

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Автоматики і комп'ютеризованих технологій
(повна назва)

Кафедра Комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Пояснювальна записка

другий (магістерський)

(рівень вищої освіти)

Автоматизований моніторинг доступу до виробничого приміщення
на основі однопалатного комп'ютера Raspberry Pi

(тема)

Виконав: студент 2 курсу, гр. КТРСм-21-1_
Гузенко Б.М.
(прізвище, ініціали)

Спеціальність

151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології

освітньої програми комп'ютеризовані та
робототехнічні системи

(код і повна назва напрямку)

Тип програми освітньо-професійна

(повна назва освітньої програми)

Керівник доцент Невлюдова В.В.

(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту
зав. кафедри

(підпис)

Невлюдов І.Ш.

(прізвище, ініціали)

2022 р.

Я, як студент ХНУРЕ, розумію і підтримую політику закладу із академічної доброчесності. Я не надавав і не одержував недозволену допомогу під час підготовки кваліфікаційної роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

«19» грудня 2022 р.

Гузенко Б.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет	Автоматики і комп'ютеризованих технологій
Кафедра	Комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки
Рівень вищої освіти	другий (магістерський)
Спеціальність	151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
Тип програми	освітньо-професійна
Освітня програма	Комп'ютеризовані та робототехнічні системи (код і повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____

(підпис)

«_____» _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові _____ Гузенку Богдану Максимовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Автоматизований моніторинг доступу до виробничого приміщення на основі однопалатного комп'ютера Raspberry Pi

затверджена наказом по університету від _____ 07.11. 2022 р. № 1462 Ст.

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії _____ 21.12. 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи _____

Макет спроектованої СКУД

Програма керування СКУД

Чат-бот

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі _____

Аналіз предметної області та постановка задачі на розробку

Розробка структурної схеми пристрою

Розробка функціональної схеми програми

Розробка блок-схеми алгоритму роботи та програми керування СКУД

Тестування розробленої СКУД

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (слайдів) Демонстраційний матеріал представлений у форматі презентації PowerPoint (*.ppt) – 18 с. формату А4

6. Консультанти розділів роботи (п.6 включається до завдання за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п.1)

Найменування розділу	Керівник (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Видача теми проекту, узгодження і затвердження теми	05.09.2022	Виконано
2	Аналіз проблемної галузі, постановка задачі на проектування	01.10.2022	Виконано
3	Розробка структурної та функціональної схеми СКУД, вибір апаратної платформи	28.10.2022	Виконано
4	Розробка блок-схеми алгоритму роботи та розробка програми керування СКУД	20.11.2022	Виконано
5	Тестування розробленої СКУД	10.12.2022	Виконано
6	Оформлення пояснювальної записки	12.12.2022	Виконано
7	Подання атестаційної роботи до екзаменаційної комісії	20.12.2022	Виконано

Дата видачі завдання

01.09.2022

Студент

(підпис)

Гузенко Б.М.

(прізвище, ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

доц. Невлюдова В.В.

(посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 122 с., 10 табл., 42 рис., 3 дод., 30 джерел.

СИСТЕМА КОНТРОЛЮ І УПРАВЛІННЯ ДОСТУПОМ, ЧАТ-БОТ, RASPBERRY PI, TELEGRAM, ВІДЕОСПОВІЩЕННЯ, БАЗА ДАНИХ, RFID, КАМЕРА, СТРУКТУРНА СХЕМА.

Об'єкт дослідження – процеси ідентифікації та адміністрування системи контролю та управління доступом (СКУД).

Предмет дослідження – засоби ідентифікації робітників та адміністрування СКУД, структурні елементи СКУД.

Мета кваліфікаційної роботи – підвищення ефективності моніторингу доступу до виробничого приміщення.

Методи дослідження – системний підхід, методи структурного аналізу, методи автоматизації проектування, методи сучасних інформаційних технологій, тестування розробленої системи на працездатність.

У кваліфікаційній роботі було проаналізовано об'єкт дослідження, обґрунтовано актуальності теми дослідження, складено технічне завдання на проектування системи. Було запропонована структурна та функціональна модель СКУД. За технічним завданням підібрано апаратну частину. Спроектовано блок схему алгоритму роботи СКУД. Розроблено програму керування та чат-бот для адміністрування СКУД. Спроектована система успішно зібрана та протестована. Розглянуто питання охорона праці та безпека дослідницької діяльності. Оформлено пояснювальну записку згідно з рекомендаціями та вимогами ДСТУ 3008:2015 [1].

Результати кваліфікаційної роботи апробовані в ході проведення VI-ої Міжнародної Конференції «Виробництво & Мехатронні Системи» (M&MS).

ABSTRACT

Explanatory note: 122 p., 10 tabl., 42 fig., 4 app., 30 sources.

ACCESS CONTROL AND MANAGEMENT SYSTEM, CHAT-BOT, RASPBERRY PI, TELEGRAM, VIDEO MESSAGE, DATABASE, RFID, CAMERA, STRUCTURAL SCHEME.

The object of the study is the processes of identification and administration of the access control and management system (ACMS).

The subject of the study is the identification of workers and administration of ACMS, structural elements of ACMS.

The goal of the qualification work is improving the efficiency of monitoring access to the target accommodation

Research methods - systematic approach, methods of structural analysis, methods of design automation, methods of modern information technologies, testing of the developed system for performance.

It was analyzed the research object, the relevance of the research topic was substantiated, and the technical task for system design was drawn up in the qualifying work. Structural and functional model of ACMS was proposed. According to technical task, hardware part was selected. Flowchart of ACMS operation algorithm was designed. Management program and chatbot for the administration of ACMS have been developed. Designed system has been successfully assembled and tested. The issue of labor protection and safety of research activity was considered. Explanatory note was drawn up in accordance with the recommendations and requirements of DSTU 3008:2015 [1].

The results of the qualification work were tested during the VI International Conference "Manufacturing & Mechatronic Systems" (M&MS).

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень	9
Вступ.....	10
1 Аналіз СКУД, чат-ботів та постановка задачі на розробку	12
1.1 Системи обмеженого доступу	12
1.2 Чат-боти	17
1.2.1 Загальний аналіз чат-ботів	18
1.2.2 Telegram чат-бот.....	20
1.3 Raspberry Pi	24
1.4 Постановка завдання на проектування	27
1.4.1 Опис технічних вимог системи.....	27
1.4.2 Опис функціональних вимог системи.....	28
1.5 Висновки до розділу 1	30
2 Моделювання СКУД.....	31
2.1 Розробка структурної схеми	31
2.2 Розробка функціональної схеми	33
2.3 Вибір обладнання СКУД.....	35
2.3.1 Пристрій управління	35
2.3.2 Ідентифікатор	44
2.3.3 Пристрій аудіо вводу	53
2.3.4 Камера	53
2.3.5 Пристрій аудіо виводу	55
2.3.6 Дисплей	57
2.3.7 Датчик відкриття дверей	59
2.3.8 Блокуючий пристрій	60
2.4 Висновки до розділу 2	61
3 Розробка СКУД	62
3.1 Опис апаратної збірки СКУД.....	62

	8
3.2 Розробка блок-схеми алгоритму роботи СКУД.....	67
3.3 Програмні засоби	69
3.3.1 Операційна система	69
3.3.2 Віддалене управління платою.....	69
3.3.3 Чат-бот Telegram	70
3.3.4 База даних	71
3.3.5 Засоби розробки	73
3.4 Програмна реалізація СКУД.....	74
3.4.1 Файлова структура проекту	74
3.4.2 Структура програми telebot.py.....	75
3.5 Висновки до розділу 3	82
4 Тестування розробленої СКУД.....	83
4.1 Охорона праці та безпека дослідницької діяльності	83
4.2 Серверна частина	84
4.3 Запуск чат-бота.....	85
4.4 Тестування функціоналу розділу “Відео”	86
4.5 Тестування функціоналу розділу “Двері”	88
4.6 Реєстрування нового робітника	89
4.7 Ідентифікація зареєстрованого робітника	90
4.8 Тестування функціоналу розділу “База даних”	92
4.9 Тестування функціоналу озвучення текстових повідомлень	94
4.10 Висновки до розділу 4	94
Висновки	95
Перелік джерел посилання	96
ДОДАТОК А Код програми.....	99
ДОДАТОК Б Демонстраційний матеріал	113
ДОДАТОК В Відомість кваліфікаційної роботи	122

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- БД – база даних
- ІЧ – інфачервоний
- ПУ – пристрій управління
- ТЗ – технічне завдання
- СКУД – система контролю і управління доступом
- ПЗ – програмне забезпечення
- ARM – покращена архітектура RISC(англ. Advanced RISC Machine)
- GND – земля(мінус живлення) (англ. Ground)
- GPIO – інтерфейс для зв'язку між компонентами комп'ютерної системи
(англ. General Purpose Input / Output
- GSM – міжнародний стандарт для мобільного цифрового стільникового зв'язку
- SSH – мережевий протокол рівня застосунків, що дозволяє проводити віддалене управління комп'ютером і тунелювання TCP-з'єднань (англ. Secure shell)
- USB – послідовний інтерфейс для підключення периферійних пристроїв до обчислювальної техніки
- VCC – плюс живлення
- WIFI – технологія бездротової локального зв'язку на основі стандартів 802.11

ВСТУП

Обмеження доступу до будь-якого приміщення було завжди актуальною задачею у різних сферах життя, де потрібно контролювати доступ людей у приміщення. Таким чином, розроблена автоматизована система моніторингу передбачає її використання у виробничому приміщенні. В наш час такі системи повинні бути, як надійні, так і зручні для користування. Умова зручності може виконуватися за реалізацією у вигляді того, що людина використовує кожен день – це месенджери.

Висока популярність месенджерів і таких засобів автоматизації, як чат-бот серед користувачів мережі Інтернет дозволяють спростити щоденні рутинні завдання, такі як отримання інформації про погоду, пробки на дорогах, останні новини та інших. Головною перевагою, щодо класичних додатків є можливість суміщення всіх можливостей на платформі одного месенджера.

Проблеми використання месенджеру, зокрема чат-боту, є не спеціалізований програмний інтерфейс для виконання функціоналу обмеження доступу. Також до недоліку можна віднести високу запам'ятованість контентом від різних джерел інформації, який постійно надходить у вигляді повідомлень. В результаті чого можна прогавити повідомлення від охоронної системи.

Таким чином метою кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності моніторингу доступу до виробничого приміщення.

Об'єкт дослідження – процеси ідентифікації та адміністрування системи контролю та управління доступом (СКУД).

Предмет дослідження – засоби ідентифікації робітників та адміністрування СКУД, структурні елементи СКУД.

Методи дослідження – системний підхід, методи структурного аналізу, методи автоматизації проектування, методи сучасних інформаційних технологій, тестування розробленої системи на працездатність.

Пояснювальну записку оформлено згідно з рекомендаціями та вимогами ДСТУ 3008:2015 [1], методичними вказівками [2] – [3].

Результати кваліфікаційної роботи апробовані в ході проведення VI-ої Міжнародної Конференції «Виробництво & Мехатронні Системи» (M&MS) [4].

1 АНАЛІЗ СКУД, ЧАТ-БОТІВ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ НА РОЗРОБКУ

Для визначення необхідності в розробці нової СКУД, потрібно проаналізувати ринок аналогічних пристроїв. А саме: знайти недоліки та продумати варіанти вирішення проблем у новій системі, що проектується.

1.1 Системи обмеженого доступу

СКУД – це система контролю та управління доступом. Іншими словами, це сукупність технічних засобів, які забезпечують безпеку об'єкта, обмежуючи та/або реєструючи входи/виходи людей чи транспортних засобів. Основними місцями для установки таких систем є прохідні, офіси, приміщення особливого призначення і пункти в'їзду та виїзду автотранспорту та інше [7].

СКУД може бути автономною або ж однією зі складових інтегрованої системи безпеки будівлі. Вона дозволяє значно підвищити ефективність контролю для запобігання несанкціонованого доступу сторонніх на територію, що охороняється.

Для швидкого і безперешкодного проходу персоналу в прохідній встановлюються електромеханічні турнікети. Співробітники проходять через турнікет, пред'являючи зчитувачу карту доступу, що дозволяє виключити вплив людського фактора при перевірці пропусків і реєстрації запізнень на роботу, практично зводячи до нуля можливість помилок і зловживань.

Захист від передачі пропуску іншій особі реалізується в такий спосіб: система не дозволить двічі увійти на підприємство по одному пропуску без здійснення виходу. СКУД постійно забезпечує та підтримує безпеку на об'єкті, що охороняється [7].

СКУД можуть мати таку складову як системи відеоспостереження, що дозволяють здійснювати відеоконтроль за ситуацією на об'єкті. Системи відеоспостереження дають унікальну можливість відеореєстрації подій, контролю і запису на цифрові або магнітні носії інформації [8].

Існують автономні системи відеоспостереження та комп'ютерні системи відеоспостереження. Останні вважаються найбільш актуальними і відрізняються великою функціональністю в сукупності з простотою використання. Залежно від типу об'єкта комплектація системи відеоспостереження може варіюватися. Наприклад, при установці системи відеоспостереження можуть використовуватися різноманітні види відеокамер.

В існуючій літературі про сучасні системи управління та контролю доступу описані наступні принципи роботи СКУД (система контролю і управління доступом) [5] – [7]:

- протидія промислового шпигунству;
- протиугінна дія;
- дія проти диверсій;
- від навмисного збитку матеріальних цінностей;
- відстеження часу;
- вчасно контролювати прибуття та від'їзд працівників;
- захист конфіденційності інформації;
- регулювання потоку відвідувачів;
- контроль в'їзду та виїзду транспорту та вантажу.

Крім того, СКУД є бар'єром для "допитливих" людей [7]. При впровадженні конкретних систем контролю доступу використовуються різні методи та пристрої для ідентифікації та перевірки особи. Серед найбільш часто використовуваних СКУД можна назвати такі [7]:

- турнікети звичайні і настінні;
- турнікети для проходу в коридорах;

- шлюзові кабіни;
- автоматичні хвіртки;
- роторні турнікети;
- обертові двері;
- дорожні блокіратори;
- шлагбауми;
- паркувальні системи;
- круглі розсувні двері;
- трехштангові турнікети;
- повнозростові турнікети;
- розсувні турнікети.

Дуже важливим питанням є можливість інтеграції СКУД до будь-якої системи безпеки за допомогою відкритого протоколу [7]. Основними завданнями контрольно-пропускних пунктів є [7] – [8]:

- захист законних інтересів підприємства, підтримка внутрішнього управління;
- захист власності бізнесу, його раціональне та ефективне використання;
- збільшення прибутку підприємств;
- внутрішня та зовнішня стабільність організації;
- захист комерційної таємниці та прав інтелектуальної власності.

Контрольно-пропускний пункт як частина системи безпеки дозволяє власнику вирішувати такі завдання [7] – [8]:

- забезпечення авторизованого проходу працівників та відвідувачів, ввезення/вивезення матеріальних продуктів та активів, роздрібнення підприємства;
- запобігання неконтрольованому проникненню сторонніх осіб та транспортних засобів у заборонені зони та приватні будівлі (приміщення);

- своєчасне виявлення загроз інтересам підприємства, а також потенційно небезпечних умов, які можуть заподіяти матеріальну та моральну шкоду підприємству;

- створення надійних гарантій для підтримки організаційної стабільності зовнішніх та внутрішніх зв'язків підприємства, розробка механізму швидкого реагування на загрози та негативні тенденції;

- придушення проблем у законних інтересах підприємства, використання правових, економічних, організаційних, соціально-психологічних, технічних та інших засобів для виявлення та зменшення джерел загрози безпеці підприємства.

Контрольно-пропускні пункти можна визначити як систему надання регуляторних, організаційних та матеріальних гарантій для виявлення, запобігання та протидії порушенню законних прав підприємства, його власності, інтелектуальної власності, виробничої дисципліни, технологічного керівництва, наукових досягнень та захищеної інформації; як сукупність організаційно-правових обмежень та правил, що встановлюють порядок проходження через пункт пропуску працівників закладу, відвідувачів, транспортування імпорту/експорту матеріальних цінностей.

СКУД зазвичай складається з серверів СКУД (в залежності від навантаження та розгалуженості контрольованої мережі, в цій ролі може як старовинний ноутбук, так і найсучасніший, найпотужніший кластер серверів – і керують підключеними до них контролерами СКУД. Контролер (контрольна панель) – це спеціалізований високонадійний комп'ютер. У ньому зберігається інформація про конфігурацію, режими роботи системи, список людей, які мають право доступу до ресурсу, а також їх привілеї доступу до цього ресурсу. У простих випадках мінімальний варіант контролера може бути вбудований в зчитувач, турнікет, замок або інший виконавчий пристрій (рис. 1.1).

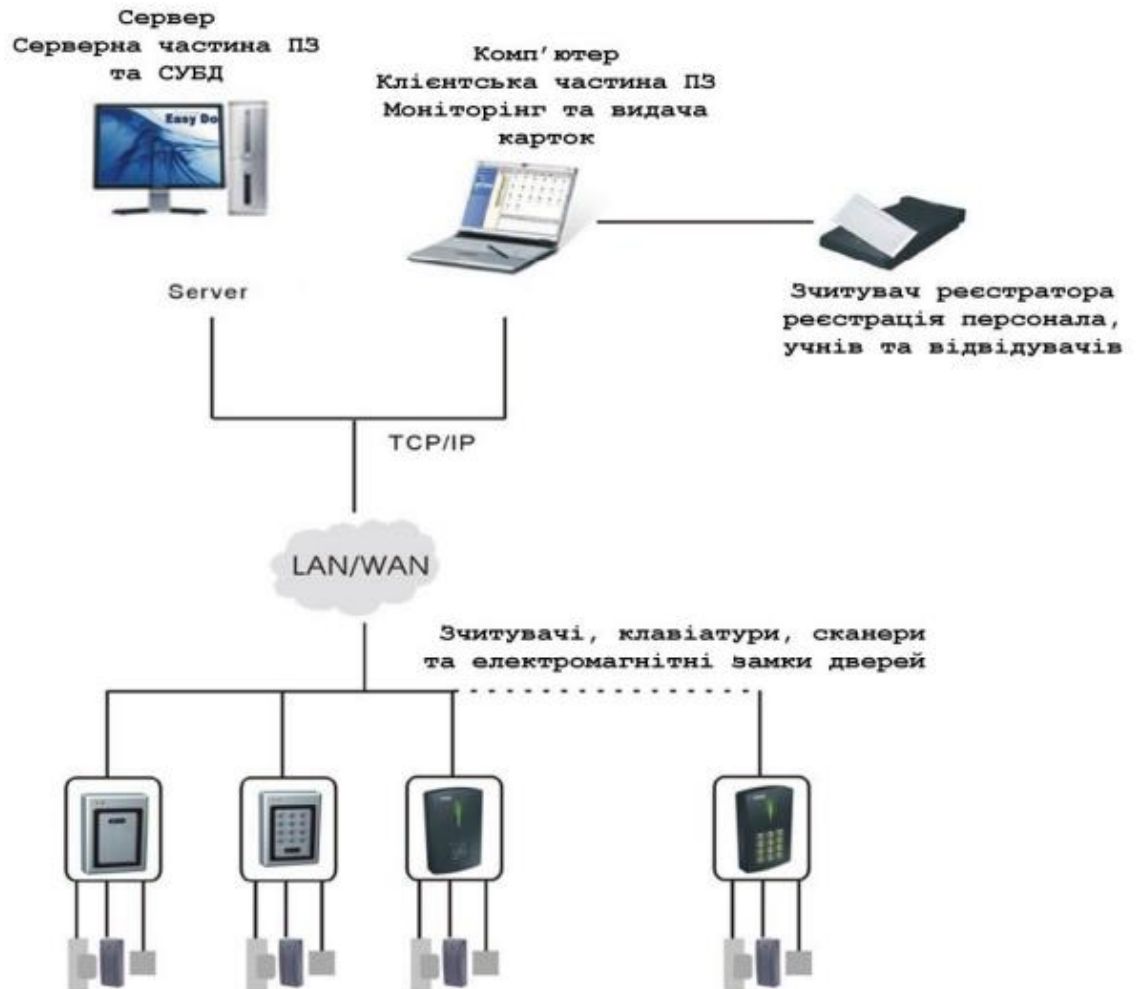


Рисунок 1.1 – Склад СКУД

Блокуючі пристрої (БлП) – це пристрої, що забезпечують фізичне перешкодження доступу і обладнані виконавчими пристроями для управління їх станом (турнікети, прохідні кабінки, двері і ворота, обладнані виконавчими пристроями СКУД) [7].

Зчитувальний пристрій, зчитувач – це пристрій, призначений для зчитування (введення) ідентифікаційних ознак. Цю інформацію він передає контролеру, який і приймає рішення про допуск людини до ресурсу. Можна налаштувати контролер так, що він буде запитувати підтвердження прийнятого рішення у комп'ютера. Для підвищення надійності ідентифікації

крім зчитувачів до контролера може підключатися клавіатура для набору персонального ідентифікаційного номера (ПІН-коду).

Ще одним важливим поняттям СКУД є ідентифікатор користувача – унікальна ознака суб'єкта або об'єкта доступу. В якості ідентифікатора може використовуватися код, біометрична ознака, або речовинний код. Ідентифікатор, що використовує речовинний код – предмет, в який (на який) за допомогою спеціальної технології занесений ідентифікаційна ознака у вигляді кодової інформації (карти, електронні ключі, брелки та ін. пристрої).

Інший тип пристроїв, які можна підключити до контролера – це охоронні панелі. Це також спеціалізований контролер, який відстежує стан охоронних датчиків (датчики на дверях, вікнах, об'ємні датчики та інші). Якщо стан будь-якого датчика змінюється, то інформація про це тут же надходить в основний контролер [7].

Виконавчі пристрої – це пристрої або механізми, що забезпечують приведення у відкритий або закритий стан БЛП (електромеханічні, електромагнітні замки, електромагнітні засувки, механізми приводу шлюзів, воріт, турнікетів і інші подібні пристрої). В них може бути набір реле, за допомогою яких вони здійснюють управління виконавчими пристроями: електромеханічними замками, турнікетами, ліфтами, автоматичними воротами та іншими [8] (рис. 1.2)) .

1.2 Чат-боти

Як визначено раніше, в якості взаємодії з адміністратором обмеженої системи використовуються засоби чат-боту месенджера Telegram. Тому потрібно розібратися чим обґрунтований цей вибір.



Рисунок 1.2 – Різноманітність засобів обмеження доступу

1.2.1 Загальний аналіз чат-ботів

На сьогоднішній день чат-боти, як сучасні інструменти комунікацій, стали широко використовуватися в багатьох сферах життєдіяльності людини з метою встановлення контакту з користувачами мережі Інтернет. Найбільшу популярність чат-боти отримали, коли почалося їх використання в месенджерах і соціальних мережах (наприклад, в Telegram, Viber, Facebook) [11]. Завдяки новому інструменту віртуальної комунікації з'явилася можливість дізнаватися про спеціальні пропозиції онлайн, отримувати повідомлення про новини та спеціальних пропозицій в сфері товарів і послуг, здійснювати більш складні операції.

В даний час найбільше значення чат-боти мають у формуванні такої моделі поведінки, яка буде максимально наближена до людської. Під чат-ботами в загальному сенсі зазвичай розуміють спеціальні програми, які здійснюють інтернет-спілкування найчастіше з одним або декількома користувачам, використовуючи штучний інтелект [11].

Сучасні види інтернет-комунікацій здатні виступати в якості віртуального співрозмовника і повторювати і відтворювати письмовий набір знаків людини, надаючи запрограмовану відповідь на задані питання. В силу того, що контакт з чат-ботами є не тільки цікавим заняттям, але і корисним для людини з точки зору отримання нової інформації і рішення споживчих завдань, варто відзначити, що інтернет-аудиторія прийняла їх появу доброзичливо.

Багато організацій в свою чергу побачили в інтересі аудиторії до чат-ботів можливості для власного просування і стали розробляти власні чат-боти, використовуючи їх для залучення уваги споживачів до компанії за рахунок використання сучасного інструменту комунікації. Чат-бот стає каналом просування або частиною рекламної кампанії як для великих брендів, так і для новачків. Потрібно позначити таку тенденцію, що спочатку деякі компанії почали використовувати їх тільки як визначення трендів, тобто стала формуватися певна мода на використання чат-ботів. Потім ці компанії зрозуміли що використання чат-ботів скорочують час роботи консультантів і допомагає уникнути людського фактору. Можливості інтерфейса програми були досить зрозумілі і прості. На основі заздалегідь завантажених шаблонів, запам'ятовуванні слів, введених самим користувачем, і відповіді на відповідний запит був заснований алгоритм роботи чат-бота.

Чат-боти можуть використовуватися для спілкування між користувачами, а також в розважальних, інформаційних цілях (чат-боти можуть повідомити погоду, курс валют, записати клієнта на прийом, здійснити реєстрацію дзвінків) і в службах підтримки.

Поняття «чат-бот» походить від двох англійських слів: *to chat* – невимушена розмова в мережі Інтернет, *bot (robot)* – скорочено робот, з чого виходить, що це роботи [11]. Ці роботи призначені для здійснення комунікацій з користувачами в мережі Інтернет, які виконують дії відповідно до закладеного сценарія. Така програма інтернет-комунікації, як чат-бот

заснована на сучасних технологіях. В її основі лежать такі інформаційно-комунікаційні технології, як штучний інтелект та нейронні мережі. Нейронні мережі дозволяють наближати комунікації чат-ботів до людського віртуального спілкування і вирішувати з їх допомогою комерційні та маркетингові задачі. Чат-боти, особливо для месенджерів – дуже перспективний напрям, який в даний час переживає стрімке зростання. Популярність запитів “чат-бот” у Google пошукувачу [6] приведено на рисунку 1.3.

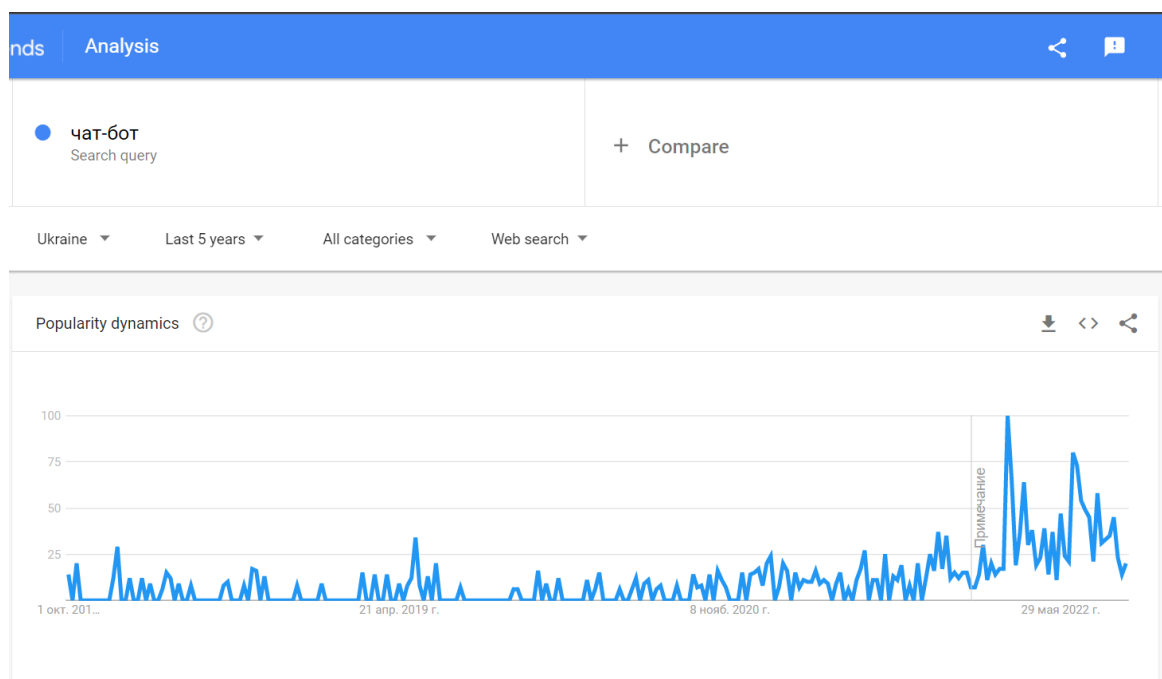


Рисунок 1.3 – Популярність чат-ботів (Google Trends)

1.2.2 Telegram чат-бот

Telegram це хмарний месенджер для обміну повідомленнями та медіафайлами, який дозволяє спілкуватися користувачам безкоштовно з будь-якого куточку світу за допомогою обміну повідомленнями або дзвінків. Зв'язок відбувається по унікальному зашифрованому каналу котрий створюється щоразу при створенні нового чату [13]. Сервера месенджера розміщені по всьому світу, що збільшує швидкодію системи в цілому [17].

Також доступна функція секретного чату з параметрами кодування повідомлень та знищення чату після створення. Телеграм складається з закритої серверної частини та клієнтським додатками. Телеграм клієнт представлений як у вигляді веб-версії так і у вигляді додатків, які підтримуються популярними операційними системами, серед яких Windows, Linux, MacOS, Android, IOS та інші популярні операційні системи [13]. Наразі існують такі версії додатку:

Додатки для смартфона:

- Telegram для Android;
- Telegram для iPhone and iPad;
- Telegram для Windows Phone.

Комп'ютерні додатки:

- Telegram для Windows/Linux;
- Telegram для macOS.

Веб додатки;

- Telegram Web-version;
- Telegram Chrome app.

Чати - це діалог між двома користувачами мережі. Історія повідомлень в таких чатах, зберігається в хмарі, тому доступна з усіх пристроїв, на яких встановлено додаток. В таких чатах окрім звичайного обміну повідомленнями та дзвінків присутня можливість видалення та редагування повідомлення як для вас так і для співбесідника [13]. Основними перевагами месенджера є:

- кросплатформеність;
- оптимізація трафіку, при низькій швидкості передачі даних;
- швидкість роботи;
- надійність та безпека;
- відсутність сторонньої реклами, банерів;
- відсутність спаму та неперевіреної інформації;

- різноманітність;
- популярність;
- доступність передачі файлів рядом форматів: RAR, Excel, PDF, MP3, MP4, AVI. З обмеженням по об'єму до 1,5 Гб;
- хмарне збереження даних.

Серед недоліків месенджера є, відсутня можливість відеодзвінків, але існують окремі клієнти з можливістю відеодзвінків.

Месенджер має власний криптографічний протокол MTProto, який використовується для шифрування листування користувачів [9, 13]. Він був розроблений компанією-власником. В основі протоколу лежить поєднання протоколу обміну RSA-2048-ключами Діффі - Хеллмана, який працює за принципом узгодження ключа, та симетричного алгоритму AES з набором унікальних хеш-функцій для шифрування окремих повідомлень користувачів та зберігання їх на сервері на рис.1.4.

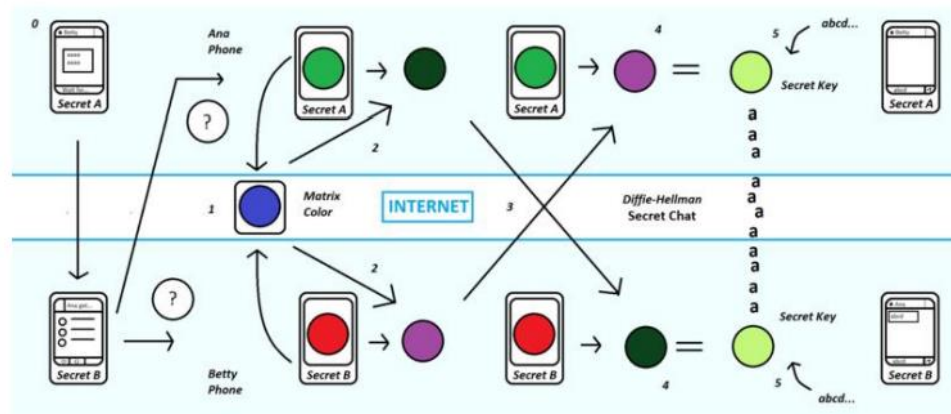


Рисунок 1.4 – Ілюстрація схеми шифрування MTProto

Функція секретного чату дозволяє зберігати всі повідомлення з таких чатів лише на пристроях користувачів, шифруючі їх end-to-end, тобто від кінцевого користувача до кінцевого, з використанням алгоритму шифрування AES-256 в режимі IGE (від англ. Infinite Garble Extension) [13] – [17]. Різниця

таких чатів в тому, що сервер не розшифровує такі повідомлення а лише проводить їх до кінцевих користувачів і вся історія переписки зберігається лише на їх пристроях, що дозволяє гарантовано видаляти повідомлення після закриття чату, а при спробі зробити скріншот співбесідникові прийде повідомлення про це, також відсутня можливість спілкування в такому чаті з інших пристроїв, так як повідомлення зберігаються локально, також є можливість встановити таймер для видалення повідомлень або файлів через певний час після їх прочитання або відкриття. Разом це дозволяє створити високий рівень захищеності додатку. Тобто повідомлення, передані через Telegram, гарантовано не будуть прочитані іншими людьми.

Отже, Телеграм це прогресивний месенджер що набирає популярність та має великий потенціал для створення та розвитку, чому сприяє високий рівень захисту, технологічно опрацьований дизайн, широкий функціональний діапазон та відкритість до сторонніх розробок чому сприяє функціонал телеграм ботів.

Боти телеграм - це програмні засоби які реалізують заданий функціонал в межах телеграм-чату, тобто приймаючи на вхід повідомлення та команди від користувача, та надаючи відповідь в вигляді обробленої інформації, тобто є засобом для виконання задач котрі можна формалізувати відносно команд та обробити, прикладом такого функціоналу є чат-бот компанії по наданню інформації про замовлення, інформаційний бот для моніторингу даних або реакції на їх зміну, інструкція технічного засобу для автоматичної відповіді на популярні питання по її використанню, для пошуку допоміжної інформації через мережу, пошук інформації в Інтернет та надання її до завантаження, обробка зображень, виклик таксі та порівняння цін, прийом та обробка платежів [28, 29]. Список доступних можливостей обмежений лише чат інтерфейсом та частотою його оновлення.

Кожен бот має атрибут імені за допомогою якого його можна знайти в пошуці. Боти існують двох типів, чат-боти та вбудовані для роботи з ними в чат групах або каналах. Використання та керування ботами можливе через

зарезервовані команди, текст або надсилання відповідного типу повідомлення. Прийнято зазначати команди в описі до телеграм боту та при першому початку роботи користувача за допомогою команди “/start” [28]. Тобто телеграм є Прогресивним веб-застосунком з можливістю створення власних веб-додатків на їх платформі. Телеграм бот може реалізувати більшість функцій Телеграм. І дозволяє створювати повноцінні веб-додатки на його платформі, в котрі вже включено базову клієнт-серверну взаємодію, оптимізовані клієнти на популярних операційних системах та функціонал для створення потужних веб додатків. Для створення бота потрібно бути користувачем Телеграм та отримати бот-токен від бота котрий надає ППІ ключ, будь-який користувач може приєднати програму-обробника через Телеграм ППІ як інтерфейс для нього. ППІ надає доступ до повного функціоналу Телеграм тому за допомогою нього можливе створення телеграм клієнтів будь-якої складності з можливістю розширення стандартного функціоналу, також він дозволяє створювати інші засоби для телеграм як ботів або власні текстові описи до посилань або додатки по створенню пакетів обробки інформації з Телеграм. Це відкриває широкий технічний функціонал для розвитку технології та написання, додатків з інтерфейсом за допомогою Телеграм ППІ. Телеграм має також ряд засобів котрі дозволяють обробляти повідомлення та надавати необхідний функціонал ботам [13] .

1.3 Raspberry Pi

Raspberry Pi – це одноплатний комп'ютер розмірами приблизно з банківську карту, на початку створений як економна система для вивчення інформатики, після чого отримав набагато більше і широке застосування і популярність, ніж очікували його творці [5].

Одноплатний комп'ютер – самодостатній комп'ютер, зібраний на одній друкованій платі, на якій поставлені процесор, оперативна пам'ять, системи

введення–виведення і інші модулі, необхідні для функціонування мікрокомп'ютера. Одноплатні ПК виробляються в якості демо систем, систем для програмістів або освіти, або ж для застосування в ролі промислових або ж вбудованих комп'ютерів. На відміну від класичних ПК форм–фактора «desktop» (стандарти AT, ATX, і т.п.), Одно платні комп'ютери нерідко просять установки якихось додаткових периферійних плат. Деякі одно платні системи представлені у вигляді малогабаритної плати з мікропроцесором і пам'яттю, що підключаються до backplane для розширення можливостей, наприклад, для нарощування числа вільних роз'ємів. Найчастіше ці роз'єми повинні бути захищені або ж досить компактні, в наслідок цього всі складові повинні перебуває на одній платі [5]. Ця ошадливість з одного боку готує весь прилад більше малогабаритним, з іншого боку, зміна мікропроцесора або ж пам'яті – складне, тому що як правило всі ці складові напаяні на плату. Raspberry існує в таких моделях:

«А» (Процесор ARM1176JZ–F 700MHz, 256 Мб ОЗП, 26 пінів GPIO, 1 USB порт), вартістю \$20.

«А+» (Процесор ARM1176JZ–F 700MHz, 256 Мб ОЗП, 40 пінів GPIO, 1 USB порт), вартістю \$25.

«В» (Процесор ARM1176JZ–F 700MHz, 512 Мб ОЗП, 26 пінів GPIO, 2 USB порта, с ethernet), вартістю \$35.

«В+» (Процесор ARM1176JZ–F 700MHz, 512 Мб ОЗП, 40 пінів GPIO, 4 USB порта, с ethernet), вартістю \$30.

«2В» (Процесор ARM Cortex–A7 900MHz 4–ядерний, 1 Гб ОЗП, 40 пінів GPIO, 4 USB порта, с ethernet) вартістю \$35.

«Zero» (Процесор ARM1176JZ–F 1ГГц, 512 Мб ОЗП, 40 пінів GPIO, 1 USB порт) вартістю \$5.

«3» (Процесор ARM Cortex–A53 1,2 ГГц 4–ядерний 64–розрядний , 1 Гб ОЗП, 40 пінів GPIO, 4 USB порта, ethernet, Wi–Fi 802.11n и Bluetooth 4.1) вартістю \$35.

«4B» (Процесор ARM Cortex–A72 1,5 ГГц 4–ядерний 64–розрядний , 4 Гб ОЗП, 40 пінів GPIO, 4 USB порта, ethernet, Wi–Fi 802.11n и Bluetooth 5.0) вартістю \$100.

Raspberry Pi поширюється повністю зібраними на чотиришаровій друкованій платі розміром з банківську карту. У звичайний набір поставки входить лише тільки сама плата. Корпус, блок живлення, флеш–карту потрібно замовляти додатково.

Raspberry Pi випускається в декількох комплектаціях: модель «A», модель «B», модель «B +» і модель «2B». 1–і 3 версії комплектують ARM11 мікропроцесором Broadcom BCM2835 з тактовою частотою 700 МГц і модулем оперативної пам'яті на 256 Мб / 512 Мб, розміщеними за технологією «package– on–package» саме на процесорі. Модель «2B» оснащується процесором з 4 ядрами Cortex–A7 з частотою 1 ГГц і оперативною пам'яттю об'ємом 1 Гб. Модель «A» оснащується одним USB 2.0 портом, модель «B» 2–ма, а моделі «B +» і «2 B» – 4. Ще в моделях «B», «B +» і «2B» наявний порт Ethernet. Крім головного ядра, BCM2835 підключає в себе графічне ядро за допомогою OpenGL ES 2.0, апаратного прискорення і FullHD–відео і DSP–ядро [6]. Однією з особливостей вважається відсутність годин реального часу. Однією з найбільш індивідуальностей Raspberry Pi вважається присутність портів GPIO (general purpose input / output). За допомогою даного raspberry комп'ютера його можна застосувати для управління різними приладами. У моделі «B» плати комплектують 26 портами, а в моделі «B +» і «B2» – 40 портів GPIO.

Raspberry Pi функціонує в основному на операційних системах, заснованих на Linux ядрі. Запуск Windows можливий завдяки засобам віртуалізації таким, як XenDesktop. ARM11 реалізований на 6 версії ARM, на якому кілька відомих версій Linux не запускається. Для установки операційних систем є інструмент NOOBS [6]. Вбудований прилад для зчитування карт пам'яті гарантовано функціонує з більшістю SD–карт об'ємом до 32 Гб. Завантажуватися Raspberry Pi лише тільки з карток SD. У

разі якщо сама ОС знаходиться на USB-накопичувачі, але ось завантажувач зобов'язаний бути на SD. Кнопка підключення і скидання немає – прилад сам включається при подачі живлення. Живиться Raspberry Pi від порту micro-USB або ж з пари виділених портів GPIO. Для Model A рекомендовано живлення на 5 В і від 500 мА до 700 мА, а для Model B на 5 В і від 700 мА до 1200 мА. Підведення живлення можливе за допомогою USB 3.0 або ж зарядного пристрою для телефонної апаратури, ніж від будь-якого іншого більш стабільний джерела живлення. Самі плати споживають трохи менше, але частка енергії буде потрібно для роботи приєднаних до USB-портів приладів [10].

1.4 Постановка завдання на проектування

Системам контролю та обмеження доступу, які переглянуті раніше, не вистачає зручності, що можна досягти шляхом використання засобів чат-боту Telegram. А саме: адміністрування, сповіщення та керування через чат-бот Telegram. Реєстрація та сповіщення виконується за допомогою зручного для неспеціалізованої людини в охоронній сфері, популярного месенджера Telegram.

Після проведеного аналізу існуючих рішень, сформулюємо основні вимоги до СКУД, що розроблюється. Першим етапом будуть визначені технічні вимоги, після чого будуть розроблені функціональні вимоги.

1.4.1 Опис технічних вимог системи

Розроблювана СКУД є комплексною системою дистанційного управління. Сповіщення та управління повинно надаватися незалежно від місця знаходження адміністратора або заступником адміністратора. Також вагомим аргументом є зручність використання системи.

Оскільки система може розвиватись і розширювати свої функціональні можливості, апаратна інфраструктура повинна бути побудована на базі потужного мікрокомп'ютера, придатного до підключення нових модулів, датчиків та сенсорів.

Пристрій управління (ПУ) повинен мати змогу бути сервером для чат-бота Telegram.

Середовище використання системи обмеженого доступу повинна мати Wi-Fi точку доступу або Ethernet для виходу в мережу Інтернет, а також живлення для мікрокомп'ютера.

Що стосується безпеки, вимогою є шифрування крипостійкими алгоритмами повідомлень, запитів на відкриття двері, сповіщень, які надходять до чата телеграм-бота. Також обов'язковим повинне бути приховання усіх чутливих HTTP-відповідей, включаючи секретні токени, дані аутентифікації користувача та сесії.

Також потрібно реалізувати обмеження до клієнтів чат-боту, які будуть його використовувати. Так як за замовченням звертатися до будь якого чат-боту можна за допомогою пошуку по username.

1.4.2 Опис функціональних вимог системи

Функціональні вимоги регламентують поведінку системи, що розроблюється в тій чи іншій ситуації, ставлять завдання, які повинна виконувати система. Тому система обмеженого доступу, що розробляється повинна надавати змогу:

- зареєструвати робітника через чат-бот. А саме: додати ПІБ, посаду, UID мітки та фото;
- редагувати та видаляти дані робітника в БД;

- отримувати сповіщення про робітника (ПІБ, посаду, фото робітника з БД) що увійшов до виробничого приміщення за допомогою RFID ідентифікації до чат-боту;
- отримувати повідомлення до чат-боту за фактом зміни статусу двері(відчинені/зачинені);
- примусово переглянути статус двері через чат-бота за допомогою розділу “Двері”;
- примусово відкрити електромеханічний замок через чат-бота за допомогою розділу “Двері”;
- відкрити електромеханічний замок за допомогою дозволеної RFID мітки;
- отримати зображення до чат-боту користувача, який намагався увійти за допомогою невідомої RFID мітки;
- вибрати час запису та записати відеоповідомлення через чат-бот за допомогою розділу “Відео”;
- записати відеоповідомлення до чат-боту за допомогою зовнішньої механічної кнопки;
- озвучення факту закриття/відкриття електромеханічного замку через модуль виводу аудіо, який вбудований в систему;
- подавати звуковий сигнал факту відмови/дозволу RFID мітки;
- відображати на LCD дисплею статус RFID ідентифікатора (Очікування мітки, відмова/дозвіл на прохід);
- написати текстове повідомлення до чат-боту, яке озвучується за допомогою синтезатору мовлення через модуль аудіо виводу, який вбудований в систему.

1.5 Висновки до розділу 1

У даному розділі було проведено аналіз систем обмеженого доступу, їх структури та функцій. Проаналізовано чат-боти та визначено, що це досить популярний напрям. Визначено що таке одноплатний комп'ютер Raspberry Pi. Розроблено завдання на проектування нової СКУД у вигляді технічних та функціональних вимог.

2 МОДЕЛЮВАННЯ СКУД

2.1 Розробка структурної схеми

При проектуванні СКУД необхідно враховувати цілий ряд факторів та організувати між собою взаємодію пристроїв вводу-виводу інформації. У моїй роботі пропонується використовувати такі елементи як камера, датчики, кнопки, LCD дисплеї, електромеханічний замок, RFID зчитувач, пристрій виводу аудіо. Передбачається, що одноплатний комп'ютер Raspberry Pi, буде керувати їхньою роботою та одночасно буде сервером для телеграм-боту та буде працювати з базою даних. Тому у роботі була розроблена структурна схема, яка призначена для відображення загальної структури системи, тобто його основних блоків, частин, вузлів та головних зав'язків між ними. Із структурної схеми можна наглядно побачити навіщо потрібна система, як вона працює і як взаємодіють її частини.

Запропонована структурна схема наведена на рисунку 2.1. Можна побачити, що система обмеженого доступу складається з багатьох модулів. Перш за все головною ланкою системи є пристрій управління, який поєднує ролі виконавчого комп'ютера та серверу чат-боту Telegram. Далі йдуть датчики, кнопки та RFID зчитувач, які сигналізують до пристрою управління (ПУ) о фізичних змінах із зовні. Наступний тип модулів – це камера та мікрофон, які при заданих змінах у ПУ починають виконувати свої функції, а саме: функції запису звуку та зображення. До наступного типу функціональних модулів відносяться виконавчі. Під виконавчими мається на увазі реле електромеханічного замку та аудіо вивід. Виконувачі, при заданих змінах у ПУ, починають виконувати свої функції. До яких відносяться фізичні зміни зовні, а саме: зачинення замку та озвучення дії або повідомлення, яке відправив адміністратор. У випадку з замком, він ще й надає інформацію до ПУ про успішність відкриття/закриття замку. Далі на

структурній схемі можна побачити тип модулів, які виконують функції дистанційного управління системою за допомогою засобів чат-боту Telegram. Останній модуль – це база даних робітників, яка взаємодіє з чат-ботом.

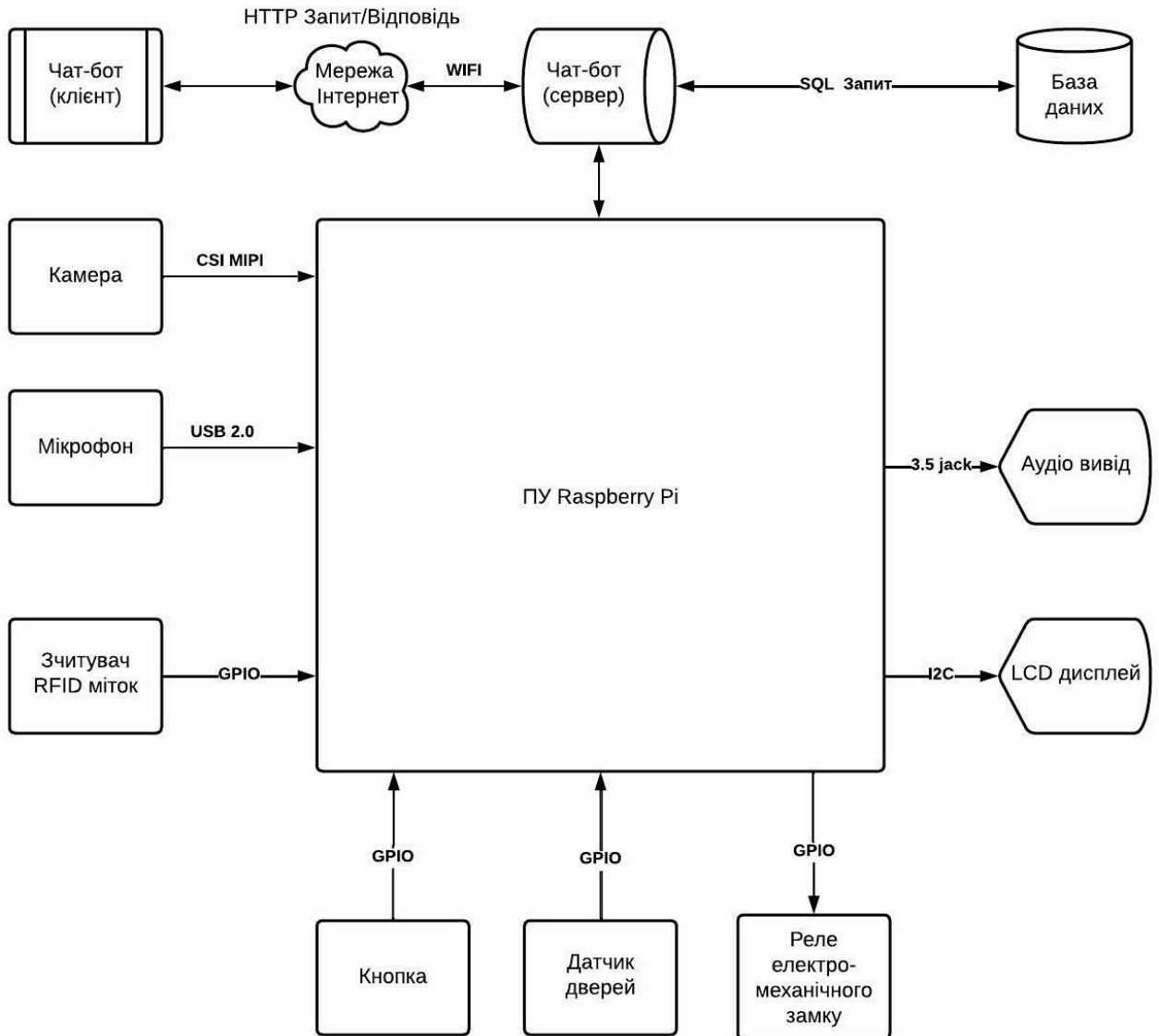


Рисунок 2.1 – Структурна схема СКУД

2.2 Розробка функціональної схеми

На основі структурної схеми розроблена функціональна схема системи обмеженого доступу, яка приведена на рис. 2.2. Програмні частини проекту поділені на блоки, в які входять функції заданого контексту.

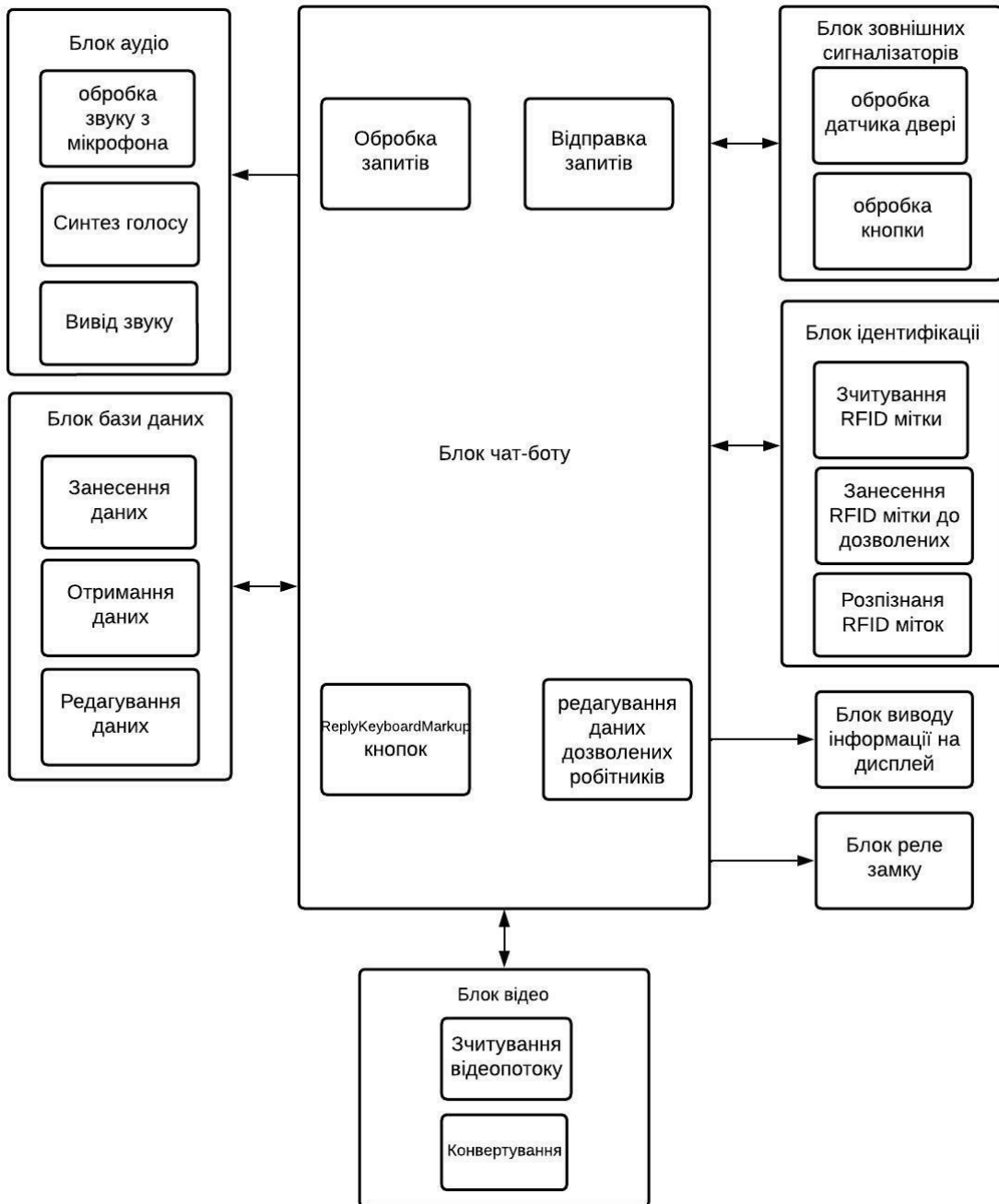


Рисунок 2.2 – Функціональна схема СКУД

За функціональною схемою на рис. 2.2 можна умовно поділити програму на блоки. Серед яких: блок чат-боту, блок відео, блок аудіо, блок зовнішніх сигналізаторів, блок ідентифікації, блок бази даних, блок обробки датчика дверей.

Блок зв'язку з чат-бот клієнтом виконує наступні функції:

- отримання, визначення типу та обробка повідомлення від чат-бот клієнту Telegram адміністратору;
- перевірка на дозволений chat id адміна;
- відправлення повідомлень до чат-бот клієнту про зміни у системі;
- реєстрування/редагування даних о робітниках, а саме: ПІБ, посада, UID мітки та фото. Дані заносяться до бази даних;
- запити на: опитування датчика дверей, формування відеоповідомлення з заданим часом, створення фотографії, відкриття/закриття замку, аудіо вивід повідомлення, яке озвучене синтезатором мовлення.
- формування, розмітка віртуальних кнопок ReplyKeyboardMarkup у чат-боті;
- обробка віртуальних кнопок ReplyKeyboardMarkup у чат-боті.

Блок відео виконує наступні функції:

- формування шляху, назви файлів запису відео/звуку та фотографій;
- формування шляху, назви файлу результуючого відеоповідомлення;
- початок/кінець запису відео та фотографій за заданими параметрами;
- конвертування відео та звуку у єдиний результуючий файл;
- видалення тимчасових компонентів звуку та відео по окремої.

Блок зовнішніх сигналізаторів виконує наступні функції:

- опит датчика дверей на зміни;
- обробка даних опитування та формування, ґрунтуючись на цих фактах, результату о зміні стану датчика;

- очікування натиснення кнопки;
- очікування на відтиснення кнопки.

Блок реле замку виконує наступні функції:

- очікування на запит о відкриття/закриття замку;
- подача на порт GPIO, до якого підключене реле замку, сигналу, при збереженні сигналу замок відчинений, при відсутності він зачинений;
- запит до чат-боту на озвучення факту зміни стану замка.

Блок аудіо виконує наступні функції:

- озвучення синтезатором мовлення факту відкриття/закриття замку;
- озвучення текстових повідомлень, які надійшли від чат-боту клієнту;
- подача звукового сигналу відміни, якщо мітка не записана до дозволених;

- запис та обробка звуку з мікрофона;

Блок бази даних виконує наступні функції:

- Занесення, отримання, редагування даних БД о робітниках.

Блок ідентифікації виконує наступні функції:

- зчитування, розпізнання RFID міток.

2.3 Вибір обладнання СКУД

2.3.1 Пристрій управління

В якості пристрою управління (ПУ) для СКУД що проектується пропонується одноплатний комп'ютер Raspberry Pi 4 B [5] на рис. 2.3.



Рисунок 2.3 – Одноплатний комп'ютер Raspberry Pi 4B

Raspberry Pi – це мініатюрний, розміром з кредитну карту, комп'ютер вартістю близько 25 доларів за базову модель і 100 - за більш новітню, який має величезну популярність і розійшовся по світу в кількості більше 4,5 мільйонів штук [10].

Однією з основних переваг одноплатного комп'ютера Raspberry Pi є співвідношення якості продуктів і його вартості. В першу чергу, міні-ПК Raspberry Pi відводиться роль комп'ютера, призначеного для вивчення з його допомогою базових інформаційних технологій в школі. Позиціонується міні-ПК Raspberry Pi як дешеве рішення для початківців розробників. З урахуванням задовільною потужності цього пристрою, низького енергоспоживання і малої собівартості його можна використовувати для створення особистого міні сервера [10].

Одна з головних і привабливих особливостей одноплатного комп'ютера Raspberry Pi - наявність на платі апаратних портів введення / виводу GPIO (General Purpose Input / Output, інтерфейс вводу / виводу загального призначення), що відкриває перспективи використання його в робототехнічних проектах і пристроях «розумного будинку» [12].

Плата побудована на базі SoC Broadcom BCM2711, яка містить чотири 64-розрядних ядра ARM Cortex-A72 з тактовою частотою 1,5 ГГц. На відміну від будь-якої попередньої плати, Raspberry Pi 4 Model B доступна в трьох різних моделях, кожна з яких пропонує різні варіанти пам'яті з 1 Гб, 2 Гб, 4 Гб або 8 Гб LPDDR4 SDRAM оперативної пам'яті [10].

Найбільш різниця від попередніх моделей полягає в тому, що на новій платі відсутня мікросхема LAN7515, яка виконувала функції USB і Ethernet. На його місці VLI VL805, яка забезпечує USB 3.0 Hub через шину PCI Express. Використання шини PCI Express, що надається новим BCM2711, означає, що тепер є не тільки можливість USB 3.0, але і Gigabit Ethernet, який тепер надається з використанням Broadcom BCM54213PE окремо від USB. Бездротовий зв'язок забезпечується тим же чіпом Cypress CYW43455, який встановлений на Raspberry Pi 3 модель B +. Пропонується дводіапазонна бездротова мережа IEEE 802.11.b / g / n / ac 2,4 ГГц і 5 ГГц, а також Bluetooth 5.0 і Bluetooth LE.

Ще однією вагомою різницею між попередніми є роз'єм живлення. На зміну роз'єму micro-USB від попередніх моделей, на його місце прийшов роз'єм USB-C. Raspberry Pi 4 Model B потрібно до 3 А, що не може забезпечити джерело живлення через micro-USB. Raspberry Pi 4 Model B працює від джерела постійного струму 5 В через роз'єм GPIO і, як і Raspberry Pi 3 Model B +, від Power over Ethernet (PoE) з використанням офіційної PoE HAT, випущеної раніше поряд з попередньою моделлю [10].

Також змінені відео порти. Відсутній порт HDMI, на його місці тепер два порти micro-HDMI – це означає, що новий Raspberry Pi 4 Model B має підтримку двох моніторів – одного екрану в 4К зі швидкістю 60 кадрів в секунду або двох екранів 4К зі швидкістю 30 кадрів в секунду. Поруч з двома портами micro-HDMI є 4-полюсний стереовихід і композитний відеороз'єм.

Поряд з великими змінами деякі речі не змінилися. Зберігання як і раніше забезпечується картою Micro-SD з роз'ємом в звичному місці на нижньому боці плати. Як і раніше підтримує роз'єм порту дисплея MIPI DSI і

роз'єм камери MIPI CSI, а також стандартний 40-контактний роз'єм GPIO. Однак є деякі зміни для 40-контактного роз'єму, хоча він все ще сумісний з попередньою версією. Роз'єм нового Raspberry Pi має підтримку додаткових роз'ємів $4 \times$ UART, $4 \times$ SPI і $4 \times$ I2C [10] на рис. 2.4.

Так як даний пристрій забезпечує незалежне підключення по мережі, його можна налаштовувати і для доступу по SSH, або пересилати на нього файли по протоколу HTTP і FTP у табл. 2.1.

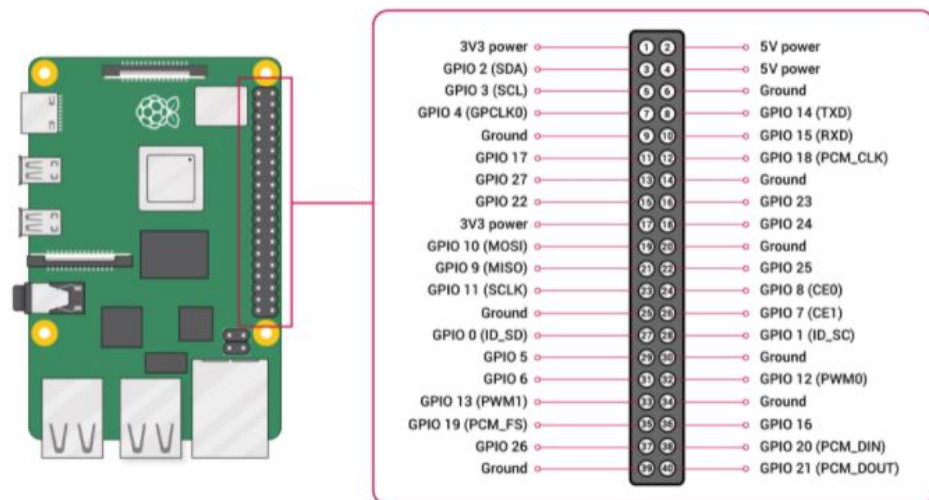


Рисунок 2.4 – Розташування пінів Raspberry Pi 4B

Також на ринку існують альтернативні пристрої по відношенню до одноплатного комп'ютера Raspberry Pi 4B. Такими альтернативами є Orange Pi Prime, Banana Pi M3, Rock64, ASUS Tinker board S, Libre Computer Renegade, Odroid H2, Arduino Mega 2560.

Orange Pi Prime. Має 2 Гб ОЗУ і вбудований в SoC AllWinner H5 відеоприскорювач Mali-450 GPU, що дозволяє відтворювати 2К відео. Серед цікавих особливостей варто відзначити наявність інфрачервоний (ІЧ) приймача. Платою можна управляти з пульта дистанційного керування або з деяких моделей стільникових телефонів з вбудованим ІЧ-світлодіодом. З нестандартного обладнання є також вбудований мікрофон і відеоінтерфейс CSI, що підтримує відеопотік до 1080 p на швидкості 30 fps [22].

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики Raspberry Pi 4B

Параметр		Значення
Система на кристалі (SoC)		Broadcom BCM2711
Процесор	Сімейство	ARMv8 Cortex-A72
	Розрядність	64 біт
	Кількість ядер	4
	Тактова частота	1,5 ГГц
Графічний процесор	Назва	VideoCore VI 3D Graphics
	Підтримка стандартів	Апаратне декодування: H.265 (HEVC) (до 4K p60), H.264 (до 1080 p60) Апаратне кодування H.264 (до 1080 p30)
Оперативна пам'ять (ОЗУ)	Розмір	4 Гб
	Тип	SDRAM LPDDR4
Інтерфейси	Wireless LAN	802.11 b/g/n/ac
	Bluetooth	5.0 with BLE
	Ethernet	1x Gigabit Ethernet порт (підтримка PoE з PoE HAT)
	USB	2 × USB 2.0 2 × USB 3.0
	GPIO	40 портів вводу-виводу(підтримка: UART, I2C, SPI, SDIO, DPI, PCM, PWM, GPCLK)
	Відео вхід	CSI порт для камери, підключення через інтерфейс MIPI
	Відео вихід	DSI порт для дисплею, підключення через інтерфейс MIPI, 2 × micro-HDMI
	Аудіо вхід	-
	Аудіо вихід	3,5 мм порт, 2 × micro-HDMI, Bluetooth

На платі розміром 98 мм × 60 мм знайшлося місце для роз'єму для карт пам'яті (до 32 Гб), Wi-Fi 802.11 b / g / n, Bluetooth 4.0, гігабітного Ethernet, чотирьох USB (три USB 2.0 Host і один USB 2.0 OTG) і 40 GPIO пінів. Є навіть окремо виведений UART з TTL рівнями, так що ви можете в терміналі спостерігати за деталями завантаження Linux. З аудіо обладнання, крім згаданого вище мікрофона, є ще лінійний вихід і аудіовихід в HDMI. Відеоприскорювач підтримує OpenGL ES 2.0 і OpenVG 1.1. Серед підтримуваних ОС присутні Ubuntu, Debian і Android 5.1

Banana Pi M3. Флагман Banana Pi M3 побудований на базі восьмиядерного SoC Allwinner A83T (процесори ARM Cortex-A7, графічний процесор PowerVR SGX544MP1), розганяється до 1,8 ГГц і працює в оточенні 2 Гб ОЗУ і 8 Гб флеш-пам'яті. Крім гігабітного Ethernet, двох USB, Wi-Fi 802.11 b / g / n, Bluetooth 4.0 і HDMI, на платі присутній SATA. Так само, як і у Orange Pi Prime, у M3 є ІК-приймач, відеоінтерфейс CSI, оцінний UART, мікрофон, лінійний вихід і аудіовихід в HDMI. На відміну від Orange, у Banana є інтерфейс дисплея MIPI DSI, об'єднаний з I2C для сенсорного екрану. Природно, є і сорокаконттактная GPIO-гребінка.

Rock64. Одноплатний комп'ютер Rock64 комплектується вже 4 Гб ОЗУ, що обслуговують 64-х бітний ARM Cortex A53, відеопідсистема здатна впоратися з потоком 4К на частоті 60 fps. Пристрій здатний харчуватися від POE. Графічна підсистема ARM Mali 450MP2 відповідає OpenGL ES 2.0, OpenVG1.1. На Rock64 перенести ОС Debian, Cent OS, Fedora і Android 8, взагалі, потрібно відзначити, що розробники і ентузіасти цього комп'ютера портувала на нього велику кількість ОС, що базуються на Linux. У Rock64 рясна, детальна документація і живе, активне ком'юніті, так що, з урахуванням непоганих апаратних специфікацій і щадний ціни, цей одноплатнік - непоганий претендент на заміну Raspberry Pi 3 в проектах з підвищеними вимогами до «заліза».

Розробники Rock64 додали 64 контакти GPIO, вивівши на них навіть сигнали Ethernet, так що, якщо плануєте робити на одноплатніке управління

розгалуженою зовнішньої периферією, придивіться до цього комп'ютера пильніше. Крім того, є USB3.0.

ASUS Tinker board S. Tinker побудований на базі SoC Rockchip RK3288 з четверенний процесором ARM Cortex-A17 і працює під управлінням TinkerOS на базі Debian, можна встановити Android. Відеопроцесор Mali-T760 MP4 підтримує OpenGL ES 3.1, OpenCL 1.1, Renderscript і Direct3D 11.1.

Libre Computer Renegade. Renegade, конструктивно розроблений настільки схожим на Raspberry, наскільки це тільки можливо; наприклад, є можливість розмістити ROC-Rk3328-CC прямо в корпусі Raspberry Pi.

SoC RK-3328 побудована на основі зчетвереної 64-х бітного процесора ARM Cortex-A53 з робочою частотою до 1,5 ГГц. SoC така ж, як і в Rock64, так що тут теж маєте той же GPU Mali 450MP2 з робочою частотою 500 МГц. При замовленні є можливість варіювати обсяг ОЗУ, можете вибрати 1 Гб DDR4 (тоді комп'ютер обійдеться вам в \$ 35), 2 Гб за \$ 50 або 4 Гб за \$80. З операційних систем на даний момент доступні Ubuntu 18.04, Debian 9, OpenMediaVault 4, Station OS і Android 7.1

Odroid H2. Odroid H2, побудований на базі 64-х бітного 4-х ядерного Intel Celeron Gemini Lake J4105, цілком може претендувати на шматок ринкової ніші, яку займає одноплатними комп'ютерами на базі процесорів ARM. Якщо вам миліше x86-сумісні рішення, можливо, ця невелика плата розміром 110 мм × 110 мм, з пасивним охолодженням, GPU Intel UHD Graphics 600, шиною PCI-E gen2 і здвоєним SATA 6 Гб / с доведеться вам до вподоби. За специфікації Intel максимальний розмір ОЗУ дорівнює 8 Гб (SO-DIMM DDR4 2400 МГц, в комплект не входить, купується окремо, як і для будь-якого «Пісюк»), але виробник Odroid H2 стверджує, що встромляв дві планки по 16 Гб (разом 32 Гб) і все прекрасно працювало. Зрозуміло, плата підтримує Windows 10 / Linux x64, DirectX 12, OpenGL 4.3, OGL ES 3.0, OpenCL 2.0.

У таблиці 2.2 наведемо порівняльну характеристику розглянутих пристроїв та одноплатного комп'ютера Raspberry Pi 4B [5].

Таблиця 2.2 – Порівняльна характеристика Raspberry Pi 4B та аналогів

Модель	SoC	Процесор	Графіка	Ядра	Часто - та	Розмір	Ціна
Raspberry Pi 4B	Broadcom BCM2711	ARMv8 Cortex-A72	VideoCore VI 3D Graphics	4	1,5 ГГц	85,6 мм × 53,98 мм	\$100
Banana Pi M3	Allwinner A83T	ARM Cortex-A7	PowerVR 544MP1	8	1,8 ГГц	92 мм × 60 мм	\$78
Banana Pi M2 Zero	Allwinner H2	ARM Cortex-A7	Mali400 MP2	4	1,0 ГГц	60 мм × 30 мм	\$21
Rock64	Rockchip RK3328	ARM Cortex A53	Mali 450MP2	4	1,5 ГГц	56 мм × 85 мм	\$45
Asus Tinker board S	Rockchip RK3288	ARM CortexA17	Mali T760 MP4	4	1,8 ГГц	54 мм × 86 мм	\$120
Libre Computer Renegade	Rockchip RK-3328	ARM CortexA53	Mali 450MP2	4	1,5 ГГц	85 мм × 56 мм	\$80
Odroid H2	-	Intel Celeron J4105	Intel UHD Graphics 600	4	2,3 ГГц	110 мм × 110 мм	\$111
Arduino Mega	-	ATmega2560	-	1	16 МГц	53 мм × 102 мм	\$31

За технічними вимогами (пункт 1.4.1) ПУ повинен мати змогу бути сервером для чат-боту Telegram. Тому ПУ повинен мати апаратну змогу на безперебійну роботу чат-боту.

Доречно порівняти інтерфейси що підтримуються у цих одноплатних комп'ютерів. Бо як визначено за структурною схемою (рис. 2.1) ПУ повинен підтримувати інтерфейси такі як: аудіо вхід/вихід, USB, GPIO, Wi-Fi [5] – [3]. Також вагомий показник для бази даних – це флеш пам'ять. Бо як визначено потрібно зберігати фото робітників. Також повинно мати досить пам'яті для

буферу формування відеоповідомлення, що надходить до чат-боту. Так після того як відео надіслано до чат-боту воно видаляється з флеш пам'яті мікрокомп'ютера. Але буферні компоненти відео/аудіо можуть займати багато пам'яті, бо час відеоповідомлення може бути досить великим. Варто зазначити, що більш новий стандарт роботи Wi-Fi, який сприяє більшій швидкості передачі даних буде плюсом.

Таблиця 2.3 – Порівняльна характеристика інтерфейсів що підтримується Raspberry Pi 4B та аналогів

Модель	ОЗУ	Флеш пам'ять	GPIO	USB	Ethernet	Wi-Fi	Bluetooth
Raspberry Pi 4B	4 Гб SDRAM LPDDR4	Слот MicroSDHC	40	4 (2 × 2.0, 2 × 3.0)	1000 Мбит/с	802.11 b/g/n/ac	5.0
Banana Pi M3	2 Гб LPDDR3	8 Гб eMMC	40	3 (2 × 2.0, 1 × OTG)	1000 Мбит/с	802.11 b/g/n	4
Banana Pi M2 Zero	512 Мб DDR3	Слот MicroSDHC	40	1 × USB 2.0 OTG	-	802.11 n	4
Rock64	4 Гб LPDDR3	128 Мб	64	3 (3.0, 2.0)	1000 Мбит/с	802.11 b/g/n	4
Asus Tinker board S	2 Гб LPDDR3	16 Гб eMMC	40	4 × USB 2.0	1000 Мбит/с	802.11 b/g/n	4
Libre Computer Renegade	4 Гб DDR4	-	40	3 (1 × 3.0, 1 × 2.0)	1000 Мбит/с	-	-
Odroid H2	2 слота DDR4 SODIMM	128 Мб (BIOS), слот eMMC	-	4 (2 × 3.0, 2 × 2.0)	2 × 1000 Мбит/с	-	-
Arduino Mega	8 кб	256 кб	54	USB-UART	-	-	-

Так як швидкість передачі даних сприяє швидкості сповіщення від СКУД до чат-боту. Цей параметер достатньо важливо як для охороної системи [7].

У результаті порівняння характеристик одноплатних комп'ютерів та мікроконтролерів за таблицями 2.2 та 2.3 було визначено що для СКУД, що проектується, оптимальним ПУ за технічними показниками та за кількістю потрібних інтерфейсів для проектування СКУД буде Raspberry Pi 4B.

2.3.2 Ідентифікатор

Одним з головних компонентів СКУД є ідентифікатор. Під ідентифікатором розуміється засіб/прилад за допомогою якого людина розпізнається СКУД та отримує доступ до приміщення.

Найпростіші ідентифікатори можуть бути вигляді коду доступу, який вводиться на якійсь панелі механічній, сенсорній, тощо. Цей код доступу може складатися з цифр, букв та символів. Недолік такого типу ідентифікатора вагомий – це легкість у заволодінні пароллю іншою людиною, достатньо побачити як довірена людина (робітник) вводить цей пароль, або почути його. Це призводить до постійної зміни пароллю (рис. 2.5).



Рисунок 2.5 – Біометричні ідентифікатори

Ще один не дешевий засіб ідентифікації є біометричні способи ідентифікації. До біометричних способів ідентифікації відносять кілька способів.

Сканування відбитків пальців – є зручним методом. Перевагою є і надійність сканування відбитків пальців: несанкціонований доступ можливий приблизно в одному випадку з мільйона, а відмова в доступі уповноваженому користувачу виникає приблизно в 3 % випадків і пов'язаний в основному з неправильним доглядом за сканером, пошкодженням поверхні сканеру або навіть пальця за яким ідентифікується робітник (поріз або опік пальця). Майже половина сучасних смартфонів мають вбудовані сканери відбитків пальців, технологія вдосконалюється та стає більш дешевою [24].

У способі ідентифікації за геометрією долоні і кисті рук скануються не лінії, як у відбитків пальців, а геометрія руки: форма долоні або кисті, довжина пальців і інше. Взагалі по надійності цей метод практично не поступається попередньому, але подібні системи займають набагато більше місця, що ускладнює їх використання на звичайному комп'ютері, та й коштують вони набагато дорожче.

Досить рідко використовується сканування очей. При цьому розрізняють два типи: сканування райдужної оболонки і сканування сітківки ока. Перший метод більш простий і зручний, але і менш надійний. Другий є найнадійнішим, проте найдорожчим.

Зараз багато сучасних смартфонів мають систему ідентифікації обличчя за допомогою інфрачервоних сканерів або фронтальних камер. Ця ж технологія використовуються і в СКУД та доволі надійна. Але є і значні недоліки в результаті чого пристрій не впізнає робітника, наприклад, якщо дозволений робітник: змінить зачіску, його обличчя змінитися від якоїсь хвороби на певний час, стане користуватися окулярами та й найпопулярніше в останні роки – це буде в захисній масці. В результаті цього пристрій не впізнає робітника. Так у випадку з маскою достатньо її зняти перед

ідентифікації обличчя, але наразити на небезпеку усіх працівників – критично для підприємства.

Ідентифікація голосом – перевагою метода є зручність використання. Але він має низьку надійність, так як для того, щоб голос людини часто може змінюватись наприклад при застуді [24]. Та рівень шуму біля приладу повинен бути мінімум - це буває дуже рідко. Та й записати голос дозволеного робітника, а потім відтворити його біля приладу ідентифікатора не так і складно зробити.

Підпис – людина розписується на спеціальному пристрої типу графічного планшета. Комп'ютер порівнює отриману написану інформацію з тієї, яка зберігається в його базі, і в залежності від результатів порівняння надає доступ або відмовляє в ньому [24]. Саму підпис легко підробити, але сучасні зчитувачі вимірюють ще і характеристики руху руки при листі, що підвищує надійність методу.

Геометрія особи, клавіатурний почерк – ці методи цього часу не дуже добре розроблені, реально діючих систем, наскільки відомо, на цей час не існує [24].

До значних проблем біометричних способів ідентифікації окрім великої ціни, відноситься неправильний догляд, пошкодження ідентифікуючої поверхні (подряпини сканеру, лінзи камери, тощо). Більша частина біометричних ідентифікаторів не можна застосовувати ззовні. Всі ці недоліки призводить до швидкого виходу із ладу приладу біометричного ідентифікатора, що потребує знову дорогого ремонту або зовсім заміни на новий прилад.

Можна зробити такий висновок щодо біометричних ідентифікаторів: так вони одні із найточніших засобів ідентифікації серед інших, які складно підробити, але потрібен надійний догляд та робота окремої спеціалізованої людини в цій сфері для постійного догляду за працездатністю приладу, бо затримувати робітників наприклад через маленьку подряпину на камері, що

ідентифікує робітників може бути критично для підприємства, не зважаючи на великі витрати на обслуговування приладу біометричної ідентифікації.

Для СКУД ідентифікатор повинен бути надійним так і не преревердливим до обслуговування, бо на великому підприємстві через СКУД, а саме через прилад ідентифікатора кожен день проходить достатньо багато людей.

Наступний тип ідентифікаторів СКУД – речовинний код. Ідентифікатор, який використовує речовинний код - це предмет (карти, брелоки, електронні ключі та інші), в якому занесена ідентифікаційна ознака у вигляді кодової інформації.

Магнітні картки (рис. 2.6) – зчитуються, при проведенні в певному напрямку і з певною швидкістю по щілині зчитувача. Магнітна смуга із записаною на ній інформацією нанесена на одну зі сторін пластикової картки. Сучасні магнітні смуги виготовлені з матеріалів, що вимагають сильних магнітних полів для запису інформації і, відповідно, для її знищення, тому можна не боятися випадкового розмагнічування.



Рисунок 2.6 – Магнітна картка та зчитувач

Однак магнітні картки досить чутливі до зовнішніх впливів іншого роду – забруднення, вологи, подряпин. Ще один недолік пов'язаний з необхідністю точного позиціонування в зчитувач. Середній термін служби магнітних карт становить близько року, потім магнітний шар стирається. Тому магнітні картки застосовують, як правило, в системах, де передбачена часта заміна карт, наприклад, в готелях або на автостоянках.

Карти Віганда (рис. 2.7) – названі по імені вченого (Wiegand), який відкрив сплав, що володіє прямокутною петлею гістерезису. У середині карти розміщені відрізки дроту з цього сплаву, які при переміщенні повз голівки, що зчитує дозволяють зчитати інформацію.

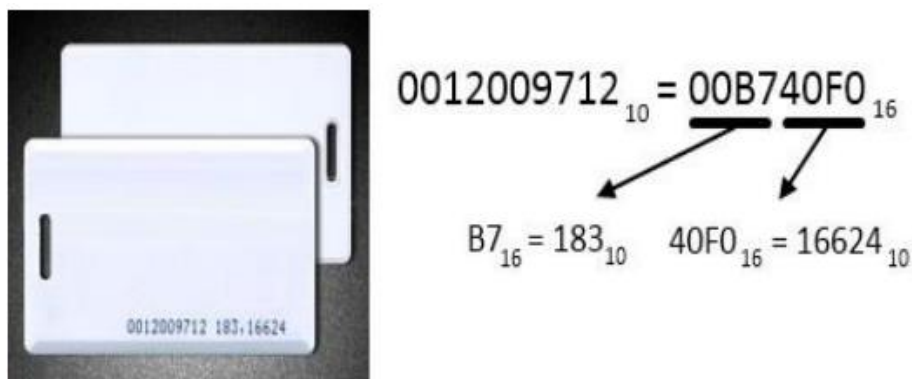


Рисунок 2.7 – Картка Віганда та розшифровка коду

Зазвичай на картці друкується 3 числа. Насправді, це одне і те ж число. Перше – 4-байтний код у десятирічному обчисленні. Друге і третє числа – два 2-байтних числа того ж самого коду.

Ці карти довговічніші, ніж магнітні, але і більш дорогі. Одним з недоліків є те, що код в карту занесений при виготовленні раз і назавжди.

Штрих-кодові карти (рис. 2.8) – на карту наноситься штриховий або його різновид – баркод. Існує більш складний варіант, коли штрихкод закривається матеріалом, прозорим тільки в інфрачервоному світлі, зчитування відбувається в інфрачервоній області.



Рисунок 2.8 – Штрих-кодова картка

Розшифрування такого коду проводиться в двох вимірах (по горизонталі і по вертикалі). Двомірні коди поділяються на багаторівневі (stacked) і матричні (matrix). Багаторівневі штрих-коди з'явилися історично раніше, і являють собою поставлені один на одного кілька звичайних лінійних кодів. Матричні ж коди більш щільно упаковують інформаційні елементи по вертикалі.

Радіочастотна ідентифікація (RFID), зображена на рисунку 2.9. RFID – це технологія автоматичної безконтактної ідентифікації об'єктів за допомогою радіочастотного каналу зв'язку. RFID – найбільш перспективний на сьогоднішній день тип ідентифікації за допомогою карт та брелків. Безконтактні картки/брелки діють на відстані і не вимагають чіткого позиціонування, що забезпечує їх стійку роботу і зручність використання, високу пропускну здатність. Для зчитування інформації з безконтактної картки/брелка її/його досить просто піднести до зчитувача. Зчитувач генерує електромагнітне випромінювання певної частоти. При внесенні карти в зону дії зчитувача, випромінювання зчитувача живить чіп карти через вбудовану в карті антену.



Рисунок 2.9 – Ідентифікація RFID

Базова система RFID складається з радіочастотної мітки та зчитувача інформації (reader). Ідентифікація об'єктів проводиться за унікальним цифровим кодом, який зчитується з пам'яті електронної мітки, що прикріплюється до об'єкта ідентифікації. Зчитувач містить в своєму складі передавач і антену, за допомогою яких випромінюється електромагнітне поле певної частоти. Потрапили в зону дії пристрою, що зчитує поля радіочастотні мітки «відповідають» власним сигналом, що містить ідентифікаційний номер (ID). Сигнал вловлюється антеною зчитувача, інформація розшифровується і передається в ПУ для обробки [11].

Ідентифікація об'єктів проводиться за унікальним цифровому коду, який зчитується з пам'яті електронної мітки, що прикріплюється до об'єкта ідентифікації. Зчитувач містить в своєму складі передавач і антену, за допомогою яких випромінюється електромагнітне поле певної частоти. Потрапили в зону дії пристрою, що зчитує поля радіочастотні мітки «відповідають» власним сигналом, що містить інформацію (ідентифікаційний номер товару, призначені для користувача дані і т.д.).

Сигнал відломлюється антеною зчитувача, інформація розшифровується і передається в комп'ютер для обробки.

В результаті аналізу типів ідентифікаторів, найкращою для СКУД що проектується, була обрана RFID ідентифікація. Обґрунтування вибору RFID ідентифікації:

- зручність використання;
- великий термін експлуатації;
- неперевередливість в обслуговуванні;
- невелика ціна.

Зчитувачем міток було обрано RFID-RC522.

Цей модуль реалізує ідентифікацію міток у СКУД, що дозволяє ідентифікувати зареєстрованих працівників у системі.

RFID-RC522 високо інтегрований зчитувач для безконтактної комунікації (рис. 2.10).

Зчитувач підтримує інтерфейси SPI, UART і I2C через які відбувається обмін даними з іншими приладами. На платі модуля на виходах мікросхеми обраний інтерфейс SPI. Основа модуля - мікросхема MFRC522.

Радіоідентифікація RFID відбувається при обміні даними по протоколу Mifare 1K. Mifare – торгова марка, яка об'єднує кілька типів мікросхем пластикових карт, мікросхеми зчитування і запису стаціонарних приладів і різні продукти на їх основі.

Пристрої цієї марки відповідають стандарту ISO 14443 Type A. Зчитувач RFID RC522 спрацьовує при піднесенні брелку у табл. 2.4.

Обмін даними відбувається через рамкові антени, що знаходяться в брелку і в модулі.

Сигнал модуля служить джерелом енергії для брелку [11].

Він може обробляти інформацію одночасно від декількох брелків.

Таблиця 2.4 - Технічні характеристики RFID-RC522

Параметр	Значення
База мікросхема	MFRC522
Напруга живлення	3,3 В
Споживаний струм	від 13 до 26 мА
Робоча частота	13,56 МГц
Дальність зчитування	від 0 мм до 60 мм
Інтерфейс	SPI
Максимальна швидкість передачі	10 МБіт/с
Розмір	40 мм × 60 мм
Технологія запису/зчитування	RFID
Ціна	2,4\$
Ціна однієї мітки (брелку)	0,3\$

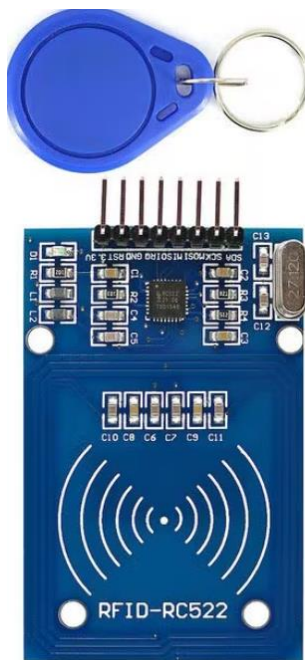


Рисунок 2.10 – RFID-RC522 та брелок

2.3.3 Пристрій аудіо вводу

За технічними характеристиками плата Raspberry Pi 4B [10] не має свого аудіо входу (мікрофона) на рис. 2.11. Як визначено раніше СКУД, що проектується повинна мати змогу створювати відеоповідомлення що надходитиме до чат-боту Telegram зі звуком. Це завдання не може бути виконано без використання додаткових модулів.

Проглянувши простори інтернету, найкращим варіантом, з точки зору простоти, компактності та ціни, вирішення цієї проблеми – є використання недорогого міні USB мікрофона. Як для мікрофону, що буде використовуватись у якості створення відеоповідомлень, якості аудіо та радіусу уловлювання звуку буде достатнім. Інтерфейс USB дозволяє спростити конструкцію СКУД в цілому, що не потребує використання додаткової зовнішньої аудіо карти та мікрофону з інтерфейсом 3,5 мм у табл. 2.5.



Рисунок 2.11 – Мікрофон BauTech PC USB 2 см

2.3.4 Камера

Для виконання функції запису відеоповідомлення та фотографування робітників потрібна камера. Плата Raspberry Pi 4 В має CSI порт, де камера підключається через інтерфейс MIPI. Ринок камер для Raspberry Pi дуже насичений різними типами модулів з різноманітними об'єктивами. Але як зазначено у технічному завданні система повинна мати змогу удосконалюватись. Тому на цьому етапі використано бюджетну версію камери, яка виконує основну функцію – запис відео у якості, яка сприятлива

для перегляду (720 p від 30 fps до 60 fps). В разі необхідності чіткої умови експлуатації приладу з точки зору якості відео та наявності нічного режиму, можлива зміна камери на більш сприятливу до умов на рис. 2.12.

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики мікрофону VauTech PC USB 2 см

Параметр	Значення
Чутливість	- 67 дБВ / Па - 47 дБВ / Па + / - 4 дБ
Частотний діапазон	від 100 кГц до 16 кГц
Розмір	2 см × 2 см × 0,5 см
Інтерфейс підключення	USB 2.0
Ціна	2\$

Альтернативою камер, що підключаються через порт CSI, є USB камери. Але вони програють у категорії ціни та й портів USB у Raspberry Pi хоч і 4, але порт USB є універсальним та популярним для багатьох модулів та інших приладів, що може створити проблему у недостатній кількості портів, у разі вдосконалення приладу [21]. Тому було обрано рішення, щодо використання камери, яка підключається до призначеного для камер порта CSI у табл 2.6.

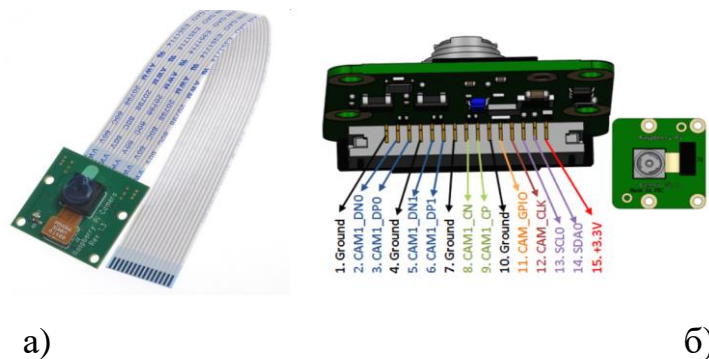


Рисунок 2.12 – Модуль камери для Raspberry Pi (а).

Піни камери (б)

Таблиця 2.6 – Технічні характеристики модулю камери для Raspberry Pi

Параметр	Значення
Роздільна здатність матриці камери	5 мп 2592 × 1944
Відео формати	1080 p (30 fps), 720 p (60 fps), VGA (60-90 fps)
Матриця	¼ дюйма
Інтерфейс підключення	Шлейф до порта CSI
Розмір	24 мм × 24 мм × 9 мм
Вага	13 г
Ціна	4,5\$

2.3.5 Пристрій аудіо виводу

За технічним завданням, СКУД повинна мати змогу озвучувати повідомлення від адміністратора, які відправлені у чат з Telegram ботом. Та озвучувати факт зачинення, відчинення замку.

У підрозділі 2.3.3 вказано що плата Raspberry Pi 4 B має аудіо вихід, а саме це 3,5 мм порт, micro-HDMI та Bluetooth [10]. Дані інтерфейси дозволяють підключити до плати велику кількість пристроїв аудіо виводу. Наприклад, це може бути Bluetooth колонка, акустична система. Проблема цих приладів складається в тому, що для них потрібне окреме від плати живлення. Дані пристрої спеціалізовані під високоякісний, гучний вивід звука, наприклад, для музики. Тому ціна на них достатньо велика, як для пристрою який буде просто озвучувати повідомлення. Розглянуті варіанти – вже кінцеві варіанти виведення аудіо, які якісно не вбудуєш у систему, що розроблюється, яка виходячи з технічного завдання на розробку, повинна

бути компактна. В результаті чого, було прийнято рішення зібрати с декількох компонентів модуль аудіо виводу, який підійде для реалізації функції озвучення повідомлень у табл. 2.7.

В СКУД що проектується пропонується використання аудіо підсилювача, який має змогу живитися від портів 5 В, GND Raspberry Pi 4 В. Було обрано аудіо підсилювач бюджетного класу РАМ8403 [14] (рис. 2.13).

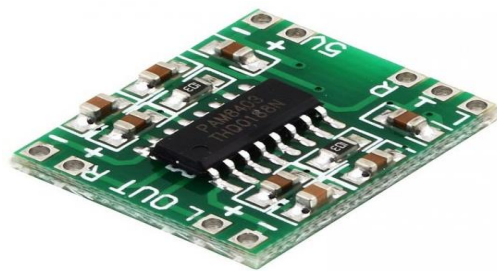


Рисунок 2.13 – Зображення аудіо підсилювача РАМ8403

Таблиця 2.7 – Технічні характеристики аудіо підсилювача РАМ8403

Параметр	Значення
Вихідна потужність	2 шт. × 3 Вт
Робоча напруга	від 2,5 В до 5 В
КПД	до 90 %
Розміри	21 мм × 18 мм × 3,5 мм
Вбудовані запобіжники	Запобіжник від КЗ, запобіжник від перегріву
Ціна	0,3\$

Для того щоб зібрати до кінця модуль аудіо виводу потрібно до аудіо підсилювача під'єднати динаміки, 5 В та GND з плати Raspberry Pi 4 В, 3,5 мм mini jack кабель, за схемою на рисунку 2.14.

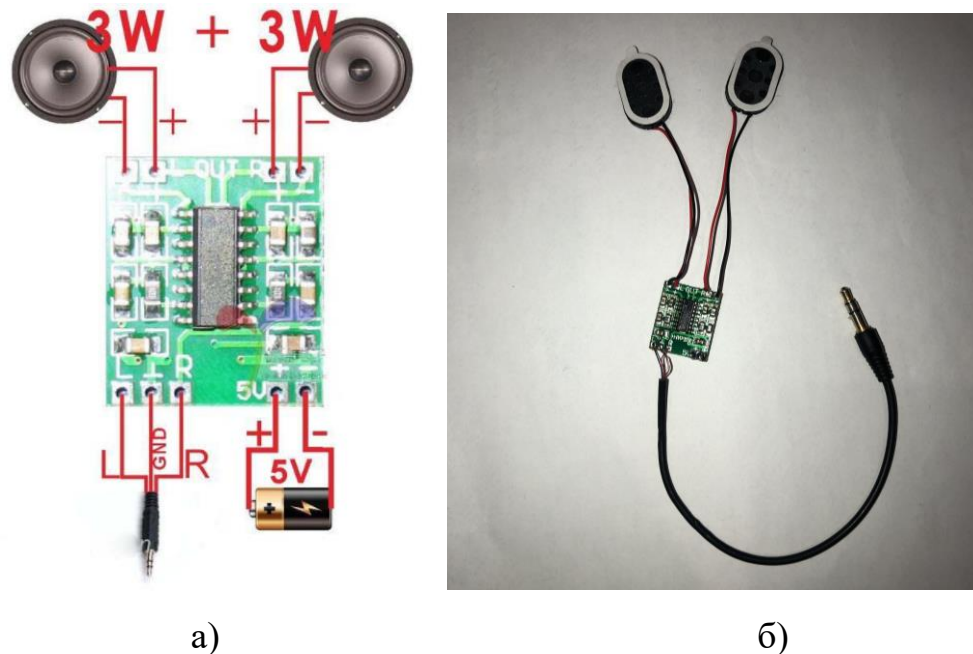


Рисунок 2.14 – Схема підключення модулю аудіо виводу (а).
Зібраний модуль аудіо виводу (б)

2.3.6 Дисплей

В якості дисплею для виводу інформації о статусі RFID зчитувача було обрано LCD 1602 дисплей, для відображення результату температурних замірів. Даний дисплей розмірності 1602 спроектований на базі контролера HD44780 від японської фірми Hitachi. Контролер має однобайтні осередки пам'яті, вміст яких відображається на екрані. Даний LCD дисплей відображає 2 рядки по 16 символів. Рідкокристалічний дисплей 1602 А відображає 2 рядки по 16 символів. Дозвіл символів становить 5 пікселів \times 8 пікселів, проте більшість стандартних символів використовують розширення 5 пікселів \times 7 пікселів. Нижній рядок використовується для відображення

курсора у вигляді підкреслення. Також курсор може мати вигляд залитого поля 5 пікселів x 8 пікселів у табл. 2.8. Крім того, курсор може бути включений / відключений або блимати (рисунок 2.15).

Контакти LCD 1602:

- GND — земля;
- VCC — живлення LCD дисплею;
- Vo (LCD Contrast) — вихід контролює контрастність зображення
- RS (Register Select) — цей вихід дозволяє Arduino повідомляти LCD -дисплею, відправляються команди або дані. В основному цей вихід використовується для диференціації команд від даних. Наприклад, коли на виводі RS встановлено значення LOW, відправляємо команди на LCD -дисплей (наприклад, встановити курсор в певному місці, очистити дисплей, зрушити дисплей вправо і т. Д.). Коли висновок RS встановлено значення HIGH, відправляємо дані / символи на LCD -дисплей.
- R/W (Read/Write) — вихід призначений для контролю того, що необхідно зробити - зчитати дані або передати їх на LCD -дисплеї.
- EN (Enable) — вихід використовується для включення дисплея. Це означає, що коли на цьому виході встановлено значення LOW LCD -дисплей не реагує на те, що відбувається з R / W, RS і лініями шини даних. Коли ж на цьому висновку HIGH LCD -дисплей обробляє вхідні дані.
- D0-D7 (Data Bus) — це виходи по яким передаються 8-бітові дані на дисплей. Наприклад, якщо хочемо відобразити символ «А» в верхньому регістрі, відправляємо на LCD дисплей 0100 0001 (відповідно до таблиці ASCII).
- АК (Anode & Cathode) – вихід управлінням яркістю підсвітки LCD дисплея.

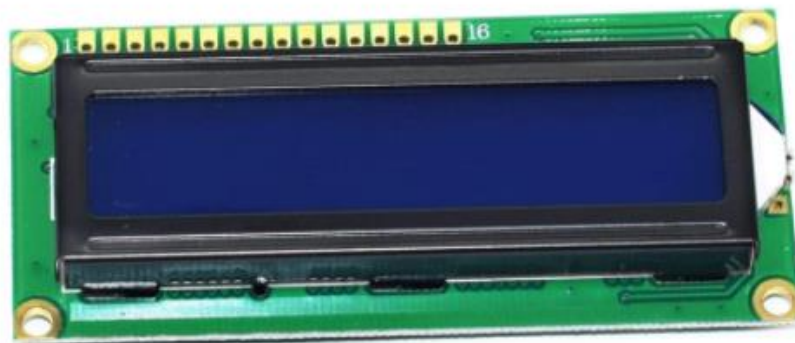


Рисунок 2.15 - LCD 1602 дисплей

Таблиця 2.8 – Технічні характеристики LCD 1602 дисплею

Модель	LCD 1602 A
Напруга живлення	від 4,7 В до 5,5 В
Сила струму	1,2 мА
Вихідний сигнал	цифровий сигнал через одну шину
Розмір символів	3 мм × 5,23 мм
Розмір екрану	64 мм × 15 мм
Колір підсвітки екрану	синій
Колір символів	білий
Розміри модуля	80 мм × 36 мм × 11 мм
Частота оновлення	10 Гц
Ціна	2,1\$

2.3.7 Датчик відкриття дверей

Для того щоб реалізувати функції сповіщення о факту відкриття/закриття дверей та примусової перевірки стану дверей адміністратору у чат-боті Telegram, потрібно обрати датчик відкриття дверей.

Для цих цілей підійде простий магнітний датчик відкриття дверей МС-38 (рис. 2.16). У середині датчика знаходиться геркон з нормально-розімкнутими контактами. При закритих дверях, коли магніт перебуває близько до датчика, контакти датчика замкнені і розмикаються при відкритті дверей.

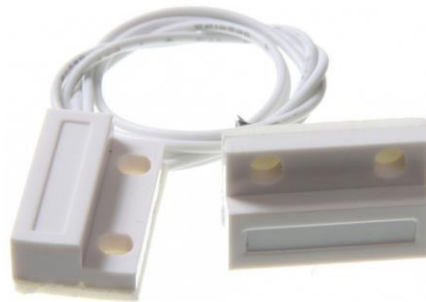


Рисунок 2.16 – Датчик відкриття дверей МС-38

2.3.8 Блокуючий пристрій

Як вже було проаналізовано у підрозділі 1.1 в якості блокуючих пристроїв можуть бути: електромеханічні замки, електромагнітні замки, електромагнітні засувки, механізми приводу шлюзів, воріт, турнікетів і інші подібні пристрої. Вибір великий, але як зазначено у технічному завданні система повинна мати змогу удосконалюватись. Тому на цьому етапі використано бюджетну версію електромеханічного соленоїдного замку (рис. 2.17).

Має два піна під'єднання: GND, 12 В. Принци роботи простий: при подачі напруги на 12 В (червоний провід) замок відчиняється, при її відсутності він зачинений. Так для того щоб заживити цей замок потрібно 12 В, яких у Raspberry Pi 4 В за технічними характеристиками немає.

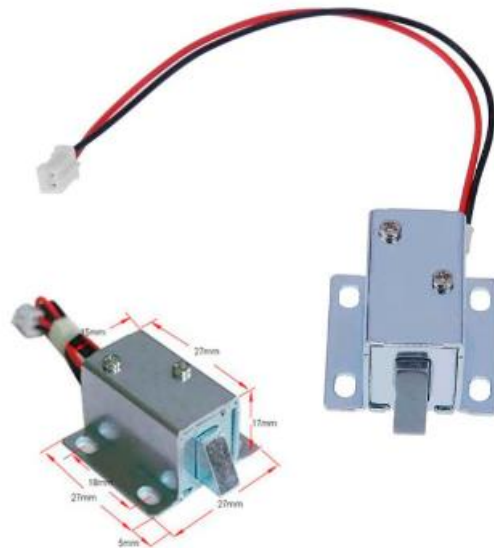


Рисунок 2.17 – Електромеханічний соленоїдний замок

Та й замків такого типу з низьким вольтажем, яка може видасти Raspberry Pi 4 В [10] та любий інший одноплатний комп'ютер достатньо мала кількість у Інтернет магазинах. Тому було вирішено застосувати у схемі додаткове живлення 12 В в вигляді акумулятора. Перемикачі подачу 12 В з акумулятора на замок буде реле, на яке ПУ Raspberry Pi 4 В буде подавати сигнал відповідно до запиту дії (зачинити/відчинити).

2.4 Висновки до розділу 2

У даному розділі було запропоновано структурну та функціональну схему системи обмеженого доступу. Порівняно з аналогами та обрано апаратну частину СКУД, а саме: пристрій управління, ідентифікатор, пристрій аудіо вводу, камера, пристрій аудіо виводу, дисплей, датчик відкриття дверей, блокуючий пристрій.

3 РОЗРОБКА СКУД

3.1 Опис апаратної збірки СКУД

У цьому підрозділі розглянуто послідовність апаратної збірки СКУД, що проектується. Щоб явно побачити апаратні компоненти СКУД вся збірка виконується на макетній платі.

Першим етапом збірки є під'єднання живлення (5,1 В, 3 А, через інтерфейс USB-C) до ПУ, плати Raspberry Pi 4В. Але плата не заживлюється поки усі апаратні частини не будуть під'єднані. Перемикачем живлення є кнопка на блоку живлення.

Як визначено у пункті 2.2.1 вибір ПУ, Raspberry Pi 4 В не має власної флеш-пам'яті, тому для вирішення даної проблеми використана карта пам'яті MicroSD на 32 Гб. Підключається до роз'єм на платі Raspberry Pi 4 В для MicroSD.

Далі під'єднано пристрій вводу аудіо, в нашому випадку – це міні USB мікрофон, який підключено до плати Raspberry Pi 4 В через інтерфейс USB 3.0.

Під'єднана відеокамера. Під'єднано до плати через шлейф камери до порта CSI Raspberry Pi 4 В на рис. 3.1.

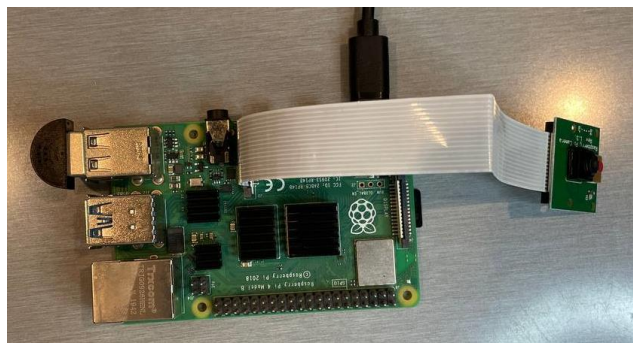


Рисунок 3.1 – Підключення живлення мікрофона та відеокамери до Raspberry Pi 4 В

Як визначено у пункті 2.2.5 за схемою під'єднання модулю аудіо виводу (рис. 2.14) здійснюється таким чином:

- 5 В до порту за номером GPIO 25 В Raspberry Pi 4 В (рис. 3.2);
- GND до порту за номером GPIO 6 GND на пінах Raspberry Pi 4 В (рис. 3.2);
- 3,5 мм jack до роз'єму 3,5 мм аудіо виходу плати Raspberry Pi 4 В.

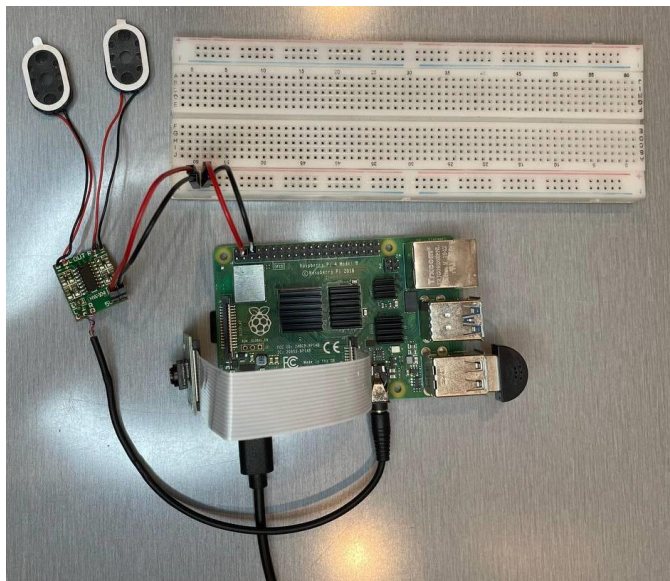


Рисунок 3.2 – Підключення модулю аудіо виводу

Підключення кнопки та датчику відкриття/закриття дверей.

Один контакт кнопки типу OFF-ON без фіксації під'єднано до порту GPIO 26 (SDA) Raspberry Pi 4 В, а інший до землі. Додавання окремих резисторів до схеми підключення кнопки не обов'язково, бо GPIO має підтягуючі до шини живлення та землі резистори, якими можна керувати програмно.

Підключення до схеми датчику відкриття/закриття дверей, схожий з типом підключення кнопки. Датчик одним із контактів підключається до GPIO 18 (PCM_CLK), а другим до GND на рис. 3.3.

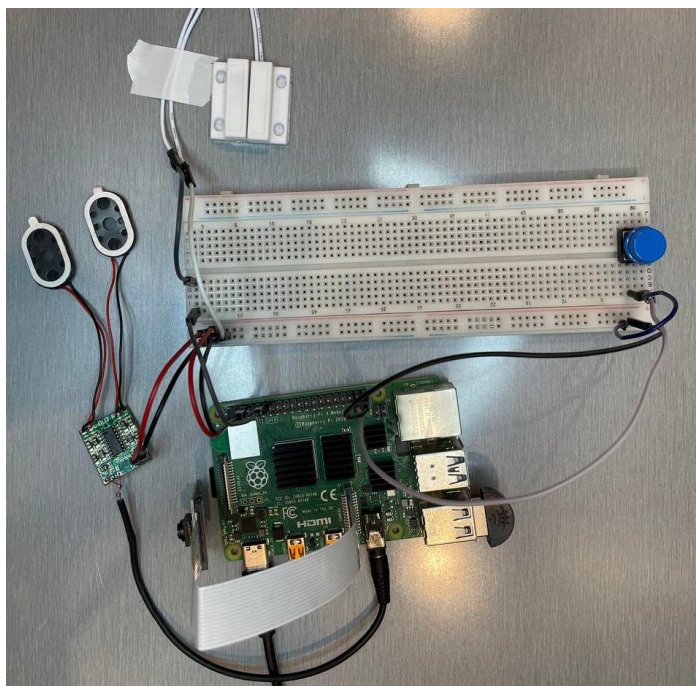


Рисунок 3.3 – Підключення кнопки та датчику відкриття/закриття двері

Наступний етап апаратної збірки полягає у під'єднанні RFID зчитувача на рис 3.4. До плати Raspberry Pi 4 B приєднується зчитувач RFID-RC522 за таблицею 3.1.

Таблиця 3.1 – Під'єднання зчитувача RFID-RC522 до плати Raspberry Pi 4B

RFID-RC522	Raspberry Pi 4 B (GPIO)
RST	22
SDA	24
MOSI	19
MISO	21
SCK	23
VCC	3,3 B
GND	GND

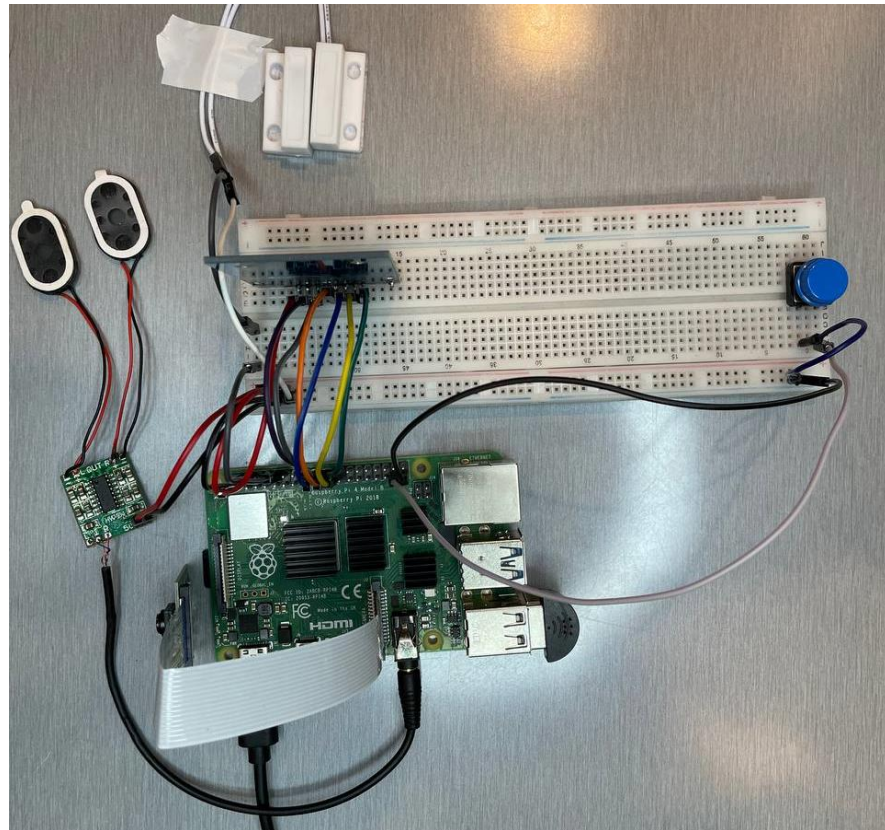


Рисунок 3.4 – Підключення RFID-RC522 до Raspberry Pi 4 B

Під'єднання LCD дисплею до плати Raspberry Pi 4 B на рис. 3.5.

Спочатку з LCD дисплеєм поєднується I2C інтерфейс, для економії портів GPIO. Подальше спілкування LCD з ПУ виконується за допомогою I2C шини. Далі LCD дисплей з'єднується з ПУ за таблицею 3.2.

Таблиця 3.2 – Під'єднання LCD дисплея до плати Raspberry Pi 4B

LCD 1602 дисплей + I2C інтерфейс	Raspberry Pi 4B (GPIO)
SDA	3
SCL	5
VCC	5B
GND	GND

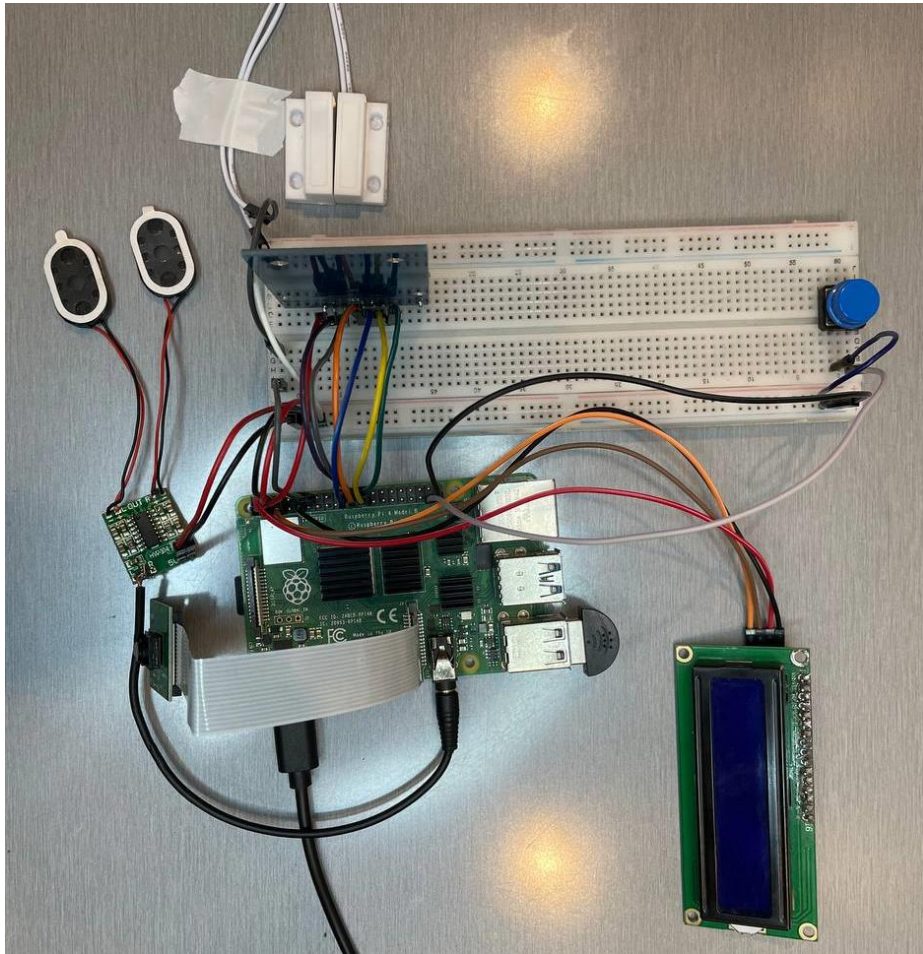


Рисунок 3.5 – Підключення LCD 1602 дисплей + I2C інтерфейс до Raspberry Pi 4 B

Під'єднання електромеханічного замку до плати Raspberry Pi 4B та зумера рис. 3.6.

Як було визначено в пункті 2.2.8 електромеханічний замок живиться від 12 В, які плата Raspberry Pi 4 B не може видати. Тому по-перше потрібно під'єднати реле напруги до плати. Реле під'єднується до плати за пінами GND – GND (GPIO), VCC – 5 В (GPIO), IN – 12 GPIO. Далі електромеханічний замок під'єднується до реле VCC – NO та GND до мінусу акумулятору. Акумулятор під'єднується + до C порту реле. Взаємодія Raspberry Pi – реле – акумулятор – електромеханічний замок виконано.

Зумер під'єднаний за пінами GND – GND (GPIO), + до 13 GPIO.

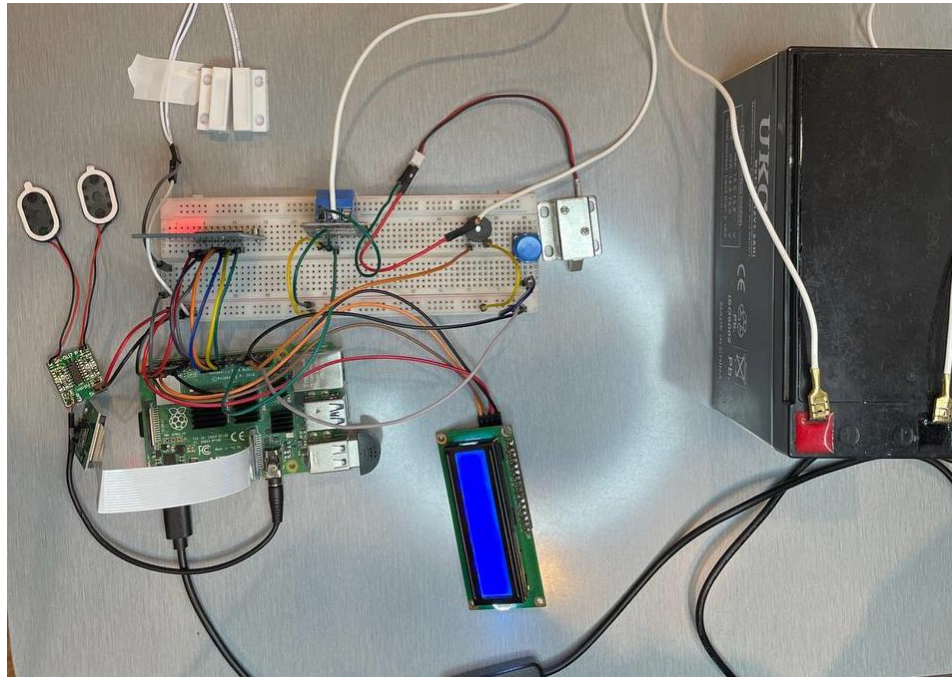


Рисунок 3.6 – Загальний вигляд СКУД на базі Raspberry Pi 4 B

Після завершення апаратної збірки СКУД, плата Raspberry Pi 4B заживлена, шляхом натиснення кнопки на блоку живлення.

3.2 Розробка блок-схеми алгоритму роботи СКУД

Як визначено раніше СКУД – це комплекс апаратно та програмних засобів. Тому доречно розробити блок-схему алгоритму роботи СКУД. Так як СКУД, що розроблюється використовуються двома типами користувачів – це адміністратори та відвідувачі (робітники та незареєстровані особи) Було вирішено поділити блок схему на дві частини. Перша частина з точки зору адміністратора – це адміністрування доступу відвідувачів в тому рахунку і робітників через телеграм бота (рис. 3.7). Друга з точки зору відвідувача – це варіанти отримання доступу до приміщення та зв'язок з адміністратором (рис. 3.8).

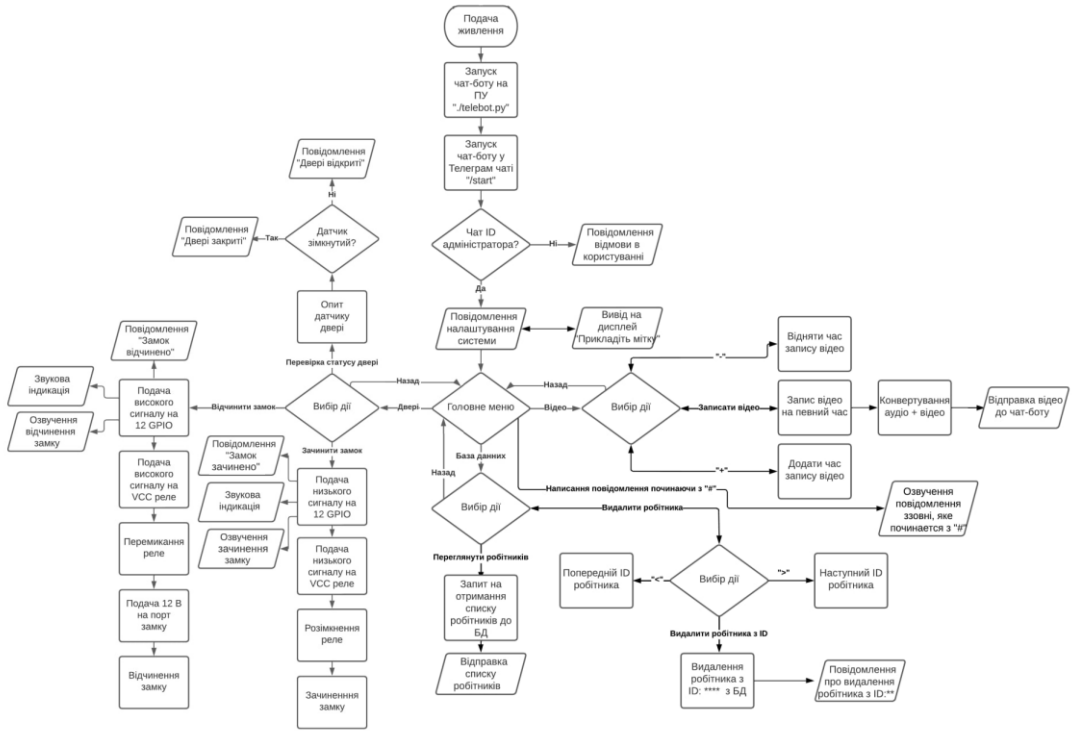


Рисунок 3.7 – Блок-схема алгоритму роботи СКУД (адміністратор)

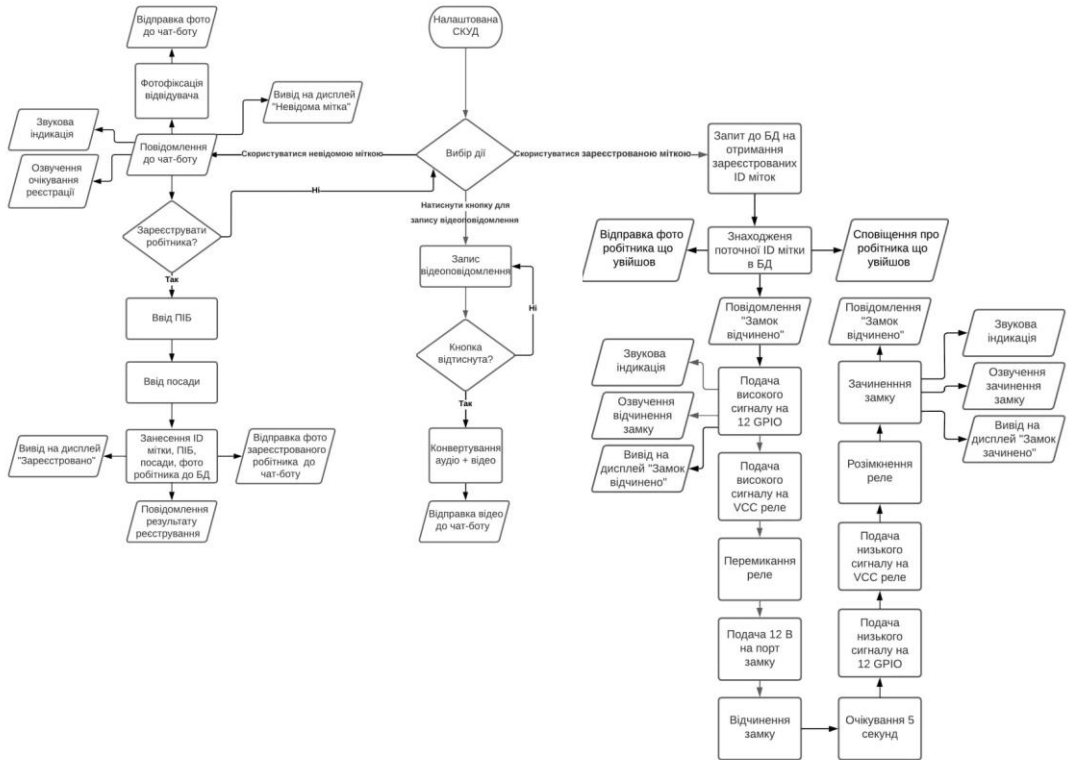


Рисунок 3.8 – Блок-схема алгоритму роботи СКУД (відвідувач, робітник)

3.3 Програмні засоби

Для того щоб почати розробку програмної частини СКУД, потрібно налаштувати програмне забезпечення (ПЗ) на міні комп'ютері Raspberry Pi 4 В. В даному підрозділі описано: операційна система, середовище програмування, необхідні програмні модулі, бібліотеки для розробки.

3.3.1 Операційна система

На Raspberry Pi 4 В встановлюється велика кількість дистрибутивів Linux, Windows та інших менш відомих операційних систем.

У роботі було обрано Raspbian, так як цей вибір більше за інших підходить для реалізації заданої системи. Raspbian – це операційна система, яка основана на Debian та оптимізована для малопродуктивних процесорів ARM, який використовується у Raspberry Pi 4 В.

Установка операційної системи виконується за допомогою завантаження через застосунок Raspberry Pi Imager, який встановлено на окремому комп'ютері. Завантаження дистрибутиву ОС на microSD карту, яку попередньо потрібно під'єднати до комп'ютера через карт рідер. Після успішного завантаження потрібно вставити карту пам'яті з ОС до Raspberry Pi 4 В порта для microSD та подати живлення на плату. Операційна система виконає деякі початкові налаштування і перезавантажиться.

3.3.2 Віддалене управління платою

Управління платою здійснюється дистанційно за допомогою протоколу дистанційного управління SSH. Але для того щоб запусити SSH сервер потрібно, якимось під'єднати плату до мережі Internet [26].

Для того щоб під'єднатися до плати через SSH потрібно її під'єднати LAN кабелем до комп'ютера або під'єднати монітор через micro HDMI,

мишу та клавіатур, після цього підключитися до Wi-Fi, через графічну оболонку Raspbian. Також є можливість автоматичної конфігурації підключення до WIFI при запуску плати. Для цього потрібно створити в /boot розділі файл з назвою wpa_supplicant.conf і наступним змістом лістинг 3.1, де замість NETWORK-NAME та NETWORK-PASSWORD дані налаштування Wi-Fi мережі.

Лістинг 3.1 – Зміст wpa_supplicant.conf

```
country=UA
ctrl_interface=DIR=/var/run/wpa_supplicant GROUP=netdev
update_config=1
network={
    ssid="NETWORK-NAME"
    psk="NETWORK-PASSWORD"
}
```

Наступний етап – це налаштування SSH серверу на Raspberry Pi 4B. Для цього потрібно створити файл ssh в /boot розділі. Після старту плати SSH сервер автоматично налаштується та відкриє 22 порт для віддаленого під'єднання до плати. Далі на хост комп'ютері вводимо IP адресу Raspberry Pi та під'єднуємося через команду “ssh pi@192.168.1.11”. В якості хост системи використовується Ubuntu [26].

3.3.3 Чат-бот Telegram

Щоб створити чат-бота потрібно, зареєструвавшись в месенджері Telegram, набрати у пошуку BotFather – це теж чат-бот для створення чат-ботів. Далі за допомогою команди “/newbot” створено та визначено ім'я та id чат-боту [13]. В результаті цих дій отримуємо token, який використовується для розробки програми чат-боту на рис. 3.9.

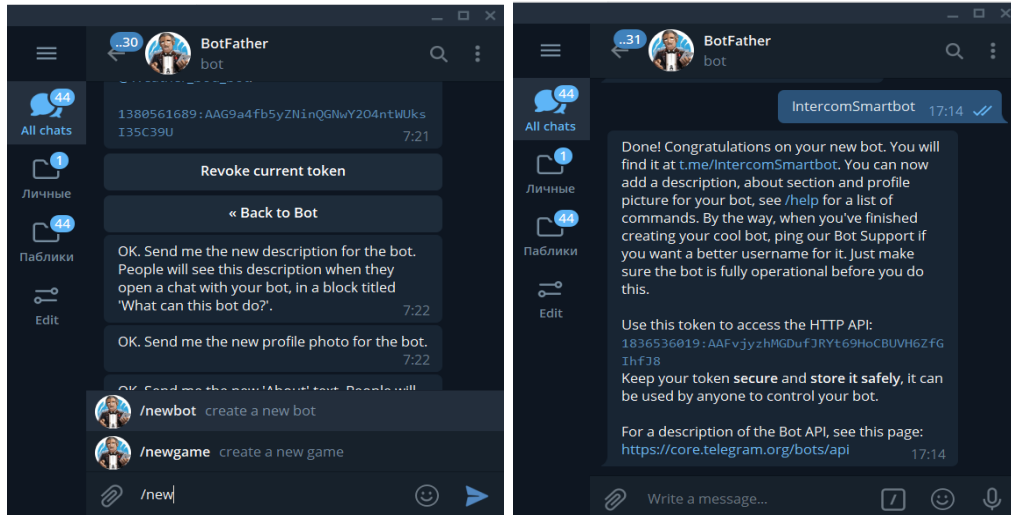


Рисунок 3.9 – Реєстрація нового чат-боту

3.3.4 База даних

В якості БД обрано SQLite та бібліотека Python SQLite3 для роботи з БД.

SQLite — це швидка і легка однофайлова СУБД, що вбудовується, на мові С, яка не має сервера і дозволяє зберігати всю базу локально на одному пристрої. Для роботи SQLite не потрібні сторонні бібліотеки або служби [25].

Поняття «вбудований» означає, що СУБД не використовує парадигму клієнт-сервер. Двигун SQLite — це не окремий процес, з яким взаємодіє програма, а бібліотека. Програма компонується з нею, і двигун служить складовою програми. Як протокол обміну використовуються виклики функцій (API) бібліотеки SQLite [25].

База даних - це набір структурованої інформації. Для її зміни потрібні системи управління – СУБД. Як і будь-яка СУБД, SQLite дозволяє записувати нову та запитувати існуючу інформацію, змінювати її, налаштовувати доступ.

SQLite не вимагає адміністрування та працює на мобільних пристроях, одноплатних комп'ютерах, ігрових приставках, телевізорах, безпілотних літальних апаратах, камерах, автомобільних мультимедійних системах тощо.

Більшість СУБД використовують клієнт-серверну архітектуру: дані зберігаються та обробляються на сервері, а запити щодо нього посилає клієнт. "Клієнт" - це частина програми, з якою взаємодіє користувач. Сервером може бути і окремий процес на тому ж комп'ютері (так званий демон), і сторонній пристрій, як у випадку з сайтами.

SQLite влаштована інакше і немає сервера. Це означає, що всі дані програмного забезпечення зберігаються на одному пристрої. СУБД вбудовується у додаток та працює як його складова частина. Якщо встановити на комп'ютер програму, що використовує SQLite, то база даних теж зберігатиметься на ньому. Формат бази – один текстовий файл, який можна прочитати на будь-якій платформі. Такий підхід підвищує продуктивність та швидкість роботи [25].

Висока швидкість. Завдяки особливостям архітектури SQLite працює швидко, особливо читання. Компоненти СУБД вбудовані у додаток і викликаються у тому процесі. Тому доступ до них швидший, ніж при взаємодії між різними процесами [25].

Зберігання даних у одному файлі. База даних складається з табличних записів, зв'язків між ними, індексів та інших компонентів. У SQLite вони зберігаються в єдиному файлі (database file), який знаходиться на тому ж пристрої, що й програма. Щоб під час роботи не виникало помилок, файл блокується для сторонніх процесів перед записом. Раніше це призводило до того, що записувати дані до бази міг лише один процес одночасно. Але в нових версіях це вирішується перенастроюванням режиму роботи СУБД [25].

Переваги SQLite.

Мінімалізм. Автори SQLite користуються принципом «мінімального повного набору». З усіх можливостей SQL у ній є потрібні. Тому SQLite відрізняють малий розмір, простота рішень та легкість адміністрування. Для підвищення базової функціональності можна використовувати стороннє програмне забезпечення та розширення.

Надійність. Код на 100% покритий тестами. Це означає, що випробуваний кожен компонент ПЗ. Тому SQLite вважається надійною СУБД із мінімальним ризиком непередбачуваної поведінки.

Нульова конфігурація. Перед використанням СУБД не потрібне складне налаштування або тривале встановлення. Для вирішення більшості завдань їй можна скористатися «з коробки», без встановлення додаткових компонентів [25].

Мінімальний розмір. Повністю налаштований SQLite з усіма параметрами займає менше 400 Кб. Якщо використовувати СУБД без додаткових компонентів, можна зменшити розмір до 250 Кб [25]. Він залежить лише від кількості завантаженої інформації. Незважаючи на малий розмір, SQLite підтримує більшість функцій стандарту SQL2 і має низку власних.

Доступність. SQLite знаходиться у публічному доступі. На її використання немає правових обмежень, а власником вважається суспільство. Можна відкривати, переглядати та змінювати вихідний код встановленого програмного забезпечення.

Кросплатформність. СУБД підходить для UNIX-подібних систем, MacOS та Windows [25].

Автономність. Система незалежна від стороннього програмного забезпечення, бібліотек або фреймворків. Щоб додаток з базою SQLite працював, додаткові компоненти не потрібні. Також не є обов'язковим доступ в інтернет: вся база зберігається на пристрої, отримати дані можна локально.

3.3.5 Засоби розробки

Вибір мови програмування пав на Python . Так як завдання на розробку програми включає розробку логіки чат-бота серверу та застосування портів вводу/виводу системи Raspberry Pi 4 B, зокрема портів GPIO. Python та

бібліотеки для розробки чат-боту та взаємодії з портами GPIO Raspberry Pi, такі як telepot, gpiozero, picamera2, RPI.GPIO, pyaudio, найкраще серед інших варіантів підходять для програмної реалізації [20, 6].

Для встановлення потрібних бібліотек, модулів, програм, звично, як для системи на Linux використовується термінал з інтерпретатором bash. Також термінал використовується для цілей створення запуску програми, відладки проекту, запуску середовища розробки.

3.4 Програмна реалізація СКУД

3.4.1 Файлова структура проекту

Як можна побачити на рисунку проект складається з файлу програми telebot.py написаної на Python, та директорій: db, photos varFiles VideoMessage.

Директорія db містить файл database.db. Як зрозуміло з назви – це файл БД, який створюється при першому запуску програми.

Директорія photos потрібна для накопичення фотографій невідомих відвідувачів (someone.jpg).

Директорія varMessage потрібна для буферного накопичення файлів аудіо та відео по окремі, для подальшої конвертації у відеоповідомлення потрібного формату. Після закінчення взаємодії з буферними файлами, вони очищуються. Готове для відправки до чат-боту конвертоване відеоповідомлення зберігається у директорії VideoMessage та зберігається на рис. 3.10. Це дає змогу передивитись їх у разі необхідності.

```

bodpi@raspberrypi:~/Project/RPi-RFID $ tree .
.
├── db
│   ├── database.db
│   ├── database.db-shm
│   └── database.db-wal
├── photos
│   ├── someone.jpg
│   └── Гузенко Богдан МаксимовичІнженер.jpg
├── telebot.py
├── varFiles
├── VideoMessage
│   └── v_message_2022-12-12_14:19:33.56.mov
└──
4 directories, 7 files

```

Рисунок 3.10 – Файлова структура проекту

3.4.2 Структура програми telebot.py

На початку вказаний shebang – шлях до пакету з мовою розробки. Далі під'єднуються бібліотеки, вказуються параметри налаштування, формати відеозапису та аудіозапису. Визначаються глобальні змінні. Ініціалізуються порти GPIO за вибраною конфігурацією. Реалізовані функції: звукової індикації, роботи з БД, конвертування фотографії до blob формату [25].

Основна функція def handle() реалізує відповіді на запити від Telegram чат-боту [9].

За функціональною схемою програми на рисунку 2.2 розглянемо основні блоки за програмною реалізацією.

Блок зв'язку з чат-бот клієнтом.

Даний програмний блок реалізує функції, які визначено раніше у підрозділі 2.1 за алгоритмом програми. Для прикладу приведено декілька лістингів з програмною реалізацією цих функцій (лістинг 3.2).

Лістинг 3.2 – Отримання зв'язку з чат-бот клієнтом за токеном, отримання повідомлень та перевірка на дозволений chat_id власника

```

chat_id_allow = *****
TOKEN = "*****"

```

```

bot = telepot.Bot(TOKEN)
print (bot.getMe())
////////////////////////////////////
def handle(msg):
    content_type, chat_type, chat_id = telepot.glance(msg)
    chat_id = msg['chat']['id']
    command = msg['text']
    global registry, num_2_del, allowed_ids
    print('Received:')
    print(command)
    if chat_id != chat_id_allow:
        bot.sendMessage(chat_id, str("Не дозволений chat
ID"))
        bot.sendMessage(chat_id, str("Приватний чат-бот"))
        print("id: "+str(chat_id))
////////////////////////////////////
    MessageLoop(bot, handle).run_as_thread()

```

Обробка повідомлення виконується у циклі (MessageLoop лістинг 3.2) та очікує команди, які визначені у програмі за допомогою конструкції if-elif-else. Повідомлення, фото, відео до чат-боту відправляються за допомогою метода sendMessage, sendPhoto, sendVideo.

Лістинг 3.3 – Обробка повідомлення. Розмітка ReplyKeyboardMarkup.
Відправка повідомлення

```

elif command == "-":
    if seconds > 1:
        seconds -= 1
        markup = ReplyKeyboardMarkup(keyboard=[
            [dict(text='-'), dict(text='+')],
            [dict(text='Записати відео на ' + str(seconds) +
" сек")],
            [dict(text='Назад')],
        ])
        bot.sendMessage(chat_id, 'Час запису зменшено ',
reply_markup=markup)

```

Блок аудіо виводу.

Для можливості озвучення та виводу звуку на аудіо вивід, використовується програма синтезатору мовлення RHVoice, яка має можливість озвучувати текст. Вибір пав саме на RHVoice, так як він один із

малої кількості синтезаторів мовлення, який має підтримку української мови. За допомогою виклику термінальної команди, яка формується у програмі telebot.py, з заданим текстом для озвучення.

Лістинг 3.4 – Озвучення повідомлення, синтезатором мовлення та відправка до Serial порту значення відкриття замку

```
elif command == 'Зачинити замок':
    GPIO.output(12, False)
    lock_value = False
    display.lcd_clear()
    display.lcd_display_string(u"ЗАМОК ЗАЧИНЕНО", 1)
    play_buzz_one()
    bot.sendMessage(chat_id, 'Замок зачинено')
    voice_command = "echo " + "Замок зачинено" + "| RHVoice-
test -p Natalia "
    call([voice_command], shell=True)
```

Блок відеоповідомлення.

Для формування відеоповідомлення використовуються програмні засоби запису відео з камери та звуку з мікрофону.

Для формування назви та місцеположення буферних файлів аудіо, відео та готового відеоповідомлення, використано засоби визначення поточного часу для найменування файлів, що записуються.

Лістинг 3.5 – Формування назви файлів

```
path_buff = '/home/bodpi/Project/RPi-RFID/varFiles/'
path_v_message = '/home/bodpi/Project/RPi-RFID/VideoMessage/'
now = datetime.utcnow().strftime('%Y-%m-%d_%H:%M:%S.%f')[:-4]
filename_video = path_buff + "video_" + str(now)
filename_audio = path_buff + "audio_" + str(now)
filename_v_message = path_v_message + "v_message_" +
str(now)
```

Стосовно відеозапису використовується бібліотека `picamera2`, яка має функції запису, вибір параметрів відео, що потрібно у проекті. Чим краще

зображення та кількість кадрів в секунду, тим більше місця на накоплювачі воно займає та довше час обробки. Тому було вирішено знайти компроміс між якістю зображення, часом обробки та місцем, що воно буде займати. Час запису визначається функціями, які починають та закінчують запис.

Лістинг 3.6 – Запис відео

```
camera = PiCamera()
camera.resolution = (640, 480)
camera.framerate = 30
////////////////////////////////////
encoder = H264Encoder(10000000)
camera.start_recording(encoder, filename_video + ".h264")
print("Start recording v_message")
camera.stop_recording()
```

Стосовно аудіо запису використовується бібліотека для обробки, запису звуку PyAudio. На відміну від відеозапису тут вже більш детально виконується запис, а саме це створення потоку для запису кадрів. Що стосовно якості звуку, тут можна обрати найкращий варіант, так як обробка звуку не займає багату часу, не зважаючи на те що обробка аудіо та звуку виконується послідовно. Обчислювана потужність Raspberry Pi дозволяє швидко виконувати обробку звуку.

Лістинг 3.7 – Запис звуку

```
p = pyaudio.PyAudio()
stream = p.open(format=FORMAT,
                channels=CHANNELS,
                rate=RATE,
                input=True,
                frames_per_buffer=chunk)
stream.start_stream()
frames = []
while button.is_pressed:
    data = stream.read(chunk)
    frames.append(data)
camera.stop_recording()
stream.stop_stream()
```

```

stream.close()
p.terminate()
print("Start recording v_message")
wf.setsampwidth(p.get_sample_size(FORMAT))
wf.setframerate(RATE)
wf.writeframes(b''.join(frames))
wf.close()

```

Конвертування до готового формату відповідомлення виконується за допомогою консольної програми `ffmpeg`. В програмі виконується виклик консольної команди, яка повинна обробити тільки що записані аудіо та відео файли до єдиного формату відео зі звуком, який приймає Telegram, а саме обрано `‘.mov’`.

Лістинг 3.8 – Конвертування до формату відеоповідомлення та відправка до чат-боту

```

convert_command = "ffmpeg -i " + filename_video + '.h264' +
' -i ' + filename_audio + '.wav' + ' -map 0 -map 1:a -c:v
copy -c:a:0 copy -c:a:1 aac ' + filename_v_message + '.mov'
delete_command = "rm -rf " + path_buff + "*"
print(convert_command)
call([convert_command], shell=True)
print(delete_command)
call([delete_command], shell=True)
video = open(filename_v_message + '.mov', 'rb')
bot.sendVideo(chat_id_allow, video)
bot.sendMessage(chat_id_allow, str("Відеоповідомлення від
відвідувача!"))

```

Блок зовнішніх сигналізаторів.

Для реалізації виконується опитування ШИМ порта GPIO 18, до якого під’єднано датчик. Для цього потрібно задати тип GPIO порта. В даному випадку порт налаштовано, як вхід та програмно під’єднано до підтягуючого внутрішнього резистора. Датчик працює, як кнопка, тобто ключем в електричному колі розмикає та замикає контакт між землею та портом. При піднесення магнітної частини датчик до іншої коло замикається та утворює

логічну 1 на порті 18. Зі зміною значення на цьому порту проводиться обробка та відправка повідомлення про змінну стану та тип стану.

Лістинг 3.9 – Опит датчику дверей та відправка типу стану за фактом зміни стану

```
GPIO.setup(18, GPIO.IN, pull_up_down=GPIO.PUD_UP)
    //////////////////////////////////////
while 1:
    sleep(1)
    value = GPIO.input(18)
    global input_state
    if value == True:
        input_state = str("Двері відкриті")
    else:
        input_state = str("Двері закриті")
    if value!=value_old :
        value_old = value
        bot.sendMessage (chat_id_allow, str(input_state))
```

Блок ідентифікації.

В безкінечному циклі перевіряється чи піднесена RFID мітка до зчитувача. В разі якщо мітка виявлена перевіряється наявності її ID у БД. Якщо ID мітки знайдено в БД: замок відчиняється, звукова індикація програє звук відкриття замку, озвучується відчинення дверей, на LCD дисплею відображається “ДВЕРІ ВІДЧИНЕНО”, до чат-бота відправляється інформація о робітнику та його фото, що попередньо отримано з БД. Якщо ID мітки не знайдено в БД: звукова індикація програє звук відміни у доступу, озвучується повідомлення, що мітка нерозпізнана та очікуйте рішення адміністратора на реєстрування, на LCD дисплею відображається “НЕВІДОМА МІТКА”, до чат-бота відправляється фото відвідувача та запит на реєстрування. В разі згоди на реєстрацію вводиться ПІБ, посада робітника усе це разом з фото та ID мітки записується до БД. Після реєстрації на дисплей виводиться “ЗАРЕЄСТРОВАНО”

Лістинг 3.10 – Ідентифікація за допомогою RFID технології

```

reader = SimpleMFRC522()
id = reader.read_id_no_block()
if id == None:
    continue
print(id)

global unknown_id
conn = sqlite_connect()
c = conn.cursor()
c.row_factory = lambda cursor, row: row[0]
allowed_ids = c.execute('SELECT employee_id FROM
employees').fetchall()
for row in allowed_ids:
    print(row)

if id in allowed_ids:
    GPIO.output(12, True)
    lock_value = True
    display.lcd_clear()
    display.lcd_display_string(u"ЗАМОК ВІДЧИНЕНО", 1)
    play_buzz_true()
    bot.sendMessage(chat_id_allow, 'Замок відчинено')
    voice_command = "echo " + "Замок відчинено" + "|
RHVoice-test -p Natalia "
    call([voice_command], shell=True)
    info = readBlobData(id)
    bot.sendMessage(chat_id_allow, info[1] + ' ' + info[0]
+ ' увійшов(ла) до приміщення')
    photoPath = "/home/bodpi/Project/RPi-RFID/photos/" +
info[0] + info[1] + ".jpg"
    bot.sendPhoto(chat_id_allow, photo=open(photoPath,
'rb'))

else:
    unknown_id = id
    display.lcd_clear()
    display.lcd_display_string(("НЕВІДОМА МІТКА"), 1)
    play_buzz_false()
    camera.start_and_capture_file(default_photo)
    markup
=
ReplyKeyboardMarkup(keyboard=[[KeyboardButton(text='Так')], [
KeyboardButton(text='Hi')]], one_time_keyboard=True)
    bot.sendMessage(chat_id_allow, 'Використано невідому
мітку з ID: ' + str(unknown_id) + '. Зареєструвати робітника?',
reply_markup=markup)
    bot.sendMessage(chat_id_allow, 'Фото відвідувача: ',
reply_markup=markup)

```

```
        bot.sendPhoto(chat_id_allow, photo=open(default_photo,
'rb'))
        voice_command = "echo " + "Невідома мітка очікуйте
дозвіл на реєстрацію робітника від адміністратора або відправте
відеоповідомлення до адміністратора" + "| RHVoice-test -p
Natalia "
        call([voice_command], shell=True
```

3.5 Висновки до розділу 3

У даному розділі було описано апаратну збірку системи обмеженого доступу. Розроблено блок-схему алгоритму роботи СКУД (з точки зору адміністратора та відвідувача, робітника). Описані програмні засоби: операційна система, віддалене управління платою, чат-бот Telegram, БД, засоби розробки. Описана програмна реалізація СКУД.

4 ТЕСТУВАННЯ РОЗРОБЛЕНОЇ СКУД

4.1 Охорона праці та безпека дослідницької діяльності

Електробезпека при роботі.

Заходи щодо усунення небезпеки ураження електричним струмом зводяться до правильного розміщення устаткування та електричних кабелів. Інші заходи щодо забезпечення електробезпеки, збігаються з загальними заходами пожежобезпеки та електробезпеки [30]. В якості профілактичних заходів для забезпечення пожежної безпеки слід використовувати скриту електромережу, надійні розетки з пожежобезпечних матеріалів, силові мережі живлення устаткування виконувати кабелями, розрахованими на підключення в 3-5 разів більшого навантаження, включати й виключати живлення обладнання за допомогою штатних вимикачів. Треба регулярно робити очистку внутрішніх частин комп'ютерів, іншого устаткування від пилу, розташовувати комп'ютери на окремих неспалюваних столах. Для запобігання іскріння необхідно рідше встромляти і виймати штепсельні вилки з розеток.

Освітлення.

Система освітлення повинна відповідати таким вимогам:

- освітленість на робочому місці повинна відповідати характеру зорової роботи, який визначається трьома параметрами: об'єктом розрізнення
- найменшим розміром об'єкта, що розглядається на моніторі ПК;
- фоном, який характеризується коефіцієнтом відбиття; контрастом об'єкта і фону;
- необхідно забезпечити достатньо рівномірне розподілення яскравості на робочій поверхні монітора, а також в межах навколишнього простору;
- на робочій поверхні повинні бути відсутні різкі тіні;

- в полі зору не повинно бути відблисків (підвищеної яскравості поверхонь, які світяться та викликають осліплення);
- величина освітленості повинна бути постійною під час роботи;
- слід обирати оптимальну спрямованість світлового потоку і необхідний склад світла.

При виготовленні електронного пристрою часто потрібно використовувати пайку. Але цей процес не являється корисним для людина, а навпаки може викликає деякі хронічні хвороби. При пайці людина постійно розігріває припій та каніфоль до температури в районі 300 градусів. А що таке припій Припій — метал, сплав або суміш оксидів, що застосовується для з'єднання металевих, мінералокерамічних та інших деталей, для лудіння посуду тощо. Припої на основі олов'яно-свинцевих сплавів дуже широко використовувалися в минулому і ще й досі виробляються. Вони особливо зручні при ручному паянні, але свинець що входить до їхнього складу може негативно впливати на довкілля. З цієї причини здійснюється поступовий перехід на без свинцеві припої, які, однак, з різних причин є менш придатними для ручного застосування.

Свинець може спричинити серйозні хронічні наслідки для здоров'я. Вплив в основному відбувається через випадкове потрапляння на шкіру, одягніть рукавички, якщо безпосередньо обробляєте припій. Обмежені випари можуть утворюватися при пайці. Свинець впливає на кровотворну і нервову системи, шлунково-кишковий тракт і нирки. Спричиняє анемію (оскільки включається до ланцюгу біосинтезу гема і скорочує період життя еритроцитів), а також енцефалопатію, зниження розумових властивостей, викликає шлунково-кишкові розлади, диспепсію, коліки, нефропатію.

4.2 Серверна частина

Raspberry Pi 4 B як визначено раніше поєднує ролі виконуючого контролера та сервера для чат-боту. Тому в цьому підрозділі розглянута

серверна частина проекту. Програма чат-бот повинна бути запущена через термінал і очікувати на зміни у системі чи запити. Деякі відомості про роботу чат-боту, отримані повідомлення, успішності виконання програм чи помилок відображаються у терміналі. На рисунку 4.1 зображено приклад ‘фідбеку’ від стану запущеного чат-боту.

```

bodpi@raspberrypi:~/Project/RPI-RFID $ ./telebot.py
[0:00:33.348422941] [1130] INFO Camera camera_manager.cpp:299 libcamera v0.0.2+47-0684c373
[0:00:33.391029349] [1131] INFO RPI raspberrypi.cpp:1423 Registered camera /base/soc/i2c0mux/i2c0
{'id': 1380561689, 'is_bot': True, 'first_name': 'Intercom_Bot', 'username': 'Weather_bod_bot', 'c
Listening....
634988183243
634988183243
Connected to SQLite
Id = 634988183243 Name = Гузенко Богдан Максимович
Storing employees image and resume on disk

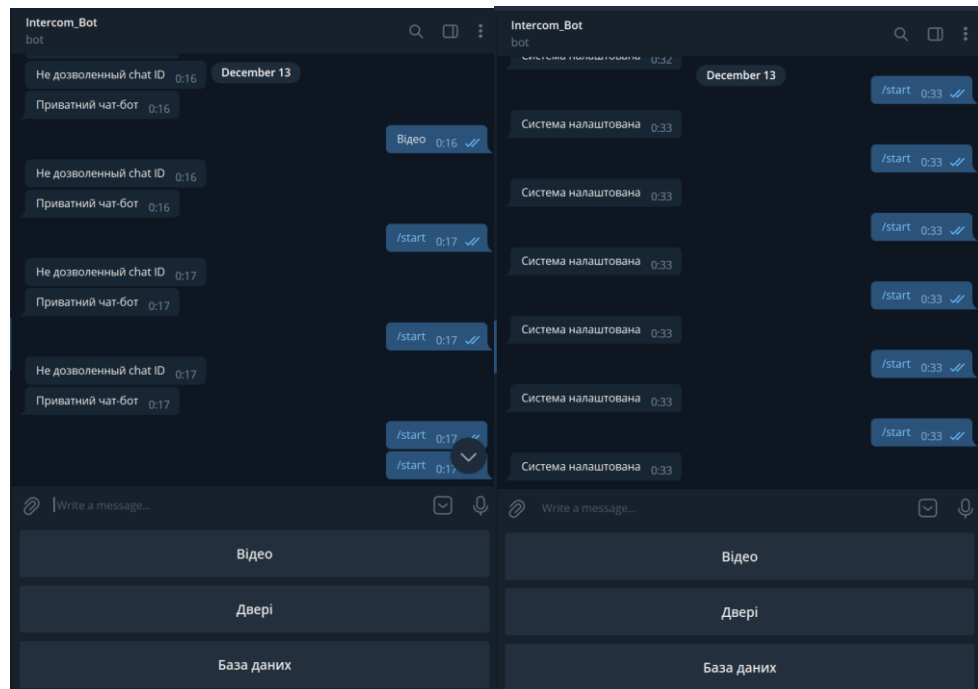
Stored blob data into: /home/bodpi/Project/RPI-RFID/photos/Гузенко Богдан МаксимовичІнженер.jpg
sqlite connection is closed

```

Рисунок 4.1 – Приклад ‘фідбеку’ від запущеного чат-боту

4.3 Запуск чат-бота

Чат-бот клієнт запускається на будь-якому пристрою який має доступ до мережі Інтернет та має змогу використовувати Telegram. В програмі чат-боту вказаний chat_id користувач, який потрібно вставити до тексту програми. Так як до цього принцип роботи чат-бота Telegram дозволяє звертатися до цього боту усім користувачам, якщо набрати у пошуку Username бота. Тому програмно реалізовано доступ до чат боту. Якщо користувач з chat_id, який на вказаний у програмі буде звертатись до чат-бота він отримає відмову на будь-який тип взаємодії з ним у чаті на користування у вигляді текстового повідомлення ‘Приватний чат-бот (рис. 4.2(a)). А на серверну частину прийде повідомлення з chat_id, який хоче користуватися чат-ботом, після чого можна переписати цей chat_id до chat_id_allow.



а)

б)

Рисунок 4.2 – Відмова у користуванні чат-ботом(а). Успішність старту(б)

В разі, якщо під’єднується користувач з дозволим `chat_id` та при справності системи він може запустити чат-боту командою `“/start”` та отримати повідомлення про успішність налаштування та функціонал системи (рис. 4.2(б)).

4.4 Тестування функціоналу розділу “Відео”

Як можна побачити на рисунку 4.3 під строчкою вводу тексту з’явилися три кнопки – це головне меню. При натисненні кнопки “Відео” відкриється функціонал запису примусового запису відеоповідомлення від адміністратора. Кнопки ‘+’ чи ‘-’ в свою чергу збільшують та зменшують час запису відповідомлення на 1 с. Кнопка запису за замовчуванням записує відповідомлення 5 с. Та після натиснення кнопки запису, запишиться відеповідомлення на стільки часу, скільки було обрано.

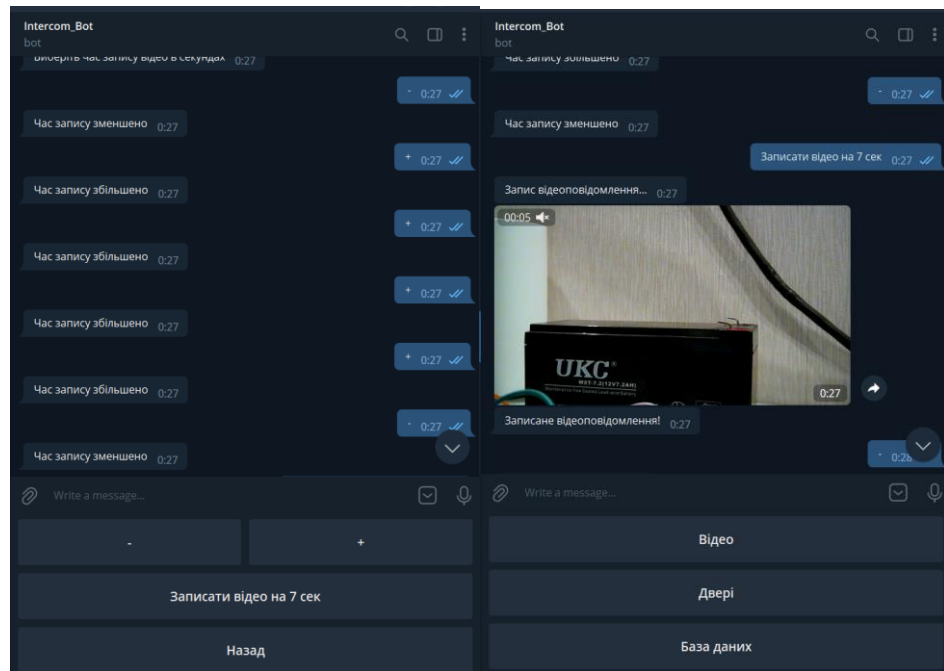


Рисунок 4.3 – Запис відеоповідомлення у чат-боті

Також записати відеоповідомлення має змогу відвідувач або робітник шляхом натиснення та утримання фізично кнопки. Як тільки кнопка відпущена запис відеоповідомлення закінчено і відеоповідомлення надходить до чат-боту адміністратора (рис. 4.4).

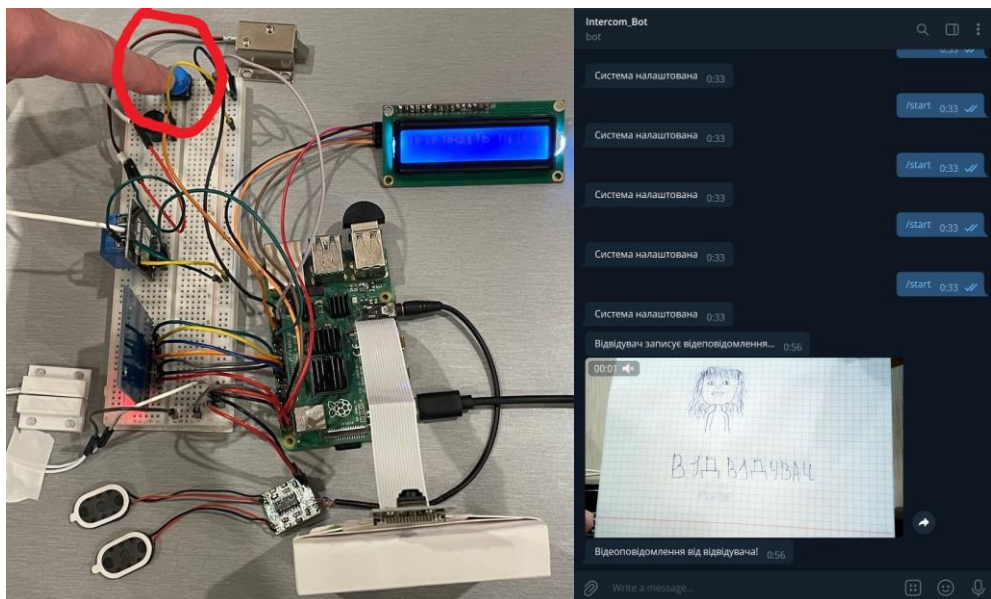


Рисунок 4.4 – Запис відеоповідомлення фізично кнопкою

4.5 Тестування функціоналу розділу “Двері”

Для того щоб повернутися до головного меню потрібно натиснути кнопку “Назад”. Вибрав кнопку “Двері” відкривається функціонал перевірки статусу двері та відчинення електромеханічного замку. Якщо натиснути кнопку “Перевірка статусу двері” надійде запит на опит статусу датчика відкриття двері та якщо магнітна частина датчика буде з’єднана з другою надійде повідомлення “Двері закриті”. Якщо ж навпки ці частини датчику будуть роз’єднані надійде повідомлення “Двері відкриті”. Також варто зазначити, що повідомлення про зміни статусу приходять не тільки коли натиснута кнопка “Перевірка статусу двері” адміністратором, а й при факту зміни стану, постійно опитуючи датчик. Тобто коли двері відкривають/закривають надходить відповідне повідомлення до чат-боту на рис. 4.5.

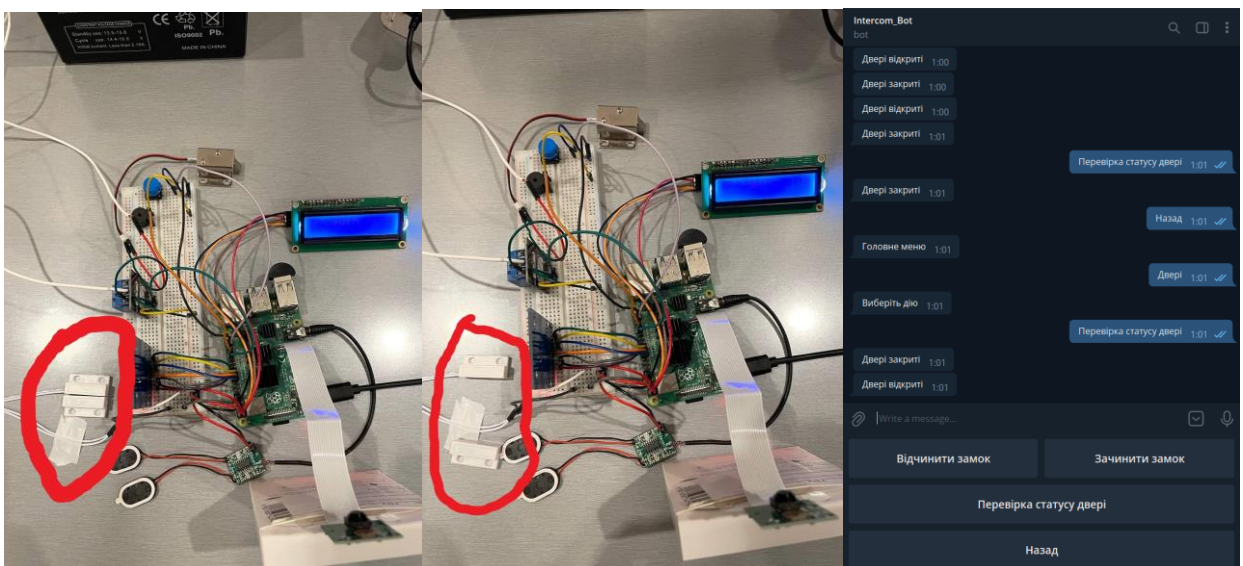


Рисунок 4.5 – Перевірка статусу закриття/відкриття двері

При обробці натисної кнопки “Відчинити замок”, на порт 12 GPIO подається високий сигнал, з порта GPIO високий сигнал подається на порт VCC реле, реле перемикається та подає напругу на порт електромеханічного замку, що змушує його відкритись. Факт зачинення/відчинення

електромеханічного замку озвучується через пристрій виводу аудіо синтезатором мовлення, прозвучить звукова індикація згоди відкриття та до чат-боту надходить повідомлення про завершення дії закриття/відкриття.

У разі відчинення замку ззовні за допомогою зареєстрованої RFID мітки, виконується ті ж самі дії, що й кнопкою через чат-бота та в додаток до функціоналу цього виконується відправка ПБ, посади та фотографії робітника до чат-бота адміністратора. Якщо застосовується незаписана RFID мітка, прозвучить звукова індикація відмови відкриття на рис 4.6.

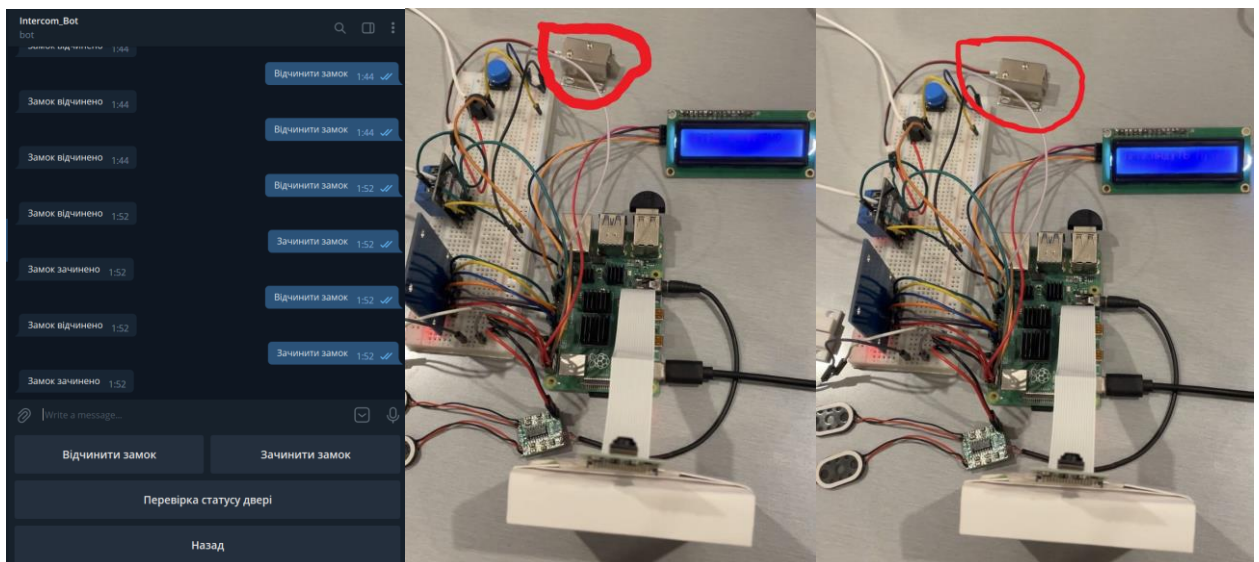


Рисунок 4.6 – Відчинення/зачинення замку через чат-бот

4.6 Реєстрування нового робітника

Якщо піднести до зчитувача незаписану до БД RFID мітку:

- прозвучить звукова індикація відмови відкриття;
- на LCD дисплей виведеться повідомлення “Невідома мітка”;
- синтезатором мовлення озвучується очікуйте рішення адміністратора на реєстрацію;

- до чат-боту адміністратора надійде фото відвідувача та ID невідомої мітки з запитом на реєстрацію.
- При згоді на реєстрацію адміністратором:
 - заповнюється ПІБ, Посада робітника через чат-бот;
 - ID мітки, ПІБ, посада, фото робітника, що реєструється заносяться до БД;
 - результат реєстрування, ПІБ, посада, фото щойно зареєстрованого робітника надходить повідомленням до чат-боту;
 - на LCD дисплей виводиться “Зареєстровано”.
- При відмові на реєстрацію адміністратором: на LCD дисплей виводиться “Реєстрування відхилено” та синтезатором мовлення озвучується відмова в реєстрації на рис .4.7.

4.7 Ідентифікація зареєстрованого робітника

- Якщо піднести до зчитувача записану до БД RFID мітку:
- електромеханічний замок відчиняється;
 - прозвучить звукова індикація згоди відкриття;
 - на LCD дисплей виведеться повідомлення “Замок відчинено”;
 - синтезатором мовлення озвучується “Замок відчинено”;
 - до чат-боту адміністратора надійде повідомлення о робітнику який увійшов: ПІБ, посада, фото;
 - при згоді на реєстрацію адміністратором:
 - заповнюється ПІБ, Посада робітника через чат-бот;
 - ID мітки, ПІБ, посада, фото робітника, що реєструється заносяться до БД;

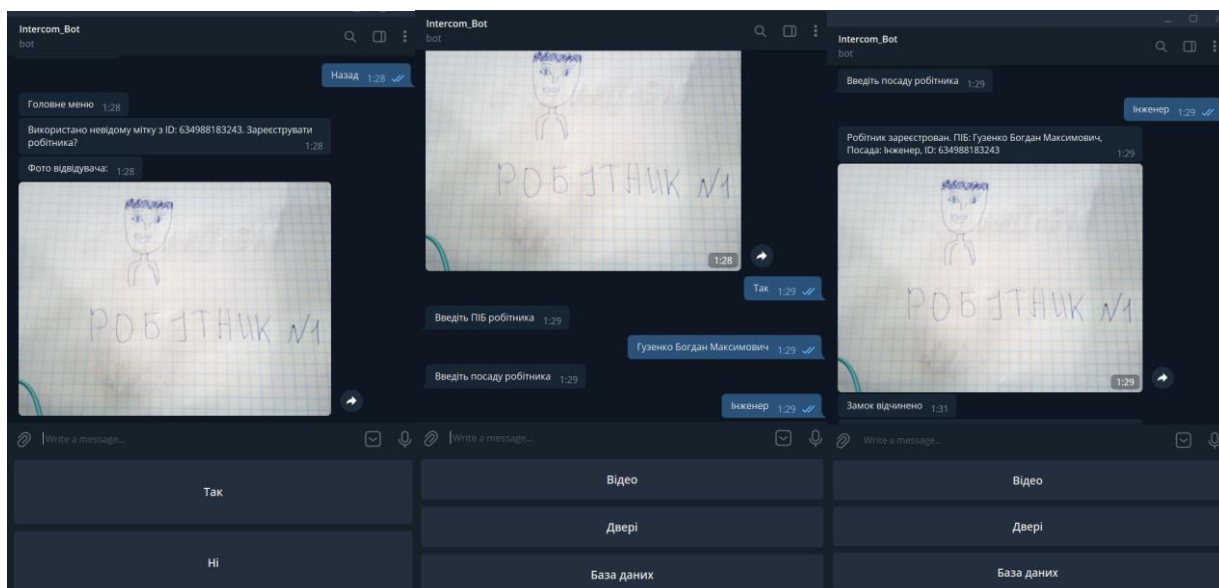
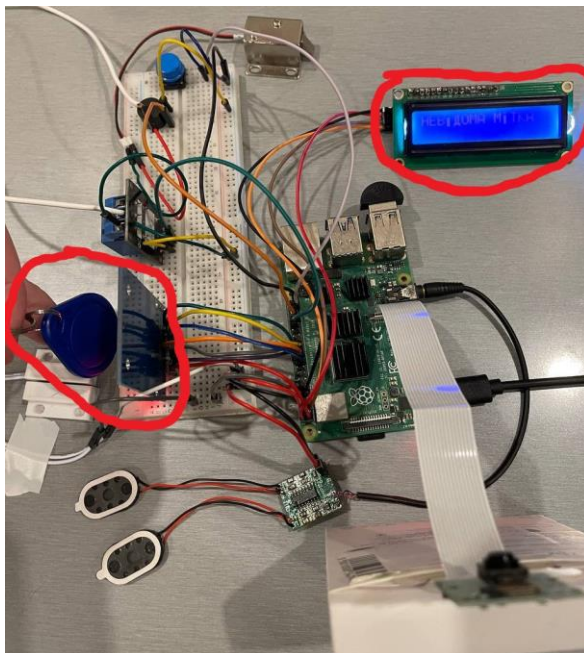


Рисунок 4.7 – Реєстрування нового робітника

– результат реєстрування, ПІБ, посада, фото щойно зареєстрованого робітника надходить повідомленням до чат-боту;

– на LCD дисплей виводиться “Зареєстровано”.

Через 5 секунд відкриття замку через RFID мітку він автоматично зачиняється на рис 4.8.

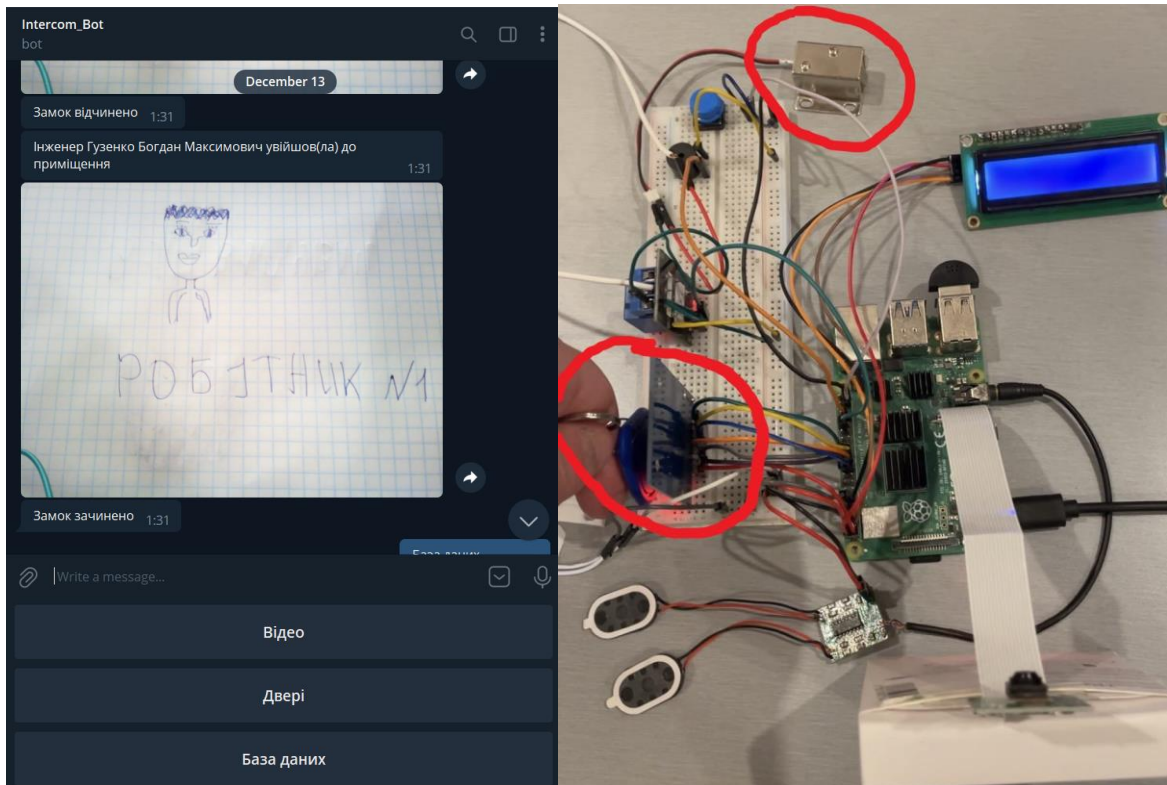


Рисунок 4.8 – Ідентифікація зареєстрованого робітника

4.8 Тестування функціоналу розділу “База даних”

В головному меню є кнопка “База даних”. При натисненні на неї з’являються три дії “Переглянути робітників”, “Видалити робітника” та “Назад”. Кнопка “Назад” звично повертає до головного меню. Кнопка “Переглянути робітників” надсилає запит до БД на отримання списку робітників їх ID, ПІБ, посаду і надсилає до чат-боту адміністратора цей список на рис 4.9. Кнопка “Видалити робітника” відкриває меню по видаленню робітника, де є кнопка “Видалити робітника з ID:*****” та дві кнопки для пролистування ID: “<” – перейти до попереднього ID робітника, “>” – перейти до наступний ID робітника. Після вибору ID робітника, потрібно натиснути кнопку “Видалити робітника з ID:*****”, що призводить до видалення робітника з БД та неможливість застосування RFID мітки для

проходження до приміщення. Після видалення можна ще раз переглянути робітників і впевнитися у видаленні потрібного робітника на рис 4.10.

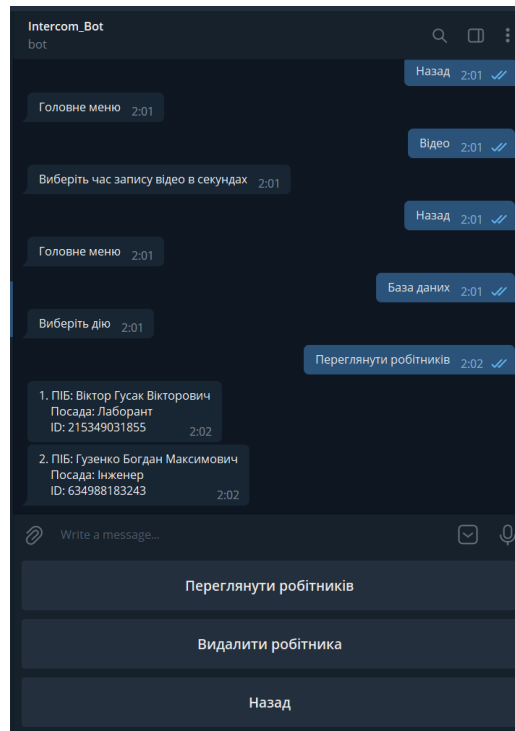


Рисунок 4.9 – Перегляд зареєстрованих робітників

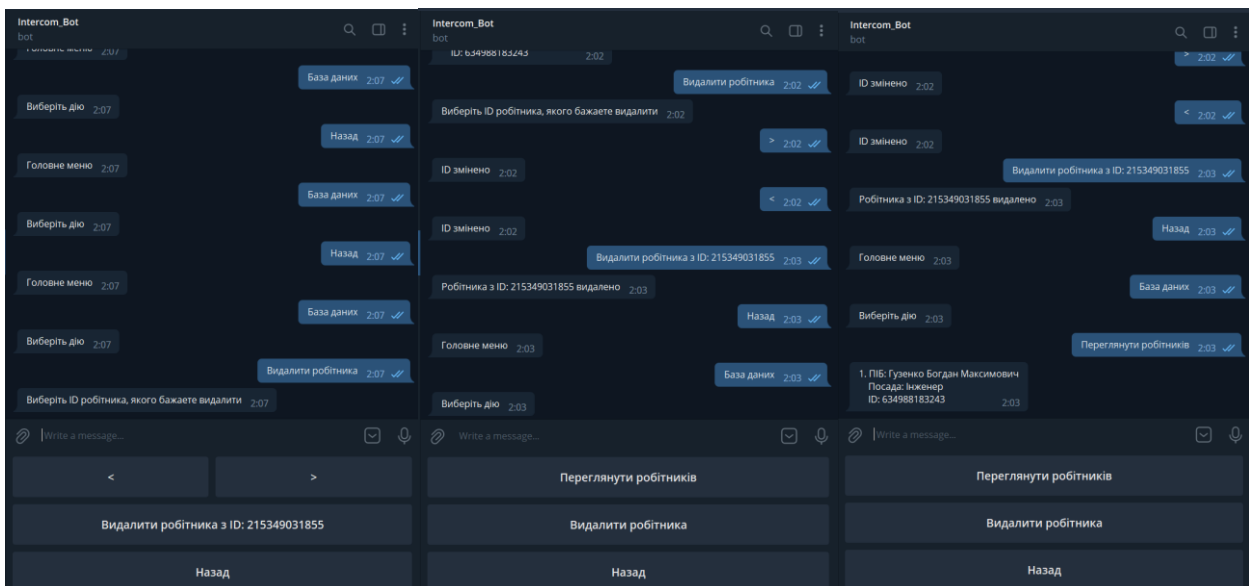


Рисунок 4.10 – Видалення робітника з БД

4.9 Тестування функціоналу озвучення текстових повідомлень

Повідомлення, що написане у текстовому полі вводу тексту чат-боту, озвучується синтезатором мовлення на українській мові та звук виводиться через пристрій виводу аудіо, що розроблений та підключений до плати Raspberry Pi 4 B. Факт закінчення озвучення супроводжується повідомленням про успішність дії на рис 4.11.

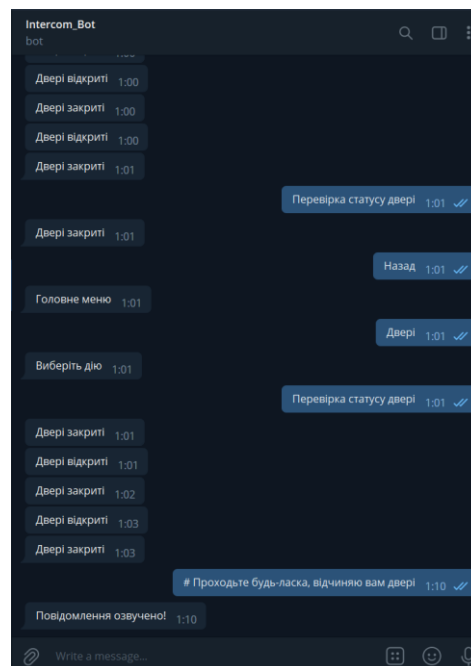


Рисунок 4.11 – Озвучення текстових повідомлень синтезатором мовлення

4.10 Висновки до розділу 4

У даному розділі було розглянуто питання охорони праці та безпеки дослідницької діяльності. Успішно випробувано розроблену СКУД, а саме протестовано: серверну частину, запуск чат-бота, реєстрування нового робітника, ідентифікація зареєстрованого робітника, озвучення текстових повідомлень, функціонал розділу: “Відео”, “Двері”, “База даних”.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи метою, якою було підвищення ефективності моніторингу доступу до виробничого приміщення.

Кваліфікаційна робота складається з чотирьох основних розділів.

У першому розділі було проаналізовано предметна область систем обмеженого доступу та чат-ботів. В результаті аналізу складено завдання на розробку нової системи у вигляді технічних та функціональних вимог.

У другому розділі було побудована структурна та функціональна схема СКУД. Підібрана за технічним завданням апаратну частину СКУД.

У третьому розділі було описано послідовність апаратної збірки СКУД. Розроблено блок схему алгоритму роботи СКУД. Описано реалізацію програми керування СКУД.

У четвертому розділі розглянуто питання охорони праці. Успішно протестовано СКУД та засіб адміністрування чат-бот.

Розроблена система використовує переваги використання месенджерів та чат-ботів у сфері обмеження та моніторингу доступу.

Спроектвана система може використатися для моніторингу доступу до виробничого приміщення. Реалізовано за допомогою однопалатного комп'ютера Raspberry Pi 4B, периферійних пристроїв та чат-бота Telegram. Адміністрування, оповіщення здійснюється за допомогою чат-боту месенджера Telegram.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. ДСТУ 3008: 2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення. К.: ДП “УкрНДНЦ”. 2016. 30 с.
2. Дипломне проектування для студентів усіх форм навчання спеціальностей 151 «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології» / упоряд. І.Ш. Невлюдов, А.О. Андрусевич, О.В. Токарева, Г.В. Пономарьова. Київ, 2018. 320 с.
3. Методичні вказівки з підготовки й оформлення кваліфікаційної роботи здобувачами другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 151 Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології, освітньо-професійних програм: «Автоматизоване управління технологічними процесами», «Комп’ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва», «Комп’ютеризовані та робототехнічні системи» / Упоряд. І. Ш. Невлюдов, Р. В. Артюх, Н. П. Демська, В. В. Євсєєв, О. І. Филипенко, О. М. Цимбал. Харків: ХНУРЕ, 2021. 55 с.
4. Виробництво & Мехатронні Системи 2022: матеріали VI-ої Міжнародної конференції, Харків, 21-22 жовтня 2022 р.: тези доповідей / Б.М. Гузенко, В.В. Невлюдова [редкол. І.Ш. Невлюдов (відповідальний редактор)]. Харків: [електронний друк], 2022 . С.84 – 87.
5. Raspberry Pi Requirements for Development Host. URL: <https://doc.qt.io/QtForDeviceCreation/qtee-preparinghardware-raspberrypi.html> (дата звернення : 01.11.2022).
6. Google Trends. URL: <https://trends.google.com> (дата звернення : 01.09.2022).
7. Система контролю доступу на підприємстві. Особливості впровадження. URL: <http://www.cleper.ru/articles/description.php?n=441> (дата звернення: 20.09.2022).

8. Access control systems. Security, identity management and trust models. Access Control Systems: Security, Identity Management and Trust Models. 10.1007/0-387-27716-1 Benantar, Messaoud. 2016. 305 p.

9. ISO/IEC 38500:2015, Corporate governance of information technology: resources required to acquire, process, store and disseminate information.

10. Raspberry Pi Documentation. URL: <https://www.raspberrypi.org/documentation/> (дата звернення : 20.09.2022).

11. Chatbot. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Chatbot>. (дата звернення : 20.09.2022).

12. Chan W. K. V., Son Y. J., Macal C. M. Raspberry Pi simulation tutorial simulation of emergent behavior and differences between agent-based simulation and discrete-event simulation. Proceedings of the 2012 winter simulation conference. IEEE, 2012. P. 135-150.

13. Telegram API. 2016. URL: <https://core.telegram.org/>. (дата звернення : 20.09.2022).

14. PAM8403. URL: <https://www.mini-ech.com.ua/download/datasheet/Raznoe/PAM8403.PDF> (дата звернення : 05.09.2022).

15. MFRC522 Standard performance MIFARE and NTAG frontend. URL: <https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/MFRC522.pdf> (дата звернення : 05.09.2022).

16. Саймон Монк. Raspberry Pi. Збірник рецептів: рішення програмних и апаратних завдань, Вільямс, 2019, С.200 -301.

17. Python Telegram Bot: How to Create and Deploy Telegram Bot with Python. URL: <https://djangostars.com/blog/how-to-create-and-deploy-a-telegram-bot/> (дата звернення : 20.09.2022).

18. OISIN M. E-BOOK CHATBOTS: An Introduction And Easy Guide To Making Your Own / Muldowney OISIN. Дублін, Ірландія: Curces & Magic, 2017. 76 с.

19. Основи наукових досліджень": Навч. посібник / І.Ш. Невлюдов, Ю.М. Олександров, А.О. Андрусевич, О.О. Чала. Кривий Ріг: Криворізький коледж НАУ, 2019. 396 с.
20. Luciano Ramalho, *Fluent Python*, O'Reilly Media, 2015. С.200 -301.
21. Camera Module // Raspberry Pi. URL: <https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/camera> (дата звернення : 01.09.2022).
22. Orange Pi Plus 2E User Manual // Orange Pi . URL: <https://www.electronicdatasheets.com/datasheet/Orange%20Pi%20Plus%202E%20User%20Manual.pdf> (дата звернення : 07.10.2022).
23. Codec. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Codec>. (дата звернення : 01.11.2022).
24. Ross A., Jain A.K. (2015) Biometrics, Overview. In: Li S.Z., Jain A.K. (eds) *Encyclopedia of Biometrics*. Springer, Boston, MA. URL: https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7488-4_182 (дата звернення : 01.12.2022).
25. Jay A. Kreibich *Using SQLite*, O'Reilly Medi, 2017, P. 419-421.
26. HEADLESS RASPBERRY PI 4 B SSH WIFI SETUP (MAC + WINDOWS). URL: <https://desertbot.io/blog/headlessraspberry-pi-3-bplus-ssh-wifi-setup> (дата звернення : 12.12.2022).
27. WiringPi. URL: <http://wiringpi.com/> (дата звернення : 01.11.2022).
28. A brief history of Chatbots. URL: <https://chatbotslife.com/a-brief-history-ofchatbots-d5a8689cf52f> (дата звернення : 01.12.2022).
29. The Other Side of Chatbots: Disadvantages and Risks. URL: <https://www.aivo.co/blog/advantages-and-disadvantages-of-chatbots> (дата звернення : 03.12.2022).
30. Правила техніки безпеки під час роботи з комп'ютером. URL: <http://ukped.com/skarbnichka/682-.html>. (дата звернення : 12.12.2022).