відеоспостереження та безпеки. У дослідженні пропонується використання платформ на основі IoT, безпроводних протоколів і автоматизації для створення ефективного та зручного рішення для розумного будинку.

Вирішуючи такі проблеми, як сумісність, конфіденційність даних і масштабованість системи, дослідження спрямоване на покращення загальної функціональності та безпеки систем розумного дому, одночасно оцінюючи продуктивність запропонованого рішення.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: РОЗУМНИЙ БУДИНОК, ІОТ, ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ, ІНТЕГРАЦІЯ БЕЗПЕКИ, БЕЗПРОВІДНІ ПРОТОКОЛИ, МОБІЛЬНІ ПРОГРАМИ, СЦЕНАРІЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ, АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ, КОНЦЕНТРАТОРИ, ШЛЮЗИ.

ABSTRACT

The text part of the qualification work for obtaining a master's degree: 128 pages, 76 figures, 6 tables, 36 sources.

The purpose of the work is design and evaluate an IoT-based "Smart House" system with integrated video surveillance and security functionalities, focusing on enhancing automation, interoperability, and user experience.

The object of the research is the " Smart House" system, with particular emphasis on its hardware, software, and network components that enable automation and security integration.

The subject of research is the integration of video surveillance and security systems within a " Smart House" environment, focusing on the use of IoT protocols, mobile platforms, and system architecture to enhance functionality and user experience.

Summary of the work: This work investigates the design and implementation of a " Smart House" system that integrates video surveillance and security features. The study explores the use of IoT-based platforms, wireless protocols, and automation to create an efficient and user-friendly smart home solution.

By addressing challenges such as interoperability, data privacy, and system scalability, the research aims to improve the overall functionality and security of smart home systems while evaluating the performance of the proposed solution.

KEY WORDS: SMART HOUSE, IOT, VIDEO SURVEILLANCE, SECURITY INTEGRATION, WIRELESS PROTOCOLS, MOBILE APPLICATIONS, AUTOMATION SCENARIOS, SYSTEM ARCHITECTURE, HUBS, GATEWAYS.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1 ОСНОВИ СИСТЕМ РОЗУМНОГО БУДИНКУ	10
1.1 Огляд технології розумного дому	10
1.2 Вивчення смарт-платформ на базі мобільних додатків	24
1.3 Роль відеоспостереження та безпеки в системах розумного будинку	33
РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЇ ТА АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК».....	43
2.1 Безпроводні протоколи та зв'язок між пристроями.	43
2.2 Мобільні додатки у системі інтеграції.....	50
2.3 Інтеграція елементів безпеки у взаємодії системи	58
2.4 Роль концентраторів і шлюзів в архітектурі системи	67
РОЗДІЛ 3 ПРОЄКТУВАННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ СЦЕНАРІЇВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА РОЗГОРТАННЯ СИСТЕМИ	75
3.1 Роль автоматизації в розумних будинках	75
3.2 Розробка сценаріїв автоматизації за допомогою мобільних додатків.....	82
3.3 Проєктування системи та план розгортання	93
3.4 Порівняння продуктивності з існуючими системами розумного будинку	108
ВИСНОВКИ.....	114
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	115
Додаток А. ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ (Презентація).....	118

ВСТУП

Технології «розумного будинку» стають невід'ємною частиною нашого життя, забезпечуючи комфорт, енергоефективність та безпеку. Вони дозволяють автоматизувати рутинні процеси, інтегрувати інтелектуальні системи відеоспостереження та оптимізувати управління ресурсами. Усе це досягається завдяки використанню мобільних додатків, безпроводні протоколів зв'язку та хмарних сервісів. Проте впровадження таких систем вимагає детального аналізу їх архітектури, компонентів та взаємодії між різними елементами.

Ця робота зосереджена на дослідженні та розробці системи «розумного будинку» з інтеграцією відеоспостереження та функцій безпеки. Особливий акцент зроблено на мобільних платформах, таких як Smart Life, які забезпечують простий інтерфейс для налаштування сценаріїв автоматизації, а також інноваційних рішень, включаючи геозони, динамічний контроль камер та розподілене зберігання даних. Такі підходи дозволяють створити систему, що не лише відповідає сучасним вимогам, але й перевершує наявні аналоги на ринку.

У роботі також досліджуються технічні аспекти розробки системи, зокрема вибір протоколів зв'язку, роль концентраторів і шлюзів, а також інтеграція компонентів безпеки. Важливим етапом є проєктування сценаріїв автоматизації, які враховують індивідуальні потреби користувачів. Це дозволяє розробляти рішення, орієнтовані на зручність використання, надійність та високу продуктивність.

У підсумку, дослідження охоплює весь спектр питань, пов'язаних із проєктуванням, впровадженням та оптимізацією «розумних будинків». Результати роботи спрямовані на створення комплексної системи, що поєднує функціональність, безпеку та інновації, надаючи користувачам нові можливості для покращення якості життя.

РОЗДІЛ 1 ОСНОВИ СИСТЕМ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»

1.1 Огляд технології розумного будинку

Концепція розумного будинку зародилася досить давно, хоча термін «розумний будинок» набув популярності лише в кінці XX століття. Перші кроки до автоматизації домашніх процесів почалися ще в середині XX століття, коли з'явилися механічні та програмовані термостати. Ближче до кінця XX століття були розроблені й впроваджені перші провідні системи управління освітленням, опаленням та різними нагрівальними приладами (наприклад, масляні обігрівачі). Проте ці рішення не можна було повноцінно віднести до концепції розумного будинку, оскільки вони мали обмежені можливості та не забезпечували єдиної системи управління (див. рис. 1.1) [1].



Рисунок 1.1 – Перший прототип пристрою автоматизації освітлення на базі таймера

Ідея розумного будинку полягає в тому, що всі рутинні завдання, які зазвичай виконуються вручну, можуть бути автоматизовані. Будинок повинен «піклуватися»

про себе самостійно, мінімізуючи втручання людини. Справжній розвиток концепції розумного будинку почався вже на початку ХХІ століття з популяризацією інтернету та виникненням Інтернету речей (IoT). Зокрема, активне впровадження інтернет-технологій у 1990-2000-х роках дало можливість створювати більш ефективні та інтегровані системи управління [1].

Сучасний розумний будинок — це не просто набір автоматизованих пристроїв, а комплексна система, доступна для широкого кола користувачів. Раніше такі технології були дорогими та обмежувалися лише певними рішеннями, доступними під час будівництва або придбання житла. Натомість сьогодні розумний будинок може створити практично кожен, використовуючи доступні пристрої та рішення.

Важливим етапом у розвитку розумного будинку стало поширення смартфонів. Якщо раніше для управління системами автоматизації потрібні були комп'ютери чи спеціалізовані пристрої, то зараз смартфон став універсальним інструментом. Його можливості дозволяють контролювати різні аспекти будинку в режимі реального часу. Смартфони є доступними для більшості населення, незалежно від цінового діапазону — від бюджетних моделей до преміум-класу.

Головною перевагою смартфонів є їхній широкий функціонал. Завдяки можливості встановлення додатків та підключення до мережі інтернет, смартфон перетворився на центр управління для системи розумного будинку, що дозволяє користувачам контролювати освітлення, клімат-контроль, охоронні системи та інші пристрої прямо зі смартфона.

Ідея розумного будинку виникла як рішення для підвищення комфорту, універсальності та зручності житла для всіх верств населення. Головна мета полягала в тому, щоб автоматизувати рутинні процеси, які ми виконуємо щодня: увімкнення та вимкнення світла, запуск чайника чи мікрохвильової печі, регулювання опалення, відкривання чи закривання штор тощо. Хоча ці завдання здаються незначними, їх автоматизація робить життя набагато простішим та комфортнішим [1-2].

На початку ХХІ століття розвиток інтернету став основою для вдосконалення концепції розумного будинку [1-2]. Зокрема, з поширенням смартфонів ця ідея отримала нове життя. Смартфони стали універсальними пристроями, доступними практично кожному, незалежно від соціального чи фінансового статусу. Завдяки додаткам, програмам та підключеним пристроям користувачі отримали можливість централізовано керувати багатьма аспектами свого будинку.



Рисунок 1.2 – Один із перших розумних будинків у Мюнхені

Раніше системи автоматизації та рішення для розумних будинків були доступні лише обмеженому колу людей через їхню високу вартість (див. рис. 1.2) [3]. Вони були складними, дорогими та зазвичай встановлювалися під час будівництва нового житла. Тепер ситуація змінилася: завдяки смартфонам і широкому вибору доступних пристроїв кожен може облаштувати свій будинок, перетворивши його на розумний.

Смартфон став ключовим елементом у системі розумного будинку – за допомогою мобільних додатків користувачі можуть дистанційно керувати освітленням, опаленням, системами безпеки та іншими пристроями з будь-якого місця, що дозволяє створити більш узгоджену, практичну та економічно вигідну систему автоматизації. Такі рішення є значно дешевшими порівняно з традиційними дорогими системами розумного будинку, що робить їх доступними для більшості населення (див. рис. 1.3) [4].

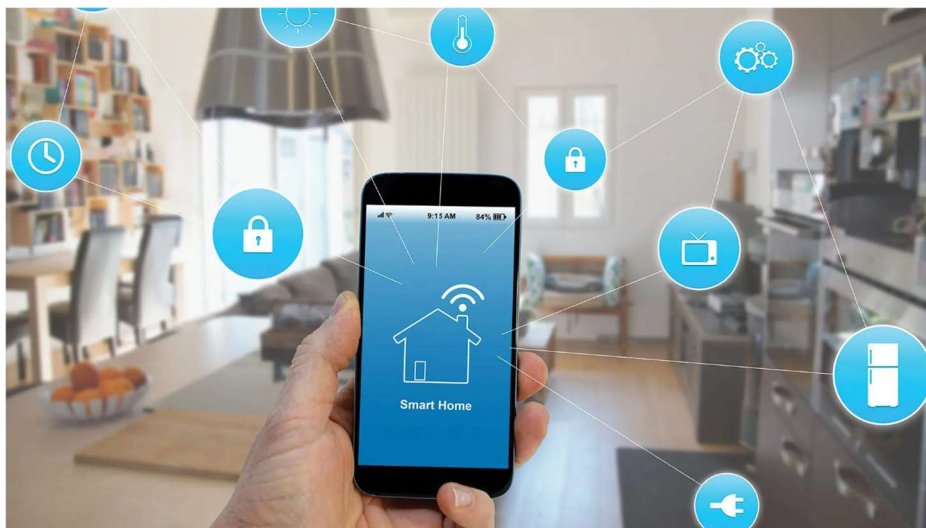


Рисунок 1.3 – Смартфон як елемент керування розумним будинком

Сучасний розумний будинок об'єднує в собі різні пристрої, які підключаються до мобільного телефону, що забезпечує не лише зручність керування, а й гнучкість у виборі обладнання та його інтеграції в уже існуючий дизайн будинку. Користувач може налаштовувати функції під власні потреби, уникаючи зайвих витрат та кардинальних змін [1-4].

Ключові компоненти реалізації розумного будинку. Система розумного будинку базується на комбінації апаратних та програмних рішень. Неможливо побудувати ефективний розумний будинок, використовуючи лише програмне забезпечення – обов'язково потрібні фізичні пристрої, які виконують конкретні функції. Програмне забезпечення керує цими пристроями, надаючи можливість автоматизувати процеси та здійснювати контроль над ними.

Датчики – пристрої, які збирають інформацію про навколишнє середовище в реальному часі. Вони забезпечують первинний збір даних, на основі яких можуть виконуватися певні дії. Приклади таких датчиків (див. рис. 1.4) [5]:

- датчики температури та вологості;
- датчики руху;
- датчик витоку води;
- датчики рівня газу (детектор газу);
- датчики диму (детектор диму).



Рисунок 1.4 – Основні датчики для побудови розумного будинку

Приводи – виконавчі механізми, які виконують завдання на основі сигналів, отриманих від контролерів. Приклади таких пристроїв (див.рис. 1.5) [5]:

- моторизовані жалюзі (закриваються або відкриваються залежно від освітлення);
- розумні замки;
- системи опалення, вентиляції та кондиціонування (розумний IR пульт).

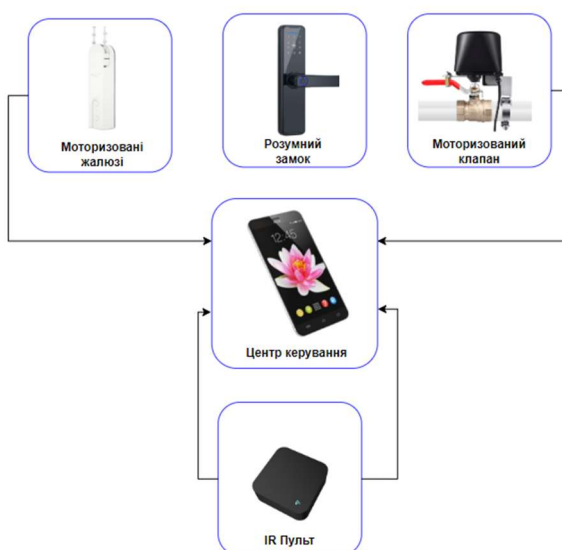


Рисунок 1.5 – Основні приводи для побудови розумного будинку

Контролери – «мозок» системи розумного будинку. Вони обробляють дані від датчиків і надсилають команди до приводів. Контролери забезпечують зв'язок між різними елементами системи. Приклади таких пристроїв, у яких є контролери (див. рис. 1.6) [5]:

- центральні шлюзи;
- децентралізовані системи, які керуються додатками на смартфонах.

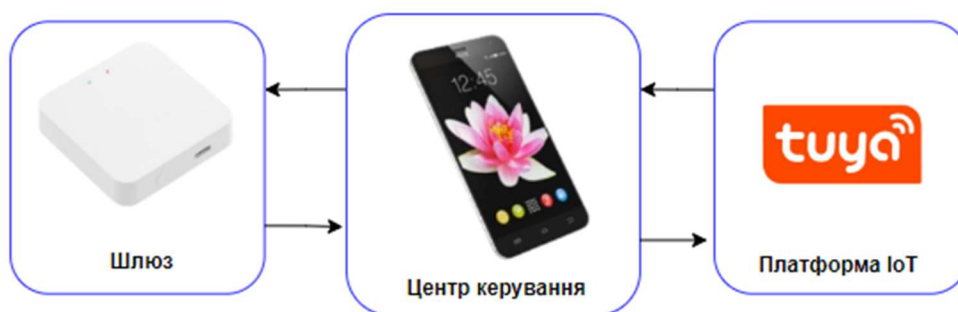


Рисунок 1.6 – Принцип взаємодії розумного будинку

Програмні компоненти – це додатки та інтерфейси, які забезпечують взаємодію користувача з системою. Вони дозволяють контролювати пристрої, задавати сценарії та здійснювати налаштування. Приклади таких програмних рішень (див. рис. 1.7) [6-7]:

- мобільні додатки (наприклад, Samsung SmartThings);
- голосові помічники (Google Assistant, Amazon Alexa, Apple Siri).



Рисунок 1.7 – Платформа розумного будинку та голосові помічники

Інтерфейси спрощують взаємодію користувача із системою. З їх допомогою можна легко керувати пристроями через інтуїтивно зрозумілий додаток або голосові команди (див. рис. 1.8) [7].



Рисунок 1.8 – Інтерфейс платформи розумного будинку Samsung SmartThings на різних пристроях

Для забезпечення роботи розумного будинку використовуються різні протоколи зв'язку, кожен з яких має свої особливості, переваги та недоліки. Найпоширеніші протоколи безпроводного зв'язку (див. рис. 1.9) [8]:

- Wi-Fi;
- Zigbee;
- Z-Wave;
- Bluetooth.



Рисунок 1.9 –Протоколи безпроводного зв'язку у розумному будинку

Найпоширенішим є Wi-Fi завдяки його універсальності, простоті підключення та широкій підтримці пристроями, яке може виступити як зручне рішення для побудови базових систем розумного будинку, проте воно має

обмеження щодо енергоефективності та стабільності при великій кількості підключених пристроїв [9].

Для більш енергоефективної роботи системи часто використовують Zigbee – протокол дозволяє одночасно підтримувати велику кількість пристроїв, забезпечуючи надійну роботу при низькому енергоспоживанні. Аналогічно Z-Wave є популярним рішенням, особливо на західному ринку, завдяки своїй продуктивності та можливості працювати на коротких дистанціях із мінімальними затратами енергії. Окрім цього, для підключення пристроїв, що знаходяться на невеликій відстані, широко застосовується Bluetooth, який дозволяє швидко та ефективно обмінюватися даними між пристроями [8-9].

Додатково до протоколів зв'язку важливу роль відіграють хмарні сервіси та локальні обчислення, які забезпечують обробку даних у реальному часі. Завдяки хмарним технологіям користувачі можуть здійснювати віддалене управління пристроями через інтернет із будь-якого місця світу, тоді як локальні обчислення дозволяють системі функціонувати автономно без необхідності підключення до мережі.

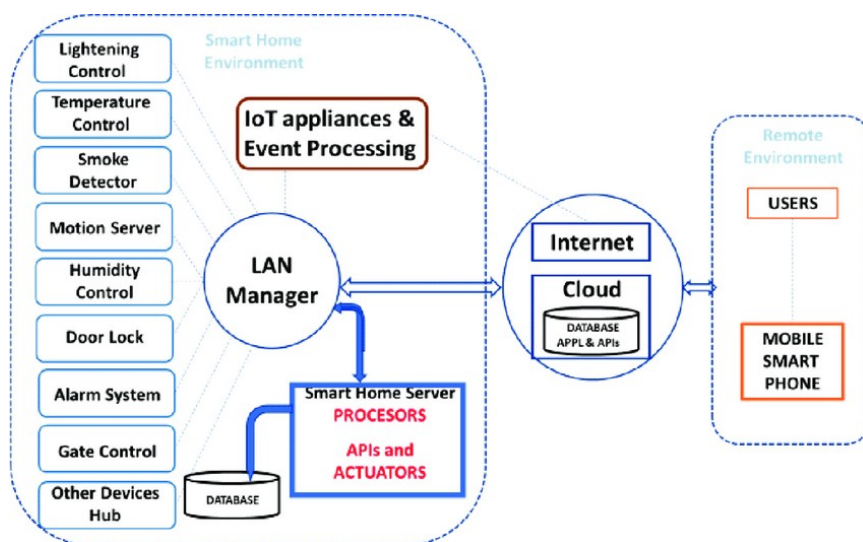


Рисунок 1.10 – Інтеграція розширеного розумного будинку на базі мобільної платформи

Таке поєднання рішень робить розумний будинок гнучким, надійним та зручним для користувача, забезпечуючи високу швидкість обробки команд і стабільний зв'язок між усіма елементами системи (див. рис. 1.10) [10-11].

Сильні сторони впровадження систем розумного будинку. Впровадження технологій розумного будинку має низку ключових переваг, які покращують комфорт, ефективність та безпеку житлових приміщень. Основні сильні сторони можна виділити за такими категоріями [12-13]:

- зручність;
- енергоефективність;
- безпека;
- здоров'я й благополуччя.

1. Зручність. Одна з головних переваг розумного будинку. Завдяки автоматизації рутинних завдань, таких як вимкнення світла, налаштування термостатів або будильників, життя мешканців стає значно простішим. Ці технології дозволяють зменшити щоденний стрес, оскільки багато завдань виконуються автоматично, даючи змогу приділити більше уваги важливим справам. Додаткову гнучкість забезпечують функції голосового управління (за допомогою асистентів, таких як Google Assistant, Amazon Alexa або Siri) та віддалений доступ до систем будинку через мобільні додатки, що дозволяє керувати пристроями з будь-якого місця, де є інтернет-підключення.

2. Енергоефективність. Другою важливою перевагою є енергоефективність. Сучасні технології, такі як розумні термостати, освітлення та побутові прилади, допомагають оптимізувати енергоспоживання. Наприклад, розумні системи освітлення автоматично вимикають світло у кімнатах, де немає людей, а термостати регулюють температуру, залежно від заданих умов, що не лише знижує витрати на комунальні послуги, а й сприяє раціональному використанню енергоресурсів. Більш того, завдяки можливості вимірювання споживання енергії у ват-годинах та аналітиці можна краще планувати ресурси та будувати стратегії для подальшої економії.

3. Безпека. Ще один ключовий аспект впровадження розумного будинку. Використання систем відеоспостереження, датчиків руху та розумних замків значно підвищує рівень захисту житла. Камери, підключені до розумного будинку, дозволяють спостерігати за подіями в режимі реального часу навіть за відсутності власників. Автоматизовані сповіщення на мобільний пристрій інформують про потенційні загрози чи підозрілі події. Поєднання різних елементів безпеки, таких як камери, замки та детектори руху, дозволяє створити єдину екосистему, що працює злагоджено і забезпечує надійний захист будинку.

3. Здоров'я й благополуччя. Окрім комфорту та безпеки, розумний будинок позитивно впливає на здоров'я та благополуччя мешканців. Технології дозволяють контролювати кліматичні умови у приміщенні: стежити за температурою, рівнем вологості та якістю повітря. Наприклад, система може виявити надмірну сухість повітря та автоматично увімкнути зволожувач або, навпаки, активувати осушувач при підвищеній вологості. Термостати допомагають підтримувати оптимальну температуру, а кондиціонери автоматично вмикаються, якщо у приміщенні стає надто жарко, що забезпечує комфортний мікроклімат і створює сприятливі умови для здоров'я мешканців.

Слабкі сторони впровадження систем розумного будинку. Незважаючи на численні переваги, впровадження розумного будинку супроводжується певними викликами та слабкими сторонами. Основні з них можна виділити у чотирьох категоріях [13]:

- сумісність;
- конфіденційність;
- безпека;
- вартість і доступність;
- складність використання.

1. Сумісність. Однією з ключових проблем є відсутність стандартизованих протоколів, які б забезпечували повну інтеграцію всіх пристроїв у єдину екосистему. Багато пристроїв працюють лише з певними брендами або технологіями, що ускладнює їхню взаємодію. Для вирішення цієї проблеми вже

розробляються протоколи, такі як Matter, які покликані об'єднати різні екосистеми та пристрої під одним стандартом. Проте цей підхід ще перебуває на стадії розвитку і має обмежену поширеність, особливо за межами західних ринків. Крім Matter, у сучасних розумних будинках використовуються популярні протоколи, як-от Wi-Fi, Zigbee, Z-Wave та Bluetooth, які забезпечують роботу окремих пристроїв, але їх інтеграція в єдину систему все ще залишається викликом.

2. Конфіденційність та безпека. Розумні будинки постійно збирають та обробляють великі обсяги даних про життя мешканців, що створює ризики для конфіденційності. У разі неналежного захисту дані можуть бути вразливими до хакерських атак або використовуватися зловмисниками у власних цілях. Камери відеоспостереження, датчики руху та інші пристрої стають потенційно небезпечними у разі зламу системи. Хоча сучасні рішення часто впроваджують шифрування даних та посилені політики конфіденційності, рівень захисту не завжди є достатнім. Надійна безпека потребує додаткових зусиль, включаючи налаштування шифрування, оновлення програмного забезпечення та використання перевірених платформ.

3. Вартість і доступність. Ще однією слабкою стороною є висока вартість впровадження систем розумного будинку, особливо коли йдеться про універсальні та масштабні рішення. Придбання, налаштування та інтеграція пристроїв можуть потребувати значних фінансових витрат. Хоча на ринку існують доступніші базові варіанти, які не потребують складної установки чи спеціальних технічних навичок, повноцінна система з інтегрованими рішеннями залишається дорогою, що обмежує її доступність для широкого кола користувачів.

4. Складність використання. Не всі системи розумного будинку є інтуїтивно зрозумілими для користувачів. Наприклад, платформи, такі як Home Assistant або OpenHAB, надають широкі можливості кастомізації, але вимагають високого рівня технічної підготовки. Вони більше орієнтовані на досвідчених користувачів, які можуть налаштовувати системи самостійно за допомогою коду або скриптів. Натомість для звичайного користувача складний інтерфейс та велика кількість функцій можуть стати бар'єром. Водночас більш прості та інтуїтивно зрозумілі

рішення надають обмежений функціонал, що може не задовольнити усі потреби користувачів.

Ринкові тенденції та темпи впровадження. Протягом останнього десятиліття індустрія розумних будинків демонструє стабільне та стрімке зростання завдяки розвитку Інтернету речей (IoT), штучного інтелекту (AI) та хмарних технологій. Аналітика свідчить про суттєві зміни на ринку, а глобальні прогнози підтверджують постійний ріст цього сегмента [14].

Загальні ринкові показники демонструють, що глобальний ринок розумних будинків сягнув \$128,19 млрд у 2024 році, і за прогнозами очікується подальше зростання до \$251,16 млрд до 2029 року. Середньорічний темп зростання (CAGR) становить 18,3%, що свідчить про значний інтерес до технологій та швидке їх впровадження. Основні регіони, які лідирують у розвитку розумних будинків, включають Північну Америку, Європу та Азіатсько-Тихоокеанський регіон. У цих регіонах спостерігається підвищене проникнення технологій, які раніше були менш доступні (див. рис. 1.11) [14].

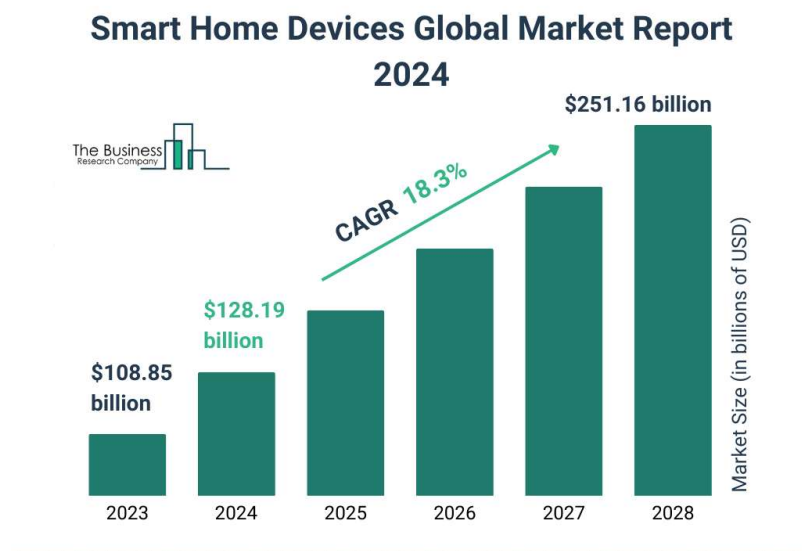


Рисунок 1.11 – Темпи зростання інтеграції розумного будинку
за версією The Business Research Company [14]

Головні гравці ринку є ключовими драйверами розвитку. Відомі компанії активно інвестують у створення платформ і рішень для розумних будинків:

- Google з платформою Nest;
- Amazon із серією продуктів Echo;
- Apple із платформою HomeKit;
- Samsung із системою SmartThings;
- Xiaomi з інтегрованими рішеннями для розумних пристроїв.



Рисунок 1.12 – Світові лідери серед розумних будинків:

Google Nest, Amazon Echo, Apple HomeKit, Samsung SmartThings, Xiaomi

Також існують компанії-інноватори, як Ring та EcoBee, які розробляють інноваційні продукти для розширення функціоналу розумних будинків (див. рис. 1.13).



Рисунок 1.13 – Компанії-інноватори Ring та EcoBee,
які розширюють функціонал розумного будинку

Розвиток мереж 4G/5G значно прискорив інтеграцію розумних будинків та дозволив впроваджувати технології з більшою швидкістю реагування. 5G відкриває перспективи виходу систем розумного будинку за межі житлових приміщень, формуючи розумні міста, які поєднують автоматизовані системи управління на рівні комунікацій, інфраструктури та збору даних. Завдяки штучному інтелекту та алгоритмам машинного навчання з'являються контекстно-залежні системи, що адаптуються до потреб користувачів у режимі реального часу (див. рис. 1.14) [15].

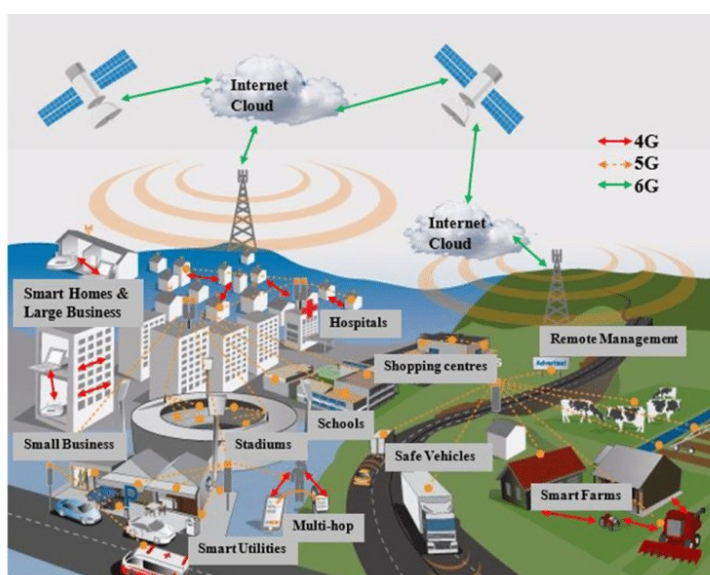


Рисунок 1.14 – Швидкий темп впровадження IoT через розгортання 5G

Загалом ключові причини впровадження розумних будинків можна узагальнити у кількох аспектах [16]:

1. Екологічна стійкість. Більшість нових проєктів орієнтовані на енергоефективність, використання альтернативної енергії та зменшення споживання ресурсів.
2. Зручність та мінімалізм. Користувачі прагнуть до комфортного життя з інтуїтивно зрозумілими технологіями, які не лише спрощують побут, але й додають індивідуальності оселі.
3. Безпека. Системи безпеки (камери відеоспостереження, датчики руху) стають пріоритетом для більшості споживачів, особливо у сучасних умовах.

Держави також активно підтримують впровадження розумних технологій через інвестиції у розвиток розумних міст. Уряди стимулюють інновації за допомогою пілг, грантів та інших фінансових програм, спрямованих на оптимізацію міської інфраструктури. Впровадження датчиків, автоматизованих систем на світлофорах та інших елементів міської екосистеми дозволяє підвищити ефективність управління містами [17].

У підсумку, тенденції показують, що розумні будинки стають основою сучасного життя, поступово інтегруючись у ширший контекст розумних міст. Поєднання інноваційних технологій, високої ефективності та зручності створює значний попит на розумні рішення у всьому світі.

1.2 Дослідження інтелектуальних платформ на основі мобільних додатків

Розглядаючи універсальні рішення для розумного будинку, які є доступними для широкого загалу вже зараз, важливо акцентувати увагу на мобільних платформах, які значно спрощують інтеграцію технологій у повсякденне життя. Одним із яскравих прикладів таких рішень є платформа Smart Life, що забезпечує зручний спосіб керування інтелектуальними пристроями через мобільний додаток (див. рис. 1.15) [18].



Рисунок 1.15 – Мобільна платформа (додаток) Smart Life

Особливість Smart Life полягає у її простоті, універсальності та доступності для користувачів із мінімальними технічними навичками. Розроблена компанією TuYa Smart, ця платформа стала світовим лідером у сфері інтернету речей (IoT), надаючи можливість компаніям легко створювати та інтегрувати свої розумні пристрої. Важливо підкреслити, що TuYa Smart забезпечує відкриті фреймворки для розробки IoT, що дозволяє виробникам пристроїв отримувати необхідну сертифікацію для їх подальшої інтеграції у додаток Smart Life (див. рис. 1.16) [19].

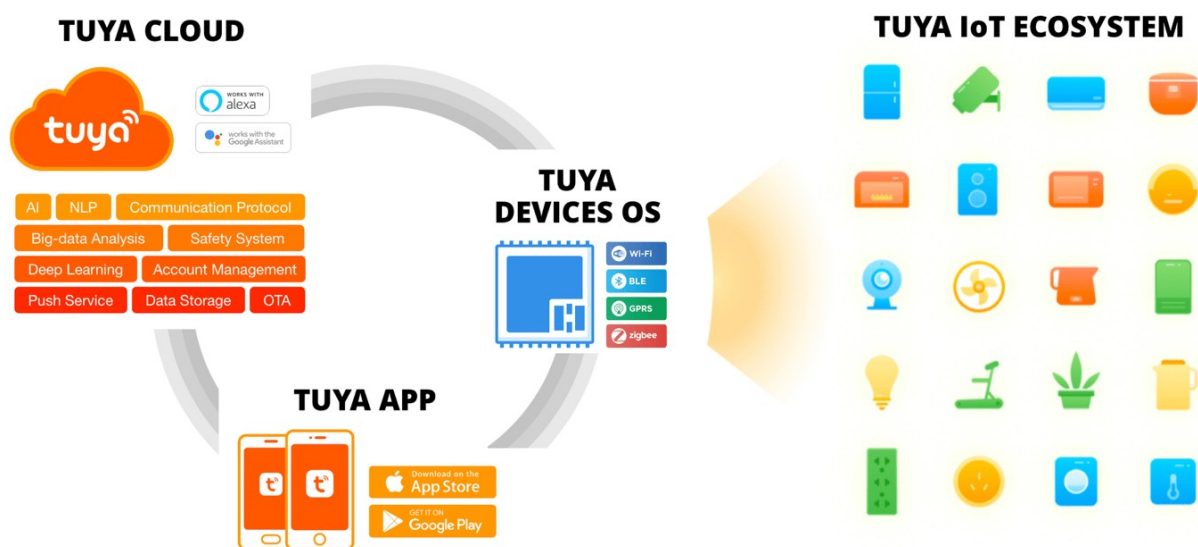


Рисунок 1.16 – Платформа Туя, що розширила потенціал розростання розумних будинків

Smart Life діє як централізований центр управління для широкого спектра інтелектуальних пристроїв. Головна перевага полягає у можливості налаштування системи «під себе»: користувач самостійно обирає пристрої та функціонал, які відповідають його потребам. Додаток підтримує [5, 19]:

- різні датчики та пристрої, які сертифіковані для інтеграції зі Smart Life;
- гнучкі сценарії автоматизації, що дозволяють налаштувати роботу пристроїв у взаємодії один з одним;
- простий інтерфейс, який робить систему доступною навіть для користувачів без технічних знань.

Завдяки цьому користувач може збирати індивідуальну екосистему розумного будинку, не обмежуючись готовими комплектами від великих брендів. Наприклад, можна придбати окремі датчики руху, освітлення чи безпеки різних виробників, що мають сертифікацію від Tuuya, та інтегрувати їх у додаток Smart Life [5, 19].

Smart Life вирізняється тим, що дозволяє користувачам уникнути додаткових витрат на брендовані рішення. Завдяки відкритій архітектурі платформи [19-20]:

- компанії-виробники можуть створювати власні апаратні рішення та інтегрувати їх у додаток після сертифікації.
- користувачі отримують можливість будувати розумний будинок за власним сценарієм із пристроїв різних цінових категорій;
- будь-хто може спробувати побудувати свій власний пристрій на базі відкритих можливостей, що надає Tuuya (див. рис. 1.17) [20].

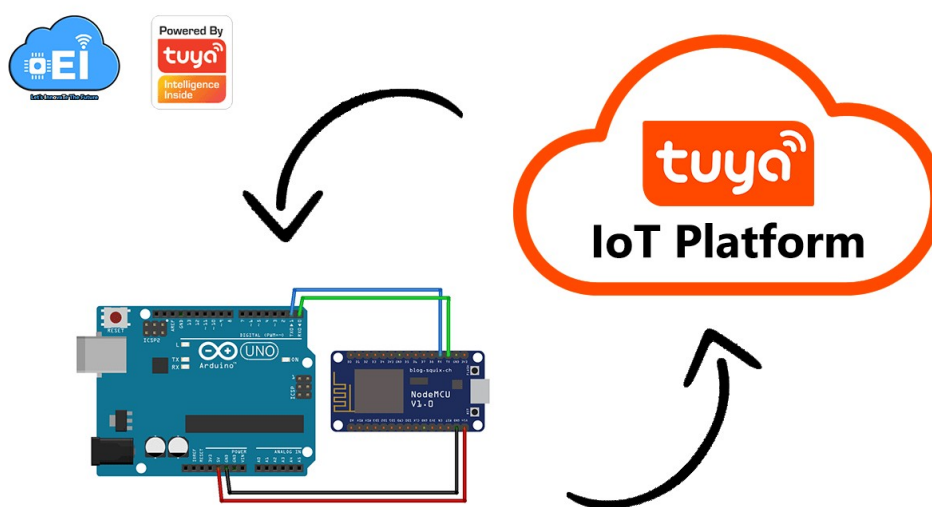


Рисунок 1.17 – Можливість розробити свій власний пристрій через платформу Tuuya IoT

Такий підхід дозволяє не тільки зекономити кошти, але й створювати справді індивідуальні системи, які відповідають конкретним потребам та бюджету.

Мобільний додаток Smart Life користується значною популярністю у світі завдяки своїй простоті та функціональності (на момент 8 грудня 2024 року) [21]:

- понад 10 мільйонів завантажень у Google Play;

- оцінка 4,8 балів на основі 946 000 відгуків;
- вікова категорія 3+, що свідчить про доступність інтерфейсу для користувачів будь-якого віку.

Такі показники підкреслюють [20], що налаштувати систему розумного будинку через Smart Life може будь-хто: від дитини шкільного віку до користувача без технічного досвіду. Усе, що потрібно – це смартфон, інтернет-з'єднання та базові навички користування додатками.

Smart Life стала своєрідною революцією у сфері розумних будинків завдяки своєму універсальному підходу та доступності. Вона стимулювала швидке впровадження технологій IoT у повсякденне життя та дала змогу користувачам:

- швидко налаштовувати та керувати пристроями у своєму будинку;
- створювати індивідуальні сценарії автоматизації;
- використовувати недорогі пристрої без прив'язки до конкретного бренду.

Мобільний додаток Smart Life є ефективним інструментом для контролю розумного будинку, забезпечуючи просте та зручне керування підключеними пристроями. Користувачі можуть легко здійснювати контроль над величезною кількістю сумісних пристроїв зі своїх смартфонів у режимі реального часу. Основні можливості додатка включають (див. рис. 1.18) [5, 6, 18, 20]:

1. Контроль у режимі реального часу. Smart Life дозволяє користувачам вмикати/вимикати пристрої, налаштовувати їхні параметри та віддалено контролювати їхній стан, що дозволяє користувачу отримувати повну інформацію про те, що відбувається в будинку у будь-який момент.

2. Групування пристроїв. Для зручності керування пристрої можна об'єднувати у групи за розташуванням або функціональними завданнями (наприклад, вітальня, кухня, спальня), що дозволяє оптимізувати процес керування та прискорити доступ до потрібних функцій.

3. Сумісність із великою кількістю пристроїв. Однією з головних переваг Smart Life є його сумісність із широким спектром пристроїв різних виробників, що

дозволяє користувачам будувати індивідуальну систему розумного будинку із пристроїв різної категорії та складності, незалежно від бренду. Додаток підтримує:

- пристрої для освітлення (розумні лампи, світлодіодні стрічки);
- системи безпеки (камери відеоспостереження, датчики руху, диму);
- керування кліматом (термостати, кондиціонери);
- пристрої для розваг (освітлення у такт музиці тощо).

4. Автоматизація та сценарії. Smart Life підтримує створення автоматизованих сценаріїв і розкладів для ефективного керування будинком. Користувачі можуть налаштувати певні дії та розклади, які виконуються автоматично. Як для прикладу:

- сценарій «доброго ранку» може увімкнути світло, запустити кавоварку та налаштувати термостат на комфортну температуру;
- пристрої можуть працювати за розкладом, вмикаючи чи вимикаючи світло, регулюючи температуру тощо;
- автоматизація дозволяє зменшити споживання електроенергії, вмикаючи пристрої лише тоді, коли це необхідно. Додаток також інтегрує функції штучного інтелекту (AI) для розширених можливостей автоматизації. Наприклад, пристрої можуть реагувати на зміни навколишнього середовища (температура, виявлення руху) та активувати потрібні сценарії.

5. Сумісність із голосовими помічниками. Такі «агенти» дозволяють користувачам керувати пристроями без використання рук через голосові команди. Наприклад, можна увімкнути світло, перевірити камери відеоспостереження або налаштувати температуру в приміщенні, просто промовивши відповідну команду. Варто зауважити, що повна функціональність доступна переважно англійською мовою, оскільки підтримка української наразі відсутня.

Додаток Smart Life сумісний із основними голосовими асистентами:

- Amazon Alexa;
- Google Assistant;
- Apple Siri.

6. Віддалений моніторинг та сповіщення. Smart Life забезпечує можливість віддаленого моніторингу будинку та надсилає сповіщення в реальному часі, що значно підвищує рівень безпеки та дозволяє вчасно реагувати на потенційні загрози або непередбачувані ситуації, навіть коли власника немає вдома:

- виявлення руху камерами відеоспостереження;
- спрацювання димових датчиків чи систем безпеки;
- інші події, які вимагають уваги користувача.

7. Багатокористувацький доступ. Додаток Smart Life дозволяє керувати розумним будинком декільком користувачам одночасно. Власник системи може надати доступ іншим членам сім'ї для керування пристроями, при цьому обмеживши їхні права лише рівнем користувача. Лише власник може здійснювати повне налаштування системи та додавати нові пристрої. Така функція забезпечує зручне та колективне використання розумного будинку всіма його мешканцями.

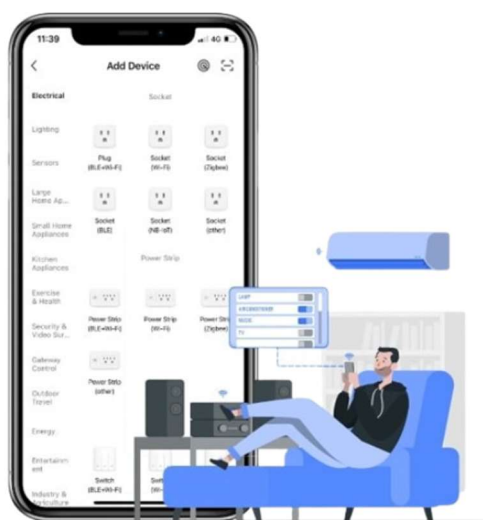


Рисунок 1.18 – Інтерфейс мобільного додатка Smart Life та деякі можливості

Smart Life є потужним інструментом для побудови розумного будинку завдяки своїй універсальності, зручності використання та сумісності з великою кількістю пристроїв. Користувачі отримують можливість (див. рис. 1.18):

- керувати пристроями у реальному часі;
- створювати автоматизовані сценарії та розклади;
- віддалено контролювати стан будинку та отримувати сповіщення;
- використовувати голосових помічників для керування пристроями;
- забезпечувати спільний доступ до системи для інших користувачів.

Сильні сторони мобільних платформ. Мобільні платформи для керування розумним будинком, як-от Smart Life, мають ряд ключових переваг, що роблять їх ефективними, зручними та доступними для користувачів. Основними сильними сторонами таких платформ є гнучкість і доступність, простота використання, централізоване управління, інтеграція з екосистемами Інтернету речей та економічність [18, 19, 21].

По-перше, мобільні платформи забезпечують гнучкість і доступність, дозволяючи користувачам швидко налаштувати розумний будинок навіть без попереднього досвіду. Процес підключення простий і не вимагає значних технічних знань. Завдяки можливості використання інтернет-з'єднання, керувати системою можна віддалено, перебуваючи у будь-якій точці світу, що особливо зручно для тих, хто часто подорожує або працює у відрядженнях. Сповіщення у реальному часі дозволяють контролювати стан будинку та реагувати на непередбачені ситуації, що підвищує рівень безпеки.

Другою важливою перевагою є простота використання. Додатки, як Smart Life, розроблені з інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом, який не потребує глибоких технічних знань. Користувачі можуть легко налаштувати пристрої завдяки покроковим інструкціям, QR-кодам та підказкам у додатку. Навіть новачки без проблем розпочнуть налаштування системи самостійно, а зручне меню забезпечує комфортну взаємодію з платформою.

Третя перевага — централізоване управління. Мобільна платформа об'єднує всі пристрої розумного будинку в єдиній системі, що дозволяє керувати ними з

одного смартфона. Більше немає потреби використовувати кілька пультів чи додаткові пристрої. Крім того, власник може надавати доступ до системи іншим користувачам із обмеженими правами – це ідеальне рішення для родини чи співмешканців, які також можуть користуватися функціями розумного будинку, але без можливості змінювати налаштування.

Четверта сильна сторона полягає у інтеграції з екосистемами Інтернету речей (IoT). Мобільні платформи підтримують підключення великої кількості пристроїв, що дозволяє створити адаптивну та функціональну систему. Завдяки хмарним сервісам та аналітиці даних користувачі можуть реалізовувати розширені можливості автоматизації. Платформи також інтегруються з додатками сторонніх розробників, що підвищує їхню універсальність і дозволяє оптимізувати роботу всієї системи.

Нарешті, економічність мобільних платформ є значною перевагою порівняно з традиційними системами автоматизації, які вимагають дорогого обладнання та професійного встановлення. Більшість функцій, необхідних для керування будинком, доступні у безкоштовному додатку. Користувачі можуть поступово нарощувати систему, додаючи нові пристрої на основі своїх потреб і бюджету. Вибір пристроїв є надзвичайно великим, що дозволяє створити унікальний розумний будинок без додаткових витрат на непотрібний функціонал.

Завдяки таким платформам кожен може створити унікальну систему автоматизації, яка відповідає його індивідуальним потребам, забезпечуючи комфорт, безпеку та ефективність у повсякденному житті.

Слабкі сторони мобільних платформ. Хоча мобільні платформи для керування розумним будинком, як-от Smart Life, мають значні переваги, існують також певні слабкі сторони, які можуть виявлятися під час їхнього практичного використання, аналізу та впровадження. Більшість цих недоліків стають помітними лише у процесі тестування платформи, коли користувачі розширюють функціонал, додають нові пристрої або намагаються впровадити складні сценарії автоматизації.

Одним із ключових викликів є те, як платформа реагує на збільшення кількості підключених пристроїв. У міру зростання кількості датчиків, камер чи

інших елементів розумного будинку система може демонструвати зниження продуктивності або затримки у виконанні команд, що особливо актуально для складних сценаріїв, де велика кількість пристроїв має працювати одночасно й скоординовано. У таких випадках можливе перевантаження платформи або збої у роботі окремих компонентів системи.

Інша слабка сторона пов'язана з обмеженою функціональністю у деяких сценаріях автоматизації. Деякі користувачі можуть виявити, що платформа не підтримує певні унікальні або специфічні сценарії, які вони бажають реалізувати, що може стосуватися як налаштувань часу, умов активації, так і інтеграції з нестандартними пристроями або сервісами. У таких випадках необхідно шукати обхідні рішення або використовувати інші платформи чи сторонні додатки для досягнення бажаного результату.

Крім того, сумісність із пристроями іноді може стати викликом. Незважаючи на те, що платформи, як-от Smart Life, підтримують велику кількість пристроїв, деякі менш популярні або специфічні пристрої можуть не працювати належним чином або взагалі не підключатися до системи, і це вимагає додаткової перевірки сумісності перед покупкою нового обладнання, що може ускладнити процес впровадження розумного будинку.

Ще одним обмеженням є залежність від інтернет-з'єднання. Оскільки більшість мобільних платформ функціонують через хмарні сервіси, будь-які проблеми з інтернетом можуть призвести до втрати доступу до системи або затримок у виконанні команд, що може стати значним недоліком у ситуаціях, коли стабільний зв'язок є критично важливим, наприклад, для роботи системи безпеки.

Зрештою, під час тестування та використання платформи користувачі можуть зіткнутися з питаннями конфіденційності та безпеки даних. Оскільки система збирає й аналізує дані про роботу пристроїв, доступ до камер відеоспостереження та інші аспекти функціонування будинку, важливо переконатися, що дані надійно захищені. Недостатній рівень безпеки може створювати ризик несанкціонованого доступу до системи.

Усі ці аспекти потребують детального тестування та аналізу під час реального використання платформи для того, щоб своєчасно виявити й мінімізувати їхній вплив на функціонування розумного будинку.

1.3 Роль відеоспостереження та безпеки в системах розумного будинку

Безпека є однією з пріоритетних складових під час проектування та впровадження системи розумного будинку. Більшість користувачів, які задумуються над створенням розумного будинку, найперше звертають увагу на те, як забезпечити захист майна і мешканців. У цьому контексті системи відеоспостереження у поєднанні з мобільними платформами, такими як Smart Life чи Tuya Smart, відіграють важливу роль, забезпечуючи не лише моніторинг приміщень, але й можливість швидкого реагування на потенційні загрози.



Рисунок 1.19 – Зовнішній вигляд камер, що підтримують платформу Smart Life

Відеоспостереження (див. рис. 1.19) є першою лінією захисту від несанкціонованого доступу, вандалізму чи крадіжок. Камери відеоспостереження не тільки виконують функцію стримування зловмисників, а й забезпечують збір

доказів, які можуть знадобитися для подальшого розслідування. У поєднанні з розумними системами такі рішення дають можливість [18-19, 21-22]:

- віддаленого моніторингу будинку чи квартири у реальному часі;
- отримання сповіщень про рух, несанкціонований доступ чи інші події;
- автоматичної реакції системи на тривожні ситуації (наприклад, активація сигналізації або надсилання сповіщень).

Однак, слід враховувати, що розумні будинки значною мірою залежать від мережевого підключення та взаємодії численних пристроїв, щостворює потенційні загрози для кібербезпеки [18-19, 21-22]:

- несанкціонований доступ до камер або інших елементів системи може стати слабким місцем мережі;
- хакерські атаки можуть призвести до контролю над пристроями злоумисниками.

Для уникнення таких загроз необхідно [18-19, 22]:

- використовувати захищені мережі з надійними паролями та шифруванням даних;
- застосовувати платформи з вбудованим захистом, як-от TuYa Smart чи Smart Life, які можуть блокувати несанкціоновані підключення;
- впроваджувати додаткові засоби кібербезпеки, особливо для камер відеоспостереження всередині приміщення, де можуть зберігатися конфіденційні дані.

Зовнішні камери відеоспостереження, розташовані поза приміщенням, як правило, не потребують такого ж рівня захисту, оскільки вони не збирають конфіденційної інформації. Їх головне завдання — запобігання вторгненням, моніторинг території та фіксація подій (див. рис. 1.20).



Рисунок 1.20 – Захищені камери відеоспостереження

Натомість внутрішні камери, які використовуються для моніторингу будинку або квартири, вимагають додаткових заходів безпеки, що пов'язано з ризиками витоку особистих даних, якщо мережа буде вразливою. У таких випадках важливо (див. рис. 1.21):

- забезпечити шифрування переданих даних;
- обмежити доступ до камер стороннім особам;
- використовувати лише перевірені програми для керування відеоспостереженням.



Рисунок 1.21 – Камери відеоспостереження для приміщень

Системи безпеки у розумному будинку дозволяють контролювати ситуацію дистанційно. За допомогою відеоспостереження та датчиків можна [5, 21, 22]:

- отримувати сповіщення про рух або інші підозрілі активності;

- переглядати записи або трансляції у реальному часі через мобільний додаток;
- швидко реагувати у разі надзвичайної ситуації, наприклад, викликати поліцію або службу безпеки.

Це все стає особливо корисно, коли мешканці перебувають далеко від дому, на роботі або у подорожі – в разі вторгнення користувач може миттєво отримати сповіщення, переглянути ситуацію через камери та вжити необхідних заходів, не очікуючи повернення додому.

Технології відеоспостереження пройшли значний шлях еволюції, і тепер системи відеонагляду стали важливою частиною інфраструктури розумних будинків. Завдяки сучасним технологіям вони виходять за рамки традиційного відеозапису, пропонуючи функції, які роблять ці системи розумними, надійними та зручними. Розглянемо основні компоненти систем відеоспостереження та їхні функції:

Компоненти та можливості систем відеоспостереження – IP-камери. Такі камери займають центральне місце в сучасних системах відеоспостереження. Вони працюють через інтернет-протокол, що дозволяє (див. рис. 1.22):

- передавати відеодані у цифровому форматі через мережу;
- забезпечувати високу роздільну здатність (HD, Full HD, 4K);
- мати функції PTZ (панорамування, нахил, масштабування), нічне бачення та двосторонній аудіозв'язок.



Рисунок 1.22 – IP-камери різної варіації (статичні, поворотні)

Ці камери легко інтегруються в екосистему розумного будинку, наприклад, через додатки Smart Life або TuYa Smart (якщо були розроблені для цих платформ). Вибираючи камери, слід враховувати підтримку сертифікації цих платформ для забезпечення сумісності з іншими пристроями системи [18-19, 22].

Компоненти та можливості систем відеоспостереження – хмарне зберігання. Більшість сучасних систем підтримують хмарні служби (див. рис. 1.23) для зберігання відеоматеріалів, що забезпечує:

- безпечне зберігання даних без потреби в локальному апаратному забезпеченні;
- віддалений доступ до архівів через мобільні додатки.

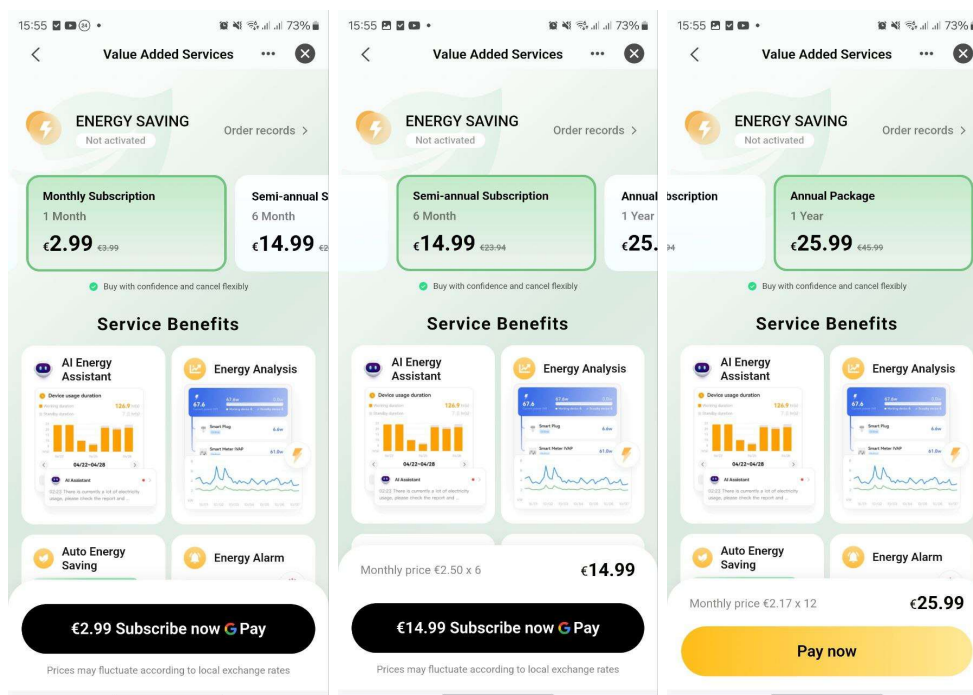


Рисунок 1.23 – Ціноутворення та деякі функції платформи Smart Life при оформленні 1, 6, 12 місяців планової підписки

Також користувачі можуть використовувати локальні носії (наприклад, флешки) для зберігання відео, що задовольнить потреби більшості домашніх користувачів, якщо немає необхідності платити за підписку або дієте у своїх правах на конфіденційність (див. рис. 1.24).



Рисунок 1.24 – Підтримка Micro-SD карт пам'яті для локального зберігання

Компоненти та можливості систем відеоспостереження – штучний інтелект. Інтеграція штучного інтелекту в системи відеоспостереження значно розширила їхні можливості. Камери з AI можуть:

- виявляти та розпізнавати об'єкти (люди, домашні тварини, предмети);
- зменшувати кількість помилкових тривог;
- розпізнавати обличчя, ідентифікувати знайомих осіб та повідомляти про невідомих;
- аналізувати поведінку, виявляючи незвичайні дії (наприклад, тиняння чи спроби проникнення).

Компоненти та можливості систем відеоспостереження – безпроводні камери. Для місць, де немає можливості провести проводку, ідеальним рішенням є безпроводні камери, які працюють від акумуляторів. Деякі з них оснащені сонячними панелями, що дозволяє їм працювати автономно в умовах відсутності електромережі (див. рис. 1.25).

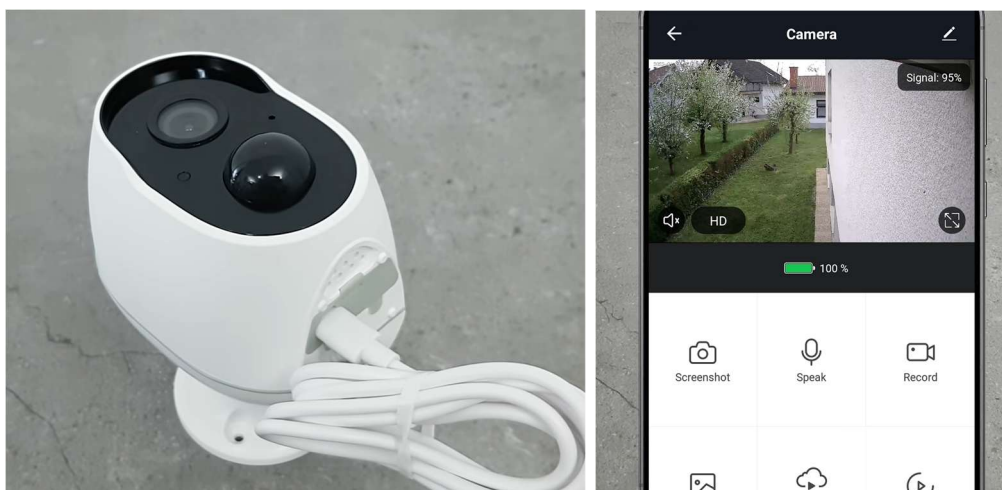


Рисунок 1.25 – Автономні безпроводні камери спостереження

Компоненти та можливості – інтеграція в розумний будинок. Сучасні системи відеоспостереження легко інтегруються з іншими пристроями розумного будинку, такими як датчики руху, сигналізації, освітлення тощо, що дозволяє створювати комплексні сценарії автоматизації, наприклад [18, 21]:

- увімкнення світла при виявленні руху;
- надсилання повідомлень на смартфон при активації тривоги.

Інтеграція систем відеоспостереження зі смарт-платформами. Системи відеоспостереження рідко працюють автономно, особливо в умовах сучасних розумних будинків. Вони часто інтегруються в ширші екосистеми для забезпечення більшої функціональності та зручності управління. Ключову роль у цьому процесі відіграють такі смарт-платформи, як Smart Life та TuYa Smart. Ці платформи створюють уніфіковане середовище, яке дозволяє об'єднувати різні пристрої у рамках єдиної системи, спрощуючи їхнє налаштування та експлуатацію.

Будь-яка смарт-платформа слугує мостом між пристроями відеоспостереження та іншими елементами розумного будинку. Якщо камера або інший пристрій має сертифікацію TuYa Smart або Smart Life (див. рис. 1.26), це означає, що він сумісний із цими платформами, що дозволяє користувачам легко інтегрувати його до існуючої екосистеми. Такі пристрої можна підключати, керувати ними через мобільний додаток і впроваджувати інтеграції з іншими компонентами системи [18, 22].



Рисунок 1.26 – Пристрій IoT має містити знак сертифікації, щоб бути інтегрованим

Однією з головних переваг інтеграції зі смарт-платформами є розширення функціональності системи відеоспостереження, що включає такі можливості [5, 6, 18, 21, 22]:

1. Виявлення руху та сповіщення. Сучасні камери відеоспостереження можуть бути оснащені датчиками руху або використовувати алгоритми штучного інтелекту для аналізу зображення. Користувачі можуть налаштувати пріоритетність таких сповіщень, наприклад, для подій у різних зонах або у визначений час, що забезпечує швидку реакцію на потенційні загрози, що дозволяє системам:

- виявляти рух у зоні спостереження;
- надсилати сповіщення в реальному часі на смартфон користувача.

2. Розумне планування. Функція розумного планування дозволяє користувачам самостійно налаштовувати розклад роботи камер залежно від їхніх потреб. Наприклад, можна активувати систему лише тоді, коли мешканці відсутні вдома, або знижувати чутливість датчиків у нічний час для забезпечення конфіденційності.

3. Журнали доступу та відтворення. Через додатки на кшталт Smart Life користувачі можуть переглядати журнали доступу та відтворювати записані відео, переглядати архіви та аналізувати події за допомогою зібраної аналітики, які показують:

- хто входив або виходив із дому;
- у який час відбувалися ті чи інші події.

4. Сумісність із голосовими помічниками. Інтеграція систем відеоспостереження з голосовими асистентами, такими як Google Assistant або Amazon Alexa, дозволяє:

- керувати камерами голосовими командами;
- переглядати зображення з камер на пристроях, що підтримують ці платформи, наприклад, на розумних екранах.

5. Розумні сцени та автоматизація. Завдяки смарт-платформам користувачі можуть створювати автоматизовані сценарії. Такі сцени підвищують зручність і безпеку, дозволяючи системі працювати узгоджено та автономно. Наприклад:

- увімкнення освітлення чи сигналізації при виявленні руху;
- координація камер із іншими пристроями, такими як розумні замки або штори.

Інтеграція систем відеоспостереження зі смарт-платформами (див. рис. 1.27) забезпечує централізоване керування всіма пристроями розумного будинку через один додаток, гнучке підключення нових пристроїв до існуючої системи, підвищену безпеку завдяки миттєвим сповіщенням у реальному часі, а також зручність завдяки автоматизації та підтримці голосових асистентів, що мінімізує потребу в ручному управлінні [21].

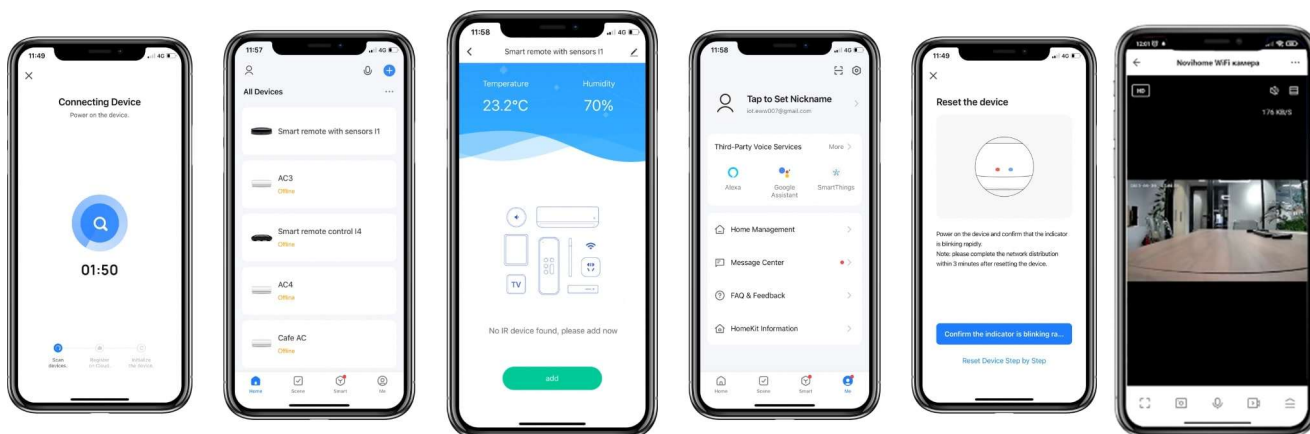


Рисунок 1.27 – Інтеграція елементів безпеки та пристроїв IoT на рівні єдиного мобільного додатку

Також інтеграція у розумному будинку впливає на поведінку користувачів, підвищуючи їхню довіру до технологій та змінюючи підхід до безпеки. Впровадження таких систем створює відчуття захищеності, оскільки людина знає, що її власність перебуває під постійним наглядом із можливістю отримувати сповіщення про події в реальному часі, а також забезпечує прозорість та контроль, надаючи доступ до функцій системи через мобільний додаток і дозволяючи користувачам краще управляти своїм середовищем [18, 21-22].

Користувачі, які мають доступ до відео в реальному часі, частіше вживають профілактичних заходів, таких як дистанційне замикання дверей або активація сигналізації. Водночас впровадження таких систем підвищує усвідомлення

проблем конфіденційності, адже можливий витік даних або несанкціонований доступ до відеоканалів впливають на рішення про придбання подібних продуктів [22].

Автоматизація та штучний інтелект змінюють поведінку користувачів, роблячи їх більш залежними від технологій у виконанні рутинних завдань, таких як моніторинг або реагування на тривоги. Однак ключовими бар'єрами залишаються вартість систем із розширеними функціями, складність у налаштуванні та побоювання щодо безпеки даних. Для побудови довіри виробники зосереджуються на шифруванні даних і прозорих політиках конфіденційності, що сприяє кращому прийняттю систем відеоспостереження споживачами [22].

РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЇ ТА АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»

2.1 Безпроводні протоколи та зв'язок між пристроями

Розумний будинок не обходиться без різноманітних контролерів, датчиків та інших пристроїв, які значно полегшують наше повсякденне життя. Проте, щоб зрозуміти, як усе це працює, необхідно звернути увагу на технології, які забезпечують зв'язок між цими пристроями. Основним видом зв'язку у розумних будинках є безпроводний, і його реалізація базується на різних протоколах зв'язку. Розглянемо їх детальніше.

Безпроводний протокол зв'язку – Wi-Fi. Wi-Fi — один із найпоширеніших безпроводних протоколів, особливо серед новачків, які лише починають створювати розумний будинок. Завдяки широкому розповсюдженню та доступності Wi-Fi, його часто обирають для побудови системи розумного будинку. Основні переваги Wi-Fi — це висока пропускна здатність і можливість працювати з відеоспостереженням. Наприклад, для камер відеоспостереження Wi-Fi є оптимальним вибором через тривалу передачу даних та зміну подій (див. рис. 2.1-2.2, табл. 2.1) [25].

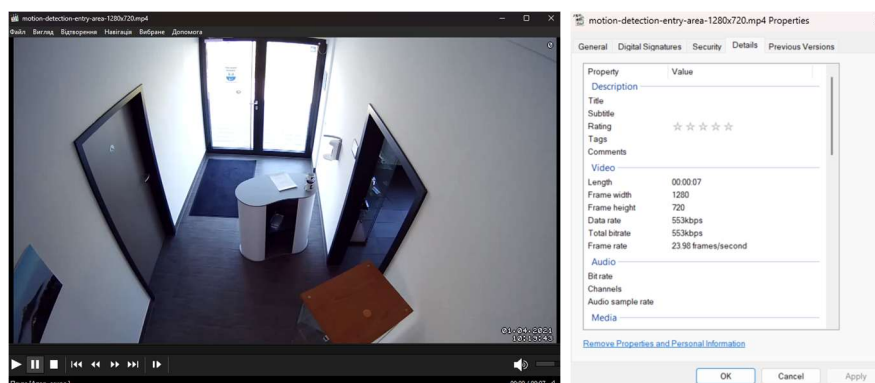


Рисунок 2.1 – Зіставлення параметрів при статичній сцені для визначення доцільності використання Wi-Fi для камер відеоспостереження

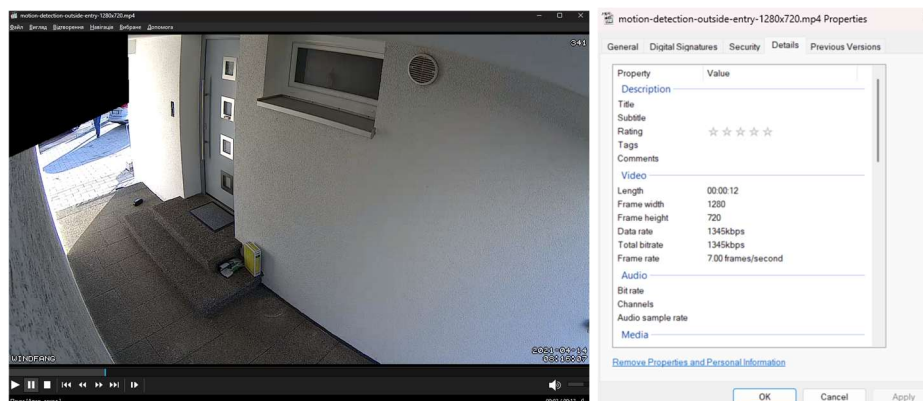


Рисунок 2.2 – Зіставлення параметрів при динамічній сцені для визначення доцільності використання Wi-Fi для камер відеоспостереження

Таблиця 2.1 – Порівняння параметрів між двома файлами (з камер відеоспостереження)

Роздільна здатність	Частота кадрів (fps)	Тип сцени	Швидкість передачі даних відео	Загальна пропускна здатність (на камеру)	Пропускна здатність для 10 камер
1280 x 720 (HD)	23,98	Статичний (низький рух)	553 Кбіт/с (~0,56 Мбіт/с)	553 Кбіт/с (~0,56 Мбіт/с)	~5,6 Мбіт/с
1280 x 720 (HD)	7	Динамічний (високий рух)	1345 Кбіт/с	1345 Кбіт/с (~1,35 Мбіт/с)	~13,5 Мбіт/с

Проте є кілька важливих нюансів – більшість пристроїв для розумного будинку працюють у діапазоні 2.4 ГГц, що створює певні обмеження. У багатоквартирних будинках цей діапазон може бути перевантаженим, що призводить до збоїв у роботі пристроїв (див. рис. 2.3) [26].

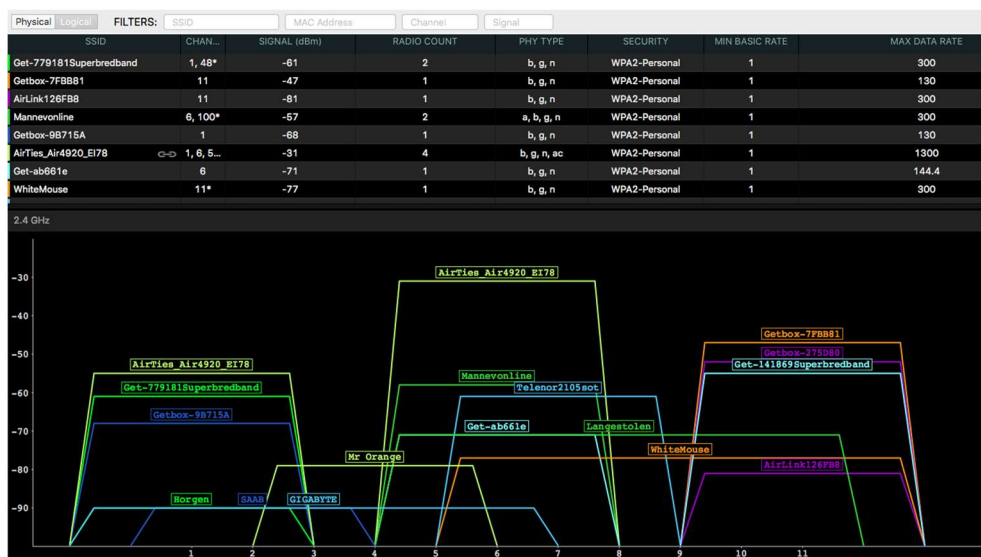


Рисунок 2.3 – Обмеженість діапазона 2.4 ГГц приводить до погіршення сигналу у багатоквартирних будівлях та втрати зв'язку

Крім того, якщо в інфраструктурі використовується лише один маршрутизатор, можливості самого маршрутизатора і діапазону 2.4 ГГц можуть бути вичерпані при значній кількості підключених пристроїв або з віддаленням швидкість буде падати (див. рис. 2.4).



Рисунок 2.4 – Пристрої IoT використовують лише діапазон 2.4 ГГц

Ще однією проблемою Wi-Fi є високе енергоспоживання. Пристрої, що працюють на Wi-Fi, швидко розряджаються, тому для деяких компонентів системи розумного будинку цей протокол може бути не найкращим вибором (див. рис. 2.5) [27].

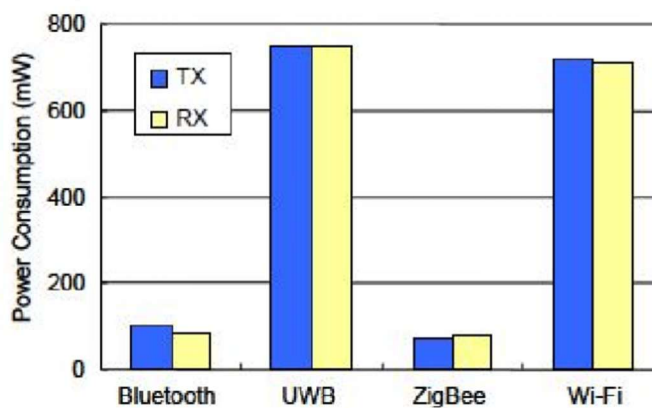


Рисунок 2.5 – Порівняння споживання між різними протоколами безпроводного зв'язку [27]

Безпроводний протокол зв'язку – Zigbee. Zigbee — це протокол, спеціально розроблений для пристроїв IoT (Інтернету речей) і розумного будинку. Головні переваги Zigbee [28]:

- пристрої можуть працювати до 12 місяців на одній батареї типу CR2032 або CR2016;
- пристрої, що підключені до живлення від мережі, можуть виступати у ролі репітерів і посилювати сигнал (див. рис. 2.6);
- Zigbee дозволяє підключати велику кількість пристроїв до однієї мережі.

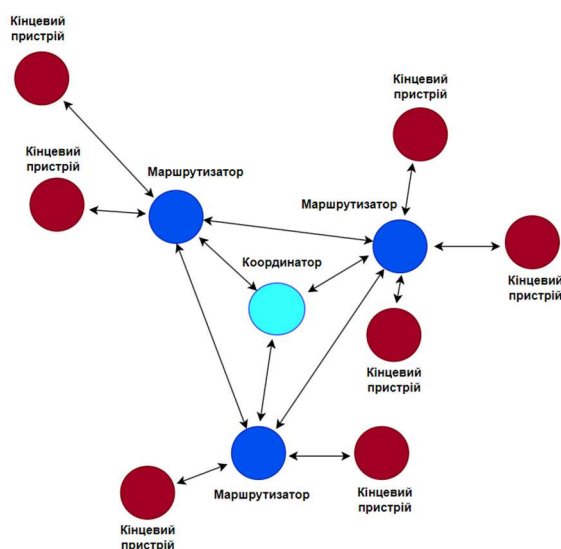


Рисунок 2.6 – Взаємозв'язок пристроїв у Zigbee мережі

Основний недолік Zigbee — це обмежена швидкість передачі даних (до 250 кб/с). Проте для більшості IoT-пристроїв цього цілком достатньо, оскільки обсяг передаваних даних зазвичай невеликий. Також для роботи Zigbee потрібен концентратор або шлюз, який підключає всі пристрої до мережі, що може бути додатковою витратою, але водночас дозволяє розвантажити маршрутизатор [28].

Безпроводний протокол зв'язку – Z-Wave. Z-Wave схожий на Zigbee, але має кілька відмінностей [29]:

- працює на менш завантажених частотах, що зменшує ризик перешкод;
- забезпечує більшу дальність дії (до 100 метрів) завдяки своїй частоті;
- усі пристрої Z-Wave проходять сертифікацію, що гарантує їх сумісність і високу якість.

Основний недолік Z-Wave — це нижча швидкість передачі даних порівняно з Zigbee (до 100 кб/с) та менший вибір пристроїв. Крім того, цей протокол більш популярний у західних країнах, ніж в Україні, тому екосистеми на базі Z-Wave у нас менш поширені.

Безпроводний протокол зв'язку – Bluetooth. Bluetooth також використовується у розумних будинках, хоча й у вузьких нішах. Основні сфери застосування (див. рис. 2.7) [30]:

- підключення персональних пристроїв (навушників, смарт-годинників, фітнес-браслетів).
- використання у розумних колонках і переносних пристроях.

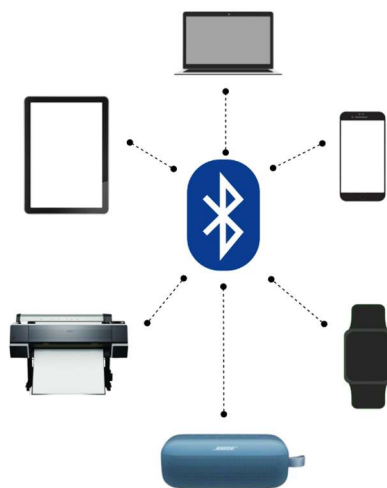


Рисунок 2.7 – Взаємозв'язок пристроїв через Bluetooth

Bluetooth має низький радіус дії і не підходить для побудови масштабних систем розумного будинку. Проте він добре підходить для підключення пристроїв, що знаходяться у безпосередній близькості один від одного [30].

Кожен із розглянутих протоколів має свої переваги й недоліки, і вибір залежить від конкретних завдань. Wi-Fi чудово підходить для відеоспостереження, Zigbee — для масштабованих і енергоефективних систем, а Z-Wave забезпечує стабільність і сумісність. Bluetooth залишається гарним вибором для персональних пристроїв і локальних з'єднань [25, 28, 29, 30].

Порівняльний аналіз протоколів безпроводного зв'язку. При виборі пристроїв для розумного будинку важливо оцінювати не лише самі гаджети, а й протоколи зв'язку, на яких вони працюють, що дозволяє ефективніше планувати систему, уникаючи помилок, таких як купівля несумісного обладнання. Основні критерії для порівняння включають [25-30]:

- радіус дії;
- енергоспоживання;
- швидкість передачі даних;
- масштабованість;
- надійність.

Wi-Fi має радіус дії 50–100 м та високу пропускну здатність, яка може досягати кількох гігабіт на секунду, що робить його ідеальним для відеоспостереження, потокового передавання даних і роботи шлюзів. Однак Wi-Fi споживає багато енергії, а його масштабованість обмежена: при підключенні великої кількості пристроїв з'єднання може бути нестабільним – все залежить від максимальної кількості пристроїв, що може підключити, здебільшого виробники пишуть до 200 пристроїв, але за умови, що це маршрутизатор високого класу, у реальності від 20 до 50 пристроїв [31].

Zigbee пропонує радіус дії 10–100 м, наднизьке енергоспоживання та швидкість передачі даних до 250 кбіт/с. Головна перевага цього протоколу — висока масштабованість: він здатний підтримувати тисячі пристроїв, що дозволяє відокремити велику кількість пристроїв від маршрутизатора, використовуючи при

цьому шлюз, який буде здійснювати одне підключення до маршрутизатора, і в цілому – Zigbee найкраще підходить для освітлення, датчиків та автоматизації [32].

Z-Wave має радіус дії 30–100 м, низьке енергоспоживання та швидкість передачі даних до 100 кбіт/с. Масштабованість у Z-Wave нижча, ніж у Zigbee, проте протокол краще справляється із перешкодами. Він ідеально підходить для систем безпеки, замків та автоматизації, але мало розвинений в Україні, тому можуть виникнути проблеми з його адаптацією до наших стандартів [32-33].

Bluetooth, зокрема BLE (Bluetooth Low Energy), є компромісним рішенням для підключення персональних пристроїв, таких як смартфони, смарт-годинники та навушники. Радіус дії складає 10–100 м, але Bluetooth дуже чутливий до перешкод. Протокол споживає мало енергії, забезпечуючи швидкість передачі даних до 1 Мбіт/с [34].

Таблиця 2.2 – Порівняння протоколів безпроводного зв'язку для систем розумного дому

Протокол	Діапазон	Швидкість передачі даних	Використання потужності	Найкраще для
Wi-Fi	50–100 м	Високий (до 1 Гбіт/с)	Високий	Відеоспостереження, передача даних
Zigbee	10–100 м	Помірний (250 Кбіт/с)	Дуже низький	Освітлення, датчики, автоматика
Z-хвиля	30–100 м	Низький (100 Кбіт/с)	Низький	Системи безпеки, замки, автоматика
Bluetooth	<10 м	Середній (до 1 Мбіт/с)	Низький	Персональні пристрої, тісні зв'язки

Wi-Fi не має конкурентів для задач із високою пропускнуою здатністю, наприклад, відеоспостереження, але страждає від високого енергоспоживання та

обмеженої масштабованості. Zigbee та Z-Wave демонструють успіх у низькоенергетичних масштабованих рішеннях, причому Zigbee має ширшу екосистему, а Z-Wave виграє завдяки зменшенню перешкод. Bluetooth ідеально підходить для персональних пристроїв, але менш ефективний для масштабних систем [31-34].

2.2 Мобільні додатки в системі інтеграції

Мобільні додатки, такі як Smart Life, є ідеальним стартом для тих, хто тільки починає ознайомлення з концепцією розумного будинку. Вони забезпечують простий і зручний спосіб інтеграції різноманітних пристроїв та функцій у єдину екосистему.

Сучасні системи розумного будинку складаються переважно з апаратних компонентів — датчиків, камер відеоспостереження, розумних розеток тощо, — які виконують певні функції в будинку. Однак ефективне управління цими пристроями та їхня взаємодія можливі завдяки спеціалізованому програмному забезпеченню. Такі мобільні додатки, як Smart Life, надають користувачам можливість легко контролювати й налаштовувати роботу пристроїв без потреби у складному програмуванні.

Smart Life, розроблений компанією Tuuya Smart, пропонує уніфіковану платформу для:

- підключення широкого спектру пристроїв;
- автоматизації їхньої роботи;
- моніторингу стану систем у реальному часі.

Додаток дозволяє створювати сценарії автоматизації, що підвищують ефективність і комфорт використання розумного будинку. Наприклад, можна налаштувати автоматичне вмикання освітлення при виявленні руху або надсилання сповіщень при активації датчика відкриття дверей.

Завдяки своєму інтуїтивно зрозумілому інтерфейсу та широким можливостям інтеграції, Smart Life робить технології розумного будинку доступними для кожного. Поєднуючи функціональність, простоту налаштування та гнучкість, цей додаток дозволяє користувачам легко реалізувати свої ідеї щодо автоматизації і зробити розумний будинок частиною повсякденного життя (див. рис. 2.8) [18].

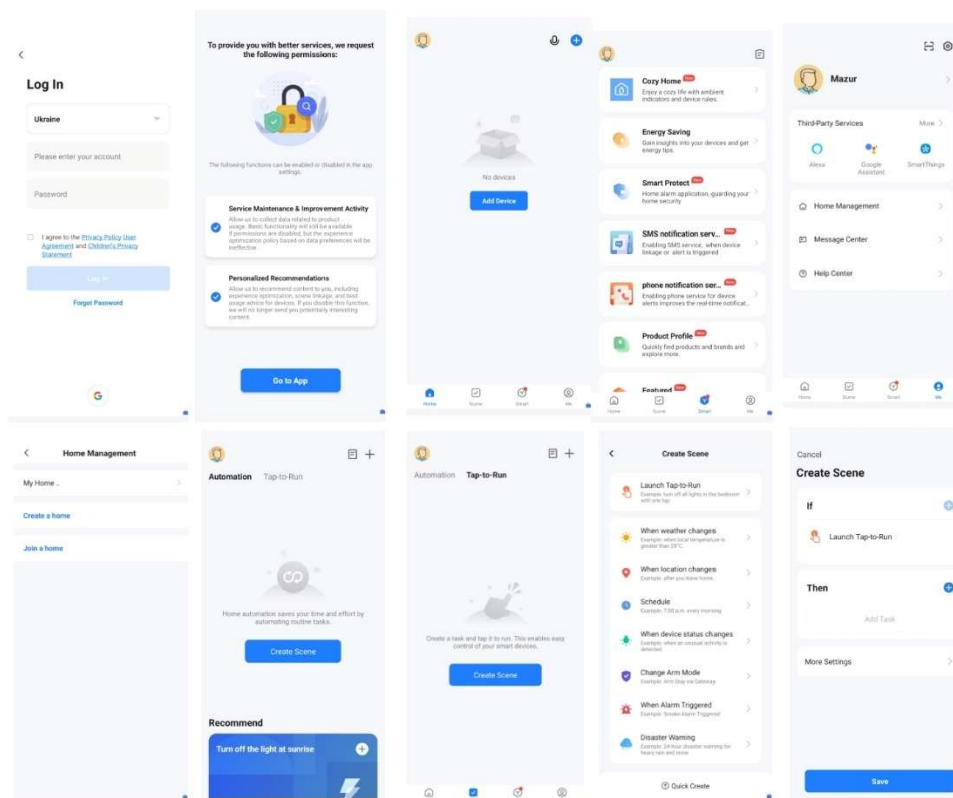


Рисунок 2.8 – Можливості завдяки зручному інтерфейсу додатка Smart Life

Додаток Smart Life є інноваційною платформою, створеною для автоматизації та безперебійного зв'язку між розумними пристроями та їх користувачами. Архітектура цієї системи будується на поєднанні хмарних технологій, підтримці різних протоколів зв'язку та зручному інтерфейсі користувача, що дозволяє навіть людям з мінімальними технічними навичками налаштувати та керувати своїм розумним будинком [18].

Основою платформи є хмарна система управління Tuuya IoT Cloud, яка забезпечує:

- віддалений доступ;
- збереження даних;
- синхронізацію у реальному часі.

Завдяки масштабованій інфраструктурі, TuYa підтримує мільйони пристроїв по всьому світу, що робить її стабільною та надійною для користувачів. Дані, що передаються через хмару, захищені за допомогою сучасних протоколів шифрування, що гарантує безпеку інформації під час її передачі, що дозволяє мінімізувати ризики та забезпечити безперебійну роботу системи. Обробка даних у реальному часі надає можливість миттєво реагувати на зміни стану пристроїв та виконання команд користувачів.

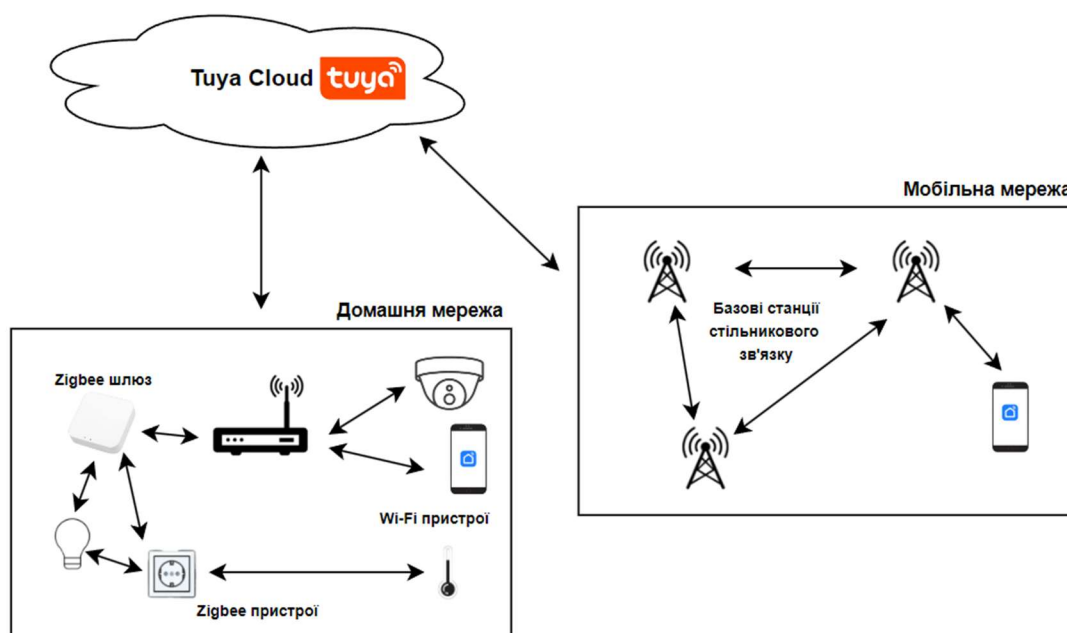


Рисунок 2.9 – Принцип взаємодії хмари та IoT пристроїв між різними мережами

Додаток Smart Life підтримує різні протоколи безпроводного зв'язку, зокрема Wi-Fi, Zigbee, Z-Wave та Bluetooth, що забезпечує високу сумісність із різними типами пристроїв та дозволяє об'єднувати їх у єдину систему незалежно від типу зв'язку. Підтримка таких протоколів грає ключову роль в автоматизації процесів, оскільки дозволяє знизити затримки зв'язку та забезпечити ефективне керування

пристроями в режимі реального часу. Наприклад, миттєве коригування освітлення або активація систем безпеки на основі виявлених змін [18, 32-34].

Інтерфейс мобільного додатку Smart Life розроблений для максимальної зручності користувачів. Він забезпечує інтуїтивно зрозуміле керування пристроями, моніторинг у реальному часі та налаштування автоматизації. Користувачі можуть налаштувати інформаційні панелі та віджети для моніторингу і контролю підключених пристроїв. Хоча можливості кастомізації не такі глибокі, як у деяких спеціалізованих платформах, вони достатні для більшості побутових потреб.

Крім того, додаток підтримує інтеграцію з голосовими помічниками, такими як Amazon Alexa та Google Assistant, що дозволяє керувати пристроями голосовими командами, що особливо корисно для ситуацій, коли смартфон недоступний, адже можна просто сказати, наприклад, «Окей Google, виключи світло». Варто зауважити, що голосові асистенти офіційно підтримують англійську, тож найкраще використовувати команди саме англійською мовою (див. рис. 2.10).

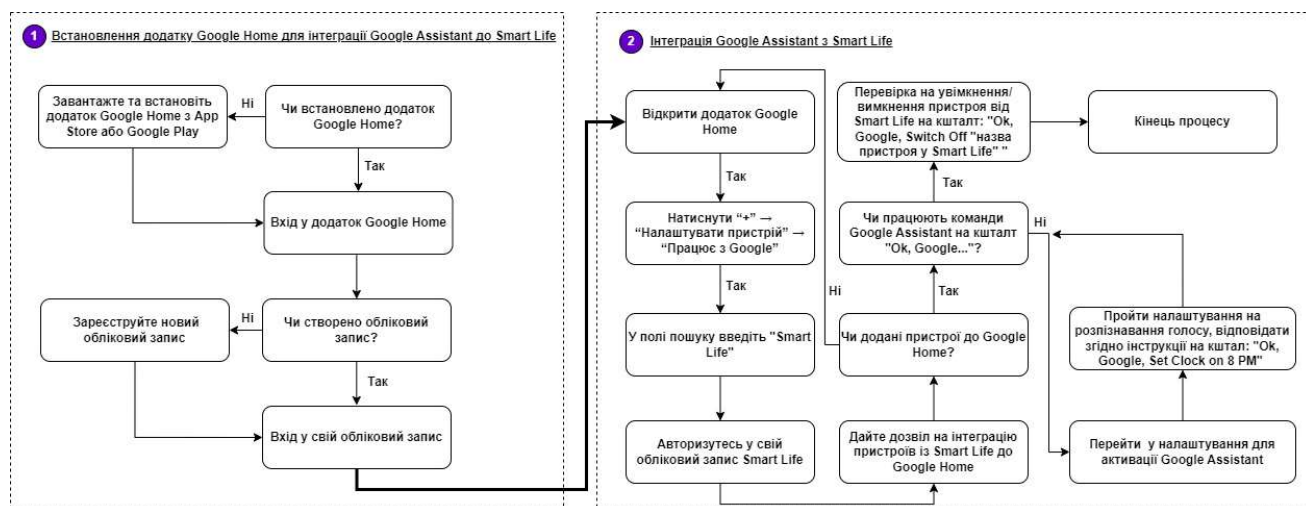


Рисунок 2.10 – Інтеграція Google Assistant як голосове керування у систему

Ще однією ключовою перевагою Smart Life є можливість налаштування сценаріїв автоматизації за допомогою функції «Smart Scenes». Ця функція дозволяє користувачам зв'язувати пристрої на основі часу, місцезнаходження або даних датчиків. Наприклад, можна автоматично вимикати світло та замикати двері, коли

користувач виходить з дому, або активувати камеру безпеки при виявленні руху. Такі сценарії можуть працювати як за розкладом, так і на основі тригерів, що робить систему дуже гнучкою та універсальною (див. рис. 2.11).

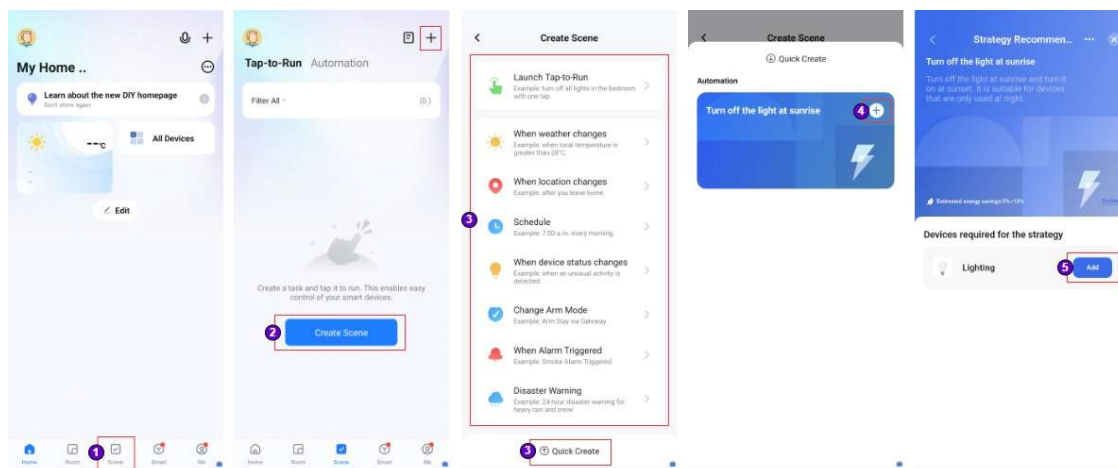


Рисунок 2.11 – Етапи створення сценарія (при наявності вже доданих пристроїв)

Крім автоматизації, Smart Life забезпечує сповіщення та попередження про важливі події. Додаток автоматично повідомляє користувача про виявлення руху, несправність пристрою або втрату зв'язку, що відбувається завдяки хмарній аналітиці, яка визначає зміни у стані пристроїв та надсилає відповідні сповіщення (див. рис. 2.12).

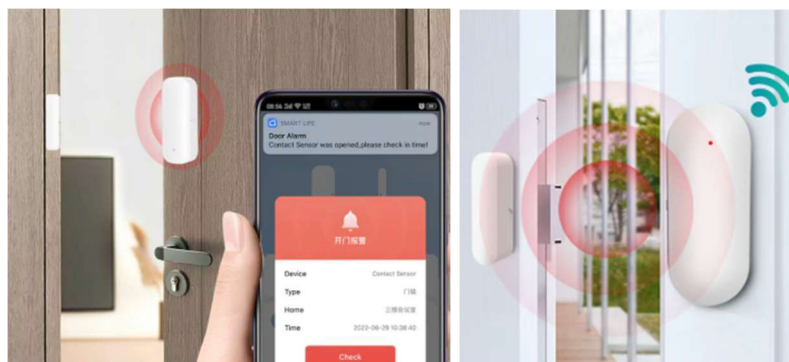


Рисунок 2.12 – Отримання сповіщення, у разі валідного спрацювання датчика

Додаток Smart Life значно спрощує процес підключення, налаштування та керування смарт-пристроями, забезпечуючи користувачу зручний досвід роботи (див. рис. 2.13).

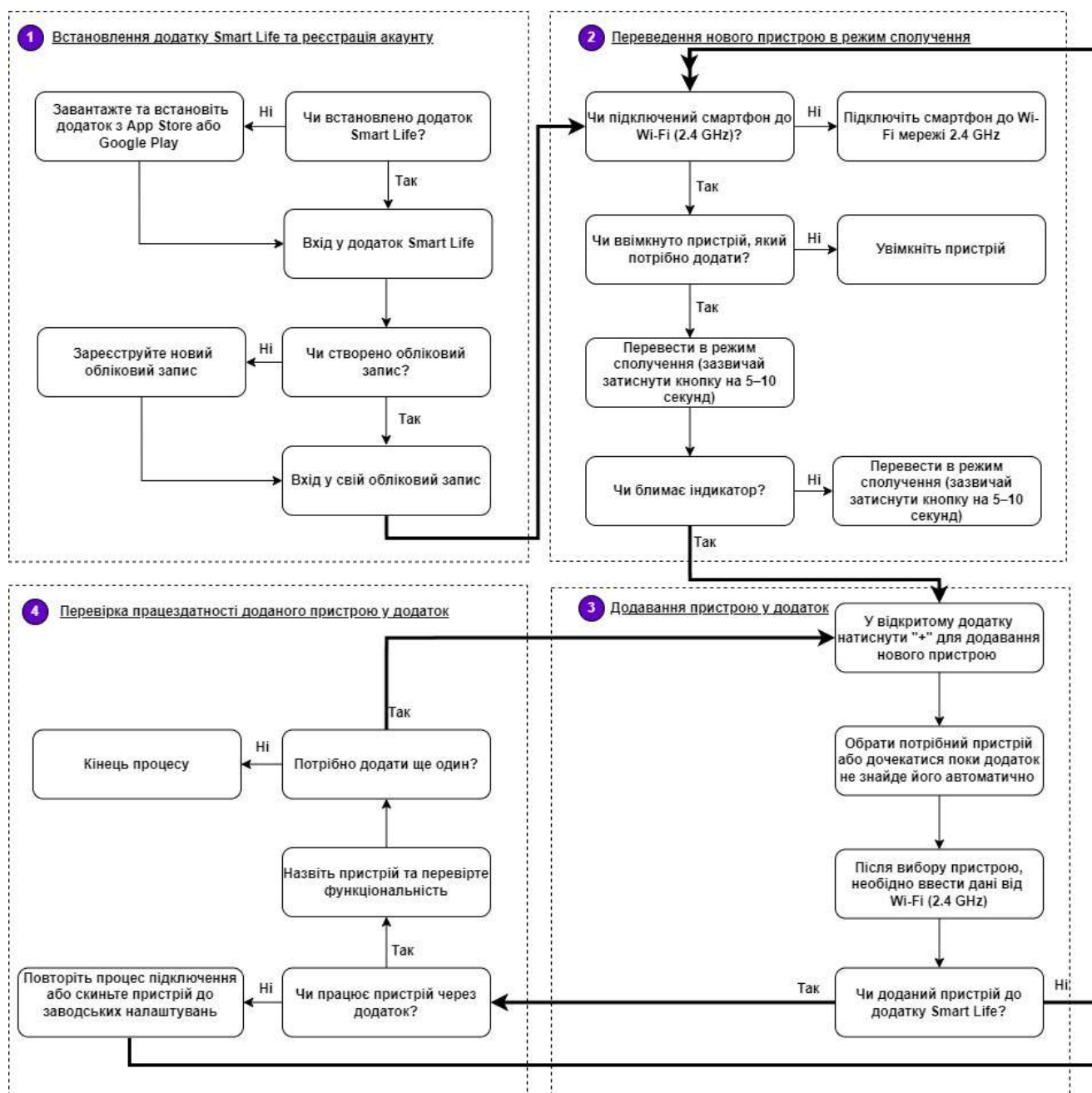


Рисунок 2.13 – Процес авторизації та інтеграції нових пристроїв у додаток

Процес сполучення пристроїв можна розділити на кілька етапів (див. рис. 2.10) [18]:

1. Користувачі зазвичай підключають пристрої через Wi-Fi або Bluetooth, що дозволяє легко налаштовувати розумні розетки, освітлення чи стрічки. Проте, якщо йдеться про складніші проекти розумного будинку, де використовується

велика кількість датчиків, слід обирати Zigbee або Z-Wave. Ці протоколи дозволяють уникнути перевантаження маршрутизатора, оскільки всі пристрої підключаються до одного шлюза, який слугує концентратором.

2. Для Wi-Fi-пристроїв додаток автоматично визначає пристрої, підключені до мережі. Користувачу потрібно лише додати їх до свого профілю та налаштувати параметри – наприклад, назвати пристрій або призначити його до конкретної кімнати, що забезпечить модульність та персоналізацію системи.

3. Пристрої в Smart Life підключаються за допомогою унікальних облікових даних користувача, що забезпечує безпеку. Для підтвердження підключення іншого пристрою чи користувача потрібно пройти автентифікацію через електронну пошту. Додаток також дозволяє конфігурувати робочі параметри, як-от яскравість освітлення чи налаштування клімат-контролю.

4. Централізована інформаційна панель дозволяє організувати пристрої за категоріями (освітлення, безпека, клімат-контроль), що полегшує їхнє управління. Окрім цього, Smart Life підтримує оновлення прошивки підключених пристроїв, забезпечуючи їхню продуктивність та безпеку.

5. Додаток дозволяє надавати індивідуальні дозволи різним членам родини, щоб вони могли керувати пристроями з власних акаунтів, що забезпечить персоналізований досвід і контроль над системою.

6. Smart Life є частиною універсальної екосистеми Tuуа, яка гарантує сумісність із широким спектром пристроїв незалежно від виробника. Tuуа надає модулі IoT та SDK (комплекти розробки програмного забезпечення), що дозволяють виробникам швидко створювати пристрої, сумісні з платформою, що спростить інтеграцію та забезпечує злагоджену роботу пристроїв.

7. Для пристроїв на Zigbee потрібен спеціальний шлюз, який підключається до маршрутизатора та дозволяє взаємодіяти з Wi-Fi-пристроями в додатку, що створює міст між різними протоколами, забезпечуючи єдину інфраструктуру.

8. Smart Life підтримує автоматизацію завдяки сценаріям та розкладам, що дозволяють налаштовувати пристрої для конкретних випадків використання,

що робить платформу зручною для споживчого ринку, на відміну від складніших рішень, як-от Home Assistant чи OpenHAB, що вимагають технічних навичок.

Сильні сторони сумісності. Сумісність є ключовою характеристикою будь-якої екосистеми розумного будинку. Вона визначає здатність інтегрувати різні пристрої, навіть ті, що належать до інших платформ або створені для роботи в різних системах. Smart Life, як частина екосистеми Tuuya, пропонує низку переваг у цьому аспекті, завдяки чому її пристрої легко інтегруються з іншими екосистемами, наприклад, Samsung SmartThings. Розбиваючи це як переваги, можемо отримати [5, 6, 7 18, 20, 21]:

1. Smart Life дозволяє виробникам створювати пристрої з готовими модулями IoT та SDK від Tuuya, і це не тільки знижує вартість виробництва, але й дає можливість легко адаптувати ці пристрої для роботи в межах інших платформ.

2. Інтеграція з іншими системами дозволяє користувачам поєднувати переваги кількох екосистем. Наприклад, датчики Smart Life можуть бути додані до більш складних систем автоматизації через спеціальні шлюзи або програмні інструменти, як-от IFTTT.

3. Завдяки сумісності користувачі можуть уникнути прив'язки до єдиної платформи. Вони можуть почати з використання доступної платформи, такої як Smart Life, а потім без особливих зусиль інтегрувати її пристрої в дорожчі системи, якщо виникне така потреба.

4. Пристрої, наприклад камери відеоспостереження, можуть працювати в парі з іншими датчиками в межах однієї платформи, як Smart Life, або ж бути частиною іншої екосистеми, що надає змогу створювати автоматизовані сценарії, наприклад: коли камера фіксує рух, автоматично вмикається освітлення.

Слабкі сторони сумісності. Попри переваги, існують і певні недоліки, які обмежують можливості повноцінної інтеграції [5, 6, 7 18, 20, 21]:

1. Пристрої, додані до інших екосистем, можуть втрачати частину своїх функцій. Наприклад, розширені налаштування або сценарії можуть бути недоступними.

2. Різні виробники використовують специфічні прошивки, які можуть бути несумісними між собою. У випадку датчиків це може означати, що навіть пристрої однієї категорії можуть мати різний функціонал залежно від прошивки.

3. Багато простих пристроїв, таких як датчики, рідко отримують оновлення прошивки, що може призводити до проблем сумісності або обмеження функціоналу в довгостроковій перспективі.

4. Автоматизовані сценарії, наприклад, виявлення руху, можуть працювати неідеально через чутливість пристроїв. Наприклад, камери можуть реагувати на домашніх тварин, а не лише на людей, що викликає незручності.

2.3 Інтеграція елементів безпеки у взаємодії системи

Коли йдеться про створення розумного будинку, особливу увагу слід приділити інтеграції відеоспостереження та систем безпеки. Багато готових рішень, які пропонують закриті екосистеми, є значно дорожчими, оскільки прив'язують користувача до продуктів одного виробника. Платформа Smart Life пропонує інший підхід, забезпечуючи гнучкість завдяки підтримці різноманітних пристроїв від численних виробників. Smart Life не є виробником, а виступає платформою для об'єднання пристроїв, що дає можливість використовувати їх у межах однієї системи.

Ця гнучкість дозволяє обрати економічно вигідні рішення, оскільки пристрої для Smart Life, як правило, коштують дешевше за аналоги, що належать закритим екосистемам. Камери відеоспостереження можна інтегрувати як частину системи розумного будинку, забезпечуючи безпеку та спокій користувачів. Для тих, хто починає з камер спостереження, це може стати основою, на яку згодом додаються інші компоненти розумного будинку.

Сумісність пристроїв і їх взаємодія є ключовим аспектом інтеграції безпеки. Камери відеоспостереження можна поєднати з датчиками руху, освітленням чи

іншими елементами автоматизації. Наприклад, світло може вмикатися автоматично, коли камера фіксує рух у полі зору. Таке поєднання пристроїв дозволяє створити злагоджену систему, що працює ефективно та забезпечує взаємну користь.

Проектування системи безпеки на базі Smart Life надає індивідуальний підхід до побудови розумного будинку. Користувачі можуть комбінувати різні пристрої, камери відеоспостереження та датчики, налаштовуючи їх взаємодію відповідно до власних потреб, що дозволяє створити не просто набір пристроїв, а злагоджену інтегровану систему, що відповідає унікальним вимогам користувача.

Інтеграція апаратного забезпечення. Для реалізації проєкту розумного будинку передбачено створення системи, яка поєднує різноманітні пристрої в єдину екосистему. Ця екосистема дозволяє не лише забезпечити високий рівень безпеки, автоматизації та моніторингу, але й робить сам процес встановлення й налаштування максимально простим і зручним для користувача.

Деякі ключові компоненти для побудови розумного будинку:

- камери відеоспостереження;
- датчики руху, дверей і вікон;
- датчики навколишнього середовища;
- сирени та сигналізації.

Таблиця 2.3 – Порівняння ціноутворення між пристроями Smart Life та Google Home

Тип пристроя	Пристрої Smart Life	Пристрої Google Home
Камери відеоспостереження	Wi-Fi камера для внутрішнього або зовнішнього спостереження Ціна: ~\$20–\$50	Nest Cam Indoor/Outdoor, Nest Cam IQ із виявленням особи Ціна: ~\$129–\$329
Датчик руху	Інфрачервоний датчик руху для безпеки або автоматизації Ціна: ~\$15–\$25	Датчик руху Nest Secure, частина системи сигналізації Nest Secure Ціна: ~\$50–\$60
Датчик дверей/вікон	Магнітний датчик Wi-Fi для моніторингу дверей/вікон Ціна: ~\$10–\$20	Nest Detect для моніторингу дверей/вікон у системі Nest Secure Ціна: ~49 доларів США.
Екологічні датчики	Датчики температури, вологості та витоку газу Ціна: ~\$15–\$40	Датчик температури Nest, інтерпується з Nest Thermostat Ціна: ~\$39 Nest Protect (детектор диму та CO) Ціна: ~\$119
Датчик витоку води	Виявляє витoki води, надсилає сповіщення на телефон Ціна: ~\$10–\$20	Немає прямого еквівалента Nest (доступні продукти сторонніх розробників)

Продовження таблиці 2.3 – Порівняння ціноутворення між пристроями Smart Life та Google Home

Тип пристрою	Пристрої Smart Life	Пристрої Google Home
Детектор витоку газу	Датчик витоку газу з підтримкою Wi-Fi Ціна: ~\$20–\$40	Немає прямого еквівалента Nest (доступні продукти сторонніх розробників)
Сирени та сигналізація	Сирена/сигналізація з підключенням до Wi-Fi для систем безпеки Ціна: ~\$15–\$40	Сирена Nest Secure (частина системи Nest Secure) Ціна: ~79 доларів США.
Детектор диму та CO	Ціна: ~\$10–\$20	Nest Protect (детектор диму й CO) Ціна: ~119 доларів США.
Виявлення особи	Не доступний як окремий датчик, замість нього ці ролі виконує камера спостереження	Nest Cam IQ із функцією виявлення людей Ціна: ~\$299
Загальний діапазон витрат	~\$10–\$50 (за датчик/пристрій)	~\$39–\$329 (за датчик/пристрій)

Камери є основою безпеки розумного будинку. Найкраще обирати безпроводні моделі, які працюють через Wi-Fi, забезпечуючи високу якість відео, нічне бачення та можливість повороту на 360 градусів. Камери бувають двох типів: для внутрішнього та зовнішнього використання. Внутрішні підходять для кімнат, тоді як зовнішні здатні витримувати несприятливі погодні умови. Їх інтеграція дозволяє стежити за територією в режимі реального часу.

Датчики активності запускають сповіщення у випадку підозрілої активності, наприклад, відкриття дверей чи вікон під час відсутності господаря. Датчики руху особливо ефективні для виявлення проникнень у «сліпих зонах», які камери не охоплюють.

Датчики диму, CO₂, витоків газу та води забезпечують додаткову безпеку, особливо в непередбачуваних ситуаціях, як-от витік газу або затоплення. Вони надсилають сповіщення на смартфон і можуть активувати сирени.

Сирени використовуються для миттєвого попередження про небезпеку. Вони можуть видавати звукові сигнали різної тональності залежно від типу загрози. Наприклад, витік газу чи затоплення активують різні сигнали, попереджаючи мешканців.

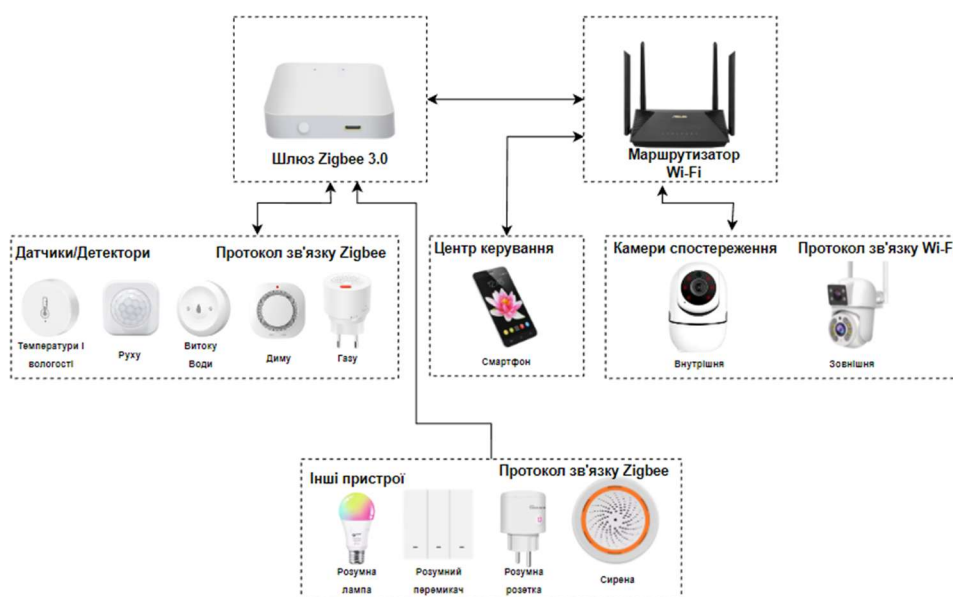


Рисунок 2.14 – Система безпеки на основі взаємодії камер, датчиків та інших пристроїв – сирени

Для створення ефективної системи (див. рис. 2.14) рекомендовано використовувати протоколи, як-от Zigbee для датчиків, оскільки вони забезпечують енергоефективність і зменшують навантаження на маршрутизатор. Водночас Wi-Fi найкраще підходить для камер через високу пропускну здатність.

Проект розумного будинку можна легко адаптувати під інші приміщення, оскільки його складові легко переносити та налаштовувати. Інтеграція апаратних і програмних рішень створює цілісну систему, яка перевершує готові комерційні рішення за функціональністю, економічністю та можливістю налаштувань під потреби користувача.

Інтеграція програмного забезпечення. При проєктуванні системи розумного будинку важливо враховувати інтеграцію програмного забезпечення, яка дозволить створити зручну та ефективну платформу для керування всіма пристроями. Серед численних рішень, таких як Google Home, Apple HomeKit, Amazon Alexa, Samsung SmartThings, оптимальним вибором для розробки може стати Smart Life. Ця платформа забезпечує централізоване управління всіма підключеними пристроями, включаючи камери, датчики, сигналізації тощо (див. рис. 2.15).



Рисунок 2.15 – Забезпечення системою різноманітних функцій

Smart Life має кілька переваг над іншими платформами. Наприклад, її підтримка в Україні є кращою, ніж у Google Home, а широка база сумісних пристроїв дозволяє інтегрувати різноманітні компоненти в єдину систему. Окрім того, мобільний додаток надає гнучкі налаштування для датчиків, такі як регулювання чутливості або виключення реагування на дрібні об'єкти.

Ще однією важливою перевагою є підтримка голосового управління через Google Assistant, що дозволяє зручно активувати сценарії або керувати пристроями за допомогою голосових команд, що робить систему ще більш зручною для користувачів (див. рис. 2.16).

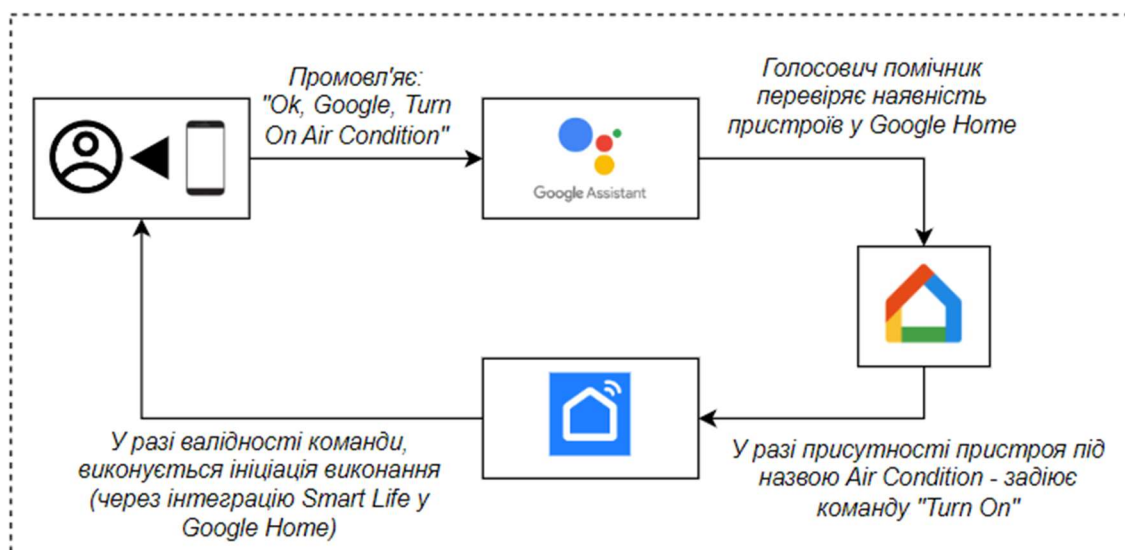


Рисунок 2.16 – Принцип роботи голосового помічника у якості інтеграції у додаток Smart Life

Однак серед них є і виклики — можливі проблеми сумісності між пристроями різних виробників, затримки в роботі через навантаження на мережу, а також складнощі з інтеграцією пристроїв із різних екосистем. Тому рекомендується обирати пристрої, сумісні з платформою Smart Life, що дозволить уникнути труднощів і створити єдину функціональну систему (див. рис. 2.17).



Рисунок 2.17 – Пристрій IoT має містити знак сертифікації

Хмарна та локального обробки даних. Ці два рішення мають свої переваги й обмеження, які варто враховувати при виборі системи для розумних будинків, відеоспостереження чи обробки даних із сенсорів. Розглянемо ключові аспекти цих підходів.

Хмарна обробка забезпечує зручність, доступність із будь-якої точки світу та можливість резервного копіювання даних на віддалених серверах. Наприклад, у системах відеоспостереження використання хмарних сервісів дозволяє зберігати

відео, навіть якщо локальне обладнання виходить з ладу. Однак повноцінна функціональність таких рішень часто вимагає платних підписок. Наприклад, сервіси на базі платформи Smart Life від Tuуа дозволяють безкоштовно обробляти базові дані, але зберігання відео на хмарі потребує підписки. Перевагою є те, що навіть у разі збою локального обладнання дані залишаються доступними в хмарі, що забезпечує надійність і безпеку.

Локальна обробка даних зосереджена на виконанні операцій у межах місцевої мережі або пристрою, що дозволяє уникнути затримок через інтернет-з'єднання, зберігати конфіденційність даних і знижувати витрати. Наприклад, відеозаписи можуть зберігатися на локальних носіях, таких як карти пам'яті або зовнішні накопичувачі, що виключає залежність від підписок. Однак це обмежує обсяг пам'яті й не забезпечує резервного копіювання: якщо локальний носій пошкоджено, дані можуть бути втрачені.

Для забезпечення ефективності часто впроваджуються гібридні рішення, які поєднують переваги хмарного і локального підходів. Наприклад, критичні події можуть зберігатися на хмарі, а рутинні дані – на локальних носіях, що дозволяє оптимізувати витрати і забезпечити збереження важливих даних. Для забезпечення конфіденційності або у разі, коли не можливо використовувати хмарні рішення – використання мережевого сховища надає ширші можливості резервування (див. рис. 2.18).

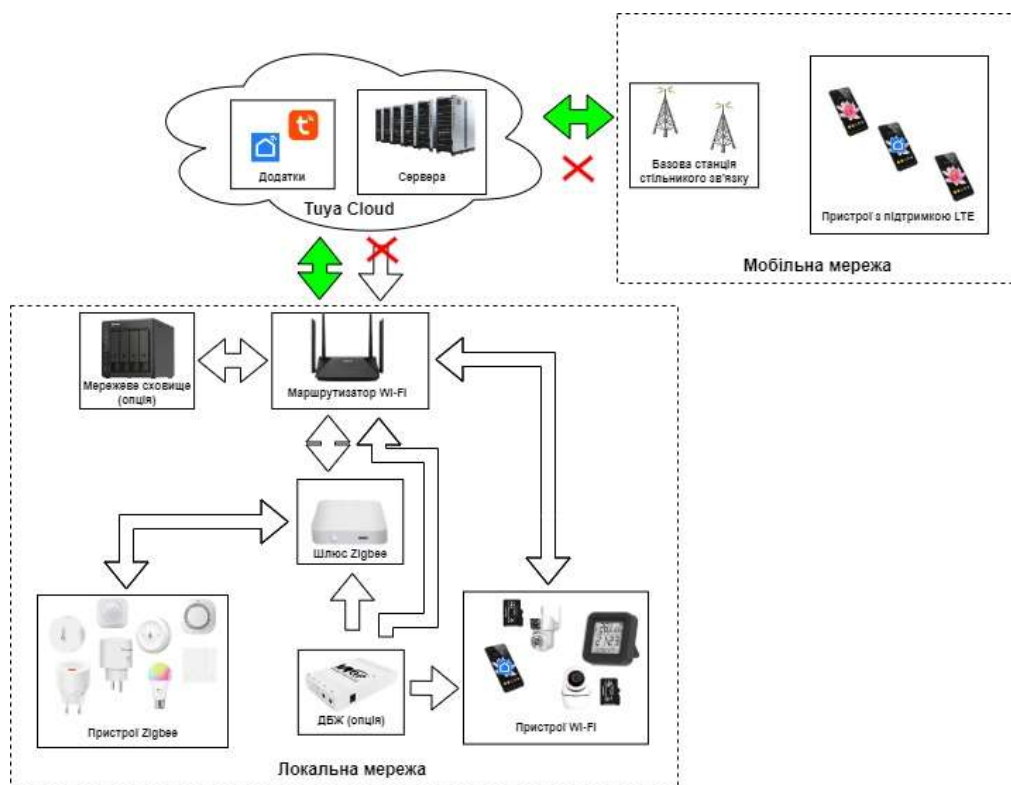


Рисунок 2.18 – Процес хмарної та локальної обробки даних

Окрему увагу заслуговують інновації, такі як впровадження штучного інтелекту (ШІ). У системах відеоспостереження ШІ використовується для розпізнавання облич, виявлення руху чи інших важливих подій, таких як плач дитини. Ці функції базуються на машинному навчанні й дозволяють покращити безпеку, автоматизувати роботу систем і забезпечити їхню інтерактивність.



Рисунок 2.19 – Функції штучного інтелекту у камерах спостереження

2.4 Роль концентраторів і шлюзів в архітектурі системи

У сучасній архітектурі систем «розумного будинку», зокрема платформи Smart Life, концентратори (хаби) та шлюзи відіграють ключову роль у забезпеченні комунікації між різноманітними пристроями. Основна функція цих компонентів полягає у забезпеченні взаємодії між пристроями, які можуть використовувати різні протоколи зв'язку, такі як Wi-Fi, Zigbee, Z-Wave, Bluetooth тощо.

Багато пристроїв у системах «розумного будинку» комунікують за допомогою Wi-Fi, що дозволяє їм безпосередньо взаємодіяти з маршрутизатором. Однак інші протоколи, такі як Zigbee або Z-Wave, мають певні обмеження, які унеможливають їхню роботу безпосередньо через маршрутизатор. Для цього використовуються концентратори та шлюзи, які виступають у ролі мостів, об'єднуючи різні пристрої в єдину мережу.

Концентратори є центральними пристроями, які об'єднують кілька інтелектуальних пристроїв у локальній мережі. Вони можуть бути підключені до маршрутизатора через кабель Ethernet або Wi-Fi. Основне завдання концентраторів – забезпечення зв'язку між пристроями, що працюють на різних протоколах, наприклад Zigbee або Z-Wave.

Приклади таких концентраторів (див. рис. 2.20):

1. Samsung SmartThings Hub – призначений для пристроїв екосистеми Samsung.
2. Aqara Hub – спеціально розроблений для пристроїв бренду Aqara.



Рисунок 2.20 – Концентратори SmartThings Hub та Aqara Hub

Такі хаби оптимізовані для конкретних екосистем і забезпечують стабільний зв'язок навіть у випадку перешкод у Wi-Fi-зв'язку.

Шлюзи виконують функцію мосту між локальними мережами пристроїв і зовнішніми мережами, такими як Інтернет або хмарні сервіси. Вони транслюють дані від пристроїв до маршрутизатора через Wi-Fi і далі до хмарної платформи для обробки. Наприклад, шлюзи в екосистемі Smart Life можуть підтримувати такі протоколи, як Zigbee або Bluetooth, дозволяючи підключати до них пристрої, що працюють на різних протоколах (див. рис. 2.21).



Рисунок 2.21 – Шлюз Tuuya Smart Multi-mode Zigbee 3.0,
що поєднує протоколи Zigbee та Bluetooth

Концентратори та шлюзи виконують такі основні функції (див. рис. 2.22):

- забезпечують зв'язок між пристроями з різними протоколами;
- дозволяють керувати всіма пристроями через єдиний інтерфейс;
- збирають дані з локальних пристроїв і надсилають їх для локальної або хмарної обробки;
- зменшують кількість окремих шлюзів, використовуючи один багатофункціональний пристрій.

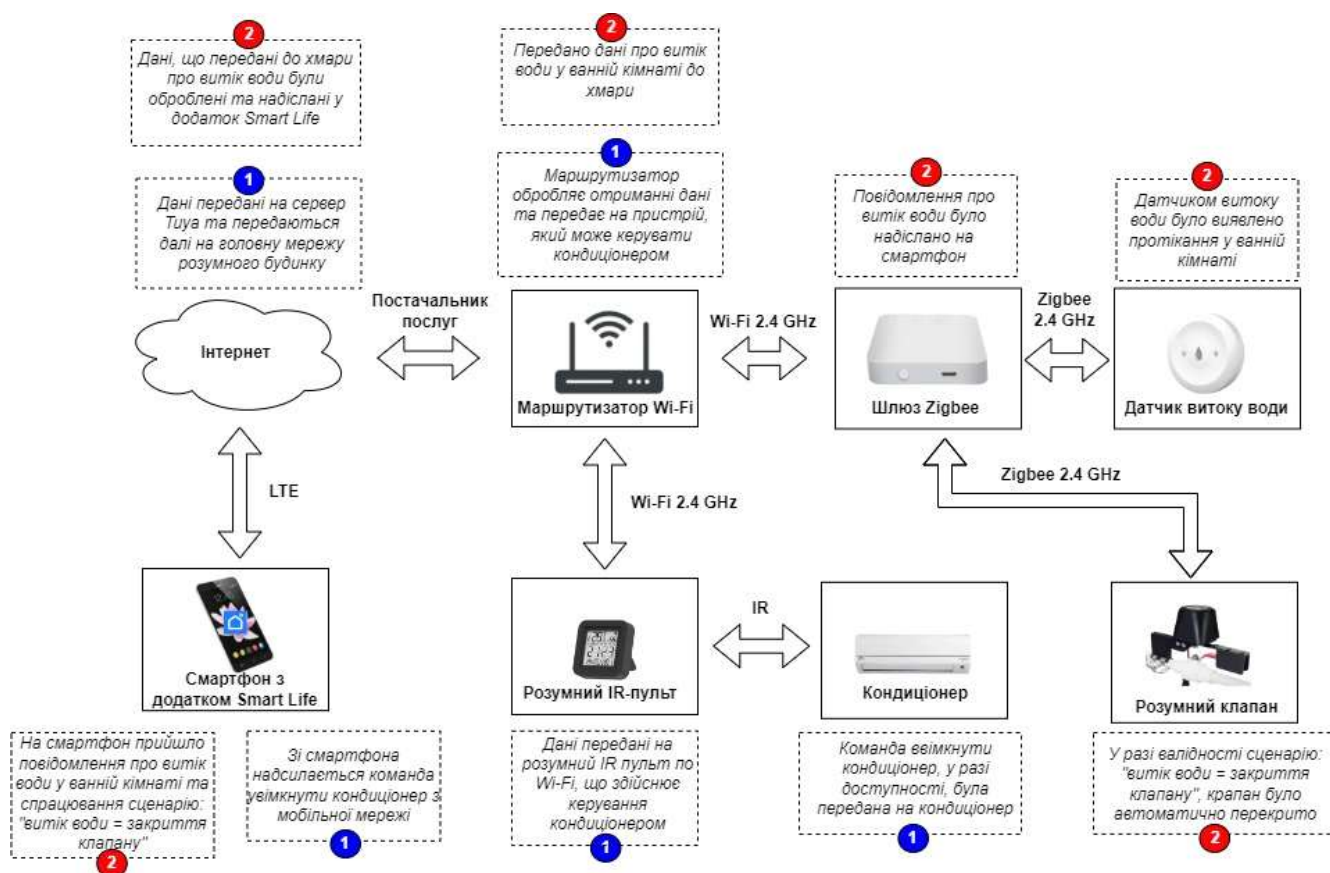


Рисунок 2.22 – Взаємодія декількох типів протоколів через шлюз, маршрутизатор та мобільну мережу

У великих системах, наприклад у багатоповерхових будинках, може бути необхідно використовувати кілька концентраторів або шлюзів. У таких випадках кожен концентратор відповідає за певну зону, що дозволяє уникнути перевантаження мережі та забезпечує стабільну роботу системи. У разі, якщо пристроїв, що підключаються до шлюзів, велика кількість – у платформі Smart Life пристрої можуть бути віртуально згруповані за кімнатами, що додає зручності у використанні (див. рис. 2.23).

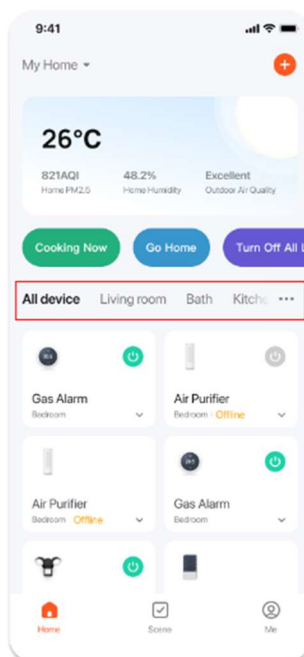


Рисунок 2.23 – Віртуальні групи у додатку Smart Life

Для роботи платформи Smart Life зазвичай потрібне з'єднання з хмарним сервісом, однак деякі пристрої можуть працювати локально в межах однієї мережі, що дозволяє мінімізувати ризик витоку даних та забезпечити автономну роботу системи.

Шлюзи та концентратори забезпечують шифрування даних і автентифікацію користувачів через хмарні сервіси. Під час первинного налаштування пристрої часто використовують свої мережі Wi-Fi для ближнього з'єднання (зручно для додавання у додаток), після чого переходять до більш захищених каналів зв'язку.

Централізовані та децентралізовані системи в розумних будинках мають свої особливості, які визначають їх ефективність, масштабованість і зручність для користувачів. Під час проєктування таких систем враховують як переваги, так і недоліки кожного підходу.

Централізовані системи. У централізованих системах (див. рис. 2.24) ключову роль відіграє пристрій-концентратор або шлюз, який забезпечує зв'язок і управління для всіх пристроїв у мережі. Такий підхід має наступні переваги:

1. Розвантаження маршрутизатора – концентратор бере на себе обробку команд і зв'язок між пристроями.

2. Локальна обробка – навіть за відсутності інтернету система може виконувати базові функції, наприклад, увімкнення світла.

3. Енергоефективність – пристрої з низьким енергоспоживанням (наприклад, Zigbee) ефективно працюють через концентратор.

Однак централізовані системи мають і недоліки:

1. Вразливість – вихід з ладу концентратора призводить до втрати управління всіма підключеними пристроями.

2. Додаткові витрати – потрібне придбання і налаштування концентратора, що може бути складним для деяких користувачів.



Рисунок 2.24 – Фрагмент централізованої системи, що буде використовуватися у проєктуванні системи розумного будинку

Децентралізовані системи. У децентралізованих системах (див. рис. 2.25) пристрої підключаються безпосередньо до маршрутизатора або хмари, що спрощує архітектуру. Серед переваг:

1. Проста архітектура – не потребується додатковий концентратор, що спрощує налаштування.
2. Масштабованість – нові пристрої легко додаються без перевантаження центрального вузла.
3. Хмарна інтеграція – забезпечує віддалене управління незалежно від місця розташування.

Втім, є й слабкі сторони:

1. Залежність від інтернету – пристрої повинні мати доступ до мережі для коректної роботи.
2. Затримки – команди проходять через хмару, що може створювати затримки.
3. Енергоспоживання – пристрої на Wi-Fi споживають більше енергії, ніж ті, що працюють на Zigbee чи інших протоколах.

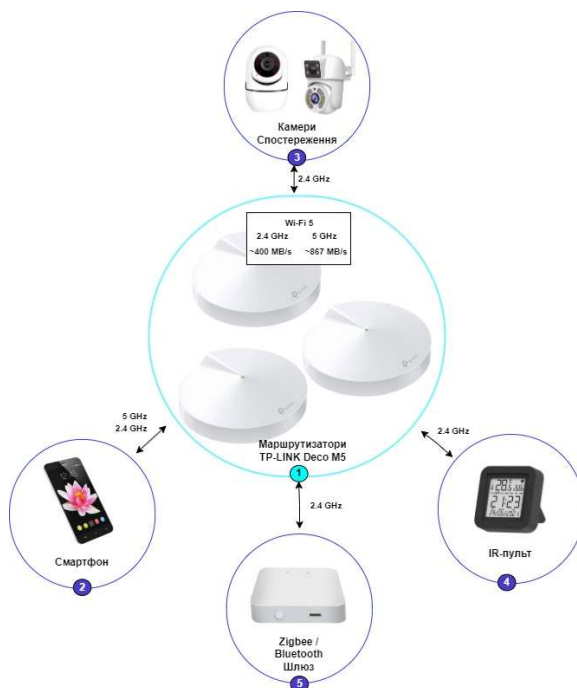


Рисунок 2.25 – Фрагмент децентралізованої системи, що буде використовуватися у проєктуванні системи розумного будинку

Централізовані системи підходять для побудови локально стабільних мереж із низьким енергоспоживанням. Децентралізовані системи краще для масштабованих проєктів з акцентом на хмарне управління. У будь-якому випадку, оптимальне рішення залежить від конкретних потреб користувача і параметрів розумного будинку.

Конвергенція концентраторів і шлюзів. У сучасних розумних будинках це є одним із головних напрямів розвитку інтелектуальних технологій. Її основна ідея полягає в об'єднанні функцій концентратора та шлюзу в одному пристрої, що дозволяє зменшити кількість необхідного обладнання та знизити загальне навантаження на мережу.

Вже зараз існують приклади таких пристроїв. Наприклад, Amazon Echo (див. рис. 2.26) одночасно виконує функції концентратора для пристроїв на базі Zigbee і шлюзу для сервісів Alexa. Подібні рішення спрощують управління, однак доступ до таких пристроїв у нашому регіоні залишається обмеженим.



Рисунок 2.26 – Конвергенції функцій у одному пристрої Amazon Echo Spot

Роль протоколів у конвергенції також важлива – серед останніх інновацій виділяється стандарт Matter, розроблений Альянсом стандартів підключення. Matter дозволяє пристроям різних виробників працювати разом, усуваючи бар'єри між екосистемами, такими як Google Home, Amazon Alexa чи Apple HomeKit. Завдяки цьому пристрої можуть інтегруватися в єдине середовище без необхідності використання окремих концентраторів для кожної екосистеми. Наприклад,

пристрої, сумісні з Matter, можуть бути об'єднані у системі Smart Life, що забезпечує зручне управління всіма пристроями через один інтерфейс, що спрощує як використання, так і налаштування системи (див. рис. 2.27) [35].



Рисунок 2.27 – Ковергентне рішення, сумісне з Smart Life: шлюз Matter

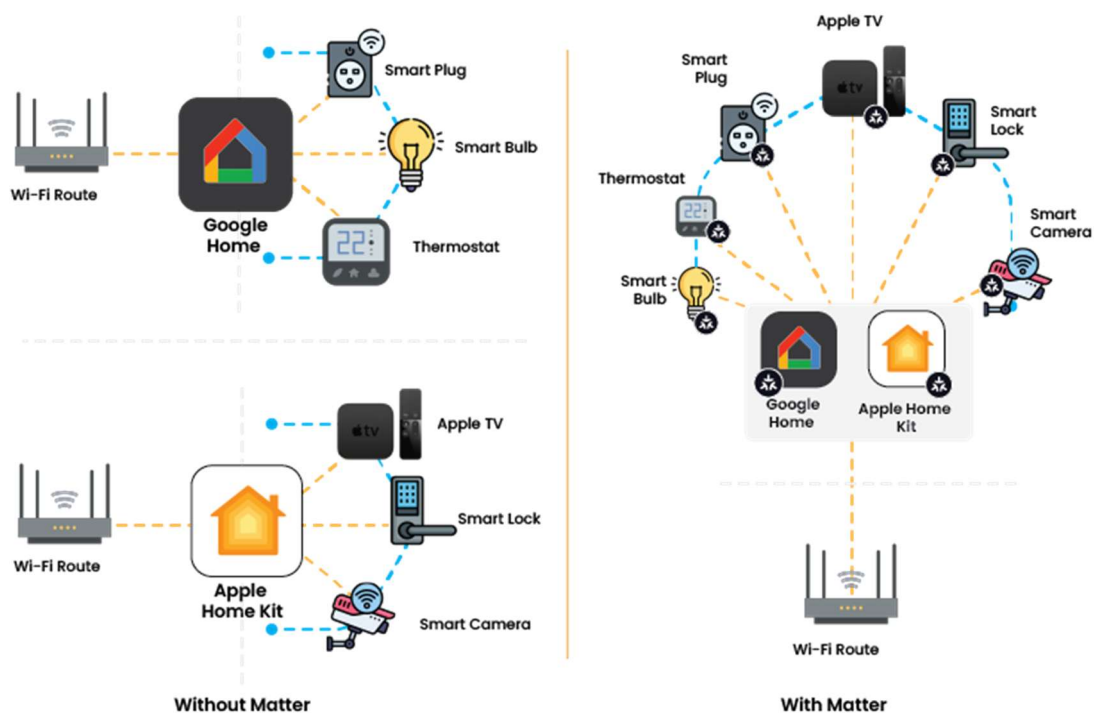


Рисунок 2.28 – Принцип роботи Matter у взаємодії між різними екосистемами

РОЗДІЛ 3 ПРОЄКТУВАННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ СЦЕНАРІЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА РОЗГОРТАННЯ СИСТЕМИ

3.1 Роль автоматизації в розумних будинках

Автоматизація відіграє ключову роль у створенні розумного будинку, адже саме вона перетворює звичайний простір на інтелектуальне середовище, здатне підвищити комфорт, енергоефективність і безпеку. Основою розумного будинку є сценарії автоматизації, які дозволяють створювати унікальні рішення для кожного користувача. Завдяки платформам, таким як Smart Life, можна інтегрувати широкий спектр пристроїв різних виробників, забезпечуючи гнучкість і свободу дій, якої часто бракує у готових комерційних системах [18, 36].

Автоматизація базується на ключових елементах [36] (див. рис. 3.1):

- тригерах;
- діях;
- логіці керування.

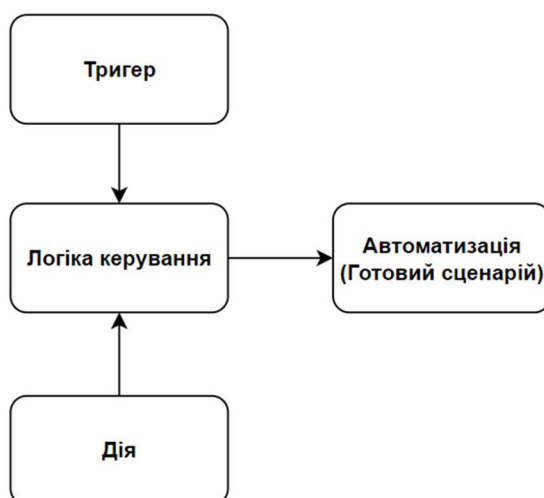


Рисунок 3.1 – Взаємодія ключових елементів у автоматизації

Тригери – це події або умови, які ініціюють автоматичні дії, наприклад, виявлення руху в кімнаті чи зміна погоди.

Дії – це завдання, які виконуються у відповідь на тригер, наприклад, увімкнення світла чи налаштування температури.

Логіка керування – алгоритми або правила, що поєднують тригери та дії для створення складніших сценаріїв, таких як увімкнення освітлення після 22:00 лише на короткий час.

Однією з переваг автоматизації є можливість створення системи, яка мінімізує необхідність у ручному керуванні. Замість того, щоб постійно налаштовувати параметри вручну, користувач може наперед визначити сценарії, які забезпечуватимуть оптимальну роботу пристроїв. Наприклад, датчики руху можуть автоматично активувати освітлення, а термостати – регулювати температуру відповідно до заданих умов.

Переваги автоматизації включають [36]:

1. Комфорт – мінімізація рутинних дій, таких як ввімкнення/вимкнення освітлення чи приладів.
2. Енергоефективність – динамічне налаштування роботи пристроїв для оптимального споживання енергії.
3. Безпеку – автоматичне реагування на надзвичайні ситуації, наприклад, перекриття води у разі протікання, що знижує ризик пошкоджень і втрат.

Гнучкість сценаріїв дозволяє користувачам самостійно визначати, як їхній розумний будинок має працювати, і це особливо важливо, оскільки готові рішення часто мають обмежені можливості інтеграції. Наприклад, платформа Smart Life надає доступ до широкого спектру пристроїв різних виробників, дозволяючи створювати систему, яка повністю відповідає потребам користувача [18, 36].

Автоматизація також може забезпечити імітацію присутності у будинку під час відсутності господарів, вмикаючи світло за розкладом, що не лише підвищує зручність, але й служить елементом безпеки, що важливо для сучасних користувачів (див. рис. 3.2).

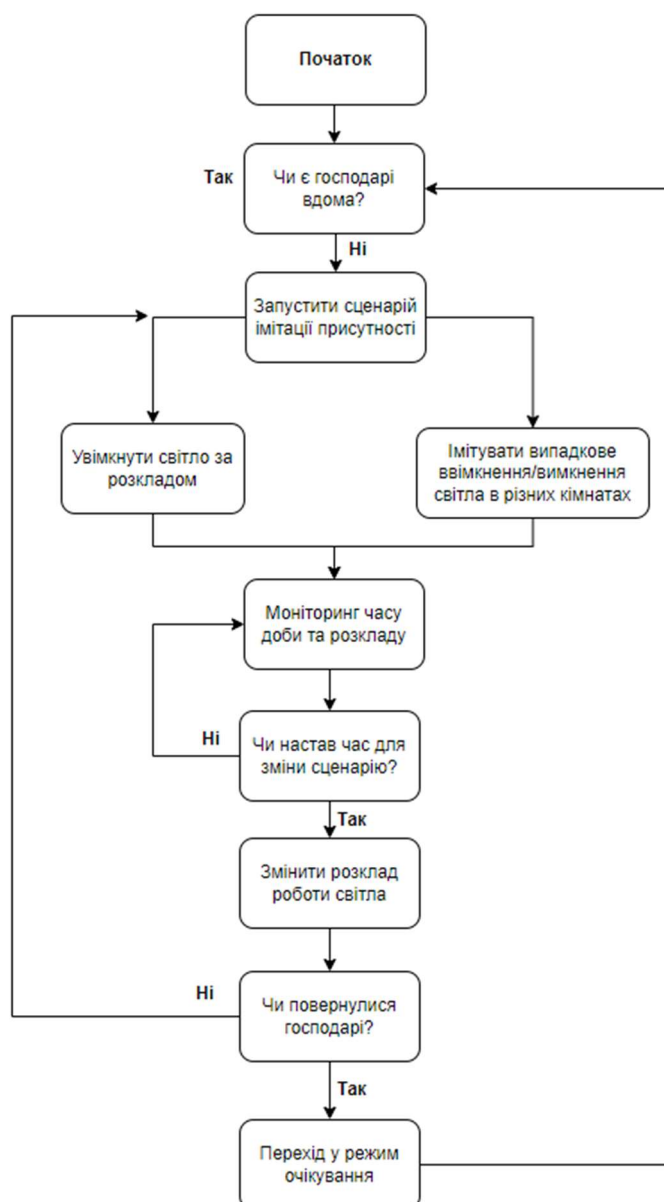


Рисунок 3.2 – Приклад роботи сценарію «імітація присутності»

На платформі Smart Life можна реалізувати безліч сценаріїв автоматизації, які не тільки спрощують повсякденне життя, але й економлять ресурси. Наприклад, автоматизація освітлення дозволяє вмикати світло, коли хтось заходить до кімнати, та вимикати його після виходу, що можливо завдяки використанню датчиків руху або рівня освітлення. Такий підхід сприяє економії енергії, адже світло автоматично вимикається, якщо руху в кімнаті немає протягом певного часу (див. рис. 3.3).



Рисунок 3.3 – Приклад роботи сценарію «Керування освітленням на основі датчиків руху або рівня освітлення»

Ще одним важливим сценарієм є клімат-контроль. Розумні термостати можуть реагувати на зміни температури чи вологості в приміщенні. Наприклад, якщо температура знижується нижче комфортного рівня, термостат автоматично ввімкне обігрів. Крім того, можна налаштувати сценарії, які забезпечать комфортну температуру до вашого приходу додому, наприклад, заздалегідь ввімкнувши опалення (див. рис. 3.4).

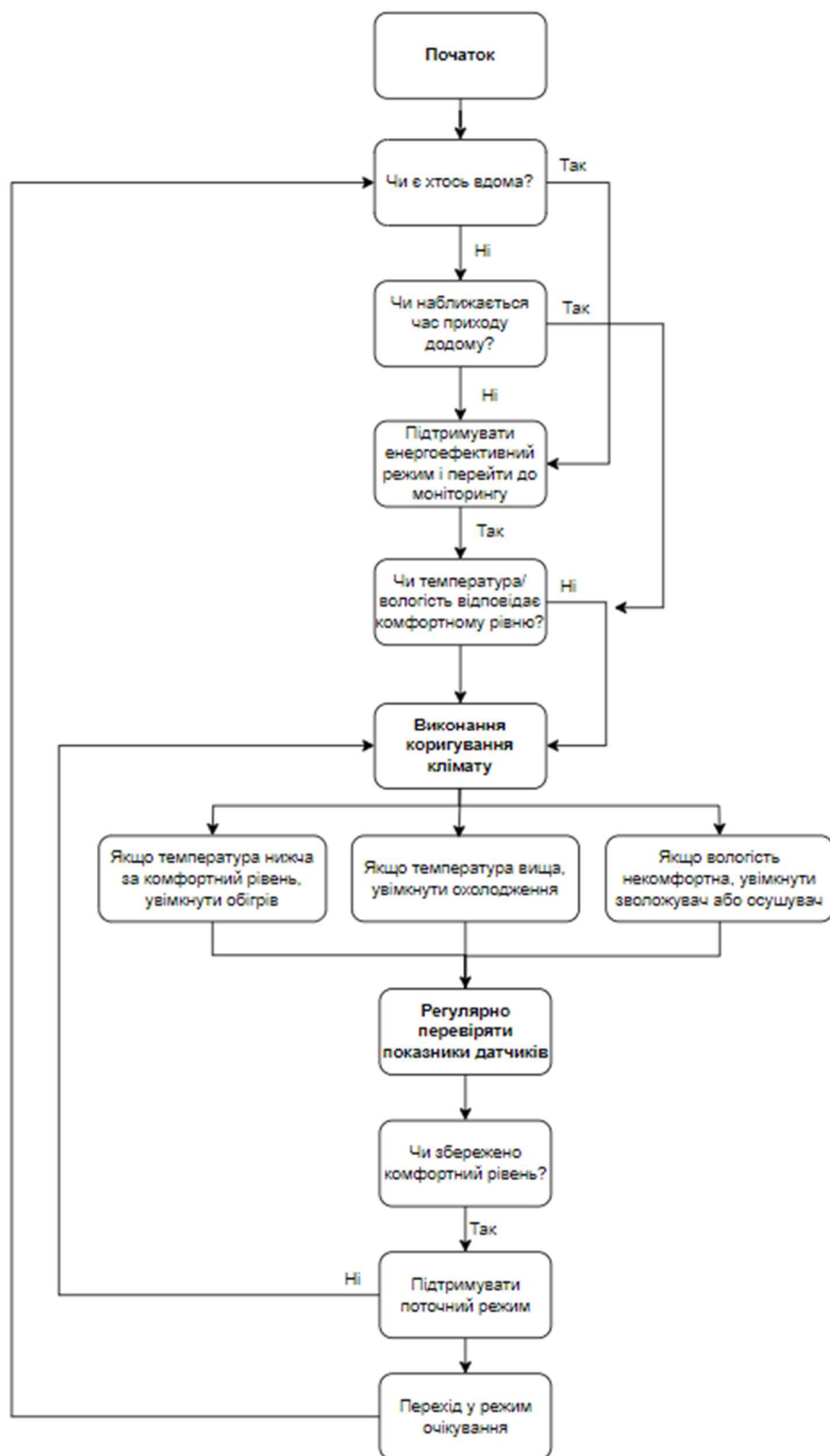


Рисунок 3.4 – Приклад роботи сценарію «Автоматизація клімат-контролю»

Системи безпеки також можна вдосконалити за допомогою автоматизації. Камери відеоспостереження та датчики руху можуть активувати освітлення чи

сигналізацію, якщо зафіксують небажаний рух або спробу відкрити двері чи вікно. Такі сценарії можуть надсилати повідомлення на смартфон у реальному часі, а також запускати запис відео, зберігаючи всі важливі докази (див. рис. 3.5).

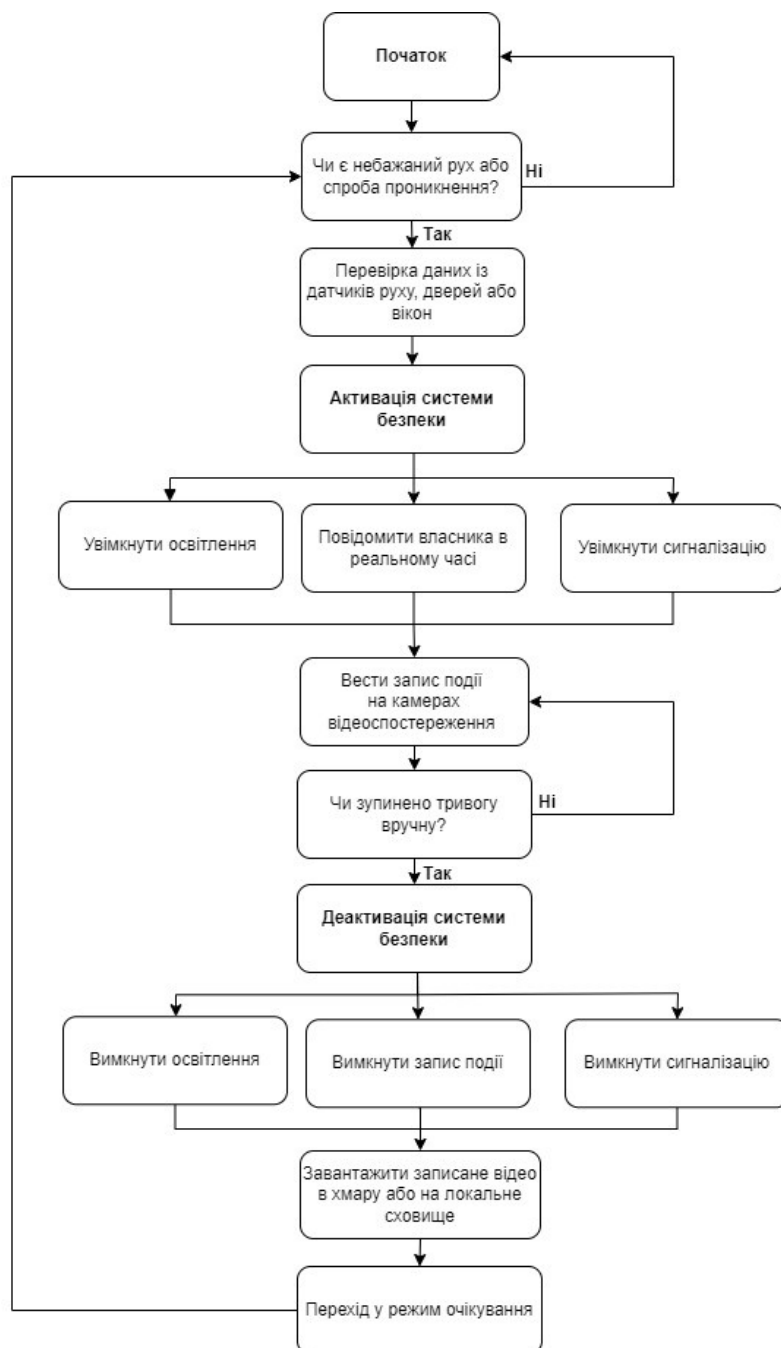


Рисунок 3.5 – Приклад роботи сценарію «Автоматизація системи безпеки»

Енергетичний моніторинг — ще одна перевага автоматизації. Розумні розетки дозволяють вимикати пристрої в періоди пікового споживання енергії або коли пристрої не використовуються. Також є можливість відстежувати споживання

електроенергії через зручний інтерфейс і автоматично вимикати зайві пристрої для зниження витрат.

Сценарії для відпочинку теж легко реалізувати. Наприклад, можна налаштувати систему так, щоб під час перегляду фільмів затемнювалося світло, опускалися жалюзі, а звук налаштовувався на оптимальний рівень. Усе це можна запускати за допомогою голосових команд або через додаток (див. рис. 3.6).

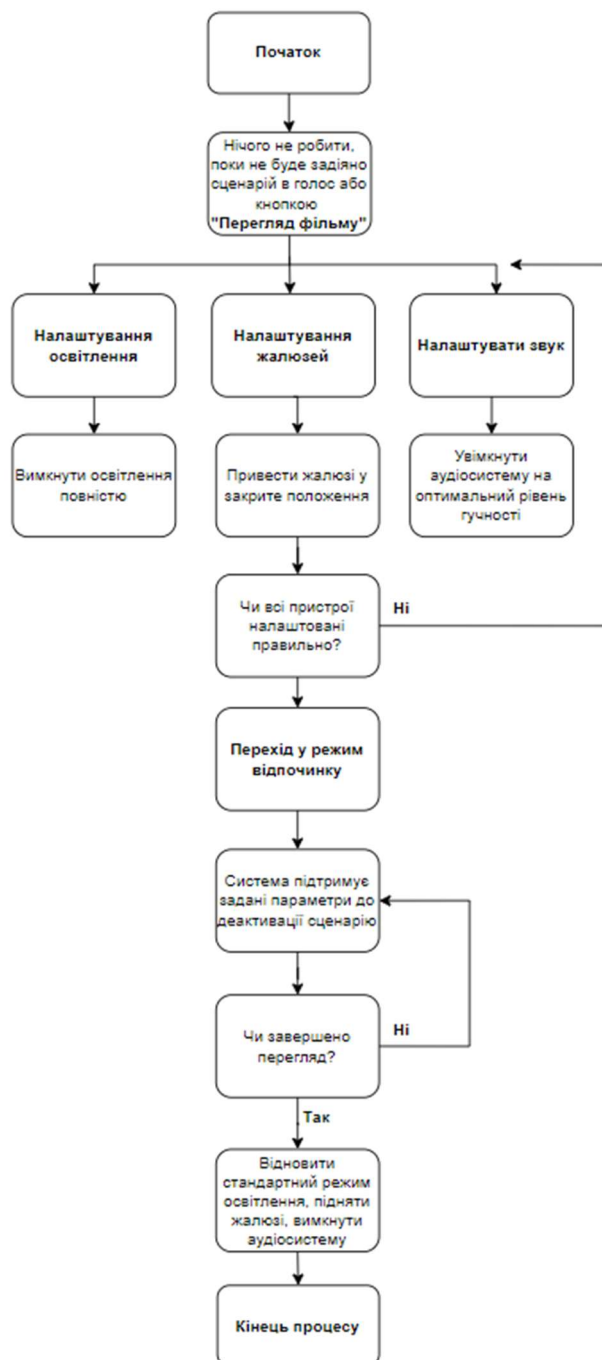


Рисунок 3.6 – Приклад роботи сценарію «Відпочинок під час перегляду фільмів»

Платформа Smart Life пропонує широкий вибір пристроїв і дозволяє створювати будь-які сценарії автоматизації без спеціальних знань у програмуванні, що забезпечує не тільки гнучкість у налаштуванні системи під свої потреби, але й значно знижує витрати порівняно з іншими готовими екосистемами. Завдяки цим перевагам кожен користувач може створити унікальну систему, яка повністю відповідатиме його вимогам.

3.2 Розробка сценаріїв автоматизації за допомогою мобільних додатків

Для роботи з автоматизацією у Smart Life необхідно почати з встановлення додатку на смартфон. Після завантаження додатку слід увійти в систему, створивши новий обліковий запис або використовуючи вже існуючий. Усі пристрої, які ви плануєте використовувати, мають бути попередньо підключені та налаштовані. Після цього можна переходити до створення сценаріїв.

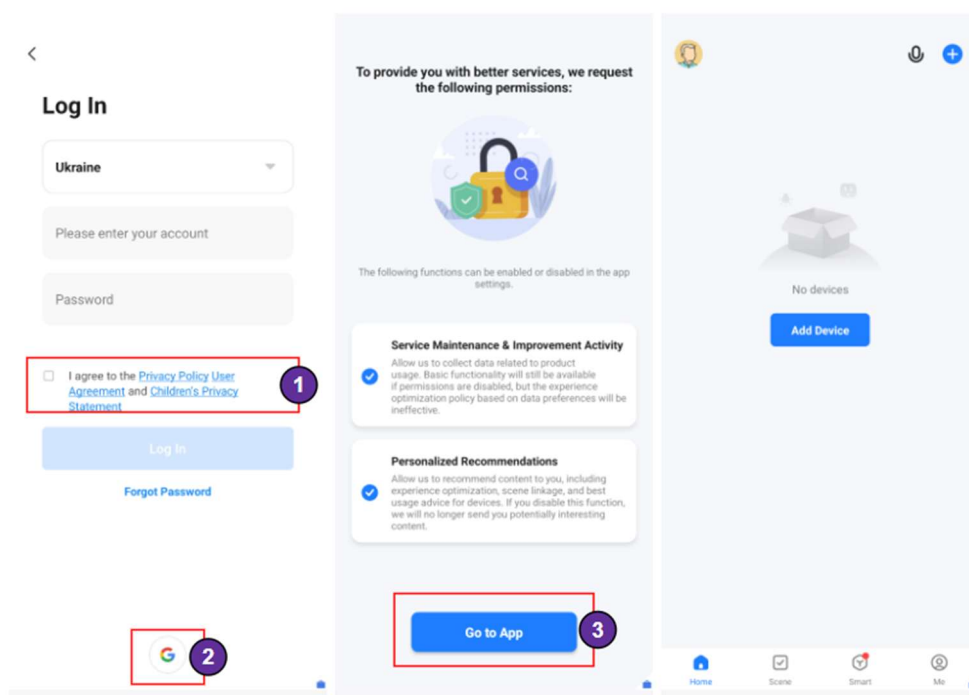


Рисунок 3.7 – Реєстрація та авторизація у додатку Smart Life

Сценарії у Smart Life дозволяють автоматизувати роботу розумних пристроїв, спрощуючи виконання рутинних завдань. У додатку є два основні типи сценаріїв:

- Automation;
- Tap-to-Run.

Автоматизація (Automation) використовується для налаштування умов, за яких пристрої виконуватимуть певні дії автоматично, наприклад, на основі часу, датчиків або змін у середовищі. Тип «Tap-to-Run» дозволяє вручну запускати заданий сценарій натисканням кнопки в інтерфейсі додатку (див. рис. 3.7).

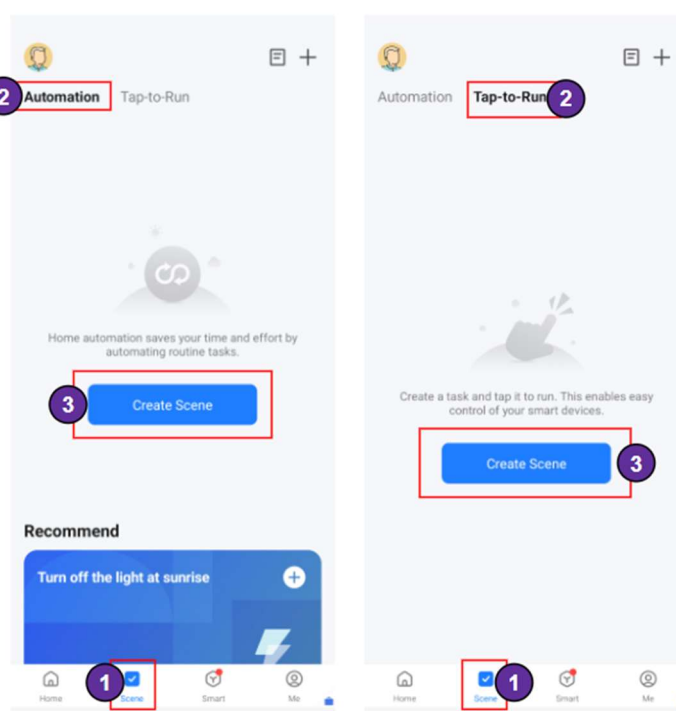


Рисунок 3.7 – Вибір типу автоматизації

Щоб додати сценарій, необхідно перейти у розділ «Scenes» у нижній частині головного екрана, після чого потрібно натиснути «+» у верхній частині екрана, щоб розпочати створення сценарію. Перш за все, потрібно обрати тригер, який ініціюватиме виконання автоматизації. Серед основних тригерів є (див. рис. 3.8):

1. When Device Status Changes — сценарій активується при зміні статусу пристрою (наприклад, увімкнення/вимкнення розетки, зміна яскравості лампи).

2. When Weather Changes — реакція на зміни погодних умов (наприклад, активація кондиціонера при підвищенні температури).
3. Location Changes — сценарій спрацює, коли залишите певну локацію або повертаєтесь до неї (наприклад, вимкнення всіх пристроїв при виході з дому).
4. Schedule — виконання дій у певний час або за розкладом (наприклад, автоматичне ввімкнення світла щодня о 20:00).

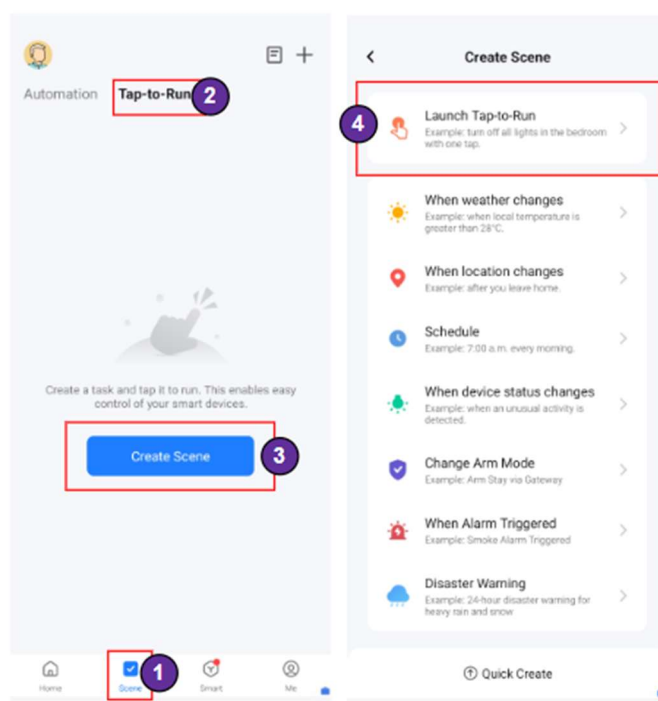


Рисунок 3.8 – Вибір тригерів у ручній автоматизації

Після вибору тригера необхідно задати дії, які будуть виконуватися. Наприклад, можна (див. рис. 3.9):

- увімкнути чи вимкнути пристрої;
- змінити параметри пристроїв, наприклад, температуру кондиціонера або колір підсвітки;
- надіслати сповіщення на ваш смартфон про певну подію;
- запустити інший сценарій.

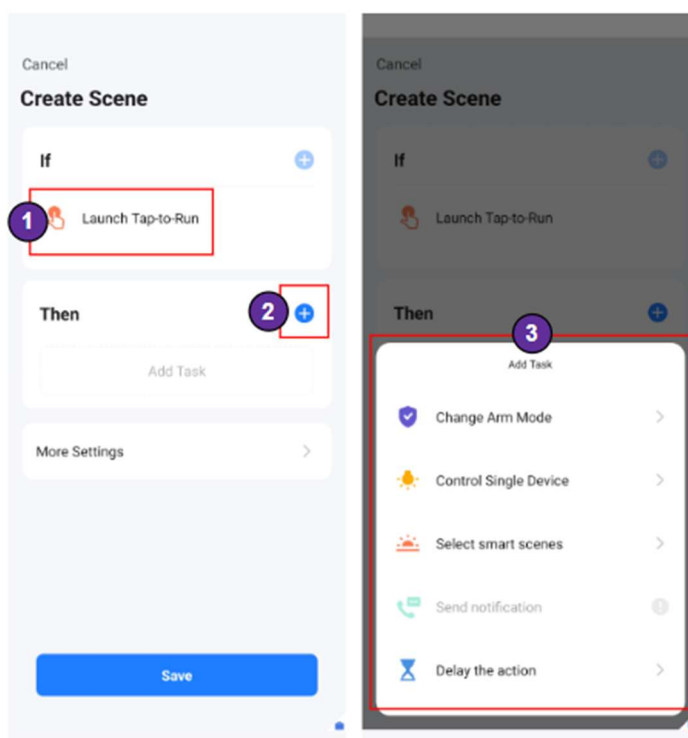


Рисунок 3.9 – Вибір дії для тригера у ручній автоматизації

Для більш складних сценаріїв можна комбінувати кілька умов і дій. Наприклад, при спрацюванні датчика руху автоматично вмикається освітлення, але тільки у вечірній час.

Особливістю «Tap-to-Run» є можливість вручну запускати сценарій, що досить зручно, коли не має потреби, щоб дія виконувалася постійно, але бажано при цьому мати контроль у конкретний момент. Наприклад, можна налаштувати розумну кнопку для ввімкнення усіх пристроїв у кімнаті одним натисканням (див. рис. 3.10).

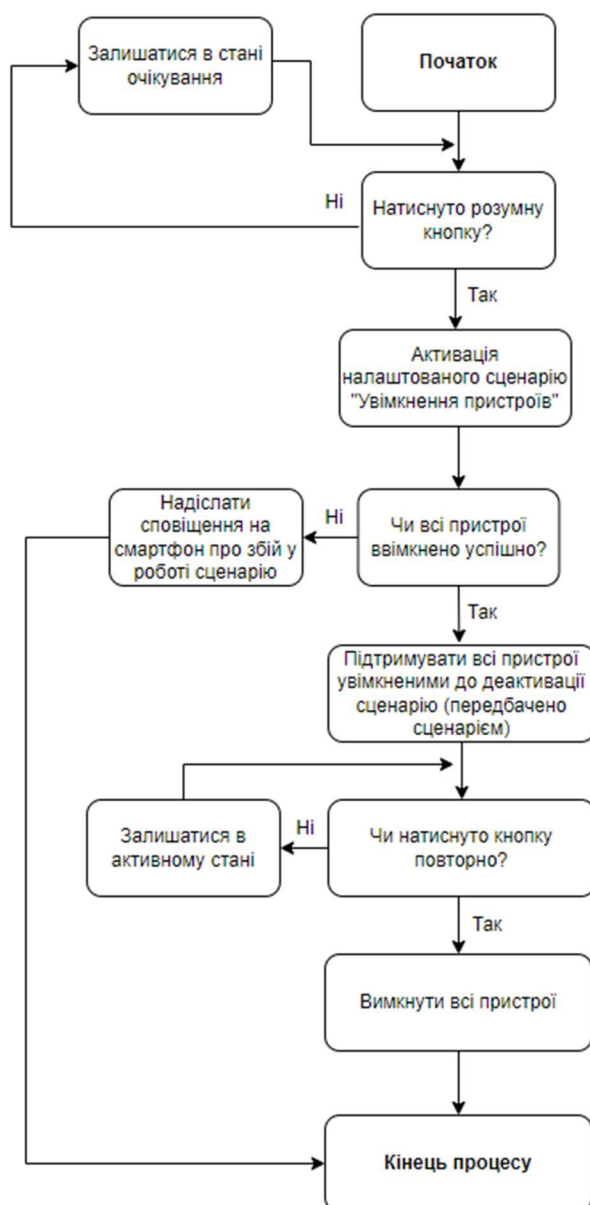


Рисунок 3.10 – Приклад роботи сценарію «Натисни, щоб активувати»

Для захисту дому Smart Life пропонує можливість створення сценаріїв, які базуються на датчиках і сигналізації. Наприклад, при виявленні руху датчиком або спрацюванні сигналізації додаток може надіслати сповіщення на смартфон, увімкнути світло або сигнал тривоги. Також можна налаштувати автоматичне перекриття води та газу при виході з дому (при наявності розумного моторизованого клапана) або активацію режиму економії енергії (при наявності пристроїв, що працюють по принципу реле).

Окрім цього, сценарії можна використовувати для клімат-контролю. Наприклад, якщо є такий пристрій як розумний IR пульт, тоді можна задати сценарій, коли кондиціонер автоматично увімкнеться при підвищенні температури в приміщенні, а при досягненні комфортного рівня — вимкнеться (див. рис. 3.11).

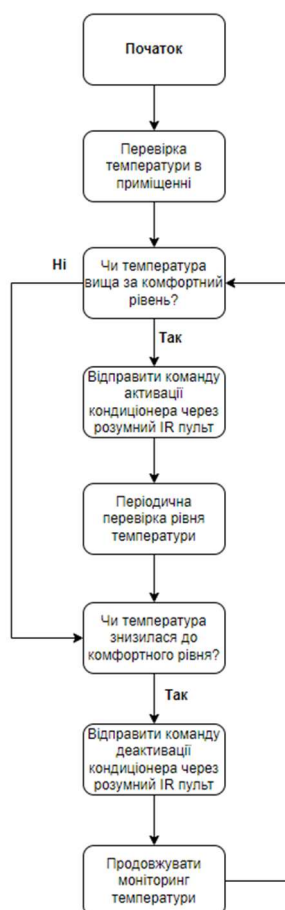


Рисунок 3.11 – Приклад роботи сценарію
«Клімат-контроль з використанням розумного IR пульта»

Після створення сценарію необхідно провести тестування, що дозволить переконатися, що всі умови та дії налаштовані правильно. Якщо щось не працює, сценарій можна легко змінити. В інтерфейсі передбачено повзунок «On/Off», який дозволяє тимчасово вимкнути сценарій без необхідності його видалення, що зручно, якщо планується подорож у відпустку або необхідно відключити певні автоматизації на деякий час.

Рекомендується створювати прості сценарії для базових задач і розділяти складні автоматизації на кілька окремих сценаріїв, що дозволить уникнути конфліктів і помилок, а також полегшить управління. Наприклад, замість одного складного сценарію для освітлення краще створити кілька окремих — для ввімкнення, вимкнення та зміни кольору підсвітки, щоб не виникло конфліктів.

Якщо побудувати логіку вірно, то така ретельно продумана система автоматизації дозволяє створити комфортний і безпечний простір у будинку, а також значно зекономити час і ресурси. Завдяки Smart Life можна легко управляти всіма пристроями і змінювати їхні налаштування залежно від ваших потреб.

Розширена автоматизація. Для створення складних і більш персоналізованих сценаріїв у Smart Life можна використовувати розширені функції, які дозволяють інтегрувати геозонування, погодні умови, таймери, а також різні датчики.

Однією з потужних можливостей є геозонування. Ця функція дозволяє налаштувати сценарії, які активуються залежно від розташування пристрою або користувача. Наприклад, якщо пристрій визначає, що власник залишив будинок, то автоматично відключаються всі непотрібні прилади, як-от освітлення чи побутова техніка. Коли ж користувач наближається до будинку, система може ввімкнути термостат, освітлення на подвір'ї або навіть почати прогрівати приміщення. Для приватних будинків можна налаштувати окремі сценарії для різних осіб. Якщо система визначає незнайомця (за допомогою датчика руху чи відеокамери), включається запис з камер, освітлення, а також сирена для відлякування (див. рис. 3.12).

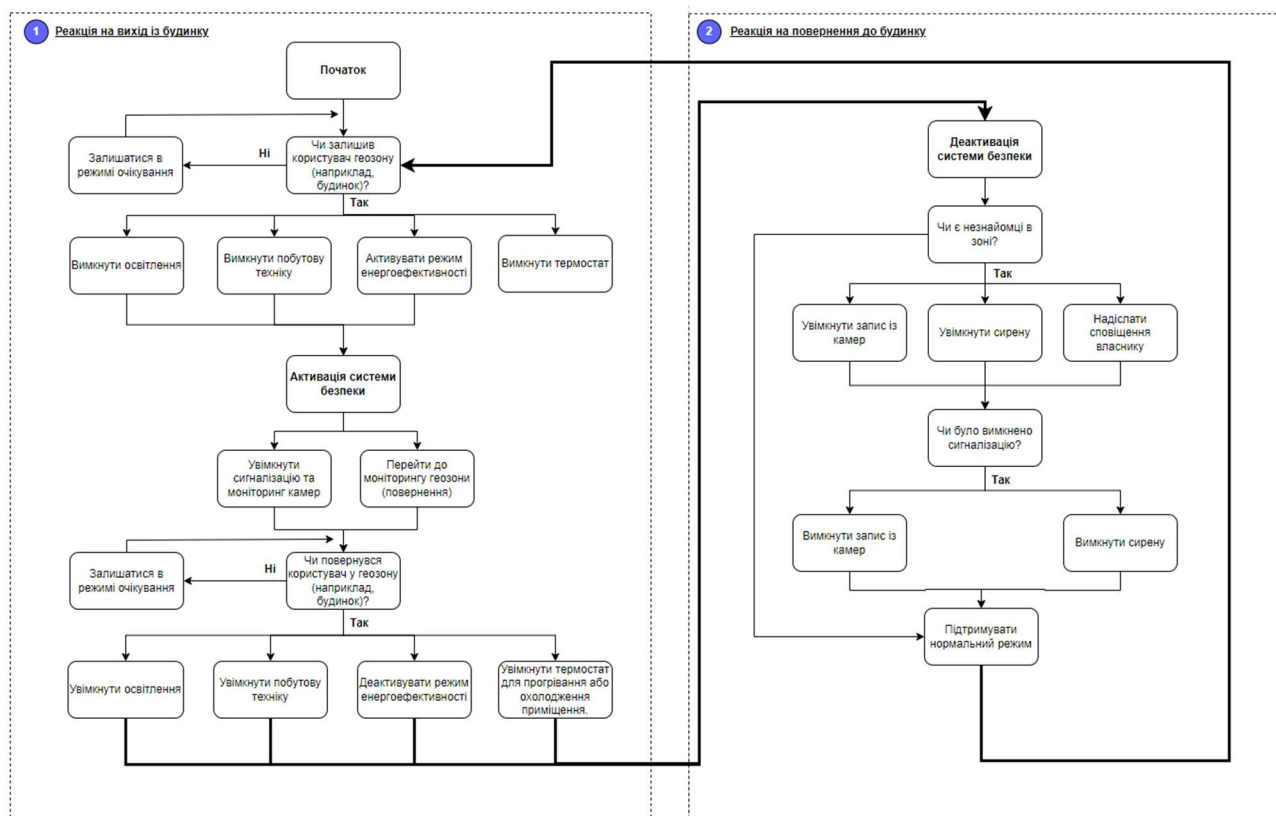


Рисунок 3.12 – Приклад роботи сценарію «Автоматизація з використанням геозонування та елементами безпеки»

Розширені сценарії можуть також реагувати на погодні умови. Наприклад, якщо прогнозується дощ, автоматично закриваються вікна чи жалюзі (за умов наявності моторизованих механізмів). Сценарії з температурними тригерами можуть активувати опалення, якщо зовнішня температура опускається нижче певного рівня. Пристрій може навіть автоматично виставляти бажану температуру в приміщенні. Для цього можна використовувати інфрачервоні пульти управління, які інтегруються з розумними розетками, щоб увімкнути обігрівачі чи інші системи (див. рис. 3.13).

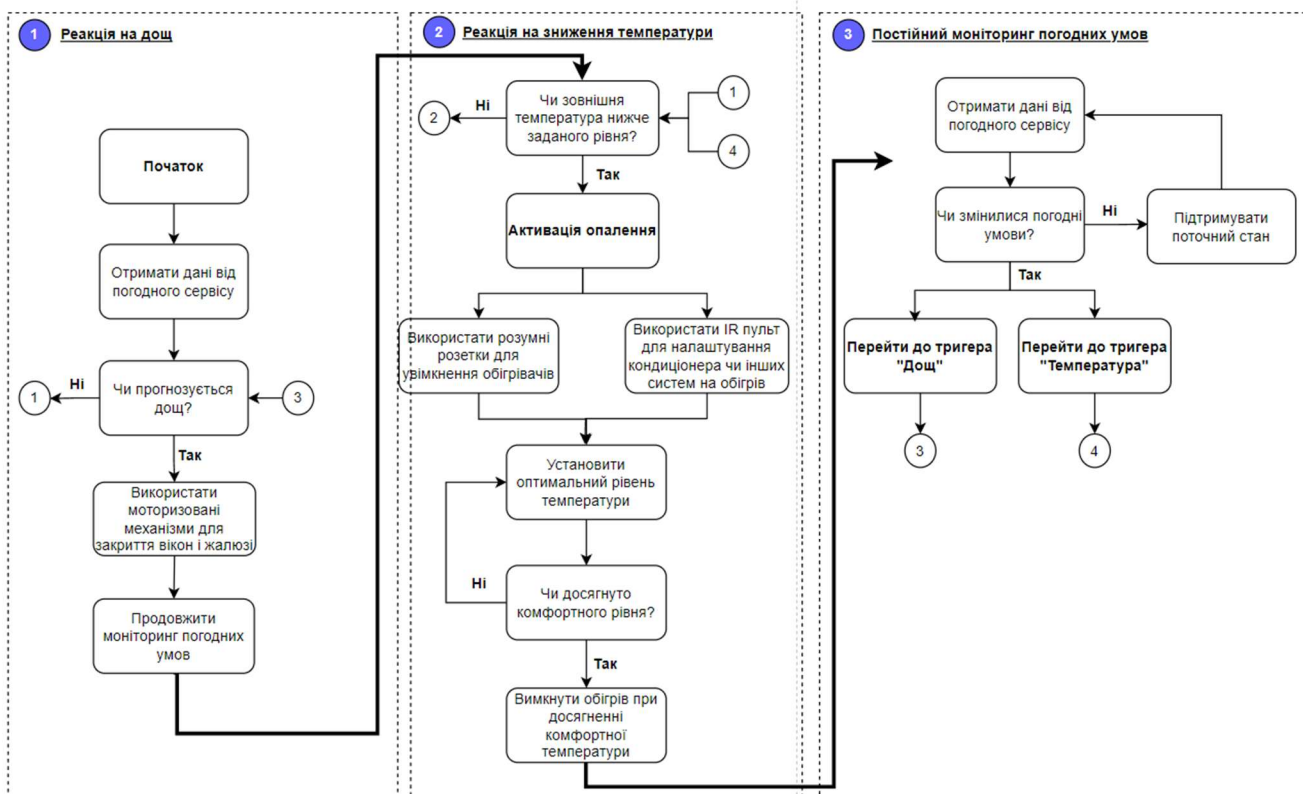


Рисунок 3.13 – Приклад роботи сценарію «Реагування на погодні умови»

Іншим прикладом складних автоматизацій є розклади, що адаптуються до часу доби чи звичок користувачів. Наприклад, освітлення в кімнаті може поступово зменшувати яскравість у вечірні години, створюючи комфортну атмосферу для відпочинку. У приватних будинках можна автоматизувати полив газону, використовуючи розумні розетки або спеціально розроблений клапан для поливу (див. рис. 3.14).

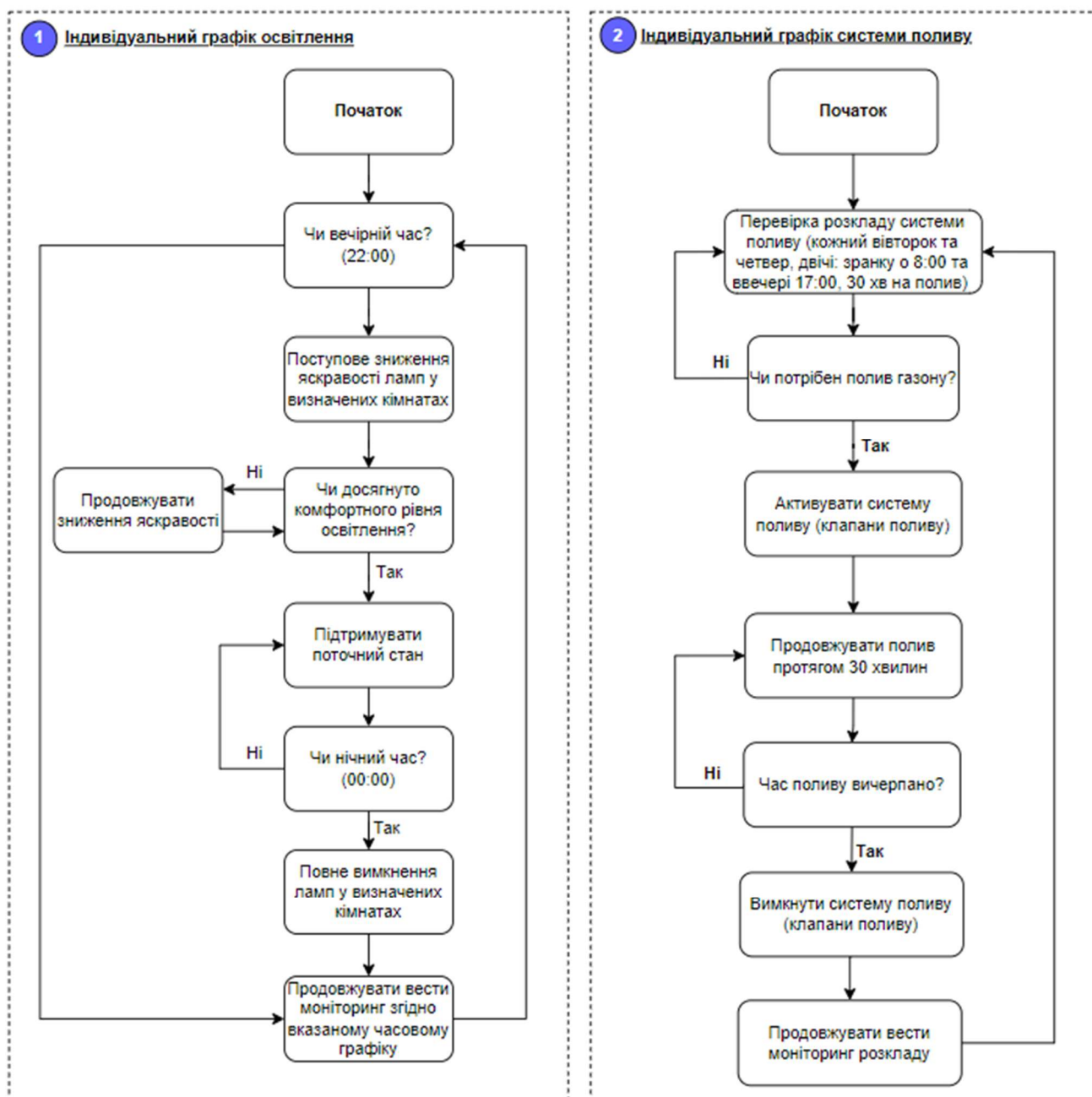


Рисунок 3.14 – Приклад роботи індивідуальних сценаріїв
«Управління освітленням та полив газону»

Система також може вимикати енергоємні пристрої в години, коли вони не використовуються, або запускати посудомийну машину в непіковий час для економії електроенергії (див. рис. 3.15).

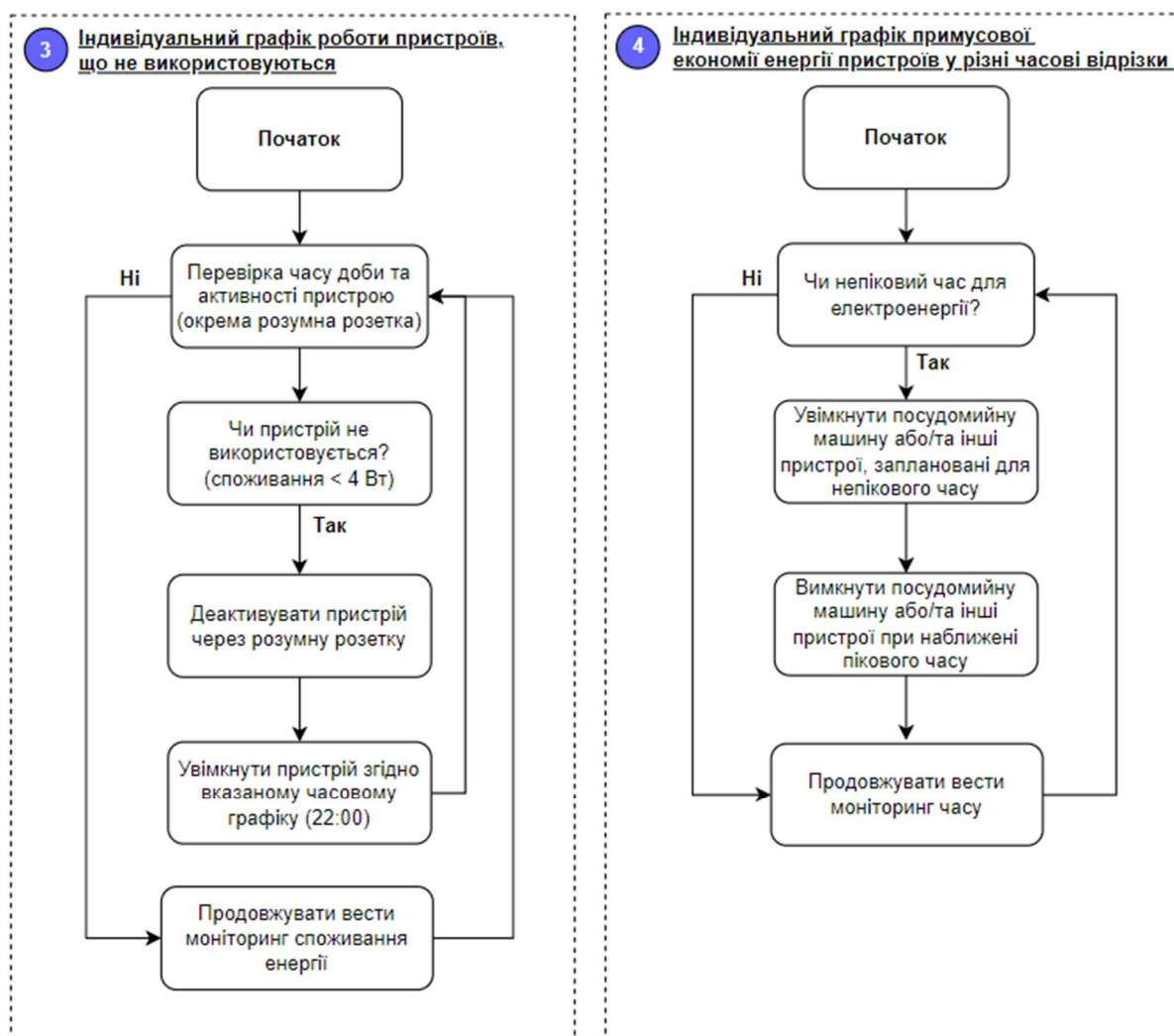


Рисунок 3.15 – Приклад роботи індивідуальних сценаріїв «Оптимізація роботи енергоємних пристроїв та економія електроенергії»

Для більш складних сценаріїв можлива інтеграція кількох умов. Наприклад, при активації настільної підсвітки автоматично вимикається основне освітлення в кімнаті, якщо це передбачено попереднім сценарієм. Якщо ж настільна підсвітка не включена, основне світло залишається активним.

Ще одним корисним розширенням є інтеграція з голосовими помічниками, такими як Google Assistant, Amazon Alexa або Siri. Голосові команди дозволяють зручно активувати сценарії, наприклад, сказавши «Добраніч», щоб вимкнути освітлення у всьому будинку та замкнути двері. Для таких дій не потрібно навіть розблокувати смартфон, якщо використовується розумна колонка, що підвищує зручність управління.

3.3 Проєктування системи та план розгортання

При розробці системи розумного будинку з інтеграцією функцій безпеки, таких як відеоспостереження, необхідно чітко спланувати етапи проєктування, впровадження та подальшого обслуговування. Основною метою є створення робочої системи, яка забезпечує необхідну функціональність, автоматизацію та безпеку.

Процес проєктування починається з визначення системних вимог, куди входить:

1. Перелік розумних пристроїв, які потрібно інтегрувати (розумні термостати, камери, датчики руху, диму, газу, розумні замки, лампи, розетки тощо).
2. Вибір центрального хаба або шлюзу для керування пристроями, особливо якщо використовуються протоколи, як-от Zigbee. Хаб повинен підтримувати постійний зв'язок із пристроями.
3. Наявність маршрутизаторів, повторювачів сигналу та точок доступу для забезпечення стабільного з'єднання Wi-Fi у всіх зонах, щоб не виникло проблем під час роботи деяких пристроїв IoT.

Одним із ключових аспектів є забезпечення резервного живлення для критично важливих пристроїв, таких як камери відеоспостереження та шлюзи, що можна реалізувати за допомогою джерел безперебійного живлення (ДБЖ) або акумуляторів. Резервне живлення також доцільно встановити для маршрутизаторів та мережевих комутаторів, щоб уникнути перебоїв у роботі навіть за відсутності електропостачання (див. рис. 3.16).



Рисунок 3.16 – Джерело безперебійного живлення WGP 10400 mAh для мережевого обладнання та камер спостереження

Дизайн системи має враховувати оптимальне розташування пристроїв для забезпечення максимальної ефективності роботи, мінімізації перешкод сигналу та зручного доступу до елементів управління. Основний інтерфейс управління – це додаток на смартфоні чи планшеті. Вибір програмного забезпечення (наприклад, Smart Life) визначається його сумісністю з широким спектром пристроїв, функціональністю та можливістю масштабування.

Програмне забезпечення та хмарні сервіси. Для забезпечення коректної роботи системи необхідно підтримувати актуальні версії прошивок на пристроях. Камери відеоспостереження потребують регулярних оновлень для усунення можливих помилок і покращення безпеки. Використання хмарних сервісів (наприклад, Tuya Cloud) дає змогу зберігати відеоархіви, які залишаються доступними навіть у разі виходу з ладу локального обладнання.

Окрім цього, доцільно інтегрувати додаткові засоби кіберзахисту: міжмережеві екрани, антивірусні програми та шифрування. За потреби можна ізолювати пристрої розумного будинку в окрему мережу, використовуючи маршрутизатори з підтримкою гостей або віртуальних мереж.

Інфраструктура та додаткові функції. Швидкість інтернету має становити не менше 25 Мбіт/с, особливо для потокового відео. Інші пристрої, як-от датчики, мають значно менші вимоги до пропускної здатності.

Для зберігання відеозаписів можна використовувати мережеві сховища (NAS), які можуть бути як готовими рішеннями, як Synology, або власні мережеві

сховища, які забезпечують локальне збереження даних і додатковий рівень конфіденційності. Такий підхід дозволяє уникнути витоків даних у хмару, якщо це критично важливо (див. рис. 3.17).



Рисунок 3.17 – Мережеве сховище

Використання NAS, хмарних сервісів та централізованих шлюзів дозволяє реалізувати розширені сценарії автоматизації, зберігаючи баланс між локальною автономністю та зручністю віддаленого доступу, але для початку може бути достатньо лише централізованих шлюзів.

Етапи розгортання. Для реалізації проєкту розумного будинку, що інтегрує компоненти автоматизації та безпеки, використано план двоповерхового будинку з урахуванням таких ключових елементів (див. рис. 3.16-3.17, табл. 3.1-3.2):

- маршрутизатори Mesh (3);
- шлюзи Zigbee (2);
- камери відеоспостереження (5);
- смартфон як центр керування (1);
- розумні IR-пульти (5);
- розумні лампи (20);
- розумні автомати (2);
- розумні штори (6);
- розумні клапани (вода/газ) (2);
- розумні розприскувачі (2);
- розумні термостати (5);

- розумні сирени (2);
- детектори газу (2);
- розумні розетки (12);
- датчики температури та вологості (5);
- розумні перемикачі (8);
- розумні замки (3);
- детектори вібрацій (2);
- детектори диму (3);
- датчики руху (10);
- датчики витоку води (2);

Більшість пристроїв підключені за допомогою протоколу безпроводного зв'язку Zigbee, оскільки використання всіх пристроїв на Wi-Fi могло б створити проблеми з доступом до мережі (див. рис. 3.18). Це пов'язано з тим, що Zigbee є набагато енергоефективнішим, а багато з цих пристроїв живляться від власних джерел енергії, наприклад, батарейок. Завдяки своїй енергоефективності Zigbee ідеально підходить для таких пристроїв.

У мережі Zigbee пристрої підключаються до координаційного пристрою, який називається шлюзом, і забезпечує основну координацію. У нашому випадку є два таких шлюзи. Також є пристрої, які живляться від загальної електромережі, і вони виконують роль маршрутизаторів. Ці маршрутизатори поширюють безпроводний зв'язок на інші пристрої та підтримують зв'язок між ними.

Кінцеві пристрої — це ті, що живляться від батарейок. Вони використовують мінімум енергії та виконують прості функції у мережі.

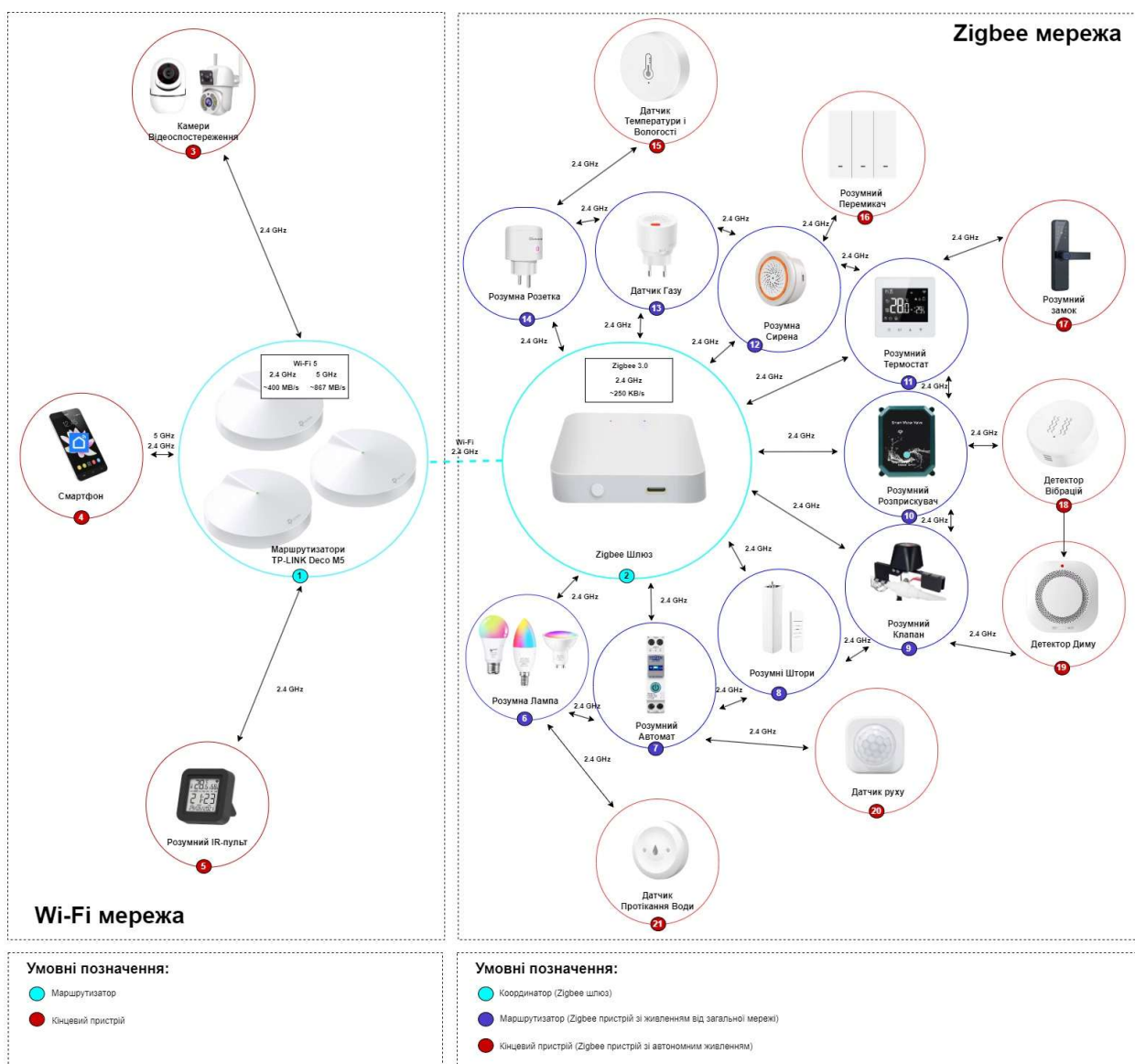


Рисунок 3.18 – Функціональна схема взаємодії у різних мережах у запропонованій системі розумного будинку

У будинку встановлено велику кількість пристроїв (див. рис. 3.19), серед яких є Wi-Fi пристрої, хоча їх не так багато. Однак основну частину складають пристрої типу Zigbee, які підключаються до Zigbee шлюзів. Це дозволяє покращити зв'язок між усіма пристроями, оскільки їх кількість є дуже великою, і необхідно забезпечити рівномірний розподіл навантаження. У будинку є два шлюзи, кожен з яких може підтримувати підключення до 128 пристроїв, тобто загалом до 256 пристроїв. Проте в реальних умовах зазвичай підключають близько 50 пристроїв на кожен шлюз.

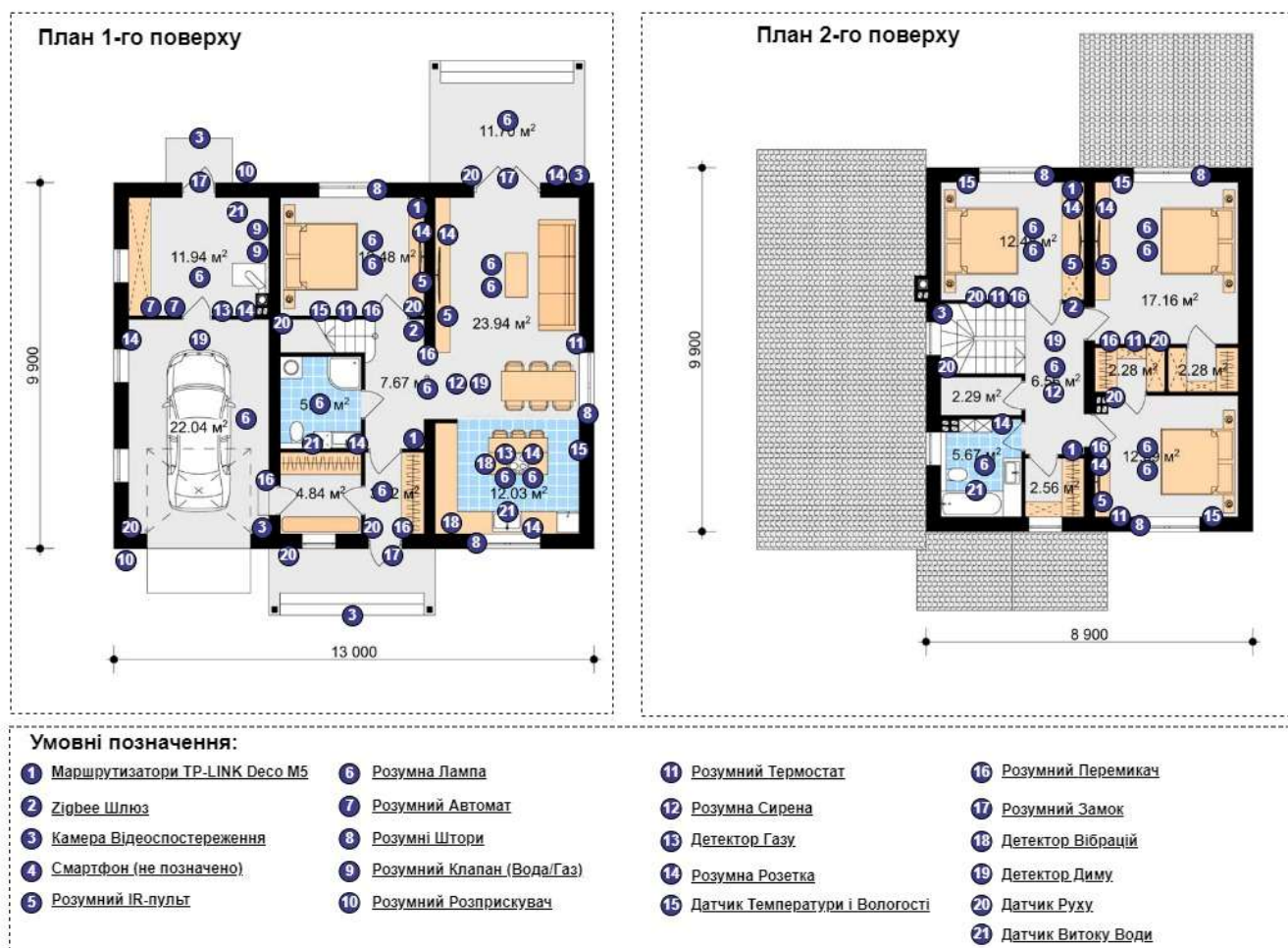


Рисунок 3.19 – План проєкту розумного будинку з інтеграцією відеоспостереження та безпеки

П'ять розумних термостатів розташовані у вітальні, кухні та спальнях. Ці пристрої регулюють роботу систем опалення та кондиціонування, підтримуючи комфортну температуру в приміщенні та економлячи енергію, знижуючи температуру вночі або під час відсутності мешканців.

Дванадцять розумних розеток встановлені у вітальні/кухні, підсобному приміщенні, гаражі, терасі, ванній кімнаті та спальнях. Вони дозволяють контролювати споживання енергії та дистанційно керувати підключеними пристроями, наприклад планувати роботу обладнання або вимикати невикористовувані пристрої.

Десять датчиків руху розміщені в тамбурі, терасі, гаражі, коридорі, сходах і спальнях. Ці датчики автоматично вмикають освітлення при виявленні руху,

забезпечуючи зручність у темряві, і служать тригерами для систем безпеки або камер.

Три детектори диму встановлені на кухні, в гаражі та в коридорі на верхньому поверсі, постійно контролюючи наявність диму та подають звукові сигнали при виявленні небезпечних рівнів, щоб забезпечити своєчасне реагування на пожежу.

Чотири датчики витoku води розташовані на кухні, у ванній кімнаті на першому та другому поверсі та у підсобному приміщенні. Вони виявляють витoki, надсилають сповіщення в додаток і активують розумні клапани, щоб перекрити подачу води, запобігаючи затопленню.

П'ять камер відеоспостереження (зовнішні та внутрішні) розміщені біля парадного входу, заднього входу, тераси, гаража та сходів. Ці камери забезпечують відеоспостереження в реальному часі та запис подій для підвищення безпеки будинку.

Двадцять розумних лампочок встановлено по всьому будинку, включаючи спальні, вітальню, кухню, коридор, підсобне приміщення, гараж, терасу та ванну кімнату. Вони пропонують регульовану яскравість, зміну кольорів і дистанційне керування за допомогою програми або голосових команд.

На кухні та в спальнях встановлено шість розумних штор, які автоматично відкриваються або закриваються відповідно до заданих сценаріїв для природного освітлення чи приватності.

Два центральних Zigbee шлюзи, встановлені в коридорах, координують роботу всіх підключених інтелектуальних пристроїв, забезпечуючи безперебійну автоматизацію та інтеграцію.

Вісім розумних перемикачів розподілені по коридорах, вітальні/кухні, спальнях, гаражі та підсобному приміщенні, забезпечуючи фізичне та дистанційне керування освітленням та інтеграцію з іншими розумними пристроями для розширених сценаріїв.

П'ять розумних ПЧ-пультів дистанційного керування розташовані у вітальні та спальнях, що дозволяє зручно керувати такими пристроями, як телевізори, кондиціонери та аудіосистеми.

У вітальні/кухні та спальнях розміщено п'ять датчиків, які контролюють мікроклімат і за потреби дозволяють автоматично вмикати кондиціонери чи зволожувачі повітря.

Два розумні клапани розташовані в підсобному приміщенні, що забезпечує автоматичне відключення в надзвичайних ситуаціях, щоб запобігти витoku води чи газу.

На передньому вході, задньому вході та терасі встановлено три розумні замки, які пропонують автоматичне замикання та розблокування на основі геозонування для підвищення безпеки та зручності.

Дві розумні сирени встановлені в коридорах на першому та другому поверсі. Ці пристрої діють як звукова сигналізація, покращуючи систему безпеки, сповіщаючи мешканців про вторгнення або надзвичайні ситуації.

Два детектори газу розташовані на кухні та в підсобному приміщенні, безперервно контролюючи витік газу та надаючи оповіщення для забезпечення безпеки.

Два розумні розпилювачі розташовані біля переднього входу та тераси, що дозволяє автоматизувати зрошення відкритих ділянок, допомагаючи ефективно підтримувати сади.

На кухні встановлено два детектори вібрації, які виявляють ненормальні рухи або вібрацію, які можуть свідчити про втручання або структурні проблеми.

Розумні автоматичні вимикачі : два розумні автоматичні вимикачі розміщені в підсобному приміщенні, забезпечуючи автоматичне керування підключеними приладами або системами.

Чотири маршрутизатори TP-LINK Deco M5 розподілені по всьому будинку для безперебійного покриття мережі, по одному в коридорі та спальні на першому та другому поверхах.

Таблиця 3.1 – Перелік пристроїв та орієнтовна вартість обладнання для проекту «Розумний будинок» на платформі Smart Life

№	Тип пристрою	К-ть	Вартість	Вартість (повна)
1	Маршрутизатор TP-LINK Deco M5	4	80	320
2	Zigbee Шлюз	2	8.43	16.86
3	Камера Відеоспостереження (зовн.)	3	25.27	75.81
4	Камера Відеоспостереження (внут.)	2	14.08	28.16
5	Розумний IR-пульт	5	9.55	47.75
6	Розумна Лампа	20	4.19	83.8
7	Розумний Автомат	2	7.92	15.84
8	Розумні Штори	6	25.22	151.32
9	Розумний Клапан (Вода/Газ)	2	21.49	42.98
10	Розумний Розприскувач	2	72.36	144.72
11	Розумний Термостат	5	17.20	86
12	Розумна Сирена	2	9.54	19.08
13	Детектор Газу	2	12.66	25.32
14	Розумна Розетка	12	5.39	64.68
15	Датчик Температури і Вологості	5	4.35	21.75
16	Розумний Перемикач	8	7.62	60.96
17	Розумний Замок	3	45.70	137.1
18	Детектор Вібрацій	2	6.38	12.76
19	Детектор Диму	3	8.22	24.66
20	Датчик Руху	10	6.94	69.4
21	Датчик Витоку Води	4	4.20	16.8
Загальна вартість (повна, USD):				1465.75

Таблиця 3.2 – Кількість та розміщення пристроїв згідно проекту «розумний будинок»

№	Тип пристрою	К-ть	Розміщення (1 поверх)	Розміщення (2 поверх)
1	Маршрутизатор TP-LINK Deco M5	4	коридор:1 спальня:1	коридор:1 спальня:1
2	Zigbee Шлюз	2	коридор:1	коридор:1
3	Камера Відеоспостереження(зовн.)	3	парадних вхід:1 задній вхід:1 тераса:1	-
4	Камера Відеоспостереження(внут.)	2	гараж:1	сходи:1
5	Розумний IR-пульт	5	спальня:1 вітальня:1	спальні:3
6	Розумна Лампа	20	спальня:2 вітальня:2 кухня:2 коридор:2 тех.приміщення:1 гараж:1 тераса:1 ванна:1	спальні:6 коридор:1 ванна:1
7	Розумний Автомат	2	тех.приміщення:2	-
8	Розумні Штори	6	кухня:2 спальня:1	-
9	Розумний Клапан (Вода/Газ)	2	тех. приміщення:2	-
10	Розумний Розприскувач	2	парадних вхід:1 тераса:1	-

Продовження таблиці 3.2 – Кількість та розміщення пристроїв згідно проєкту «розумний будинок»

№	Тип пристрою	К-ть	Розміщення (1 поверх)	Розміщення (2 поверх)
11	Розумний Термостат	5	спальня: 1 вітальня/кухня: 1	спальні: 3
12	Розумна Сирена	2	коридор: 1	коридор: 1
13	Детектор Газу	2	кухня: 1 тех. приміщення: 1	-
14	Розумна Розетка	12	спальня: 1 вітальня/кухня: 3 тех. приміщення: 1 гараж: 1 ванна: 1 тераса: 1	спальні: 3 ванна: 1
15	Датчик Температури і Вологості	5	спальня: 1 вітальня/кухня: 1	спальні: 3
16	Розумний Перемикач	8	коридор: 1 вітальня/кухня: 1 спальня: 1 гараж/тех. приміщення: 1	спальні: 3 коридор: 1
17	Розумний Замок	3	парадних вхід: 1 задній вхід: 1 тераса: 1	-
18	Детектор Вібрацій	2	кухня: 2	-
19	Детектор Диму	3	кухня: 1 гараж: 1	коридор: 1

Продовження таблиці 3.2 – Кількість та розміщення пристроїв згідно проєкту «розумний будинок»

№	Тип пристрою	К-ть	Розміщення (1 поверх)	Розміщення (2 поверх)
20	Датчик Руху	10	тамбур: 1 тераса: 1 гараж: 1 коридор: 1 сходи: 1 спальня: 1	спальні: 3 сходи: 1
21	Датчик Витоку Води	4	ванна: 1 кухня: 1 тех.приміщення: 1	ванна: 1

Процес інтеграції пристроїв IoT у межах мобільної платформи – Smart Life.

Для підключення всіх пристроїв у системі необхідно дотримуватися послідовності та враховувати особливості кожного елемента. Більшість розумних пристроїв активуються одразу після встановлення батарейок . У деяких моделях, що живляться від батарей типу CR2032 або CR2016, необхідно видалити спеціальний обмежувач (див. рис. 3.20), який запобігає активації під час транспортування. Пристрої, що працюють від електромережі, потрібно підключити до живлення.



Рисунок 3.20 – Батарейки типу CR2032 та обмежувач

Усі пристрої підключаються поступово, починаючи з першого поверху, щоб уникнути плутанини. Спочатку пристрої встановлюються на запланованому місці, по-кроково активуються одним за одним та додаються у додаток. У процесі підключення важливо враховувати, що більшість пристроїв IoT, що використовують Wi-Fi – підтримують частоту 2,4 ГГц, а більшість інших працюють через Zigbee.

Якщо питання про пристрої, які працюють по Wi-Fi, не має, то шлюз Zigbee слугує координаційним центром для всіх пристроїв. Його необхідно розмістити в центральній частині будинку для оптимального покриття. Підключення шлюза здійснюється через адаптер живлення на 5 В. Після цього в додатку слід зареєструвати шлюз, додати йому ім'я та вказати місцезнаходження. Далі до шлюза додаються інші Zigbee-пристрої за допомогою автоматичного пошуку чи ручного введення.

Для кожного пристрою, наприклад датчика руху чи витоку води, слід перевірити працездатність після підключення. Для цього створюються та активуються базові сценарії автоматизації, які після цього можуть, як приклад: датчик руху в гаражі вмикає світло, а датчик витоку при контакті з водою (коли замикається дві контактні бази) при вірному сценарії дає сигнал на моторизований клапан, що закриває водопостачання. Якщо пристрій не знаходиться автоматично, його можна додати вручну через «+» у додатку. Кожен елемент системи повинен пройти тестування: датчики диму – на реакцію на дим, детектори газу – на витік газу, датчики витоку – на закриття клапанів води.

Після успішного тестування вся система готова до використання, а подальша інтеграція сценаріїв дозволить налаштувати автоматизацію відповідно до індивідуальних потреб і забезпечити комфорт та безпеку.

Рекомендації для стабільної роботи розумного будинку. Для підключення розумного будинку необхідно враховувати сумісність пристроїв, мережеві стандарти та особливості технологій. У разі використання датчиків та інших пристроїв перевага надається протоколу Zigbee над Wi-Fi, оскільки другий менш надійний через перешкоди та навантаження на мережу, особливо при підключенні

великої кількості пристроїв. Важливо і те, що потрібно перевірити сумісність кожного пристрою з обраним додатком, таким як Smart Life, для забезпечення повної інтеграції, у іншому випадку – такий пристрій не буде працювати.

Для стабільної роботи системи, як описано, використовуються безпроводні технології, які забезпечують надійне з'єднання в межах усього будинку. Але, коли у будинку живуть інші особи, краще за все захистити доступ до акаунту, який використовується для входу у платформу. Таке можна зробити завдяки встановленні двофакторної автентифікації, що допоможе обмежити доступ сторонніх осіб. Для членів сім'ї можна та необхідно створити окремі облікові записи з правами доступу, що дозволяють користуватися пристроями без можливості змінювати налаштування.

Як було описано, центральним елементом системи є два шлюзи Zigbee, який виконує функцію шлюзу для всіх пристроїв. Він створює сітчасту мережу, у якій кожен пристрій, підключений до електромережі, працює як репітер, посилюючи сигнал і розширюючи зону покриття (окрім пристроїв, що працюють автономно на батарейках CR2032 чи CR2016). Завдяки цій архітектурі вся система функціонує стабільно навіть при значній кількості пристроїв. У разі необхідності можна додати другий шлюз (що було і зроблено із-за великої кількості пристроїв), наприклад, розмістити один на першому поверсі, а другий — на другому, що дозволить знизити навантаження на кожен шлюз і підвищить надійність системи. У випадку відмови одного шлюза інший продовжить обслуговувати підключені пристрої, забезпечуючи безперервну роботу.

Пристрої, що працюють від електромережі, автоматично підсилюють сигнал, завдяки чому сітчаста мережа стає більш стійкою та надійною, що робить можливим використання лише одного шлюзу для покриття всього будинку. Проте для підвищення стабільності можна застосовувати додаткові шлюзи або сумісні системи.

Окрім основних пристроїв, таких як датчики і маршрутизатори, окрему увагу слід приділити камерам відеоспостереження. Для вибору камер є два підходи: можна обрати ті, які інтегруються з платформою Smart Life, або ж використовувати

камери на іншій платформі, що вимагатиме роботи з двома додатками. Камери для Smart Life мають простішу інтеграцію, проте їх якість може бути сумнівною через невідомих виробників. Альтернативний варіант — камери на платформі Imou, які забезпечують вищу якість зображення і мають перевагу у вигляді доступу через спеціальний додаток для комп'ютера, що дозволяє зручно керувати пристроями з різних пристроїв.

Для стабільності системи варто забезпечити безперебійне живлення для критичних елементів, таких як головний маршрутизатор, шлюз Zigbee, і, за можливості, одна з камер відеоспостереження, що дозволить підтримувати роботу системи навіть у випадку перебоїв з електропостачанням. Якщо в будинку немає генератора чи іншого джерела резервного живлення, невеликий UPS стане оптимальним рішенням.

Додатково до розумного будинку можна інтегрувати мережеве сховище (NAS), наприклад, Synology або зібрати власне сховище на платформі TrueNAS Scale, що дозволить локально зберігати відео з камер без використання хмарних сервісів, що важливо для збереження конфіденційності. Готові NAS-системи зручні у використанні, але потребують додаткових витрат на жорсткі диски. Власноруч зібране NAS-сховище може бути більш гнучким у налаштуванні та економічно вигідним.

Усе це робить розумний будинок більш автономним і ефективним. Налаштування сценаріїв, таких як автоматичне ввімкнення світла при відкритті дверей, інтеграція камер з локальним сховищем, а також забезпечення безперебійної роботи системи, дозволяє мінімізувати необхідність ручного управління і створити справді інтелектуальне середовище.

3.4 Порівняння продуктивності з існуючими системами розумного будинку

Запропоноване рішення для розумного будинку має на меті створення ефективної, масштабованої та зручної системи, яка легко інтегрується з різноманітними пристроями та забезпечує модульність, тобто дозволяє швидке демонтування, перенесення та адаптацію до нового середовища. Порівняно з популярними платформами, такими як Google Home, Amazon Alexa, або системами від українських виробників, запропонована система демонструє низку переваг.

Одним із ключових критеріїв є мінімізація затримки під час виконання команд, що досягається використанням локальних концентраторів, таких як Zigbee, що працюють безпосередньо через локальну мережу Wi-Fi, навіть за відсутності доступу до Інтернету. Такий підхід забезпечує швидку реакцію на події, як-от активація світла чи реагування датчиків руху.

Надійність системи підтримується завдяки інтеграції резервних джерел живлення для критично важливих пристроїв, таких як шлюзи, камери відеоспостереження, а також Wi-Fi-маршрутизатори, що гарантує безперебійну роботу навіть за умов відключення електроенергії чи перебоїв у мережі. Рішення передбачає використання сітчастих Wi-Fi-систем, які забезпечують рівномірне покриття та стабільність з'єднання у всьому приміщенні.

Ще одним важливим аспектом є задоволеність користувачів. Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс Smart Life, сумісність із широким спектром пристроїв, а також можливість інтеграції з голосовими помічниками, такими як Google Assistant чи Amazon Alexa, підвищують зручність використання. Додаткові функції, як-от геозонування та інтелектуальні пульти дистанційного керування, створюють персоналізований досвід, що рідко доступний у конкурентних системах.

Масштабованість рішення дозволяє легко додавати нові пристрої чи видаляти існуючі без значних змін у продуктивності. Використання протоколу Zigbee, розробленого для великомасштабних мереж, гарантує стабільність і

розширюваність системи. У разі перевищення допустимої кількості пристроїв одним шлюзом, можна додати ще один, щоб уникнути перевантаження.

Економічна ефективність запропонованого проєкту значно перевершує пропрітарні рішення. Наприклад, за використання 88 пристроїв по протоколу Zigbee та 16 – по протоколу Wi-Fi (загалом 104 пристрої), то загальна вартість становить близько 1500 доларів, що є суттєво дешевшим порівняно з альтернативами від Google Home чи Amazon Alexa, якщо було б використано таку ж кількість пристроїв. На виході, при цьому, отримуємо систему, яка є доступною для впровадження як у приватних будинках, так і в квартирах (в останніх можна зменшити кількість пристроїв в троє).

На відміну від охоронних систем типу Ajax, які здебільшого фокусуються на безпеці, це рішення пропонує комплексний підхід до автоматизації, безпеки та зручності керування, піклуючись про забезпечення індивідуальності та сумісності, що ґрунтується на вподобаннях власника такої запропонованої системи розумного будинку.

Реальні приклади проєктів розумного будинку демонструють сильні та слабкі сторони кожної з існуючих систем. Наприклад, рішення на базі Google Home вирізняється бездоганною інтеграцією з Google Assistant, широкою сумісністю зі смарт-пристроями та потужними хмарними обчисленнями, що забезпечує зручне голосове керування та обробку природної мови. Однак недоліки включають високу залежність від хмарних сервісів, що може створювати затримки у роботі пристроїв, обмежену підтримку протоколів Zigbee та Z-Wave без додаткових концентраторів, а також високу вартість пристроїв, особливо якщо використовувати продукцію Google.

У запропонованому рішенні акцент зроблено на інтеграції локального шлюза Zigbee, що дозволяє мінімізувати залежність від хмари, що забезпечує швидший час відгуку для критичних завдань автоматизації, таких як освітлення, керування камерами чи датчиками. Широка сумісність із пристроями сторонніх виробників дає можливість гнучко налаштовувати систему відповідно до потреб користувача.

Системи розумного будинку на базі Amazon Alexa мають переваги у вигляді потужного голосового керування, розвиненої екосистеми пристроїв та сумісності з багатьма брендами. Проте вони також страждають від затримок, викликаних залежністю від хмари, менш інтуїтивного інтерфейсу для створення автоматизованих сценаріїв та обмежених функцій, які часто потребують підписок. На відміну від цього, запропоноване рішення передбачає автоматизацію на основі геозонування. Наприклад, сценарії вимикання світла чи камер активуються залежно від присутності користувача на визначеній території. Інтеграція з інтелектуальними клапанами для запобігання витокам води та газу забезпечує додатковий рівень безпеки.

Системи Ajax, що спеціалізуються на охороні, надають комплексну платформу для автоматизації безпеки та енергоменеджменту з локальним і хмарним керуванням. Проте вони обмежені у гнучкості інтеграції сторонніх рішень, мають високу вартість апаратного та програмного забезпечення преміум-класу і можуть зазнавати проблем з масштабованістю через обмеження власного протоколу. Запропоноване рішення відрізняється використанням відкритих стандартів, таких як Zigbee, і сумісністю з платформою Smart Life, що знижує витрати, надаючи аналогічні та розширені функції, зокрема інтеграцію з інтелектуальними інфрачервоними пультами дистанційного керування, а також централізоване керування освітленням, яке часто відсутнє в інших охоронних системах.

Система розумного будинку, запропонована в цьому проєкті, має кілька ключових сильних сторін, що забезпечують її варіативність у налаштуванні та масштабованості. Її інфраструктура базується на використанні локальних концентраторів та мобільного додатку Smart Life, що дає змогу легко інтегрувати нові пристрої без зниження продуктивності. Використання локальної та хмарної обробки даних забезпечує зменшення затримок для критичних завдань, а також можливість віддаленого керування через хмарні служби, що підвищує енергоефективність і знижує витрати.

Економічна ефективність системи досягається за рахунок використання надійних пристроїв сторонніх виробників, що виключає необхідність прив'язки до преміальних екосистем типу Google або Amazon. Система пропонує розширені функції, зокрема автоматизацію на основі геозонування, що дозволяє оптимізувати використання освітлення, камер, опалення чи охолодження залежно від місцеперебування користувача. Наприклад, перебуваючи вдома, користувач може зменшити активність камер для забезпечення конфіденційності, а покидаючи будинок, активувати сценарій з повним контролем камер і включенням освітлення для підвищення безпеки.

Окремо варто виділити інтеграцію моторизованих клапанів для води/газу, що дозволяє оперативно реагувати на аварійні ситуації, наприклад, витіки, завдяки датчикам (витіку води та рівня газу), які передають сигнали для перекриття відповідних систем, що значно підвищує загальну безпеку та функціональність системи.

Слабкі сторони рішення полягають у залежності від сторонніх виробників і необхідності певного технічного розуміння під час початкового налаштування системи, що ускладнює встановлення для непідготовлених користувачів, особливо в сценаріях, де використовується велика кількість пристроїв, що вимагають інтеграції та калібрування. Інтеграція голосового керування через помічники Google Assistant або Alexa також створює залежність від сторонніх платформ, хоча це водночас відкриває додаткові можливості для вдосконалення функціоналу.

Система пропонує перспективи розвитку, включаючи впровадження автоматизації на основі штучного інтелекту для прогнозування поведінки системи та оптимізації енергоспоживання. Також можлива інтеграція локального мережевого сховища, що дозволить зберігати дані камер без прив'язки до хмарних сервісів, що особливо актуально для конфіденційності.

Таблиця 3.3 – Порівняльний аналіз запропонованого рішення з існуючими системами «розумного будинку»

Критерії	Google Home	Amazon Alexa	Системи Ajax	Пропоноване рішення
Затримка виконання	Висока залежність від хмари, затримки	Залежність від хмари, затримки	Локальне управління, низька затримка	Мінімальна завдяки локальному шлюзу Zigbee
Надійність	Залежність від хмари, без резервного живлення	Залежність від хмари, без резервного живлення	Резервне живлення інтегроване	Резервне живлення для шлюзів і камер
Покриття	Потрібні додаткові шлюзи для Zigbee/Z-Wave	Потрібні додаткові шлюзи для Zigbee/Z-Wave	Власний стандарт, обмежене покриття	Сітчаста Wi-Fi + підтримка Zigbee
Масштабованість	Обмежена кількість пристроїв	Обмежена кількість пристроїв	Обмежена через власний протокол	Легка завдяки Zigbee і додаванню шлюзів
Зручність	Інтуїтивний інтерфейс, обмежена автоматизація	Потужне голосове керування, менш інтуїтивно	Інтерфейс для безпеки, мало автоматизації	Простий інтерфейс, геозони, сумісність із помічниками
Безпека	Без інтеграції з водо-газовими клапанами	Без інтеграції з водо-газовими клапанами	Фокус на безпеці, мінімум автоматизації	Датчики витоку, керування клапанами
Економічність	Висока вартість пристроїв Google	Висока вартість пристроїв	Дороге обладнання преміум-класу	Загальна вартість ~\$1500 за 104 пристрої
Гнучкість	Обмежена підтримка сторонніх пристроїв	Обмежена підтримка сторонніх пристроїв	Власний протокол, мало інтеграцій	Відкриті стандарти, багато сумісних пристроїв
Інновації	Хмарне керування, обмежена автоматизація	Хмарне керування, обмежена автоматизація	Локальне керування, без ІІ	Геозони, локальне сховище для камер

У підсумку, запропонована система розумного будинку є гнучкою, доступною та орієнтованою на користувача альтернативою існуючим рішенням типу Google Home, Amazon Alexa чи Ajax. Завдяки використанню мобільного додатку Smart Life, шлюзів Zigbee та розширених функцій автоматизації, таких як геозонування, вона забезпечує зменшення затримок, високу масштабованість і покращену енергоефективність. Модульна структура дозволяє налаштувати систему відповідно до потреб власника, створюючи оптимальний баланс між продуктивністю та ціною, що робить це рішення ідеальним для комплексного підходу до організації розумного будинку.

ВИСНОВКИ

Дослідження систем «розумного будинку» з інтеграцією відеоспостереження та функцій безпеки дозволило визначити ключові аспекти їх побудови, включаючи вибір протоколів зв'язку, мобільні платформи, сценарії автоматизації та інтеграцію компонентів безпеки, що сприяло формуванню ефективного рішення, що відповідає сучасним вимогам ринку та потребам користувачів.

Одним із основних досягнень стало застосування інноваційних підходів, таких як геозони для автоматизації процесів, динамічний контроль камер залежно від сценаріїв і використання локальних сховищ даних. Такі рішення забезпечують автономність, мінімізацію залежності від хмарних сервісів і захист конфіденційності, водночас знижуючи експлуатаційні витрати. Інтеграція голосових асистентів підвищує зручність і робить управління системою доступним для широкого кола користувачів.

Порівняння із сучасними аналогами, такими як Google Home, Amazon Alexa та український виробник Ajax, показало переваги запропонованої системи. Вона вирізняється індивідуалізацією сценаріїв, підтримкою локального зберігання даних і розширеними функціями відеоспостереження, де автоматизація виконує вирішальну роль, що робить її конкурентоспроможною та адаптованою до специфічних вимог ринку.

Отримані результати підтверджують потенціал подальшого розвитку систем «розумного будинку», які поєднують інноваційні технології з високим рівнем зручності для користувачів. Удосконалення таких рішень сприятиме підвищенню комфорту, безпеки та енергоефективності в сучасному житті.

.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Caflisch T. The evolution of smart home technology. Medium. URL: <https://tcaflisch.medium.com/the-evolution-of-smart-home-technology-c3b3f918fc8c> (дата звернення: 10.10.2024).
2. Efficient connectivity in smart homes: enhancing living comfort through iot infrastructure. MDPI. URL: <https://www.mdpi.com/1424-8220/24/9/2761> (дата звернення: 10.10.2024).
3. History of the smart home from 1963 - 2024: milestones. Smartest Home - Konzeption & Planung KNX Smart Home. URL: <https://www.smartest-home.com/en/history-of-smart-home/> (дата звернення: 10.10.2024).
4. How to build a smart home automation app: main features and useful tips. SmartTek Solutions. URL: <https://smarttek.solutions/blog/how-to-start-building-a-smart-home-app/> (дата звернення: 12.10.2024).
5. Smart home solution | tuyaa smart. Tuya Smart - Global Cloud Platform Service Provider. URL: <https://www.tuya.com/solution/scene/smart-home> (дата звернення: 12.10.2024).
6. Voice assistant technology for iot platforms. webbylab. URL: <https://webbylab.com/blog/voice-assistance-for-iot-platforms/> (дата звернення: 16.10.2024).
7. SmartThings by Samsung unveils new interface. GadgetMatch. URL: <https://www.gadgetmatch.com/smarthings-by-samsung-unveils-new-interface/> (дата звернення: 16.10.2024).
8. Top 7 smart home protocols compared | leMBERg solutions. Lemberg Solutions | Tech consulting & software engineering company. URL: <https://leMBERgsolutions.com/blog/smart-home-protocols-explained> (дата звернення: 18.10.2024).
9. Smart home protocols compared in 2024, which one is the best?. Roombanker. URL: <https://www.roombanker.com/blog/smart-home-protocol/> (дата звернення: 18.10.2024).
10. Alva Fusion. Cloud vs. local hosting of smart home servers: making the right choice. LinkedIn: Log In or Sign Up. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/cloud-vs-local-hosting-smart-home-servers-making-right-choice/> (дата звернення: 22.10.2024).
11. Domb M. Smart home systems based on internet of things. ResearchGate. URL: https://www.researchgate.net/figure/Advanced-smart-home-integrating-smart-home-IoT-and-cloud-computing_fig2_331615662 (дата звернення: 22.10.2024).
12. 6 advantages of smart home technology to live A better life. WeatherFlow-Tempest, Inc. URL: <https://tempest.earth/resources/advantages-of-smart-home/> (дата звернення: 22.10.2024).
13. What are the pros of having a smart home? And are there any cons?. TheRecursive.com. URL: <https://therecursive.com/what-are-the-pros-of-having-a-smart-home-and-are-there-any-cons/> (дата звернення: 28.10.2024)

14. Smart home devices global market report 2024. Global Market Research Reports & Consulting | The Business Research Company. URL: <https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/smart-home-devices-global-market-report> (дата звернення: 28.10.2024).

15. 5G and smart homes: what you need to know. IoT Evolution World. URL: <https://www.iotevolutionworld.com/smart-home/articles/442986-5g-smart-homes-what-need-know.htm> (дата звернення: 04.11.2024).

16. 6 advantages of smart home technology to live A better life. WeatherFlow-Tempest, Inc. URL: <https://tempest.earth/resources/advantages-of-smart-home/> (дата звернення: 04.11.2024).

17. Fang Hsu L. State's role in shaping the smart city industry development. Taylor & Francis. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/12265934.2024.2438249#d1e119> (дата звернення: 04.11.2024).

18. Smart life app. Excellent Webworld. URL: <https://www.excellentwebworld.com/best-app-of-the-week/smart-life-app/> (дата звернення: 07.11.2024).

19. How apache pulsar helps streamline message system and reduces o&m costs at tuyu smart. Apache Pulsar & Kafka Data Streaming Platform - StreamNative. URL: <https://streamnative.io/success-stories/tuyu-smart> (дата звернення: 07.11.2024).

20. Getting started with tuyu iot platform | how to deploy a thing on tuyu smart iot platform. - electronics innovation. Electronics Innovation. URL: <https://electronicsinnovation.com/getting-started-with-tuyu-iot-platform-how-to-deploy-a-thing-on-tuyu-smart-iot-platform/> (дата звернення: 07.11.2024).

21. Smart life app overview-tuya developer platform-tuya developer. Tuya Developer - Tuya Smart - Global Developer Platform. URL: <https://developer.tuya.com/en/docs/iot/tuya-smart-app-smart-life-app-advantages?id=K989rqa49rluq> (дата звернення: 16.11.2024).

22. Staff T.-k. T. The role of surveillance cameras in enhancing physical security. TTI | Home. URL: <https://www.turn-keytechnologies.com/blog/the-role-of-surveillance-cameras-in-enhancing-physical-security> (дата звернення: 16.11.2024).

23. Akintade O. Comparative study of communication interfaces for sensors and actuators in the cloud of internet of things. ResearchGate. URL: https://www.researchgate.net/publication/318054538_Comparative_Study_of_Communication_Interfaces_for_Sensors_and_Actuators_in_the_Cloud_of_Internet_of_Things (дата звернення: 21.11.2024).

24. Advantages of zigbee | disadvantages of zigbee. RF Wireless Vendors and Resources | RF Wireless World. URL: <https://www.rfwireless-world.com/Terminology/Advantages-and-Disadvantages-of-zigbee.html> (дата звернення: 21.11.2024).

25. C-MOR video surveillance - video surveillance sample recordings - example recordings video surveillance. C-MOR Video Surveillance - Home. URL: <https://www.c-mor.com/video-surveillance-demo/sample-recordings-of-the-video-surveillance-system-c-mor> (дата звернення: 02.12.2024).

26. Locating good channels and bad neighbors with a wi-fi scanner. Eye Networks. URL: <https://eyenetworks.no/en/locating-good-channels-bad-neighbors-wi-fi-scanner/> (дата звернення: 02.12.2024).

27. Pothugant K. A comparative study of wireless protocols: Bluetooth, UWB, ZigBee, and Wi-Fi. ResearchGate. URL: https://www.researchgate.net/publication/312471356_A_comparative_study_of_wireless_protocols_Bluetooth_UWB_ZigBee_and_Wi-Fi (дата звернення: 04.12.2024).

28. Understanding zigbee and wireless mesh networking - black hills information security. Black Hills Information Security. URL: <https://www.blackhillsinfosec.com/understanding-zigbee-and-wireless-mesh-networking/> (дата звернення: 04.12.2024).

29. What is Z-Wave?. Homey - Ein besseres Smart Home. URL: <https://homey.app/en-us/wiki/what-is-z-wave/> (дата звернення: 07.12.2024).

30. Impact of Bluetooth 5.0 on IoT applications. Wire19. URL: <https://wire19.com/impact-of-bluetooth-5-0-on-iot-applications/> (дата звернення: 07.12.2024).

31. How many devices can connect to a wireless router?. Broadband & Wifi Connection | Get Netflix at No Extra Cost. URL: <https://www.actcorp.in/blog/how-many-devices-can-connect-to-a-wireless-router#:~:text=Limits%20of%20Wi-Fi%20Network,from%2020%20to%2050%20devices.> (дата звернення: 07.12.2024).

32. Who is more suitable for smart home, Zigbee or Wi-Fi? - MiBoxer. MiBoxer. URL: <https://miboxer.com/industry-news/who-is-more-suitable-for-smart-home-zigbee-or-wi-fi> (дата звернення: 08.12.2024).

33. Z-Wave vs. zigbee: what's the difference. Reolink Official: Security Cameras and Systems for Home & Business. URL: <https://reolink.com/blog/z-wave-vs-zigbee/#:~:text=Choosing%20between%20Zigbee%20and%20Z,robust%20signal%20in%20certain%20environments.> (дата звернення: 08.12.2024).

34. What is bluetooth iot and why choose bluetooth iot system. MOKOSmart #1 Smart Device Solution in China. URL: <https://www.mokosmart.com/what-is-bluetooth-iot-and-why-choose-it/> (дата звернення: 08.12.2024).

35. Matter protocol in the home automation. Medium. URL: <https://volansys.medium.com/matter-protocol-in-the-home-automation-e6f50f1a296b> (дата звернення: 08.12.2024).

36. Rafiq M. M. How to create an automation in the Smartlife or Tuya app for your smart home. Smartify. URL: <https://smartify.pt/en/blogs/tips/how-to-create-an-automation-in-the-smartlife-or-tuya-app-for-your-smart-home?srsId=AfmBOooEBWXYVgXSK-hDfExHe2Jeo4NXPxcnY4uRO-wjeC6yfeGy18mN> (дата звернення: 08.12.2024).

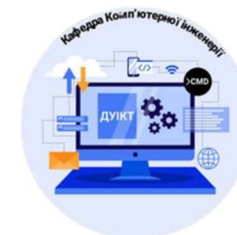
37. Мазур А.Р., Зуб О.В., Розмаїтий Д.О., Зуб Л.М. Перспективи використання шлюзів для локальної обробки даних у системах розумного будинку. «Проблеми комп'ютерної інженерії»: Науково-практ. конф., м.Київ, 3 грудня 2024 р. С. 174-176

38. Мазур А.Р., Мастаков О.С. Інтеграція різних рішень у розумному будинку за допомогою стандарту Matter. «Проблеми комп'ютерної інженерії»: Науково-практ. конф., м.Київ, 3 грудня 2024 р. С.177-178

ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ



ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра комп'ютерної інженерії



КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня магістра
НА ТЕМУ: «ПРОЕКТ СИСТЕМИ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК» З
ІНТЕГРАЦІЄЮ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ ТА БЕЗПЕКИ»

Виконав студент групи КСДМ-62

Мазур Андрій Романович

Керівник дипломної роботи:

Торошанко Ярослав Іванович,

канд,техн.наук, доцент

Київ – 2025

Мета, об'єкт, предмет дослідження

Мета роботи – розробка та оцінка системи «Розумний будинок» на основі IoT з інтегрованими функціями відеоспостереження та безпеки, зосереджуючись на покращенні автоматизації, сумісності та взаємодії з користувачем

Об'єкт дослідження – система «Розумний будинок» з особливим акцентом на її апаратних, програмних та мережевих компонентах, які забезпечують автоматизацію та інтеграцію безпеки

Предмет дослідження – інтеграція систем відеоспостереження та безпеки в середовище «Розумного дому», зосереджена на використанні протоколів IoT, мобільних платформ та архітектури системи для покращення функціональності та покращення взаємодії з користувачем

Актуальність роботи

У цій роботі досліджується проектування та впровадження системи «Розумний будинок», яка об'єднує функції відеоспостереження та безпеки. У дослідженні пропонується використання платформ на основі IoT, безпроводних протоколів і автоматизації для створення ефективного та зручного рішення для розумного будинку.

Вирішуючи такі проблеми, як сумісність, конфіденційність даних і масштабованість системи, дослідження спрямоване на покращення загальної функціональності та безпеки систем розумного дому, одночасно оцінюючи продуктивність запропонованого рішення.

Різноманіття екосистем розумного будинку з проблемами обмеженої сумісності та кастомізації



Рис. 1.12 – Світові лідери серед розумних будинків:
Google Nest, Amazon Echo, Apple HomeKit, Samsung SmartThings, Xiaomi



Рис. 1.13 – Компанії-інноватори Ring та EcoBee,
які розширюють функціонал розумного будинку

Пропозиція розумного будинку на базі мобільної платформи «Smart Life» з пріоритетом автоматизації



Рис. 1.15 – Мобільна платформа (додаток) Smart Life

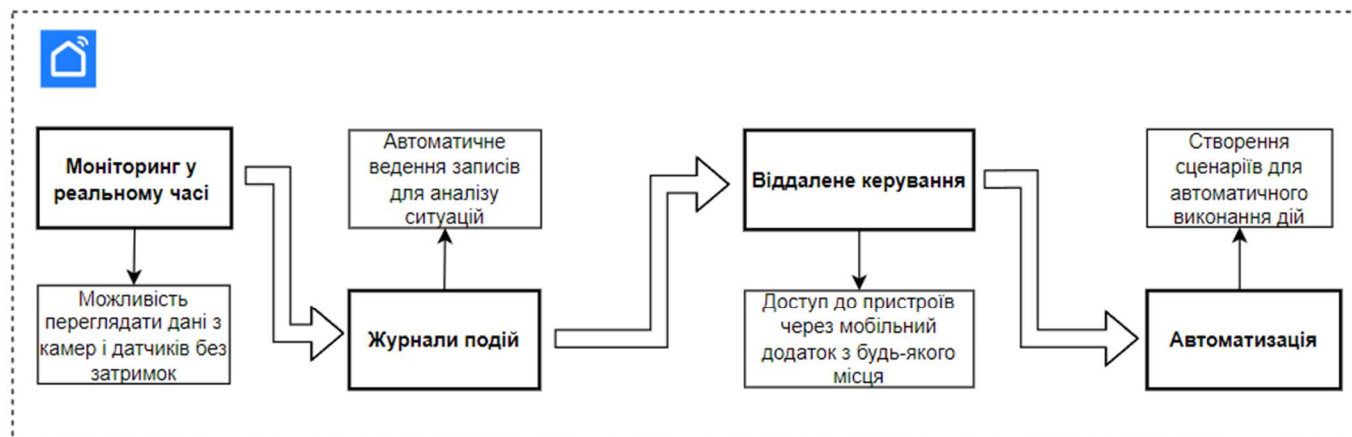


Рис. 2.15 – Забезпечення системою різноманітних функцій

План будинку з інтегрованими пристроями сумісними зі мобільною платформою «Smart Life»

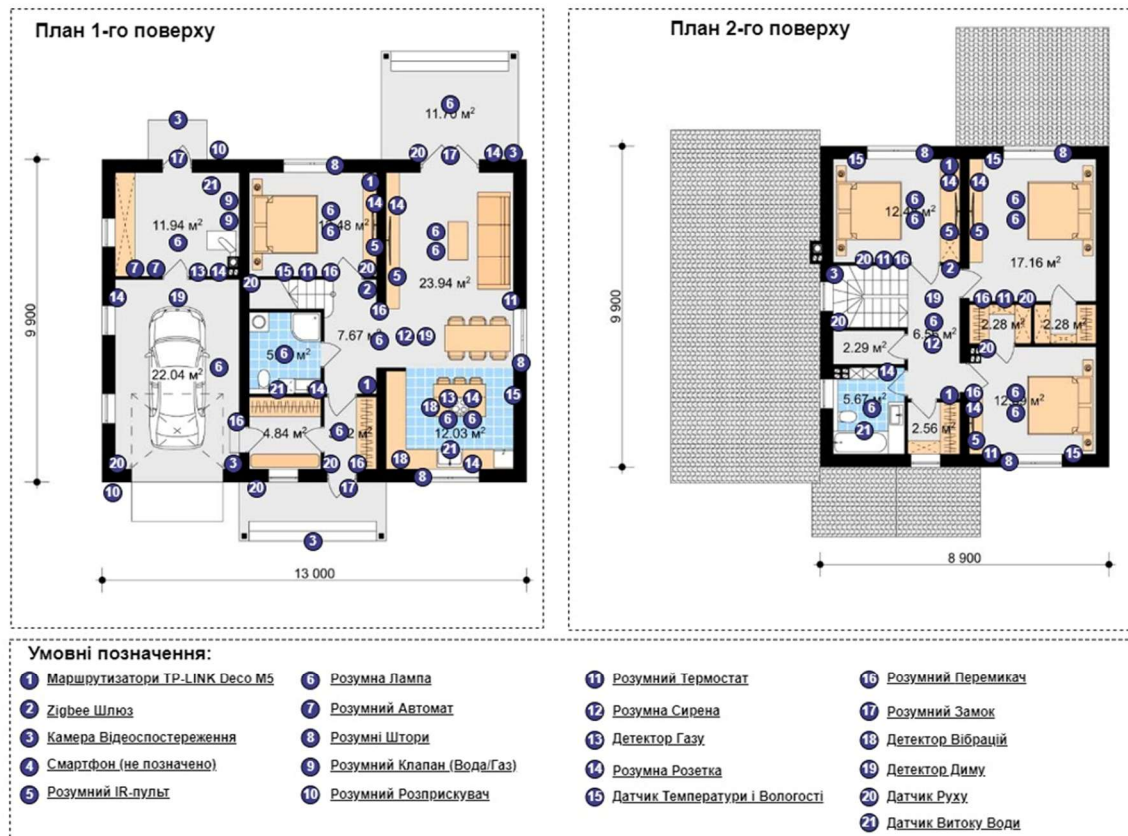


Рис. 3.19 – План проекту розумного будинку з інтеграцією відеоспостереження та безпеки

Сценарії автоматизації для повністю автоматизованого будинку

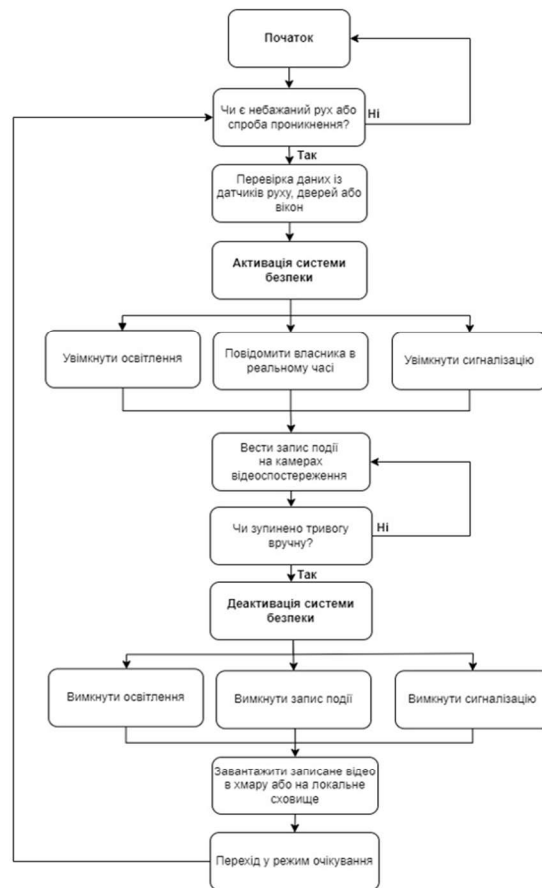


Рис. 3.5 – Приклад роботи сценарію «Автоматизація системи безпеки»

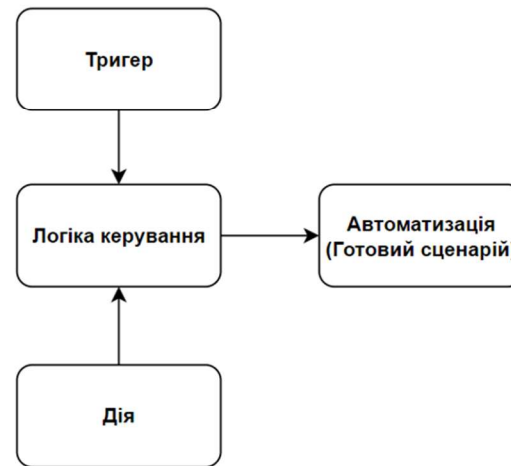


Рис. 3.1 – Взаємодія ключових елементів у автоматизації

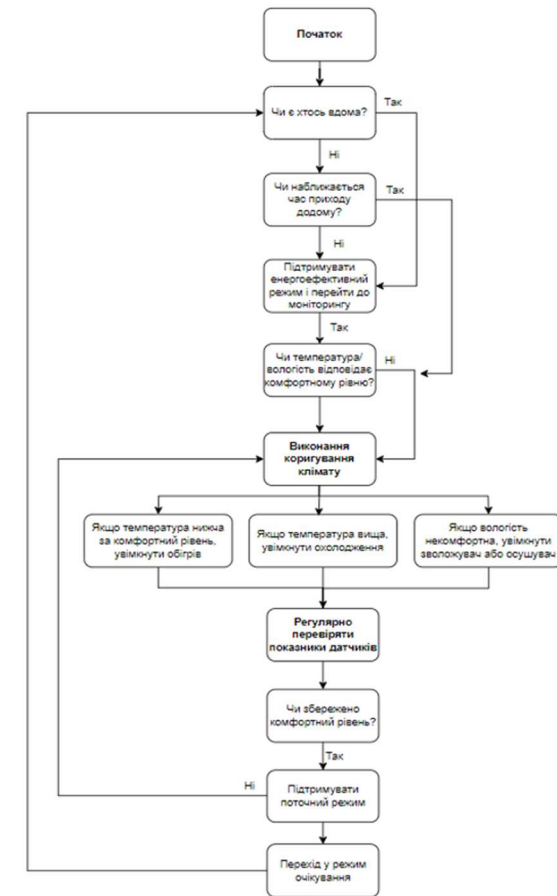


Рис. 3.4 – Приклад роботи сценарію «Автоматизація клімат-контролю»

Розширений сценарій автоматизації для повністю автоматизованого будинку

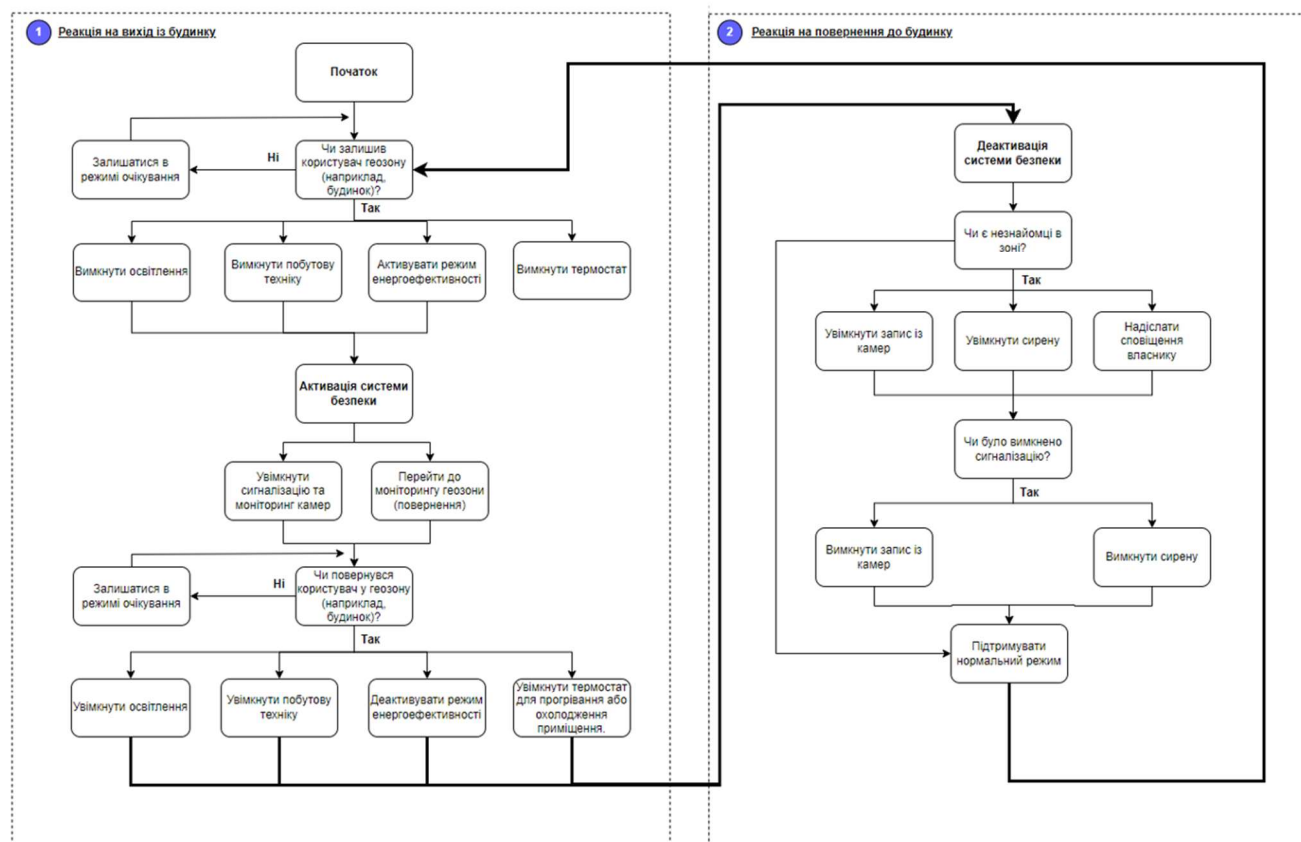


Рис. 3.12 – Приклад роботи сценарію «Автоматизація з використанням геозонування та елементами безпеки»

Функціональна схема взаємодії у системі розумного будинку

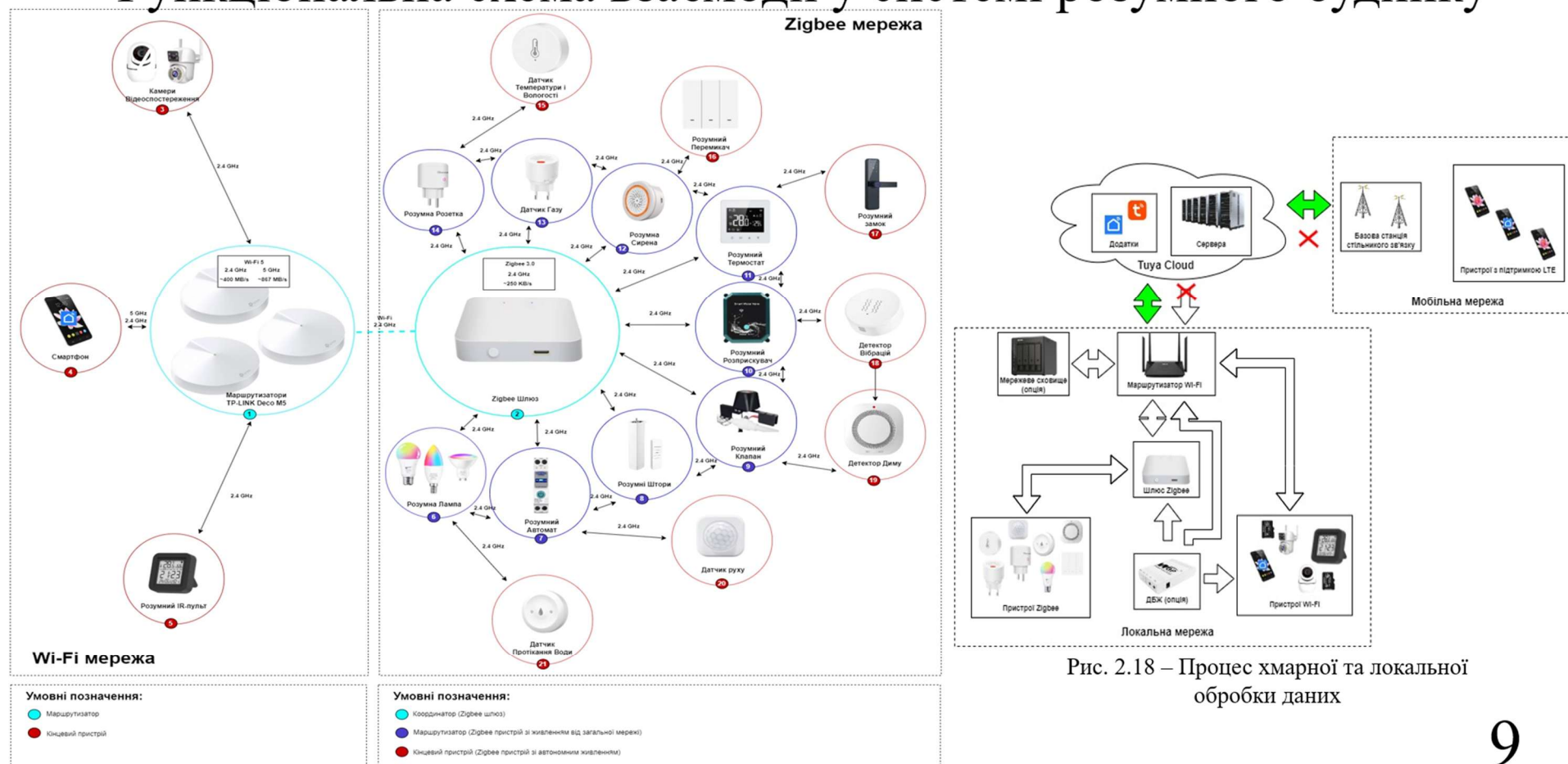


Рис. 3.18 – Функціональна схема взаємодії у різних мережах у запропонованій системі розумного будинку

Принцип роботи Zigbee пристроїв у системі розумного будинку

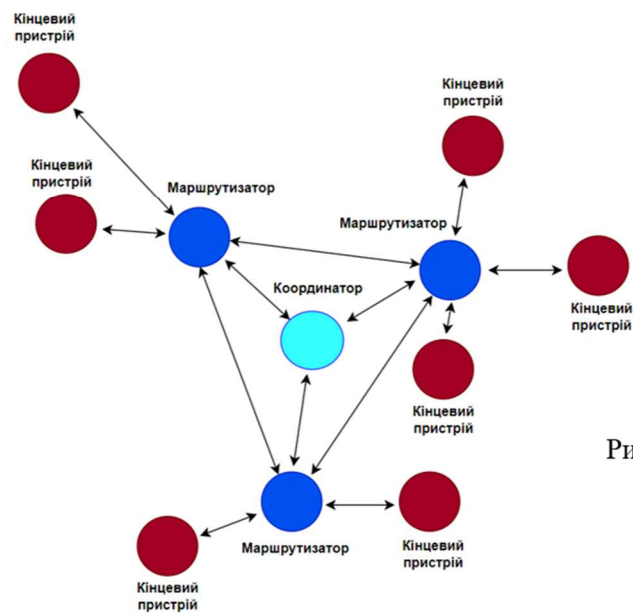


Рис. 2.6 – Взаємозв'язок пристроїв у Zigbee мережі



Рис. 2.21 – Шлюз TuYa Smart Multi-mode Zigbee 3.0, що поєднує протоколи Zigbee та Bluetooth

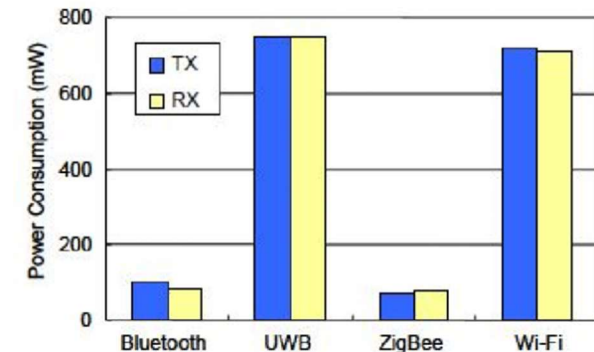


Рис. 2.5 – Порівняння споживання між різними протоколами безпроводного зв'язку [27]



Рис. 3.20 – Батарейки типу CR2032 та обмежувач

Взаємодія Zigbee пристроїв з іншими протоколами у системі розумного будинку

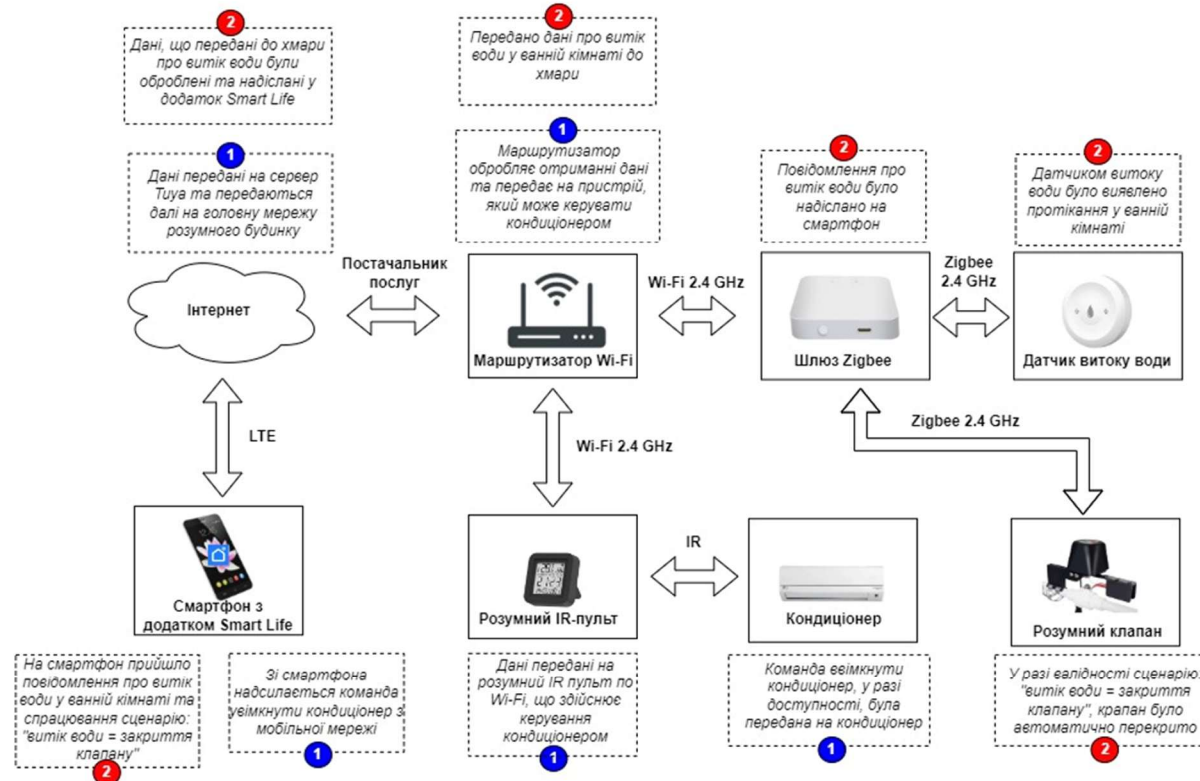


Рис. 2.22 – Взаємодія декількох типів протоколів через шлюз, маршрутизатор та мобільну мережу

Інтеграція інших екосистем у розумному будинку за допомогою стандарту Matter



Рис. 2.27 – Ковергентне рішення, сумісне з Smart Life: шлюз Matter

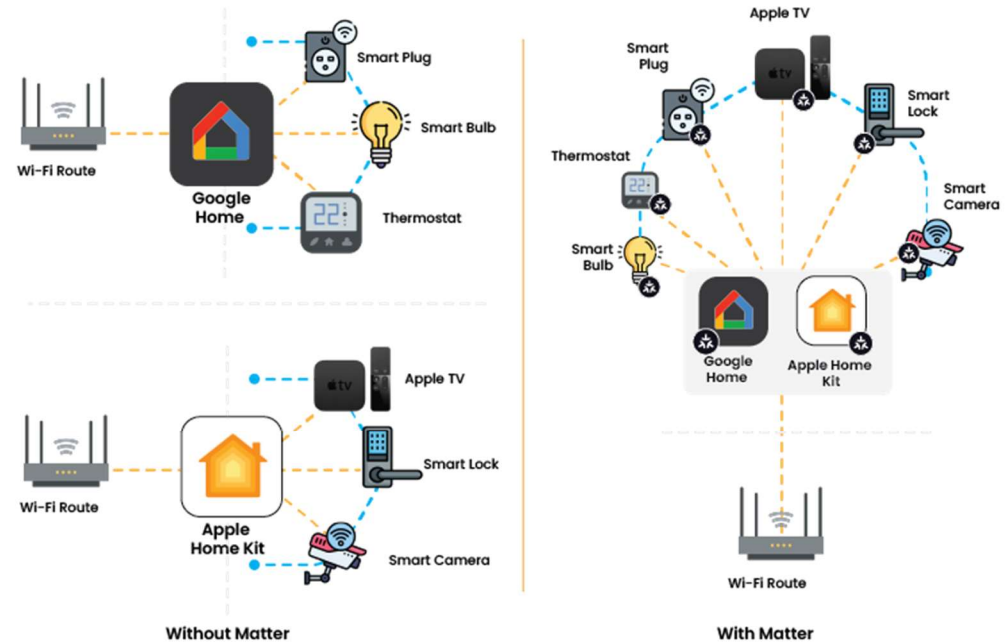


Рис. 2.28 – Принцип роботи Matter у взаємодії між різними екосистемами

Доцільність використання Wi-Fi для камер відеоспостереження в розумному будинку

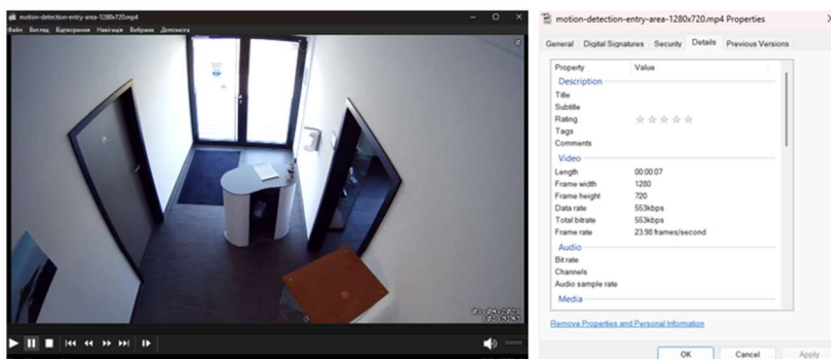
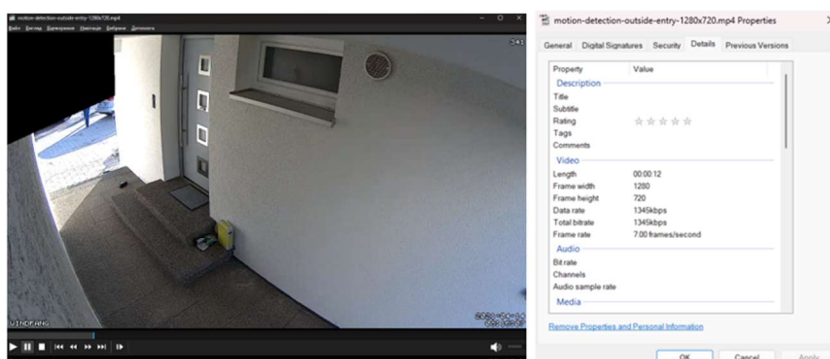


Рисунок 2.1-2.2 – Зіставлення параметрів при динамічній сцені для визначення доцільності використання Wi-Fi для камер відеоспостереження



Роздільна здатність	Частота кадрів (fps)	Тип сцени	Швидкість передачі даних відео	Загальна пропускна здатність (на камеру)	Пропускна здатність для 10 камер
1280 x 720 (HD)	23,98	Статичний (низький рух)	553 Кбіт/с (~0,56 Мбіт/с)	553 Кбіт/с (~0,56 Мбіт/с)	~5,6 Мбіт/с
1280 x 720 (HD)	7	Динамічний (високий рух)	1345 Кбіт/с	1345 Кбіт/с (~1,35 Мбіт/с)	~13,5 Мбіт/с

Табл. 2.1 – Порівняння параметрів між двома файлами (з камер відеоспостереження)

Протокол	Діапазон	Швидкість передачі даних	Використання потужності	Найкраще для
Wi-Fi	50–100 м	Високий (до 1 Гбіт/с)	Високий	Відеоспостереження, передача даних
Zigbee	10–100 м	Помірний (250 Кбіт/с)	Дуже низький	Освітлення, датчики, автоматика
Z-хвиля	30–100 м	Низький (100 Кбіт/с)	Низький	Системи безпеки, замки, автоматика
Bluetooth	<10 м	Середній (до 1 Мбіт/с)	Низький	Персональні пристрої, тісні зв'язки

Табл. 2.2 – Порівняння протоколів безпроводного зв'язку для систем розумного будинку

Орієнтовна вартість реалізації проєкту розумного будинку

№	Тип пристрою	К-ть	Вартість	Вартість (повна)
1	Маршрутизатор TP-LINK Deco M5	4	80	320
2	Zigbee Шлюз	2	8.43	16.86
3	Камера Відеоспостереження (зовн.)	3	25.27	75.81
4	Камера Відеоспостереження (внут.)	2	14.08	28.16
5	Розумний IR-пульт	5	9.55	47.75
6	Розумна Лампа	20	4.19	83.8
7	Розумний Автомат	2	7.92	15.84
8	Розумні Штори	6	25.22	151.32
9	Розумний Клапан (Вода/Газ)	2	21.49	42.98
10	Розумний Розприскувач	2	72.36	144.72
11	Розумний Термостат	5	17.20	86
12	Розумна Сирена	2	9.54	19.08
13	Детектор Газу	2	12.66	25.32
14	Розумна Розетка	12	5.39	64.68
15	Датчик Температури і Вологості	5	4.35	21.75
16	Розумний Перемикач	8	7.62	60.96
17	Розумний Замок	3	45.70	137.1
18	Детектор Вібрацій	2	6.38	12.76
19	Детектор Диму	3	8.22	24.66
20	Датчик Руху	10	6.94	69.4
21	Датчик Витоку Води	4	4.20	16.8
Загальна вартість (повна, USD):				1465.75

Табл. 3.1 – Перелік пристроїв та орієнтовна вартість обладнання для проєкту «Розумний будинок» на платформі Smart Life

Порівняння з існуючими рішеннями розумного будинку

Критерії	Google Home	Amazon Alexa	Системи Ajax	Пропоноване рішення
Затримка виконання	Висока залежність від хмари, затримки	Залежність від хмари, затримки	Локальне управління, низька затримка	Мінімальна завдяки локальному шлюзу Zigbee
Надійність	Залежність від хмари, без резервного живлення	Залежність від хмари, без резервного живлення	Резервне живлення інтегроване	Резервне живлення для шлюзів і камер
Покриття	Потрібні додаткові шлюзи для Zigbee/Z-Wave	Потрібні додаткові шлюзи для Zigbee/Z-Wave	Власний стандарт, обмежене покриття	Сітчаста Wi-Fi + підтримка Zigbee
Масштабованість	Обмежена кількість пристроїв	Обмежена кількість пристроїв	Обмежена через власний протокол	Легка завдяки Zigbee і додаванню шлюзів
Зручність	Інтуїтивний інтерфейс, обмежена автоматизація	Потужне голосове керування, менш інтуїтивно	Інтерфейс для безпеки, мало автоматизації	Простий інтерфейс, геозони, сумісність із помічниками
Безпека	Без інтеграції з водо-газовими клапанами	Без інтеграції з водо-газовими клапанами	Фокус на безпеці, мінімум автоматизації	Датчики витоку, керування клапанами
Економічність	Висока вартість пристроїв Google	Висока вартість пристроїв	Дороге обладнання преміум-класу	Загальна вартість ~\$1500 за 104 пристрої
Гнучкість	Обмежена підтримка сторонніх пристроїв	Обмежена підтримка сторонніх пристроїв	Власний протокол, мало інтеграцій	Відкриті стандарти, багато сумісних пристроїв
Інновації	Хмарне керування, обмежена автоматизація	Хмарне керування, обмежена автоматизація	Локальне керування, без ІІІ	Геозони, локальне сховище для камер

Табл. 3.3 – Порівняльний аналіз запропонованого рішення з існуючими системами «розумного будинку»

Висновки

Дослідження систем «розумного будинку» з інтеграцією відеоспостереження та функцій безпеки дозволило визначити ключові аспекти їх побудови, включаючи вибір протоколів зв'язку, мобільні платформи, сценарії автоматизації та інтеграцію компонентів безпеки, що сприяло формуванню ефективного рішення, що відповідає сучасним вимогам ринку та потребам користувачів.

Одним із основних досягнень стало застосування інноваційних підходів, таких як геозони для автоматизації процесів, динамічний контроль камер залежно від сценаріїв і використання локальних сховищ даних. Такі рішення забезпечують автономність, мінімізацію залежності від хмарних сервісів і захист конфіденційності, водночас знижуючи експлуатаційні витрати. Інтеграція голосових асистентів підвищує зручність і робить управління системою доступним для широкого кола користувачів.

Продовження висновків

Порівняння із сучасними аналогами, такими як Google Home, Amazon Alexa та український виробник Аґах, показало переваги запропонованої системи. Вона вирізняється індивідуалізацією сценаріїв, підтримкою локального зберігання даних і розширеними функціями відеоспостереження, де автоматизація виконує вирішальну роль, що робить її конкурентоспроможною та адаптованою до специфічних вимог ринку.

Отримані результати підтверджують потенціал подальшого розвитку систем «розумного будинку», які поєднують інноваційні технології з високим рівнем зручності для користувачів. Удосконалення таких рішень сприятиме підвищенню комфорту, безпеки та енергоефективності в сучасному житті.

Публікації та апробація роботи

1. Мазур А.Р., Зуб О.В., Розмаїтий Д.О., Зуб Л.М. Перспективи використання шлюзів для локальної обробки даних у системах розумного будинку. «Проблеми комп'ютерної інженерії» : Науково-практ. конф., м.Київ, 3 грудня 2024 р. С. 174-176
2. Мазур А.Р., Мастаков О.С. Інтеграція різних рішень у розумному будинку за допомогою стандарту Matter. «Проблеми комп'ютерної інженерії» : Науково-практ. конф., м.Київ, 3 грудня 2024 р. С.177-178