

Міністерство освіти і науки України  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
Факультет інформаційно-комп'ютерних технологій  
Кафедра комп'ютерної інженерії та кібербезпеки

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до випускної кваліфікаційної роботи бакалавра  
на тему: «Проект системи "розумний будинок" для  
офісного приміщення компанії»

Виконав студент 4-го курсу групи КІ-19-1  
спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

 Левченко Д.Ю.

Керівник старший викладач кафедри КН,

 Петросян Р. В.

Рецензент Доцент кафедри КІ та КБ, к.т.н.

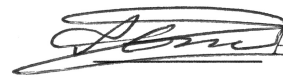
 Бродський Ю. Б

Житомир – 2023

Державний університет «Житомирська політехніка»  
Факультет інформаційно-комп'ютерних технологій  
Кафедра комп'ютерної інженерії та кібербезпеки  
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»  
Освітня програма «Комп'ютерна інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач  
кафедри комп'ютерної  
інженерії та кібербезпеки

 Андрій Єфіменко

1 березня 2023 р.

### ЗАВДАННЯ

на випускню кваліфікаційну роботу бакалавра

Студент: Левченко Дмитро Юрійович

Тема роботи: «Проект системи "розумний будинок" для офісного приміщення компанії»

затверджена Наказом університету від 1 березня 2023 р. № 98/с

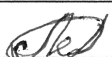
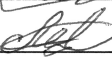
Термін здачі студентом закінченої роботи 27 червня 2023 р.

Вихідні дані роботи: система "розумний будинок", проект автоматизованої "розумний будинок" для офісного приміщення.

Обладнання та програмне забезпечення:

1. Мережний симулятор Cisco Packet Tracer.

Консультанти з випускної кваліфікаційної роботи із зазначенням розділів, що їх стосуються

| Розділ | Консультант | Підпис, дата   |                                                                                             |
|--------|-------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |             | Завдання видав | Завдання прийняв                                                                            |
| 1      |             |                |  1.03.23 |
| 2      |             |                |  1.03.23 |
| 3      |             |                |  1.03.23 |

Студент  Левченко Д.Ю.

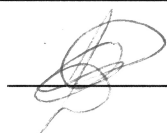
Керівник  Петросян Р. В.

### Календарний план

| № з/п | Назви етапів випускної кваліфікаційної роботи        | Термін виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|------------------------------------------------------|--------------------------------|----------|
| 1     | Постановка завдання                                  | 01.03.2023-03.03.2023          |          |
| 2     | Ознайомлення з задачею                               | 05.03.2023-15.03.2023          |          |
| 3     | Вивчення тематики завдань                            | 17.03.2023-25.03.2023          |          |
| 4     | Вивчення предметної області для виконання завдань    | 29.03.2023-10.04.2023          |          |
| 5     | Аналіз потрібного забезпечення для виконання завдань | 12.04.2023-23.04.2023          |          |
| 6     | Вибір технічної бази                                 | 24.04.2023-26.04.2023          |          |
| 7     | Проектування та створення системи                    | 28.04.2023-03.05.2023          |          |
| 8     | Розробка та встановлення програмного забезпечення    | 05.05.2023-09.05.2023          |          |

|    |                    |                           |  |
|----|--------------------|---------------------------|--|
| 9  | Тестування проекту | 12.05.2023-<br>24.05.2023 |  |
| 10 | Оформлення звіту   | 29.05.2023-<br>05.06.2023 |  |
| 11 |                    |                           |  |

Студент  Левченко Д.

Керівник  Петросян Р.

## АНОТАЦІЯ

Текстова частина кваліфікаційної роботи 89 с., 83 рис., 3 табл., 13 джерел (2 сторінки).

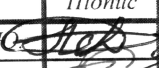
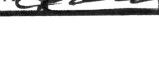
Мета кваліфікаційної роботи: створення автоматизованої системи управління будівлею, яка забезпечуватиме комфортні умови для роботи працівників, підвищення ефективності використання ресурсів, зокрема енергії, та забезпечення безпеки приміщення.

Розглянуто можливості автоматизації освітлення та опалення у будинку, контролю за енергоспоживанням, системам безпеки та моніторингу. Окрім того, розглянуто особливості взаємодії технології Інтернету речей з іншими сучасними технологіями, такими як штучний інтелект, хмарні обчислення та аналітика даних.

Основними завданнями даної роботи є:

- Вивчення технології Інтернету речей та її принципів.
- Аналіз і огляд готових рішень системи "Розумний будинок".
- Вибір оптимальних технологій для реалізації проекту.
- Вибір методу рішення для системи "Розумний будинок".
- Розробка інформаційного та програмного забезпечення для "розумного будинку".
- Побудова мережі та тестування реалізованої системи.
- Оцінка результатів тестування та аналіз їх ефективності.

Ключові слова: INTERNET OF THINGS, РОЗУМНИЙ ОФІС, CISCO PACKET TRACER, ARDUINO, ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ, SMART OFFICE

|           |      |                 |                                                                                     |          |                                                                      |      |         |
|-----------|------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------------------------------------------|------|---------|
|           |      |                 |                                                                                     |          | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ                                             |      |         |
| Змн.      | Арк. | № докум.        | Підпис                                                                              | Дата     |                                                                      |      |         |
| Розроб.   |      | Левченко Д.Ю.   |  | 20.06.23 | «Проект системи "розумний будинок" для офісного приміщення компанії» |      |         |
| Керівник  |      | Петросян Р. В.  |  | 20.06.23 |                                                                      |      |         |
| Реценз.   |      | Бродський Ю. Б. |  | 20.06.23 |                                                                      |      |         |
| Н. контр. |      |                 |                                                                                     |          |                                                                      |      |         |
| Затверд.  |      | Єфіменко А.А.   |  | 20.06.23 |                                                                      |      |         |
|           |      |                 |                                                                                     |          | Лім.                                                                 | Арк. | Аркушів |
|           |      |                 |                                                                                     |          | ФІКТ, Гр. КІ-19-1                                                    |      |         |

## ANNOTATION

The text part of the qualification paper is 89 pages, 83 figures, 3 tables, 13 sources (2 pages).

The goal of the qualification work: creation of an automated building management system that will provide comfortable conditions for the work of employees, increase the efficiency of the use of resources, in particular energy, and ensure the safety of the premises.

The possibilities of automation of lighting and heating in the house, control of energy consumption, security and monitoring systems are considered. In addition, the peculiarities of the interaction of the Internet of Things technology with other modern technologies, such as artificial intelligence, cloud computing and data analytics, are considered.

The main tasks of this work are:

- Study of Internet of Things technology and its principles.
- Analysis and review of ready solutions of the "Smart House" system.
- Selection of optimal technologies for project implementation.
- Choice of decision method for the "Smart House" system.
- Development of information and software for "smart house".
- Network construction and testing of the implemented system.
- Assessment of test results and analysis of their effectiveness.

Keywords: INTERNET OF THINGS, SMART OFFICE, CISCO PACKET TRACER, ARDUINO, INTERNET OF THINGS, SMART OFFICE

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 6    |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

## ЗМІСТ

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| АНОТАЦІЯ .....                                                                                | 5  |
| ANNOTATION .....                                                                              | 6  |
| ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....                                                                | 9  |
| ВСТУП .....                                                                                   | 10 |
| РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЯ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ ТА ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ .....                                 | 11 |
| 1.1. Огляд технології Інтернету речей .....                                                   | 11 |
| 1.2 Основні принципи концепції «Інтернет речей».....                                          | 16 |
| 1.2.1 Принцип збору інформації.....                                                           | 17 |
| 1.2.2 Принцип зв'язку .....                                                                   | 19 |
| 1.2.3 Принцип аналітики .....                                                                 | 20 |
| 1.3 Сфери застосування Інтернету речей.....                                                   | 23 |
| 1.4 Методи та засоби підвищення ефективності "розумного будинку" для офісного приміщення..... | 28 |
| 1.5 Аналіз готових рішень системи «Розумний будинок».....                                     | 32 |
| РОЗДІЛ 2. БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНИЙ ВИБІР ТЕХНОЛОГІЇ ТА МЕТОДУ РІШЕННЯ .....                        | 38 |
| 2.1 Визначення ключови вузлів для проєкту та аналіз їх дій.....                               | 38 |
| 2.1.1 Головні потреби автоматизації офісного приміщення .....                                 | 38 |
| 2.1.2 Вузол пожежної системи.....                                                             | 38 |
| 2.1.3 Вузол системи контролю доступу та ідентифікації робітників .....                        | 39 |
| 2.1.4 Вузол системи від проникнення .....                                                     | 39 |
| 2.1.5 Вузол клімат контролю .....                                                             | 40 |
| 2.1.6 Вузол чадних газів .....                                                                | 41 |
| 2.1.7 Вузол автоматизації освітлення .....                                                    | 42 |
| 2.2 Побудова структурної схеми на основі вибраних вузлів.....                                 | 42 |
| 2.3 Опис взаємодії між вузлами та способи керування системою.....                             | 43 |
| 2.4 Вибір технології та реальних компонентів для проєкту.....                                 | 49 |
| 2.4.1 Аналіз технології для проєкту .....                                                     | 49 |
| 2.4.2 Вибір реальних компонентів для проєкту .....                                            | 50 |
| РОЗДІЛ 3. ІНФОРМАЦІЙНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ .....                                        | 57 |

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| 3.1 Середовище розгортання проекту .....       | 57 |
| 3.1.1 Cisco Packet Tracer .....                | 57 |
| 3.2 Встановлення та налаштування системи ..... | 62 |
| 3.3 Тестування .....                           | 75 |
| ДОДАТКИ.....                                   | 87 |
| Додаток А.....                                 | 88 |

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 8    |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

IoT – internet of things

ISP – Internet Service Provider

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 9    |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Проект системи "розумний будинок" для офісного приміщення компанії є досить актуальною темою, оскільки він може значно полегшити життя працівників і покращити ефективність роботи компанії в цілому.

Система "розумний будинок" для офісу може включати в себе автоматизацію освітлення, опалення та кондиціонування повітря, систему безпеки та моніторингу, а також управління електронікою та іншими пристроями. Ці елементи можуть бути інтегровані в одну систему, що дозволяє управляти ними з одного місця.

**Мета дослідження:** створення автоматизованої системи управління будівлею, яка забезпечуватиме комфортні умови для роботи працівників, підвищення ефективності використання ресурсів, зокрема енергії, та забезпечення безпеки приміщення.

**Об'єкт дослідження:** офісне приміщення компанії, яке потребує реалізації системи "розумний будинок".

**Предмет дослідження:** система "розумний будинок" для офісного приміщення компанії.

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 10   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

## РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЯ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ ТА ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ

### 1.1. Огляд технології Інтернету речей

Інтернет речей (Internet of Things, IoT) відноситься до концепції, за якою фізичні об'єкти, такі як пристрої, датчики, автомобілі, будинки тощо, з'єднані між собою та з інтернетом, щоб обмінюватись даними і взаємодіяти один з одним. Основна ідея полягає в тому, що об'єкти можуть збирати та обробляти інформацію, комунікувати між собою без участі людей, а також взаємодіяти з користувачами за допомогою мобільних пристроїв, комп'ютерів або веб-інтерфейсів.

Сутність Інтернету речей полягає в створенні глобальної мережі, де фізичні об'єкти можуть бути підключені до інтернету та обмінюватися даними з іншими об'єктами та системами. Це дозволяє збирати і аналізувати великі обсяги даних з різних джерел, що дозволяє отримати нові уявлення та використовувати їх для різних цілей.

Зв'язок та обмін даними між речами в Інтернеті речей здійснюється за допомогою бездротових технологій, таких як Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee, NFC тощо. Кожен фізичний об'єкт, підключений до Інтернету речей, може мати свій власний інтернет-протокол, що дозволяє обмінюватися даними з іншими об'єктами та системами.

Крім того, обмін даними між речами може відбуватися за допомогою хмарних сервісів. Дані, зібрані з різних джерел, можуть бути збережені в хмарному сховищі та аналізовані з використанням інструментів штучного інтелекту. Це дозволяє розробляти нові технології та використовувати дані для прийняття рішень у різних галузях, таких як транспорт, медицина, виробництво тощо.

Речі можуть обмінюватися даними між собою, щоб дізнаватися про стан інших пристроїв, а також для забезпечення взаємодії та координації між ними. Наприклад, різні датчики можуть збирати дані про температуру, вологість,

рівень CO<sub>2</sub> тощо, а потім обмінюватися цими даними з іншими речами, які можуть виконувати відповідні дії для забезпечення оптимальних умов.

Крім того, речі можуть взаємодіяти з користувачами через різні інтерфейси, такі як мобільні додатки, голосові помічники, веб-інтерфейси тощо. Наприклад, користувач може ввімкнути світло в будинку через мобільний додаток, відправивши відповідний сигнал реле, яке відповідає за управління освітленням.

Взаємодія речей між собою та з користувачами може бути виконана автоматично на основі заздалегідь визначених правил та алгоритмів, або ж керуватися вказівками користувача. Така взаємодія може бути створена для забезпечення ефективної та зручної роботи різних систем та пристроїв.

Однією з ключових переваг Інтернету речей є можливість самоорганізації та автоматизації процесів. Фізичні об'єкти, підключені до Інтернету, можуть взаємодіяти між собою та приймати рішення без участі людей, що дозволяє ефективніше виконувати завдання та зменшувати людський фактор у процесах.

Самоорганізація в Інтернеті речей означає, що речі можуть динамічно формувати мережі та групи, об'єднуватися та взаємодіяти без потреби в централізованому керуванні. Речі можуть виявляти один одного, встановлювати зв'язки та спільно працювати для досягнення спільних цілей. Наприклад, у розумному місті розумні ліхтарі можуть автоматично формувати бездротову мережу, виявляти рух пішоходів та автомобілів, та автоматично регулювати освітлення відповідно до потреб.

Автоматизація процесів в Інтернеті речей означає використання алгоритмів та програмного забезпечення для автоматичного контролю, управління та виконання різних завдань. Речі можуть автоматично реагувати на певні події, збирати та обробляти дані, приймати рішення та виконувати дії без необхідності прямого втручання людини. Наприклад, в умовах побуту розумний будинок може автоматично контролювати температуру, включати та виключати пристрої, оптимізувати використання електроенергії на основі зібраних даних та встановлених правил.

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 12   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

Система Інтернету речей включає різні складові елементи, кожен з яких виконує свою роль у забезпеченні функціонування системи. Основні складові елементи Інтернету речей включають:

1. Речі (Things): Це фізичні об'єкти, які мають вбудовані сенсори, датчики, актуатори та здатність до зв'язку. Речі можуть бути різного типу, наприклад, домашні пристрої, автомобілі, медичні прилади, промислові датчики тощо.
2. Сенсори та датчики: Вони забезпечують збір різних типів даних, таких як температура, вологість, рух, освітлення, положення тощо. Сенсори та датчики є основою для отримання інформації від навколишнього середовища.
3. Засоби комунікації: Це бездротові технології зв'язку, такі як Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, NFC, LTE і т.д. Вони дозволяють речам обмінюватися даними між собою та з іншими системами через Інтернет.
4. Хмарні сервіси та хмарні обчислення: Хмарні сервіси забезпечують потужність обчислення та сховище даних для обробки великих обсягів даних, що збираються з різних речей. Вони також надають доступ до аналітичних інструментів та інтелектуальних алгоритмів для отримання корисних уявлень з даних.
5. Програмне забезпечення та аналітика: Це програми та алгоритми, які використовуються для обробки та аналізу даних, прийняття рішень та керування різними процесами. Вони дозволяють реалізувати функції моніторингу, автоматизації.
6. Актуатори: Це компоненти, які дозволяють речам виконувати дії на основі отриманих даних і команд. Актуатори можуть включати пристрої для керування, механізми для виконання фізичних дій, регулятори тощо. Вони забезпечують можливість впливу на навколишнє середовище або інші речі на основі отриманих відомостей та команд.

Ці складові елементи співпрацюють між собою, щоб створити функціональну систему Інтернету речей. Речі збирають дані за допомогою

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 13   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

сенсорів та датчиків, вони комунікують між собою та зовнішніми системами за допомогою засобів комунікації. Зібрані дані передаються до хмарних сервісів, де вони обробляються та аналізуються за допомогою програмного забезпечення та аналітичних алгоритмів. На основі цих аналізів та прийнятих рішень актуатори виконують дії, контролюючи речі або впливаючи на навколишнє середовище.

Інтернет речей (IoT) стикається з різними проблемами з приватністю та безпекою, оскільки система включає в себе велику кількість підключених пристроїв і збирає значну кількість особистих даних. Ось деякі з найбільш поширених проблем:

1. Злам системи: З більшою кількістю підключених пристроїв збільшується ризик злому системи. Якщо система Інтернету речей не має належного захисту, хакери можуть зламати пристрої та отримати доступ до особистих даних користувачів, використовувати їх для шахрайства або навіть впливати на фізичний світ, такий як управління автомобілем або системами безпеки в будинку.
2. Недостатня криптографічна захищеність: Комунікація між підключеними пристроями в системі Інтернету речей повинна бути захищена шифруванням для запобігання несанкціонованому доступу до даних. Проте, існують випадки, коли пристрої використовують застарілі або слабкі криптографічні протоколи, що створює ризик для злому та перехоплення даних.
3. Недостатня захист від витоку інформації: Багато пристроїв IoT збирають і передають особисту інформацію про користувачів, таку як місцезнаходження, звички, медичні дані тощо. Якщо ці дані не належним чином захищені, існує ризик їх витоку або навіть продажу третім сторонам, що порушує приватність користувачів.
4. Недостатня оновлюваність програмного забезпечення: Багато пристроїв IoT мають обмежену потужність обчислення та пам'ять, що ускладнює регулярне оновлення їх програмного забезпечення. Це створює проблему, оскільки виробники можуть не випускати достатньо часті оновлення, які

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 14   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

виправляють виявлені вразливості, а це залишає пристрої уразливими перед новими загрозами.

5. Недостатній контроль доступу: Деякі системи IoT можуть мати недостатній контроль доступу до підключених пристроїв. Це означає, що навіть несанкціоновані особи можуть отримати доступ до пристроїв і отримати контроль над ними. Відсутність ефективного механізму аутентифікації і авторизації може призвести до зловживання та несанкціонованого використання пристроїв.
6. Відсутність стандартів безпеки: Інтернет речей є досить розпливчастою областю, і поки не існує загальноприйнятих стандартів безпеки для всіх пристроїв IoT. Це призводить до великої різноманітності в рівні безпеки між пристроями, що ускладнює створення єдиних практик та заходів для захисту в цілому системи.
7. Великий масштаб збирання даних: IoT збирає велику кількість даних про користувачів і їхні звички. Це може породжувати проблеми з приватністю, особливо якщо дані використовуються без належного згоди користувачів або якщо вони потрапляють у недобропорядні руки.

Масштабність та обробка великого обсягу даних є важливими викликами в сфері Інтернету речей (IoT). Оскільки система IoT збирає велику кількість даних з різних джерел і пристроїв, ефективна обробка цих даних стає критично важливою для забезпечення продуктивності і функціональності системи.

Для вирішення цих викликів системи IoT використовують різні технології та методики. Наприклад, для обробки великих обсягів даних можуть використовуватись розподілені системи зберігання даних, які дозволяють розподіляти дані на кілька серверів та забезпечувати їх швидкий доступ.

Також для обробки великих обсягів даних використовуються методи машинного навчання та аналізу даних. Ці методи дозволяють виявляти певні закономірності та залежності в даних, що може бути корисним для розробки ефективних алгоритмів обробки даних та для прогнозування подій в майбутньому.

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 15   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

Крім того, для забезпечення масштабованості систем IoT можуть використовуватись облікові записи та управління правами доступу до даних, що дозволяє обмежувати доступ до даних для певних користувачів та забезпечувати їх безпеку та конфіденційність.

Інтернет речей (IoT) відіграє ключову роль у майбутньому технологічного розвитку, оскільки забезпечує зв'язок і взаємодію між фізичним світом та цифровими технологіями.

Однією з головних переваг IoT є те, що вона дозволяє збирати та обробляти великі обсяги даних з багатьох джерел, що в свою чергу дає змогу отримувати більш детальну інформацію та аналізувати її для покращення різних процесів. IoT також дозволяє здійснювати більш точне та ефективне управління, знижуючи витрати на енергію, ресурси та забезпечуючи високу автоматизацію.

## 1.2 Основні принципи концепції «Інтернет речей»

Основні принципи концепції "Інтернет речей" (Internet of Things, IoT) полягають у здатності об'єднувати фізичні об'єкти (речі) з мережею Інтернет, щоб створювати інноваційні інтелектуальні системи. Концепція Інтернету речей базується на трьох основних принципах:

1. Збір інформації. Система IoT дозволяє збирати інформацію з різних джерел, включаючи датчики, пристрої, сенсори та інші обладнання, що здатні зчитувати дані. Ці дані можуть бути пов'язані з різними параметрами, наприклад, температурою, вологістю, освітленістю, рухом, станом обладнання тощо. Зібрана інформація передається в обліковий запис на хмарну платформу або локальний сервер, де вона аналізується і використовується для розробки рішень.
2. Зв'язок. Система IoT базується на мережевому підході, що дозволяє з'єднувати різні об'єкти між собою та з сервером. У цьому випадку, зв'язок може здійснюватися за допомогою різних технологій, таких як Wi-Fi, Bluetooth, NFC, RFID та інші. Крім того, система IoT може

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 16   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

використовувати протоколи мережі, такі як TCP/IP, для забезпечення зв'язку між різними об'єктами та сервером.

3. Аналітика. Система IoT використовує аналітичні технології для обробки даних, що збираються з різних джерел. Це дозволяє аналізувати дані з різних поглядів та забезпечувати потрібні результати для кінцевих користувачів.

### 1.2.1 Принцип збору інформації

Принцип збору інформації є одним з ключових принципів системи Інтернету речей (IoT). Він передбачає збір даних з різних джерел, таких як датчики, пристрої, сенсори та інше обладнання, здатне зчитувати різні параметри.

Система IoT може збирати дані про різні аспекти фізичного середовища або працюючих об'єктів. Наприклад, датчики температури можуть вимірювати температуру навколишнього повітря або температуру обладнання, датчики вологості можуть визначати рівень вологості в приміщенні, а датчики руху можуть виявляти рух об'єктів.

Зібрані дані передаються в обліковий запис на хмарну платформу або локальний сервер для подальшої обробки та аналізу. Важливо, що дані збираються в режимі реального часу, що дозволяє отримувати актуальну інформацію про стан об'єктів або середовища.

Приклади параметрів, які можуть бути зібрані в системі IoT, включають:

- Температура: Датчики температури можуть вимірювати температуру повітря, температуру поверхонь або температуру обладнання.
- Вологість: Датчики вологості можуть визначати рівень вологості в повітрі або на поверхні.
- Освітленість: Сенсори освітленості можуть вимірювати рівень освітленості в приміщенні або навколишньому середовищі.

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 17   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

- Рух: Датчики руху можуть виявляти рух об'єктів або діяльність.
- Стан обладнання: Система IoT може відстежувати стан обладнання, наприклад, вимірювати тиск.
- Звук: Датчики звуку можуть вимірювати рівень шуму або звукові сигнали в навколишньому середовищі.
- Гази: Датчики газу можуть виявляти наявність та вимірювати рівень різних газів, таких як CO<sub>2</sub>, CO, метан та інші.
- Рівень заповненості: Датчики рівня заповненості можуть вимірювати рівень заповненості контейнерів, резервуарів або відходових баків.
- Якість повітря: Датчики якості повітря можуть виявляти рівень забруднення повітря та вимірювати концентрацію шкідливих речовин.
- Енергоспоживання: Система IoT може відстежувати енергоспоживання побутових пристроїв, обладнання або будівель для ефективного управління енергоресурсами.
- Геолокація: За допомогою GPS або інших технологій геолокації можна відстежувати розташування рухомих об'єктів, транспортних засобів або навіть тварин.
- Витрати води: Система IoT може вимірювати рівень витрати води для ефективного управління її використанням та виявлення витоків.
- Вібрація: Датчики вібрації можуть вимірювати рівень вібрації для виявлення потенційних проблем або несправностей в обладнанні.

Це лише декілька прикладів параметрів, які можуть бути зібрані в системі IoT. Залежно від конкретного застосування, можуть бути інші специфічні параметри, які важливі для збору та аналізу даних у конкретній галузі або ситуації.

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 18   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

### 1.2.2 Принцип зв'язку

Принцип зв'язку є ключовим складником системи Інтернету речей (IoT). Він передбачає з'єднання різних об'єктів між собою та з сервером за допомогою різних технологій і протоколів мережі.

Одним з важливих аспектів зв'язку в системі IoT є безпроводні технології, такі як Wi-Fi, Bluetooth, NFC (Near Field Communication), RFID (Radio-Frequency Identification) та інші. Ці технології дозволяють підключати різні пристрої та об'єкти до мережі без необхідності проводів, що забезпечує гнучкість та мобільність системи IoT. Наприклад, за допомогою Wi-Fi можна підключити домашні пристрої до домашньої мережі IoT для віддаленого керування і моніторингу.

Крім безпроводових технологій, система IoT також використовує протоколи мережі, зокрема протоколи передачі даних, такі як TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol). Ці протоколи забезпечують стандартизований спосіб комунікації між різними об'єктами та сервером в мережі IoT. Вони дозволяють передавати дані, керувати пристроями, встановлювати з'єднання та забезпечувати безпеку передачі.

Зв'язок в системі IoT має кілька варіантів взаємодії:

- Прямий зв'язок між пристроями: В деяких випадках, об'єкти IoT можуть взаємодіяти безпосередньо між собою, обмінюючись даними або керуючи один одним. Наприклад, "розумний дім" може мати вбудовану систему, яка дозволяє пристроям, таким як термостат, освітлення та система безпеки, взаємодіяти між собою для забезпечення комфортних умов.
- Зв'язок між об'єктами та хмарними платформами: Об'єкти IoT можуть використовувати хмарні платформи для передачі даних, аналізу та зберігання інформації. Це дозволяє розробникам створювати рішення на основі великої кількості даних, що зібрані з різних джерел. Крім того, використання хмарних платформ дозволяє

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 19   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

забезпечити доступ до даних з будь-якого місця та на будь-якому пристрої, який має підключення до Інтернету.

- Зв'язок зі сторонніми сервісами: Система IoT може взаємодіяти зі сторонніми сервісами, які забезпечують різноманітні функції, наприклад, аналіз даних, прогнозування погоди або інтеграцію з іншими системами. Це дозволяє підвищити функціональність системи IoT та розширити її можливості.

У системі IoT використовуються різні протоколи для забезпечення зв'язку між об'єктами та серверами. Наприклад, для бездротового зв'язку використовуються протоколи Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, Z-Wave та інші. Крім того, для передачі даних можуть використовуватися мережеві протоколи, такі як MQTT, CoAP, HTTP та інші.

Принцип зв'язку є важливим для системи IoT, оскільки він дозволяє об'єктам взаємодіяти між собою та передавати дані до центральної системи для аналізу та використання. Правильно налаштований та безпечний зв'язок є ключовим елементом для ефективної та стабільної роботи системи IoT.

### 1.2.3 Принцип аналітики

Принцип аналітики в системі IoT відіграє важливу роль у використанні та інтерпретації великого обсягу даних, що зібрані з різних джерел. Основна мета аналітики полягає у виявленні корисної інформації, розумінні залежностей та тенденцій, а також у наданні цінних висновків та рекомендацій для прийняття рішень.

Основні аспекти принципу аналітики в системі IoT включають:

1. Обробка даних: Система IoT збирає велику кількість даних з різних джерел, таких як сенсори, пристрої, датчики тощо. Аналітичні технології використовуються для обробки цих даних, включаючи їх фільтрацію, перетворення, агрегацію та інтерпретацію. Це дозволяє відокремити

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 20   |
| Змн. | Арк. | № док.ум.      | Підпис | Дата |                          |      |

корисну інформацію від шуму та забезпечити готовість даних для подальшого аналізу.

2. Аналіз даних: Після обробки дані можуть бути піддані різним методам аналізу, таким як статистичний аналіз, машинне навчання, штучний інтелект та інші. Це дозволяє виявити внутрішні зв'язки, тренди, аномалії та патерни в даних, що можуть бути важливими для прийняття рішень. Наприклад, аналіз даних може допомогти виявити попереджувальні ознаки несправностей в обладнанні або прогнозувати попит на певні товари чи послуги.
3. Візуалізація даних: Аналітичні результати можуть бути відображені у зручній та зрозумілій формі за допомогою графіків, діаграм, таблиць та інших візуальних елементів. Це дозволяє користувачам легко і швидко зрозуміти зібрану інформацію та приймати рішення на основі аналізу даних. Наприклад, графіки можуть відображати залежності між показниками, що допомагає виявляти тренди та визначати кореляцію між різними факторами.
4. Рекомендації та прийняття рішень: Аналітика в системі IoT може допомогти в наданні корисних рекомендацій та прийнятті рішень на основі аналізу даних. Наприклад, система може запропонувати оптимальні налаштування пристроїв в залежності від зібраних даних, що дозволить економити енергію та знижувати витрати. Аналітика також може допомогти у виявленні нових можливостей та ризиків, що допоможе бізнесам приймати досліджені рішення.

Проглянемо детальніше візуалізацію даних.

Візуалізація даних допомагає перетворити складні аналітичні результати на зрозумілу форму, що дозволяє легше сприйняти інформацію та зробити швидкі та обґрунтовані висновки. Візуалізація може включати графіки, діаграми, таблиці, картографічні зображення та інші елементи, які допомагають ілюструвати відношення, залежності та тенденції в даних.

Приклади візуалізації даних в системі IoT включають:

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 21   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

1. Графіки та діаграми: Лінійні графіки можуть показувати зміну показників в часі, що дозволяє виявити тренди та залежності. Стовпчикові графіки демонструють порівняльні дані між різними об'єктами або періодами. Кругові діаграми дозволяють візуалізувати частки або відсоткове співвідношення різних елементів.
2. Теплові карти: Теплові карти можуть використовуватись для візуалізації просторових залежностей та розподілу значень параметрів в системі IoT. Наприклад, теплова карта може показувати зони зі збільшеним споживанням енергії або зони зі збільшеною кількістю сенсорних подій.
3. Картографічні зображення: Якщо дані системи IoT мають просторовий контекст, їх можна візуалізувати на карті. Це може включати місцезнаходження сенсорів, розташування об'єктів або географічні зони зі специфічними параметрами. Картографічне зображення допомагає отримати уявлення про просторову розташованість даних та їх взаємозв'язки.
4. Радарні діаграми: Вони використовуються для візуалізації багатовимірних даних та порівняння значень параметрів. Кожна вісь радарної діаграми відповідає певному параметру, а показники відображаються як точки на вісях. Це дозволяє порівнювати різні об'єкти за декількома параметрами одночасно.
5. Деревовидні діаграми: Вони використовуються для візуалізації ієрархічної структури даних. Кожен вузол деревовидної діаграми представляє об'єкт або підгрупу, а зв'язки між вузлами показують взаємозв'язки.
6. Скатерограми: Вони використовуються для візуалізації взаємозв'язку двох числових параметрів. Кожна точка на скатерограмі відображає значення двох параметрів для окремого спостереження, що дозволяє виявити кореляцію та розподіл даних.

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 22   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

Візуалізація даних в системі IoT є потужним інструментом для розуміння та використання зібраних даних, а також для прийняття обґрунтованих рішень на основі отриманих результатів аналітики.

Загалом, принцип аналітики в системі IoT є необхідним елементом для розумного використання великих обсягів даних, що зібрані з різних джерел. Аналітичні технології дозволяють виявляти корисну інформацію, відокремлюючи її від шуму та забезпечуючи готовість даних для подальшого аналізу та використання.

### 1.3 Сфери застосування Інтернету речей

Інтернет речей застосовується в різних сферах діяльності, перетворюючи традиційні галузі на більш ефективні, підключені та інноваційні. Від міст до сільського господарства, від охорони здоров'я до промисловості, від транспорту до побутових пристроїв – IoT змінює спосіб, яким ми взаємодіємо з навколишнім середовищем.

Цей технологічний революційний напрямок відкриває безліч можливостей і перетворює наші міста в "розумні міста", де сенсори і пристрої забезпечують автоматизацію та оптимізацію різних аспектів, таких як енергозбереження, управління транспортним рухом, відходами та багато іншого. У сільському господарстві IoT допомагає у відстеженні погодних умов, зростанні рослин, використанні ресурсів, що покращує врожайність та оптимізує процеси.

Розумні будинки та автоматизація домашнього середовища є однією з найпопулярніших і швидко розвиваються сфер застосування Інтернету речей (IoT). Ця технологія дає змогу перетворити звичайні будинки в інтелектуальні системи, які забезпечують комфорт, безпеку, енергоефективність та зручність для мешканців.

Розумний будинок використовує датчики, пристрої та мережу Інтернет для збору, обробки та обміну інформацією з різних пристроїв у будинку. Ці пристрої можуть включати освітлення, термостати, системи безпеки, двері, вікна, побутову техніку, аудіо- та відео-системи, а також інші електронні пристрої.

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 23   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

Оперуючи на основі аналітики та автоматизації, розумні будинки можуть реагувати на потреби мешканців, оптимізувати споживання енергії та створювати зручні умови проживання.

Одним з основних аспектів розумного будинку є автоматизація, яка дозволяє програмувати різні сценарії та умови роботи пристроїв на основі певних параметрів. Наприклад, розумний будинок може автоматично регулювати освітлення та температуру в залежності від присутності мешканців, часу доби або погодних умов. Також можлива інтеграція з системами безпеки, де сенсори руху або камери спостереження автоматично активуються при виявленні підозрілих дій.

Розумні будинки дозволяють мешканцям віддалено керувати різними пристроями та отримувати інформацію про стан будинку і отримувати інформацію про стан будинку, включаючи рівень енергоспоживання, якість повітря, рівень вологості, а також статистику використання різних пристроїв. За допомогою мобільних додатків або веб-інтерфейсу мешканці можуть контролювати та керувати будинком звідки завгодно, надавати дистанційний доступ до систем безпеки, відеоспостереження, регулювати освітлення та температуру, а також запускати побутову техніку, наприклад, пралки або посудомийної машини.

Застосування розумних будинків і автоматизації домашнього середовища мають численні переваги. Вони сприяють збереженню енергії шляхом автоматичного вимикання пристроїв у відсутності мешканців, оптимізують використання енергії для освітлення та опалення, що допомагає знизити витрати на комунальні послуги. Крім того, розумні будинки підвищують рівень безпеки, оскільки можуть виявляти незвичайну активність, включати сигналізацію або сповіщати власників про потенційні небезпеки. Також зручність та комфорт для мешканців збільшуються завдяки можливості налаштування індивідуальних пререференцій та автоматичному виконанню багатьох рутинних завдань.

Містобудування та розумні міста є однією з значних та перспективних сфер застосування Інтернету речей (IoT). Ця технологія відкриває нові

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 24   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

можливості для ефективного управління містами, поліпшення якості життя мешканців, оптимізації ресурсів та створення сталого розвитку.

Розумне містобудування використовує сенсори, пристрої та мережу Інтернет для збирання, обробки та аналізу великого обсягу даних з різних джерел, таких як датчики руху, вимірювальні пристрої, камери спостереження, метеостанції та інші. Ці дані дозволяють містам отримувати реальний час інформацію про різні аспекти життя містян, такі як транспортна рухомість, якість повітря, рівень шуму, використання енергії, стан інфраструктури та багато іншого.

Завдяки IoT, розумні міста можуть впроваджувати інноваційні рішення для поліпшення якості життя мешканців. Наприклад, системи управління транспортом можуть використовувати дані з датчиків для оптимізації руху транспорту, розкладів громадського транспорту та уникнення транспортних заторів. Також можливе впровадження екологічних рішень, наприклад, розумні системи освітлення, які автоматично регулюють яскравість вуличного освітлення в залежності від наявності людей або освітленості довкілля, що сприяє енергоефективності та зменшенню споживання електроенергії.

Одним з ключових аспектів розумних міст є покращення управління інфраструктурою міста. За допомогою IoT, міста можуть здійснювати моніторинг, діагностику та планування ремонтних робіт на дорогах, мостах, системах водопостачання та каналізації. Сенсори можуть виявляти пошкодження або несправності, а системи аналізу даних дозволяють передбачати необхідність у ремонті та уникнення аварійних ситуацій.

Крім того, розумні міста можуть забезпечувати більш ефективне використання енергії та ресурсів. IoT дозволяє контролювати споживання електроенергії в будівлях, оптимізувати освітлення та опалення залежно від присутності людей та погодних умов. Мережі датчиків можуть вимірювати рівень води, якість повітря, рівень шуму та інші параметри, що дозволяють здійснювати контроль над довкіллям та зменшувати негативний вплив на нього.

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          |      |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          | 25   |

Також, IoT в розумних містах сприяє поліпшенню транспортної системи. Системи управління трафіком можуть використовувати дані з датчиків та камер для оптимізації руху автотранспорту, виявлення заторів та аварійних ситуацій. Міста можуть також впроваджувати електронні системи оплати проїзду та моніторингу громадського транспорту, що сприяє зручності та ефективності використання громадського транспорту.

Усі ці застосування IoT в містобудуванні та розумних містах спрямовані на поліпшення якості життя мешканців, збільшення ефективності і сталого розвитку. Широкий спектр застосувань IoT дозволяє створити інтелектуальне середовище, в якому міста стають більш зручними, безпечними, енергоефективними та соціально відповідальними.

Смарт-офіси та покращення робочих умов також є однією з ключових сфер застосування Інтернету речей (IoT), що привносить інновації та ефективність до робочого середовища. Використання IoT технологій у смарт-офісах допомагає автоматизувати та оптимізувати різні робочі процеси, забезпечуючи зручність, безпеку та комфорт для співробітників.

Смарт-офіси використовують сенсори та пристрої, які збирають та обробляють дані з різних джерел, включаючи освітлення, температуру, вологість, якість повітря, рух та присутність людей. Ці дані можуть використовуватись для автоматичного керування різними аспектами робочого середовища. Наприклад, смарт-офіс може автоматично регулювати освітлення та температуру в приміщенні залежно від кількості присутніх осіб або погодних умов, забезпечуючи комфортні умови для праці. Також можлива інтеграція з системами безпеки, де сенсори руху або відеокамери можуть спостерігати за приміщеннями та активувати відповідні заходи безпеки.

Одним з важливих аспектів смарт-офісу є покращення робочих умов для співробітників. IoT може допомогти вирішити такі питання, як організація робочого простору, управління розкладами, контроль за використанням робочих місць та обладнання, а також забезпечення здоров'я та безпеки працівників. Наприклад, смарт-офіс може використовувати сенсори руху, щоб виявити, які

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          |      |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          | 26   |

робочі місця використовуються найбільш активно, а потім оптимізувати розташування меблів та обладнання для поліпшення робочого потоку та забезпечення зручності. Також можуть бути встановлені сенсори, що вимірюють рівень шуму та якість повітря, щоб забезпечити комфортні умови праці та ідентифікувати потенційні проблеми зі здоров'ям.

Крім того, IoT дозволяє впровадження системи управління розкладами та резервацією робочих місць, що дозволяє співробітникам легко планувати свої робочі графіки та забезпечує ефективне використання ресурсів офісу. За допомогою мобільних додатків або інтерфейсу веб-порталу, співробітники можуть швидко бронювати конференц-зали, переговорні кімнати, робочі столи або інші ресурси, що сприяє зручності та ефективності у роботі.

Завдяки системам безпеки IoT, смарт-офіси також можуть забезпечити безпеку працівників та захист приміщень. Наприклад, камери спостереження можуть бути підключені до мережі IoT, що дозволить відстежувати рух та виявляти підозрілу активність. Крім того, сенсори пожежі та витоку газу можуть автоматично сповіщати про небезпеку та активувати системи евакуації.

Крім того, IoT може забезпечити розширені можливості для дистанційної роботи та співпраці. За допомогою розумних пристроїв, співробітники можуть з легкістю підключатися до віртуальних конференцій, спілкуватися та співпрацювати з колегами на віддаленій основі. Інтеграція IoT з комунікаційними системами дозволяє забезпечити високу якість аудіо- та відеозв'язку, обмін файлами та спільну роботу над проектами незалежно від місцезнаходження учасників. Це дозволяє підприємствам розширити географію робочої сили, залучити талановитих фахівців з усього світу та підвищити продуктивність за рахунок зменшення витрат на поїздки та час на командні зустрічі.

У підсумку, смарт-офіси з використанням Інтернету речей відкривають нові можливості для оптимізації робочих процесів, покращення робочих умов та ефективного використання ресурсів. Впровадження IoT дозволяє створити інтелектуальне, гнучке та безпечне робоче середовище.

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          |      |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          | 27   |

## 1.4 Методи та засоби підвищення ефективності "розумного будинку" для офісного приміщення

Методи та засоби підвищення ефективності "розумного будинку" базуються на використанні сенсорів та датчиків для збору даних. Ці технології дозволяють створити інтелектуальне середовище в будинку, де різні пристрої та системи можуть взаємодіяти між собою, а також з мешканцями, забезпечуючи зручність, комфорт та ефективність використання ресурсів.

Одним із основних аспектів "розумного будинку" є збір даних за допомогою сенсорів та датчиків. Ці пристрої встановлюються в різних частинах будинку та спроможні вимірювати різні параметри, наприклад, температуру, вологість, освітленість, рух та інші. Вони збирають інформацію в реальному часі і передають її до центральної системи управління.

Ці дані використовуються для автоматичного контролю різних аспектів життя в будинку. Наприклад, сенсори температури та освітлення можуть регулювати роботу системи опалення та освітлення в залежності від потреб мешканців та зовнішніх умов. Це дозволяє економити енергію та забезпечувати комфортні умови проживання.

Крім того, сенсори руху та присутності можуть використовуватись для автоматичного управління побутовими пристроями. Наприклад, система "розумного будинку" може реагувати на вхід мешканців у приміщення, вмикаючи освітлення або систему кондиціонування повітря. При виході мешканців з будинку, ці системи автоматично вимикаються, що дозволяє ефективно використовувати енергію та зменшувати непотрібне споживання електроенергії. Наприклад, якщо ніхто не перебуває у кімнаті, система може автоматично вимкнути освітлення, знизити роботу кондиціонера або вимкнути електроприлади в режимі очікування.

Сенсори та датчики також можуть використовуватись для моніторингу рівня ресурсів, наприклад, електроенергії, води або газу. Це дозволяє мешканцям відстежувати своє споживання та виявляти можливі енергозатрати або витоки. Будинок може надсилати сповіщення або рекомендації щодо оптимізації

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          |      |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          | 28   |

споживання ресурсів, що сприяє зменшенню витрат та підвищенню енергоефективності.

Крім того, зібрані дані від сенсорів та датчиків можуть використовуватись для аналізу та прогнозування. Інтелектуальні алгоритми можуть аналізувати дані про споживання, погодні умови, рух мешканців та інші фактори, щоб прогнозувати оптимальні режими роботи пристроїв та систем в будинку. Наприклад, система може автоматично налаштовувати температуру у будинку перед очікуваним приходом мешканців або включати систему автоматичного поливу саду з урахуванням прогнозування погоди.

Загалом, використання сенсорів та датчиків для збору даних в розумних будинках сприяє підвищенню ефективності управління ресурсами, енергоефективності та комфорту мешканців. Ці технології дозволяють автоматизувати різні процеси та адаптувати роботу систем до потреб і приватних налаштувань мешканців.

Методи та засоби підвищення ефективності "розумного будинку" офісного приміщення включають аналітику та машинне навчання, що сприяють оптимізації системи.

Одним із ключових аспектів є збір та аналіз даних, що збираються від сенсорів та датчиків в офісному приміщенні. Ці дані можуть включати інформацію про температуру, освітленість, якість повітря, використання електроенергії та інші параметри. За допомогою аналітики даних та машинного навчання, ці інформаційні ресурси можуть бути використані для оптимізації роботи системи "розумного будинку" в офісному приміщенні.

Аналітика даних дозволяє виявляти тренди, патерни та кореляції між різними факторами в офісному приміщенні. Наприклад, вона може виявити зв'язок між температурою та використанням електроенергії, що дозволяє підлаштовувати систему опалення та кондиціонування повітря для досягнення оптимального балансу комфорту та енергоефективності.

Машинне навчання використовує алгоритми та моделі для автоматичного вивчення та аналізу даних з метою прийняття рішень та виконання певних

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          |      |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          | 29   |

функцій в системі "розумного будинку". Наприклад, система може навчитися прогнозувати залежність між кількістю присутніх осіб у приміщенні та необхідним рівнем освітлення, а потім автоматично регулювати яскравість світла залежно від цих прогнозів.

Завдяки аналітиці та машинному навчанню, система "розумного будинку" може розпізнавати патерни в роботі офісного приміщення та адаптуватися до змінних потреб мешканців. Наприклад, вона може автоматично регулювати температуру та освітлення відповідно до розкладу робочого дня, підлаштовувати системи кондиціонування повітря для забезпечення оптимальних умов роботи, а також прогнозувати необхідність заміни або обслуговування обладнання.

Крім того, аналітика даних та машинне навчання допомагають виявляти проблеми та несправності в системі "розумного будинку" офісного приміщення. Наприклад, система може аналізувати дані про споживання електроенергії та виявляти аномалії, які можуть свідчити про недійсність або неефективність певних пристроїв. Це дозволяє оперативно вживати заходів для усунення несправностей та забезпечення сталої роботи системи.

Одним із ключових аспектів є використання мобільних додатків для управління системою "розумного будинку". Ці додатки, встановлені на смартфонах або планшетах, надають користувачам зручний спосіб контролювати різні аспекти офісного приміщення. За допомогою мобільного додатку, користувачі можуть керувати освітленням, опаленням, кондиціонуванням повітря, системою безпеки та іншими побутовими пристроями з будь-якого місця та в будь-який час. Наприклад, вони можуть ввімкнути світло або змінити температуру перед тим, як увійти в приміщення, щоб забезпечити комфортні умови праці.

Додатково, управління системою "розумного будинку" може бути здійснене за допомогою голосового керування. Інтеграція з голосовими помічниками, такими як Amazon Alexa, Google Assistant або Apple Siri, дозволяє користувачам контролювати пристрої та системи офісного приміщення за допомогою голосових команд. Наприклад, користувач може сказати "Вимкни всі

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 30   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

світло" або "Збільши температуру на 2 градуси", і система відповість на команди та виконає необхідні налаштування. Голосове керування спрощує комунікацію з системою "розумного будинку" і дозволяє ефективно використовувати час та ресурси.

Управління за допомогою мобільних додатків та голосового керування є ефективними методами підвищення ефективності "розумного будинку" в офісному приміщенні.

Мобільні додатки надають зручну та просту у використанні платформу для керування різними аспектами офісного приміщення. Завдяки цим додаткам, користувачі можуть контролювати освітлення, опалення, кондиціонування повітря, систему безпеки та інші побутові пристрої зі свого смартфона або планшета. Наприклад, перед приходом до офісу, користувач може ввімкнути світло та налаштувати оптимальну температуру, створюючи комфортні умови для роботи. Це забезпечує зручність та ефективність в управлінні системою "розумного будинку".

Голосове керування є ще одним способом управління системою "розумного будинку" в офісному приміщенні. Інтеграція з голосовими помічниками, такими як Amazon Alexa, Google Assistant або Apple Siri, дозволяє користувачам контролювати пристрої та системи офісу за допомогою голосових команд. Наприклад, за допомогою простих фраз, таких як "Вимкни всі світло" або "Збільши температуру на 2 градуси", користувач може змінювати налаштування системи. Це дозволяє ефективно використовувати час та ресурси, оскільки не потрібно фізично взаємодіяти з пультами або налаштовувати пристрої вручну.

Такі методи управління дозволяють офісному приміщенню бути гнучким, зручним та ефективним, забезпечуючи користувачам контроль над системою "розумного будинку" і сприяючи підвищенню його ефективності.

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 31   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

## 1.5 Аналіз готових рішень системи «Розумний будинок»

На сьогоднішній день на ринку існує кілька готових рішень систем "розумний будинок" для офісних приміщень, які можуть підвищити ефективність та зручність управління. Серед виробників подібних систем варто зазначити Crestron, Control4 та Savant.

Crestron є одним з провідних виробників систем автоматизації будинку та офісу. Вони пропонують широкий спектр продуктів і рішень, включаючи системи керування освітленням, клімат-контролем, аудіо-відео та безпекою. Crestron надає інтуїтивний інтерфейс керування, а також можливість інтеграції з мобільними додатками та голосовими помічниками.



Рисунок 1.1 – Система "Розумний будинок" від Crestron

Розумний дім Crestron є оптимальним вибором для ефективної організації повного управління житлом з будь-якого місця на земній кулі з мінімальними зусиллями з боку власників. Крім стандартного набору функцій, притаманних системам домашньої автоматизації, Crestron пропонує розширений набір можливостей, які забезпечують максимальний комфорт користувача.

1. Освітлення: Крім основних функцій, таких як включення, вимкнення, диммінг та сценарне управління, розумне освітлення Crestron здатне

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 32   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

гнучко адаптуватися до вимог користувача, враховуючи різні умови та режими роботи обладнання. Воно також надає можливість індивідуально налаштовувати групи освітлення, змінювати стан лампочок та активувати світлові сцени з основних керуючих пристроїв.

2. Контроль силових розеток: Ця функція дозволяє досягти оптимальної пожежної безпеки та зручного контролю потужних електроприладів, запобігаючи непотрібному споживанню електроенергії. Наприклад, при тривалій відсутності можна активувати запрограмований сценарій, який автоматично вимкне не використовувані побутові прилади та відключить напругу в розетках.
3. Управління домофоном: Інтелектуальна система домофонізації забезпечує постійний контроль та можливість перегляду живого відео або архівних записів з будь-якого клієнтського пристрою. Ця функція також може застосовуватись до систем відеоспостереження.
4. Керування шторами, жалюзі. Crestron дозволяє повністю автоматизувати керування шторами та жалюзі в будинку. Можна встановити розклади підняття та опускання штор, або контролювати їх стан вручну з будь-якого місця. Крім того, система може реагувати на зміну освітлення або погодних умов, автоматично регулюючи положення штор, щоб забезпечити оптимальне освітлення та приватність.
5. Контроль температури: Завдяки Crestron можна миттєво керувати температурою в будинку. Система підтримує інтеграцію з термостатами та кліматичними системами, дозволяючи вам встановлювати розклади регулювання температури для різних зон або керувати ними вручну. Можна забезпечити комфортну температуру перед своїм приходом або зменшити споживання енергії, вимикаючи систему опалення або кондиціонування, коли ви покинули будинок.
6. Мультимедіа-контроль: Crestron дозволяє централізовано керувати всіма мультимедійними пристроями в будинку, включаючи телевізори, аудіосистеми, системи домашнього кінотеатру та стрімінгові пристрої.

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 33   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

Можна легко перемикаати канали, регулювати гучність, відтворювати вміст з різних джерел та створювати звукові сценарії, працюючи з одного пристрою або за допомогою голосових команд.

7. Системи безпеки: Crestron також включає розширені можливості для керування системами безпеки в будинку. Можна моніторити відеоспостереження, контролювати датчики руху, відчиняти та запирати двері.

Система "Розумний будинок" від Crestron пропонує повний спектр функцій та можливостей для ефективного управління офісним приміщенням. Вона поєднує в собі зручність мобільного додатка та інтуїтивне голосове керування, що сприяє забезпеченню комфорту, безпеки та ефективності в робочому середовищі.

Control4 є ще одним відомим виробником систем "розумний будинок". Вони пропонують рішення для керування освітленням, звуком, відео, кліматом, безпекою та багатьма іншими аспектами офісного приміщення. Control4 володіє потужним інтегрованим програмним забезпеченням, яке дозволяє зручно керувати системою через мобільний додаток або голосове керування.



Рисунок 1.2 – Система "Розумний будинок" від Control4

Основні риси Control4 включають:

1. Інтегроване програмне забезпечення: Control4 надає потужне програмне забезпечення, яке інтегрує різні пристрої та системи в єдину платформу управління. Це дозволяє зручно керувати всіма аспектами розумного

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 34   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

будинку через мобільний додаток, пульт дистанційного керування або голосові команди.

2. Гнучкість та розширюваність: Control4 пропонує гнучкі рішення, які можуть бути налаштовані під конкретні потреби користувача. Ви можете починати з базового комплекту та поступово розширювати систему, додаючи нові пристрої та функціональність.
3. Інтеграція зі сторонніми пристроями: Control4 підтримує інтеграцію з великою кількістю сторонніх пристроїв та систем, таких як освітлення, аудіо-відео техніка, системи безпеки, термостати та інші. Це дозволяє створювати єдину систему управління для всіх пристроїв в будинку.
4. Голосове керування: Control4 підтримує голосове керування через популярні голосові помічники, такі як Amazon Alexa або Google Assistant. Ви можете використовувати голосові команди для керування освітленням, звуком, відео та іншими функціями системи.
5. Розширені можливості безпеки: Control4 має вбудовані функції безпеки, такі як системи відеоспостереження, датчики руху, датчики витоку газу або води та інші. Це дозволяє створювати комплексну систему безпеки для вашого будинку і забезпечувати захист від потенційних небезпек.
6. Енергоефективність: Control4 пропонує рішення для керування енергоефективністю вашого будинку. Ви можете налаштувати графіки розкладу освітлення та регулювання температури, щоб ефективно використовувати енергію та зменшити споживання.
7. Система управління офісом: Control4 також пропонує рішення для керування офісними приміщеннями. Ви можете контролювати освітлення, клімат, безпеку та інші функції в офісі.

Savant спеціалізується на розробці інтелектуальних систем управління для офісів і розумних будинків. Вони пропонують широкий спектр продуктів і функцій, включаючи керування освітленням, аудіо-відео, енергією, безпекою та автоматизованими шторами. Savant забезпечує зручне мобільне керування та інтеграцію з голосовими помічниками.

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 35   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |



Рисунок 1.3 – Хост-контролер

Основні риси продуктів і рішень Savant включають:

1. Інтегроване керування: Savant пропонує інтегровану систему управління, яка об'єднує різні пристрої і системи в одну платформу. Це дозволяє зручно керувати всіма аспектами розумного будинку або офісу через мобільний додаток або пульт дистанційного керування.
2. Керування освітленням: Savant дозволяє контролювати освітлення в будинку або офісі. Можна включати, вимикати та регулювати яскравість світла, а також створювати сцени освітлення для різних настроїв або потреб.
3. Аудіо-відео управління: Savant забезпечує керування аудіо-відео системами. Можна керувати відтворенням музики та фільмів у різних кімнатах, налаштовувати гучність, вибирати джерела відео та аудіо, а також інтегрувати різні пристрої, такі як телевізори, аудіосистеми, проектори тощо.
4. Керування енергією: Savant дозволяє контролювати енергоефективність будинку або офісу. Можна налаштовувати розклади роботи освітлення, опалення та кондиціонування, щоб ефективно використовувати енергію та знижувати витрати.
5. Безпека: Savant пропонує функції безпеки, включаючи системи відеоспостереження, датчики руху, датчики витоку газу або води та інші.
6. Автоматизація: Savant дозволяє автоматизувати різні функції і сценарії в будинку або офісі. Можна створювати розклади роботи, таймери, сцени та

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 36   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

інші автоматичні налаштування, щоб забезпечити зручність та ефективність використання пристроїв і систем.

7. Мобільне керування: Savant надає зручний мобільний додаток, який дозволяє керувати всіма аспектами розумного будинку або офісу зі смартфона або планшета. Можна включати і вимикати пристрої, налаштовувати параметри, переглядати статус і отримувати повідомлення про події.
8. Інтеграція з голосовими помічниками: Savant підтримує інтеграцію з популярними голосовими помічниками, такими як Amazon Alexa і Google Assistant. Можна використовувати голосові команди для керування різними пристроями і функціями в системі Savant.
9. Розширюваність: Savant пропонує розширювані рішення, які можуть бути адаптовані до зростаючих потреб користувача. Можна починати з базового комплекту та додавати нові пристрої і функціональність по мірі необхідності.

Ці три розробники, Crestron, Control4 і Savant, спеціалізуються на створенні інтелектуальних систем управління для розумних будинків та офісів. Вони надають інтегровані рішення з різними функціями, такими як керування освітленням, аудіо-відео, безпекою та енергією. У всіх трьох є підтримка голосового керування та мобільного керування через мобільні додатки.

Crestron і Control4 пропонують широкий спектр продуктів та функціональність, а також гнучкість при налаштуванні системи під конкретні потреби користувача. Вони обидва мають інтегроване програмне забезпечення, гнучкість розширення та підтримку інтеграції зі сторонніми пристроями.

Savant також пропонує широкий спектр продуктів і функцій, включаючи керування освітленням, аудіо-відео, енергією, безпекою та автоматизованими шторами. Вони також забезпечують зручне мобільне керування та інтеграцію з голосовими помічниками.

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 37   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

## РОЗДІЛ 2. БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНИЙ ВИБІР ТЕХНОЛОГІЇ ТА МЕТОДУ РІШЕННЯ

### 2.1 Визначення ключових вузлів для проекту та аналіз їх дій

#### 2.1.1 Головні потреби автоматизації офісного приміщення

В даному проекті ми розглядаємо офіс для малого бізнесу. В який входить офісне приміщення, та підземний паркінг. Для автоматизації офісу, потрібно вирішити питання з пожежною системою, захистом від проникнення, системою контролю доступу та ідентифікації робітників, безпекою території паркінгу автомобілів, системи клімат контролю офісного приміщення, систему освітлення офісу. Для цього в проекті створені окремі вузли. Для зменшення вартості «розумного будинку» деякі елементи будуть відповідати за декілька функцій. Наприклад датчики руху будуть використовуватись як для системи безпеки так і для системи освітлення.

#### 2.1.2 Вузол пожежної системи

Пожежна система в офісі є важливою для забезпечення безпеки працівників і майна. Вона слугує для виявлення пожежі, Сповіщення про небезпеку, автоматизацію гасіння полум'я. Вузол Пожежної системи включає в себе датчик вогню, водяні спринклери, сирену та плату «Ардуіно».



Рисунок 2.1 – Елементи вузлу пожежної системи

Датчик вогню слугує для вимірювання інфочервоного випромінювання в приміщенні. Таким чином пристрій для контролю пожеж, забезпечує раннє виявлення вогню, що дозволяє швидко реагувати і уникнути можливих збитків. Датчик передає свої дані на плату «Ардуіно», яка слугує для перевірки даних і в

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          |      |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          | 38   |

критичних ситуаціях запускає водяні спринклери, сирену та відчиняє вікна. Сирена сповіщає працівників офісу на небезпечну ситуацію. Вікна та водяні спринклери виконують основну функцію погашення вогню та доступ до свіжого повітря.

### 2.1.3 Вузол системи контролю доступу та ідентифікації робітників

Система дозволяє обмежувати вхід до приміщень тільки авторизованим особам. Це допомагає запобігти несанкціонованому доступу до офісу. При потребі замовника можна налаштувати стеження за робочим часом через картки ідентифікації. Щоб покращити продуктивність компанії. Для працездатності вузла нам потрібно використати такі елементи: зчитувач карток радіочастотної ідентифікації, картки радіочастотної ідентифікації, двері, гаражні ворота, сенсори руху.



Рисунок 2.2 – Елементи вузлу системи контролю доступу та ідентифікації робітників

Під час піднесення картки до зчитувача в офісному приміщенні відчиняються двері, а на підземній парковій ворота.

### 2.1.4 Вузол системи від проникнення

Охоронна система є центральним елементом системи безпеки будівлі. Основні мета вузла системи від проникнення включає в себе, детекцію вторгнень, сигналізація та сповіщення, моніторинг та запис. Для досягнення мети він використовує датчики руху, відеокамери, сирени, плату «Ардуіно», кнопку вмикання-вимикання, Led-екран.



Рисунок 2.3 – Елементи вузлу системи від проникнення

Активація та деактивація протоколу здійснюється безпосередньо з кнопки вмикання-вимикання сигналізації. Під час активного протоколу, датчик фіксує проникнення, передає дані на плату, яка в свою чергу запускає запис відеокамер та сирени. За статусом сигналізації можна слідкувати через Led-екран.

### 2.1.5 Вузол клімат контролю

Система клімату в офісі виконує ключову роль у забезпеченні комфортних умов роботи для працівників і оптимальних параметрів для зберігання обладнання та матеріалів, також додатковим фактором є енергоефективність. Вузол включає датчик температури, повітряний кулер, нагрівальний елемент, термостат, батарею, кондиціонер та монітор для контролю температури. Компоненти співпрацюють для підтримки сталої температури відповідно до встановленого рівня.

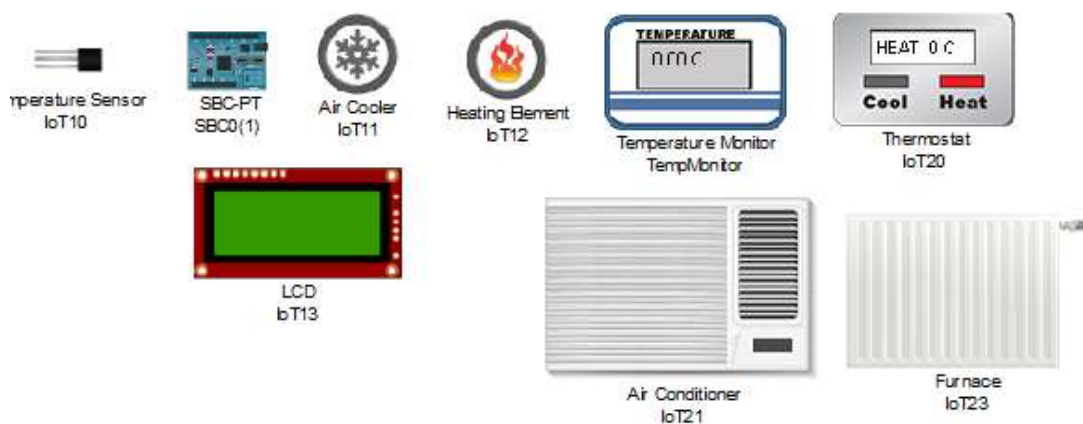


Рисунок 2.4 – Елементи вузлу клімат контролю

Датчик температури вимірює поточну температуру в офісному приміщенні. Він передає цю інформацію до плати Ардуїно для подальшого аналізу і прийняття рішень щодо налаштування температури. Повітряний кулер

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 40   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

використовується для охолодження повітря в офісному приміщенні. Коли температура перевищує задане значення, повітряний кулер активується для зниження температури. Нагрівальний елемент використовується для підігріву повітря, коли температура в офісному приміщенні нижче заданого значення. Термостат є пристроєм для контролю температури в офісі. Він приймає дані від датчика температури і, залежно від поточного значення, керує обігрівом та охолодженням.

Батарея та кондиціонер використовуються для регулювання температури шляхом нагрівання або охолодження повітря в офісі. Вони забезпечують систему з резервними джерелами тепла або прохолоди для досягнення та підтримки комфортної роботи працівників.

Переглянути актуальну температуру можна за допомогою Led-екрану. Таким чином працівники завжди будуть отримувати актуальну інформацію стану клімат контролю.

#### 2.1.6 Вузол чадних газів

Вузол чадних газів в офісному паркінгу виконує важливу функцію забезпечення безпеки працівників, які користуються паркінгом. Чадний газ є безбарвним та без запаху, але дуже отруйним. Вузол включає в себе датчик чадних газів та вентилятор.



Рисунок 2.5 – Елементи вузлу чадних газів

Датчики виявляють наявність чадного газу в повітрі і під час великої кількості газів спрацьовує вентилятор для покращення повітря в приміщенні.

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 41   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

### 2.1.7 Вузол автоматизації освітлення

Вузол автоматизації освітлення в офісі допомагає оптимізувати споживання електроенергії, вимикаючи освітлення в тих зонах офісу, де воно не потрібне. Наприклад, дозволяє налаштувати автоматичне включення та вимикання світла при вході та виході з офісного приміщення. Це забезпечує зручність для працівників, оскільки вони не мають думати про вмикачі та вимикачі світла, а освітлення автоматично регулюється залежно від їхньої присутності. Додатковим фактором є економія електроенергії. Освітлення можна налаштувати як в самому офісі, так і на вулиці поруч. Для цього ми маємо використати сенсори руху, вуличні ліхтарі, та лампи.



Рисунок 2.6 – Елементи вузлу освітлення

Вуличний ліхтар вже має налаштований датчик який зчитує рух, а лампа з'єднана з датчиком руху, щоб реагувати на присутність працівників офісу.

### 2.2 Побудова структурної схеми на основі вибраних вузлів

На рисунку 2.7 показаний вигляд структурної схеми майбутнього проекту системи автоматизації будинку. На схемі видно систему автоматизації клімат-контролю, пожежної сигналізації та системи пожежогасіння, системи контролю доступу та рівня газу в приміщенні, освітлення, плати керування, Gateway та різні IoT-пристрої та компоненти.

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 42   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |



Визначивши необхідні вузли для системи та побудувавши структурну схему, важливим аспектом є взаємодія між вузлами. Кожен вузол виконує свою функцію, проте їх спільна робота дозволяє створити комплексну і ефективну систему забезпечення безпеки приміщення. Розглянемо взаємодію між деякими з них.

Ця взаємодія дозволяє забезпечити найвищий рівень безпеки і зменшити ризик несанкціонованого проникнення. При активації системи від проникнення, датчики руху спостерігають за рухом сторонніх осіб і передають цю інформацію на вузол системи контролю доступу та ідентифікації робітників.

Вузол системи контролю доступу та ідентифікації робітників отримує дані про виявлену небезпеку та негайно реагує. Він може виконувати такі дії, як блокування доступу до певних зон, активування сигналізації про небезпеку.

Така взаємодія дозволяє системі безпеки реагувати на потенційну небезпеку швидко і ефективно, а також обмежувати доступ лише авторизованим особам, забезпечуючи високий рівень безпеки приміщення.



Рисунок 2.8 – Схема взаємодії вузлів

Розглянемо детальніше вузол системи проникнення (рис. 2.9):

1. Активація та деактивація протоколу здійснюється за допомогою кнопки вмикання та вимикання сигналізації.
2. При вмиканні протоколу:
  - а. Датчик проникнення фіксує проникнення та передає дані на плату.
  - б. Плата активує запис відеокамер та сирену для сигналізації про проникнення.
3. При вимиканні протоколу:

- а. Датчик руху фіксує рух та передає дані на плату.
  - б. Плата вмикає лампи в офісі/гаражному приміщенні.
4. Стан сигналізації відображається на Led-екрані:
- а. При активованому режимі виводиться повідомлення "Protected".
  - б. При фіксації стороннього руху екран виводить повідомлення "Danger".
  - с. При вимкненому вузлі екран показує "Unprotected".

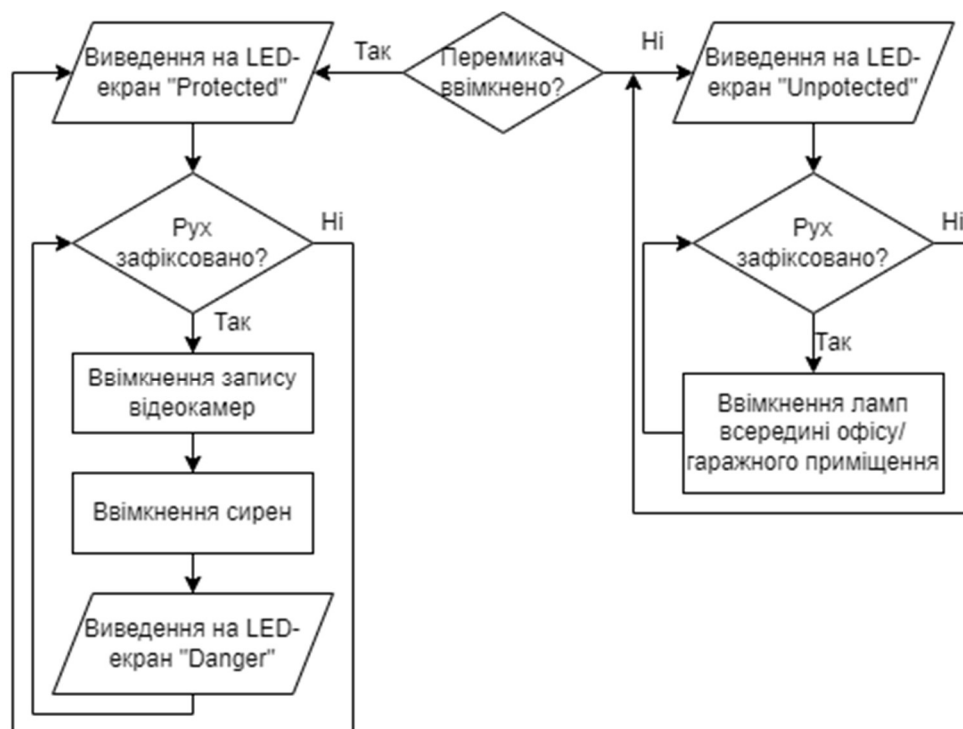


Рисунок 2.9 – Схема логіки взаємодії вузлів систем проникнення та автоматичного освітлення

Цей алгоритм дозволяє активувати систему захисту від проникнення, ввімкнути запис відеокамер та спрацювання сирени. Led-екран слугує для зручної візуалізації стану захисту і сприяє розумінню поточного стану системи. Крім того, при вимкненій кнопці при спрацюванні датчику руху вмикається автоматично освітлення.

```

if sensor == 1023 or sensorGarage == 1023:
    customWrite(2, 'DANGER')
    customWrite(0, '1023')
    customWrite(1, '1023')
    customWrite(5, '1023')
    customWrite(6, '1023')
else:
    customWrite(2, 'PROTECTED')
    customWrite(0, '0')
    customWrite(1, '0')
    customWrite(5, '0')
    customWrite(6, '0')

```

Рисунок 2.10 – Прописання перевірки спрацювання датчиків руху

Далі переглянемо роботу алгоритму перевірки вмісту газу в гаражному приміщенні.



Рисунок 2.11 – Алгоритм роботи системи

Ця схема дозволяє постійно моніторити рівень чадного газу в повітрі. Якщо рівень газу перевищує задану норму, активується вентилятор, що поліпшує якість повітря в приміщенні. Коли рівень газу знижується нижче заданої норми, вентилятор зупиняється, алгоритм повторюється для подальшого моніторингу.

Розглянемо алгоритм для роботи з датчиком температури, повітряним кулером, нагрівальним елементом, термостатом, батареєю та кондиціонером:

1. Зчитування температури – датчик температури вимірює поточну температуру в офісному приміщенні.
2. Аналіз температури – отримані дані передаються на плату Ардуїно для подальшого аналізу.
3. Виявлення відхилень:

- Якщо поточна температура вища за задане значення, активується нагрівальний елемент.
- Якщо поточна температура нижча за задане значення, активується охолоджувальний елемент.

#### 4. Контроль температури за допомогою термостата.

Блок-схема вище наведеного алгоритму:

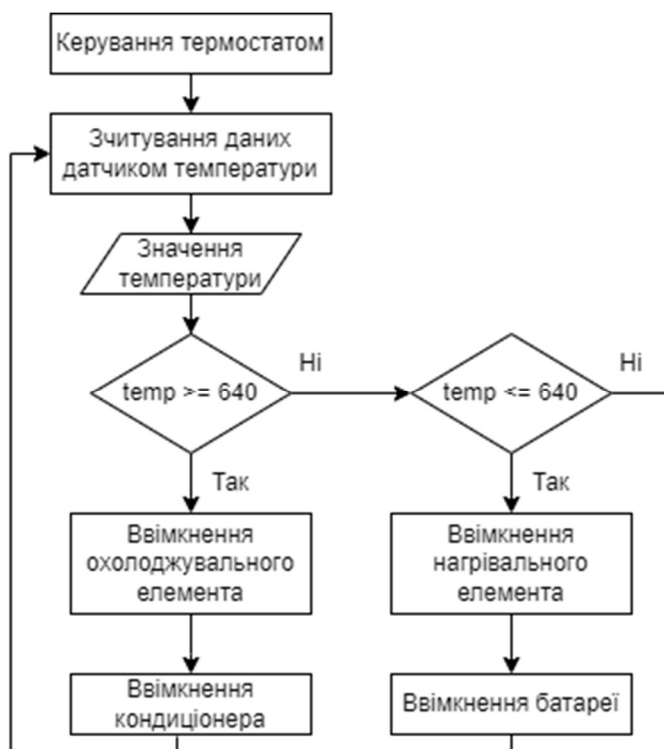


Рисунок 2.12 – Алгоритм роботи блоку управління температурою

Для перевірки роботи задані значення температури (мінімальне і максимальне) може варіюватись в діапазоні 24-26°C:

```

while True:
    temp = digitalRead(0)
    print("Temperature is", temp)
    if temp >= 640:
        digitalWrite(3, HIGH)
        digitalWrite(1, LOW)
        customWrite(2, "AC-ON")
    elif temp < 601:
        digitalWrite(3, HIGH)
        digitalWrite(1, LOW)
        customWrite(2, "HEATER-ON")
    else:
        digitalWrite(3, LOW)
        digitalWrite(1, LOW)
        customWrite(2, "Normal")
  
```

Рисунок 2.13 – Цикл перевірки температури датчиком

Далі складемо алгоритм роботи спрацювання пожежної сигналізації та спринклера. Пристрої повинні спрацювати при отриманні датчиком вогню відповідного сигналу.



Рисунок 2.14 – Цикл перевірки вмісту газу в повітрі датчиком  
Програмно цикл виглядатиме наступним чином:

```

while True:
    fire = digitalRead(2)
    if fire == 1023:
        customWrite(0, "1")
        customWrite(3, "1")
        customWrite(4, "1")
    else:
        customWrite(0, "0")
        customWrite(4, "0")
        customWrite(3, "0")
    delay(1000)
  
```

Рисунок 2.15 – Прописаний цикл перевірки вмісту газу в повітрі

Необхідно передбачити два способи керування IoT-системою: через автоматизовані вузли, побудовані на базі мікроконтролерів Arduino, або за допомогою пристроїв, таких як планшет або телефон, з використанням програмного додатку.

Перший спосіб включає в себе встановлення автоматизованих вузлів, які базуються на мікроконтролерах Arduino, алгоритми яких описані вище.

Другий спосіб передбачає використання пристроїв, таких як планшети або телефони, з програмним додатком, створеним спеціально для керування IoT

системою. Ці пристрої підключаються до мережі, де працює IoT система, і забезпечують інтерфейс для користувача. За допомогою програмного додатку на планшеті або телефоні можна відстежувати стан системи, виконувати команди і налаштування, а також контролювати роботу різних пристроїв, що входять до складу IoT системи.

## **2.4 Вибір технології та реальних компонентів для проекту**

### **2.4.1 Аналіз технології для проекту**

Для забезпечення комунікації та взаємодії різних пристроїв і систем в розумному середовищі, розглядаються наступні технології: Wi-Fi, Z-Wave, ZigBee та Bluetooth.

**Технологія Wi-Fi** є однією з найпоширеніших та найвикористовуваниших технологій для розумних будинків та офісних приміщень. Вона базується на бездротовій локальній мережі, що дозволяє пристроям підключатись до мережі Інтернет безпосередньо через бездротове з'єднання. Одна з головних переваг Wi-Fi - це його широкий охоплюючий радіус дії, що дозволяє підключати пристрої на різних рівнях будівлі та в різних кімнатах. Технологія Wi-Fi продовжує розвиватися, з'являються нові стандарти, такі як Wi-Fi 6 та Wi-Fi 6E, які забезпечують більш швидке та стабільне з'єднання, що є важливим для ефективного управління різноманітними пристроями та виконання розумних функцій без затримок. Також розробники розумних пристроїв постійно працюють над вдосконаленням інтеграції з Wi-Fi, щоб забезпечити більше функцій та зручності для користувачів. Враховуючи широкий спектр пристроїв, які підтримують Wi-Fi, ця технологія є зручною та універсальною для розумних будинків та офісів.

**Технологія Z-Wave** є міжнародним стандартом бездротового зв'язку, спеціально розробленим для автоматизації будинків та офісних приміщень. Вона працює на частоті радіохвиль і дозволяє підключати різноманітні пристрої, такі як освітлення, розетки, термостати та інші, до системи управління розумним будинком. Однією з головних переваг Z-Wave є низьке споживання енергії, що

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 49   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

дозволяє пристроям працювати на батарейках протягом тривалого часу. Крім того, Z-Wave мережі можуть бути легко налаштовані та масштабовані з багатьма пристроями.

**Технологія ZigBee** також є бездротовим стандартом, який використовується для забезпечення комунікації між різними пристроями в розумному будинку або офісному приміщенні. Вона працює на низькій потужності, що дозволяє пристроям працювати на батарейках протягом тривалого часу. Зігбі мережі можуть бути легко масштабовані та налаштовані, що робить їх привабливим варіантом для розумного будинку або офісу.

**Технологія Bluetooth** є бездротовим зв'язком, який часто використовується для підключення пристроїв в невеликому радіусі дії, таких як смартфони, навушники або клавіатури. У розумному будинку або офісі Bluetooth персональних пристроїв, управління мультимедіа або локальної автоматизації. Має обмежений діапазон покриття порівняно з Wi-Fi, ZigBee та Z-Wave.

З урахуванням офісного середовища, де швидкість передачі даних та широкий діапазон покриття є важливими факторами, було прийнято рішення вибрати технологію Wi-Fi для реалізації розумного будинку в офісному приміщенні. Вона надає швидкість, надійність та високу сумісність з різноманітними пристроями. Крім того, Wi-Fi мережі широко поширені, легко налаштовуються та управляються, що робить їх зручними для використання у бізнес-середовищі. Протокол Wi-Fi здатний забезпечити ефективне функціонування розумного будинку в офісному приміщенні, забезпечуючи широкий спектр можливостей для інтеграції різних пристроїв та задоволення потреб працівників офісу.

#### 2.4.2 Вибір реальних компонентів для проекту

Під час розробки системи "Розумний офіс", важливим етапом стало вибору реальних компонентів, які зможуть працювати в гармонії, забезпечуючи найвищий рівень автоматизації, безпеки та комфорту. Основними критеріями

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 50   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

для вибору стали: можливість взаємодії за допомогою Wi-Fi протоколу, надійність, вартість та легкість встановлення та використання.

### 1. Датчик пожежної системи: Google Nest Protect

Google Nest Protect був вибраний, оскільки це один з найрозумніших датчиків пожежної безпеки на ринку. Він відправляє повідомлення про тривогу на ваш мобільний пристрій, що дозволяє вам бути в курсі ситуації навіть поза офісом.



Рисунок 2.16 – Датчик пожежної системи: Google Nest Protect

### 2. Датчик чадних газів: Kidde Nighthawk Plug-In AC/DC Carbon Monoxide Alarm Detector

Kidde Nighthawk було вибрано через його здатність виявляти небезпечні рівні монооксиду вуглецю. Це критично важливо для безпеки працівників офісу. Він може бути інтегрований в систему через Wi-Fi.

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 51   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |



Рисунок 2.17 – Датчик чадних газів: Kidde Nighthawk Plug-In AC/DC Carbon Monoxide Alarm Detector

### 3. Сирена: Sonos One (Gen 2)

Sonos One (Gen 2) була обрана за її здатність відгукнутися на спрацювання датчиків руху або датчиків диму. Цей гучномовець може відтворювати попередньо задані звукові сигнали або сповіщення в разі виявлення небезпеки.



Рисунок 2.18 – Сирена: Sonos One (Gen 2)

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 52   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

#### 4. Відеокамера: Arlo Pro 3

Arlo Pro 3 була обрана через її високу якість зображення, нічне бачення та двосторонню аудіосистему. Ці характеристики важливі для нас, оскільки вони забезпечують додатковий рівень безпеки.



Рисунок 2.19 – Відеокамера: Arlo Pro 3

#### 5. Датчик руху: Philips Hue Indoor Motion Sensor

Philips Hue Indoor Motion Sensor був обраний за здатність автоматично вмикати світло або інші пристрої, коли виявляє рух. Його можна інтегрувати в Wi-Fi систему за допомогою Samsung SmartThings Hub.



Рисунок 2.20 – Датчик руху: Philips Hue Indoor Motion Sensor

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 53   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

## 6. Лампи: Philips Hue White and Color Ambiance A19

Ці лампи були обрані за можливість вибору з мільйонів кольорів та регулювання яскравості. Їх можна інтегрувати в Wi-Fi систему за допомогою хабу.



Рисунок 2.21 – Лампи: Philips Hue White and Color Ambiance A19

## 7. Розумний замок: August Smart Lock Pro

August Smart Lock Pro був обраний за свою здатність автоматично відкривати та закривати двері. Його можна інтегрувати в Wi-Fi систему за допомогою Samsung SmartThings Hub.



Рисунок 2.22 – Розумний замок: August Smart Lock Pro

## 8. Термостат: Google Nest Thermostat

Google Nest Thermostat був обраний за свою здатність автоматично регулювати температуру на основі розпорядку дня користувача та інших введених даних.



Рисунок 2.23 – Термостат: Google Nest Thermostat

## 9. Arduino MKR WiFi 1010:

Arduino MKR WiFi 1010 є мікроконтролером з вбудованим Wi-Fi модулем, який може бути використаний для створення власних проєктів в системі розумного офісу. Він підтримує розробку програмного забезпечення для контролю датчиків, пристроїв і автоматизованих сценаріїв. З Arduino MKR WiFi 1010 стає можливим створити власні функції та інтегрувати їх з системою IoT.



Рисунок 2.24 – Плата: Arduino MKR WiFi 1010

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 55   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

## 10.Хаб: Samsung SmartThings Hub

Samsung SmartThings Hub був обраний як основний інтерфейс для управління всіма пристроями. Він дозволяє контролювати, автоматизувати та моніторити розумні пристрої з будь-якого місця і підтримує пристрої, що використовують Wi-Fi, Zigbee, Z-Wave та інші протоколи.



Рисунок 2.25 – Хаб: Samsung SmartThings Hub

Усі ці компоненти були обрані з урахуванням їхньої сумісності та взаємодії, що робить їх ідеальними для створення цілісної і надійної системи. Вибір цих елементів дозволяє створити безпечне та зручне робоче середовище, де можливо контролювати та керувати різними аспектами офісної автоматизації.

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 56   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

## РОЗДІЛ 3. ІНФОРМАЦІЙНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

### 3.1 Середовище розгортання проекту

#### 3.1.1 Cisco Packet Tracer

Cisco Packet Tracer – це комп'ютерна програма, розроблена компанією Cisco Systems, яка дозволяє створювати та моделювати мережеві схеми і симулювати роботу мережевих пристроїв. Вона широко використовується в освітніх закладах та серед професіоналів мережевої індустрії для навчання та демонстрації мережевих конфігурацій.

Cisco Packet Tracer дозволяє користувачам створювати віртуальні мережеві середовища, розміщувати мережеві пристрої, такі як маршрутизатори, комутатори, сервери, телефони, і налаштовувати їх параметри. Користувачі можуть встановлювати з'єднання між пристроями, налаштовувати мережеві протоколи, перевіряти роботу мережі та аналізувати трафік даних.

Окрім освітніх цілей, Cisco Packet Tracer використовується професіоналами для перевірки конфігурації та налагодження мережевих пристроїв перед їх впровадженням у реальних мережах. Вона дозволяє проводити віртуальні експерименти з мережевими налаштуваннями та тестувати різні сценарії без необхідності фізичного обладнання.

Cisco Packet Tracer дозволяє налаштовувати пристрої за допомогою двох способів:

1. Конфігурація через командний рядок (Command Line Interface, CLI). Використовуючи командний рядок, користувачі можуть вводити команди для налаштування параметрів пристроїв, таких як IP-адреси, маршрутизація, фільтрація трафіку та інші налаштування. Цей спосіб найбільш розповсюджений і дозволяє детально налаштувати пристрої згідно потреб користувача.
2. Графічний інтерфейс (Graphical User Interface, GUI). Packet Tracer надає графічне середовище, де користувачі можуть взаємодіяти з

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 57   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

пристроями за допомогою інтуїтивного інтерфейсу. За допомогою миші та клавіатури, користувачі можуть перетягувати та налаштовувати пристрої, встановлювати з'єднання, налаштовувати параметри та спостерігати за роботою мережі у режимі реального часу.

Обидва способи надають зручність та гнучкість в налаштуванні пристроїв у Cisco Packet Tracer, залежно від вподобань та рівня експертизи користувача.

Cisco Packet Tracer підтримує різні протоколи. У таблиці 2.1 нижче наведено списки протоколів, які підтримується програмою.

Таблиця 3.1. Списки протоколів, підтримувані Cisco Packet Tracer

| Рівень       | Протоколи                                                                                                                                                                                                           |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Застосунку   | FTP, SMTP, POP3, HTTP, TFTP, Telnet, SSH, DNS, DHCP, NTP, SNMP, AAA, ISR VOIP, SCCP config and calls ISR command support, Call Manager Express                                                                      |
| Транспортний | TCP and UDP, TCP nagle Algorithm & IP Fragmentation, RTP                                                                                                                                                            |
| Мережевий    | BGP, IPv4, ICMP, ARP, IPv6, ICMPv6, IPSec, RIPv1/v2ng, MultiArea OSPF, EIGRP, Static Routing, Route Redistribution, Multilayer Switching, L3 QoS, NAT, CBAL, Zone-based policy firewall and IPS, GRE VPN, IPSec VPN |
| Фізичний     | Interface Ethernet (802.3), 802.11, HDLC, Frame Relay, PPP, PPPoE, STP, RSTP, VTP, DTP, CDP, 802.1q, PAgP, LAgP, L2 QoS, SLARP, Simple WEP, WPA, EAP                                                                |

Панель інструментів в Cisco Packet Tracer – це розділ інтерфейсу програми, який містить набір інструментів, які використовуються для створення та налаштування мережевих топологій. Вона знаходиться зазвичай на боці або внизу робочої області та містить різноманітні елементи, які можна додавати до мережі.

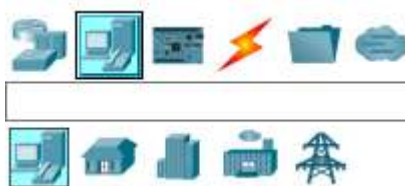


Рисунок 3.1 – Панель інструментів

Панель пристроїв містить різноманітні мережеві пристрої, такі як маршрутизатори, комутатори, сервери, телефони, точки доступу Wi-Fi та багато інших. Користувачі можуть вибрати потрібний пристрій і перетягнути його на робочу область для створення мережевої топології.

На панелі "Network Devices" в Cisco Packet Tracer доступні наступні категорії пристроїв:

1. Routers (маршрутизатори): Включає різні моделі маршрутизаторів, які використовуються для маршрутизації мережевого трафіку між різними мережевими сегментами.



Рисунок 3.2 – Панель маршрутизаторів

2. Switches (комутатори): Містить комутатори різних типів, які використовуються для підключення різних пристроїв в мережі і передачі даних між ними.



Рисунок 3.3 – Панель комутаторів

3. Wireless Devices (бездротові пристрої): Включає точки доступу Wi-Fi, антени, маршрутизатори Wi-Fi і інші пристрої, пов'язані з бездротовими технологіями зв'язку.



Рисунок 3.4 – Панель бездротових пристроїв

На панелі "Connections" в Cisco Packet Tracer можна знайти різні типи з'єднань, які використовуються для підключення пристроїв у мережі. Вона містить різні типи з'єднань, такі як Ethernet, Serial, Console, USB, а також дротові і бездротові з'єднання, які використовуються для підключення пристроїв у мережі. Важливою особливістю є опція автоматичного підключення кабелю (значок блискавки на малюнку). Вибираючи його, Cisco Packet автоматично

вибирає правильний кабель для з'єднання двох мережевих інтерфейсів. З метою навчання цю опцію також можна вимкнути.



Рисунок 3.5 – Панель дротів

Ці категорії пристроїв допомагають користувачам швидко знаходити потрібні компоненти і пристрої для створення мережесхем і налаштування мережесхем протоколів у Cisco Packet Tracer.

На панелі "End Devices" в Cisco Packet Tracer доступні різні категорії кінцевих пристроїв для моделювання мережевих сценаріїв. Ось деякі з них:

1. End Devices (кінцеві пристрої): Ця категорія включає загальні типи кінцевих пристроїв, такі як комп'ютери, телефони, принтери і інші, які використовуються в різних мережевих середовищах.



Рисунок 3.6 – Панель кінцевих приладів

2. Номе (домашній розумний будинок): Містить пристрої, які використовуються в розумних домашніх системах, наприклад, розумні термостати, освітлення, системи безпеки і різні датчики.



### Рисунок 3.7 – Перелік пристроїв

3. Smart City (розумне місто): Включає пристрої, які застосовуються в розумних міських середовищах, такі як системи вуличного освітлення, моніторингу середовища, паркування, управління трафіком та інші.



Рисунок 3.8 – Перелік пристроїв розумного міста

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 60   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

4. Industrial (промисловість): Містить пристрої, які використовуються в промислових мережах, наприклад, контролери промислового автоматизації, сенсори, приводи, панелі оператора та інші.



Рисунок 3.9 – Перелік пристроїв промислового Інтернету речей

5. Power Grid (електромережа): Включає пристрої, пов'язані з енергетичними системами, такі як розподільчі пункти, трансформатори, сонячні панелі, акумулятори та інші.



Рисунок 3.10 – Панель пристроїв електроенергетичної мережі

На панелі "Components" в Cisco Packet Tracer доступні різні категорії компонентів, які використовуються для побудови електронних схем та моделювання роботи технічних систем. Ось деякі з них:

1. Boards (плати): Ця категорія містить різні типи плат, такі як мікроконтролерні плати, Arduino-сумісні плати, Raspberry Pi та інші. Вони використовуються як базова платформа для розробки електронних проектів.



Рисунок 3.11 – Панель плат

2. Actuators (виконавчі пристрої): Включає різні типи виконавчих пристроїв, таких як мотори, сервоприводи, реле, клапани і інші. Вони використовуються для перетворення сигналів у фізичні дії, наприклад, рух або вимкнення електричних пристроїв.



Рисунок 3.12 – Панель виконавчих пристроїв

3. Sensors (датчики): Містить різні типи датчиків, таких як температурні датчики, датчики руху, світлодіодні датчики, датчики вологості та інші. Вони використовуються для збору інформації з оточуючого середовища і передачі її до електронної системи.



Рисунок 3.13 – Панель датчиків

Cisco Packet Tracer – це програмне забезпечення для моделювання мереж та роботи технічних систем. Воно надає зручне графічне середовище, яке дозволяє створювати, налаштовувати та тестувати різноманітні пристрої та мережеві сценарії.

Cisco Packet Tracer дозволяє налаштовувати параметри пристроїв, підключати їх до мережі, налаштовувати комунікацію між ними та виконувати різні сценарії. Він є потужним інструментом для вивчення мережевих технологій, вирішення проблем, тестування та навчання.

Враховуючи його багатофункціональність, зручність та доступність, Cisco Packet Tracer є цінним інструментом для навчання, тестування та впровадження мережевих технологій та роботи технічних систем.

### 3.2 Встановлення та налаштування системи

Розглянемо складові системи розумного будинку. Всі пристрої знаходяться у лівому нижньому кутку вікна програми Packet Tracer. Нам необхідно обрати значок [End Devices] в верхньому рядку і значок [Home] в нижньому рядку. З'явиться перелік доступних пристроїв.

У Cisco Packet Tracer створено Office Cluster (рис.3.1), який містить у собі планування офісу. Пристрої Інтернету речей розміщені на своїх логічних місцях, та утворюють собою майбутню інтелектуальну мережу

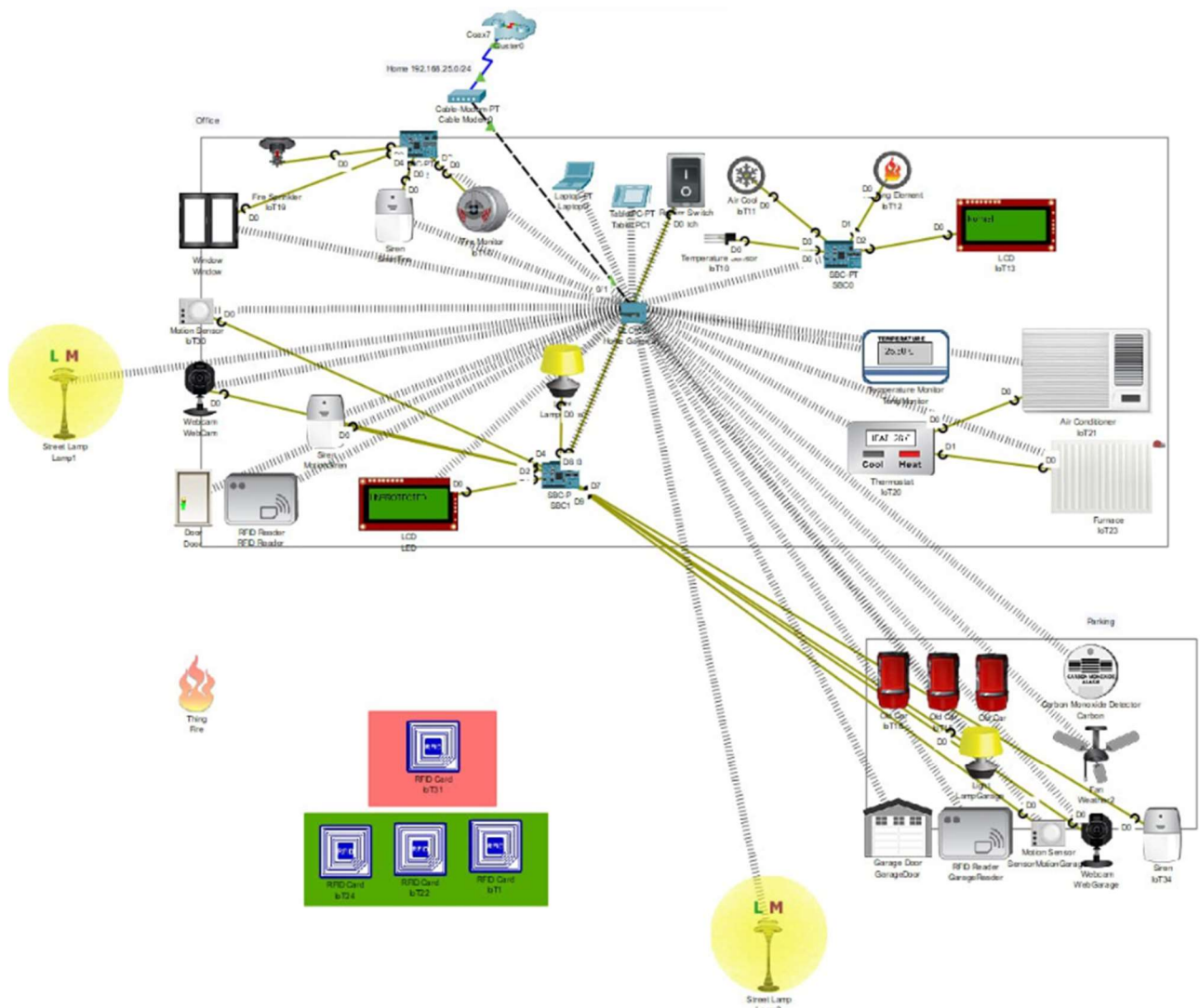


Рисунок 3.14 – Схема Office Cluster

Схема Office Cluster складається з наступних частин:

- Блок системи пожежогасіння та сигналізації;

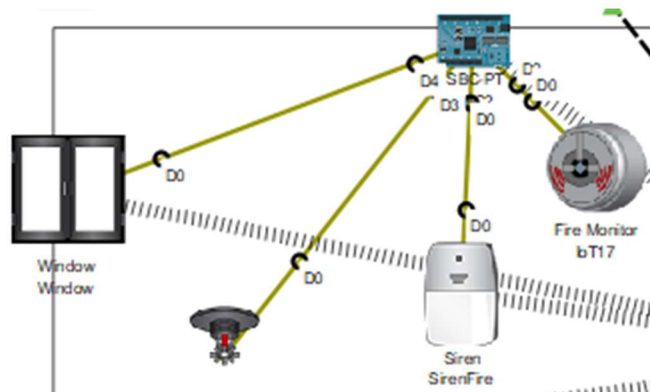


Рисунок 3.15 – Система пожежогасіння та сигналізації

|      |      |                |        |      |
|------|------|----------------|--------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |

Пристрої підключенні кабелем до мікроконтролера та безпроводним зв'язком до домашнього шлюзу. На самому мікроконтролері прописаний сценарій спрацювання сигналізації та спринклера:

```
from gpio import *
from time import *

def main():
    pinMode(2, INPUT)
    pinMode(3, OUT)
    print("Fire Alarm System")

    while True:
        fire = digitalRead(2)
        if fire == 1023:
            customWrite(0, "1")
            customWrite(3, "1")
            customWrite(4, "1")
        else:
            customWrite(0, "0")
            customWrite(4, "0")
            customWrite(3, "0")
        delay(1000)

if __name__ == "__main__":
    main()
```

Рисунок 3.16 – Сценарій спрацювання сигналізації та спринклера

Основна функція main() встановлює режими пінів 2 і 3 на введення та виведення відповідно за допомогою pinMode(). Після цього вона виводить повідомлення "Fire Alarm System".

У безкінечному циклі while True: зчитується значення піну 2 (перемінна fire) за допомогою digitalRead(). Якщо зчитане значення дорівнює 1023, що відповідає підвищеному стану піна, тоді запускається сирена та спринклер, відкривається вікно для виведення газу з приміщення.

– блок системи контролю доступу та ідентифікації робітників;

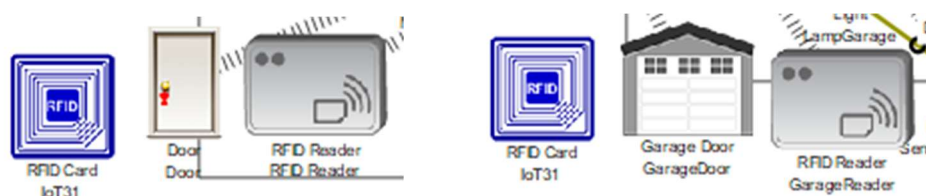


Рисунок 3.17 – Системи контролю доступу для офісного та гаражного приміщень

Даний блок реалізований через сценарії керування на IoT-сервері. Прописані умови на допуск карток із пінами в діапазоні 101-103:

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 64   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

Edit Rule

Name

RFID Key

Enabled

☒

If:

Match

All

RFID Reader

Card ID

is between

100

and

103

+ Condition

+ Group

Then set:

RFID Reader

Status

to

Valid

+ Action

Далі налаштовано сценарії на ідентифікацію карток. Якщо картка валідна, доступ надано та двері розблоковуються:

Edit Rule

Name

RFID Unlock

Enabled

☒

If:

Match

All

RFID Reader

Status

is

Valid

-

+ Condition

+ Group

Then set:

Door

Lock

to

Unlock

+ Action

-

У випадку якщо картка не валідна, доступ не надається та двері заблоковуються:

Edit Rule

Name

RFID Lock

Enabled

☒

If:

Match

Any

RFID Reader

Status

is

Waiting

RFID Reader

Status

is

Invalid

+ Condition

+ Group

Then set:

Door

Lock

to

Lock

+ Action

Рисунок 3.20 – Сценарій заблокування дверей

Всього було прописано шість сценаріїв:

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 65   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

|                |     |                    |                                                                                                                                     |                                  |
|----------------|-----|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Edit<br>Remove | Yes | RFID Unlock        | RFID Reader Status is Valid                                                                                                         | Set Door Lock to Unlock          |
| Edit<br>Remove | Yes | RFID Lock          | Match any: <ul style="list-style-type: none"> <li>RFID Reader Status is Waiting</li> <li>RFID Reader Status is Invalid</li> </ul>   | Set Door Lock to Lock            |
| Edit<br>Remove | Yes | RFID Key           | RFID Reader Card ID is between 100 and 103                                                                                          | Set RFID Reader Status to Valid  |
| Edit<br>Remove | Yes | RFID Unlock Garage | GarageReader Status is Valid                                                                                                        | Set GarageDoor On to true        |
| Edit<br>Remove | Yes | RFID Lock Garage   | Match any: <ul style="list-style-type: none"> <li>GarageReader Status is Invalid</li> <li>GarageReader Status is Waiting</li> </ul> | Set GarageDoor On to false       |
| Edit<br>Remove | Yes | RFID Key Garage    | GarageReader Card ID is between 101 and 103                                                                                         | Set GarageReader Status to Valid |

Рисунок 3.21 – Прописані сценарії для системи контролю доступу  
– блок системи від проникнення;

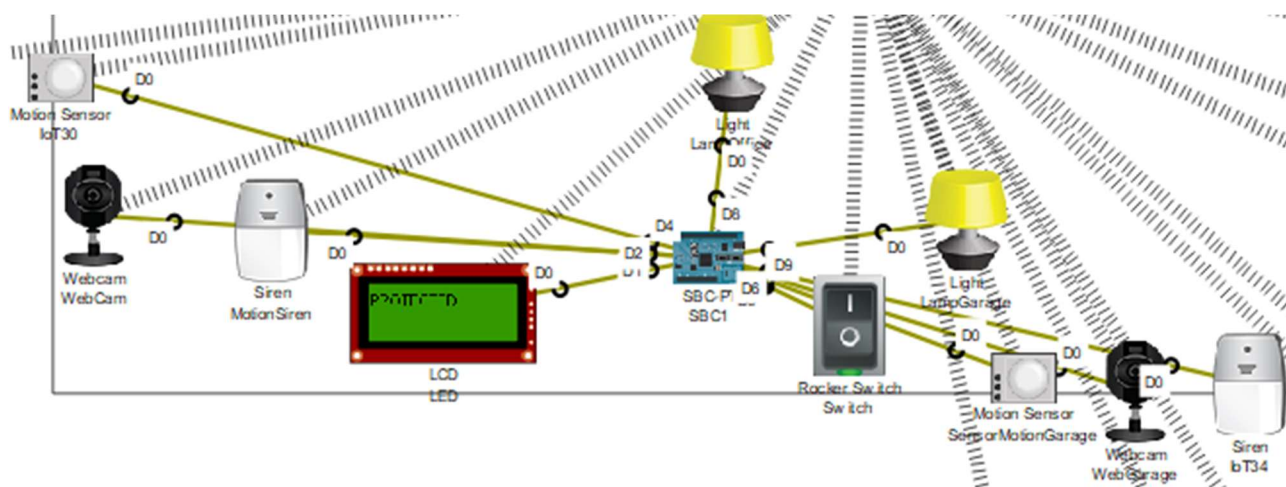


Рисунок 3.22 – Система від проникнення

Система очікує ввімкнення або вимкнення перемикача. В разі ввімкненого стану, сигналізація вимикається та датчик руху налаштовується на ввімкнення офісних/гаражних ламп. В разі вимкненого стану перемикача, датчик руху подає сигнал на спрацювання сирени та початку запису веб-камери.

Для контролю системою на SBC був створений окремий файл із прописаним сценарієм роботи блоку:

```

from gpio import *
from time import *

def main():
    while True:
        switch = digitalRead(3)
        sensor = digitalRead(4)
        sensorGarage = digitalRead(7)
        if switch == 1023:
            customWrite(8, '0')
            customWrite(9, '0')
            if sensor == 1023 or sensorGarage == 1023:
                customWrite(2, 'DANGER')
                customWrite(0, '1023')
                customWrite(1, '1023')
                customWrite(5, '1023')
                customWrite(6, '1023')
            else:
                customWrite(2, 'PROTECTED')
                customWrite(0, '0')
                customWrite(1, '0')
                customWrite(5, '0')
                customWrite(6, '0')
        else:
            customWrite(2, 'UNPROTECTED')
            customWrite(0, '0')
            customWrite(1, '0')
            customWrite(5, '0')
            customWrite(6, '0')
            if sensor == 1023 or sensorGarage == 1023:
                customWrite(8, '1')
                customWrite(9, '1')
            else:
                customWrite(8, '0')
                customWrite(9, '0')

if __name__ == "__main__":
    main()

```

Рисунок 3.23 – Сценарій для системи від проникнення

– блок клімат контролю;

Система працює від мікроконтролеру та має можливість керуватись за допомогою термостату для збільшення чи зменшення температури. Також на LED-екран виводиться повідомлення про стан системи та її роботу.

Для прискорення зміни температури були залучено резервну систему з кондиціонеру та батареї.

Датчик температури в Cisco Packet Tracer працює в діапазоні від -100 до 100 °C в форматі значень від 0 до 1024 (приблизно 0,195 °C на одиницю). Тому значення 600 і 640 відповідають 18 °C і 25 °C.

Побудована система:

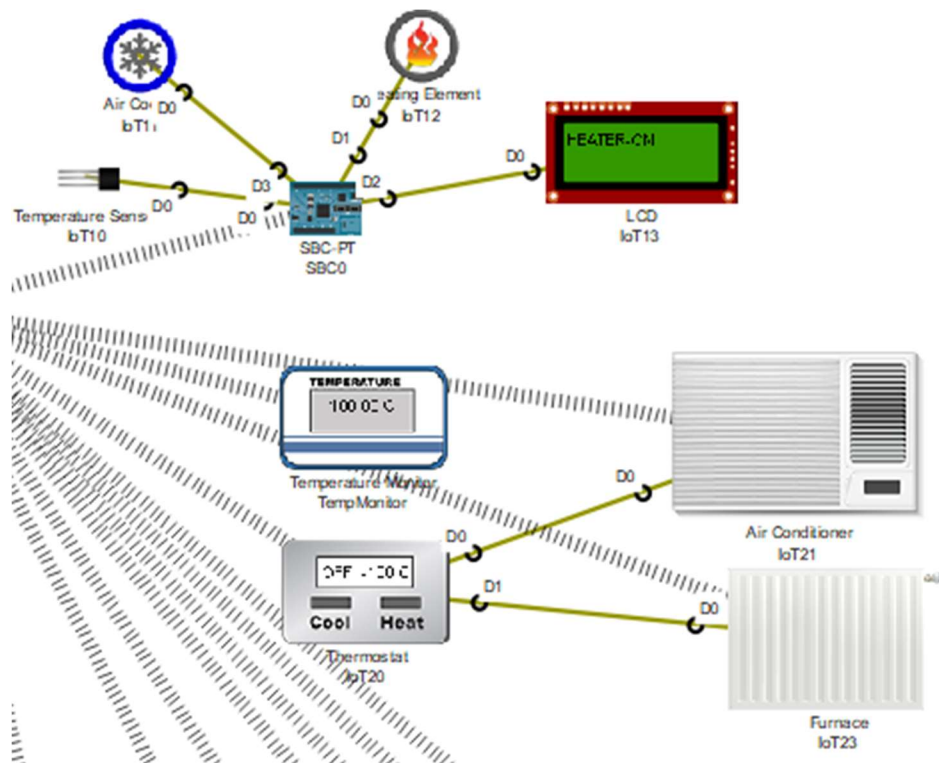


Рисунок 3.24 – Система клімат контролю

```
from gpio import *
from time import *

def main():
    pinMode(0, INPUT)
    pinMode(3, OUT)
    pinMode(2, OUT)
    pinMode(1, OUT)
    print("SMART ROOM TEMPERATURE")
    while True:
        temp = digitalRead(0)
        print("Temperature is", temp)
        if temp >= 640:
            digitalWrite(3, HIGH)
            digitalWrite(1, LOW)
            customWrite(2, "AC-ON")
        elif temp < 601:
            digitalWrite(3, HIGH)
            digitalWrite(1, LOW)
            customWrite(2, "HEATER-ON")
        else:
            digitalWrite(3, LOW)
            digitalWrite(1, LOW)
            customWrite(2, "Normal")
        delay(1000)
if __name__ == "__main__":
    main()
```

Рисунок 3.25 – Прописаний сценарій для системи на мікроконтролері

– блок контролю вмісту чадних газів.

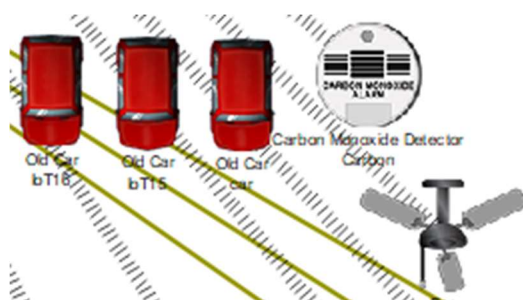


Рисунок 3.26 – Система контролю вмісту чадних газів у гаражному приміщенні

Для реалізації даної системи були прописані сценарії управління через IoT-сервер. Максимальний показник було вказано 0,2. При перевищенні має спрацювати вентилятор для швидшого виведення газу з приміщення.

Створені сценарії:

| Actions                           | Enabled | Name                | Condition                | Actions                                                 |
|-----------------------------------|---------|---------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------|
| <div>Edit</div> <div>Remove</div> | Yes     | Gas Leak Alarm      | Carbon Level $\geq$ 0.02 | Set Weather2 Status to High<br>Set PTT08103L3G- On to 1 |
| <div>Edit</div> <div>Remove</div> | Yes     | Gas Level is normal | Carbon Level $\leq$ 0.02 | Set Weather2 Status to Off<br>Set PTT08103L3G- On to 0  |

Рисунок 3.27 – Створені сценарії для системи контролю газу в гаражному приміщенні

На схемах вище зображені наступні пристрої та датчики Інтернету речей: домашній роутер, планшет, вебкамера, смарт двері, детектор руху, система сигналізації, вітряк, машина, LCD-екрани, лампи, смарт вікно, розприскувач системи пожежогасіння, датчик вогню, датчик температури та інші. Домашній шлюз використовується для реєстрації розумних пристроїв у мережі та присвоєння їм IP-адрес. В даній роботі налаштовано протоколи WEP / WPA – PSK/ WPA2 для аутентифікації бездротового підключення.

Для проектування системи всередині будинку було використано бездротовий тип зв'язку та дротовий зв'язок – для автоматизації окремих блоків мережі.

Мережу стільникового зв'язку та ISP складає ISP Cluster, зображений на рис. 3.28. Він складається з наступних елементів мережі: комутатор, головний

роутер, DNS та IoE сервер, центральний (головний) сервер, стільникова вишка та смартфон.

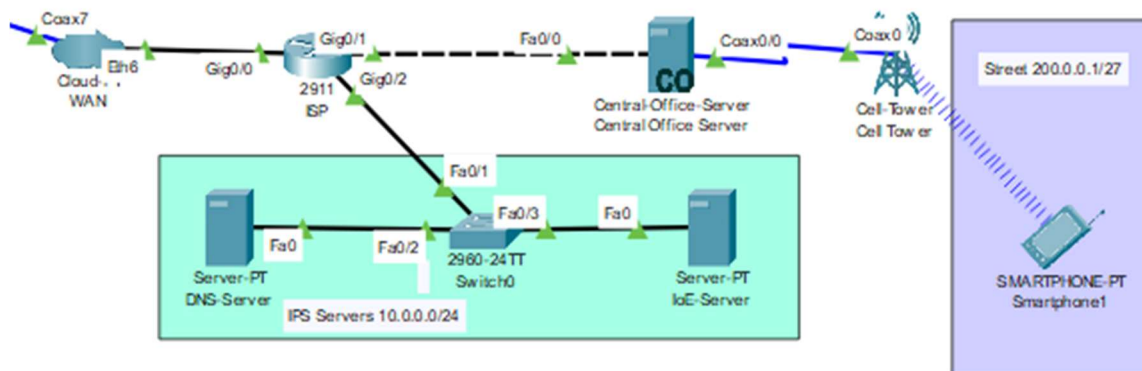


Рисунок 3.28 – Топологія ISP Cluster

Маршрутизатор постачальника послуг Інтернету (ISP) на зображенні виконує функцію об'єднання всіх мережевих інтерфейсів в одну систему. На ньому також налаштовується DHCP-сервер для автоматичного призначення динамічних IP-адрес, незалежно від того, чи є пристрої частиною IoT.

Для конфігурації маршрутизатора ISP використовується інтерфейс командного рядка Cisco Packet Tracer. Після успішного налаштування сервера DHCP і DNS-сервера на маршрутизаторі ISP, сервер центрального офісу автоматично отримує всю необхідну інформацію про IP-адреси від провайдера.

Для забезпечення покриття стільниковою системою будинку використовується вежа стільникового зв'язку. Це дозволяє отримати доступ та можливість керування побутовою технікою з відстані. Також реалізована можливість підключення до будинку через внутрішню мережу Wi-Fi або віддалено за допомогою смартфона, використовуючи 3G/4G зв'язок.

Було розроблено та налаштовано сервер для забезпечення підключення нових користувачів до розумної системи будинку. Для доступу до серверу користувачі можуть ввести посилання [www.ioe.org](http://www.ioe.org) у пошукову стрічку свого мобільного телефону або планшету. Далі вони можуть авторизуватися за допомогою існуючого логіну та паролю або створити новий аккаунт для підключення до розумного будинку. Цей функціонал дозволяє створювати кілька аккаунтів для родини та подальшого розподілу прав доступу для керування.

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 70   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

Датчики та пристрої розумного будинку передають свої сигнали на домашній шлюз. Для цього шлюзу призначена IP-адреса, налаштовано SSID та встановлено аутентифікацію WPA2-PSK з відповідним паролем. Шлюз аналізує поведінку та якість мережі, збираючи дані з різних елементів мережі. Він аналізує пакети даних та формує CSV файли, які відправляє на сервер та передає сигнали іншим пристроям мережі. Шлюз також підтримує протоколи HTTP, TCP та DNS. IP-адресація побудованої мережі представлена в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2. IP-адресація пристроїв

| Мережа/<br>пристрій             | Інтерфейс/ Мережний<br>адаптер/шлюз | IP-адреса    | Маска           | Префікс |
|---------------------------------|-------------------------------------|--------------|-----------------|---------|
| Маршрутизатор<br>ISP            | Інтерфейс Gig0/0                    | 192.168.25.1 | 255.255.255.0   | /24     |
|                                 | Інтерфейс Gig0/2                    | 10.0.0.1     | 255.255.255.0   | /24     |
|                                 | Інтерфейс Gig0/1                    | 200.0.0.1    | 255.255.255.224 | /27     |
| Мережа IPS                      | —                                   | 10.0.0.0     | 255.255.255.0   | /24     |
| Сервер<br>DNS-Server            | Мережний адаптер                    | 10.0.0.100   | 255.255.255.0   | /24     |
|                                 | Шлюз за<br>замовчуванням            | 10.0.0.1     | —               | —       |
|                                 | Основний DNS-сервер                 | 10.0.0.100   | —               | —       |
| Сервер<br>IoE-Server            | Мережний адаптер                    | 10.0.0.101   | 255.255.255.0   | /24     |
|                                 | Шлюз за<br>замовчуванням            | 10.0.0.1     | —               | —       |
|                                 | Основний DNS-сервер                 | 10.0.0.100   | —               | —       |
| Мережа Home                     | —                                   | 192.168.25.0 | 255.255.255.0   | /24     |
| Мережа CELL                     | —                                   | 200.0.0.0    | 255.255.255.224 | /27     |
| Сервер Central<br>Office Server | Мережний адаптер                    | 200.0.0.3    | 255.255.255.224 | /27     |
| Смартфон<br>Smartphone1         | Мережний адаптер                    | 200.0.0.4    | 255.255.255.224 | /27     |
|                                 | Шлюз за<br>замовчуванням            | 200.0.0.1    | —               | —       |
|                                 | Основний DNS-сервер                 | 10.0.0.100   | —               | —       |

Необхідно ввімкнути та додати налаштування кабелю для передачі трафіку від провайдера до IoT мережі:

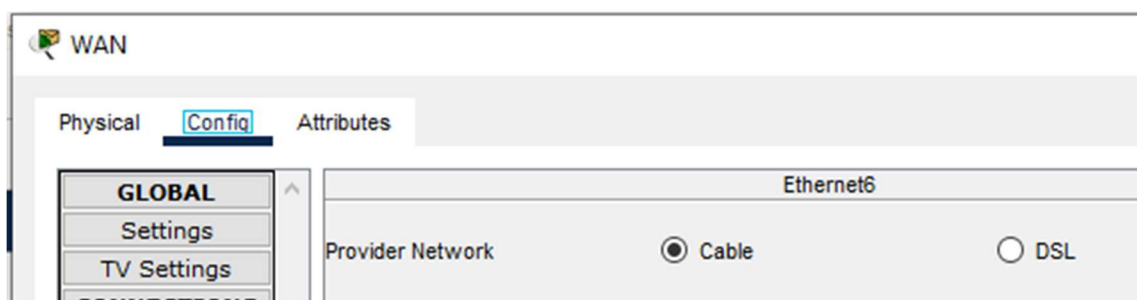


Рисунок 3.29 – Ввімкнення кабелю

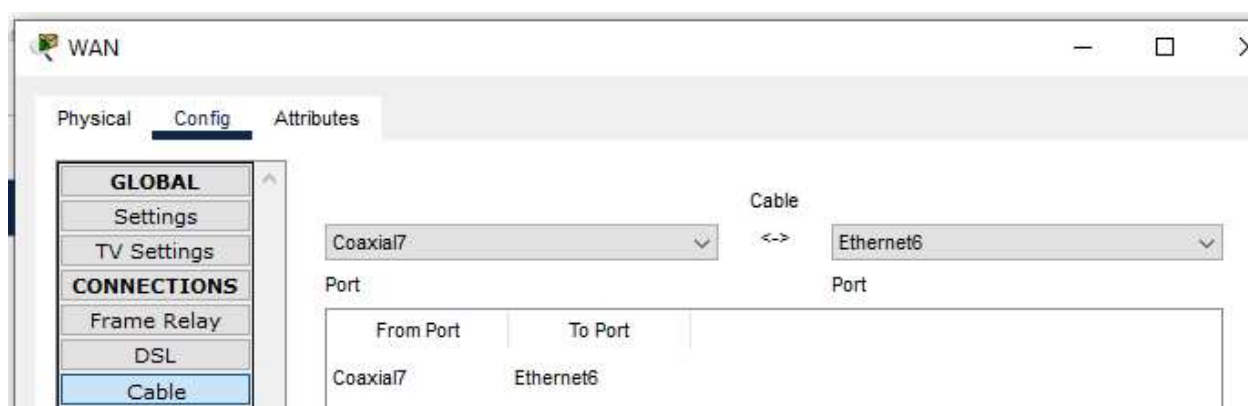


Рисунок 3.30 – Додавання кабелю

Налаштуємо також IP-адресацію на серверах статично:

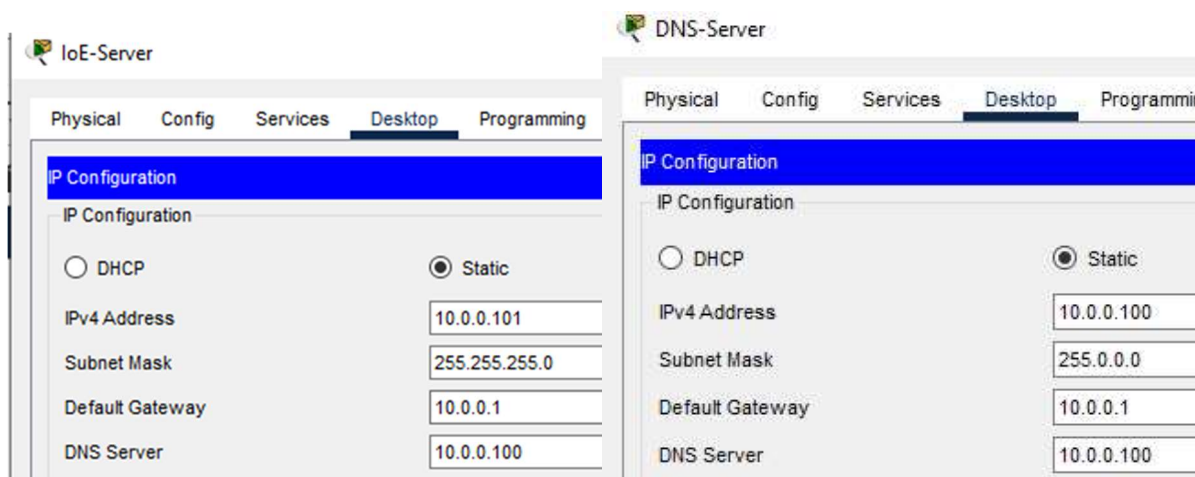


Рисунок 3.31 – Налаштування IP-адресації на серверах

На серверах вмикаються відповідні служби для контролю та перегляду повідомлень та системних журналів.

На HomeGateway у вкладці Wireless задано WPA2-PSK аутентифікацію з PSK Pass Phrase: “mySecretKey” (рис. 3.33). Аналогічним чином налаштована бездротова аутентифікація і у смарт-девайсів (рис. 3.34), що дає їм змогу бути

підключеними у мережі. IP-адреси пристрої отримують динамічно за допомогою DHCP сервера. LAN мережі вказано попередньо (рис.3.32).

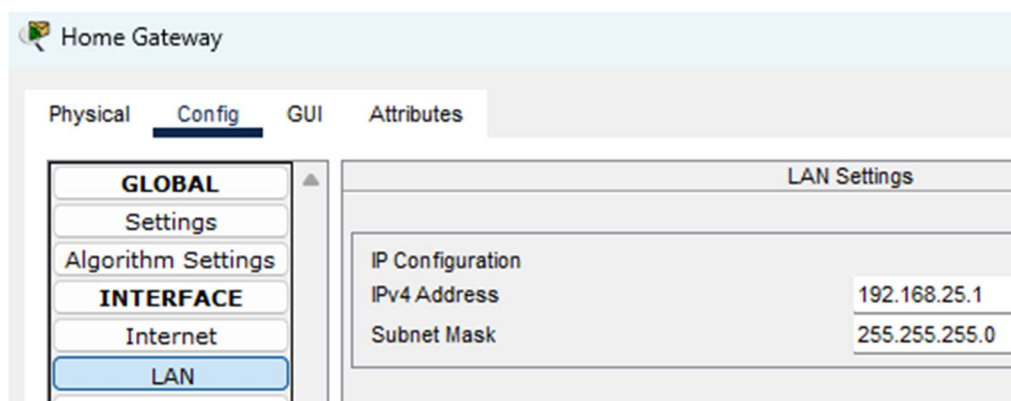


Рисунок 3.32 – Налаштування мережі

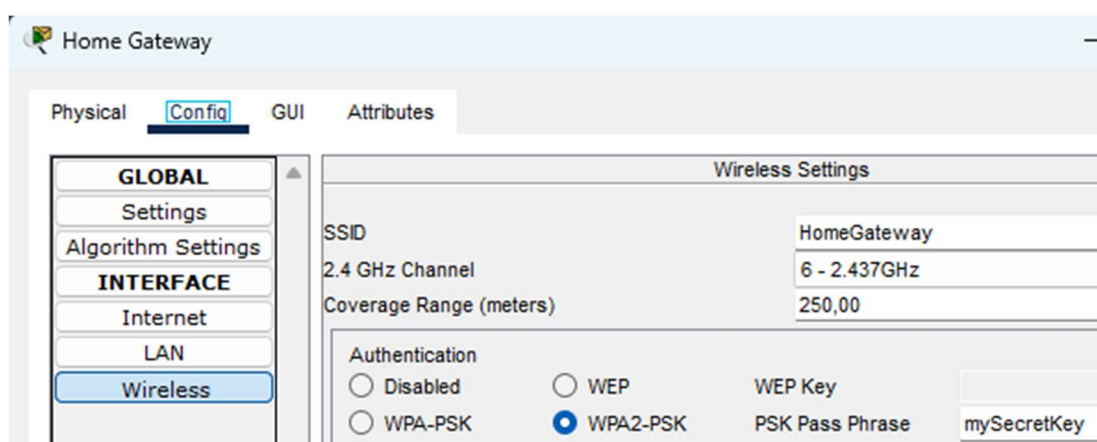


Рисунок 3.33 – Вкладка налаштування кодування WPA2-PSK

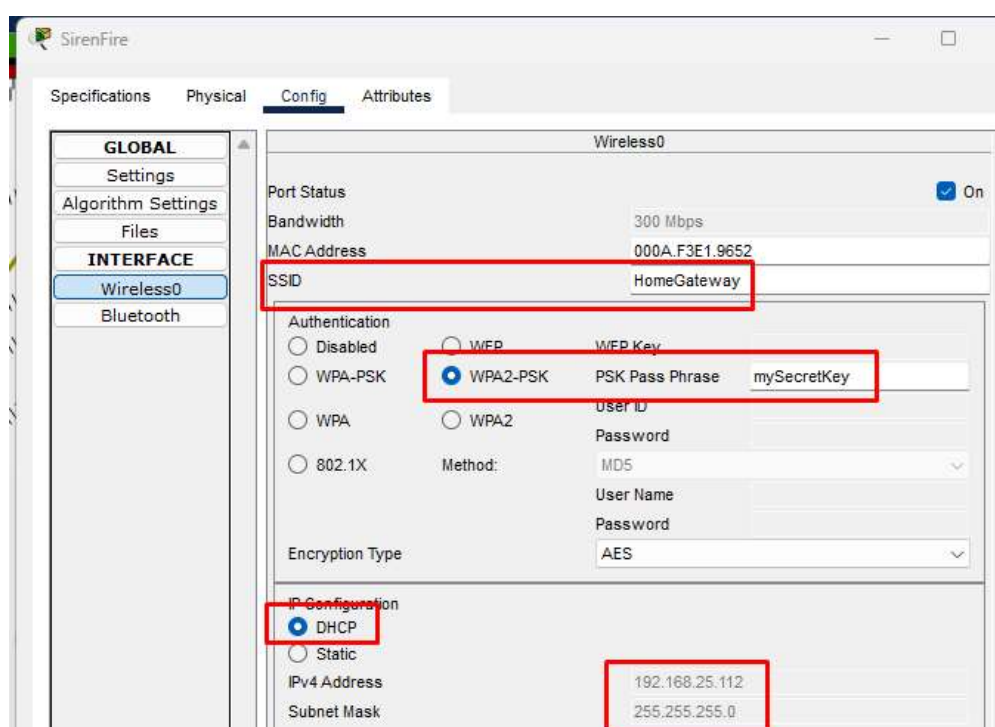


Рисунок 3.34 – Вкладка налаштування кодування WPA2-PSK

На всіх IoT-пристроях необхідно вказати дані мережі та віддаленого IoT сервера для підключення та їх контролю із пристроїв.

Рисунок 3.35 – Вказання даних віддаленого IoT сервера

Тепер із будь-якого керуючого пристрою можна зайти на сервер та переглянути підключені IoT-пристрої та їх стан, попередньо ввівши дані користувача.

Передбачено можливість підключення за допомогою введення адреси сайту. Для цього створено необхідний запис сервера DNS:

| No. | Name        | Type     | Detail     |
|-----|-------------|----------|------------|
| 0   | www.ioe.org | A Record | 10.0.0.101 |

Рисунок 3.36 – Створено адресний тип

Мережу розумного будинку можна розширювати та вдосконалювати, додавати нові датчики, сенсори, кінцеві пристрої та інші елементи мережі. При цьому конфігурація та налаштування стають максимально простими та зрозумілими для користувачів будь-якого рівня технічної обізнаності.

Таким чином, в результаті виконання проекту була створена Wi-Fi мережа для розумного будинку, до якої можна підключатись через планшет, телефон або ноутбук, а також здійснювати віддалене керування та контроль пристроями будинку за допомогою пристроїв. Забезпечено 3G/4G зв'язок для телефону.

Проект також включає можливість віддаленого моніторингу та керування пристроями будинку зі смартфона. Внутрішня мережа будинку використовує бездротовий зв'язок, тоді як для мережі поза будинком використовується дротове підключення. Була розроблена можливість додавати нових користувачів для управління будинком, незалежно від їх місця знаходження – вдома через планшет чи ноутбук або віддалено за допомогою смартфона.

### 3.3 Тестування

Для початку підключимся до сервера із будь-якого керуючого пристрою, для цього потрібно ввести дані користувача (рис. 3.38), або ж створити акаунт, якщо його ще немає. (рис. 3.37). Якщо ж введено невідний логін, або пароль відбувається попередження «Wrong username or password» (рис. 3.39). Після підключення з'являється змога переглянути активні IoT-пристрої та їх стан (рис. 3.15).

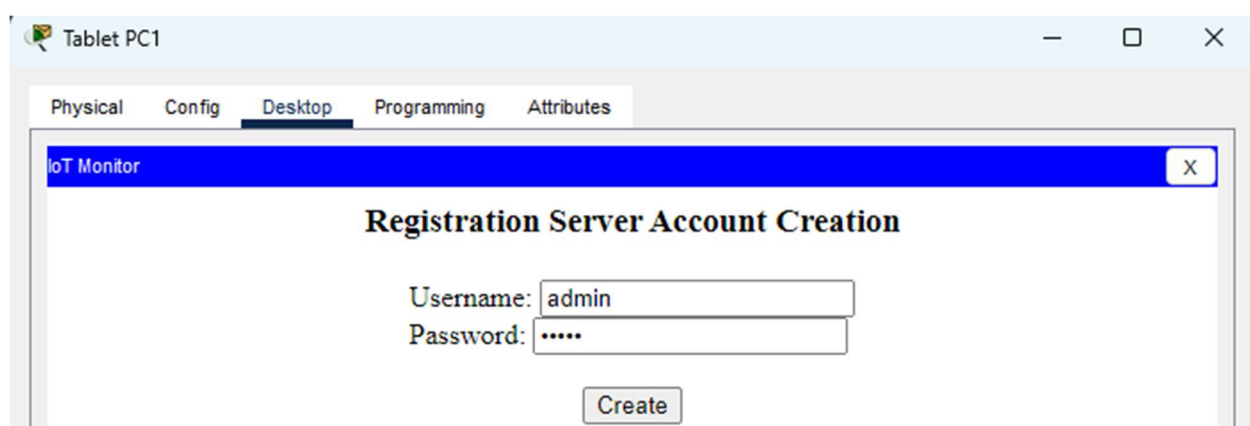


Рисунок 3.37 – Створення акаунта

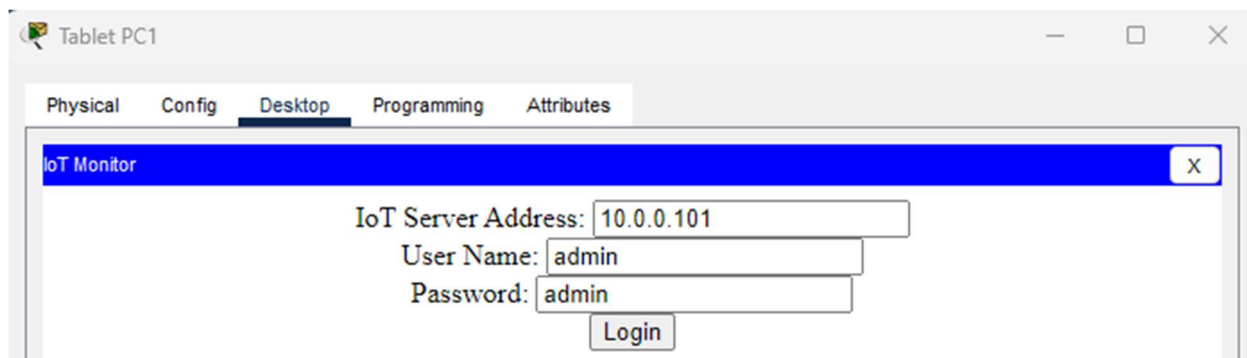


Рисунок 3.38 –Вхід в систему



Рисунок 3.39 – Невдала спроба авторизації

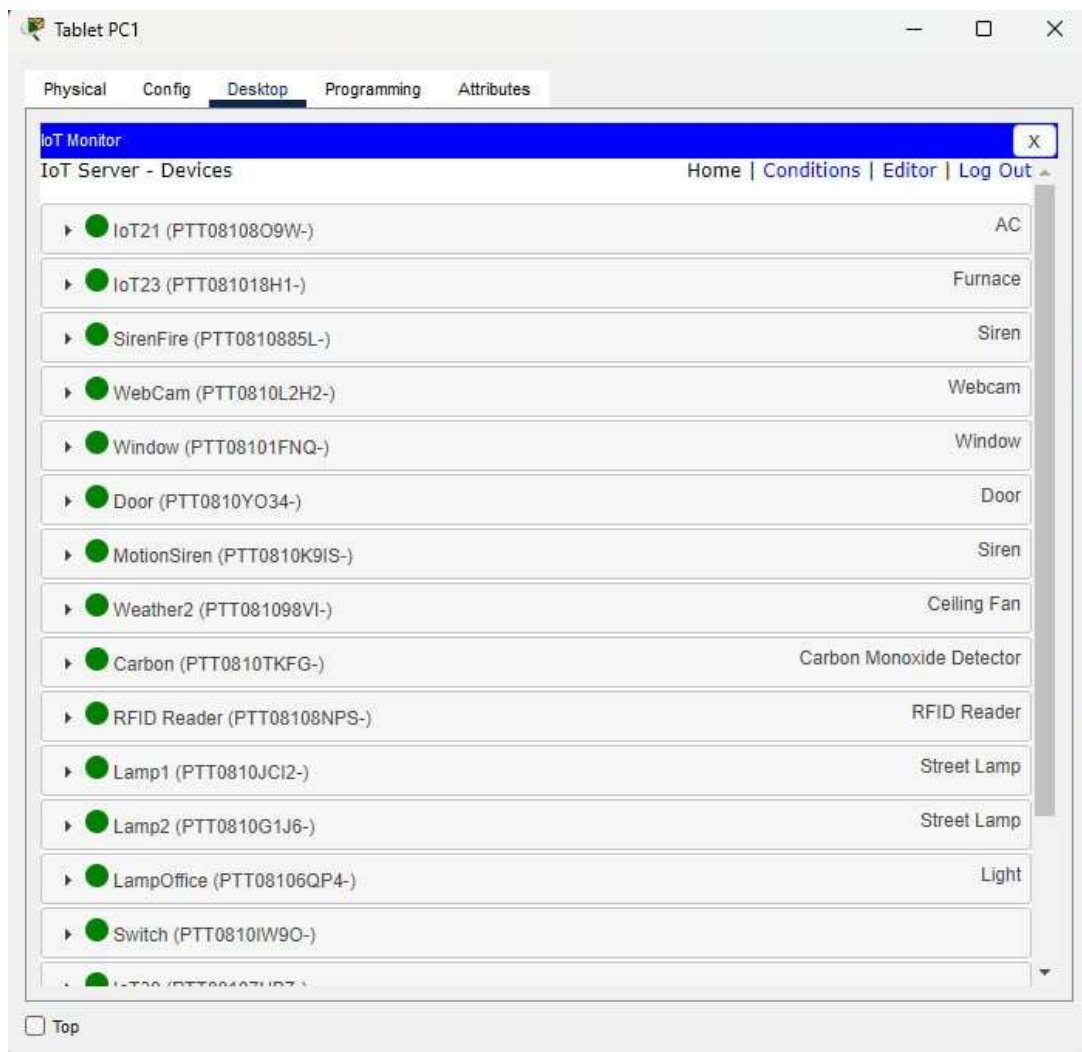


Рисунок 3.40 – Перегляд активних пристроїв

Перевірка пінгування адресу сайту.

```
C:\>ping www.ioe.org

Pinging 10.0.0.101 with 32 bytes of data:

Reply from 10.0.0.101: bytes=32 time=20ms TTL=126
Reply from 10.0.0.101: bytes=32 time=29ms TTL=126
Reply from 10.0.0.101: bytes=32 time=19ms TTL=126
Request timed out.

Ping statistics for 10.0.0.101:
    Packets: Sent = 4, Received = 3, Lost = 1 (25% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 19ms, Maximum = 29ms, Average = 22ms
```

Рисунок 3.41 – Перевірка підключення

Перевірка схеми клімат контролю. Як бачимо на (рис. 3.42 – 3.43).

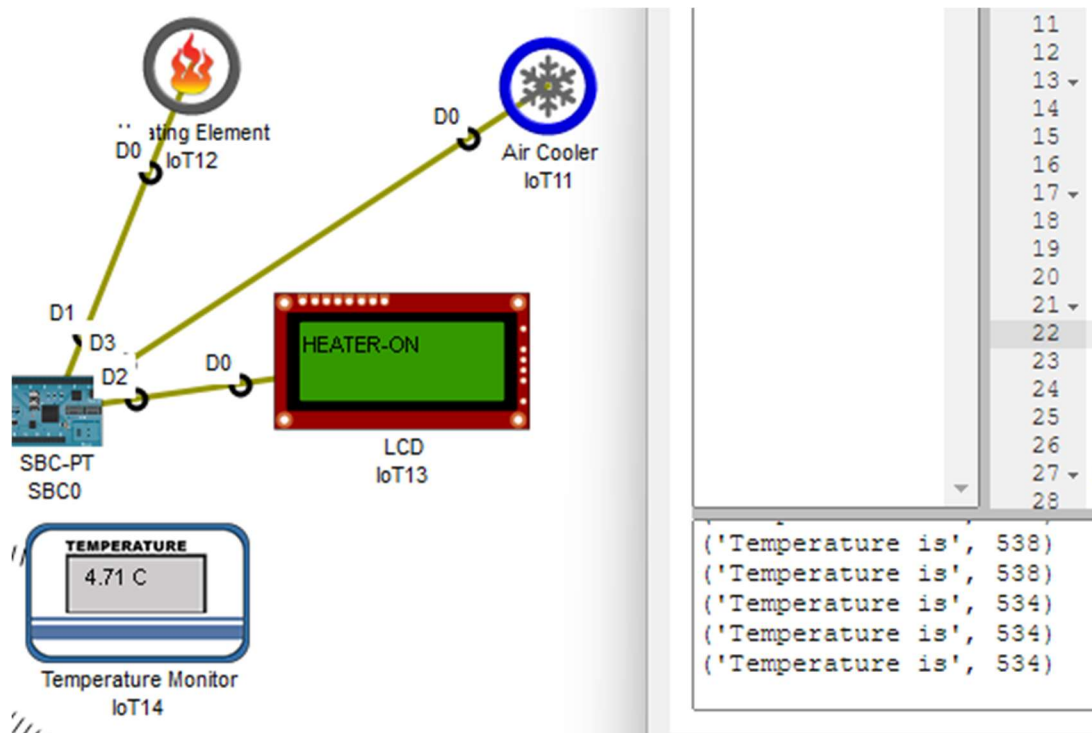


Рисунок 3.42 – Перевірка роботи

Для пришвидшення нагрівання і охолодження повітря можна використати резервну схему з Термостату, батареї і кондиціонера:

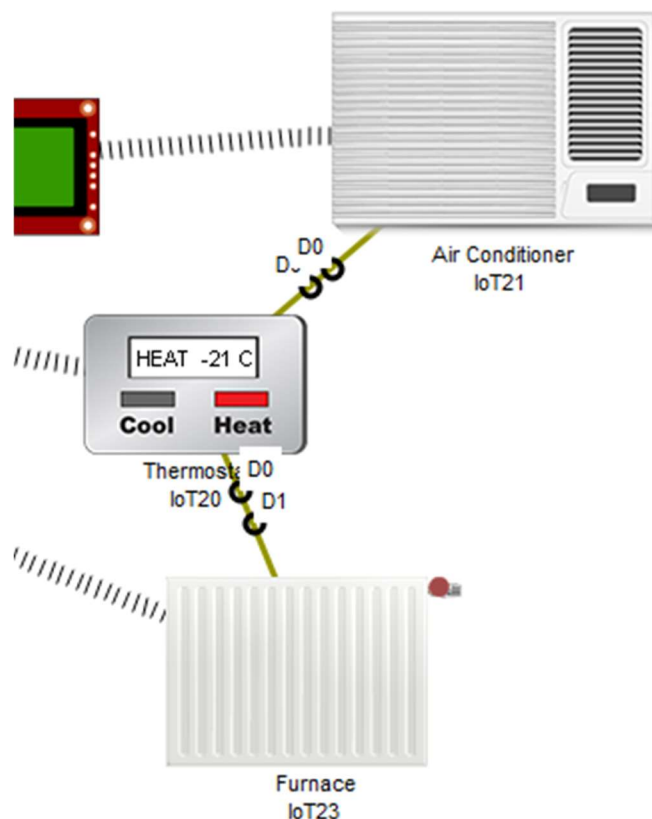


Рисунок 3.43 – Резервна схема нагрівання/охолодження

Розглянемо реалізовану схему пожежної системи. Як бачимо на (рис. 3.44 – 3.45) все працює так як і описано в пункті 2.3.

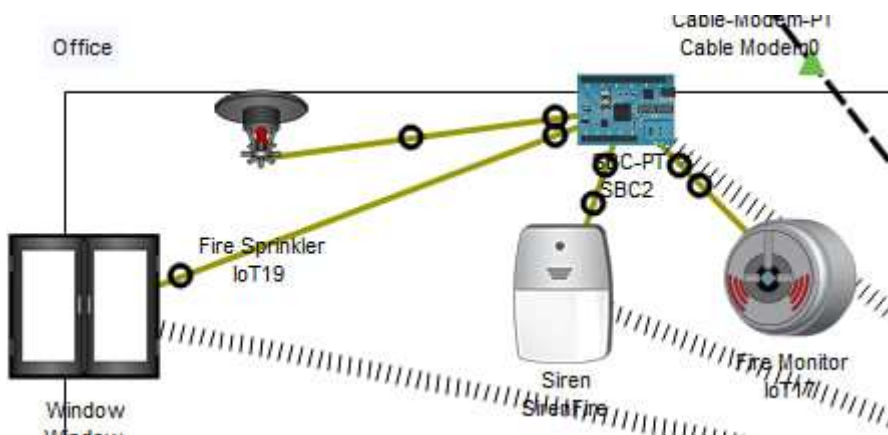


Рисунок 3.44 – Схема пожежної системи в пасивному стані

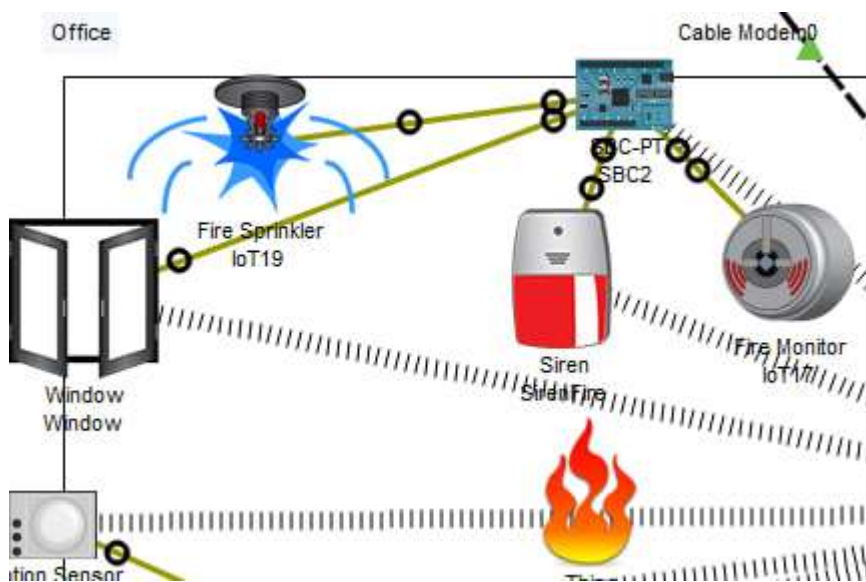


Рисунок 3.45 – Схема пожежної системи в активному стані

Тестування вузлу контролю доступу та ідентифікації робітників показаний на (рис 3.46-3.47).

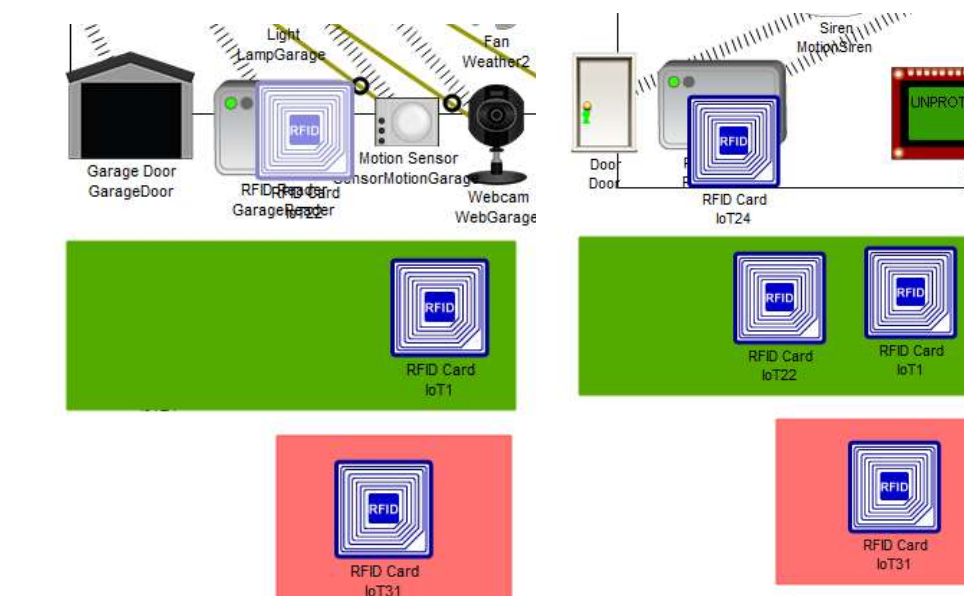


Рисунок 3.46 – Вузол контролю доступу та ідентифікації робітників  
в розблокованому доступі

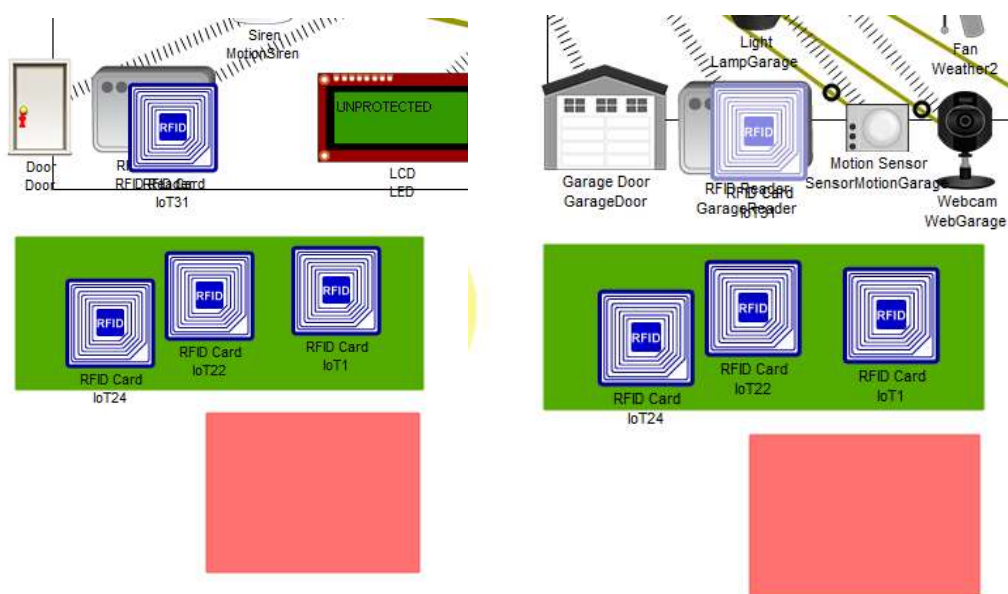


Рисунок 3.47 – Вузол контролю доступу та ідентифікації робітників  
в заблокованому доступі

Тестування вузлу контролю чадних газів показаний на (рис 3.48-3.49).

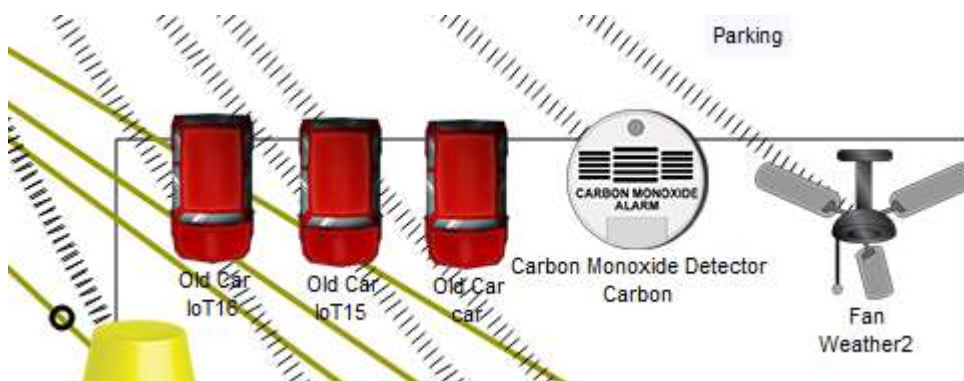


Рисунок 3.48 – Вузол контролю чадних газів в пасивному стані

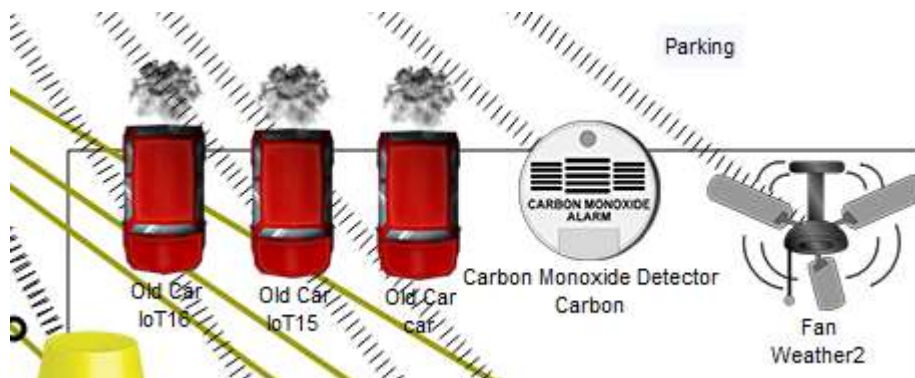


Рисунок 3.49 – Вузол контролю чадних газів в активному стані  
Тестування вузлу контролю чадних газів показаний на (рис 3.50-3.51).

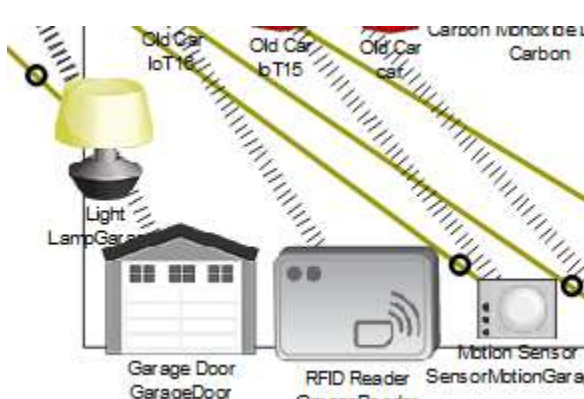


Рисунок 3.50 – Елементи вузлу освітлення в активному стані

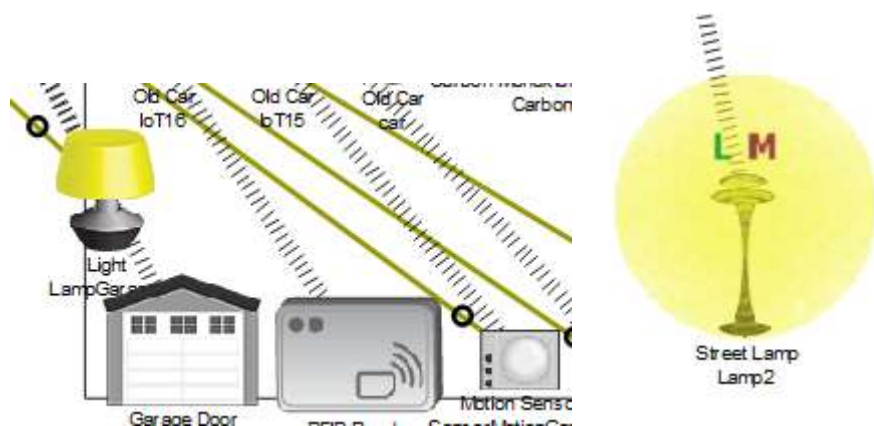


Рисунок 3.51 – Елементи вузлу освітлення в пасивному стані

Тестування вузлу контролю чадних газів показаний на (рис 3.52-3.55).

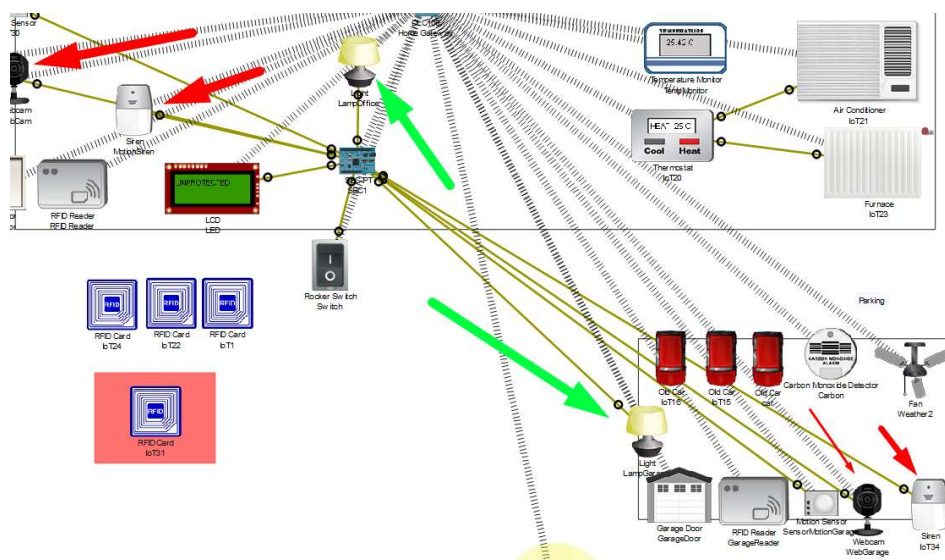


Рисунок 3.52 – фіксація руху в режимі «Unprotected»

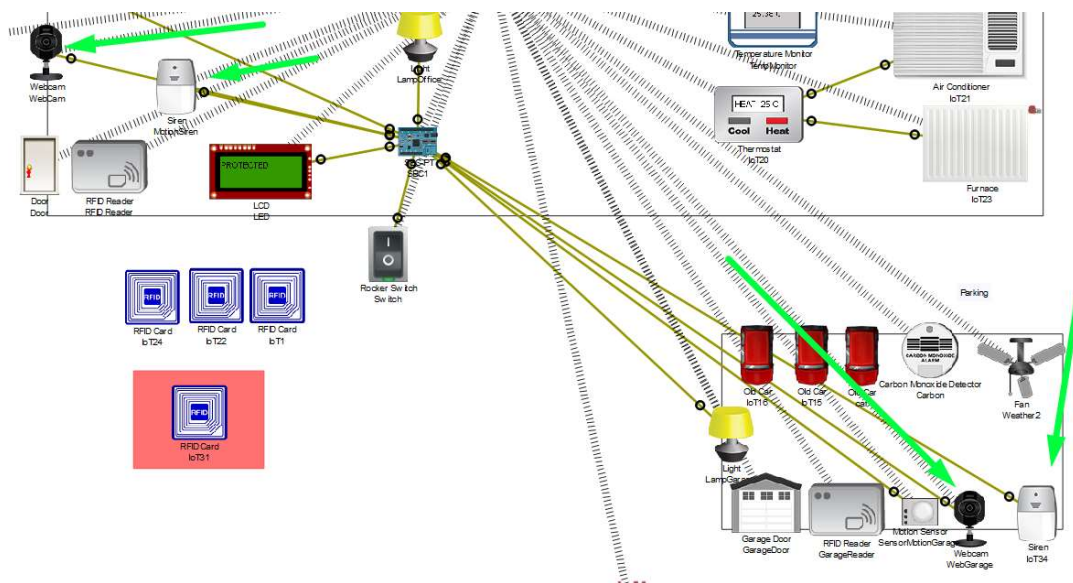


Рисунок 3.53 – робота режиму «Protected»

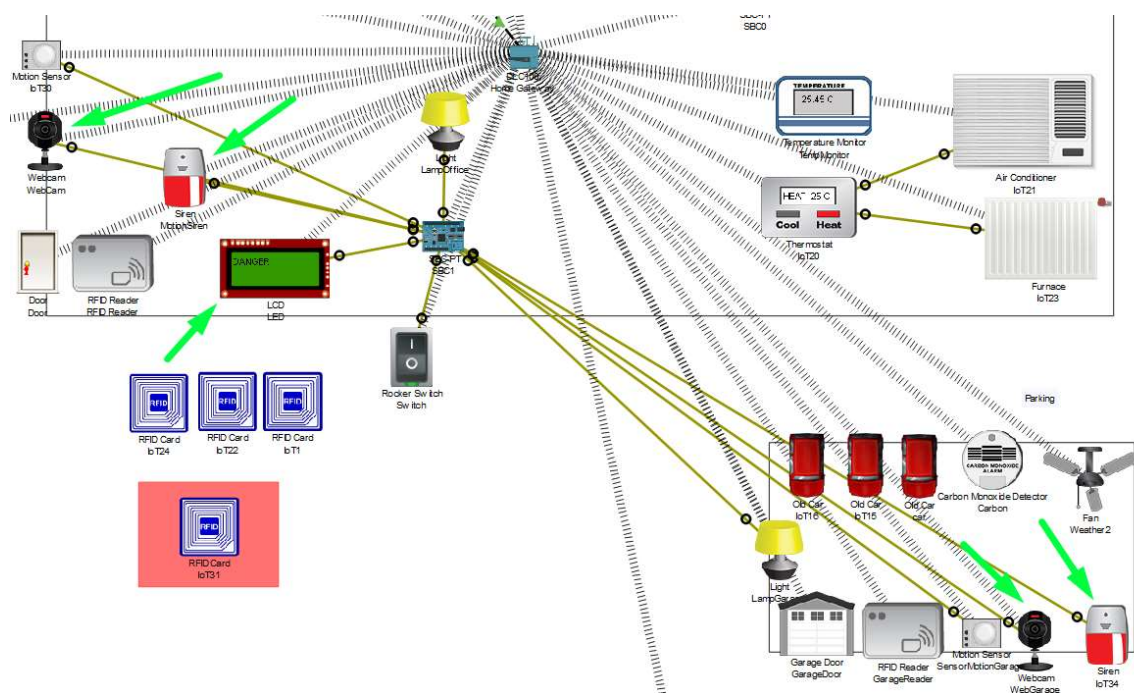


Рисунок 3.54 – активація режиму «Denger» через фіксацію руху



Рисунок 3.55 – Виведення зображення

## ВИСНОВКИ

Під час виконання даної кваліфікаційної роботи в першому розділі було проаналізовано особливості функціонування Інтернету речей. Було детально описано поняття «Особливості Інтернету речей» та методи і засоби підвищення ефективності "розумного будинку" для офісного приміщення. Також було проведено Аналіз готових рішень системи Розумний будинок.

В другому розділі було визначено ключові вузли системи та спроектовано структуру, котра буде функціонувати в мережі. Розписано детально системи Розумного будинку. Також було обрано технології та здійснено вибір та аналіз реальних компонентів системи.

В третьому розділі, проаналізувавши основні вимоги технічного завдання та особливості побудови Розумного будинку, було здійснено налагодження базових параметрів адресації. Перевірено працездатність мережі. У результаті виконання задачі була спроектована та створена Wi-Fi мережа для розумного будинку з доступом до неї через планшет, та можливістю віддалено керувати і контролювати пристрої будинку. Протестована автоматизація та, головні вузли проекту. Схема побудована в симуляторі повністю функціонально і пройшла всі перевірки, тобто її можна використовувати в реальному житті.

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 84   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Schaffers H, Komninos N, Pallot M, Trousse B, Nilsson M, Oliveira A  
Smart cities and the future internet: towards cooperation frameworks for  
open innovation. In The future internet assembly [Електронний ресурс] /  
Schaffers. – 2019. – Режим доступу до ресурсу:  
[https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-20898-0\\_31](https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-20898-0_31)
2. Коротка історія інтернету речей [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. -  
Режим доступу: <https://studway.com.ua/internet-rechey/>
3. V. Govindraj, M. Sathiyarayanan, and B. Abubakar. Customary homes to  
smart homes using internet of things (IoT) and mobile application  
[Електронний ресурс] / V. Govindraj, M. Sathiyarayanan, and B.  
Abubakar. – 2018. – Режим доступу до ресурсу:  
<https://ieeexplore.ieee.org/document/8358532/>
4. IoT Tutorial for Beginners [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Режим  
доступу: <https://data-flair.training/blogs/iot-tutorial>
5. CCNA v7: Enterprise Networking, Security, and Automation [Електронний  
ресурс]. – 2020. – Режим доступу до ресурсу:  
<https://lms.netacad.com/course/view.php?id=247980>.
6. М. Domb «Smart Home Systems Based on Internet of Things» - 2018 – 117с.
7. O. Taiwo, A. E. Ezugwu, N. Rana, and S. i. M. Abdulhamid. Smart home  
automation system using ZigBee, Bluetooth and Arduino technologies  
[Електронний ресурс] / Taiwo. – 2020. – Режим доступу до ресурсу:
8. B. L. Risteska Stojkoska and K. V. Trivodaliev. A review of Internet of  
Things for smart home: challenges and solutions [Електронний ресурс] /  
Risteska Stojkoska. – 2020. – Режим доступу до ресурсу:  
[https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095965261631589X  
?via%3Dihub](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095965261631589X?via%3Dihub)

9. Smart Home Concepts [Электронный ресурс]: [Веб-сайт]. – Режим доступа: <https://mydigitalhomesolutions.com/smart-home-concepts-the-whys-hows-and-whats/>
10. Wilson C, Hargreaves T, Hauxwell-Baldwin R. Smart homes and their users: a systematic analysis and key challenges [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа до ресурсу: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00779-014-0813-0>
11. Sfar AR, Natalizio E, Challal Y, Chtourou Z. A roadmap for security challenges in the internet of things. Digit Commun Netw [Электронный ресурс] / Sfar AR, Natalizio E, Challal Y, Chtourou Z. – 2018. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352864817300214?via%3Dihub>
12. IoT Technology & Protocols [Электронный ресурс]: [Веб-сайт]. – Режим доступа: <https://data-flair.training/blogs/iot-technology>
13. Hollands RG. Will the real smart city please stand up? Intelligent, progressive, or entrepreneurial? [Электронный ресурс] / Hollands. – 2019. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13604810802479126>

# ДОДАТКИ

|      |      |                |        |      |                          |      |
|------|------|----------------|--------|------|--------------------------|------|
|      |      | Левченко Д. Ю. |        |      | КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ | Арк. |
|      |      | Петросян Р. В. |        |      |                          | 87   |
| Змн. | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                          |      |

Таблиця порівняння безпроводових технологій

| Протокол                           | ZigBee                                                                                        | Z-Wave                                                                        | Bluetooth Low Energy                            | Wi-Fi                                                                                                                                   |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Діапазон                           | 2.4-GHz ISM                                                                                   | 800-900 MHz                                                                   | 2.4-GHz ISM                                     | 2.4-GHz/5-GHz ISM                                                                                                                       |
| Пропускна здатність                | 250 кбіт/с                                                                                    | 9.6-100 кбіт/с                                                                | До 2 Мбіт/с                                     | До сотень Мбіт/с                                                                                                                        |
| Дальність дії                      | До кількох сотень метрів, роутери можуть значно розширити цей діапазон                        | До 100 метрів                                                                 | Сотні метрів в версії Bluetooth 5.0             | Десятки метрів за умови використання декількох точок доступу                                                                            |
| Тип і термін служби батареї        | Може працювати на CR2032 кілька років                                                         | Залежить від пристрою, від кількох місяців до декількох років                 | Може працювати на CR2032 кілька років           | Може працювати на AAA / AA протягом багатьох років                                                                                      |
| Топологія                          | Чарункова мережа                                                                              | Мережа магістраль-вузол                                                       | «Точка-точка», чарункова мережа                 | «Зірка», іноді чарункова мережа, яка використовується для розширення діапазону                                                          |
| Найкраща пропускна здатність       | При використанні з'єднань типу «От-багатьох-к-одному», «один-ко-многим», «багато-до-багатьох» | При використанні безпосереднього з'єднання (direct link) між двома пристроями | При використанні з'єднань типу «один-до-одного» | При використанні з'єднань типу «пристрій-хмара» і «хмара-пристрій», підтримка «один-до-одного», «один-ко-многим» і «багато-до-багатьох» |
| Рівні подання протоколів           | Мережевий і прикладний рівні                                                                  | Фізичний, каналний, мережевий та застосування                                 | Мережевий і прикладний                          | Канальний рівень, але все IP-стандарты можуть працювати на верхніх рівнях                                                               |
| Програма сертифікації та взаємодії | Сертифікація кінцевого продукту                                                               | Z-Wave Alliance, сертифікація кожного кроку                                   | Сертифікація кожного кроку                      | Сертифікація каналного рівня і деяких стеків з верхніх рівнів                                                                           |

Левченко Д. Ю.

Петросян Р. В.

КІК.КР.Б – 123 – 20 – ПЗ

Арк.

88

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Продовження таблиці

| Протокол                  | ZigBee                                                                  | Z-Wave                                                                                  | Bluetooth Low Energy                                                            | Wi-Fi                                                                                            |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Можливість IP-підключення | Є потреба у додатковому шлюзі                                           | Підтримується                                                                           | Є потреба у додатковому шлюзі                                                   | Вбудована                                                                                        |
| Безпека                   | Опціональне мережеве шифрування і аутентифікація через встановлений код | AES-128 шифрування, включаючи захист від повторного відтворення та перехоплення пакетів | Асиметричне шифрування для генерації та обміну ключами, з'єднання парних ключів | Аутентифікація на основі паролів і сертифікатів, що підтримує всі стандарти безпеки на основі IP |