

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Комп'ютерних наук і технологій
(повне найменування факультету)

Комп'ютерні системи та мережі
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи) бакалавр
(ступінь вищої освіти)

на тему РОЗРОБКА СМАРТСИСТЕМИ ДЛЯ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ
(назва теми)
DEVELOPMENT OF A SMART SYSTEM FOR A PRIVATE HOUSE

Виконав: студент 4 курсу, групи КНТЗ-511

Спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Комп'ютерна інженерія

РОМАНЧЕНКО Н.Р.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник ТЯГУНОВА М.Ю.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент ЄФИМЕНКО М.В.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет Комп'ютерних наук і технологій
Кафедра комп'ютерних систем та мереж
Ступінь вищої освіти бакалаврський
Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія
(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) Комп'ютерна інженерія
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри КУДЕРМЕТОВ Р.К.

«14» квітня 2025 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

РОМАНЧЕНКА Назара Романовича

(ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Розробка смартсистеми для приватного будинку

керівник проєкту (роботи) к.т.н., доцент, ТЯГУНОВА М.Ю.

(науковий ступінь, вчене звання, ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 08 » квітня 2025 року № 151

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 01.06.2025 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) Приватний будинок площею 80 м², трьохкімнатний з заднім двором. Необхідно проаналізувати та розробити смартсистему для приватного будинку

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

1) Аналіз підходів створення розумних будинків;

2) Проектування системи;

3) Вибір компонентів системи;

4) Налаштування роботи системи;

5) Результати роботи системи.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількість слайдів, плакатів)

Слайди презентації

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	ПРІЗВИЩЕ, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-5	ТЯГУНОВА М.Ю.		
Нормоконтроль	ПОЛЬСЬКА О.В.		

7. Дата видачі завдання «14» квітня 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналіз предметної області	1-2 тиждень	
2	Аналіз літературних джерел, платформи Samsung SmartThings та можливостей	1-2 тиждень	
3	Розробка технічних вимог до системи та її структури	3–4 тиждень	
4	Вибір і обґрунтування компонентів системи	4–5 тиждень	
5	Проектування загальної архітектури системи	5 тиждень	
6	Налаштування сценаріїв автоматизації, інтерфейсу	5-6 тиждень	
7	Тестування систем, усунення недоліків, оптимізація	6 тиждень	
8	Оформлення пояснювальної записки	6-7 тиждень	
9	Остаточне коригування дипломної роботи	7 тиждень	

Студент(ка)

(підпис)

Назар РОМАНЧЕНКО

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)

(підпис)

Марія ТЯГУНОВА

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної кваліфікаційної роботи бакалавра: 74 с., 3 табл., 11 рис., 12 джерел.

СМАРТСИСТЕМА, ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ ДІМ, АВТОМАТИЗАЦІЯ, ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ, БЕЗДРОТОВА МЕРЕЖА, SMARTTHINGS, ZIGBEE, WI-FI.

Об'єкт розробки – система автоматизації управління приватним будинком.

Мета роботи – підвищити ефективність використання природних ресурсів в межах будинку та зручності життя у ньому за рахунок розробки смартсистеми на базі платформи Samsung SmartThings.

У першому розділі було проведено аналіз сучасного стану та вимог до системи автоматизації типу «розумний будинок», а також обґрунтовано вибір технологічної основи платформи Samsung SmartThings.

У другому розділі здійснено проектування системи: побудовано її загальну структуру, визначено основні функціональні компоненти та описано їх взаємодію через центральний хаб. Розроблено алгоритм роботи системи та блок-схему автоматизованої роботи.

У третьому розділі дійсно обґрунтовано вибір апаратного забезпечення: розподілено компоненти за функціональними групами, зокрема датчики присутності, диму, руху, відеоспостереження, керування освітленням, розетки, побутової техніки, штори й жалюзі, а також інтерфейси користувача.

У четвертому розділі детально описано процес налаштування системи: від встановлення центральної хати та підключення пристроїв до створення сценаріїв автоматизації.

У п'ятому розділі проведено тестування системи роботи, виконано оптимізацію роботи та оцінено її стабільність. Наведено результати впровадження, окреслено позитивні зміни в житловому середовищі, а також проаналізовано потенціал масштабування системи в майбутньому.

ЗМІСТ

Скорочення та умовні позначки	9
Вступ	10
1 Аналіз підходів створення розумних будинків	11
1.1 Загальна концепція систем розумного будинку	11
1.2 Аналіз концепцій побудови смартбудинку	17
1.2.1 Використання застосунку apple home	17
1.2.2 Програмне забезпечення samsung smartthings	19
1.2.3 Розумний будинок на базі плати arduino	22
1.3 Аналіз протоколів зв'язку та інтеграції	24
1.4 Аналіз ризиків та проблем впровадження розумних будинків	28
2 Проєктування системи	30
2.1 Вимоги до розроблюваної системи	30
2.2 Структура системи	34
2.3 Функціонування системи	41
3 Вибір компонентів системи	44
3.1 Керуюча система	45
3.2 Датчики та сенсори	46
3.3 Система відеоспостереження	48
3.4 Система доступу	49
3.5 Освітлення	50
3.6 Побутова техніка	51
3.7 Жалюзі та штори	53
3.8 Розетки та перемикачі	54
4 Налаштування системи роботи	55
4.1 Інсталяція головного хабу	56
4.2 Підключення сенсорів та виконавчих пристроїв	57
4.3 Конфігурація сценаріїв автоматизації	60
4.4 Налаштування сповіщень та доступу	62
4.5 Налаштування інтерфейсу	63

5 Результати роботи системи	65
5.1 Досягнуті цілі.....	65
5.2 Оцінка функціональності та стабільності.....	67
5.3 Позитивні зміни у житловому середовищі	68
5.4 Можливості подальшого розвитку	69
Висновки	72
Перелік джерел посилання.....	73

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

IoT	- Internet of things (Інтернет речей)
Wi-Fi	- Wireless Fidelity (бездротова правдивість відтворення)
SMS	- Short Message Service (служба коротких повідомлень)
API	- Application Programming Interface (інтерфейс програмування програми)
PIN-код	- Personal Identification Number (персональний ідентифікаційний номер)
LED	- Light-emitting diode (світлодіод)
QR-код	- Quick Response code(код швидкої відповіді)
IP	- Internet protocol(інтернет протокол)

ВСТУП

Розумний будинок - це сучасна система автоматизації побуту, яка забезпечує комфортне, безпечне та ефективне управління домашніми пристроями і технікою. Завдяки інтеграції новітніх технологій, користувач може керувати освітленням, опаленням, охоронними системами, побутовою технікою та іншими елементами інфраструктури свого житла дистанційно з будь-якої точки світу, де є доступ до Інтернету. Для цього використовуються смартфони, планшети, ноутбуки або інші пристрої з виходом у мережу.

Основна перевага таких систем полягає в їхній здатності забезпечити автоматизоване управління за попередньо заданими сценаріями або через мобільний додаток у реальному часі. Наприклад, система може автоматично вимикати світло, коли нікого немає в приміщенні. Також розумний будинок здатен оперативно реагувати на аварійні ситуації: виявлення витoku води чи диму призведе до негайного надсилання сповіщення користувачу та, за потреби, запуску аварійного режиму.

Крім зручності, розумний будинок сприяє економії енергії, підвищує рівень безпеки і допомагає краще контролювати витрати. Інтеграція з хмарними сервісами і штучним інтелектом відкриває ще більше можливостей від голосового керування до адаптації системи під звички користувача. Впровадження таких технологій стає все доступнішим і популярнішим, тому розумні будинки вже не є фантастикою, а реальною складовою сучасного життя.

Метою даної роботи є підвищення ефективності використання природних ресурсів в межах будинку та зручності життя у ньому за рахунок розробки смартсистеми на базі платформи Samsung SmartThings. Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні завдання: проаналізувати підходи створення робумних будинків та обрати загальну концепцію побудови смартсистеми для приватного будинку;

- спроектувати смартсистему для приватного будинку;
- обрати відповідне програмне та апаратне забезпечення системи;
- налаштувати роботу системи;
- проаналізувати отримані результати.

1 АНАЛІЗ ПІДХОДІВ СТВОРЕННЯ РОЗУМНИХ БУДИНКІВ

1.1 Загальна концепція систем розумного будинку

Технологія "розумного будинку", також відома як домашня автоматизація або домоелектроніка (термін походить від латинського слова "domus" – дім), являє собою інтегрований підхід до управління житловим простором. Її ключова мета полягає у забезпеченні домовласників підвищеним рівнем безпеки, комфорту, зручності та енергоефективності. Це досягається шляхом надання можливості контролювати інтелектуальні пристрої, найчастіше через спеціалізовані мобільні застосунки або інші мережеві пристрої (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Основні підсистеми «розумного будинку»

Будучи складовою концепції інтернету речей (IoT), системи та пристрої розумного будинку функціонують у взаємодії, обмінюючись даними про патерни споживання та автоматизуючи рутинні дії на основі індивідуальних уподобань мешканців. Важливо підкреслити, що розумний будинок – це не просто сукупність окремих інтелектуальних приладів, а скоординована мережа, здатна до спільної роботи та дистанційного керування [1].

IoT, — це мережа взаємопов'язаних пристроїв, які з'єднуються та обмінюються даними з іншими пристроями IoT та хмарою. Пристрої IoT зазвичай вбудовані в такі технології, як датчики та програмне забезпечення, і можуть

включати механічні та цифрові машини та предмети споживання.

Системи IoT функціонують шляхом збору даних із датчиків, вбудованих у пристрої IoT, які потім передаються через шлюз IoT для аналізу програмою або внутрішньою системою (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Умовне зображення, як IoT збирає дані

Екосистема IoT складається з розумних пристроїв з вебдоступом, які використовують вбудовані системи, такі як процесори, датчики та комунікаційного обладнання, для збору, надсилання та дій на основі даних, отриманих із їхніх середовищ [2].

Швидке впровадження сучасних технологій, включаючи штучний інтелект, IoT та інші, суттєво впливає на розширення ринку. Ринок розумних будинків зріс завдяки зростанню рівня прийняття IoT як у розвинених, так і в країнах, що розвиваються (рис 1.3). Теж слід зазначити що зацікавленість людей до технологій «розумних будинків» підштовхує зростання електронних пристроїв починаючи з авто-годовниці для тварин і закінчуючи зволожувачами повітря [1].

Smart Home Market Share, By Region, 2024 (%)

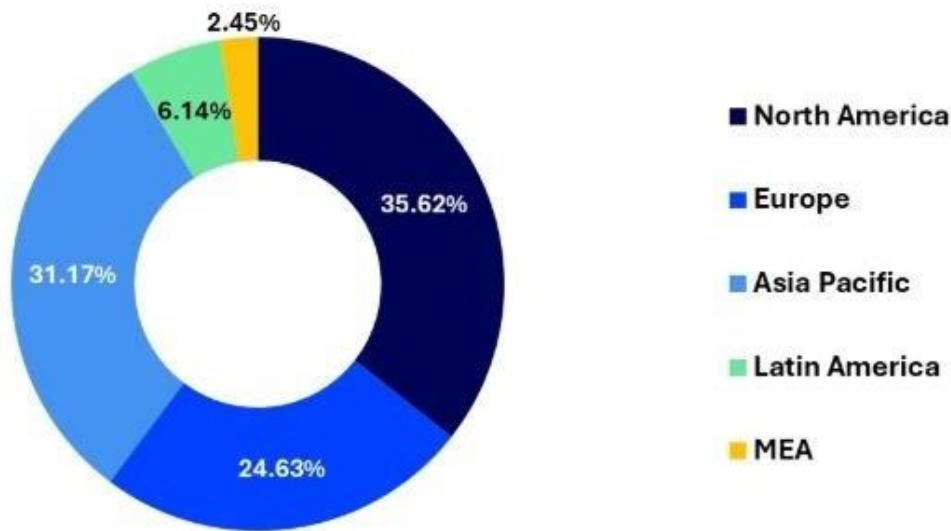


Рисунок 1.3 - Статистика ринку «розумних будинків» у світі

Впровадження інтелектуальних технологій у побутову сферу відкриває широкий спектр переваг для користувачів. Ці переваги охоплюють як підвищення практичності у використанні звичних приладів, наприклад, надаючи можливість дистанційно запустити пральну машину, перебуваючи поза домом, так і значне покращення комфорту проживання. Зокрема, однією з відчутних переваг є можливість дистанційного керування кліматичними параметрами оселі, що дозволяє, наприклад, заздалегідь відрегулювати температуру термостата у холодну зимову погоду, забезпечуючи теплий прийом після повернення. [2]

До поширених переваг розумного будинку можна віднести:

- підвищення рівня безпеки;
- персоналізована зручність та комфорт;
- персоналізація створює максимально комфортне та затишне середовище;
- забезпечення спокою та підтримка незалежності;
- безпеки та контролю;
- оптимізація енергоефективності;
- економія ресурсів та фінансових коштів;
- зручне керування завданнями за допомогою голосових помічників.

Однією з ключових переваг інтелектуальних домашніх систем є значне підвищення рівня безпеки та впевненості домовласників. Завдяки можливості дистанційного моніторингу та контролю за різними аспектами житла, користувачі можуть ефективно запобігати потенційним небезпекам. Наприклад, віддалений доступ дозволяє перевірити, чи вимкнена праска або кавоварка, що випадково залишилися увімкненими, а також переконатися, що входні двері надійно зачинені. Така функціональність забезпечує спокій та дозволяє уникнути можливих неприємностей [3].

Розумні будинки вирізняються здатністю адаптуватися до індивідуальних уподобань користувачів, забезпечуючи безпрецедентний рівень зручності. Системи можуть бути запрограмовані на виконання певних дій автоматично, реагуючи на повернення мешканців додому. Наприклад, можливе налаштування автоматичного відкриття гаражних воріт, ввімкнення освітлення, активації каміна та запуску улюбленого музичного плейлиста одразу після прибуття. Така Технології IoT, інтегровані в розумні будинки, відіграють важливу роль у забезпеченні душевного спокою для членів родини та опікунів. Вони надають можливість дистанційного моніторингу стану здоров'я та самопочуття літніх людей. Це дозволяє їм довше залишатися у звичній домашній обстановці, зберігаючи незалежність, замість того, щоб переїжджати до спеціалізованих закладів. Віддалений контроль параметрів життєдіяльності та можливість оперативного реагування у разі потреби забезпечують відчуття. Інтелектуальні системи розумного будинку сприяють значному підвищенню енергоефективності житла. Замість безперервної роботи кліматичного обладнання, система може аналізувати поведінку мешканців та автоматично регулювати температуру таким чином, щоб забезпечити комфорт до моменту їхнього повернення, уникаючи зайвих витрат енергії. Такий підхід не лише зменшує комунальні платежі, але й сприяє більш раціональному використанню енергетичних ресурсів [3].

Ефективне управління ресурсами є ще однією вагомою перевагою розумних будинків. Наприклад, інтелектуальні системи поливу газону можуть визначати фактичну потребу у волозі та забезпечувати зрошення лише тоді, коли це необхідно, та в оптимальній кількості. Завдяки комплексному підходу до автоматизації та розумного налаштування різних домашніх систем, досягається більш ефективне

використання енергії, води та інших ресурсів, що призводить до значної економії як природних багатств, так і особистих коштів споживачів.

Інтеграція розумних віртуальних помічників, таких як Google Home або Amazon Echo, відкриває нові можливості для керування домашніми пристроями та виконання різноманітних завдань за допомогою голосових команд. Завдяки технології розпізнавання мовлення, домовласники можуть легко вмикати музику, здійснювати пошук інформації в Інтернеті, керувати освітленням та іншими елементами розумного будинку, використовуючи лише свій голос[4]. Це забезпечує додатковий рівень зручності та робить взаємодію з технологіями більш інтуїтивно зрозумілою.

Незважаючи на численні переваги, системи автоматизованого управління будинком зіткнулися з труднощами на шляху до масового поширення. Однією з ключових перешкод є їхня технологічна насиченість, яка може відлякувати потенційних користувачів. До основних недоліків, що стримують розвиток розумних будинків, можна віднести наступні:

- залежність від стабільного інтернет-з'єднання;
- сприйняття складності користувачами;
- проблема відсутності єдиних стандартів;
- потенційні ризики у сфері безпеки;
- питання конфіденційності персональних даних;
- лояльність нових користувачів;
- висока вартість впровадження.

Критичною умовою для належного функціонування розумного будинку є наявність надійного та безперебійного інтернет-з'єднання. Будь-які проблеми з мережею, такі як нестабільний сигнал або повні відключення, можуть призвести до втрати працездатності всіх підключених інтелектуальних пристроїв та гаджетів.

Для багатьох потенційних користувачів технології розумного будинку можуть здаватися надмірно складними та вимагати значних зусиль для освоєння. Недостатнє розуміння принципів роботи або брак терпіння у процесі налаштування можуть стати суттєвою перешкодою [4]. У відповідь на це, виробники та галузеві об'єднання активно працюють над спрощенням інтерфейсів та покращенням досвіду користувача, прагнучи зробити технологію доступною та

зручною для людей з різним рівнем технічної підготовки [5].

Однією з перешкод на шляху повної ефективності систем домашньої автоматизації є відсутність універсальних стандартів. Для безперебійної взаємодії пристроїв різних виробників необхідна їхня сумісність на рівні протоколів зв'язку. Оскільки ринок розумних будинків все ще перебуває на стадії становлення, єдиний загальноприйнятий стандарт поки що не сформовано. Проте, галузеві альянси активно співпрацюють з виробниками та розробниками протоколів для забезпечення кращої сумісності та створення більш інтегрованого та зручного користувацького досвіду.

Активне використання пристроїв IoT у розумних будинках створює нові виклики у сфері кібербезпеки. Значна частина таких пристроїв не має належного вбудованого шифрування, що робить їх потенційно вразливими для зовнішніх атак. Крім того, вони можуть стати точками проникнення до більш широкої домашньої мережі, збільшуючи загальну поверхню атаки для злоумисників. Згідно з дослідженнями, значна частина споживачів висловлює занепокоєння щодо безпеки своїх розумних пристроїв. У випадку успішного проникнення хакери можуть отримати контроль над критично важливими функціями будинку, такими як освітлення, сигналізація та замки, що може призвести до серйозних наслідків[6].

Значне занепокоєння серед власників розумних будинків викликає також питання конфіденційності їхніх персональних даних. Збір та передача інформації пристроями розумного будинку з метою персоналізації послуг та покращення продуктів викликає обґрунтовані побоювання щодо можливого несанкціонованого доступу або контролю [7]. Довіра та прозорість у питаннях обробки даних є критично важливими для виробників, які прагнуть завоювати ринок [8].

Незважаючи на тенденцію до зниження цін, вартість багатьох пристроїв для розумного будинку залишається досить високою. Повне оснащення житла інтелектуальними технологіями може вимагати значних фінансових інвестицій, що є суттєвим бар'єром для багатьох потенційних покупців.

1.2 Аналіз концепцій побудови смартбудинку

Для справноного керування та налаштування роботи розумного будинка необхідна потужна платформа, яка буде поєднувати всі функції та пристрої, які будуть входити в еко-систему «розумного будинку» [9].

Розглянемо декілька варіантів концепцій побудови і керування розумним будинком, а саме: застосунок Apple Home, застосунок Samsung SmartThings, розумний дім на базі плати Arduino.

1.2.1 Використання застосунку Apple Home

Apple Home це спеціальне програмне забезпечення, розроблене компанією Apple, яке дозволяє користувачам пристроїв на базі iOS (таких як iPhone, iPad, Apple TV чи Apple Watch) налаштовувати, об'єднувати та керувати різними розумними побутовими пристроями в рамках єдиної екосистеми. Іншими словами, Home є програмною платформою, яка забезпечує взаємодію сумісних «розумних» приладів. Ця платформа створена для того, щоб зробити використання домашньої автоматизації максимально простим, безпечним і зручним для кінцевого користувача. Вперше Home було офіційно представлено у 2014 році під час анонсу операційної системи iOS 8 [11].

Для керуванням Home у віддаленому режимі потрібен Home Hub. Це може бути HomePod, Apple TV або iPad (який залишено вдома).

Для загального початку користування вам знадобиться: Пристрій Apple (iPhone, iPad, MacBook або Apple Watch) з актуальною версією iOS. Рекомендується використовувати найновішу версію операційної системи для повного доступу до функцій HomeKit; щонайменше один аксесуар, сумісний із HomeKit; домашня Wi-Fi мережа з підключенням до інтернету (необхідна для можливості віддаленого керування пристроями); центр управління HomeKit — один із таких пристроїв: Apple TV, HomePod mini або iPad, який налаштований як домашній хаб.

Після завершення підготовчого етапу та збору всіх необхідних компонентів для інтеграції розумного дому на базі HomeKit, користувач приступає до основного етапу конфігурації системи. Важливо враховувати, що архітектура HomeKit ґрунтується на чіткій ієрархічній структурі, де кожен елемент виконує

строго визначені функціональні обов'язки.

Основною структурною одиницею системи є об'єкт "Дім", який виступає центральною локацією для всіх подальших налаштувань. В межах цієї структури обов'язковим елементом є принаймні одна "Кімната" - базовий просторовий елемент, до якого прив'язуються фізичні пристрої. Мінімальна вимога для активації системи передбачає наявність хоча б одного сумісного аксесуара, що інтегрується з платформою HomeKit.

Для підвищення ефективності керування система пропонує механізми групування, зокрема створення "Зон" (об'єднання кількох кімнат) та "Груп" (логічне об'єднання аксесуарів). Особливу увагу варто приділити функціоналу "Сцен", які дозволяють одночасно змінювати стан кількох пристроїв для створення заданих атмосферних умов (наприклад, "Кінотеатр", "Ранок" чи "Відпочинок").

Найбільш складним, але й найбільш корисним елементом є система "Автоматизацій", яка передбачає виконання заданих дій при настанні певних умов (тригерів). Типовими прикладами можуть бути автоматичне вмикання освітлення при наближенні власника до будинку (з використанням геозон) або зміна температурного режиму за розкладом. Для коректної роботи автоматизацій необхідна наявність активного домашнього хабу (Apple TV або HomePod mini), який виконує роль центрального процесора системи навіть у відсутності власника.

Таким чином, процес налаштування HomeKit є багатоетапним і вимагає послідовного створення всіх структурних елементів системи - від базових просторових одиниць до складних автоматизованих сценаріїв, що в сукупності забезпечує комплексне управління інфраструктурою розумного дому.

Даний додаток дає змогу керувати великим спектром пристроїв а саме:

- освітлення;
- розумні термостати для контролю температури в будинку;
- дверні замки;
- камери безпеки та відеодомофони;
- датчики руху;
- жалюзі та штори;
- пристрої для контролю за якістю повітря;

- розетки та розподільники;
- інтеркоми та аудіосистеми;
- кухонні прилади;
- системи поливу;
- розумні вентилятори та обігрівачі;
- розумні автопаркувальні системи;
- гаражні ворота.

Додаток Apple Home, розроблений для керування системами «розумного дому», демонструє ряд переваг, що ґрунтуються на його тісній інтеграції з екосистемою Apple. Він забезпечує безпроблемну взаємодію з пристроями iPhone, iPad, Mac, Apple Watch та HomePod, пропонуючи користувачам високий рівень безпеки завдяки шифруванню даних та можливості локальної обробки команд без необхідності постійного інтернет-з'єднання. Інтерфейс програми відрізняється інтуїтивною зрозумілістю та зручністю використання, а підтримка голосового асистента Siri дозволяє керувати пристроями за допомогою голосових команд. Додаткова функціональність включає можливість налаштування автоматизованих сценаріїв, що підвищує рівень комфорту та енергоефективності. Однак Apple Home має певні обмеження, зокрема вузький спектр підтримуваних пристроїв, оскільки не всі гаджети сумісні з HomeKit. Вартість рішення є відносно високою, а для повноцінного функціонування системи необхідне використання пристроїв Apple, таких як iPhone, iPad або Mac. Крім того, деякі функції можуть бути недоступні в окремих регіонах через обмежену підтримку.

Таким чином, Apple Home є ефективним рішенням для користувачів, які вже використовують технології Apple, але його застосування може бути обмежене через специфічні вимоги до апаратного забезпечення та регіональні особливості.

1.2.2 Програмне забезпечення Samsung SmartThings

Samsung SmartThings це спеціальне програмне забезпечення, розроблене компанією Samsung, яке дозволяє користувачам пристроїв на базі Android та iOS

налаштовувати, об'єднувати та керувати різними розумними побутовими пристроями [10].

Для ефективного функціонування системи керування розумним домом на базі Samsung SmartThings необхідне виконання ряду базових умов. Першочерговою вимогою є наявність стабільного підключення до Інтернету, оскільки більшість функцій системи залежать від постійного зв'язку з хмарними сервісами. Ключовим елементом керування виступає офіційний мобільний додаток SmartThings, який необхідно встановити на смартфон або планшет. Для забезпечення синхронізації даних між пристроями та збереження персоналізованих налаштувань потрібно створити обліковий запис Samsung, що є обов'язковим етапом ініціалізації системи.

Після підготовки необхідної інфраструктури починається етап безпосереднього налаштування системи. Першим кроком є створення цифрової моделі житлового простору в додатку SmartThings. Користувач має можливість імпортувати фото плану будинку або вручну відтворити просторову структуру приміщень за допомогою вбудованого редактора. Наступним етапом є прив'язка інтелектуальних пристроїв до конкретних кімнат, що дозволяє створювати логічні зв'язки між фізичним розташуванням пристроїв та їх віртуальним представленням у системі.

Для підвищення рівня автоматизації передбачено механізм сценаріїв ("Вдома", "Доброго ранку", "Нічний режим" тощо), які дозволяють одночасно керувати групами пристроїв відповідно до заданих умов або розкладу. Додатково система пропонує функціонал для об'єднання пристроїв або приміщень у групи та зони, що значно спрощує централізоване керування великими просторами або однотипними пристроями. Ця функція особливо корисна для складних інфраструктур, де потрібно одночасно керувати системами освітлення, клімату чи безпеки в межах цілих поверхів або функціональних зон.

Таким чином, процес впровадження Samsung SmartThings передбачає чітку послідовність дій: від забезпечення технічних передумов до деталізованого

налаштування просторової організації та логіки роботи системи, що в сукупності забезпечує зручне та ефективне керування інфраструктурою розумного дому.

За допомогою додатку Samsung SmartThings через смартфон можна:

- розумні лампи;
- розумні розетки;
- камери;
- термостати;
- розумні замки;
- пілососи;
- телевізори;
- аудіосистеми;
- клапани;
- кухонні прилади;
- годівниці для тварин;
- жалюзі/штори;
- датчики диму;
- датчики вологості.

Samsung SmartThings є комплексним рішенням для управління та інтеграції систем «Розумного будинку», що забезпечує широку функціональність та зручність використання. Головною перевагою платформи є її універсальна сумісність із різноманітними пристроями, включаючи освітлення, термостати, системи безпеки, замки та побутову техніку від різних виробників, що дозволяє будувати масштабовані екосистеми. Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс спрощує налаштування та керування, роблячи технологію доступною навіть для користувачів без технічного досвіду.

Важливою особливістю SmartThings є підтримка автоматизації, зокрема створення сценаріїв для оптимізації енергоефективності, безпеки та комфорту (наприклад, автоматичне вимкнення світла при відсутності користувача або регулювання температури за розкладом). Платформа також відрізняється гнучкістю завдяки можливостям розширення функціоналу шляхом додавання

нових пристроїв та інтеграції з іншими сервісами, а також забезпечує захист даних за допомогою надійного шифрування.

Однак SmartThings має певні обмеження, такі як залежність від стабільного інтернет-з'єднання для роботи основних функцій, що може призводити до незручностей у разі перебоїв. Крім того, вартість окремих пристроїв та аксесуарів може бути високою, а для підключення деяких компонентів необхідне додаткове обладнання (хаби), що ускладнює розгортання системи. Також існують регіональні обмеження щодо доступності повного функціоналу.

Таким чином, Samsung SmartThings пропонує потужний інструмент для побудови інтелектуального житлового простору, але його впровадження потребує врахування технічних та фінансових аспектів.

1.2.3 Розумний будинок на базі плати Arduino

Сучасні розумні будинки, побудовані на основі платформи Arduino, представляють собою інноваційні системи автоматизації, що дають змогу інтелектуально керувати різноманітними функціями житлового простору. Завдяки використанню мікроконтролерів Arduino, користувачі можуть програмно налаштовувати та регулювати аспекти системи [12].

Щоб керувати розумним будинком на Arduino у віддаленому режимі, потрібно забезпечити зв'язок між Arduino та Інтернетом, а також створити інтерфейс керування (мобільний додаток, веб-панель, API тощо). Для налаштування знадобиться наступний список того, що необхідно:

- мікроконтролер з доступом до інтернету;
- arduino iot cloud app - засіб зв'язку з користувачем (інтерфейс);
- реле-модулі (для світла, побутових приладів);
- сенсори для зворотного зв'язку.

Після того як усі необхідні компоненти для розумного дому на Arduino зібрані, потрібно виконати налаштування це поетапний процес, який включає підключення, програмування, тестування та налаштування взаємодії з інтерфейсом користувача. Для цього знадобиться наступне:

- складання електронної схеми;

- підключення до wi-fi (або мобільного інтернету);
- завантаження прошивки на arduino;
- налаштування інтерфейсу керування у blynk.

У системі розумного будинку на базі Arduino можна керувати різноманітними електронними, електромеханічними та побутовими пристроями. У розумному будинку на базі Arduino можна керувати різноманітними пристроями, залежно від потреб та фантазії. Якщо виділити основні категорії пристроїв, які піддаються автоматизації у цій системі:

- освітлення;
- обігрівачі/кондиціонери;
- системи зволоження/осушення;
- теплі підлоги;
- камери спостереження;
- димові та газові датчики;
- побутова техніка;
- водяні насоси;
- електромагнітні клапани.

Система "розумного будинку" на базі Arduino представляє собою економічно доступне та адаптивне рішення для домашньої автоматизації, що відрізняється значними перевагами, але водночас має певні технологічні обмеження.

До основних переваг даного рішення належить його вартісна доступність комплектуючі для Arduino, такі як датчики, реле та інші модулі, є значно дешевшими у порівнянні з готовими промисловими системами. Відкрита архітектура платформи та наявність великої спільноти розробників забезпечують доступ до численних бібліотек, прикладів програмного коду та схем, що значно спрощує процес розробки. Система відзначається високою гнучкістю, дозволяючи створювати індивідуальні рішення для конкретних завдань, а також забезпечує можливість інтеграції з різними IoT-платформами.

Однак, реалізація "розумного будинку" на базі Arduino має ряд істотних недоліків. Технічні обмеження базових плат, таких як Arduino Uno, що виражаються у недостатньому обсязі пам'яті та обмеженій продуктивності, ускладнюють реалізацію складних систем. Для успішної розробки та впровадження необхідні спеціальні технічні знання в галузі електроніки та програмування. Відсутність промислової надійності, пов'язана з використанням макетних плат, знижує стійкість системи до зовнішніх впливів.

Функціональність системи обмежена невеликою дистанцією керування без використання додаткових модулів зв'язку, а масштабування для великих приміщень вимагає застосування додаткових контролерів або переходу на більш потужні рішення. Відсутність стандартизованого інтерфейсу, на відміну від комерційних екосистем, додатково ускладнює процес інтеграції та експлуатації. Таким чином, хоча Arduino і пропонує гнучке та економічно вигідне рішення для домашньої автоматизації, його застосування може бути обмеженим через технічні особливості та вимоги до кваліфікації користувача. Успішне впровадження таких систем часто вимагає базових знань в електроніці, програмуванні та роботі з мережею.

1.3 Аналіз протоколів зв'язку та інтеграції

Протоколи зв'язку є фундаментальною основою для взаємодії smart-пристроїв та екосистем, що формують "розумний будинок". Їхню роботу можна порівняти з людським спілкуванням: для ефективного порозуміння необхідна спільна мова та достатній рівень сигналу [13]. Саме протоколи забезпечують можливість різним пристроям і системам "розмовляти" між собою, роблячи систему розумного будинку комунікабельною та здатною до швидкої реакції, а житло – більш енергоефективним, комфортним і безпечним. На сьогоднішній день існує велика кількість протоколів для розумного будинку, серед яких добре

відомі Wi-Fi, популярні Zigbee та Z-Wave. Кожен з цих протоколів володіє власними унікальними характеристиками та перевагами. Далі ми детальніше розглянемо принципи роботи згаданих протоколів.

Розглянемо принцип функціонування протоколу Wi-Fi на прикладі розумної Wi-Fi розетки. Цей пристрій встановлює безпосереднє з'єднання з домашнім бездротовим маршрутизатором, отримуючи власну IP-адресу в локальній мережі, що усуває необхідність використання додаткового центрального контролера або шлюзу для її роботи. Після підключення розетки до мережі Інтернет, користувач отримує можливість здійснювати моніторинг її стану та керувати її роботою дистанційно зі свого смартфона, незалежно від свого поточного місцезнаходження.

Основні особливості Wi-Fi:

- висока пропускна спроможність. Наприклад, Wi-Fi 6-го покоління – до 11 Гбіт/с, а 7-го – до 30 Гбіт/с;
- висока швидкість передачі;
- широкий діапазон підключення.

Протокол Wi-Fi є привабливим варіантом для створення інфраструктури розумного будинку, перш за все завдяки тому, що переважна більшість сучасних домогосподарств вже обладнана бездротовими Wi-Fi маршрутизаторами. Крім того, Wi-Fi часто використовується в тих сценаріях, де потрібна висока пропускна здатність для передачі значних обсягів даних.

Протокол Z-Wave являє собою спеціалізоване бездротове рішення, розроблене для керування домашньою автоматикою (також відоме як Home Automation Protocol). Його першочергово було створено компанією Zensys, яка наразі є частиною Sigma Designs. У 2013 році протокол зазнав значних покращень, в результаті чого з'явилася його оновлена версія під назвою Z-Wave Plus. Важливо відзначити, що, на відміну від протоколів Bluetooth та Wi-Fi, які спочатку розроблялися для інших цілей і лише згодом знайшли застосування в індустрії розумного будинку, Z-Wave був спроектований саме для потреб домашньої автоматизації.

Переваги Z-Wave включають:

- високу захищеність мережного протоколу;
- низьке енергоспоживання, робота гаджетів на одній батарейці сягає кількох років;
- стабільність зв'язку;
- можливість керування на відстані до 100 метрів на відкритій місцевості;
- сумісність з інтелектуальними приладами від різних виробників з логотипом z-wave;
- z-wave – це низькочастотна мережа, що працює в радіочастотному діапазоні близько 900 мгц, який більше не використовується іншими радіопристроями. це робить цю мережу менш сприйнятливою до радіоперешкод, а нижча довжина хвилі дозволяє сигналу краще проходити крізь стіни та інші перешкоди;
- розширення доступне будь-якої миті, ви зможете під'єднати до 232 смарт гаджетів в одну екосистему.

Протокол Z-Wave використовує топологію комірчастої мережі для розширення зони покриття та підвищення стабільності зв'язку. Така мережа є самоорганізуючою екосистемою, міцність та надійність якої зростають із додаванням нових інтелектуальних пристроїв. Це пояснюється тим, що пристрої Z-Wave, які мають постійне підключення до електромережі, можуть функціонувати як ретранслятори сигналу для інших пристроїв. Завдяки цьому сигнал може передаватися послідовно від одного пристрою до іншого, доки не досягне центрального контролера.

Протокол Zigbee, розроблений ще в 90-х роках минулого століття, має значну історію розвитку та зарекомендував себе як надійне рішення для домашньої автоматизації. Його ключовими характеристиками є низьке енергоспоживання, локальний радіус дії та вбудоване шифрування каналу зв'язку, що забезпечує безпечну передачу даних у межах розумного будинку

Переваги Zigbee включають:

- можна створювати систему з різних пристроїв і брендів;
- підтримує десятки типів пристроїв: освітлення, датчики, розетки, замки, термостати та інші;
- місцева мережа zigbee не потребує постійного підключення до інтернету для роботи пристроїв;
- забезпечує тривалий час роботи без частого заряджання або заміни батарей.

Протокол Zigbee може підтримувати до 65 тис. пристроїв, об'єднаних у мережу за допомогою мережевої топології. У специфікації Zigbee 3.0 ця особливість посилена: практично кожен пристрій, що має постійне підключення до електромережі та інтегрується в екосистему, може виконувати функцію хаба (ретранслятора). Така архітектура значно підвищує загальну надійність та стійкість системи до виходу з ладу окремих елементів."

Аналіз технічних характеристик основних протоколів демонструє, що кожне рішення має чітку сферу застосування в розумному будинку. Wi-Fi, незважаючи на високе енергоспоживання, залишається оптимальним вибором для пристроїв, що потребують високої пропускної здатності (відеоспостереження, медіасистеми). Протоколи Zigbee та Z-Wave, завдяки низькому енергоспоживанню та mesh-мережам, ідеально підходять для розгортання масштабних мереж датчиків і виконавчих пристроїв, особливо там, де критично важлива автономність роботи (табл 1.1).

Таблиця 1.1 Порівняння протоколів зв'язку

Фактор	Wi-Fi	Zigbee	Z-Wave
Енергоефективність	Ні	Так	Так
Масштабованість	Обмежена	Так	Так
Сумісність	Універсальний	Обмежена	Висока
Вартість	Низька	Середня	Висока

1.4 Аналіз ризиків та проблем впровадження розумних будинків

Незважаючи на численні переваги технологій розумного дому, їх впровадження супроводжується низкою суттєвих технічних, фінансових та ергономічних викликів, які можуть виникати вже на початкових етапах інтеграції.

Першочерговим бар'єром для широкого впровадження залишається значна капіталоемність проекту. Хоч ринкові ціни на інтелектуальні пристрої демонструють тенденцію до зниження, комплексне оснащення житлового простору все ще вимагає істотних інвестицій. До фінансового навантаження варто додати вартість професійного монтажу, регулярного технічного обслуговування та потенційних модернізацій системи [6].

Технологічна фрагментація ринку створює серйозні проблеми сумісності. Наявність різнорідних стандартів зв'язку (Zigbee, Z-Wave, Wi-Fi, Bluetooth) та пропрієтарних екосистем призводить до обмеженої взаємодії між пристроями різних виробників. Особливу складність становлять випадки, коли окремі бренди розробляють власні закриті протоколи, що унеможлиблює їх інтеграцію в уніфіковану систему керування.

Енергетична інфраструктура також потребує ретельного планування. Енергоємні пристрої (системи відеоспостереження, клімат-контролю тощо) створюють підвищене навантаження на мережу, що може призводити до перевантажень, особливо при використанні децентралізованих джерел живлення. Це вимагає ретельного розрахунку потужності та впровадження резервних схем електропостачання.

Питання кібербезпеки та захисту даних займають особливе місце серед потенційних ризиків. Інтелектуальні системи постійно збирають, обробляють та передають масиви конфіденційної інформації – від графіків перебування мешканців до їх побутових звичок [14]. Незважаючи на впровадження сучасних

методів шифрування, залишається актуальною проблема потенційних витоків даних або несанкціонованого доступу до системи.

Ергономічні аспекти інтерфейсів керування часто недооцінюються. Складні багаторівневі меню, недостатньо інтуїтивна навігація та необхідність використання численних додатків створюють значні труднощі для користувачів без технічної підготовки. Це особливо критично для літніх користувачів або осіб з обмеженими цифровими навичками.

Для подолання цих обмежень необхідний комплексний підхід, що включає:

- розробку уніфікованих стандартів взаємодії;
- вдосконалення енергоефективності пристроїв;
- реалізацію багаторівневих систем кіберзахисту;
- створення адаптивних інтерфейсів з підтримкою голосового керування;
- розвиток професійних послуг з проектування та впровадження рішень.

Таким чином, хоча технології розумного дому пропонують значні переваги, їх масове впровадження вимагає подолання низки технологічних та організаційних бар'єрів, що стосуються як апаратної частини, так і користувацького досвіду взаємодії з системою [15].

Важливим фактором, який часто залишається поза увагою при обговоренні розумних будинків, є психологічна адаптація мешканців до нових умов проживання. Перехід від традиційного до автоматизованого середовища потребує періоду звикання, під час якого користувачі можуть відчувати певний дискомфорт або навіть опір змінам. Особливо це стосується змін у повсякденних рутинних діях, які раніше виконувалися механічно, а тепер вимагають взаємодії з технологічними інтерфейсами. Крім того, постійна присутність датчиків та систем моніторингу може спричиняти відчуття надмірного контролю, що впливає на психологічний комфорт мешканців.

Окремо варто звернути увагу на екологічний аспект експлуатації розумних будинків. З одного боку, системи енергоменеджменту сприяють оптимізації

споживання ресурсів, але з іншого - швидке застарівання технічних компонентів і складність їх утилізації створюють нові екологічні проблеми. Виробники стикаються з викликом створення не лише функціональних, але й екологічно стійких рішень, що передбачають можливість апгрейду окремих модулів без необхідності повної заміни системи, а також використання біорозкладних матеріалів у виробництві компонентів. Цей аспект стає особливо актуальним у контексті глобальних зусиль щодо зменшення електронних відходів та переходу до циркулярної економіки [17].

2 ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ

2.1 Вимоги до розроблюваної системи

Метою розробки смартсистеми для приватного будинку є створення інтегрованого рішення, спрямованого на автоматизацію основних житлових процесів з метою підвищення якості життя, забезпечення безпеки та ефективного використання ресурсів. Така система покликана забезпечити інтелектуальне керування інженерними мережами будинку, що дозволить значно підвищити рівень комфорту мешканців шляхом автоматичного регулювання параметрів мікроклімату, освітлення та інших важливих функцій.

Ключовим аспектом є підвищення енергоефективності, що досягається шляхом оптимізації споживання електроенергії та теплової енергії, зниження втрат і раціонального використання ресурсів. Окрема увага приділяється безпеці: система забезпечує постійний моніторинг потенційно небезпечних або нештатних ситуацій, таких як витoki газу, загорання чи несанкціонований доступ, із можливістю оперативного інформування користувача та автоматичного реагування.

Крім того, реалізовано функціонал віддаленого керування всіма компонентами системи через зручний мобільний додаток або веб-інтерфейс, що

надає користувачеві повний контроль над будинком незалежно від його фізичного місцезнаходження. Таким чином, смарт-система спрямована на створення сучасного, безпечного, технологічно просунутого та енергоефективного житлового середовища, яке відповідає вимогам сучасного стилю життя та сприяє підвищенню загального рівня добробуту мешканців.

Система розумного керування повинна забезпечувати широкий спектр функціональних можливостей, спрямованих на автоматизацію житлових процесів, підвищення комфорту, безпеки та енергоефективності. До основних вимог до функціональності охоплюють певні підсистеми які мають бути присутні

Система керування освітленням повинна реалізовувати можливість інтелектуального керування освітленням приміщень і території за допомогою автоматичного вмикання та вимикання світлових приладів на основі заздалегідь визначеного розкладу або в залежності від показників датчиків руху й рівня освітленості. Має бути передбачена підтримка регулювання яскравості світильників (димування), що дозволить створювати комфортне середовище відповідно до потреб користувача. Також необхідна можливість реалізації групових сценаріїв освітлення, таких як «Вечірній режим», «Ранковий підйом» або «Нічна підсвітка», з метою автоматизованого налаштування освітлення для конкретних ситуацій.

Система клімат-контроль повинна забезпечувати безперервний моніторинг мікрокліматичних параметрів, зокрема температури та вологості повітря, з подальшим автоматичним керуванням системами опалення, кондиціонування та вентиляції. Повинна підтримуватись можливість налаштування та перемикання між різними режимами роботи наприклад, «День», «Ніч», «Відсутність вдома» з урахуванням оптимізації енергоспоживання та забезпечення комфортного клімату в приміщенні.

Підсистема безпеки та охорони функціонал якої має включати відеоспостереження з використанням камер, обладнаних детекторами руху та функцією збереження відеоархіву в хмарному сховищі. Система повинна

інтегрувати датчики відкриття дверей і вікон, виявлення розбиття скла, а також забезпечувати автоматичне сповіщення користувача про загрозу шляхом надсилання SMS або push-сповіщень у мобільному застосунку. Має бути передбачена можливість налаштування сигналізації та сценаріїв реагування на позаштатні ситуації.

Керування електроприладами системи, яка повинна підтримувати функцію дистанційного вмикання та вимикання побутових електроприладів через смарт-розетки, а також здійснювати моніторинг рівня енергоспоживання з метою виявлення перевантажень та запобігання аварійним ситуаціям. Забезпечення контролю за електричним навантаженням дозволить підвищити енергоефективність та безпечність експлуатації електромережі.

Для забезпечення ефективної інтеграції та взаємодії компонентів розумного будинку необхідна підтримка сучасних бездротових протоколів зв'язку, зокрема Wi-Fi, Zigbee пристроями систем. Система повинна працювати як в онлайн-режимі через Інтернет, так і в локальному режимі без залежності від зовнішніх сервісів, що гарантує стабільність та автономність роботи. Для розширення функціональності має бути реалізовано API-інтерфейс, що дозволить інтегрувати систему з популярними платформами керування розумним будинком, такими як Google Home, Apple HomeKit тощо.

Система розумного керування для приватного будинку повинна відповідати низці критичних нефункціональних вимог, які забезпечують її стабільність, безпечність, ефективність та здатність до подальшого розвитку.

Першочерговою вимогою є надійність: архітектура системи повинна бути спроектована таким чином, щоб відмова будь-якого окремого компонента сенсора, модуля зв'язку чи виконавчого пристрою не призводила до повної зупинки роботи всієї системи. Необхідно забезпечити високий рівень відмовостійкості за рахунок резервування критичних елементів, застосування перевірених протоколів зв'язку та впровадження механізмів самодіагностики.

Масштабованість системи має забезпечувати можливість легкого додавання нових пристроїв або підсистем без потреби в кардинальній зміні базової архітектури. Це передбачає модульну побудову системи, підтримку стандартних інтерфейсів та протоколів, а також здатність до гнучкої інтеграції з новими елементами апаратного й програмного забезпечення.

Важливим аспектом є захищеність усіх компонентів системи, зокрема конфіденційності та цілісності даних. Передбачене використання сучасних методів шифрування даних як при їх зберіганні, так і під час передачі між пристроями. Система повинна підтримувати автентифікацію користувачів та розмежування прав доступу, щоб виключити можливість несанкціонованого втручання в її роботу.

Крім того, система повинна відповідати вимогам енергоефективності, що є особливо актуальним у контексті постійного функціонування великої кількості пристроїв. Передбачається використання низьковольтних електронних компонентів, оптимізація енергоспоживання в режимах очікування та активної роботи, а також впровадження енергоощадних алгоритмів керування пристроями. Це дозволяє мінімізувати навантаження на електромережу та забезпечити економічність експлуатації системи в довгостроковій перспективі.

Таким чином, дотримання зазначених нефункціональних вимог є критично важливим для забезпечення стабільної, безпечної, гнучкої та ефективної роботи смарт-системи в умовах реального функціонування приватного житлового об'єкта.

З точки зору кінцевого користувача, система розумного керування повинна забезпечувати зручність, простоту взаємодії та повну прозорість у функціонуванні всіх її компонентів. Однією з ключових вимог є наявність інтуїтивно зрозумілого графічного інтерфейсу, реалізованого у вигляді мобільного додатку або веб-платформи, що дозволяє швидко й ефективно керувати основними функціями системи. Інтерфейс повинен бути логічно структурованим, з наочним відображенням стану всіх підсистем і наданням можливості миттєвого доступу до таких функцій, як вмикання/вимикання освітлення, зміна режимів клімат-контролю, активація охоронних сценаріїв тощо.

Крім традиційного керування через додаток, система повинна підтримувати голосове управління шляхом інтеграції з популярними віртуальними помічниками, такими як Siri або Google Assistant. Це забезпечить додаткову зручність для користувачів, дозволяючи виконувати основні команди без необхідності фізичної взаємодії з пристроєм, що є особливо актуальним у побутових умовах.

Ще одним важливим аспектом є реалізація системи журналювання подій, яка передбачає автоматичне збереження історії активності системи: спрацювань сенсорів руху, відкриття дверей або вікон, увімкнення електроприладів, зміни кліматичних параметрів, а також статистику енергоспоживання. Наявність такого журналу дозволяє користувачам здійснювати ретроспективний аналіз роботи системи, виявляти потенційні проблеми, а також краще розуміти динаміку використання ресурсів для подальшої оптимізації.

Таким чином, реалізація зазначених користувацьких вимог забезпечить не лише високий рівень функціональності смарт-системи, а й максимальну зручність, гнучкість та контроль для кінцевого користувача.

2.2 Структура системи

Проектована система розумного керування для приватного будинку базується на модульній архітектурі, яка забезпечує гнучкість, масштабованість та легкість у подальшому обслуговуванні або розширеній функціональності. Архітектура забезпечує чіткий розподіл функціональних обов'язків між окремими компонентами, що дозволяє досягти високої організованості в роботі системи та забезпечити її надійність.

Структура системи включає кілька взаємопов'язаних рівнів.

Рівень користувацького інтерфейсу відповідає за взаємодію кінцевого користувача із системою. На цьому рівні реалізується графічний інтерфейс у

вигляді мобільного додатка або веб-додатка, а також засоби голосового керування через інтеграцію з віртуальними асистентами. Основним завданням цього рівня є забезпечення зручного, інтуїтивного та ефективного доступу до функцій системи керування.

Рівень центрального управління виконує функції обробки даних, рішення та координації роботи всіх підсистем. Саме на цьому рівні розташований основний контролер або сервер, який аналізує інформацію, отриману від датчиків, і формує відповідні команди для виконавчих пристроїв. Крім того, цей рівень використання логіки сценаріїв автоматизації, обробку подій, ведення журналів, а також забезпечує збереження налаштувань і конфігурацій систем.

Рівень комунікації забезпечує надійний обмін інформацією між усіма компонентами системи. Він включає дротові та бездротові канали зв'язку (зокрема, Wi-Fi, Zigbee, Bluetooth тощо), а також відповідні протоколи передачі даних. Основна мета цього рівня — гарантувати стабільну, безпечну й швидку передачу інформації між рівнем керування, інтерфейсом користувача та фізичними пристроями.

Рівень виконавчих пристроїв та сенсорів складається з усіх систем фізичних компонентів, які взаємодіють із навколишнім середовищем. До цього рівня належать датчики руху, температури, вологості, освітленості, відкриття вікон і дверей, а також камери, реле, смарт-розетки, системи освітлення, опалення тощо. Ці пристрої забезпечують команди, сформовані на рівні керування, та забезпечують зворотній зв'язок для прийняття подальших рішень.

Завдяки такій багаторівневій структурі система досягає високого рівня організації, забезпечуючи ефективну взаємодію між її компонентами та можливість адаптації до конкретних потреб користувача або змін у середовищі експлуатації (рис 2.1).

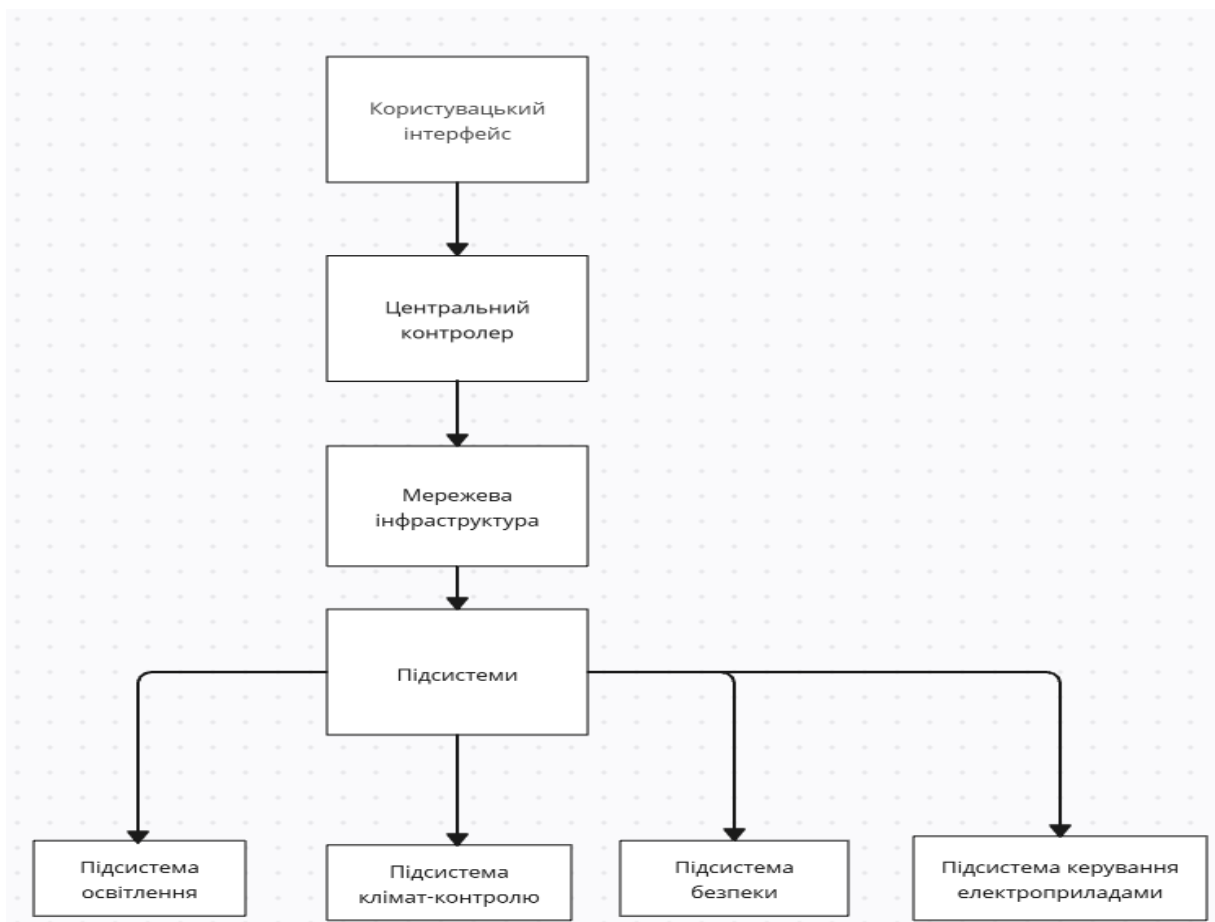


Рисунок 2.1 - Схема структури системи

Інтелектуальна система керування приватним будинком складається з низки взаємопов'язаних компонентів, кожен з яких виконує чітко визначені функції в межах загальної архітектури. Нижче подано структурований опис основних складових цієї системи:

Користувацький інтерфейс є основним засобом взаємодії кінцевого користувача з системою. Він реалізується у вигляді мобільного додатка для платформ Android, а також через веб-інтерфейс для розширеного доступу до налаштувань і аналітики.

Мобільний додаток забезпечує візуалізацію стану всіх систем будинку в реальному часі, дозволяє керувати пристроями, змінювати режими роботи та досягати сценаріїв автоматизації. Веб-інтерфейс, у свою чергу, призначений для

глибокої конфігурації системи, перегляду аналітичних даних та генерації звітів,³⁷ що дає змогу користувачам аналізувати ефективність роботи окремої підсистеми.

Крім того, інтерфейс підтримує голосове керування за допомогою інтеграції з віртуальними асистентом Google Assistant, що надає зручність у повсюдному використанні.

Центральний контролер виконує функції інтелектуального ядра системи. У ролі апаратної платформи будуть використовуватись Raspberry Pi 4. Контролер відповідає за обробку вхідних даних з датчиків, реалізацію логіки сценаріїв автоматизації, керування виконавчими пристроями та зберігання журналів подій.

На програмному рівні основним програмним забезпеченням виступає Home Assistant, який забезпечує широкі можливості інтеграції, конфігурації та розширення системи.

Для забезпечення стабільного та безперервного зв'язку між усіма елементами системи використовується багаторівнева мережева інфраструктура. Основним каналом передачі даних є Wi-Fi-мережа, що забезпечує зв'язок між контролером, мобільними пристроями та хмарним сервером. Для підключення датчиків і виконавчих елементів широко використовується Zigbee-протокол, що відзначається низьким енергоспоживанням і високою надійністю.

Для підвищення стійкості до збоїв передбачено резервний Ethernet-канал, який використовується у разі порушення бездротового з'єднання. Крім того, до архітектури включено хмарний сервер, що забезпечує віддалений доступ до систем з будь-якої точки світу та дозволяє зберегти критичні дані в безпечному середовищі.

Система включає низку підсистем, кожна з яких відповідає за окремий аспект автоматизації. Підсистема освітлення відповідає для автоматичного керування штучним освітленням у приміщеннях і на території. Вона включає датчики руху (наприклад, Aqara), датчики освітленості, а також виконавчі пристрої: розумні вимикачі (Shelly), диммери для регулювання яскравості, які дозволяють реалізувати декоративне змінення освітлення з динамічною кольором.

Підсистема клімат-контролю призначена для забезпечення комфортного мікроклімату в будинку шляхом автоматичного регулювання температури, вологості та якості повітря. До відповідності системи входять датчики температури та вологості (Aqara), датчики рівня CO₂ і летких органічних сполук. Керування створено через розумні термостати (Nest), вентиляційні контролери та інфрачервоні випромінювачі, які дають можливість керувати кондиціонерами дистанційно.

Підсистема безпеки відповідає забезпеченню фізичної безпеки об'єкта. До її складу входять датчики відкриття дверей і вікон (Aqara), детектори диму й витоків газу, а також відеокамери спостереження (Reolink) з функціями детекції руху. Виконавчі пристрої включають сирени, електронні замки/блокіратори дверей та модулі сповіщення, які автоматично надсилають повідомлення користувачу при виникненні загрози.

Підсистема керування електроприладами дозволяє здійснювати контроль над побутовими електроприладами за допомогою розумних розеток і релейних модулів, які підходять для керування пристроями з високим енергоспоживанням. Вбудовані функції моніторингу споживання електроенергії не дозволяють аналізувати витрати та виявляти перевантаження в мережі.

Функціонування системи розумного будинку забезпечується тісною взаємодією між її основними компонентами (рис 2.2): сенсорними пристроями, центральним контролером, виконавчими механізмами, мережею зв'язку та користувальницьким інтерфейсом. Вся система працює в реальному часі з високим ступенем автоматизації та можливістю втручання з боку користувача.

На першому етапі сенсорні пристрої (датчики) містять моніторинг параметрів навколишнього середовища, зокрема температуру, вологість, рівень освітленості, рух, відкриття дверей або вікон, якість повітря тощо. Зібрані дані передаються до центрального контролера через бездротові канали зв'язку (зокрема, за допомогою протоколів Zigbee або Wi-Fi), що забезпечують стабільну та енергоефективну комунікацію між елементами системи.

Отримана інформація обробляється центральним контролером, який аналізує вхідні сигнали на основі наперед визначених правил автоматизації, сценаріїв або умовних логічних операторів. У разі виявлення події, що вимагає втручання (наприклад, перевищення встановленого температурного порогу, зафіксований рух у зоні спостереження чи відчинення вікна), система автоматично ініціює відповідні дії.

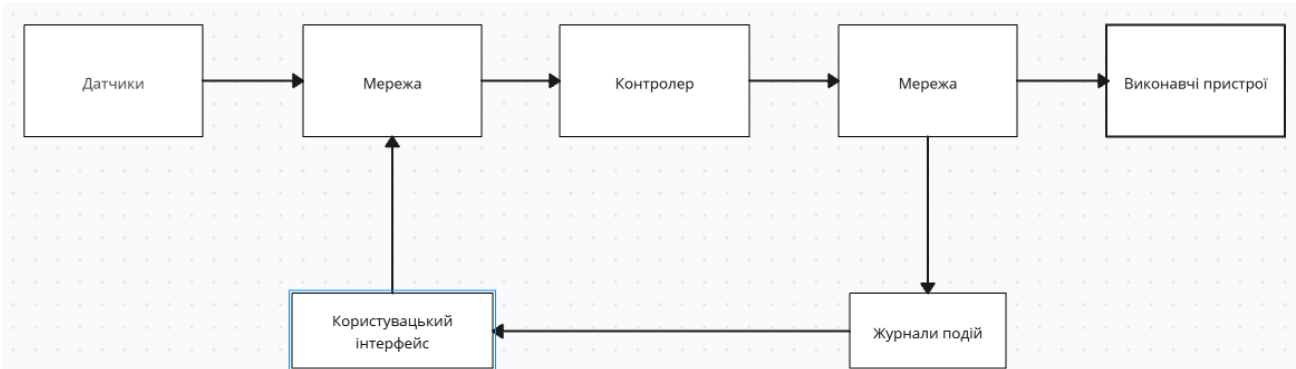


Рисунок 2.2 - Схема зв'язків між компонентами

Завдяки цій скоординованій взаємодії всіх компонентів, система забезпечує високий рівень автономності, гнучкості та зручності в експлуатації, поєднуючи інтелектуальне реагування з повним контролем з боку користувача.

Для забезпечення автоматизації процесів керування та моніторингу в межах приватного будинку було розроблено інтегровану смартсистему, що охоплює основні функціональні зони житла. На рисунку нижче представлено план будинку з нанесеними елементами розумної системи (рис 2.3).

Структура розумної системи для приватного будинку є багаторівневою і забезпечує надійне функціонування в реальному часі. Завдяки розміщенню сенсорів і виконавчих пристроїв у ключових зонах житлового простору, досягається повна автоматизація побутових процесів, підвищення безпеки, комфорту та енергоефективності.



Рисунок 2.3 – План приватного будинку

2.3 Функціонування системи

Робота розумної системи управління побудована за принципом циклічного моніторингу стану середовища з подальшим аналізом і реагуванням на події відповідно до заданих правил. Основний алгоритм роботи завершує п'ять наступних етапів, що забезпечує безперервну роботу системи в режимі реального часу.

На початковому етапі система збору даних за допомогою вбудованих датчиків і датчиків, розміщених у ключових зонах будинку. до таких даних належать: температура повітря, рівень вологості, освітленість, наявність руху, відкриття дверей або вікон, рівень вуглекислого газу, а також сигнали від камер або охоронних пристроїв.

Отримані дані надходять до центрального контролера, який виступає як очисний центр системи. на цьому етапі здійснюється попередня обробка інформації, фільтрація шуму, перевірка наявності відхилень або деяких подій, які потребують втручання.

Після обробки інформація аналізується відповідно до заданих логічних умов і сценаріїв автоматизації. у зв'язку з контекстом і параметрами середовища система приймає рішення про необхідність виконання певних дій. цей етап базується на попередньо налаштованих правилах, профілях користувача, а також на взаємодії між підсистемами (наприклад, одночасне врахування температури та присутності людей).

У разі виявлення події або необхідності зміни стану системи, активуються відповідні виконавчі пристрої. наприклад, можна ввімкнене або вимкнене освітлення, відрегульовану температуру, активовану сигналізацію або надіслане повідомлення користувачу. завдяки цьому досягається оперативна та цілеспрямована реакція на зміну умов у часі.

На завершальному етапі кожна виконана дія або подія, що відбулася в системі, зареєстрована в журналі подій. цей механізм дозволяє зберегти повну історію змін станів, спрацювання датчиків і вручення користувача, що є матеріалом для аналізу, діагностики та підвищення ефективності системи в майбутньому.

Завдяки такій поетапній структурі роботи система забезпечує високий рівень автономності, адаптивності та безперервного самоконтролю, що є критичним місцем для надійного функціонування розумного будинку.

Інтелектуальна система автоматизації житлового простору функціонує на основі взаємодії спеціалізованих підсистем (рис 2.4), кожна з яких виконує визначений набір завдань, спрямованих на підвищення комфорту, безпеки та енергоефективності. Нижче подано детальний опис принципів роботи ключових підсистем освітлення, клімат-контролю та безпеки.

Підсистема освітлення реалізує низку інтелектуальних сценаріїв, які дозволяють автоматично керувати джерелами світла на основі зовнішніх факторів і заданих умов.

Сценарій «Автоматичне освітлення» передбачає реагування на присутність осіб у місці. У разі виявлення руху відповідними датчиками, сигнал передається на центральний контролер, який, у свій час, аналізує рівень природного освітлення протягом однієї години. Якщо рівень світла є недостатнім, контролер активує реле, що відповідає за вмикання штучного освітлення. Після завершення активності (відсутності руху протягом попереднього заданого інтервалу часу), світло автоматично вимикається.

Сценарій «Вечірній режим» реалізується або відповідно до встановленого розкладу, або з урахуванням геолокації користувача (наприклад, при наближенні до будинку). У межах цього режиму активується декоративне підсвічування, а також встановлюється знижена яскравість (наприклад, 50%) основних джерел світла, що сприяє також створеній комфортній атмосфері для відпочинку у вечірній час.

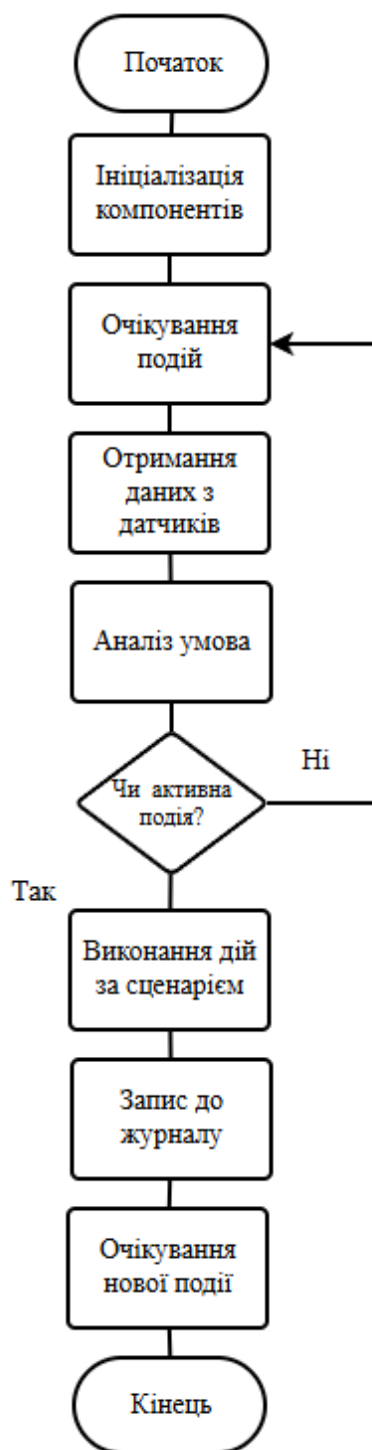


Рисунок 2.4 - Алгоритм роботи системи

Підсистема клімат-контролю призначена для автоматичного підтримання оптимального мікроклімату в приміщеннях залежно від зовнішніх внутрішніх умов.

Температурне регулювання створюється на основі даних, які виходять від температурних і вологісних датчиків з певною часом (наприклад, кожні 5 хвилин). Контролер аналізує отримані показники та порівнює їх із попередніми заданими значеннями для поточного режиму роботи (наприклад, «День», «Ніч», «Відсутність вдома»). У разі виявлення зміни системи автоматично коригує роботу опалювального або кондиціонуючого обладнання. У випадку, якщо параметри виходять за межі критичних значень (наприклад, перегрів або переохолодження приміщення), користувач отримує відповідне повідомлення у вигляді push-сповіщення або SMS.

Підсистема безпеки виконує функції активного моніторингу та захисту приміщень у режимі реального часу, особливо в періоди проживання мешканців.

Режим «Відсутність вдома» активується вручну або автоматично відповідно до геолокаційних даних або розкладу. Після активації в систему охорони включаються всі наявні датчики руху, відкриття дверей/віконів, а також сенсори розбиття скла. Камери відеоспостереження переходять у режим запису з виявленням руху, що дозволяє фіксувати помітну активність. Також запускається автоматичне блокування смарт-замків на входних дверях також за необхідності, активується сирена у разі включення. Для підвищення рівня безпеки реалізовано сценарій імітації присутності: система випадковим чином вмикає освітлення в окремих приміщеннях у вечірній час, створюючи ефект присутності мешканців, що може збільшити кількість злоумисників.

3 ВИБІР КОМПОНЕНТІВ СИСТЕМИ

Розумна система автоматизації базується на пристроях, розділених на логічні групи відповідно до їхніх функціональних можливостей. Нижче наведено класифікацію обраних компонентів із коротким описом кожного.

3.1 Керуюча система

Основою функціонування будь-якої розумної системи є центральний контролер, який виконує роль мозку системи, об'єднуючи всі її компоненти в єдину інтегровану структуру. У запропонованій смартсистемі для приватного будинку центральним елементом обрано Samsung SmartThings Hub третього покоління, що відповідає за обмін даними між пристроями, реалізацію автоматизацій, а також забезпечення інтерфейсу для керування та моніторингу.

SmartThings Hub забезпечує сумісність з більшістю сучасних пристроїв завдяки підтримці кількох комунікаційних протоколів, зокрема Zigbee, Wi-Fi та Bluetooth. Це дозволяє інтегрувати широкий спектр сенсорів, виконавчих пристроїв і побутової техніки без необхідності використання додаткових шлюзів або контролерів. Завдяки хмарній архітектурі Samsung SmartThings, користувач має можливість віддаленого доступу до системи через мобільний застосунок або вебінтерфейс. Це дає змогу керувати пристроями, перевіряти стан системи, налаштовувати автоматизації та отримувати повідомлення про події в реальному часі з будь-якої точки світу.

Інтерфейс користувача реалізується через офіційний застосунок SmartThings для Android та iOS, який має інтуїтивно зрозумілий дизайн та підтримує українську мову. Застосунок дозволяє:

- об'єднувати пристрої у кімнати та зони;
- переглядати історію подій та сповіщень;
- організовувати голосове керування через Google Assistant або Siri.

SmartThings Hub також підтримує локальні автоматизації, які працюють навіть у разі тимчасової втрати підключення до Інтернету. Це особливо важливо для реалізації критично важливих сценаріїв, наприклад, сповіщень про дим чи рух у будинку.

Для забезпечення фізичного з'єднання з мережею SmartThings Hub⁴⁶ підключається через Ethernet-кабель до домашнього маршрутизатора, забезпечуючи стабільне з'єднання. Живлення забезпечується через micro-USB адаптер, а у разі відключення електроенергії пристрій може працювати від батарейок типу AA (до 4 штук).

Таким чином, вибір Samsung SmartThings Hub v3 як центрального контролера обумовлений його широкими можливостями інтеграції, стабільною роботою, високим рівнем безпеки, гнучкістю автоматизації та зручністю використання для кінцевого користувача. Це оптимальне рішення для реалізації комплексної, масштабованої та ефективної смартсистеми для приватного будинку.

3.2 Датчики та сенсори

Датчики та сенсори є ключовими елементами розумної системи управління, оскільки саме вони забезпечують отримання інформації про стан навколишнього середовища, рух, присутність людей, зміну температури, вологості, появу диму тощо. На основі цих даних система приймає рішення щодо виконання певних дій або надсилання сповіщень користувачу. У межах реалізованої смартсистеми використовується декілька типів сенсорів, розділених за функціональним призначенням.

У системі використано датчики присутності Aqara FP2 White, що базуються на технології mmWave-радарів (міліметрових хвиль), які дозволяють з високою точністю виявляти присутність навіть при незначних рухах користувача (наприклад, під час сну або сидіння без руху). На відміну від звичайних датчиків руху, ці пристрої дозволяють точно визначати положення людей у приміщенні, що забезпечує можливість реалізації зонованого керування освітленням або кліматом.

Для стандартного виявлення переміщення в будинку застосовується датчик руху IM6001-MTP, який функціонує на основі інфрачервоної технології (PIR). Цей сенсор використовується для запуску сценаріїв автоматичного увімкнення освітлення, активації камер, блокування замків або надсилання сповіщень при виявленні руху у певних зонах, наприклад, при вході або в гаражі.

У системі інтегровано датчик диму Frient Intelligent Smoke Sensor (FRIZSMSZB-120). Цей сенсор миттєво реагує на появу диму або ознак горіння, активуючи звукову та візуальну сигналізацію, а також надсилає повідомлення через застосунок SmartThings. Завдяки бездротовій технології Zigbee пристрій без затримок передає дані до центрального контролера. Розміщення датчика передбачено у кухонній зоні, поблизу духової шафи.

Для моніторингу кліматичних умов у приміщеннях застосовано Aqara Temperature and Humidity Sensor. Пристрій вимірює температуру, вологість та атмосферний тиск, дозволяючи системі динамічно керувати такими приладами, як очищувачі та зволожувачі повітря. При досягненні критичних значень система може автоматично увімкнути або вимкнути відповідні пристрої через розумні розетки або змінити режим їхньої роботи.

Завдяки можливостям платформи SmartThings та підтримці сценаріїв, система об'єднує дані з декількох сенсорів для досягнення більшої точності. Наприклад, для активації освітлення використовуються як датчики руху, так і присутності, що дозволяє уникнути хибного спрацьовування. Аналогічно, система безпеки може реагувати лише тоді, коли виявлено і рух, і присутність, у період, коли мешканців не має вдома.

Використання якісних і різнопрофільних сенсорів забезпечує надійну, адаптивну та чутливу до змін систему керування будинком. Завдяки високій точності та швидкості передачі даних, смартсистема вчасно реагує на зміну умов, забезпечує комфорт мешканців і підвищує рівень безпеки об'єкта.

3.3 Система відеоспостереження

Підсистема відеоспостереження є важливим елементом безпеки смартсистеми для приватного будинку. Вона виконує функції моніторингу території, ідентифікації руху, фіксації підозрілої активності та забезпечення відео-або фотодоказів у разі надзвичайних ситуацій. У запропонованій системі відеоспостереження реалізовано за допомогою IP-камер TP-LINK Таро С225 та відеодзвінка Aqara Smart Video Doorbell G4.

Для внутрішнього відеоспостереження використано дві IP-камери TP-LINK Таро С225, розміщені у стратегічно важливих зонах: на вході в будинок та в центральній кімнаті (вітальні). Ключові характеристики даної моделі:

- роздільна здатність відео – 2k qhd (2560 × 1440);
- підтримка панорамування (до 360° по горизонталі) та нахилу (до 114° по вертикалі);
- інфрачервоне нічне бачення;
- двосторонній аудіозв'язок;
- виявлення руху, людини, домашніх тварин, крику чи аномального звуку;
- збереження відео на sd-карті (до 512 гб) або в хмарному сховищі taro care.

Ці камери інтегруються в систему Samsung SmartThings через сторонні хаби або API, що дозволяє отримувати доступ до відеопотоку, отримувати повідомлення про рух і вмикати інші пристрої у відповідь на події (наприклад, освітлення або сирену).

На головному вході в будинок встановлено розумний відеодзвінок Aqara G4, який виконує одночасно функцію камери, дзвінка та детектора руху. Основні характеристики пристрою:

- камера з роздільною здатністю 1080p fhd;

- ширококутовий об'єктив (162°);
- інфрачервоне нічне бачення;
- підтримка двостороннього аудіо (мікрофон і динамік);
- виявлення обличчя (локальне та хмарне розпізнавання);
- працює як від батарейок, так і через живлення постійного струму;
- сумісність із smartthings через zigbee або homekit-зв'язок.

Завдяки відеодзвінку користувач може бачити відвідувачів у реальному часі, отримувати миттєві сповіщення при натисканні кнопки дзвінка або виявленні руху, а також відкривати двері (за наявності розумного замка) дистанційно через застосунок.

Система відеоспостереження, реалізована на базі TP-Link Tapo C225 та Aqara G4, забезпечує високий рівень контролю за подіями як всередині будинку, так і на прилеглій території. Камери інтегруються з іншими компонентами системи, створюючи єдине безпечне середовище, яке можна контролювати у режимі реального часу через мобільний застосунок або голосові асистенти.

3.4 Система доступу

Одним із ключових елементів безпеки смартсистеми є система контролю та обмеження фізичного доступу до приміщень. У запропонованій системі ця функція реалізована за допомогою розумних замків Aqara Lock U300, які інтегруються в екосистему SmartThings та забезпечують багаторівневу ідентифікацію користувача, дистанційне управління та журнал подій.

У будинку встановлено два замки Aqara Lock U300 — на головному вході та в приміщенні з підвищеним рівнем доступу. Ці пристрої підтримують декілька способів автентифікації:

- біометрична автентифікація (відбиток пальця);

- цифровий pin-код;
- мобільне розблокування через застосунок smartthings або aqara home;
- тимчасові коди доступу для гостей або працівників;
- резервний механічний ключ на випадок критичних збоїв.

Замки мають вбудовану систему автоматичного блокування, яка активується через визначений час після зачинення дверей. Додатково пристрій обладнано датчиком стану дверей (відчинено/зачинено) та антивандальним сповіщенням.

Завдяки протоколу Zigbee, Aqara Lock U300 повністю інтегрується в платформу Samsung SmartThings.

Система блокування доступу на базі розумних замків Aqara Lock U300 значно підвищує рівень безпеки в будинку. Вона дозволяє точно контролювати, хто, коли і як отримує доступ до приміщень, а завдяки гнучкій інтеграції з іншими елементами системи - реалізовувати автоматизовані сценарії поведінки відповідно до умов середовища або статусу користувача.

3.5 Освітлення

Система розумного освітлення є важливою складовою смартсистеми, оскільки дозволяє підвищити комфорт, енергоефективність та безпеку у приміщенні. Вона забезпечує автоматичне, дистанційне та сценарне керування світловими пристроями на основі присутності, часу доби, освітленості або дій користувача. У проєктованій системі для реалізації інтелектуального освітлення використано розумні Wi-Fi лампи TP-Link Taro L530E, які повністю інтегруються з екосистемою Samsung SmartThings.

У різних приміщеннях будинку встановлено 9 розумних ламп TP-Link Taro L530E, що дозволяють гнучко керувати параметрами освітлення. Основні характеристики моделі:

- регулювання яскравості (димування);
- підтримка мільйонів кольорів rgb;
- тепле та холодне біле світло (2700k–6500k);
- управління через wi-fi без додаткових хабів;
- підтримка голосових асистентів (Google Assistant, Siri, а також інтеграція через matter у smartthings);
- можливість створення розкладів, сценаріїв і автоматизацій.

Завдяки автоматизації та LED-технологіям система освітлення значно знижує витрати на електроенергію. Розумні лампи працюють лише за потреби, автоматично вимикаються в порожніх кімнатах, і дозволяють регулювати яскравість, щоб уникати надмірного енергоспоживання.

Розумна система освітлення на базі ламп TP-Link Tapo L530E забезпечує гнучке, адаптивне й енергоефективне управління освітленням у будинку. Завдяки інтеграції в екосистему SmartThings вона забезпечує високу зручність користування, автоматизовану взаємодію з іншими компонентами смартсистеми та відповідає сучасним вимогам до «розумного дому».

3.6 Побутова техніка

Інтеграція побутової техніки у смартсистему приватного будинку дозволяє забезпечити максимальний комфорт мешканцям, оптимізувати витрати електроенергії та автоматизувати рутинні побутові процеси. У рамках реалізованої системи були інтегровані такі пристрої: розумна духовка, робот-прибиральник, зволожувач повітря, розумні розетки та перемикачі. Усі ці елементи підтримують взаємодію з екосистемою Samsung SmartThings або підключаються через сумісні шлюзи (хаби).

У системі передбачено інтеграцію розумної духовки Samsung Dual Cook⁵² NV7B4245VAK/WT, яка має нативну підтримку SmartThings. Основні функції:

- дистанційне увімкнення/вимкнення та контроль температури;
- вибір програм приготування;
- надсилання сповіщень на смартфон при досягненні встановлених параметрів;
- енергоефективний режим роботи.

У системі передбачено використання робота-пилососа Roborock S8 з підтримкою інтеграції через SmartThings. Його функції:

- Автоматичне прибирання у заданий час або після виявлення відсутності людей у кімнаті;
- Керування маршрутом через мобільний застосунок;
- Синхронізація з датчиками присутності (наприклад, запуск при порожньому приміщенні);
- Отримання сповіщень про завершення циклу прибирання.

Для підтримання оптимального мікроклімату в будинку встановлено розумний зволожувач повітря Levoit LV600S, який інтегрується через SmartThings. Його можливості:

- автоматичне увімкнення при фіксації низького рівня вологості;
- створення графіків зволоження;
- синхронізація з датчиком якості повітря (наприклад, увімкнення при сухому повітрі).

У системі використано розумні розетки TP-Link Tapo P100 та перемикачі Aqara Smart Wall Switch, які дозволяють керувати звичайними побутовими пристроями (наприклад, настільними лампами, кавоварками або зарядними станціями). Їх функції:

- вмикання/вимикання за розкладом;
- автоматичне вимкнення при відсутності людей;
- моніторинг енергоспоживання;

- інтеграція з іншими пристроями через smartthings.

Інтеграція побутової техніки у смартсистему дозволяє автоматизувати рутинні завдання, зменшити споживання електроенергії та забезпечити зручне керування повсякденними процесами. Завдяки використанню сумісних пристроїв та платформи SmartThings досягається централізоване, інтуїтивне керування всіма компонентами побуту.

3.7 Жалюзі та штори

Автоматизація жалюзі та штор є важливою складовою сучасної смартсистеми, оскільки дозволяє контролювати рівень природного освітлення, забезпечувати приватність, знижувати витрати на кондиціонування повітря та створювати комфортні умови для перебування у приміщенні. У проєктованій системі реалізовано керування розумними моторизованими шторами Aqara Curtain Driver E1, які інтегруються в екосистему Samsung SmartThings через хаб. Локальна бездротова мережа (Wi-Fi)

Дані пристрої встановлено у вітальні та спальні будинку. Вони забезпечують:

- автоматичне відкривання/закривання штор за графіком або залежно від умов освітлення;
- інтеграцію з датчиком освітлення чи часу доби;
- можливість ручного керування (через фізичний інтерфейс або мобільний застосунок);
- плавну безшумну роботу завдяки вбудованому акумулятору та двигуну;
- підтримку zigbee для зручної інтеграції з різними платформами, зокрема smartthings.

Використання моторизованих штор у складі смартсистеми приватного будинку дозволяє підвищити комфорт, безпеку та енергоефективність житла. Інтеграція в систему Samsung SmartThings відкриває широкі можливості для створення адаптивних сценаріїв керування, що враховують час доби, присутність користувачів, рівень освітлення та інші фактори.

3.8 Розетки та перемикачі

Інтелектуальні розетки та перемикачі є важливими елементами смартсистеми, що забезпечують можливість дистанційного, автоматизованого та енергоефективного керування електроприладами та освітленням. У проєктованій системі для приватного будинку використано розумні розетки TP-Link Tapo P100 та розумні перемикачі Aqara Smart Wall Switch, які інтегруються з платформою Samsung SmartThings безпосередньо.

Ці Wi-Fi розетки встановлені у різних приміщеннях будинку (кухня, спальня, вітальня) для керування окремими пристроями: кавоварка, настільна лампа, зволожувач повітря, зарядні пристрої тощо

Перемикачі встановлено у кімнатах будинку замість звичайних механічних вимикачів для повного керування освітленням. Вони працюють за технологією Zigbee та підключаються до системи SmartThings через сумісний хаб.

Інтеграція розумних розеток і перемикачів у систему керування будинком забезпечує гнучкість, автоматизацію та безпеку. Вони дозволяють керувати живленням електроприладів, реалізовувати складні сценарії, знижувати витрати на електроенергію та підвищувати комфорт користувачів. Повна сумісність з платформою SmartThings дає змогу централізовано контролювати всі пристрої з одного застосунку.

Обрані компоненти забезпечують повну автоматизацію будинку: безпеку,⁵⁵ комфорт, контроль енергоспоживання, клімат і мультимедіа. Усі пристрої інтегруються через SmartThings Hub та підтримують централізоване або віддалене керування через смартфон, що робить систему гнучкою, масштабованою і зручною в користуванні. Розміщення обраних пристроїв показано на рис. 3.1.

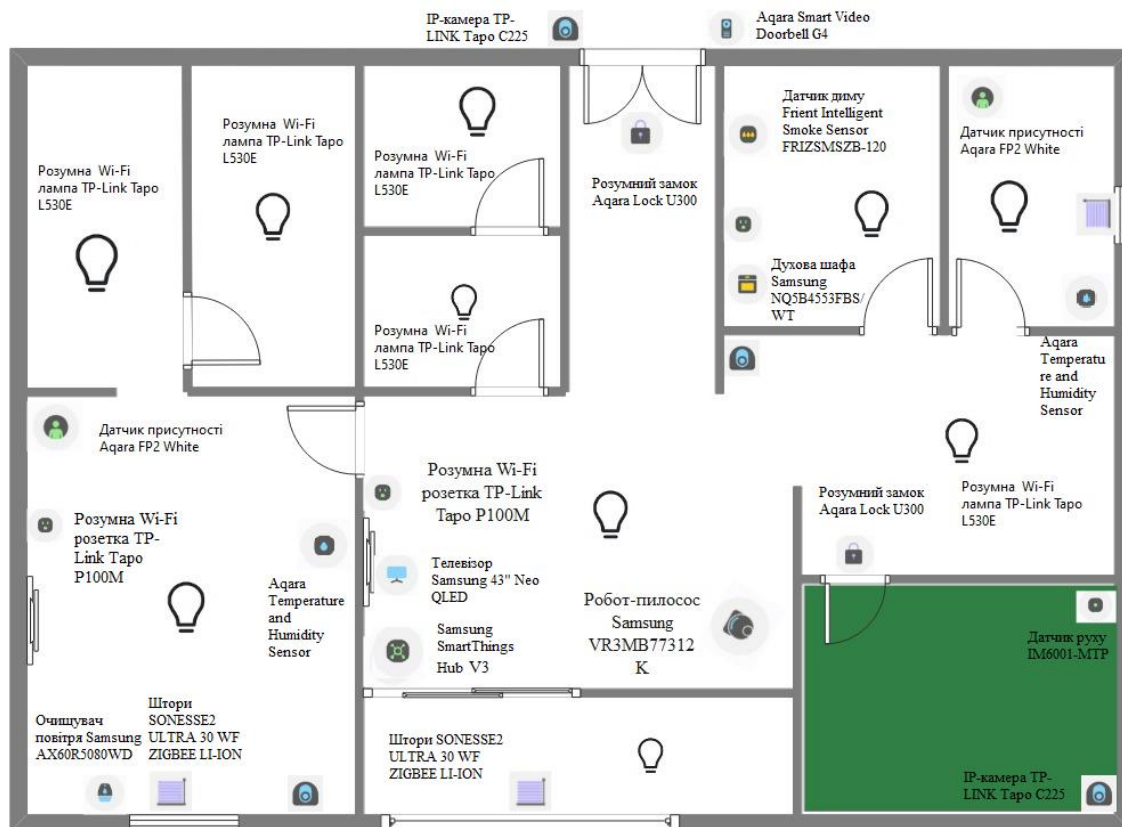


Рисунок 3.1 – Розміщення підключених пристроїв

4 НАЛАШТУВАННЯ СИСТЕМИ РОБОТИ

Налаштування смартсистеми приватного будинку на базі Samsung SmartThings охоплює кілька основних етапів: встановлення компонентів, підключення до мережі, інтеграція пристроїв у єдину екосистему, конфігурація

сценаріїв автоматизації, а також тестування функціоналу для забезпечення надійної роботи. ля забезпечення енергоефективності, безпеки та комфорту.⁵⁶

4.1 Інсталяція головного хабу

Центральним елементом розумної системи керування будинком виступає хаб Samsung SmartThings Hub V3, який виконує роль головного вузла зв'язку між усіма пристроями екосистеми. Він підтримує основні бездротові протоколи Zigbee, Z-Wave, Wi-Fi, а також новітні стандарти, зокрема Matter та Thread, що дозволяє об'єднати в одну мережу широкий спектр сенсорів, приладів і виконавчих пристроїв.

Місце встановлення. Для забезпечення максимальної ефективності покриття бездротовим сигналом, контролер було встановлено в центральній частині будинку, у загальній зоні між вітальною та коридором. Таке розміщення дозволяє забезпечити стабільне з'єднання з більшістю пристроїв у межах усіх кімнат та зменшує ймовірність затримок у передачі команд.

Підключення до мережі. Контролер було підключено до локальної домашньої мережі через Ethernet-кабель, що гарантує стабільне інтернет-з'єднання та швидкий обмін даними між хмарною платформою SmartThings і локальними пристроями. У разі відсутності дротового підключення можливе використання бездротової мережі Wi-Fi, однак з міркувань стабільності перевагу надано дротовому з'єднанню.

Прив'язка до облікового запису. Після фізичного підключення, хаб активується за допомогою мобільного застосунку Samsung SmartThings, де користувач:

- створює або входить у свій обліковий запис samsung;
- додає новий пристрій за допомогою qr-коду або автоматичного виявлення;

- прив’язує хаб до певної локації (наприклад, “private house”);
- присвоює назву хабу та задає основні параметри (часовий пояс, зона, інтерфейсні мови).

Оновлення програмного забезпечення. Після реєстрації хаб автоматично перевіряє наявність оновлень прошивки та оновлюється до останньої версії. Це гарантує сумісність з усіма сучасними пристроями та підвищує рівень безпеки системи.

Інтеграція з іншими сервісами. На етапі налаштування активовано підтримку сторонніх голосових асистентів (Google Assistant, Siri), а також інтеграцію з системами керування мультимедіа (наприклад, Samsung Smart TV), що дозволяє розширити функціональність хаба.

Успішне встановлення та налаштування центрального контролера Samsung SmartThings Hub стало основою для подальшого підключення пристроїв, налаштування сценаріїв автоматизації та забезпечення надійної роботи всієї системи розумного будинку. Його розташування, мережеве підключення та інтеграційні можливості дозволили створити стабільну та гнучку інфраструктуру для керування будинком.

4.2 Підключення сенсорів та виконавчих пристроїв

Після успішного встановлення та конфігурації центрального контролера (Samsung SmartThings Hub), наступним етапом є підключення до нього всіх компонентів системи. Процес підключення виконується поступово, відповідно до типу кожного пристрою, з використанням офіційного мобільного застосунку Samsung SmartThings (табл 4.1). Загальні етапи підключення:

- пошук пристрою – через інтерфейс мобільного застосунку користувач обирає категорію пристрою (сенсор, освітлення, камера, побутова техніка тощо) або сканує QR-код на пристрої.
- підключення до хаба – встановлюється з'єднання між пристроєм та хабом через відповідний протокол (Wi-Fi, Zigbee).
- налаштування параметрів – користувач задає ім'я пристрою, прив'язує його до конкретного приміщення та, за потреби, задає графік роботи або рівень чутливості.
- перевірка роботи – система тестує сполучення та інформує про успішне завершення інтеграції.

Таблиця 4.1- Типи пристроїв

Категорія	Пристрої	Тип підключення
Сенсори та датчики	Датчики руху, присутності, диму, якості повітря	Zigbee
Системи безпеки	Камери, відеодзвінок, дверний замок	Wi-Fi / Zigbee
Кліматичне обладнання	Зволожувач повітря, розумні штори/жалюзі	Zigbee / Matter
Освітлення	Розумні лампи, світильники	Zigbee
Електричні компоненти	Розетки, перемикачі, реле	Zigbee / Wi-Fi
Побутова техніка	Духовка, робот-пилосос, телевізор Samsung	Wi-Fi / SmartThings
Інтерфейс користувача	Смартфон, планшет, голосові асистенти (Bixby)	Wi-Fi

Прив'язка пристроїв до зон і кімнат. У додатку SmartThings для кожного пристрою вказано фізичне розташування: наприклад, "Датчик руху – Кухня", "Освітлення – Спальня", "Камера – Вхідні двері" тощо. Це дозволяє системі

виконувати локалізовані сценарії, а користувачу — швидко орієнтуватися⁵⁹ в інтерфейсі (рис 4.1).



Рисунок 4.1 – Інтерфейс прив'язка пристроїв у Samsung SmartThings

Налаштування режимів роботи. Для кожного типу пристрою передбачено окремі режими:

- сенсори: чутливість, часові інтервали активності, тип сповіщень.
- камери: роздільна здатність запису, зони спостереження, архівація відео.
- освітлення: яскравість, колірна температура, таймери.
- розетки та перемикачі: автоматичне вимкнення, обмеження навантаження.
- побутова техніка: сценарії запуску (наприклад, автоматичне прибирання о 10:00).
- жалюзі/штори: положення залежно від часу доби чи зовнішнього освітлення.

Тестування сполучення. Після підключення кожного пристрою виконано перевірку:

- надходження даних з сенсорів;
- виконання команд керування (вмикання/вимикання, зміна параметрів);
- спрацювання автоматичних сценаріїв;
- надсилання повідомлень на смартфон.

Всі пристрої системи були успішно інтегровані в екосистему Samsung SmartThings, що дозволило створити повністю кероване, автоматизоване середовище приватного будинку. Завдяки підтримці універсальних протоколів і гнучкому інтерфейсу налаштування підключення пристроїв було здійснено швидко, а їхня робота оптимізована відповідно до потреб користувачів.

Система забезпечує стабільну взаємодію між усіма компонентами, включаючи датчики, побутову техніку, освітлення та охоронні елементи. Автоматизовані сценарії покращують повний комфорт: наприклад, освітлення вмикається лише за наявності руху, а штори закриваються відповідно до часу отримання. Інтерфейс користувача зручний та інтуїтивно зрозумілий навіть для початківців. Загалом реалізована система забезпечує значний рівень безпеки, ефективності та комфорту проживання.

4.3 Конфігурація сценаріїв автоматизації

Однією з основних переваг використання системи Samsung SmartThings є можливість створення автоматизованих сценаріїв для підвищення комфорту, безпеки та енергоефективності приватного будинку (табл 4.2). Сценарії дозволяють автоматично запускати дії на основі певних умов часу доби, зміни стану пристроїв, виявлення подій або геолокації користувача.

Таблиця 4.2 - Основні сценарії, реалізовані в системі

Сценарій	Умови запуску	Дії	Ціль
Добрий ранок	Настання 07:00	Відкриваються штори, вмикається світло в кухні	Комфортний початок дня
Я пішов з дому	Вихід користувача за межі геозони	Вимикається все освітлення, активується охоронна система, блокуються двері	Енергозбереження та безпека
Режим охорони	Нічний час або активація вручну	Увімкнення всіх сенсорів руху, камер, сповіщення на смартфон у разі спрацювання	Підвищення безпеки будинку
Прибирання	Кожного дня о 10:00 або коли нікого немає вдома	Запуск робота-пилососа.	Підготовка будинку до сну
Нічний режим	23:00 або голосова команда "Добраніч"	Вимкнення освітлення.	Підготовка будинку до сну
Погана якість повітря	Низька вологість	Включення зволожувача	Підтримка здорового мікроклімату

Завдяки функціональності автоматизації в екосистемі SmartThings вдалося створити інтелектуальне середовище, яке адаптується до дій користувача, зовнішніх факторів та часу доби. Це підвищило зручність керування будинком, покращило безпеку та сприяло економії ресурсів.

4.4 Налаштування сповіщень та доступу

Ефективна робота смартсистеми передбачає не лише автоматичне керування пристроями, а й своєчасне інформування користувача про важливі події, а також контроль доступу до системи для забезпечення безпеки. Samsung SmartThings надає широкі можливості для гнучкого налаштування обох аспектів. Система сповіщень

- смартсистема надсилає користувачеві сповіщення у таких випадках:
- виявлення руху або присутності, коли будинок у режимі «немає вдома»;
- зміна стану датчиків (дим, якість повітря, відкриття дверей);
- відключення або збій роботи пристроїв;
- запуск або завершення сценаріїв;
- підключення нових пристроїв або спроби несанкціонованого доступу.

Сповіщення надходять у вигляді Push-повідомлень на смартфон або планшет.

У застосунку SmartThings кожен пристрій має окрему вкладку «Сповіщення», де можна:

- увімкнути або вимкнути повідомлення;
- визначити умови, за яких надсилатиметься сповіщення;
- вказати час, у який дозволено повідомлення (наприклад, лише вдень або лише вночі);
- призначити конкретного користувача, який має отримувати певні типи сповіщень.

У SmartThings передбачено розмежування прав доступу між основним користувачем (власником системи) та іншими членами родини.

Основні ролі:

Власник (Admin) - має повний доступ до всіх налаштувань, автоматизацій, сценаріїв, сповіщень і прав інших користувачів.

Гість або член родини (Member) - має обмежений доступ: може керувати пристроями, запускати сцени, але не може змінювати автоматизації або додавати нові пристрої.

Тимчасовий доступ - надається за запрошенням через застосунок (наприклад, для прибиральниці чи няні). Доступ діє у визначений період або лише до певної зони будинку.

Журнал подій (логування):

- у системі ведеться детальний журнал усіх змін і подій:
- хто і коли змінив налаштування;
- які пристрої активувались або відключились;
- виявлені спроби несанкціонованого доступу;
- виконані автоматизації та сцени.

Це забезпечує повний контроль над безпекою системи та дозволяє швидко виявляти несправності або підозрілу активність.

Налаштування сповіщень та системи доступу є ключовим елементом надійності та зручності смартсистеми. Завдяки гнучким параметрам SmartThings користувач завжди отримує важливу інформацію вчасно, а також може делегувати частковий контроль іншим користувачам без ризику для безпеки всієї системи.

4.5 Налаштування інтерфейсу

Зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс одна з найважливіших складових ефективного керування смартсистемою. У системі Samsung SmartThings інтерфейс доступний через офіційний мобільний застосунок SmartThings App, сумісний з операційними системами Android, а також через веб-інтерфейс і голосові асистенти (Google Assistant, Siri, Bixby).

- після встановлення застосунку користувач отримує доступ до головного екрана, який містить такі елементи:
- головна панель (dashboard): загальний огляд стану будинку — активні пристрої, повідомлення, сценарії;
- пристрої (devices): перелік усіх підключених елементів з можливістю перегляду статусу та керування;
- сцени (scenes): швидкий запуск попередньо створених сценаріїв («добрий ранок», «ніч», «немає вдома» тощо)(рис 4.2);
- автоматизації (automations): візуальний редактор для створення умовних сценаріїв;
- місцез аходження (locations): можливість розділення кількох об'єктів.

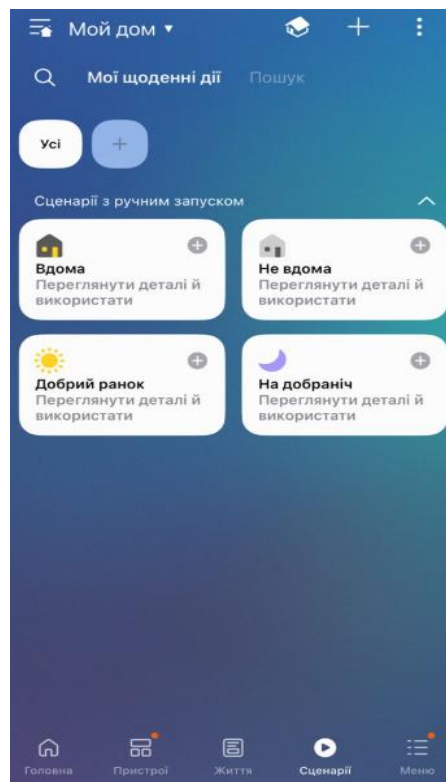


Рисунок 4.2 – інтерфейс сценаріїв

Інтерфейс підтримує темну/світлу тему, великі шрифти, голосовий доступ що робить систему доступною навіть для людей з вадами зору;

PIN-код або біометрія (відбиток пальця, розпізнавання обличчя)⁶⁵ забезпечують додатковий рівень захисту при доступі до керування.

Інтерфейс системи Samsung SmartThings є зручним, гнучким та адаптивним до потреб різних користувачів. Можливість кастомізації, голосового керування та віддаленого доступу забезпечує високий рівень інтерактивності та зручності у повсякденному користуванні смартсистемою.

5 РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ СИСТЕМИ

У результаті розробки та впровадження проєкту смартсистеми на основі платформи Samsung SmartThings було створено функціональне, масштабоване та безпечне середовище автоматизованого управління приватним будинком. Інтеграція різноманітних пристроїв, сенсорів і побутової техніки дозволила забезпечити комплексний контроль над простором, суттєво підвищивши рівень комфорту, енергоефективності та безпеки житла.

5.1 Досягнуті цілі

У результаті реалізації проєкту з розробки смартсистеми для приватного будинку на основі платформи Samsung SmartThings було досягнуто низку важливих технічних, функціональних та експлуатаційних результатів, які повністю відповідають початково сформульованим вимогам.

На етапі проєктування системи було сформульовано ключові завдання: підвищення рівня безпеки житла, автоматизація побутових процесів,

енергоефективність, комфорт та віддалене керування. Реалізація кожного з цих пунктів була підтверджена практичним тестуванням:

Безпека — реалізована за рахунок встановлення датчиків руху, присутності, диму, якості повітря, розумних дверних замків та камер відеоспостереження. Усі пристрої надійно працюють у системі SmartThings, з можливістю негайного надсилання сповіщень на мобільний пристрій користувача.

Комфорт — досягнутий завдяки автоматичному керуванню освітленням, жалюзі, температурними умовами, а також інтеграції побутової техніки (духовка, зволожувач повітря, робот-пилосос) у єдину екосистему.

Автоматизація — реалізовано кілька повноцінних сценаріїв («нічний режим», «вихід з дому», «ранок», «екстрене реагування») із умовами, що враховують присутність людей, час доби, стан навколишнього середовища та взаємодію пристроїв.

Енергоефективність — досягнута завдяки автоматичному відключенню пристроїв у неактивних зонах, застосуванню розумних розеток і перемикачів, а також оптимізації використання освітлення.

Віддалений доступ — забезпечено повноцінне керування всією системою зі смартфона, включаючи перегляд відео з камер, блокування/розблокування дверей, запуск техніки та редагування сценаріїв.

Вибрані компоненти виявилися сумісними між собою, стабільно функціонують у середовищі Samsung SmartThings. Особливу ефективність продемонструвала платформа в частині гнучкої інтеграції пристроїв через Zigbee, Wi-Fi та хмарні API, використання надійного хмарного сервісу SmartThings Cloud для синхронізації і віддаленого керування і масштабованості — можливості без труднощів додавати нові пристрої, змінювати конфігурації сценаріїв та інтерфейс користувача.

Проект продемонстрував успішне впровадження системи автоматизації на базі сучасної платформи, яка не тільки відповідає технічним вимогам, але й дозволяє ефективно адаптувати житловий простір до потреб мешканців. Усі функції

смартсистеми працюють стабільно, безпечно та зручно для кінцевого користувача. Досягнуті результати підтверджують доцільність застосування таких систем у приватних будинках як з технічної, так і з практичної точки зору.

5.2 Оцінка функціональності та стабільності

Після впровадження та налаштування системи «розумного будинку» на базі платформи Samsung SmartThings було проведено комплексну оцінку її функціональності та стабільності. Метою цього етапу стало підтвердження працездатності всіх елементів системи у стандартних і нестандартних умовах, а також виявлення потенційних проблем для подальшої оптимізації.

В результаті випробування встановлено, що всі інтегровані модулі функціонують стабільно та ефективно. Датчики руху, присутності та диму демонструють високу чутливість і швидкість реакції без гібних спрацювань. Автоматизовані сценарії, зокрема вмикання освітлення при фіксації руху або блокування дверного замка у випадку кількох мешканців, застосовуються без затримок

Система відеоспостереження показала стабільну передачу відеопотоку в реальний час, без буферизації та втрати кадрів, при цьому архівація відео створюється коректно на внутрішньому мережевому сховищі. Усі відеопристрої функціонують з можливістю перегляду потоку через мобільний застосунок або веб-інтерфейс. Система повідомляє коректно: у разі виявлення руху, диму або відкриття дверей користувач оперативно отримує push-сповіщення через мобільний додаток.

Також була протестована надійність взаємодії між головним хабом і периферійними пристроями через протоколи Zigbee та Wi-Fi. Усі пристрої підтримують стійке з'єднання, не спостерігалось втрат сигналу або

розсинхронізації. Інтерфейс керування системою є зручним, швидкодіючим⁶⁸ і адаптивним до різних типів пристроїв (смартфони, планшети, ПК).

Під час випробувань було перевірено ефективність енергоспоживання системи. Завдяки впровадженню автоматизації та оптимізованого сценарного керування можна зменшити споживання електроенергії приблизно на 10–15% за рахунок ручних пристроїв керування.

Отже, результати тестування підтвердили, що реалізована смарт-система повністю відповідає технічним і функціональним вимогам, є надійною в роботі, адаптивною до змін середовища та зручною у використанні для кінцевого споживача.

5.3 Позитивні зміни у житловому середовищі

Розгортання смартсистеми на основі Samsung SmartThings у приватному будинку призвело до помітних позитивних змін у житловому середовищі, що охоплюють аспекти безпеки, комфорту, енергоефективності, а також психологічного сприйняття простору мешканцями.

Завдяки встановленим датчикам диму, руху, присутності, якості повітря, розумним замкам, камерам відеоспостереження та системі сповіщень, користувачі отримали цілодобовий контроль над будинком як зсередини, так і ззовні. Система оперативно реагує на загрози, надсилаючи повідомлення у мобільний додаток і активуючи захисні сценарії. Це значно знижує ризики пожеж, несанкціонованого проникнення або небезпечних змін мікроклімату.

Автоматичне керування освітленням, температурою, зволоженням повітря, а також роботою побутової техніки суттєво зменшило необхідність у ручному втручанні користувача. Житловий простір адаптується до присутності мешканців, часу доби або погодних умов, створюючи комфортні умови без додаткових зусиль.

Жалюзі автоматично відкриваються зранку, світло приглушується ввечері,⁶⁹ а температура підтримується на оптимальному рівні.

Інтелектуальне керування живленням (через розумні розетки та перемикачі), автоматичне вимикання освітлення у порожніх кімнатах та керування побутовими пристроями згідно з енергозберігаючими сценаріями дало змогу зменшити загальне споживання електроенергії. Завдяки цьому скорочуються витрати на комунальні послуги, а також зменшується навантаження на електромережу будинку.

Багато щоденних задач (ввімкнення світла, прибирання, провітрювання, активація приладів, блокування дверей) виконуються автоматично або через голосові/мобільні команди. Це дозволяє мешканцям економити час і зосереджуватись на більш важливих чи приємних справах, що загалом підвищує якість життя.

Житло, яке реагує на потреби мешканців, сприймається як інтелектуально організоване середовище. Відчуття контролю, передбачуваності та безпеки підвищує рівень довіри до технологій та створює позитивне враження про житловий простір. Мешканці відзначають зменшення стресу, пов'язаного з побутовими дрібницями, та підвищення задоволеності від користування простором.

Для осіб з обмеженими фізичними можливостями система створює умови для автономного перебування в будинку. Можливість голосового керування пристроями, автоматизація дверей, штор та освітлення значно спрощує взаємодію з простором та підвищує рівень інклюзивності.

5.4 Можливості подальшого розвитку

Однією з ключових переваг розумної системи, реалізованої на базі Samsung SmartThings, є її висока масштабованість, тобто здатність до розширення функціоналу без необхідності істотної модернізації існуючої інфраструктури. У

ході розробки було закладено технічні та логічні можливості для поступового або масштабного нарощування системи, що дозволяє адаптувати її до змін у складі обладнання, вимог користувача або до збільшення площі житла.

Центральний хаб Samsung SmartThings підтримує велику кількість протоколів зв'язку (Zigbee, Z-Wave, Wi-Fi, Thread, Matter), що дає змогу підключати нові пристрої різних виробників без обмеження типом або маркою. При потребі можлива інтеграція з додатковими хабами або шлюзами, що забезпечить підтримку ще ширшого спектра пристроїв (наприклад, спеціалізованих пристроїв для опалення, вентиляції, систем поливу, охоронної сигналізації тощо).

Кожен новий компонент може бути швидко доданий через мобільний застосунок SmartThings, а його логіка роботи – адаптована до існуючих сценаріїв.

Насамперед, перспективним є впровадження елементів машинного навчання та штучного інтелекту. Це дозволяє системі адаптуватися до звичного користувача, прогнозувати його дії та автоматично формувати сценарії керування на основі накопичених даних. Наприклад, система може самостійно оптимізувати температурні режими, освітлення або графіки роботи побутових приладів.

Іншим напрямком діяльності є розширення взаємодії із зовнішніми службами та платформами. також, інтеграція з голосовими асистентами (Google Assistant, Apple Siri), а також платформами безпеки, охоронними компаніями або службами реагування дозволяють створити більш цілесну та інтелектуальну екосистему.

Можливим є також удосконалення системи відеоспостереження через впровадження аналітики відеопотоків, розпізнавання обличчя, номерних знаків або незвичних подій. Це значно підвищити рівень безпеки та знизити ризики помилкових тривог.

У випадку будівництва або придбання додаткових об'єктів нерухомості (дачі, квартири, офісу), система може бути розширена до багатолокаційної моделі, в якій кілька окремих домогосподарств управляються через єдиний обліковий запис користувача. Це дозволяє в єдиному інтерфейсі керувати усіма об'єктами та централізовано налаштовувати їхню автоматизацію.

Окремим напрямком розвитку є впровадження енергетичної автономії⁷¹ через інтеграцію з відновлюваними джерелами енергії (сонячними панелями, вітрогенераторами) та системами зберігання енергії. Це дозволяє не лише оптимізувати енергоспоживання, а й зменшити залежність від зовнішніх постачальників.

З погляду інтерфейсу можливим є подальше покращення користувацького досвіду шляхом впровадження мобільних застосунків із доповненою реальністю, віджетів на пристроях, персоналізованих панелей керування тощо.

Таким чином, розроблена смартсистема відкрита до подальшого розвитку та вдосконалення, що забезпечує її актуальність, гнучкість та довготривалу ефективність в умовах постійного технологічного прогресу.

Розроблена система має значний потенціал масштабування як у межах існуючого об'єкта, так і за його межами. Вона легко адаптується до змін технічного середовища, розширення інфраструктури, появи нових технологій та зростаючих потреб користувача. Завдяки відкритості платформи Samsung SmartThings та її сумісності з багатьма технологічними стандартами, користувач отримує довготривалу інвестицію в інтелектуалізацію свого житлового простору з перспективою подальшого розвитку.

За результатами виконання дипломної роботи було реалізовано функціональну смартсистему керування приватним будинком із використанням платформи Samsung SmartThings, що забезпечує централізоване управління побутовими пристроями, безпекою та мікрокліматом житла. Система об'єднує широкий спектр пристроїв — від датчиків руху та диму до побутової техніки, камери, освітлення та жалюзі — в єдину екосистему з можливістю автоматизації щоденних сценаріїв.

У ході роботи було проведено аналіз сучасних технологій, обґрунтовано вибірково та програмного забезпечення, спроектовано архітектуру системи, розроблено та налаштовано ключові сценарії автоматизації. Реалізовано інтуїтивний інтерфейс користувача з підтримкою мобільного керування, віддаленого доступу та сповіщення в реальному часі.

Після успішного тестування встановлено, що система стабільно функціонує, демонструє високу надійність, швидку реакцію на події та гнучкість у розширенні. Система позитивно вплинула на рівень комфорту, енергоефективності та безпеки житлового простору.

Таким чином, поставлену мету створення розумної автоматизованої системи керування для приватного будинку було досягнуто повністю. Розроблена смартсистема має значний потенціал для подальшої модернізації та масштабування відповідно до майбутніх потреб користувачів.

- 1 Overview of the smart home market today URL:
<https://nielseniq.com/global/en/insights/commentary/2023/smart-home-market-dynamics-2023-winning-the-next-wave-of-consumers/>
- 2 What Are the Pros of Having a Smart Home? And Are There Any Cons? URL: <https://therecursive.com/what-are-the-pros-of-having-a-smart-home-and-are-there-any-cons/>
- 3 Smart Home Protocols Compared URL:
<https://lebergersolutions.com/blog/smart-home-protocols-explained>
- 4 Introduction to Smart Home Technologies
URL: <https://www.silabs.com/blog/smart-home-technology-comparison>
5. Nest (2023). Learning Thermostat Technical Guide. URL:
<https://nest.com/>
6. Wilson, C. et al. (2017). Benefits and risks of smart home technologies. URL: <https://www.sciencedirect.com/science>
7. Harper, R. (2017). Inside the Smart Home. Springer. URL:
<https://www.researchgate.net/profile/Alex-Taylor-18>
8. Smart Homes of the Future URL:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ett.70041>
9. Smart Home Automation System Using Arduino URL:
<https://www.ijraset.com/research-paper/smart-home-automation-system-using-arduino>
10. Samsung SmartThings. URL: <https://www.samsung.com/ua/smartthings>
11. Homeapp URL: <https://www.apple.com/home-app/>
12. Arduino URL: <https://www.arduino.cc/>
13. Smart house—Analysing benefits of Internet of Things to residential homes in Finlan. URL: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/102336/Kallio_Janne.pdf

14. Vulnerability Spotlight: Multiple Vulnerabilities in Samsung SmartThings
Hub URL: <https://www.globalsecuritymag.fr/Vulnerability-Spotlight-Multiple>
15. Analysis of Influential Objects In Smart Home Platforms URL:
<https://etda.libraries.psu.edu/catalog/25630dar5654>
16. IHome: Low-cost domotic for residential houses URL:
<https://www.academia.edu/download/32827458/camerareadyrcict.pdf>
17. Identifying Emerging Technologies with Smart Patent Indicators: The
Example of Smart Houses URL: <https://meridian.allenpress.com/idd/article-abstract/48/6/464/1501>

РОЗРОБКА СМАРТСИСТЕМИ ДЛЯ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ

Студент: Романченко Н.Р., група КНТз-511
Науковий керівник: к.т.н. Тягунова М.Ю.

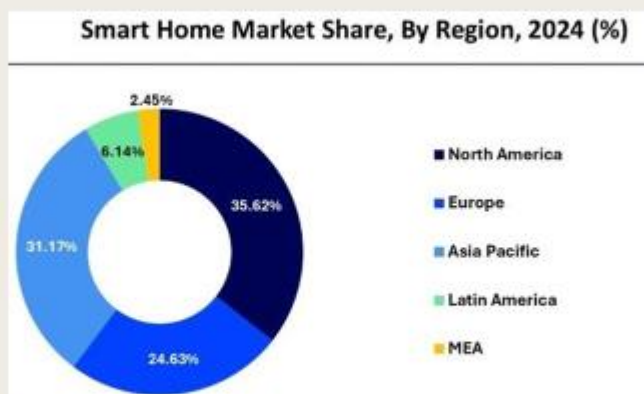
Мета та об'єкт дослідження

Метою роботи є підвищення ефективності використання природних ресурсів в межах будинку та зручності життя у ньому за рахунок розробки смартсистеми на базі платформи Samsung SmartThings.

Завдання дослідження

- Проаналізувати підходи створення розумних будинків;
- Обрати загальну концепцію побудови смартсистеми для приватного будинку;
- Спроектувати смартсистему для приватного будинку;
- Обрати відповідне програмне та апаратне забезпечення системи;
- Налаштувати роботу системи;
- Проаналізувати отримані результати.

Актуальність теми



Статистика ринку «розумних будинків» у світі

Структура системи

- Центральний контролер (хаб) – координує роботу всієї системи.
- Датчики та сенсори – виявлення руху, диму, присутності тощо.
- Виконавчі пристрої – освітлення, замки, жалюзі, побутова техніка.
- Камери відеоспостереження – контроль за безпекою.
- Інтерфейс користувача – мобільний додаток SmartThings.

План будинку



Вибір компонентів

Керуюча система: SmartThings Hub v3

Датчики та сенсори: датчики присутності Aqara FP2 White x2, Датчик руху Aeotec, кліматичний датчик Aqara Temperature and Humidity Sensor, очищувач повітря Samsung AX60R5080WD x2.

Датчик диму Frient Intelligent Smoke Sensor 120

Система відеоспостереження: IP-камера TP-LINK Tapo C225, Aqara Smart Video Doorbell G4,

Жалюзі та штори: Aqara Curtain Driver E1x3

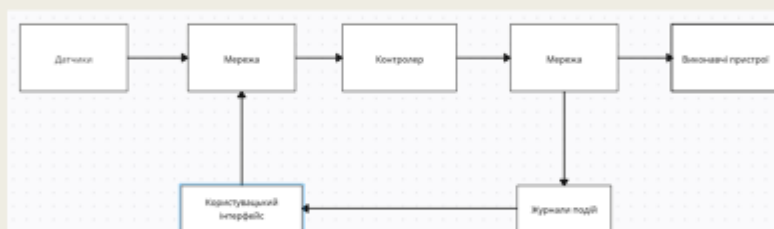
Розетки та перемикачі: TP-Link Tapo P100x2, Aqara Smart Wall Switchx2

Система доступу: Aqara Lock U300

Освітлення: TP-Link Tapo L530Ex10

Побутова техніка: духовки Samsung Dual Cook NV7B4245VAK, робота-пилососа Roborock S8

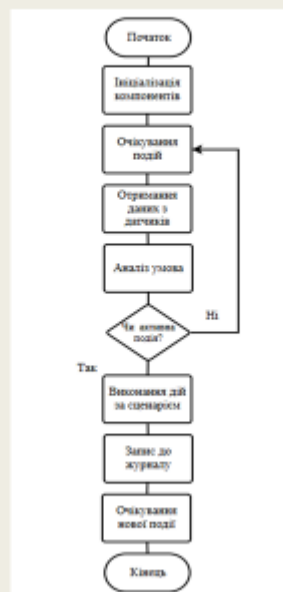
Схема зв'язків між компонентами



Сценарії автоматизації

- Режим "Відсутність": вимкнення світла, активація сигналізації
- Режим "Ніч": закриття жалюзі, приглушене освітлення
- Автоматичне освітлення: за рухом або присутністю
- Контроль повітря: увімкнення зволожувача за показниками якості
- Оповіщення: про рух, відкриття дверей, виявлення диму

Алгоритм роботи системи



Інтерфейс користувача

- Управління всіма пристроями з одного додатку (SmartThings)
- Можливість налаштування сценаріїв
- Віддалене керування з будь-якої точки



Результати реалізації

- Повноцінна робота всіх пристроїв у єдиній системі
- Автоматизація основних дій та сценаріїв
- Підвищення рівня безпеки та комфорту
- Гнучкість у масштабуванні та модернізації
- Стабільна робота системи після тестування

Висновки

- Реалізована система демонструє можливості сучасного «розумного будинку»
- Samsung SmartThings забезпечує широку сумісність та гнучке налаштування
- Робота досягла своєї мети: автоматизація, зручність, захист і контроль

Дякую за увагу!