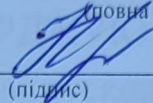


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ  
КРИВОРІЗЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ  
ДЕРЖАВНОГО НЕКОМЕРЦІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА  
«ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «КИЇВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ»  
Циклова комісія комп'ютерних систем та мереж  
(повна назва циклової комісії)

Допустити до захисту

Голова випускової циклової комісії  
комп'ютерних систем та мереж

(повна назва циклової комісії)



(підпис)

Ірина КРАВЧУК

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

« 10 » 06 2025 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
(ПОЯСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА)

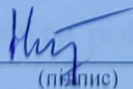
**ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОГО СТУПЕНЯ**  
**ФАХОВИЙ МОЛОДШИЙ БАКАЛАВР**

Тема: Розумний будинок: концепція, технології, перспективи розвитку

Група: 3-013

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Здобувач освіти

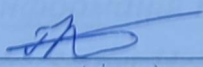


(підпис)

Юлія НІКІФОРОВА

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

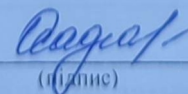


(підпис)

Олександр ГРИНЧЕНКО

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Консультант з оформлення  
пояснювальної записки



(підпис)

Оксана ОСАДЧА

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Кривий Ріг 2025 р.

КРИВОРІЗЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ  
ДЕРЖАВНОГО НЕКОМЕРЦІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА  
«ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «КИЇВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ»

Відділення комп'ютерної та програмної інженерії  
Циклова комісія комп'ютерних систем та мереж  
Освітньо-професійний ступінь фаховий молодший бакалавр  
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова випускової циклової комісії  
комп'ютерних систем та мереж

(повна назва циклової комісії)

Ірина КРАВЧУК

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

« 01 » 03 2025 р.

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ОСВІТИ

Нікіфорова Юлія Геннадіївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розумний будинок: концепція, технології, перспективи

Керівник роботи Гринченко Олександр Сергійович, викладач вищої категорії

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

затверджені наказом по коледжу від « 04 » 04 2025 року № 50-ст

2. Строк подання здобувачем освіти роботи з 01.03.25 по 10.06.25

3. Вихідні дані до роботи Інформація про поширені IoT-пристрої, що використовуються в системах Smart Home; Технічні можливості середовища Cisco Packet Tracer; Наявна технічна документація та довідкова література

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

Концепція та технології розумного будинку; технології, що використовуються в системах розумного будинку; створення розумного будинку.

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

Презентація Microsoft PowerPoint

6. Консультанти розділів роботи (проекту)


Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Узгодження технічного завдання з керівником дипломної роботи	01.03.2025-18.03.2025	Виконано
2	Підбір та вивчення наукового-технічної літератури за темою кваліфікаційної роботи	19.03.2025-24.05.2025	Виконано
3	Розділ 1. Концепція та технології розумного будинку	25.05.2025 - 02.05.2025	Виконано
4	Розділ 2. Технології, що використовуються в системах розумного будинку	25.05.2025 - 29.05.2025	Виконано
5	Розділ 3. Створення розумного будинку	28.05.2025 - 29.05.2025	Виконано
6	Підготовка матеріалів презентації	30.05.2025 - 01.06.2025	Виконано
7	Написання та оформлення пояснювальної записки	01.06.2025	Виконано
8	Попередній захист кваліфікаційної роботи	02.06.2025-06.06.2025	Виконано
9	Захист дипломної роботи		

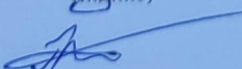
Здобувач освіти

  
(підпис)

Юлія НІКІФОРОВА

(ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

Керівник роботи

  
(підпис)

Олександр ГРИНЧЕНКО

(ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

## Звіт подібності

### метадані

Назва організації

Ukrainian national aviation university

Заголовок

Нікіфорова Ю\_3-013\_2025\_КПІ.docx

Автор

Науковий керівник / Експерт

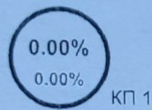
НікіфороваГринченко О

підрозділ

Криворізький Фаховий коледж

### Обсяг знайдених подібностей

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



25

Довжина фрази для коефіцієнта подібності 2

7555






Кількість слів

60696

Кількість символів

### Тривога

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

Заміна букв		2
Інтервали		0
Мікропробіли		5
Білі знаки		0
Парафрази (SmartMarks)		0

### Подібності за списком джерел

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

#### 10 найдовших фраз

Колір тексту

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
з бази даних RefBooks (0.00 %)		
ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
з бази даних УкрІНТЕІ (0.00 %)		
ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
з домашньої бази даних (0.00 %)		

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи «Розумний будинок: концепція, технології, перспективи»: 52 сторінки, 12 рисунків, 12 таблиць, 15 використаних джерел.

*РОЗУМНИЙ БУДИНОК, АВТОМАТИЗАЦІЯ, ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ, БЕЗПЕКА, ІНТЕРНЕТ РЕЧІ (IoT), CISCO PACKET TRACER.*

Мета роботи: розглянути системи розумного будинку та, створити макет розумного будинку з використанням *Cisco Packet Tracer* для підвищення комфорту, безпеки та енергоефективності житла.

Основною задачею кваліфікаційної роботи є розробка віртуального макету розумного будинку та моделювання взаємодії *IoT*-пристроїв у *Cisco Packet Tracer*. Практична значущість полягає в можливості застосування отриманої моделі як навчального інструменту для демонстрації принципів роботи *Smart Home* систем, а також як бази для подальшого вдосконалення реальних рішень у сфері автоматизації житла. Новизна роботи полягає у поєднанні візуального програмування та мережевої симуляції в єдиному середовищі.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ.....	6
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 КОНЦЕПЦІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ РОЗУМНОГО БУДИНКУ.....	9
1.1 Визначення та основні характеристики розумного будинку.....	9
1.2 Історія розвитку концепції.....	14
1.3 Переваги та недоліки порівняно з традиційним житлом.....	17
1.4 Основні компоненти систем.....	18
РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЇ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В СИСТЕМАХ РОЗУМНОГО БУДИНКУ.....	21
2.1 Пристрої Розумного будинку.....	21
2.2 Автоматизація житла та штучний інтелект.....	26
2.3 Безпека та кіберзахист.....	29
РОЗДІЛ 3 СТВОРЕННЯ РОЗУМНОГО БУДИНКУ.....	33
3.1 Вибір програмного забезпечення та її переваги.....	33
3.1.1 <i>Home Assistant</i> .....	33
3.1.2 <i>openHAB</i> .....	34
3.1.3 .....	<i>Google</i>
<i>Home</i> .....	35
3.1.4 <i>Amazon Alexa</i> .....	36
3.1.5 <i>Apple HomeKit</i> .....	36
3.1.6 Симуляційне середовище — <i>Cisco Packet</i> <i>Tracer</i> .....	37
3.2 Ключові компоненти створення.....	39
3.3 Моделювання та створення макету розумного будинку.....	44
ВИСНОВКИ .....	50
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	52

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ

*BLOCKY* – це візуальне середовище програмування, де код створюється з блоків, що полегшує навчання основам програмування.

*PC (Personal Computer)* – це персональний комп'ютер, призначений для індивідуального використання.

*AI (Artificial Intelligence)* – штучний інтелект, що дозволяє машинам виконувати завдання, які зазвичай потребують людського інтелекту.

*IoT-пристрої* – це розумні пристрої, підключені до Інтернету, які збирають і обмінюються даними.

*Cisco Packet Tracer* – це симулятор мережі для навчання налаштування мережевого обладнання та протоколів.

*LAN (Local Area Network)* – це локальна мережа, що об'єднує пристрої в межах обмеженої території, наприклад, будинку чи офісу.

*WI-FI* – це бездротова технологія, яка дозволяє пристроям підключатися до Інтернету або локальної мережі.

*Bluetooth* – це технологія бездротової передачі даних між пристроями на короткій відстані.

Хмарні (*cloud*) програми – це програми, що працюють через Інтернет і зберігають дані на віддалених серверах.

## ВСТУП

У контексті цифровізації побуту та розвитку інтелектуальних систем керування, розумні будинки (*Smart Home*) стають важливою складовою сучасного технологічного середовища. Вони поєднують в собі досягнення електроніки, інформаційних технологій, автоматизації та телекомунікацій з метою створення зручного, безпечного, економічного та адаптивного простору для життя людини. Технології автоматизації житлових приміщень дозволяють не лише підвищити рівень комфорту користувачів, але й досягти суттєвої економії енергоресурсів, що відповідає глобальним тенденціям сталого розвитку.

Актуальність теми обумовлюється кількома ключовими чинниками. По-перше, стрімким зростанням попиту на автоматизовані рішення для житла та офісів. По-друге, появою нових відкритих протоколів взаємодії між пристроями (наприклад, *Matter, Thread*), що спрощують інтеграцію різнорідних систем. По-третє, посиленою увагою до кібербезпеки, конфіденційності користувача та надійності функціонування систем у повсякденних умовах.

Сучасні смарт-системи вже не обмежуються лише керуванням освітленням чи температурою. Завдяки впровадженню технологій машинного навчання та інтернету речей, розумні будинки здатні навчатися поведінці мешканців, передбачати їхні потреби, самостійно реагувати на зміни у навколишньому середовищі. Усе це трансформує не лише спосіб взаємодії людини з житлом, а й сам підхід до проєктування інфраструктури майбутнього.

Обрана тема тісно пов'язана з сучасними науково-технічними тенденціями в галузі цифрових технологій, інтернету речей, автоматизованого управління, кіберфізичних систем та енергоефективності. Дослідження у сфері *Smart Home* мають не лише наукове, а й практичне значення: вони використовуються у проєктах «розумного міста», модернізації інфраструктури, побудові енергоощадного житла, систем безпеки тощо.

Кваліфікаційна робота є частиною загального напрямку підготовки фахівців у сфері інформаційних технологій та автоматизованих систем керування. Її

виконання відповідає завданням прикладного навчання та симуляційного моделювання, а також орієнтоване на формування навичок інженерного проєктування, цифрової безпеки, аналізу даних та інтеграції програмно-апаратних засобів.

Метою кваліфікаційної роботи є проєктування, моделювання та тестування концепції розумного будинку з використанням програмного середовища *Cisco Packet Tracer*. Особлива увага приділяється логіці автоматизації, вибору протоколів зв'язку, забезпеченню безпеки та адаптивності системи до змінних умов.

Для досягнення мети поставлено наступні завдання:

- проаналізувати історичний розвиток і сучасні технології розумних будинків;
- дослідити існуючі стандарти й протоколи обміну даними (*Zigbee, Z-Wave, Wi-Fi, Thread* тощо);
- розробити структуру системи з урахуванням основних функціональних блоків (сенсори, актуатори, контролери, хаб);
- змоделювати архітектуру *Smart Home* на прикладі квартири в середовищі *Cisco Packet Tracer*;
- оцінити функціональність системи, її переваги, обмеження та можливості масштабування.

Об'єктом дослідження є система «розумного будинку» як кіберфізична система, що поєднує в собі апаратні та програмні компоненти для управління побутовим середовищем. Предметом дослідження виступають технічні рішення, методи проєктування, програмні засоби та логічні моделі, які забезпечують функціонування розумного будинку, зокрема в умовах симуляційного середовища *Cisco Packet Tracer*.

# РОЗДІЛ 1

## КОНЦЕПЦІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ РОЗУМНОГО БУДИНКУ

### 1.1 Визначення та основні характеристики розумного будинку

Розумний дім – це житлове або комерційне середовище, де автоматизовані системи та пристрої взаємодіють між собою та користувачем для підвищення комфорту, енергоефективності, безпеки та простоти використання [13]. Основу розумного будинку складають такі елементи:

- Датчики та сенсори (температури, руху, диму, вологості тощо);
- Виконавчі пристрої (реле, серводвигуни, клапани, освітлення, замки);
- Центральний контролер або шлюз, який координує взаємодію всіх компонентів;
- Інтерфейси управління (мобільні застосунки, голосові асистенти, сенсорні панелі).

Основні характеристики розумного будинку:

- Автоматизація процесів (освітлення, опалення, вентиляція, безпека);
- Віддалене керування (через смартфон або ПК);
- Інтеграція з Інтернетом речей (*IoT*);
- Адаптивність та персоналізація (сценарії поведінки залежно від часу доби, присутності мешканців тощо);
- Безпека та моніторинг (відеонагляд, сигналізація, детектори вторгнення);
- Енергоефективність (оптимізація споживання енергії, використання "розумних" лічильників).

Розумні будинки можна також порівнювати за класифікацією:

- 1) За рівнем автоматизації:
  - *Початковий рівень (Basic automation)*: автоматизація окремих пристроїв (наприклад, таймер на освітлення);
  - *Середній рівень (Intermediate automation)*: комбінація декількох систем (освітлення + клімат-контроль).

– *Просунутий рівень (Advanced automation)*: повна інтеграція систем, керування на основі сценаріїв та штучного інтелекту.

2) За типом комунікацій:

– *Провідні системи (Wired)*: висока надійність, але складний монтаж.

– *Безпроводні системи (Wireless)*: гнучкість у встановленні, нижча вартість, але можливі перешкоди в передачі сигналу.

– *За способом керування: централізовані* – одна система керує всіма процесами; *Децентралізовані* – кожен пристрій може працювати автономно або в міні-групах; *Гібридні* – поєднання централізованого і децентралізованого підходів.

Для забезпечення взаємодії між пристроями розумного будинку використовуються різні протоколи зв'язку. Основні з них:

- *Zigbee*:

*Переваги*:

Протокол з низьким енергоспоживанням - ідеально підходить для пристроїв, що працюють на батарейках (наприклад, датчики дверей, температури, руху) — батарея може служити кілька років.

Працює в бездротовій мережі типу mesh (сіткова структура) - кожен пристрій *Zigbee* може ретранслювати сигнал іншим, що збільшує радіус покриття та надійність зв'язку в мережі.

Швидке реагування - *Zigbee* забезпечує низьку затримку (латентність), що важливо для автоматизації (наприклад, миттєве вмикання світла при спрацюванні датчика).

Підходить для великої кількості пристроїв - одна мережа може підтримувати сотні пристроїв (теоретично до 65 000), що зручно для великих систем.

Відкритий стандарт і сумісність - підтримується багатьма виробниками (*Philips Hue, IKEA TRÅDFRI, Aqara, Xiaomi* тощо), що полегшує інтеграцію.

*Недоліки* :

Потреба в шлюзі (*hub*) - для роботи з більшістю пристроїв *Zigbee* потрібен спеціальний шлюз або координатор, який підключається до *Wi-Fi* або *LAN* (наприклад, *Zigbee Hub, Aqara Hub, Home Assistant* з модулем).

Слабкий сигнал через стіни - хоч мережа й меш, але сигнал *Zigbee* (частота 2.4 GHz) може погано проходити крізь бетонні або металеві стіни.

Несумісність між брендами - деякі виробники (особливо китайські) використовують частково модифіковані версії *Zigbee*, що може ускладнювати інтеграцію з іншими системами.

Менша швидкість передачі даних - у порівнянні з *Wi-Fi*, *Zigbee* має дуже низьку пропускну здатність (до 250 кбіт/с), що робить її непридатною для камер або великих потоків даних.

- *Z-Wave*:

*Переваги*:

Працює в *mesh*-мережі - як і *Zigbee*, підтримує ретрансляцію сигналу між пристроями, покращуючи покриття.

Використовує менш завантажений діапазон частот - працює на частотах 800–900 МГц (відмінно від *Wi-Fi* і *Zigbee*), тому рідше зазнає радіозавад.

Добре підходить для житлових приміщень

Зазвичай має вищу сумісність між пристроями різних виробників - пристрої *Z-Wave* сертифікуються, тому, як правило, сумісні між собою, навіть від різних виробників.

Низьке енергоспоживання - добре підходить для автономних батарейних сенсорів.

*Недоліки*:

Дорожчі пристрої - *Z-Wave* пристрої зазвичай коштують дорожче, ніж *Zigbee* чи *Wi-Fi* аналоги.

Мало пристроїв на ринку - менше виробників і моделей, особливо в Україні та Європі.

Потреба у шлюзі (*hub*) - як і *Zigbee*, потребує спеціального координатора для керування.

Обмежена кількість пристроїв - мережа підтримує до ~230 пристроїв (значно менше за *Zigbee*).

- *Wi-Fi*:

*Переваги:*

Висока швидкість передачі даних - підходить для камер, медіа, інтенсивного обміну даними.

Підключення до існуючих домашніх мереж - більшість пристроїв підключаються напряму до роутера — просто і швидко.

Більше енергоспоживання порівняно з *Zigbee/Z-Wave*;

Широке розповсюдження і простота інтеграції - Wi-Fi є в кожному домі — легко інтегрувати.

*Недоліки:*

Високе енергоспоживання - не підходить для пристроїв на батарейках — швидко розряджаються.

Обмежена кількість пристроїв у мережі - роутер може "захлинутись", якщо підключено 20+ *Wi-Fi* пристроїв.

Немає меш-системи - сигнал не передається між пристроями, залежить лише від роутера.

Безпекові ризики - оскільки підключено напряму до Інтернету, важливо захищати мережу.

*- Bluetooth / Bluetooth Low Energy (BLE):**Переваги:*

Низьке енергоспоживання (*BLE*) - підходить для мобільних пристроїв та датчиків на батарейках.

Підтримка мобільних пристроїв - працює з будь-яким смартфоном без додаткового обладнання.

Простота підключення - не потребує *Wi-Fi* або шлюзу для локальної роботи.

Швидке сполучення на коротких відстанях.

*Недоліки:*

Малий радіус дії - зазвичай до 10–20 м, слабо проходить через стіни.

Немає повноцінної меш-сітки - хоч *BLE Mesh* існує, вона рідко реалізована в споживчих пристроях.

Обмежена кількість одночасних підключень

Не годиться для "великих" рішень - не підходить для великих систем типу охоронних або автоматизованих будинків.

- *Thread*:

*Переваги*:

Сучасна меш-мережа - *Thread* автоматично будує самовідновлювану мережу, де всі пристрої можуть передавати сигнал один одному (*mesh*), що підвищує стабільність і покриття.

Працює без хаба (з *Matter*) *Thread* створений для роботи з новим універсальним протоколом *Matter*, тому багато пристроїв можуть підключатися безпосередньо до смартфона або маршрутизатора з підтримкою *Thread*.

Висока безпека та надійність - шифрування, автентифікація пристроїв і *IPv6* — технологія створена з урахуванням сучасних вимог до безпеки.

Низьке енергоспоживання - ідеально підходить для батарейних сенсорів (порівняно з *Zigbee* чи *BLE*).

Гарна масштабованість - можна підключити багато пристроїв без перевантаження мережі.

*Недоліки*:

Молодість технології - *Thread* ще нова — не всі пристрої її підтримують, і вибір продукції обмежений.

Не працює напряду через *Wi-Fi* - *Thread* має окрему мережу, тому потрібні граничні маршрутизатори (*border routers*) (наприклад, *Google Nest Hub*, *Apple TV 4K*) для зв'язку з іншими протоколами.

Складність у налаштуванні без *Matter* - без *Matter* налаштування може вимагати технічних знань.

- *KNX*:

*Переваги*:

Промисловий стандарт - один із найстаріших і найнадійніших стандартів автоматизації будівель, підтримується сотнями виробників у понад 100 країнах.

Надійність і довговічність - *KNX*-системи зазвичай встановлюються на десятиліття — вони стабільні та майже не вимагають обслуговування.

Повна централізація і гнучкість - можна інтегрувати освітлення, клімат, енергоменеджмент, безпеку, мультимедіа — все в єдиній системі.

Підтримує як дротові, так і бездротові рішення - можна реалізувати як через спеціальний кабель (*KNX TP*), так і через радіо (*KNX RF*).

Сумісність пристроїв - сертифіковані пристрої *KNX* гарантовано сумісні між собою.

#### *Недоліки:*

Висока вартість - установка та обладнання *KNX* коштують значно дорожче за споживчі рішення (*Zigbee*, *Wi-Fi* тощо).

Потрібні спеціалісти для налаштування - не можна налаштувати систему без спеціального програмного забезпечення (*ETS*) та знань — це інженерна система, а не "з коробки".

Мало пристроїв для *DIY*-ринку - *KNX* орієнтований на професійний монтаж у комерційних або дорогих житлових об'єктах.

Обмежена підтримка у мобільних додатках - на відміну від *Zigbee/Wi-Fi*, немає "народних" додатків — усе керується через інженерні панелі або спеціальні інтерфейси.

## **1.2 Історія розвитку концепції**

Концепція «Розумний будинок» не нова, але вона має історичне коріння, яке сягає розвитку технологій та ідеї, що вони пережили науку [13]. Концепція автоматизованого будинку є інструментом того, як технічна еволюція, науковий прогрес і культурний розвиток застосовуються щодня в контексті систем Розумного дому.

Витоки ідей: наукова фантастика

Ще у першій половині ХХ століття в літературі з'являлись описи "розумних" будинків, які самостійно готують їжу, прибирають приміщення або взаємодіють з господарем. Наприклад:

Рей Бредбері, оповідання "Будинок, який живе" (1950) — у ньому зображено автоматизований будинок, який функціонує навіть після знищення мешканців.

Фільми та серіали, такі як "Jetsons" (1962), популяризували образ майбутнього з розумними кухнями, роботами-прибиральниками та голосовим керуванням.

У кінофантастиці 70–90-х років ідея автоматизації житла закріпилася як символ високотехнологічного майбутнього.

Таким чином, наукова фантастика створила культурне підґрунтя для майбутнього технологічного розвитку. В таблиці 1.1 показані ключові етапи розвитку технологій.

Таблиця 1.1 – Етапи розвитку технологій

Період	Подія / Технологія	Вплив на концепцію розумного будинку
1960-ті	З'являються перші автоматизовані пристрої (пральні машини, термостати)	Початок побутової автоматизації
1970-ті	Винахід мікропроцесора	Дає можливість створення "розумних" пристроїв з логікою управління.
1975	Створення протоколу X10	Перший стандарт передачі даних між пристроями через електромережу
1980–1990	Впровадження комп'ютерів у побут	З'являються перші інтегровані системи управління будинком
1998	Створення терміну "Smart Home"	Початок масового використання поняття
2000–2010	Розвиток <i>Wi-Fi</i> , мобільних технологій, перші "розумні" холодильники, камери, лампи	Зростає доступність систем автоматизації
2011	Запуск голосового асистента <i>Siri</i> від <i>Apple</i>	Початок нової ери керування будинком голосом
2014–2020	Поява <i>Alexa</i> , <i>Google Assistant</i> , розширення <i>IoT</i>	Масова інтеграція голосових команд, сценаріїв, віддаленого керування
2020+	<i>AI</i> , машинне навчання, енергоефективність, кібербезпека	Сучасні розумні будинки навчаються звичкам мешканців, оптимізують витрати, вміють передбачати потреби

У 1966 році американський винахідник Джим Сазерленд створив *ECHO IV* — одну з перших домашніх комп'ютерних систем, яка могла контролювати

температуру, керувати освітленням і зберігати цифрові списки покупок. Хоча цей пристрій ніколи не був комерційно доступний, він заклав основу для подальших розробок.

У 1980–1990-х роках з поширенням персональних комп'ютерів та мікроконтролерів з'явилися перші комерційні системи домашньої автоматизації. Найбільш відомою стала технологія *X10*, яка використовувала електромережу для передавання керуючих сигналів. Вона дозволяла користувачам за допомогою пультів керувати світлом, сигналізацією та іншими пристроями — це вже можна вважати першим поколінням "розумного дому".

Починаючи з 2000-х років, із розвитком Інтернету речей (*IoT*), *Wi-Fi* та мобільних додатків, концепція «розумного дому» зазнала справжнього прориву. З'явилися централізовані системи управління (наприклад, *Google Home*, *Amazon Alexa*, *Apple HomeKit*), які дозволяють користувачу керувати всіма пристроями за допомогою смартфона або голосу.

#### *Сучасний стан: Інтелектуальні системи управління та сталий розвиток*

У середині 2010-х років концепція розумного дому трансформувалася в більш складні, інтегровані системи, що охоплюють енергоменеджмент, автоматизацію клімату, безпеку, моніторинг стану довкілля та навіть здоров'я. З'явилися розумні лічильники, що вимірюють енергоспоживання в реальному часі, розумні термостати, які адаптуються до поведінки мешканців, і системи охорони, що використовують відеоспостереження, датчики руху, а також біометричні системи.

Особливістю сучасних технологій є інтеграція штучного інтелекту (ШІ), який дозволяє автоматично оптимізувати використання ресурсів, підтримуючи комфорт та знижуючи витрати на енергію. Системи ШІ здатні адаптуватися до звичок мешканців, передбачати їх потреби та покращувати взаємодію з користувачем через голосові помічники, мобільні додатки та інші платформи.

Сьогодні концепція розумного дому охоплює не лише комфорт та зручність, але й енергоефективність, безпеку, моніторинг стану довкілля, охорону здоров'я та інтеграцію з міськими інфраструктурами. Технології штучного інтелекту й

машинного навчання дозволяють системам адаптуватися до поведінки мешканців і автоматично оптимізувати споживання ресурсів.

Історія концепції розумного дому – це синтез традиційних уявлень про майбутнє, технічного прогресу та прагнення людини до комфорту. Якщо колись автоматизація була розкішшю чи фантазією, то сьогодні вона стала доступною та відчутною реальністю, дедалі більше завдяки Інтернету речей, штучному інтелекту та новим способам проектування житлових приміщень.

### **1.3 Переваги та недоліки порівняно з традиційним житлом**

Технологія «розумного дому» стає все більш популярною, але перед впровадженням «розумного дому» важливо зважити всі «за» і «проти» порівняно з традиційними домашніми системами.

Переваги розумного будинку

*Економічні переваги*

- Енергоефективність:

Системи розумного освітлення, опалення та кондиціонування автоматично регулюють параметри відповідно до присутності мешканців, часу доби та погодних умов. Це дозволяє знизити споживання електроенергії та тепла до 30–40% у порівнянні з традиційним житлом.

- Оптимізація витрат:

Завдяки моніторингу споживання ресурсів (вода, газ, електрика) у реальному часі мешканці можуть краще контролювати свої витрати та виявляти неефективності.

- Зменшення потреби в ручному обслуговуванні:

Багато процесів автоматизуються, що дозволяє зекономити час і кошти на обслуговування.

*Комфорт і зручність*

- Автоматичне керування освітленням, мікрокліматом, побутовими приладами.

- Інтуїтивно зрозумілий контроль через смартфон або голосового асистента.

- Наявність сценаріїв, наприклад: "Я вдома", "Ніч", "Відпустка".

#### *Безпека*

- Системи відеоспостереження, сигналізація, датчики руху та диму.
- Можливість віддаленого моніторингу та керування безпековими системами.
- Оповіщення у разі виявлення загроз (пожежа, витік газу, вторгнення).

#### *Недоліки розумного будинку*

##### *Висока початкова вартість*

- Вартість устаткування, монтажу та налаштування може бути значно вищою за традиційні рішення.

- Особливо дорого обходяться комплексні системи з багатьма пристроями.

##### *Технічна складність*

- Потреба у фахівцях для проєктування, встановлення та обслуговування систем.

- Можливі складнощі з оновленням або сумісністю обладнання.

##### *Залежність від технологій*

- У разі збою мережі, інтернету або живлення частина систем може стати недоступною.
- Питання кібербезпеки: ризик зламу або втрати персональних даних.

## **1.4 Основні компоненти системи**

Система «розумний дім» складається з трьох груп компонентів: датчиків, актуаторів і контролерів. Вони забезпечують платформу для співпраці — від збору даних до виконання завдань.

Датчики (сенсори) — це пристрої, що вимірюють фізичні або хімічні параметри середовища та передають інформацію контролерам. Вони є “очима” та “вухами” розумного будинку. В таблиці 1.2 наведені види датчиків.

Таблиця 1.2 – Види датчиків

Тип датчика	Призначення
Температури	Вимірює температуру повітря. Керує кліматичними системами (опалення, кондиціонери).
Вологості	Контролює рівень вологості в приміщенні. Може активувати зволожувач або вентиляцію.
Руху	Виявляє присутність/рух людей у приміщенні. Використовується для безпеки та автоматичного вмикання світла.
Освітленості	Визначає рівень світла. Допомогає оптимізувати освітлення, наприклад, вимикає світло вдень.
Газу\диму	Виявляє витіки газу або диму. Активує сигналізацію та системи безпеки.
Протікання води	Виявляє витік рідини (під раковинами, бойлерами). Може перекрити подачу води.
Відкриття\ закриття	Контролює стан дверей, вікон. Активує сигналізацію або повідомлення.
Звуку\шуму	Контролює стан дверей, вікон. Активує сигналізацію або повідомлення.

Актуатори — це пристрої, які виконують фізичну дію у відповідь на команду з контролера. Вони є “м’язами” системи. В таблиці 1.3 наведені різні види актуаторів.

Таблиця 1.3 – Види актуаторів

Тип актуатора	Функція
Реле	Вмикає або вимикає електроприлади (освітлення, побутову техніку)
Сервоприводи	Керують рухом механізмів з точним контролем (наприклад, відкриття вікон, штор)
Електромагнітні замки	Блокують або розблоковують двері, ворота
Моторизовані клапани	Керують подачею води, газу — наприклад, для перекриття при витіку
Димери	Регулюють яскравість освітлення

Інфрачервоні передавачі	Керують ІЧ-пристроями (наприклад, кондиціонер або ТВ)
-------------------------	---

Контролери — центральна частина системи. Вони приймають дані від датчиків, обробляють їх та надсилають команди актуаторам. Можуть бути локальними або хмарними, мати різну складність. В таблиці 1.4 наведені види контролерів.

Таблиця 1.4 – Види контролерів

Тип	Опис
Програмовані мікроконтролери	Бюджетні рішення для самостійної розробки
Готові хаби	Центральні пристрої, що забезпечують інтеграцію усіх компонентів. Зручний інтерфейс, підтримка багатьох протоколів
Хмарні контролери	Керування через інтернет, доступ до голосових асистентів. Залежність від підключення до мережі
PLC-контролери	Надійні, використовуються у великих системах (наприклад, автоматизовані будівлі, офіси)

## РОЗДІЛ 2

# ТЕХНОЛОГІЇ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В СИСТЕМАХ РОЗУМНОГО БУДИНКУ

### 2.1 Пристрої Розумного будинку

Технології, які використовуються в системах розумного будинку, відіграють ключову роль у забезпеченні комфорту, безпеки, енергоефективності та розваг. Для зручності їх можна розділити за призначенням.

Освітлення - це ті пристрої, які керують освітленням в залежності від часу доби, присутності людей або користувацької сценаріїв. В таблиці 2.1 можна побачити різні пристрої освітлення, а на рисунку 2.1 можна побачити які вони бувають.

Таблиця 2.1 – Пристрої для освітлення

Пристрої	Опис та характеристики
Розумні лампи	Керуються через <i>Wi-Fi</i> або <i>Zigbee</i> , мають регулювання яскравості, кольору, сценарії (наприклад, "ніч", "вечірка").
Розумні вимикачі	Замінюють традиційні, підтримують ручне, дистанційне та голосове керування.
Світлові сенсори	Автоматично вмикають/вимикають світло в залежності від освітленості.
Димери	Дозволяють плавно змінювати яскравість світла.



Рисунок 2.1 – Різні види освітлення

Клімат-контроль – це пристрої, які підтримують оптимальні мікрокліматичні умови в приміщенні та сприяють енергоощадженню. Вони включають кондиціонери, зволожувачі повітря, зволожувачі повітря, очищувачі повітря та системи вентиляції, часто обладнані датчиками температури, вологості, CO<sub>2</sub> та кисню для самоконтролю. Такі продукти покращують комфорт, енергоефективність і здоров'я користувачів, особливо в закритих приміщеннях. В таблиці 2.2 наведені різні пристрої клімат-контролю, а на рисунку 2.2 – як виглядає пристрій.

Таблиця 2.2 – Пристрої для клімат-контролю

Пристрій	Опис та характеристики
Розумні термостати ( <i>Nest, Ecobee</i> )	Автоматично регулюють температуру, мають функцію самонавчання, програмування, віддалене керування.
Сенсори температури/вологості	Вимірюють кліматичні показники, передають дані контролерам.
Керовані кондиціонери/обігрівачі	Підключаються до системи або керуються через ІЧ-модуль.
Системи вентиляції з автоматикою	Контролюють якість повітря, рівень CO <sub>2</sub> , вологість.



Рисунок 2.2 – Прилад для клімат контролю

Безпека та моніторингові пристрої - це пристрої, які забезпечують охорону житла, попередження надзвичайних ситуацій і захист майна. Пристрої безпеки працюють разом із системами оповіщення або автоматичними замками, часто інтегруються в "розумні будинки" та можуть передавати тривожні сигнали через

інтернет або GSM-зв'язок. Моніторингові пристрої призначені для постійного спостереження та збору даних про стан середовища, обладнання або організму. В таблиці 2.3 наведені пристрої безпеки, а на рисунку 2.3 їх види.

Таблиця 2.3 – Пристрої для безпеки

Пристрій	Опис та характеристики
Відеокамери ( <i>Arlo, Xiaomi, Ezviz</i> )	Відеоспостереження з доступом у реальному часі, детекцією руху, збереженням записів у хмарі.
Датчики руху, відкриття, розбиття скла	Повідомляють про вторгнення або спробу злому.
Смарт-сирени	Активуються при тривозі, мають гучний звуковий сигнал.
Розумні замки ( <i>Aqara, Yale</i> )	Дозволяють відчиняти двері зі смартфона, за розкладом або з розпізнаванням користувача.
Сенсори диму, газу, витоку води	Надсилають повідомлення та можуть запускати сценарії аварійного реагування.



Рисунок 2.3 – Види пристроїв безпеки

Розваги та мультимедіа - це пристрої, які забезпечують інтерактивні розваги, музику, голосове керування та домашній кінотеатр. До них також належать телевізори, проектори, ігрові консолі, медіаплеєри, віртуальна реальність (*VR*), навушники, акустичні системи та «розумні» екрани. Багато з них мають сенсорні

елементи керування, мікрофони, камери та підтримку бездротових інтерфейсів (*Bluetooth, Wi-Fi*), що дозволяє інтеграцію з іншими «розумними» пристроями або хмарними сервісами. В таблиці 2.4 наведені пристрої для життя та розваг, а на рисунку 2.4 один з пристроїв розваг.

Таблиця 2.4 – Пристрої для життя

Пристрій	Опис та характеристики
Голосові асистенти ( <i>Amazon Echo, Google Nest</i> )	Керування голосом, відповідь на запити, запуск сценаріїв.
Медіаплеєри ( <i>Apple TV, Chromecast</i> )	Мультимедійні центри, керування голосом або додатками.
Смарт-колонки	Відтворюють музику, приймають голосові команди, інтегруються з іншими пристроями.
Розумні телевізори	Підтримка потокових сервісів, керування, інтеграція у <i>Smart Home</i> .



Рисунок 2.4 – Пристрій для розваг

Побутова техніка - це пристрої, які розширюють функціональність дому завдяки автоматизації побутових процесів. Сюди належать холодильники, пральні машини, мікрохвильові печі, пилососи, посудомийні машини, плити, електрочайники, кавоварки та інші пристрої. Сучасна побутова техніка часто має датчики температури, ваги, вологості, рівня води або наповнення, а також підтримує підключення до інтернету (через *Wi-Fi* або *Bluetooth*) для віддаленого керування та моніторингу в системах «розумного дому». В таблиці 2.5 наведені різні пристрої для побуду, а на рисунку 2.5 як вони виглядають.

Таблиця 2.5 – Пристрої для побуту

Пристрій	Опис та характеристики
Розумні розетки	Вмикають/вимикають звичайні прилади, відстежують споживання енергії.
Роботи-пилососи ( <i>Roborock, iRobot</i> )	Працюють за розкладом, керуються через додатки, мають навігацію по мапі.
Розумні холодильники ( <i>Samsung Family Hub</i> )	Сенсори, камери, повідомлення про продукти.
Пральні машини/посудомийки з <i>Wi-Fi</i>	Віддалене запускання, сповіщення про завершення циклу.



Рисунок 2.5 – Пристрої побуту

Енергоменеджмент - це пристрої, які сприяють раціональному використанню електроенергії, зменшенню витрат та екологічного сліду. До них належать розумні лічильники, монітори енергії, контролери споживання, розумні розетки, реле заряду, інвертори та контролери сонячних батарей. Вони можуть вимірювати напругу, струм, енергоспоживання, вимірювати навантаження та передавати ці дані на смартфон або сервер. Ці системи дозволяють зменшити витрати на електроенергію, планувати споживання енергії та автоматизувати керування електроприладами. В таблиці 2.6 наведені прикладу енергоменеджменту, а на рисунку 2.6 один з можливих пристроїв, які можуть бути використані в розумному будинку.

Таблиця 2.6 – Пристрої для енергоменеджменту

Пристрій	Опис та характеристики
Сонячні панелі з контролером	Інтегруються в систему, зменшують споживання з мережі.
Системи моніторингу енергії ( <i>Shelly EM, Sense</i> )	Відстежують споживання окремих приладів і всього дому.
Інвертори з інтеграцією у <i>Smart Home</i>	Автоматичне перемикання між джерелами живлення.



Рисунок 2.6 – Пристрій енергоменеджменту

## 2.2 Автоматизація житла та штучний інтелект

На щастя, системи «розумного дому» дедалі частіше демонструють автоматизацію за допомогою технології штучного інтелекту, яка забезпечує набагато швидший комфорт та ефективність. Користувачі цієї системи отримують не тільки віддалене керування пристроями, а й повну екосистему, яка забезпечить автономне навчання та адаптацію до новітніх умов.

Роль штучного інтелекту в системах розумного будинку

ШІ відіграє ключову роль у забезпеченні інтелектуальної поведінки системи.

*Основні напрями використання ШІ включають:*

- Алгоритми машинного навчання (*Machine Learning*)

Використовуються для аналізу поведінки користувачів, вивчення звичок та адаптації роботи пристроїв. Наприклад, термостат може навчитися знижувати температуру вночі або за відсутності мешканців.

- Предиктивна аналітика

ШІ може прогнозувати події або потреби мешканців. Наприклад, на основі попередніх даних система може автоматично вмикати освітлення у певний час або запускати полив газону з урахуванням прогнозу погоди.

- Комп'ютерний зір

Відеокамери з підтримкою ШІ здатні розпізнавати обличчя, визначати присутність людей або домашніх тварин, ідентифікувати підозрілу активність.

- Розумне енергоспоживання

Система вивчає типові сценарії споживання електроенергії та оптимізує навантаження, що дозволяє зменшити витрати та навантаження на мережу.

- Адаптивне керування освітленням, опаленням, безпекою

ШІ реагує на зміну умов (час доби, освітлення, температура, присутність людей) і приймає рішення на основі зібраних даних у реальному часі.

Голосові помічники в розумному будинку

Одним із найпопулярніших інтерфейсів взаємодії між користувачем і системою розумного будинку є голосові асистенти, які поєднують технології обробки природної мови (*NLP*) та ШІ. Серед найпоширеніших:

- *Amazon Alexa*

*Amazon Alexa* є одним з найпопулярніших голосових помічників у світі. Вона функціонує на основі пристроїв *Amazon Echo* (*Echo Dot*, *Echo Show*, *Echo Studio* тощо) та підтримує тисячі інтеграцій з розумними приладами, зокрема освітленням, термостатами, камерами, замками, мультимедійними системами та іншим. *Alexa* дозволяє створювати складні сценарії автоматизації ("*Routines*"), які можна запускати голосом, графіком або подіями. Також підтримує інтеграцію з хмарними сервісами (наприклад, *Spotify*, *Philips Hue*, *IFTTT*), навички сторонніх розробників ("*skills*") та можливість налаштування. Застосовується не лише в побуті, а й у комерційних рішеннях — наприклад, для керування офісними чи готельними приміщеннями.

- *Google Assistant*

Помічник від *Google* має тісну інтеграцію з *Android*-пристроями, а також підтримку сервісів *Google* (*Gmail*, *Календар*, *YouTube*, *Google Maps*). *Google*

*Assistant* працює з численними приладами розумного будинку від різних виробників, що підтримують протокол *Google Home*. Завдяки технологіям штучного інтелекту *Google*, цей помічник показує високу точність розпізнавання мови, контекстну обробку запитів та багатомовність. Доступний через смартфони, розумні дисплеї (*Nest Hub*), телевізори, колонки та автомобільні системи (*Android Auto*). Особливістю є гнучке створення сценаріїв ("*Routines*"), які можуть включати як команди до пристроїв, так і відповіді сервісів *Google*. [14]

- *Apple Siri* (у складі *HomeKit*)

*Siri* є частиною екосистеми *Apple* та управляє пристроями через платформу *HomeKit*. Головна перевага — високий ступінь безпеки та приватності, який забезпечується за допомогою наскрізного шифрування та локальної обробки даних на пристроях. Користувачі можуть керувати розумним домом через *iPhone*, *iPad*, *Mac* чи *HomePod* (у тому числі *mini*). *Siri* підтримує налаштування автоматизацій за подіями, часом, локацією, а також спільне використання — з можливістю надавати доступ до управління домом іншим користувачам. Хоча підтримка пристроїв обмежена тільки сумісними з *HomeKit* моделями, їх якість та інтеграція з *iOS* залишаються на високому рівні. [14]

- *Xiaomi Xiao AI, Samsung Bixby*

Ці голосові асистенти зорієнтовані здебільшого на власні екосистеми компаній.

*Xiaomi Xiao AI* застосовується здебільшого в Китаї, інтегрується з пристроями екосистеми *Mi Home* (освітлення, очищувачі повітря, розетки, камери тощо), має підтримку китайської мови та регіональних сервісів. Вбудовується в смартфони, смарт-динаміки, телевізори та інші пристрої *Xiaomi*.

*Samsung Bixby* доступний на смартфонах, розумних телевізорах і побутовій техніці *Samsung*. Він дозволяє голосом керувати технікою, створювати сценарії автоматизації в додатку *SmartThings*, взаємодіяти з контентом, додатками та налаштуваннями.

Обидва асистенти активно розвиваються, але мають обмежену функціональність поза межами «рідної» екосистеми.

Голосові асистенти дозволяють виконувати такі дії:

- вмикати/вимикати світло, техніку, кліматичне обладнання;
- запускати сценарії (наприклад, "режим кіно", "нічний режим");
- отримувати інформацію про стан пристроїв;
- керувати розкладом, нагадуваннями, будильниками;
- отримувати відповіді на питання, керувати мультимедіа.

Голосові асистенти мають суттєві переваги в системах розумного будинку, оскільки забезпечують зручне та інтуїтивне управління приладами без необхідності фізичної взаємодії з інтерфейсом. Вони дають змогу виконувати команди швидко, навіть коли руки зайняті або користувач перебуває на відстані, а також підтримують автоматизацію побутових процесів через сценарії ("рутини") чи команди, що покращує комфорт і збільшує ефективність. Окрім того, вони інтегруються з великою кількістю пристроїв та сервісів, що робить систему гнучкою та масштабованою.

Проте голосові помічники мають і низку недоліків. По-перше, обробка голосу може бути неточною в шумному оточенні або при наявності акцентів. По-друге, існують ризики конфіденційності, оскільки деякі помічники безупинно слухають навколишній простір у режимі очікування та можуть передавати дані в хмару. Також варто зважати на залежність від інтернету: більшість функцій асистентів не функціонують без підключення до мережі. Зрештою, мовна локалізація інколи є обмеженою, особливо для української мови, що ускладнює повноцінне використання в деяких регіонах.

## **2.3 Безпека та кіберзахист**

Із зростанням популярності систем розумного дому питання безпеки та захисту персональних даних стає все більш актуальним. Інтеграція кількох пристроїв в одну домашню інфраструктуру створює додаткові точки входу, які можуть бути вразливими для зловмисників. Водночас безпека є однією з головних

переваг концепції «розумного дому» – за умови правильної реалізації. Тому особливу увагу слід приділити технічним, мережевим та організаційним інструментам кібербезпеки.

Потенційні загрози безпеці в системах розумного будинку:

*- Несанкціонований доступ до пристроїв:*

Хакери можуть отримати контроль над системами безпеки, кліматом або освітленням, що призводить до втрати приватності або фізичної небезпеки. Особливо вразливими є пристрої з дефолтними паролями або без оновлень прошивки. Це створює не тільки загрозу конфіденційності, а й фізичну небезпеку для жителів. Найбільш вразливими є прилади, у котрих не змінено початкові паролі, або ті, що не підтримують оновлення прошивки — адже саме в них найчастіше лишаються незакриті вразливості.

*- Витік особистих даних:*

Пристрої збирають велику кількість чутливої інформації: звички користувача, графік перебування вдома, аудіо- та відеозаписи. Якщо ці дані зберігаються без належного захисту, вони можуть бути перехоплені або злиті в мережу, що може призвести до фінансових втрат, шантажу або крадіжок.

*- Атаки типу «людина посередині» (Man-in-the-Middle):*

Такі засоби керування використовуються для обмеження трафіку між пристроєм і сервером або контролером. Якщо дані передаються в незашифрованому форматі, зловмисник може змінювати команди або відповіді системи.

*- DDoS-атаки через IoT-пристрої:*

Скомпрометовані пристрої можуть бути використані для організації масових атак на сторонні сервіси. Ненадійні або змовні пристрої можуть використовуватися як частина ботнету для атаки на сторонні служби. Наприклад, сумно відомий ботнет Mirai використовує ті самі «розумні» інструменти для запуску масових DDoS-атак.

*- Фізичне втручання та саботаж:*

Якщо контролер або головний концентратор легкодоступні, зловмисник може скомпрометувати систему, вимкнути живлення, перезапустити або встановити пристрої.

Методи захисту від кібератак:

- *Шифрування даних:*

Використання сучасних криптографічних алгоритмів (наприклад, *AES-256*) для зберігання та передачі інформації. Протоколи передачі, як-от *HTTPS*, *TLS*, *MQTT з SSL*, забезпечують захист мережевих комунікацій.

- *Ауθενфікація та авторизація:*

Багаторівнева ауθενфікація (наприклад, *2FA*) для доступу до системи.

Розмежування прав доступу між користувачами (адміністратор, гість тощо).

- *Регулярне оновлення прошивок:*

Виробники постійно усувають вразливості, тому оновлення пристроїв — важливий елемент безпеки.

- *Захист локальної мережі:*

Використання надійного *Wi-Fi* пароля, *WPA3*-протоколу, приховування *SSID*.

Встановлення брандмауерів і систем виявлення вторгнень (*IDS/IPS*).

*WPA3* для *Wi-Fi*, прихований *SSID*.

Використання *VLAN* або гостьових мереж для розділення пристроїв.

- *Сегментація мережі:*

Розділення мережі на підмережі (наприклад, окрема мережа для *IoT*-пристроїв), що зменшує ризик доступу до критичних систем у разі компрометації.

Біометричні системи безпеки

Інтеграція біометричних технологій в системи розумного будинку дозволяє підвищити рівень фізичної безпеки.

- *Брандмауери, антивірусне ПЗ, IDS/IPS-системи:*

Брандмауери контролюють вхідний та вихідний трафік.

Системи виявлення вторгнень аналізують поведінку трафіку та сигналізують про підозрілу активність.

Біометричні системи безпеки

Біометричні технології все активніше використовуються в розумних будинках для контролю доступу, аутентифікації та підвищення рівня комфорту. Вони поєднують зручність для користувача з високим рівнем безпеки, оскільки фізичні характеристики складніше підробити або втратити, ніж пароль.

*- Розпізнавання обличчя*

Камери з підтримкою комп'ютерного зору можуть ідентифікувати мешканців та гостей, відкривати двері або запускати сценарії.

Часто використовуються у зв'язці з інфрачервоними сенсорами для підтвердження присутності.

*- Відбитки пальців*

Смарт-замки або системи контролю доступу зчитують відбитки для авторизації входу. Ця технологія зручна для використання і добре інтегрується з іншими елементами системи.

*- Розпізнавання голосу*

Деякі системи використовують голосову біометрію не лише для розпізнавання команд, але і для підтвердження особистості користувача (наприклад, запуск сценаріїв тільки після верифікації голосу).

*- Розпізнавання райдужної оболонки ока або венозного малюнка*

Це найточніші, але дорогі технології, які найчастіше використовуються в системах підвищеного рівня безпеки або у *VIP*-житлі. Вони практично не піддаються підробці.

## РОЗДІЛ 3

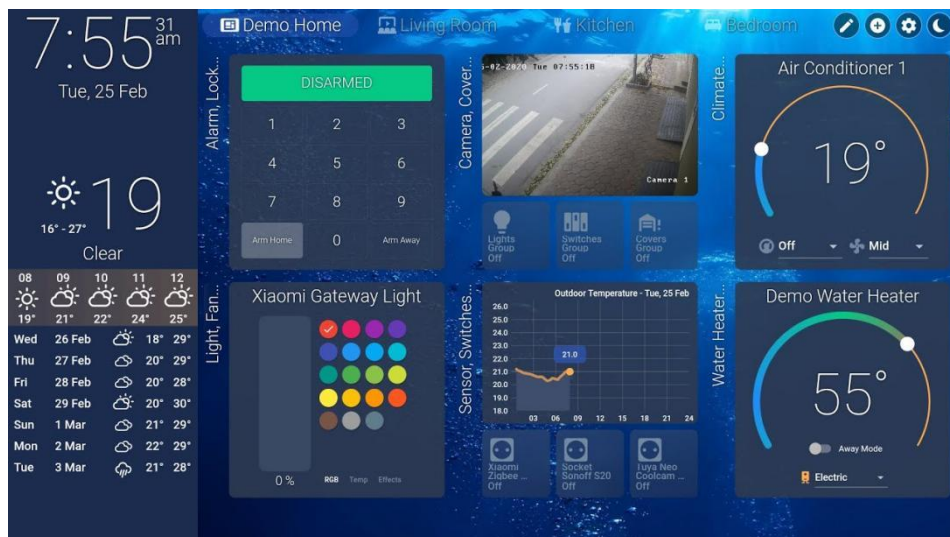
### СТВОРЕННЯ РОЗУМНОГО БУДИНКУ

#### 3.1 Вибір програмного забезпечення та її переваги

Вибір програмного забезпечення є ключовим фактором у розробці системи розумного будинку, оскільки він визначає її функціональність, зручність використання, розширюваність та взаємодію. Існує два основних типи програмних рішень для розумного дому: локальні (*on-premises*) програми та хмарні (*cloud*) програми. Нижче наведені найпопулярніші локальні програмні платформи [3].

##### 3.1.1 *Home Assistant*

*Home Assistant* — це одна з найпопулярніших платформ для створення систем розумного будинку з відкритим кодом (рисунк 3.1). Платформа орієнтована на локальне зберігання та обробку даних, що дозволяє забезпечити високий рівень приватності.[11]



Рисунк 3.1 – Вигляд програми *Home Assistant*

Переваги:

- Понад 2500 офіційних інтеграцій з пристроями та сервісами (*Zigbee, MQTT, Z-Wave, Wi-Fi*).

- Повністю локальне керування без потреби в хмарі.

- Гнучка система автоматизації на базі *YAML* або графічного редактора.

- Можливість налаштування інтерфейсу *Lovelace* за потребами користувача.

- Підтримка сценаріїв за часом, подіями, присутністю.

Недоліки:

- Необхідність базових технічних знань (*Linux, мережі, YAML*).

- Може вимагати додаткового обладнання (наприклад, *Raspberry Pi* або сервера).

### 3.1.2 *openHAB*

*openHAB* — це ще одна потужна локальна платформа з відкритим кодом, яка підтримує велику кількість протоколів (рисунок 3.2) і дозволяє створювати повністю офлайн-рішення.[13]

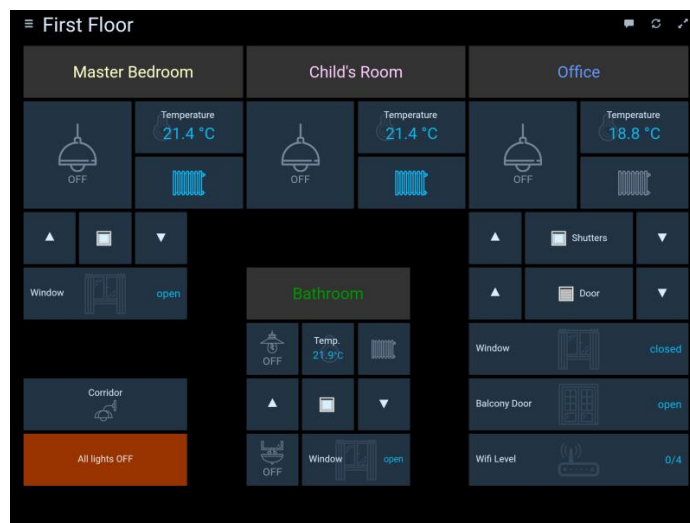


Рисунок 3.2 – Вигля програми *openHAB*

Переваги:

- Кросплатформна підтримка (*Windows, Linux, macOS*).

- Можливість створення складних сценаріїв автоматизації.

- Висока стабільність системи.

- Інтеграція з системами управління енергією та пристроями промислового класу.

Недоліки:

- Відносно складний процес налаштування.
- Менш інтуїтивний інтерфейс у порівнянні з *Home Assistant*.

Хмарні програмні платформи

### 3.1.3 Google Home

*Google Home* забезпечує централізоване керування сумісними пристроями з використанням Android-додатку (рисунок 3.3) та голосового помічника *Google Assistant*. [10]

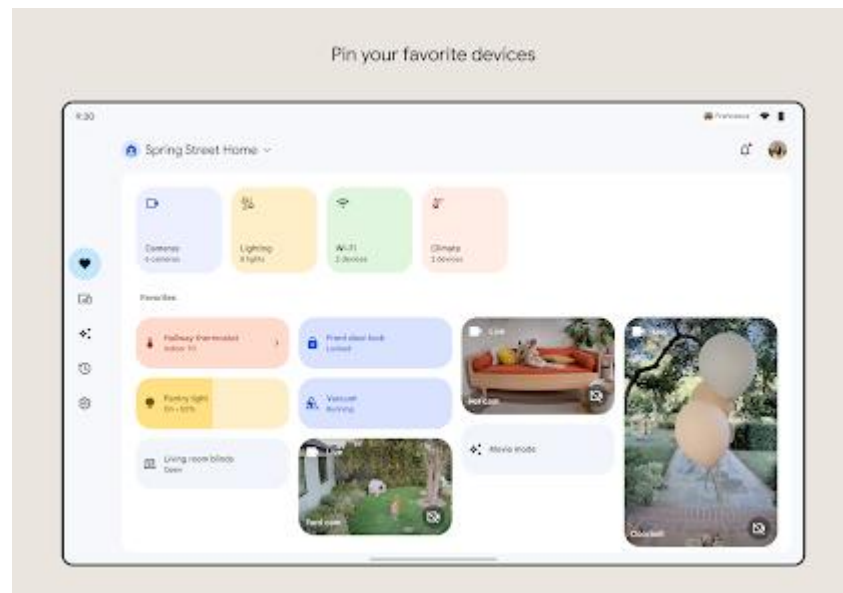


Рисунок 3.3 – Вигляд Google Home

Переваги:

- Висока інтеграція з *Android*-екосистемою.
- Просте налаштування для кінцевого користувача.
- Підтримка рутин і сценаріїв (наприклад, “Я йду з дому”).

Недоліки:

- Повна залежність від інтернет-з’єднання.
- Обмежена кастомізація логіки автоматизації.

### 3.1.4 Amazon Alexa

*Alexa* використовується з пристроями *Amazon Echo* та підтримує тисячі “навичок” для керування різними аспектами розумного будинку (рисунок 3.4).[6]

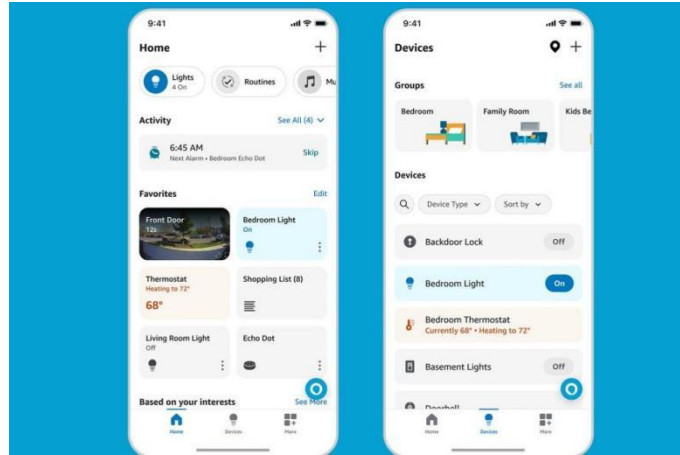


Рисунок 3.4 – Вигляд *Amazon Alexa*

Переваги:

- потужна екосистема голосового керування.
- підтримка великої кількості сумісних пристроїв.
- простота інтеграції з сервісами *Amazon*.

Недоліки:

- менше можливостей розширеної автоматизації.
- менш активне локальне управління.

### 3.1.5 Apple HomeKit

*HomeKit* — це платформа *Apple* для автоматизації будинку, що забезпечує безпечну та приватну взаємодію з пристроями через додаток «Дім» на *iPhone* або *iPad* (рисунок 3.5) .[7]

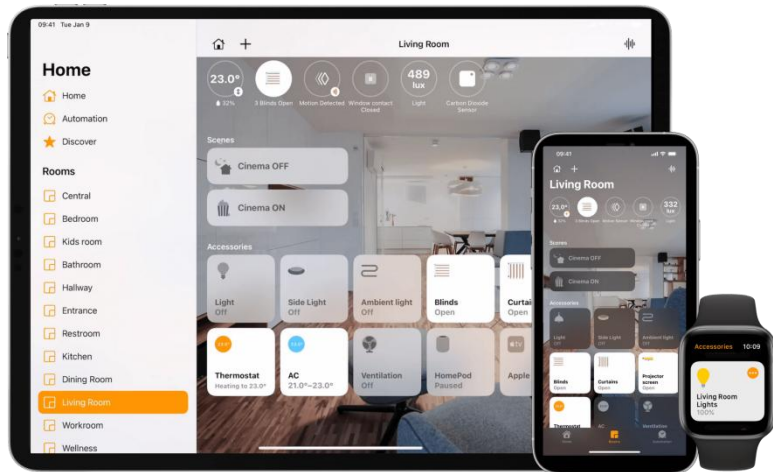


Рисунок 3.5 – Вигляд *Apple HomeKit*

#### Переваги:

- високий рівень безпеки (шифрування, автентифікація).[12]
- глибока інтеграція в екосистему *Apple*.
- надійна робота з голосовим асистентом *Siri*.

#### Недоліки:

- Обмежена кількість сумісних пристроїв.
- Висока вартість сумісного обладнання.

### 3.1.6 Симуляційне середовище — *Cisco Packet Tracer*

*Cisco Packet Tracer* — це навчальна платформа для моделювання комп'ютерних мереж (рисунок 3.6), яка також підтримує моделювання IoT-пристроїв. У дипломному проєкті *Packet Tracer* буде використано для створення віртуального макету розумного будинку.

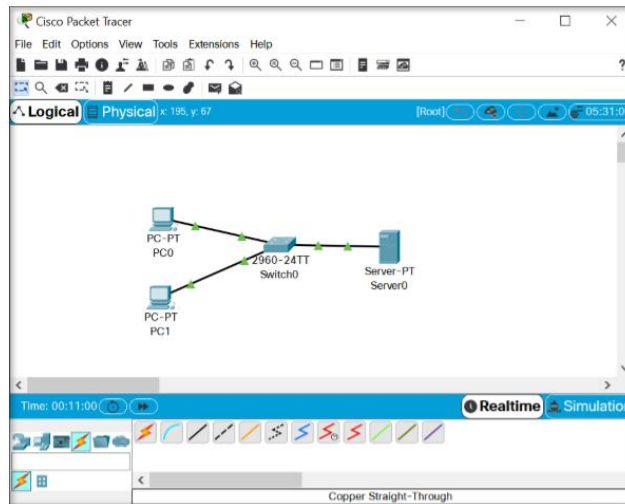


Рисунок 3.6 – Вигляд середовища

#### Переваги:

- Підтримка моделювання пристроїв розумного будинку: датчиків руху, температури, ламп, замків, контролерів.
- Можливість створення умовних сценаріїв на основі правил або візуального програмування (*Blockly*).
- Інтеграція з мережевими пристроями (маршрутизатори, хаби, інтернет-з'єднання), що дозволяє симулювати реальну інфраструктуру.
- Підходить для вивчення принципів побудови *IoT*-систем, логіки автоматизації, маршрутизації та безпеки.

#### Недоліки:

- Використовується лише в навчальних цілях, не підтримує комерційне впровадження.
- Обмежена кількість пристроїв та прості моделі автоматизації.
- Не підтримує деякі протоколи (*Z-Wave, Matter*) і має фіксований набір функцій.

Це середовище дозволяє візуалізувати архітектуру розумного будинку, відпрацювати логіку взаємодії пристроїв, а також пояснити принципи кіберзахисту, маршрутизації та сценарної логіки без потреби у фізичних пристроях. Це оптимальне рішення для демонстрації концепції та симуляції її роботи. Для моделювання системи та ілюстрації її роботи в умовах навчального проекту оптимальним вибором є *Cisco Packet Tracer*. Для реального

впровадження більш доцільно обирати серед локальних платформ (наприклад, *Home Assistant*) або хмарних сервісів (*Google Home, Amazon Alexa*), залежно від потреб користувача в кастомізації, безпеці, масштабуванні та інтеграції з пристроями.

### 3.2 Ключові компоненти створення

Створення системи розумного дому передбачає не лише вибір апаратного та програмного забезпечення, але й ретельне проектування, планування мережевої інфраструктури, налаштування автоматизації та логіки безпеки. У навчальному або демонстраційному проекті особливу роль відіграє програмне середовище, яке дозволяє моделювати ці процеси. У цьому випадку використовується *Cisco Packet Tracer* – платформа, яка дозволяє візуально побудувати модель розумного будинку, встановити взаємодію між компонентами та протестувати їх роботу.

*Етапи проектування системи:*

#### 1. Аналіз потреб користувача

Перш ніж починати технічну реалізацію, слід визначити головні функції повинна виконувати система:

- Безпека: захист від несанкціонованого доступу (датчики відкриття дверей і вікон, камери відеоспостереження, сирени).

- Комфорт: автоматичне керування освітленням, кліматом, побутовими приладами.

- Енергоефективність: оптимізація споживання електроенергії, наприклад, вимикання освітлення в порожніх кімнатах, контроль температури.

- Моніторинг і контроль: віддалений доступ до системи, отримання сповіщень та логів дій.

Кожен розумний будинок має свою індивідуальну структуру. Тому потрібно:

- Визначити кількість кімнат, поверхів, зон (наприклад, внутрішні приміщення, вхідна зона, підвір'я).

- Для кожної зони визначити рівень автоматизації:

Вітальня — мультимедійне управління, освітлення.

Кухня — контроль побутових приладів, витяжки.

Спальня — клімат, освітлення, рольставні.

Дитяча — підвищені вимоги до безпеки.

Ванна — контроль вологості, вентиляція.

Зовнішні території — камери, датчики руху, зовнішнє освітлення.

Це дозволяє створити базову схему будинку для подальшого розташування пристроїв.

Наступним кроком є визначення, які саме пристрої необхідно встановити:

- Сенсори:

Датчики руху.

Датчики температури, вологості, диму, витоку газу чи води.

Сенсори відкриття дверей та вікон.

- Актуатори:

Смарт-лампи (регульовані за яскравістю та кольором).

Розумні розетки (з можливістю вимкнення/ввімкнення).

Електронні замки, автоматичні двері.

- Камери відеоспостереження, сирени, дисплеї.

- Центральний контролер або сервер, що керує всіма пристроями.

- Мережеве обладнання: маршрутизатор, точки доступу, хмарний шлюз.

Від правильного вибору пристроїв залежить сумісність системи та її можливість до масштабування.

## 2. Проєктування логіки автоматизації

Після того, як визначено потреби користувача та обрано необхідні пристрої, наступним кроком є створення логіки взаємодії між цими пристроями. Цей етап є серцем системи розумного будинку, оскільки саме завдяки правильно спроектованим сценаріям автоматизації забезпечується зручність, енергоефективність, безпека й адаптивність системи до змін у поведінці користувачів.

*Сценарії автоматизації*

Сценарій — це набір умов і дій, які система виконує автоматично при настанні певних подій або зміни стану об'єктів. Основні типи сценаріїв включають:

- Подієві сценарії (*trigger-based*):

"Якщо датчик руху зафіксував присутність — увімкнути світло."

"Якщо двері відчинились у нічний час — надіслати повідомлення та активувати сирену."

- Часові сценарії (*schedule-based*):

"Увімкнути освітлення на підвір'ї о 20:00 та вимкнути о 06:00."

"Запустити зволожувач повітря кожного дня о 13:00 на 30 хвилин."

- Сценарії на основі стану системи:

"Якщо всі мешканці вийшли з дому — вимкнути всі побутові прилади."

"Якщо температура нижча за 18°C — увімкнути обігрівач."

- Комбіновані сценарії:

"Якщо виявлено рух у вітальні після 22:00 та рівень освітленості < 20% — увімкнути нічне освітлення."

Ці сценарії можуть комбінуватися в складні логічні ланцюжки, створюючи багаторівневі умови.

### *Проектування логіки у Cisco Packet Tracer*

У *Cisco Packet Tracer* проектування логіки автоматизації відбувається у двох основних режимах:

- Логічне з'єднання між пристроями

У цьому варіанті налаштовується реакція одного пристрою на стан іншого.

Датчик руху надсилає сигнал на лампу — лампа вмикається.

Датчик диму активує сирену та повідомляє користувача.

Відкриття дверей запускає запис із камери.

- Програмування через *Blockly* (візуальне середовище)

Це графічна система створення сценаріїв, яка дозволяє без кодування створювати правила за принципом "якщо–то–інакше":

Блоки умов (*if*).

Логічні оператори (і, або, не).

Події за часом, станом мережі чи пристрою.

Керування діями (увімкнути, вимкнути, надіслати повідомлення).

*Групування сценаріїв за профілями*

У більш складних моделях можна створювати профілі користувача або режиму роботи будинку:

- “Дім” — усе працює в штатному режимі.
- “Немає вдома” — мінімальна активність, контроль за вторгненнями.
- “Ніч” — активне лише нічне освітлення та камери.
- “Відпустка” — імітація присутності, повна безпека.

Перемикання режимів можна реалізувати або вручну (через додаток), або автоматично — наприклад, при втраті з'єднання з мобільним пристроєм користувача в зоні *Wi-Fi*.

### 3. Побудова мережевої інфраструктури

- Для забезпечення взаємодії між пристроями моделюється:
- *Wi-Fi* мережа з маршрутизатором.
- Підключення *IoT*-пристроїв (розумні лампи, дверні замки, сенсори, камери) до контролера.

- Хмарне з'єднання або центральний сервер управління.

*Cisco Packet Tracer* дозволяє створити мережу з реалістичними параметрами — *SSID*, протоколи шифрування, *DHCP/Static IP*, *firewall*.

### 4. Вибір та підключення обладнання

- Кожен компонент системи повинен бути сумісним з мережею та логікою управління. У симуляційному середовищі *Packet Tracer* доступні:

- Розумні датчики: руху, температури, освітлення.
- Актуатори: лампи, двері, сигналізації.
- Камери відеоспостереження, які можна поєднувати з умовами спрацювання.
- Сервер — використовується для хостингу панелі керування системою.

Контролери — центральні вузли для управління розумним будинком.

*Монтаж та налаштування обладнання (на прикладі Packet Tracer)*

## Віртуальний монтаж

У *Packet Tracer* пристрої не фізично монтуються, проте їхня логічна розстановка та підключення моделює справжній монтаж:

- Датчики розміщуються у відповідних кімнатах.
- Камери орієнтуються на двері або вікна.
- Світильники прив'язуються до певних зон.
- Контролери зв'язуються з кожним пристроєм через бездротову мережу або дротову (віртуально).

## Налаштування параметрів

Для кожного пристрою в *Cisco Packet Tracer* можна налаштувати:

- Ім'я пристрою (наприклад, "Лампа кухня").
- Параметри підключення: *IP*-адреса, мережевий шлюз, *SSID Wi-Fi*.
- Режим роботи: автоматичний, ручний, реакція на певний сенсор.
- Зв'язок з іншими пристроями: наприклад, лампа реагує на сигнал від сенсора руху.

## Програмування сценаріїв

У *Cisco Packet Tracer* реалізація сценаріїв відбувається через візуальне середовище *Blockly*:

- Логіка "Якщо... то..." дозволяє створити правила взаємодії.
- Наприклад: "Якщо виявлено рух після 21:00, увімкнути світло в коридорі."
- Також можливе налаштування часових тригерів або подій, які активуються залежно від стану мережі чи користувача.

## Особливості монтажу в реальних умовах

Хоча *Cisco Packet Tracer* — симулятор, отримані знання безпосередньо застосовні в реальній інсталяції:

- Перед монтажем обов'язкове планування розміщення пристроїв: важливо уникати "мертвих зон" для Wi-Fi або перекриття сигналу.
- Пристрої повинні бути енергонезалежними або мати резервне живлення.
- Контролери та сервери розміщуються в центральній частині будинку для оптимального доступу до всіх підсистем.

- Необхідно передбачити систему охолодження або вентиляції для серверного обладнання (при великій кількості пристроїв).

### 3.3 Моделювання та створення макету розумного будинку

Створення моделі розумного будинку на базі квартири має низку особливостей, які слід враховувати на етапі проектування та реалізації [11]. Квартира — це обмежене, але добре структуроване просторове середовище з типовими зонами (кухня, ванна, спальня, коридор), де важливо досягти оптимального балансу між комфортом, безпекою та енергоефективністю. У цьому проєкті моделювання здійснювалося з використанням *Cisco Packet Tracer* — інструменту для створення віртуальної інфраструктури та логіки взаємодії пристроїв.

В макеті (рисунок 3.7) були використані такі компоненти: *Smart door*, *Ceiling fan*, *Lamp(2)*, *HomeGateway*, *Thermostat*, *Smart window(3)*, *Home router*, *Siren*. Також були додані елемент користування розумного будинку - *Smart phone*. Саме через нього налаштовується використанням того чи іншого приладу.

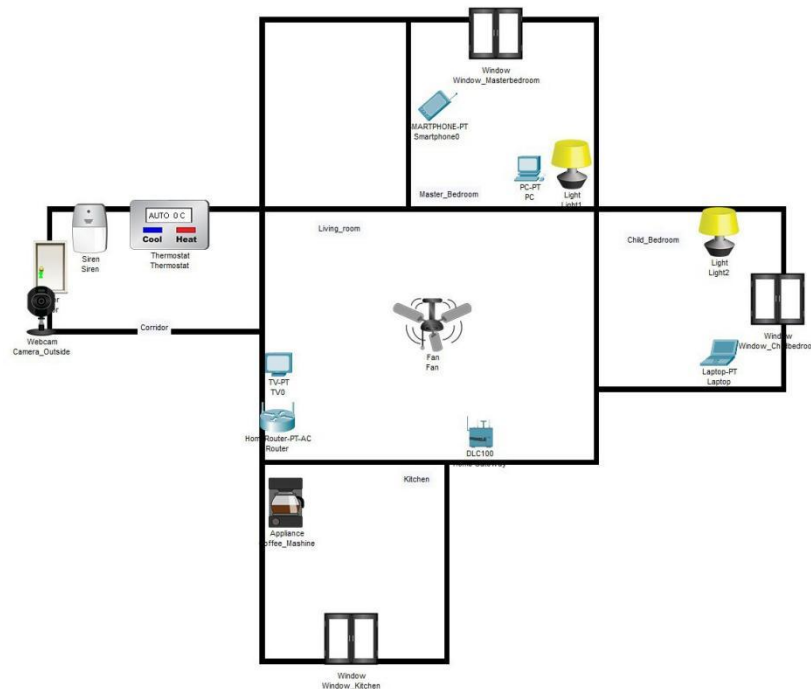


Рисунок 3.7 – Вигляд макету Розумного будинку у квартирі

Ця платформа була обрана як основна платформа для моделювання розумного будинку з кількох причин:

- Підтримка *IoT*-пристроїв — симулює роботу розумних ламп, дверей, датчиків руху, контролерів, камер, серверів.
- Програмування через *Blockly* — дозволяє створювати сценарії автоматизації у форматі логічних блоків «якщо-то», без необхідності писати код вручну.
- Побудова мереж — дає змогу створити *Wi-Fi* або *Ethernet*-інфраструктуру, протестувати підключення та *IP*-конфігурації.
- Хмарна взаємодія — дозволяє моделювати зв'язок із хмарними платформами, віддалене керування чи сповіщення.

Таблиця 3.1 містить опис-необхідного для реалізації обладнання

Таблиця 3.1 – Обладнання, яке використовується в макеті

Зона	Пристрій	Призначення \ Функція
Коридор	Сирена ( <i>Siren</i> )	Активація сигналізації при несанкціонованому вході
	Термостат ( <i>Thermostat</i> )	Контроль температури, перемикання режимів обігріву / охолодження
	Камера відео-спостереження ( <i>Webcam</i> )	Спостереження за входом у квартиру

Продовження таблиці 3.1

Вітальня	Вентилятор ( <i>Fan</i> )	Клімат-контроль, охолодження приміщення
	Телевізор ( <i>TV</i> )	Побутова техніка, елемент розваг
	Центр мережі ( <i>router</i> )	Керування всіма пристроями, <i>Wi-Fi</i> з'єднання
	Розумний хаб ( <i>Home Gateway</i> )	Координація <i>IoT</i> -пристроїв
Кухня	Кавоварка ( <i>Coffeemashine</i> )	Розумна техніка, яку можна запускати за розкладом
Спальня ( <i>Master bedroom</i> )	Лампа ( <i>Lamp</i> )	Освітлення, можливість автоматизації за рухом чи часом
	ПК ( <i>PC</i> )	Користувацький пристрій, може слугувати для моніторингу системи
	Смартфон ( <i>Smartphone</i> )	Віддалене керування розумним будинком
Дитяча ( <i>Child bedroom</i> )	Лампа ( <i>Lamp</i> )	Освітлення кімнати, індивідуальне керування
	Ноутбук ( <i>Laptop</i> )	Моніторинг / доступ до системи з іншого пристрою

Критерії вибору обладнання для моделі:

Сумісність — пристрої повинні підтримуватись у програмному середовищі.

Функціональність — мати здатність до логічного зв'язку з іншими об'єктами.

Можливість програмування — через *Blockly* або інші інтерфейси.

Наявність інтерфейсів управління — віртуальні кнопки, веб-панель, умови спрацювання.

Вибрані рішення дозволяють:

Повністю відтворити логіку розумного будинку на прикладі типової квартири.

Оцінити потенційні сценарії автоматизації до впровадження в реальному житті.

Побачити, як змінюється поведінка системи залежно від подій, часу доби, дій користувача.

Створення системи розумного дому буде включаючи набір недорогих, але функціональних функцій, які забезпечують:

- Автоматичне вмикання освітлення, що дозволяє скоротити витрати на електроенергію до 20-30% завдяки інтелектуальному управлінню.

- Безпека будинку з відеоспостереженням, сигналізацією та нав'язливими сповіщеннями.

- Комфорт та зручність завдяки контролю температури, вентиляції та дистанційному керуванню побутовою технікою.

- Масштабованість системи: за необхідності нові пристрої можна додавати без значних витрат (завдяки *Wi-Fi* або *ZigBee*).

Враховуючи інвестиції, модернізація системи можлива за 2-3 роки завдяки економії ресурсів та підвищенню безпеки, а також комфорту для мешканців. Це робить систему розумного дому можливою для сучасної квартири навіть з обмеженим бюджетом. Таблиця 3.2 має розгляд бюджетного розумного будинку.

Таблиця 3.2 - Обладнання, яке може бути використане в фізичному будинку

Пристрій	Реальна модель / альтернатива	Призначення	Орієнтовна ціна (грн)
Маршрутизатор <i>Wi-Fi</i>	<i>TP-Link Archer C6 / MikroTik hAP AC Lite</i>	Локальна мережа, підключення пристроїв	1 500 – 2 000

Центральний контролер	<i>Raspberry Pi 4 (4 GB RAM) / Home Assistant Yellow</i>	Керування всією системою	2 500 – 4 000
Розумна лампа (2 шт.)	<i>Xiaomi Yeelight / Philips Hue</i>	Автоматичне освітлення	2 000
Розумна розетка (1 шт.)	<i>TP-Link Tapo P100 / Xiaomi Smart Plug</i>	Керування живленням побутової техніки	600
Розумний термостат	<i>Tado / Nest / Ecobee</i>	Температурний контроль	5 500
ІР-камера зовнішня	<i>TP-Link Tapo C200 / Xiaomi Mi Home Camera</i>	Відеоспостереження	1 800
Сирена	<i>Aqara Siren / SONOFF Alarm</i>	Аварійне попередження	700 – 1 000
Датчики відкриття (2 шт.)	<i>Sonoff DW2 / Aqara Door Sensor</i>	Виявлення відкриття дверей/вікон	800
Датчик руху	<i>Aqara Motion Sensor / Sonoff PIR</i>	Увімкнення світла при наявності руху	700 – 900
Реле для вбудованого монтажу	<i>Sonoff Mini R2 / Shelly 1</i>	Вбудоване керування лампами або приладами	500
Кавоварка з керуванням	<i>Xiaomi Smart Coffee Machine</i> або звичайна + розетка	Розумна кухня	3 500
Вентилятор з управлінням	ІР керований або через розумне реле	Клімат-контроль	2 000
Загальна вартість проєкту (приблизно)			22 000 - 30 000

Після аналізу обраного обладнання та принципів роботи системи можна зробити висновки щодо економічної доцільності впровадження подібного проєкту в умовах звичайної міської квартири.

Переваги інвестиції:

- Підвищення рівня безпеки - встановлення сигналізації та зовнішньої відеокамери забезпечує постійний контроль над подіями біля помешкання. У разі вторгнення або підозрілої активності користувач може миттєво отримувати повідомлення на смартфон і реагувати відповідним чином.

- Комфорт користування - автоматизація освітлення, вентиляції, клімату, а також побутових приладів (наприклад, кавоварки) значно підвищує рівень комфорту мешканців. Сценарії можна налаштовувати відповідно до розкладу чи поведінки користувачів (наприклад, ввімкнення світла при вході до кімнати або за розкладом).

- Енергоефективність - застосування розумного термостата дозволяє оптимізувати споживання електроенергії та тепла. Завдяки автоматичному регулюванню температури в залежності від часу доби або присутності людей у квартирі, можна зекономити до 20–25% витрат на опалення та кондиціонування.

- Можливість масштабування - обрана архітектура системи дозволяє легко додавати нові пристрої — розумні розетки, датчики протікання, диму, інші побутові прилади тощо. Це відкриває перспективи для поступового розширення функціоналу без необхідності замінювати основні компоненти системи.

- Помірна вартість у порівнянні з готовими рішеннями - загальна вартість створеної системи (~30–35 тис. грн) є нижчою, ніж вартість повноцінних комерційних рішень для «розумного дому» середнього класу, які зазвичай стартують від 50 000 грн і вище.

Можливі недоліки:

- Потреба в налаштуванні та технічних знаннях - для правильної конфігурації системи, особливо у випадку використання відкритої платформи *Home Assistant* на базі *Raspberry Pi*, потрібні базові технічні навички — знання в галузі мереж,

налаштування програмного забезпечення, логіки автоматизації тощо. Без цього система може працювати неефективно або бути нестабільною.

- Початкові фінансові витрати - хоча система є дешевшою за готові рішення, її вартість усе ж перевищує витрати на звичайну (неавтоматизовану) побутову техніку. Це може бути бар'єром для деяких користувачів, особливо якщо автоматизація не є першочерговою потребою.

## ВИСНОВКИ

У межах виконання кваліфікаційної роботи було досягнуто поставлену мету — спроектовано, змодельовано та протестовано концепцію розумного будинку з використанням середовища *Cisco Packet Tracer*. У ході дослідження було вирішено низку завдань, кожне з яких дозволило поглибити розуміння принципів функціонування систем Smart Home та їх перспектив.

Аналіз історичного розвитку та сучасного стану технологій розумного будинку дозволив виявити етапи еволюції від перших автоматизованих пристроїв до складних інтегрованих рішень на основі штучного інтелекту та IoT. Установлено, що поєднання побутової автоматизації, мобільного керування, енергоефективності та безпеки перетворило концепцію розумного будинку на реальний інструмент трансформації житлового простору.

Дослідження сучасних стандартів і протоколів обміну даними (таких як *Zigbee*, *Z-Wave*, *Wi-Fi*, *Thread*, *Bluetooth*, *KNX*) показало, що вибір технології має вирішальне значення для надійності, енергоефективності та масштабованості системи. Усі протоколи мають свої переваги й обмеження, що дає змогу адаптувати архітектуру системи до потреб конкретного користувача або об'єкта.

Формування структури системи розумного будинку, що включає сенсори, актуатори, контролери й інтерфейси управління, дозволило сформуванню уявлення про ключові апаратні компоненти. Було проаналізовано типи пристроїв за категоріями (освітлення, клімат, безпека, розваги, побутова техніка, енергоменеджмент) і показано їхню роль у забезпеченні комфортного та ефективного моделювання архітектури системи *Smart Home* у *Cisco Packet Tracer* дало можливість реалізувати віртуальний макет системи автоматизації. Завдяки використанню цього симуляційного середовища було розроблено та протестовано логіку взаємодії пристроїв, сценарії керування та принципи маршрутизації даних у віртуальному середовищі без потреби у фізичному обладнанні.

Оцінка функціональності та перспектив системи дозволила визначити її переваги: енергоефективність, зручність, безпека, гнучкість у налаштуванні. Також проаналізовано обмеження, пов'язані з початковими витратами, технічною складністю та питаннями безпеки. Акцент зроблено на потенціал подальшої інтеграції з технологіями штучного інтелекту, машинного навчання та біометричної автентифікації.

У підсумку, результати кваліфікаційної роботи підтверджують високу актуальність тематики розумних будинків у контексті цифрової трансформації побуту. Створена симуляційна модель не лише ілюструє базові принципи побудови *Smart Home*, але й може бути використана як навчальний інструмент або основа для розробки більш складних систем. Отже, сформовано цілісне уявлення про технічну архітектуру, функціональні можливості та перспективи розвитку розумного житла в умовах сучасного світу.

**ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. "5 найкращих систем «Розумний будинок»". URL: <https://journal.ilounge.ua/ua/review/5-luchshih-sistem-umnyj-dom> (дата звернення: 29.05.2025).
2. Встановлення розумного будинку в квартирі. URL: <https://www.smarthouse.ua/ua/umnyj-dom-dlya-kvartiry.html> (дата звернення: 30.05.2025).
3. Розумний дім. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Розумний\\_дім](https://uk.wikipedia.org/wiki/Розумний_дім) (дата звернення: 01.05.2025).
4. "Новий рівень вашого комфорту і безпеки". URL: <https://www.smarthouse.ua/ua> (дата звернення: 25.05.2025)
5. *10+ Best IoT Cloud Platforms in 2025*. URL: <https://euristiq.com/best-iot-cloud-platforms/> (дата звернення: 25.05.2025).
6. *Amazon Alexa*. URL: <https://developer.amazon.com/en-US/alexa> (дата звернення: 29.05.2025).
7. *Apple HomeKit*. URL: <https://developer.apple.com/apple-home/> (дата звернення: 29.05.2025).
8. *Cloud Development*. URL: <https://developer.tuya.com/en/cloud-development> (дата звернення: 02.05.2025).
9. *Exploring Internet of Things with Cisco Packet Tracer*. URL: <https://www.netacad.com/courses/exploring-iot-cisco-packet-tracer?courseLang=en-US> (дата звернення: 29.05.2025).
10. *Google Home*. URL: <https://home.google.com/welcome/> (дата звернення: 29.05.2025).
11. *Home Assistant*. URL: <https://www.home-assistant.io/> (дата звернення: 29.05.2025).
12. *Home Assistant: What Is It and Why You Need It in Your Smart Home*. URL: <https://techwithdom.com/blog/home-assistant-what-is-it-and-why-you-need-it-in-your-smart-home/> (дата звернення: 05.05.2025).

13. *openHAB*. URL: <https://www.openhab.org/> (дата звернення: 29.05.2025).

14. “Siri, Alexa, Google Assistant: огляд віртуальних помічників”. URL: <https://apix-drive.com/ua/blog/reviews/siri-alexa-google-assistant-ogljad#znajomtesja-siri> (дата звернення: 29.05.2025).

15. *The best smart home gadgets for 2025*. URL: <https://www.engadget.com/home/smart-home/best-smart-home-devices-154557162.html> (дата звернення: 29.05.2025).

КРИВОРІЗЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ  
ДЕРЖАВНОГО НЕКОМЕРЦІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА  
«ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «КИЇВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ»

**РЕЦЕНЗІЯ**

на кваліфікаційну роботу

випускника спеціальності: 123 «Комп'ютерна інженерія»

відділення: комп'ютерної та програмної інженерії

циклова комісія: комп'ютерних систем та мереж

Юлія НІКІФОРОВА

(ім'я, прізвище)

1. Актуальність теми: Обрана тема кваліфікаційної роботи «Розумний будинок: концепція, технології, перспективи розвитку» є актуальною.
2. Кваліфікаційна робота відповідає темі, затвердженій наказом.
3. Завдання на виконання кваліфікаційної роботи виконано у повному обсязі.
4. В результаті виконання кваліфікаційної роботи було виконано проектування корпоративної мережі підприємства на базі бездротових технологій.
5. Якість виконання пояснювальної записки та ілюстративного (графічного) матеріалу відповідає вимогам Державних стандартів.
6. В кваліфікаційній роботі зроблений акцент на дані отримані на практиці («живі» експерименти).
7. Кваліфікаційна робота заслуговує оцінку «відмінно».

Рецензент

\_\_\_\_\_ (науковий ступінь, посада)

« 10 » червня 2025 р.

\_\_\_\_\_ (підпис)

Тетяна РУБАН

(ім'я, прізвище)

З рецензією ознайомлений

Юлія  
(підпис)

Юлія НІКІФОРОВА

(ім'я, прізвище)

КРИВОРІЗЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ  
ДЕРЖАВНОГО НЕКОМЕРЦІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА  
«ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «КИЇВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ»

**ВІДГУК**  
керівника кваліфікаційної роботи

випускника спеціальності: 123 «Комп'ютерна інженерія»

відділення: комп'ютерної та програмної інженерії

циклова комісія: комп'ютерних систем та мереж

Юлія НІКІФОРОВА

(ім'я, прізвище)

1. Кваліфікаційна робота на тему «Розумний будинок: концепція, технології, перспективи розвитку» виконана в ініціативному порядку.
2. Метою кваліфікаційної роботи є створення віртуального макету розумного будинку та моделювання взаємодії IoT-пристроїв у Cisco Packet Tracer..
3. Кваліфікаційна робота відповідає темі, затвердженій наказом начальника коледжу.
4. Кваліфікаційна робота виконана здобувачем освіти самостійно.
5. Здобувач освіти показав високі вміння роботи з літературними джерелами, аналіз теоретичного та практичного матеріалу, приймання обґрунтованих рішень, застосування сучасних комп'ютерних інформаційних технологій.
6. Юлія НІКІФОРОВА показала достатній рівень дотримання вимог державних стандартів при виконанні кваліфікаційної роботи в цілому та оформленні пояснювальної записки.
7. Рівень виконаної кваліфікаційної роботи заслуговує оцінку «відмінно», відповідає набутим випускником знань, умінь та навичок, вимогам освітньої характеристики фахівця і можливість присвоєння йому кваліфікації фахівця освітнього ступеня «Фахового молодшого бакалавра» спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія».

Керівник кваліфікаційної роботи

« 06 » 06 2025 р.

(підпис)

Олександр ГРИНЧЕНКО

(ім'я, прізвище)